

Série  
**Relatórios**

---

**Relatório de Qualidade  
do Ar no Estado de  
São Paulo - 1994**

---





**RELATÓRIO DE QUALIDADE DO AR  
NO ESTADO DE SÃO PAULO  
1994**

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Série Relatórios - ISSN 0103-4103

© 1991, CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

### FICHA CATALOGRÁFICA

(Preparada pelo Setor de Biblioteca da Cetesb)

C418r

CETESB, São Paulo

Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 1994. — São Paulo : CETESB, 1995.

87 p. : il. ; 30 cm. — (Série Relatórios / Secretaria do Meio Ambiente, ISSN 0103-4103)

Publicado anteriormente como : Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo e em Cubatão | e | Relatório de Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo e em Cubatão.

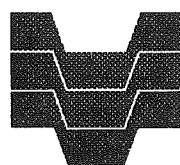
1. Ar — poluição 2. Controle da qualidade do ar — São Paulo I.  
Título. II. Série.

CDD (18. ed.)

614.71

CDU (2.ed. med. port.)

614.71(815.6)



**CETESB**

**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

**RELATÓRIO DE QUALIDADE DO AR  
NO ESTADO DE SÃO PAULO  
1994**

**SÃO PAULO  
1995**

## **Edição**

### **Coordenação Geral :**

*Quim. Cláudio Darwin Alonso*

### **Coordenação Técnica :**

*Quim. Jesuino Romano*

### **Texto :**

*Est. Antonio de Castro Bruni*

*Engº Gabriel Murgel Branco*

*Engº Eduardo Antônio Licco*

*Engº Elcio Luiz Farah*

*Geog. Ricardo Anazia*

*Quim. Maria Helena R. B. Martins*

*Tecnol. Carlos Eduardo Negrão*

### **Aquisição de Dados :**

Setor de Interpretação de Dados

Setor de Telemetria

Setor de Amostragem e Análise do Ar

Setor de Meteorologia

Departamento de Tecnologia de Emissões de Veículos

Departamento de Controle da Região Metropolitana de São Paulo

Departamento de Controle do Interior

### **Processamento de Dados :**

Setor de Interpretação de Dados

### **Processamento do Texto e Diagramação :**

*Est. Antonio de Castro Bruni*

*Tec. Samuel Lemos Correia*

*Est. Maira Segalla Passareli Peris*

### **Colaboração :**

Setor de Editoração Eletrônica

Setor de Desenvolvimento de Sistemas em Redes e Suporte

Setor de Operação de Grande Porte

Setor de Sistemas de Grande Porte

### **Produção Editorial, Fitolitos e Impressão**

**CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**

Impresso em Julho de 1995

Tiragem : 600 exemplares

Distribuição : **CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**  
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros  
Tel. 210-1100 - Cep 05489-900 - São Paulo - SP - Brasil

## APRESENTAÇÃO

A poluição atmosférica, fenômeno tipicamente urbano-industrial, afeta sobremaneira o Estado de São Paulo pelo alto grau de crescimento de suas cidades e de seu parque industrial. Com atribuições de controle ambiental, a CETESB atua sobre as fontes emissoras, sejam elas estacionárias (industriais) ou móveis (veículos automotores). Além do controle, as redes de monitoramento da qualidade do ar permitem verificar o grau de exposição da população a agentes agressivos, consolidando uma postura de defesa à saúde humana, além de preocupação com a defesa da flora, fauna e materiais em geral.

Consciente de seu papel, a CETESB vem emitindo desde a década de 80, o relatório anual da qualidade do ar no Estado de São Paulo consolidando os dados obtidos através do monitoramento da qualidade do ar.

Através dos dados de 1994 foi possível observar que na Região Metropolitana de São Paulo são ultrapassados os padrões de qualidade do ar (diário e/ou anual) referentes ao material particulado, ozônio e monóxido de carbono, indicando a importância e a necessidade da continuidade dos programas de controle das emissões. Já o dióxido de enxofre, tendo sofrido uma sensível redução da concentração ao longo dos anos através de programa implantado pela CETESB, vem apresentando níveis que se mantêm abaixo tanto dos padrões diários como dos anuais.

No pólo industrial de Cubatão as partículas inaláveis apresentam concentrações que ultrapassam os padrões diário e anual, mostrando a necessidade do prosseguimento do programa de controle das fontes industriais.

Com relação a algumas cidades do interior do Estado, observa-se ultrapassagens dos padrões já mostrando um grau de deterioração da qualidade do ar nestas cidades.

Com as informações apresentadas neste relatório, acreditamos ter contribuído para uma melhor compreensão deste problema e possibilitar acesso a uma valiosa fonte de informação, não somente aos técnicos da CETESB, como também aos demais profissionais e interessados no assunto.

A DIRETORIA



## **ÍNDICE**

### **SUMÁRIO EXECUTIVO**

**i**

### **1. INTRODUÇÃO**

**1**

### **2. O ESTADO DE SÃO PAULO**

**2**

2.1. Região Metropolitana de São Paulo - RMSP

**2**

2.2. Área de Cubatão

**7**

### **3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR**

**10**

3.1. Parâmetros de Qualidade do Ar

**10**

3.2. Padrões de Qualidade do Ar

**13**

3.3. Índice de Qualidade do Ar

**17**

3.4. Redes de Amostragem

**20**

### **4. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**22**

4.1. Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão

**22**

4.2. Outras Áreas do Estado de São Paulo

**38**

### **5. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA**

**39**

<b>6. PLANO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR</b>	<b>43</b>
---	-----------

6.1. Fontes Estacionárias	43
6.2. Fontes Móveis	45
6.3. Operação Inverno	50

<b>7. ANEXOS</b>	<b>51</b>
------------------	-----------

<b>ANEXO 1 - ENDEREÇOS DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO 2 - DADOS DE QUALIDADE DO AR</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO 3 - DADOS METEOROLÓGICOS</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 4 - LEGISLAÇÃO</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>83</b>

## SUMÁRIO EXECUTIVO

### Região Metropolitana de São Paulo

A qualidade do ar na Região é determinada por um complexo sistema de fontes móveis (veículos automotores) e estacionárias.

Em função dos planos de controle postos em prática pela CETESB no que se refere principalmente às emissões de dióxido de enxofre e material particulado provenientes de fontes estacionárias, as emissões veiculares desempenham hoje um papel de destaque no nível de poluição do ar na região.

As medições realizadas através dos sistemas de amostragem do ar em operação na região revelam o seguinte quadro:

#### *a. Material Particulado*

Na RMSP os padrões de qualidade do ar para partículas totais em suspensão, tanto o de 24 horas ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como o anual ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) são excedidos. Atinge-se, inclusive durante os períodos mais desfavoráveis para a dispersão dos poluentes, concentrações acima do nível de atenção ( $375 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - média de 24 horas) e eventualmente do nível de alerta ( $625 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - média de 24 horas). Baseando-se na segunda concentração máxima encontrada na região é possível definir uma concentração em torno de  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - média de 24 horas, como valor básico para definição da necessidade de redução das emissões.

Quanto ao parâmetro fumaça, os padrões diário ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e anual ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) são ultrapassados atingindo-se, nos períodos mais críticos, o nível de atenção ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - 24 horas) e eventualmente o nível de alerta ( $420 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - 24 horas).

No que se refere a partículas inaláveis, também os padrões diário ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e o anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) são ultrapassados, atingindo-se, durante o inverno o nível de atenção ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - 24 horas) e eventualmente, o nível de alerta ( $420 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - 24 horas).

Os planos de redução dessas concentrações deverão obrigatoriamente contemplar um programa para redução das emissões veiculares e um programa de manutenção das reduções já conseguidas nas fontes estacionárias. A parcela de contribuição dos aerossóis secundários, principalmente aqueles provenientes do *smog* fotoquímico, poderá ser reduzida através do mesmo programa de controle de emissões veiculares, principalmente no que se refere aos compostos orgânicos e óxidos de nitrogênio.

Também deve ser ressaltado que uma parcela considerável do material particulado em suspensão na atmosfera é proveniente do processo de ressuspensão de poeira do solo. Esta parcela parece representar um problema de difícil controle, mas que no entanto tem sua origem também na movimentação de veículos, o que a torna, em última análise, também um problema criado pelos veículos automotores associado à necessidade de urbanização e planejamento do tráfego.

Um quadro quantitativo das contribuições dos diversos tipos de fontes de poluição, para o problema de poluição do ar por material particulado, foi obtido através de um estudo que utilizou técnicas de modelo receptor e de balanço químico de massas, o qual apontou que nas partículas totais em suspensão, as maiores contribuições são as provenientes de poeira ressuspensa do solo e veículos. Também merecem atenção os aerossóis secundários de enxofre e carbono.

Na fração inalável do material particulado continuam sendo importantes as contribuições de poeira ressuspensa do solo e de veículos, aumentando a importância dos aerossóis secundários.

#### *b. Gases*

As concentrações de dióxido de enxofre sofreram uma redução sensível nos últimos anos e hoje se encontram, em todas as estações, bem abaixo dos padrões primários de qualidade do ar.

A poluição do ar relacionada com os veículos automotores é um problema sério na RMSP. As concentrações de monóxido de carbono excedem rotineiramente o padrão de qualidade do ar

para 8 horas (9 ppm) por uma grande margem em quase todos os locais de amostragem. O nível de atenção é freqüentemente ultrapassado, atingindo concentrações de até 20 ppm.

Também no caso de ozônio o padrão de qualidade do ar ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) é rotineiramente excedido. O nível de atenção ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) também é freqüentemente ultrapassado, principalmente nos dias de alta insolação, atingindo concentrações em torno de  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Os dados de dióxido de nitrogênio mostram que os padrões horário e anual são ultrapassados.

Este quadro justifica a necessidade urgente e inadiável de controle das emissões veiculares. No caso do ozônio, o quadro reinante conduz à necessidade do controle de seus precursores (compostos orgânicos e óxidos de nitrogênio), que através de processos fotoquímicos geram, além dos oxidantes fotoquímicos representados pelo ozônio, uma quantidade considerável de aerossol secundário, que em função de seu tamanho tem grande significado higiênico.

Desta forma, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE é de importância fundamental e deve ser implementado segundo um rígido cronograma.

Paralelamente à implementação do PROCONVE devem ser conduzidas outras medidas tão importantes quanto a redução dos níveis de emissão dos veículos, notadamente o Programa de Inspeção/Manutenção - I/M, é uma delas. A área mais urbanizada da Região Metropolitana de São Paulo representada principalmente pelo município de São Paulo apresenta-se saturada em termos de veículos em circulação. Esse fato conduz a uma diminuição da velocidade média de percurso o que acarreta um aumento das emissões para a mesma quilometragem percorrida. São necessárias medidas de melhoria do transporte coletivo de modo a permitir a diminuição do uso do veículo particular. Na criação dos sistemas de transporte coletivo toda ênfase deve ser dada aos sistemas menos poluentes.

Deve ser enfatizado que um plano de redução dos níveis de poluição do ar não deve se basear exclusivamente nas reduções das emissões dos veículos isoladamente, mas deve contemplar medidas no sistema de transporte. Sem um aumento na eficiência do sistema de transportes muito do que vem sendo conseguido na redução das emissões dos veículos pode ser contrabalançado pela diminuição da velocidade média.

A quantidade de material particulado ressuspensão do solo é um exemplo típico da necessidade de uma ação global somada à ação sobre as especificações de cada veículo em particular.

### **Área de Cubatão**

A qualidade do ar em Cubatão é determinada quase que exclusivamente por fontes industriais, caracterizando dessa forma um problema totalmente diferente da Região Metropolitana de São Paulo.

Esse fato pode ser confirmado pelos baixos níveis registrados para os poluentes relacionados com veículos automotores. A principal preocupação na área de Cubatão, principalmente na Vila Parisi, são as concentrações extremamente altas de material particulado, que ocorrem predominantemente no período de maio a setembro.

Em 1984 o Plano de Prevenção de Episódios Agudos de Poluição do Ar foi efetivamente implementado na área, resultando na declaração de estados de Alerta e Emergência, como pode ser visto no quadro a seguir, onde são apresentados os episódios ocorridos na área da Vila Parisi.

**Número de estados de Alerta e Emergência declarados em Vila Parisi**

ANO	ALERTA	EMERGÊNCIA
84	12	1
85	8	1
86	1	0
87	4	0
88	3	0
89	0	0
90	1	0
91	2	1
92	0	0
93	0	0
94	1	1

Nessas ocasiões, um plano de redução das emissões é acionado até que as concentrações de partículas inaláveis alcancem níveis normais para a área.

Em função do plano de controle que vem sendo executado, as concentrações de pico tiveram um declínio e as médias anuais, muito embora continuem acima dos padrões, apresentam uma tendência de decréscimo. Há que se ter sempre em mente que o fator meteorológico pode influenciar grandemente o comportamento das concentrações, o que torna necessária a observação de vários anos de dados para se poder tirar conclusões definitivas.

Estudos realizados mostraram ser decisiva a participação do grupo de indústrias de fertilizantes na formação do material particulado suspenso na atmosfera local.

Os níveis de SO<sub>2</sub> são bastante baixos, não representando uma preocupação, muito embora tenhamos que ter em mente que uma redução nas emissões de SO<sub>2</sub> é sempre desejável para diminuir o teor de sulfatos secundários que contribuem para o material particulado que representa um sério problema. Outra razão para se controlar as emissões de SO<sub>2</sub> é a proteção da vegetação da área, uma vez que estudos têm mostrado que curtas exposições a altas concentrações podem causar danos à vegetação.

Os graves danos à vegetação estão sob estudo, mas dados já disponíveis revelam que os mais importantes agentes fitotóxicos são os fluoretos (sólidos e gasosos). As concentrações extremamente elevadas de material particulado e os componentes do processo fotoquímico muito provavelmente também desempenham um papel auxiliar nos danos observados.

As concentrações de ozônio alcançam os níveis da RMSP mas, neste caso, os precursores provenientes das indústrias podem desempenhar um papel mais relevante do que na RMSP.

O problema de poluição do ar em Cubatão, a despeito de sua complexidade, está equacionado e parte substancial dos planos de controle já foi consolidada. Deve-se dar toda ênfase ao cumprimento das metas estabelecidas, bem como estabelecer um rígido programa de manutenção das reduções obtidas.

Dada a grande quantidade de equipamentos de controle instalados é de fundamental importância um programa de vigilância sobre as condições de funcionamento destes sistemas, uma vez que tão importantes quanto a instalação do sistema de controle são a sua operação e manutenção adequadas. Nesse sentido é altamente desejável a instalação de um sistema de monitoramento contínuo nas principais fontes de emissão da área.

Deverão ser tomadas, ainda, medidas que visem a minimização da possibilidade de ocorrência de novo episódio de emergência devido à formação de sulfato de amônio.

### ***Outras Áreas do Estado de São Paulo***

Levando-se em conta os 17 municípios onde são avaliadas as concentrações de dióxido de enxofre e fumaça, já foram observadas violações do padrão primário em alguns desses municípios. Embora os padrões secundários não sejam aplicáveis a esses municípios, é sempre conveniente comparar os dados obtidos com esses padrões para se ter uma idéia da existência do início da deterioração da qualidade do ar. Utilizando-se os padrões secundários como referência, já se pode observar violações em vários municípios, tanto no que se refere ao dióxido de enxofre quanto à fumaça. No caso específico de Sorocaba, o padrão anual de SO<sub>2</sub> foi excedido em 1994.



## 1. INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo apresenta áreas perfeitamente distintas em termos de poluição do ar.

A Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão são áreas críticas e por isso mesmo prioritárias. Já o Interior do Estado de São Paulo caracteriza-se pela existência de problemas isolados e por cidades que pelo seu porte já merecem atenção especial por se diferenciarem do resto do Estado.

A Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão apresentam um nível tal de comprometimento da qualidade do ar que requerem um sistema de monitoramento que leve em conta, além do objetivo do acompanhamento dos níveis de poluição atmosférica a longo prazo, a possibilidade de ocorrência de episódios agudos de poluição do ar.

No interior do Estado de São Paulo a situação é bem diferente e as necessidades estão relacionadas com o acompanhamento da qualidade do ar a longo prazo.

As necessidades regionalmente diferenciadas de monitoramento, determinaram que a CETESB constituísse um sistema de avaliação de qualidade do ar, que pode ser ampliado na medida das necessidades, e que vem sendo operado rotineiramente.

Este relatório apresenta os resultados obtidos nesse sistema de avaliação, procurando caracterizar os elementos responsáveis pela determinação da qualidade observada e apresentando os planos de controle em execução que visam melhorar a qualidade do ar nas áreas degradadas.

## 2. O ESTADO DE SÃO PAULO

### 2.1. Região Metropolitana de São Paulo - RMSP

#### *Características Gerais do Relevo da Região*

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) está localizada geograficamente em um compartimento rebaixado do Planalto Atlântico cortado pelo Trópico de Capricórnio. Esse compartimento é conhecido como Bacia Sedimentar de São Paulo. A área possui uma extensão aproximada de 8.000 km<sup>2</sup> com uma topografia dominada por colinas que variam de 650 a 1200 m (Fig. 1).

A unidade do relevo no qual se encontra a área urbana com 5000 km<sup>2</sup> denomina-se Planalto Paulistano e apresenta elevações que variam de 715 a 900 m suavizado por morros e espigões de altitudes modestas. O sítio urbano é contornado por unidades topográficas que giram em torno de 1100 m de altura, como a Serra do Mar e Paranapiacaba.

A Região é drenada pela Bacia do Rio Tietê no sentido leste-oeste e tem como seus principais afluentes, os rios Pinheiros e Tamanduateí. Ao longo desses rios, ficam as várzeas com altitudes variando de 720 a 725 m ladeadas por terraços de 725 a 735 m e, mais acima, ficam as colinas que atingem 750 m. No interflúvio dos rios Tietê e Pinheiros encontra-se o Espigão Central (Espigão da Paulista) com altitudes superiores a 800 m.

Toda essa complexidade topográfica associada à proximidade do oceano e à intensa urbanização da área, influenciam muito o padrão da circulação atmosférica criando situações peculiares na Região.

Situada entre os maiores conglomerados humanos do mundo, com uma população de aproximadamente 17 milhões de pessoas e um grande parque industrial além de uma grande frota de veículos, cada vez mais se fazem necessários estudos relacionando o relevo com a circulação geral da atmosfera.

#### *Condições Climáticas*

O clima da RMSP pode ser classificado como temperado de altitude, com inverno seco e frio e verão quente e úmido. As temperaturas variam entre 8 °C (média das mínimas) no mês mais frio e 30 °C (média das máximas) no mês mais quente. A temperatura média anual é de 19 °C e a precipitação é em torno de 1.500 mm, sendo que a maior parte ocorre nos meses de outubro a março. Essas condições climáticas observadas na região, são conseqüências de suas características geográficas.

Devido à sua localização geográfica, o tempo na RMSP é fortemente influenciado pela atuação dos sistemas atmosféricos de grande escala (frentes frias, altas e baixas pressões, etc.), além do aquecimento diferenciado entre as condições de inverno e verão, devido às variações da incidência de radiação solar.

Durante os meses mais quentes, grandes áreas de instabilidade, alimentadas principalmente pela umidade proveniente da Região Amazônica, se formam nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil e, em geral, se associam a sistemas frontais oriundos do sul do continente, organizando, desta forma, intensa atividade convectiva que resulta no aumento da instabilidade atmosférica e das precipitações sobre a RMSP. Além disso, nesta época do ano, chuvas de curta duração ocorrem com freqüência, principalmente no período da tarde, devido ao forte aquecimento diurno.

Durante os meses mais frios, a região encontra-se sob o domínio de altas pressões (anticiclones), com passagens freqüentes de sistemas frontais com menor atividade convectiva. Os anticiclones que atuam nessa época do ano são de dois tipos: anticiclone polar, que pode ser continental ou marítimo em função de sua trajetória e anticiclone subtropical marítimo. Esses anticiclones provocam, em geral, uma diminuição da



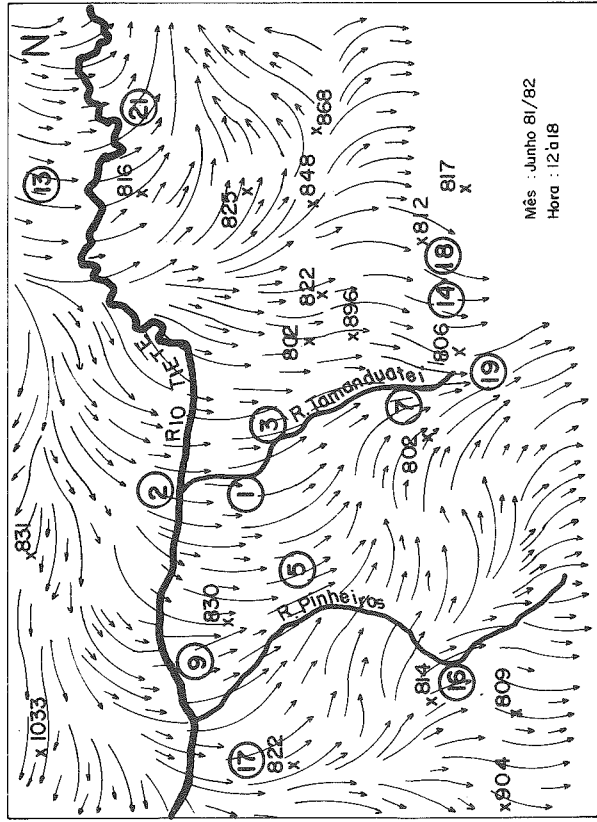
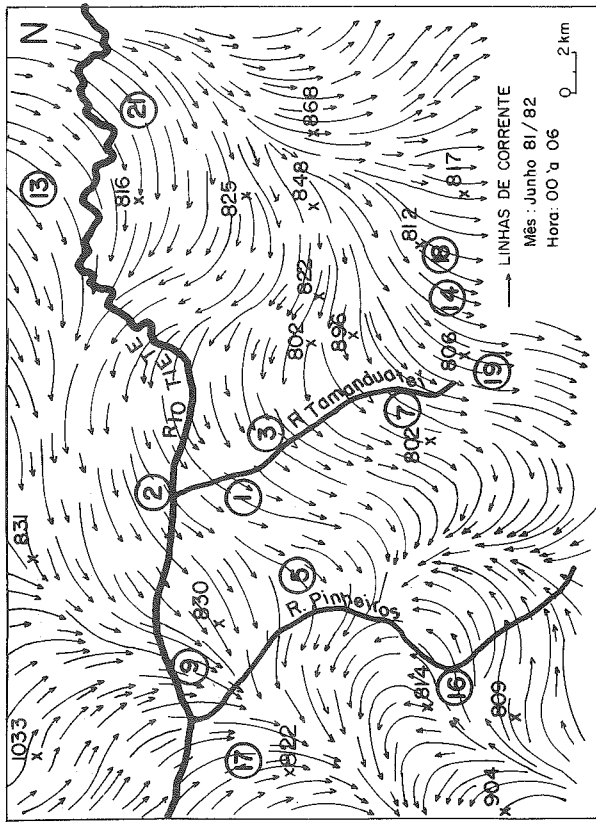
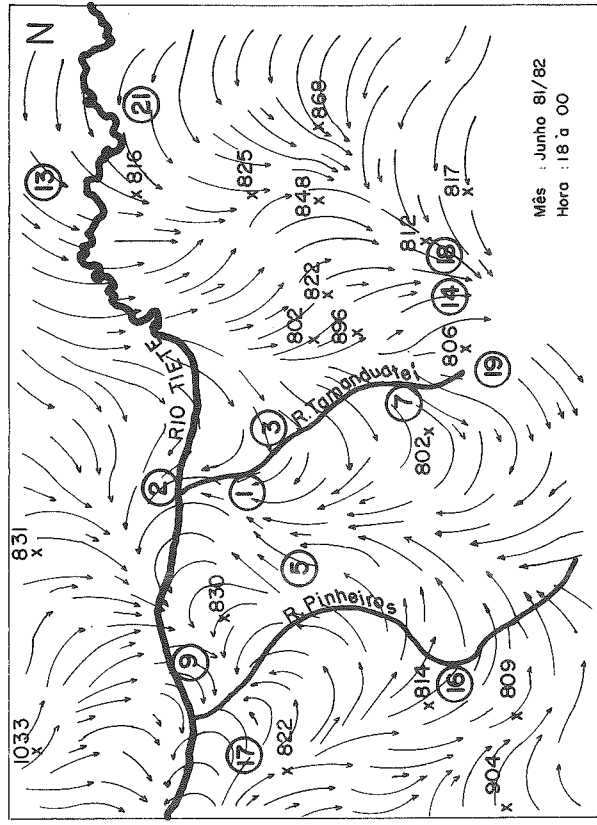
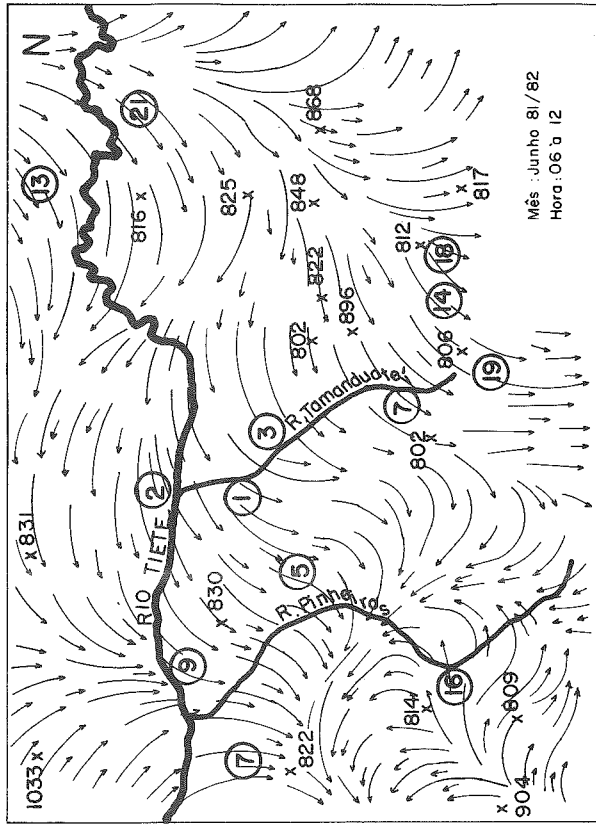


FIG. 2 - ANÁLISE DAS LINHAS DE CORRENTE DO CAMPO DO VENTO MÉDIO DE SUPERFÍCIE PARA O MÊS DE JUNHO (1981/1982) NA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO.

x - Altitudes    o - Estações

velocidade do vento, céu claro e grande estabilidade atmosférica devido a intensos movimentos descendentes de ar.

Devido ao intenso processo de urbanização e industrialização, a região sofre grandes problemas de poluição atmosférica. Observações sistemáticas do clima e do tempo na região, permitiram determinar dois períodos em relação a esse problema: um, que vai de setembro a abril, favorável à dispersão de poluentes devido a grande instabilidade atmosférica bem como atuação de sistemas de mesoescala, principalmente a brisa marítima; o outro, que vai de maio a agosto, é considerado crítico em virtude da grande estabilidade atmosférica devido à ação dos sistemas de alta pressão, que ocasionam formações de inversões térmicas nos baixos níveis da atmosfera, dificultando a dispersão de poluentes. Um estudo para a caracterização das inversões térmicas na RMSP, para o período crítico, mostrou que elas ocorrem muito próximas à superfície, são muito freqüentes no período da noite e madrugada e ocorrem em grande número de horas consecutivas.

Para compreender o comportamento do vento de mesoescala foi feito um estudo através da análise do fluxo do vento resultante em superfície, utilizando dados gerados pela Rede Telemétrica. Os resultados mostraram uma grande variação no campo médio do vento entre o dia e a noite como mostra a figura 2 para o mês de junho.

### **Inventário de Fontes de Poluição do Ar**

O inventário de fontes de emissão para a RMSP é baseado nas informações disponíveis no ano-referência de 1994. Alguns dos fatores de emissão foram extraídos do *Compilation of Emission Factors* da EPA - *Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos), enquanto que os demais foram obtidos de ensaios das próprias fontes, como os veículos leves, cujos fatores de emissão da frota em 1994, são mostrados na tabela 1.

**TABELA 1- Fatores Médios de Emissão dos Veículos em uso na RMSP em 1994.**

FONTES DE EMISSÃO	TIPO DE VEÍCULO	FATOR DE EMISSÃO (g/km)				
		CO	HC	NOx	SOx	MP
TUBO DE ESCAPAMENTO	GASOOL*	27,7	2,7	1,2	0,22	0,21
	ÁLCOOL	16,7	1,9	1,2	--	--
	DIESEL	17,8	2,9	13,0	2,72	0,81
	TÁXI	24,1	2,4	1,2	0,15	0,14
	MOTOCICLETA E SIMILARES	19,1	4,2	0,1	0,22	0,08
EMISSÃO DO CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOOL*	--	3,7	--	--	--
	ÁLCOOL	--	1,0	--	--	--
	MOTOCICLETA E SIMILARES	--	1,4	--	--	--
PNEUS	TODOS OS TIPOS	--	--	--	--	0,12

\* Gasool : Gasolina contendo 22% de Álcool

Um resumo deste inventário é mostrado na Tabela 2 e a contribuição relativa de cada classe de fonte, apresentada na Tabela 3. No caso específico de partículas, as estimativas de contribuição relativa das fontes foram feitas a partir de dados obtidos no estudo de modelo receptor para partículas inaláveis, portanto, as porcentagens constantes na Tabela 3, no que se refere a partículas, não foram geradas a partir dos dados constantes da Tabela 2.

Com relação às emissões veiculares é importante ter sempre em mente que o cenário sofre constantes mudanças, quer pela alteração no perfil da frota (álcool e gasolina) quer pela alteração na composição dos combustíveis.

É oportuno destacar que os dados representados na Tabela 2 foram atualizados com base no cadastro de registro de veículos do DETRAN - Departamento Estadual de Trânsito de Jun/94.

**TABELA 2- Estimativa da Emissão das Fontes de Poluição do Ar na RMSF em 1994 (1000 t/ano).**

FONTE DE EMISSÃO			EMIÇÃO (1000 t/ano)				
			CO	HC	NOx	SOx	MP
M Ó V E I S	TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOOL*	888	86,9	40,0	7,1	6,7
		ÁLCOOL	312	35,4	22,9	--	--
		DIESEL	499	81,3	364,3	76,2	22,7
		TÁXI	51	5,0	2,5	0,3	0,3
		MOTOCICLETA E SIMILARES	30	6,6	0,2	0,3	0,1
	CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOOL*	--	131,6	--	--	--
		ÁLCOOL	--	36,3	--	--	--
		MOTOCICLETA E SIMILARES	--	2,2	--	--	--
	PNEUS	TODOS OS TIPOS	--	--	--	--	9,3
	OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOOL*	--	12,2	--	--	--
ÁLCOOL		--	3,3	--	--	--	
F I X A S	QUEIMA AO AR LIVRE (1978)		44	14	3	0,36	12
	OPERAÇÃO DE PROC. INDUSTRI. (1990)		38,6 (750)	12,0 (800)	14,0 (740)	44,0 (730)	44,0 (883)
<b>TOTAL</b>			<b>1862,6</b>	<b>426,8</b>	<b>446,9</b>	<b>128,3</b>	<b>95,1</b>

\* Gasool : Gasolina contendo 22% de Álcool

() Número de indústrias inventariadas

**TABELA 3 - Contribuição Relativa das Fontes de Poluição do Ar em 1994.**

FONTE DE EMISSÃO		POLUENTES				
		CO	HC	NOx	SOx	Pj <sup>(2)</sup>
TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOOL*	47,7	20,4	9,0	5,6	9,4
	ÁLCOOL	16,7	8,3	5,1	--	--
	DIESEL <sup>(1)</sup>	26,8	19,0	81,5	59,4	30,6
	TÁXI	2,7	1,2	0,6	0,2	--
	MOTOCICLETA E SIMILARES	1,6	1,5	--	0,2	--
CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOOL*	--	30,8	--	--	--
	ÁLCOOL	--	8,5	--	--	--
	MOTOCICLETA E SIMILARES	--	0,5	--	--	--
OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOOL*	--	2,9	--	--	--
	ÁLCOOL	--	0,8	--	--	--
QUEIMA AO AR LIVRE (1978)		2,4	3,3	0,7	0,3	--
OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (1990)		2,1	2,8	3,1	34,3	10,0
RESSUSPENSÃO DE PARTÍCULAS		--	--	--	--	25,0
AEROSSÓIS SECUNDÁRIOS		--	--	--	--	25,0
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

(1) Veículos pesados.

(2) Contribuição conforme estudo de modelo receptor para partículas inaláveis. A contribuição dos veículos (40%) foi rateada entre veículos a gasolina e diesel de acordo com os dados de emissão disponíveis (tabela 2).

## 2.2 Área de Cubatão

### Características da área

O Município de Cubatão (162 km<sup>2</sup>, 98.663 habitantes) está localizado no litoral, a cerca de 44 km da cidade de São Paulo e a 12 km de distância da cidade de Santos (Fig. 3).

A região se estende ao longo da costa e é contornada por colinas e montanhas em forma de U, cobertas por uma floresta tropical classificada como Atlântica úmida (Fig. 3).

As montanhas correm paralelas à linha da costa (SW-NE) e alcançam altitudes de 700 m a 1.000 m acima do nível do mar. A sua localização e a topografia geral são bastante complexas, com pequenos morros e rios além de uma distribuição muito irregular de centros industriais e habitacionais. Há muito tempo Cubatão é conhecida como uma área afetada por problemas sérios de poluição, em sua maioria derivados de uma topografia desfavorável, grandes emissões totais, ausência de zoneamento, etc.

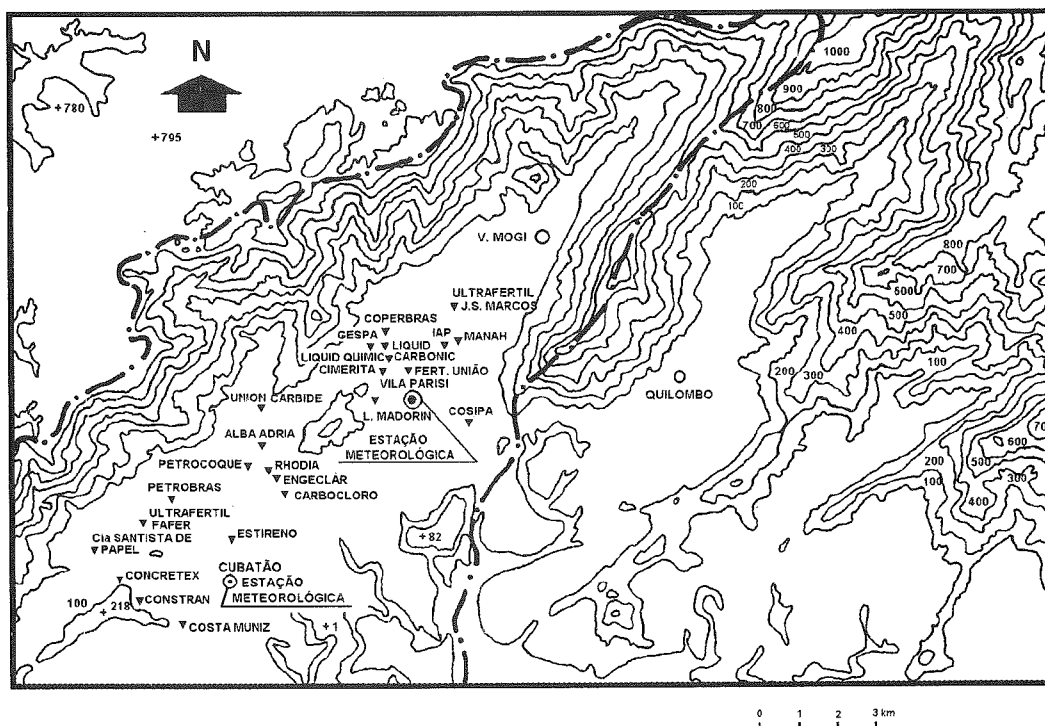


FIGURA 3 - MAPA ESQUEMÁTICO DA REGIÃO DE CUBATÃO MOSTRANDO A LOCALIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS E DAS ESTAÇÕES MEDIDORAS.

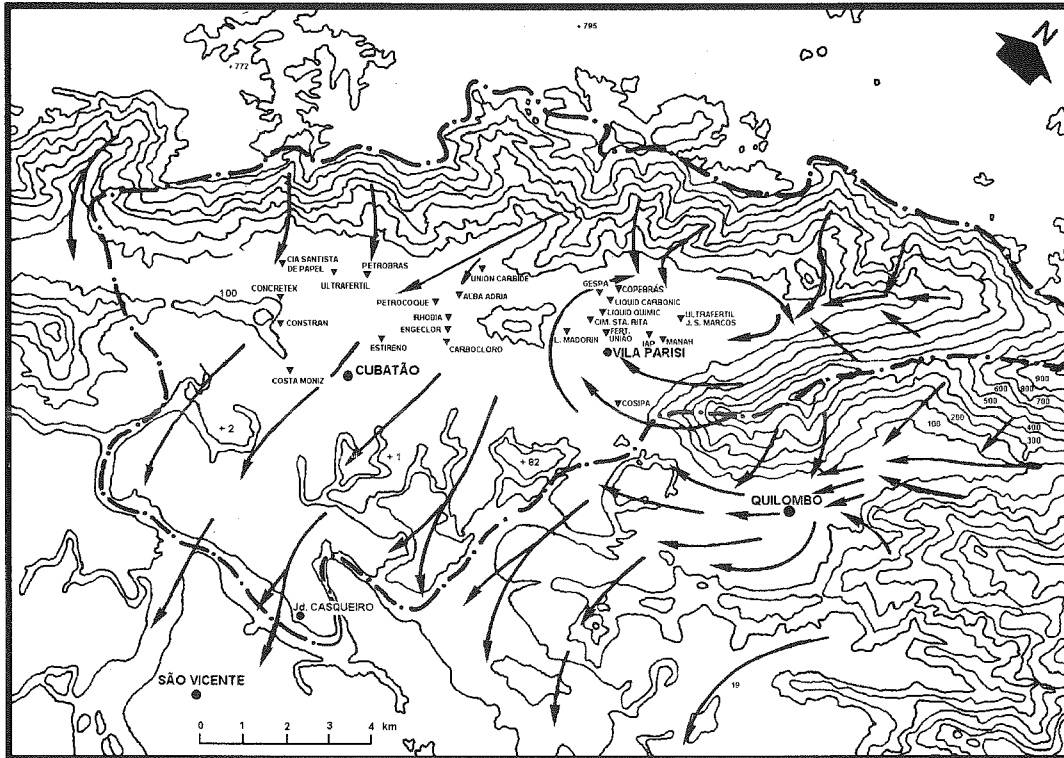
### Condições Climáticas

Em virtude de sua localização, o fluxo de vento dentro da área de Cubatão é fortemente influenciado pela topografia local, sob todas as condições meteorológicas. Isso é particularmente importante sob o domínio de anticiclones com céu claro, quando os deslocamentos atmosféricos na área são quase dominados pelos fenômenos meso e micrometeorológicos de origem local.

Podem ser identificadas duas bacias aéreas principais: a do Vale do Mogi, que se estende de norte para nordeste da Vila Parisi e a de Cubatão residencial, entre a montanha (Serra do Mar) e a região de manguezal. O clima na região está sujeito às variações de posição do anticiclone marítimo tropical, com os ventos de leste soprando da costa, conforme exposto a seguir.

O comportamento do vento de drenagem é muito localizado e depende do horário, da incidência solar e do ângulo de declividade. O escoamento do vento de drenagem começa depois do por-do-sol ou mais cedo e é favorecido pelos declives voltados para norte-noroeste, que são fracamente aquecidos durante o dia. Fortes ventos de drenagem vindos do Vale do Mogi e dos declives voltados para nordeste do fundo do Vale do

Quilombo fundem-se para levar as emissões industriais na direção da Vila Parisi. A drenagem do ar estável alcança seu máximo próximo ao nascer do sol e persiste durante algumas horas. Observações realizadas ao amanhecer, no fundo do Vale do Mogi, mostram que a massa de ar estável, com a maior parte das emissões das indústrias de fertilizantes, desloca-se da base da montanha até Cubatão residencial (Fig. 4).



**FIGURA 4 - FLUXO DE VENTO OBSERVADO NA ÁREA DE CUBATÃO NO PERÍODO NOTURNO (esfriamento) SOB CONDIÇÕES DE ALTA PRESSÃO (anticiclone).**

O aquecimento solar dos declives resulta no desenvolvimento de ventos anabáticos e de brisas marítimas, facilmente visualizados pela trajetória das plumas das chaminés (Fig. 5).

Estes ventos são geralmente associados ao aumento da concentração de poeira na Vila Parisi. Durante o inverno, pela manhã, há formação de camadas de inversões térmicas de superfície de diversas espessuras e de diferentes intensidades. Não ocorre com frequência a formação de inversões no período da tarde, em todas as estações do ano.

Estudos revelam que no inverno as condições meteorológicas são desfavoráveis à dispersão e diluição dos poluentes na atmosfera. Assim, a emissão de poluentes deveria ser mínima nesta estação.

Finalmente, a grande variação da pluviosidade na região é controlada pelas circulações de vento mar-terra e montanha-vale, havendo uma grande influência da convergência da brisa marítima de mesoescala na variação diurna de precipitação sobre Cubatão.





**TABELA 5- Principais Fontes de Poluição do Ar e Principais Poluentes.**

FONTES		POLUENTES
E S T A C I O N Á R I A S	COMBUSTÃO	Material Particulado Dióxido de Enxofre e Trióxido de Enxofre Monóxido de Carbono, Hidrocarbonetos e Óxidos de Nitrogênio
	PROCESSO INDUSTRIAL	Material Particulado (fumos, poeiras, névoas) Gases - SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , HCL, Hidrocarbonetos, Mercaptanas, HF, H <sub>2</sub> S, NOX
	QUEIMA DE RESÍDUO SÓLIDO	Material Particulado Gases - SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , HCL, NOX
	OUTROS	Hidrocarbonetos, Material Particulado
FONTES MÓVEIS	VEÍCULOS GASOLINA/DIESEL ÁLCOOL, AVIÕES, MOTOCICLETAS BARCOS, LOCOMOTIVAS, ETC.	Material Particulado, Monóxido de Carbono, Óxidos de Enxofre Óxidos de Nitrogênio, Hidrocarbonetos, Aldeídos Ácidos Orgânicos
FONTES NATURAIS		Material Particulado - Poeiras Gases - SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, CO, NO, NO <sub>2</sub> , Hidrocarbonetos
REAÇÕES QUÍMICAS NA ATMOSFERA Ex : Hidrocarbonetos + Óxidos de Nitrogênio (luz solar)		Poluentes Secundários - O <sub>3</sub> , Aldeídos, Ácidos Orgânicos, Nitratos Orgânicos, Aerossol Fotoquímico, etc.

A interação entre as fontes de poluição e a atmosfera vai definir o nível de qualidade do ar, que determina por sua vez o surgimento de efeitos adversos da poluição do ar sobre os receptores, que podem ser o homem, os animais, os materiais e as plantas.

A determinação sistemática da qualidade do ar deve ser, por problemas de ordem prática, limitada a um restrito número de poluentes, definidos em função de sua importância e dos recursos materiais e humanos disponíveis.

De uma forma geral, a escolha recai sempre sobre um grupo de poluentes que servem como indicadores de qualidade do ar, consagrados universalmente: dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), poeira em suspensão, monóxido de carbono (CO), oxidantes fotoquímicos expressos como ozônio (O<sub>3</sub>), hidrocarbonetos totais e óxidos de nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>).

A razão da escolha destes parâmetros como indicadores de qualidade do ar está ligada à sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos que causam ao meio ambiente.

### **Material Particulado**

Neste caso em particular, considerando que este parâmetro não é um composto químico definido, surge a necessidade de defini-lo. Assim, as partículas totais em suspensão são definidas como sendo partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 50 µm. Outro parâmetro adotado são as partículas inaláveis, com diâmetro aerodinâmico equivalente menor que 10 µm.

Outro parâmetro ainda utilizado, desenvolvido pela Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento, na Europa, consiste em expressar o teor de material particulado suspenso na atmosfera em termos de "fumaça internacional normalizada" que simplificarmente neste trabalho chamamos de fumaça. Essa determinação está baseada na medida da refletância da poeira, o que confere a este parâmetro a característica de estar intimamente relacionado com o teor de fuligem na atmosfera.

Os efeitos adversos do material particulado na atmosfera começam pelos aspectos estéticos, pois este interfere na visibilidade e está associado à produção de corrosão e sujeira em superfícies (edifícios, tecidos, outros materiais). Os efeitos sobre a saúde estão associados à:

- capacidade do sistema respiratório remover as partículas no ar inalado, retendo-as nos pulmões;

- presença nas partículas de substâncias minerais que possuem propriedades tóxicas;
- presença nas partículas de compostos orgânicos, como os hidrocarbonetos policíclicos, que possuem propriedades carcinogênicas;
- capacidade das partículas finas de aumentar os efeitos fisiológicos de gases irritantes também presentes no ar ou de catalisar e transformar quimicamente estes gases, criando espécies mais nocivas.

Dentre as partículas inaláveis, as mais grossas ficam retidas na parte superior do sistema respiratório. Quanto mais finas, as partículas penetram mais profundamente, atingindo inclusive os alvéolos pulmonares.

A capacidade do material particulado de aumentar os efeitos fisiológicos dos gases presentes no ar é um dos aspectos mais importantes a ser considerado. Os efeitos de uma mistura de material particulado e dióxido de enxofre, por exemplo, são mais acentuados que os provocados na presença isolada de cada um deles.

### ***Dióxido de Enxofre***

Os efeitos dos gases na saúde humana estão intimamente associados à sua solubilidade nas paredes do aparelho respiratório, fato este que governa a quantidade do poluente capaz de atingir as porções mais profundas do aparelho respiratório.

Existem evidências de que o dióxido de enxofre agrava as doenças respiratórias pré-existentes e também contribui para seu desenvolvimento. Sozinho, produz irritação no sistema respiratório, e absorvido em partículas pode ser conduzido mais profundamente, podendo produzir danos aos tecidos do pulmão.

Estudos epidemiológicos e clínicos mostram que certas pessoas são mais sensíveis ao dióxido de enxofre que outras. Exposições prolongadas a baixas concentrações de dióxido de enxofre têm sido associadas ao aumento de morbidade cardiovascular em pessoas idosas.

### ***Monóxido de Carbono***

Os efeitos da exposição de seres humanos ao monóxido de carbono estão associados à capacidade de transporte de oxigênio pelo sangue. O monóxido de carbono compete com o oxigênio na combinação com a hemoglobina do sangue, uma vez que a afinidade de hemoglobina pelo monóxido de carbono é cerca de 210 vezes maior que pelo oxigênio. Quando uma molécula de hemoglobina recebe uma molécula de monóxido de carbono forma-se a carboxihemoglobina, que diminui a capacidade do sangue de transportar oxigênio.

Os sintomas da exposição ao monóxido de carbono dependem da quantidade de hemoglobina combinada com monóxido de carbono. Tem sido demonstrado experimentalmente que baixos níveis de carboxihemoglobina já podem causar diminuição na capacidade de estimar intervalos de tempo e podem diminuir os reflexos e a acuidade visual da pessoa exposta.

Altos índices de monóxido de carbono em áreas de intenso trânsito de veículos têm sido apontados como causa adicional de acidentes de trânsito.

### ***Oxidantes Fotoquímicos***

"Oxidantes fotoquímicos" é a denominação que se dá à mistura de poluentes secundários formados pela reação dos hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio na presença de luz solar. O principal ingrediente desta mistura é o gás ozônio (O<sub>3</sub>), por isso mesmo utilizado como parâmetro indicador da presença dos oxidantes fotoquímicos, que têm em sua composição também quantidades pequenas de compostos oxigenados derivados dos hidrocarbonetos.

O efeito mais relatado dos oxidantes fotoquímicos é a irritação dos olhos. Os principais componentes da mistura associados a este efeito são os peróxi-acilnitratos (por ex: PAN - nitratos de peróxi-acila), o formaldeído e a acroleína.

A presença dos oxidantes fotoquímicos na atmosfera tem sido associada à redução de capacidade pulmonar e ao agravamento de doenças respiratórias, como a asma. Estudos realizados em animais mostram que o ozônio causa o envelhecimento precoce, provoca danos na estrutura pulmonar e diminui a capacidade de resistir às infecções respiratórias.

Mesmo pessoas saudáveis, como os atletas, têm se mostrado sensíveis aos efeitos do ozônio pela diminuição da capacidade de executar exercícios físicos. A forma de controlar a formação dos oxidantes fotoquímicos na atmosfera é reduzindo as concentrações de seus precursores (óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos). As concentrações destes poluentes na atmosfera devem ser limitadas muito mais em razão dos produtos aos quais dão origem do que propriamente pelos seus efeitos diretos.

No caso dos óxidos de nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>), somente o NO<sub>2</sub> é motivo de preocupação por si mesmo. Devido à sua baixa solubilidade, é capaz de penetrar profundamente no sistema respiratório, podendo dar origem às nitrosaminas, algumas das quais podem ser carcinogênicas. O dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) é também um poderoso irritante, podendo conduzir a sintomas que lembram aqueles da enfisema.

### 3.2 Padrões de Qualidade do Ar

Os principais objetivos do monitoramento da qualidade do ar são:

- fornecer dados para ativar ações de emergência durante períodos de estagnação atmosférica quando os níveis de poluentes na atmosfera possam representar risco à saúde pública;
- avaliar a qualidade do ar à luz de limites estabelecidos para proteger a saúde e o bem estar das pessoas;
- acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar devidas a alterações nas emissões dos poluentes.

Para atingir estes objetivos, torna-se necessária a fixação de padrões de qualidade do ar.

Um padrão de qualidade do ar define legalmente um limite máximo para a concentração de um componente atmosférico que garanta a proteção da saúde e do bem estar das pessoas. Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada.

Através da Portaria Normativa nº 348 de 14/03/90 o IBAMA estabeleceu os padrões nacionais de qualidade do ar, ampliando o número de parâmetros anteriormente regulamentados através da Portaria GM 0231 de 27/04/76.

Os padrões estabelecidos através dessa portaria foram submetidos ao CONAMA em 28.06.90 e transformados na Resolução CONAMA nº 03/90.

São estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar : os primários e secundários.

São padrões primários de qualidade do ar as concentrações de poluentes que, ultrapassadas poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo.

São padrões secundários de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

O objetivo do estabelecimento de padrões secundários é criar uma base para uma política de prevenção da degradação da qualidade do ar. Deve ser aplicado a áreas de preservação (por exemplo: parques nacionais, áreas de proteção ambiental, estâncias turísticas, etc.). Não se aplicam, pelo menos a curto prazo, a áreas de desenvolvimento, onde devem ser aplicados os padrões primários. Como prevê a própria Resolução CONAMA nº 03/90, a aplicação diferenciada de padrões primários e secundários requer

que o território nacional seja dividido em classes I, II e III conforme o uso pretendido. A mesma resolução prevê ainda que enquanto não for estabelecida a classificação das áreas os padrões aplicáveis serão os primários.

Os parâmetros regulamentados são os seguintes : partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio. Os padrões nacionais de qualidade do ar fixados na Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90 são apresentados na Tabela 6.

**TABELA 6- Padrões Nacionais de Qualidade do Ar  
(Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90)**

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO µg/m³	PADRÃO SECUNDÁRIO µg/m³	MÉTODO DE MEDIÇÃO
Partículas Totais em Suspensão	24 horas (1)	240	150	Amostrador de grandes volumes
	MGA (2)	80	60	
Dióxido de Enxofre	24 horas	365	100	Pararosanilina
	MAA (3)	80	40	
Monóxido de Carbono	1 hora (1)	40.000 35 ppm	40.000 35 ppm	Infravermelho não dispersivo
	8 horas	10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)	
Ozônio	1 hora (1)	160	160	Quimiluminescência
Fumaça	24 horas (1)	150	100	Refletância
	MAA (3)	60	40	
Partículas Inaláveis	24 horas (1)	150	150	Separação Inercial/Filtração
	MAA (3)	50	50	
Dióxido de Nitrogênio	1 hora (1)	320	190	Quimiluminescência
	MAA (3)	100	100	

(1) Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

(2) Média geométrica anual.

(3) Média aritmética anual.

A mesma resolução estabelece ainda os critérios para episódios agudos de poluição do ar. Esses critérios são apresentados na Tabela 7.

A Legislação Estadual (DE 8468 de 08/09/76) também estabelece padrões de qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição do ar, mas abrange um número menor de parâmetros. Os parâmetros fumaça, partículas inaláveis e dióxido de nitrogênio não têm padrões e critérios estabelecidos na Legislação Estadual. Os parâmetros comuns às legislações federal e estadual têm os mesmos padrões e critérios, com exceção dos critérios de episódio para ozônio. Neste caso a Legislação Estadual é mais rigorosa para o nível de atenção (200 µg/m³) e menos rigorosa para o nível de emergência (1.200 µg/m³). O nível de alerta é o mesmo (800 µg/m³).

**TABELA 7- Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar  
(Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90)**

PARÂMETROS	NÍVEIS		
	ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA
Dióxido de Enxofre ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24 h	800	1.600	2.100
Partículas Totais em Suspensão (PTS) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24 h	375	625	875
SO <sub>2</sub> X PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24 h	65.000	261.000	393.000
Monóxido de Carbono (ppm) - 8 h	15	30	40
Ozônio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 1 h	400*	800	1.000
Partículas Inaláveis ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24 h	250	420	500
Fumaça ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24 h	250	420	500
Dióxido de Nitrogênio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 1 h	1.130	2.260	3.000

\* O nível de atenção é declarado pela CETESB com base na legislação Estadual que é mais restritiva ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Na Tabela 8 são também apresentados, como exemplo de níveis de referência internacionais, os padrões de qualidade do ar adotados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América e os níveis recomendados pela Organização Mundial da Saúde para os principais poluentes.

**TABELA 8- Padrões de Qualidade do Ar de Entidades Estrangeiras**  
**Padrões de Qualidade do Ar adotados pela EPA - Agência**  
**Proteção Ambiental dos Estados Unidos.**

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MÉTODO DE MEDIÇÃO
Dióxido de Enxofre	24 h	365	Pararosanilina
	Média Aritmética Anual	80	
Partículas Inaláveis (MP 10)	24 h	150	Separação Inercial/Filtro Gravimétrico
	Média Aritmética Anual	50	
Monóxido de Carbono	1 h	40.000 (35 ppm)	Infravermelho não Dispersivo
	8 h	10.000 (9 ppm)	
Ozônio	1 h	235 (0,12 ppm)	Quimiluminescência
Hidrocarbonetos (menos metano)	3 h (6h às 9h)	160 (0,24 ppmC)	Cromatografia gasosa/ionização de chama
Dióxido de Nitrogênio	Média Aritmética Anual	100	Quimiluminescência
Chumbo	90 dias	1,5	Absorção Atômica

**Níveis máximos recomendados pela Organização Mundial da Saúde**

POLUENTES	TEMPO DE AMOSTRAGENS		MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL
	1 h	24 h	
Fumaça	---	100 - 150	40 - 60
Partículas Totais em Suspensão	---	150 - 230	60 - 90
Dióxido de Enxofre	---	100 - 150	40 - 60
Ozônio	100 - 200	---	---
Dióxido de Nitrogênio	190 - 320	---	---

Unidade =  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### 3.3 Índice de Qualidade do Ar

Os dados de qualidade do ar obtidos pela CETESB são divulgados diariamente para a imprensa, juntamente com uma previsão meteorológica da dispersão dos poluentes para as 24 horas seguintes.

Para simplificar o processo de divulgação dos dados é utilizado um índice de qualidade do ar.

O índice de qualidade do ar atualmente em uso na CETESB vem sendo utilizado desde maio de 1981. Este índice foi concebido com base no "PSI - Pollutant Standards Index", cujo desenvolvimento se baseou numa experiência acumulada de vários anos nos Estados Unidos e Canadá. Este índice foi desenvolvido nos Estados Unidos pela EPA a fim de padronizar a divulgação da qualidade do ar pelos meios de comunicação.

A estrutura do índice de qualidade do ar contempla, conforme Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90, os seguintes parâmetros: dióxido de enxofre, partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, fumaça, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio.

O índice é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar. Desta função, que relaciona a concentração do poluente com o valor índice, resulta um número adimensional referido a uma escala com base em padrões de qualidade do ar.

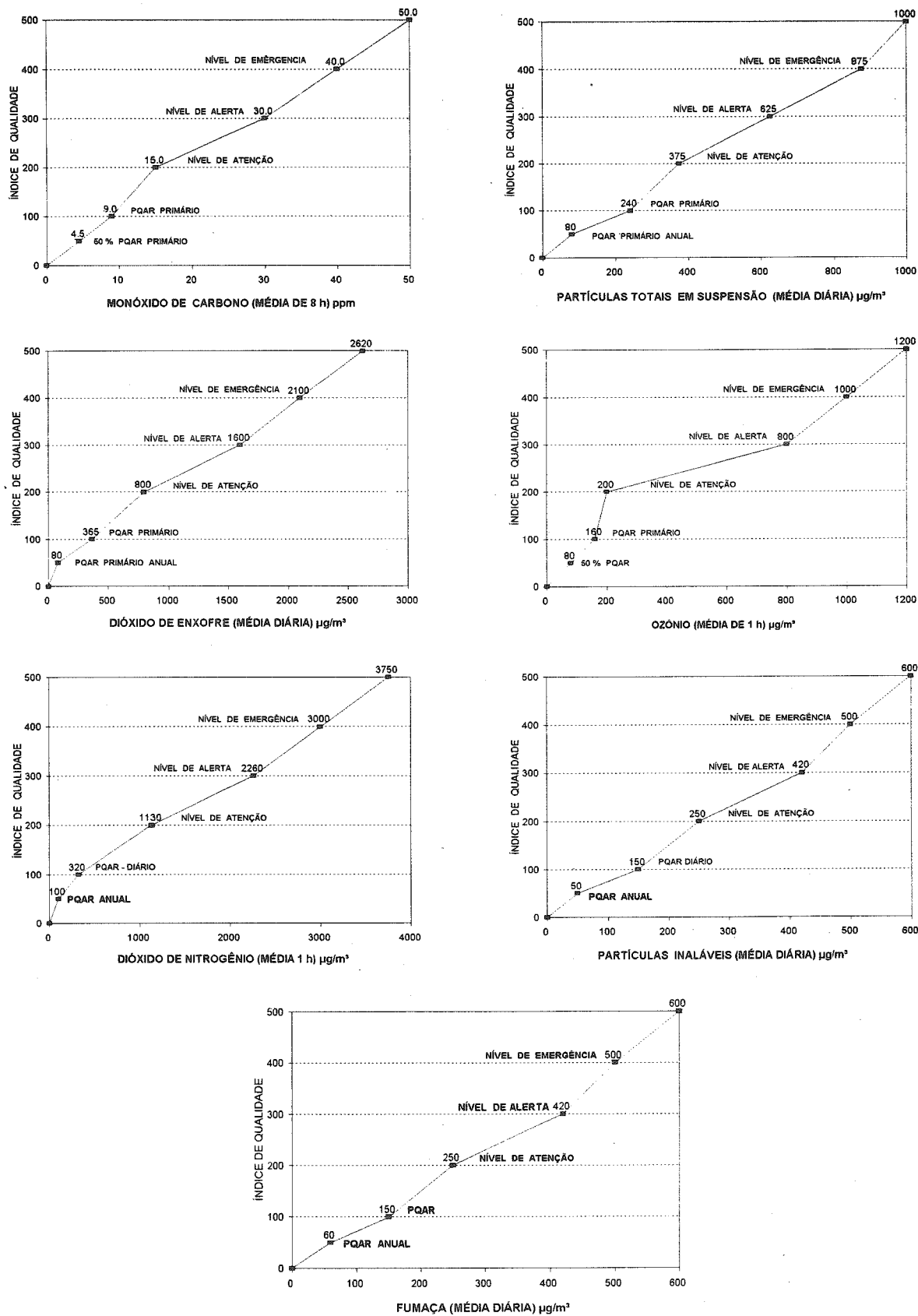
Para cada poluente medido é calculado um índice. Para efeito de divulgação é utilizado o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo pior caso.

Depois de calculado o valor do índice, o ar recebe uma qualificação, feita conforme a escala a seguir:

ÍNDICE	QUALIDADE DO AR
0 - 50	BOA
51 - 100	REGULAR
101 - 199	INADEQUADA
200 - 299	MÁ
300 - 399	PÉSSIMA
> 400	CRÍTICA

A seguir, na Figura 6, são apresentadas as funções lineares segmentadas para cada poluente.

FIGURA 6 - RELAÇÃO ENTRE CONCENTRAÇÃO DO POLUENTE E O VALOR ÍNDICE DE QUALIDADE



FONTE: EPA, "GUIDELINE FOR PUBLIC REPORTING OF DAILY AIR QUALITY - POLLUTANT INDEX".

TABELA 9 - Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

Índice	Nível de Qualidade do Ar	Qualificação	SO2 Média 24 h µg/m³	PTS Média 24 h µg/m³	Produto Média 24 h µg/m³	PI Média 24 h µg/m³	Fumaça Média 24 h µg/m³	CO Média 8 h ppm	O3 Média 1 h µg/m³	NO2 Média 1 h µg/m³	Descrição dos Efeitos Sobre a Saúde
0											
50	50% PQAR	Boa	80(a)	80(a)		50(a)	60(a)	4,5	80	100(a)	
100	PQAR	Regular	365	240		150	150	9,0	160	320	Leve agravamento de sintomas em pessoas suscetíveis, com sintomas de irritação na população sadia.
200	ATENÇÃO	Inadequada	800	375	65.000	250	250	15,0	200	1130	Decréscimo da resistência física, e significativo agravamento dos sintomas em pessoas com enfermidades cardio-respiratórias. Sintomas gerais na população sadia.
300	ALERTA	Má	1600	625	261.000	420	420	30,0	800	2260	Aparcimento prematuro de certas doenças, além de significativo agravamento de sintomas. Decréscimo da resistência física em pessoas saudáveis.
400	EMERGENCIA	Péssima	2100	875	393.000	500	500	40,0	1000	3000	Morte prematura de pessoas doentes e pessoas idosas. Pessoas saudáveis podem acusar sintomas adversos que afetam sua sua atividade normal.
500	CRÍTICO	Crítica	2620	1000	490.000	600	600	50,0	1200	3750	

SO2 - Dióxido de Enxofre  
 PTS - Partículas Totais em Suspensão  
 PI - Partículas Inaláveis

CO - Monóxido de Carbono  
 O3 - Ozônio  
 NO2 - Dióxido de Nitrogênio

PQAR - Padrão de Qualidade do Ar  
 (a) - PQAR anual

Na Tabela 9 são apresentadas as faixas de índice, os critérios de definição das faixas, as palavras usadas para caracterizar cada faixa, os números que definem as mudanças de faixa para cada poluente (pontos de inflexão nas funções segmentadas), assim como uma descrição geral de efeitos sobre a saúde e precauções recomendadas.

A ultrapassagem do padrão de qualidade do ar é identificada pela qualidade inadequada (índice maior que 100). A qualidade má (índice maior que 200) indica a ultrapassagem do nível de atenção, a péssima indica a ultrapassagem do nível de alerta e a crítica a ultrapassagem do nível de emergência.

### **3.4 Redes de Amostragem**

A CETESB vem operando uma rede automática de monitoramento do ar desde 1981 e uma rede manual, que mede os teores de dióxido de enxofre/fumaça desde 1973, e partículas totais em suspensão desde 1983 na RMSP e Cubatão.

Possui ainda uma rede de amostragem manual cobrindo diversas cidades do interior do Estado operando desde 1986.

Os endereços das estações que compõem as diversas Redes de Amostragem estão no Anexo 1.

#### ***Rede Automática***

A rede automática é composta por 25 estações fixas de amostragem e 2 laboratórios móveis. Os dados são enviados a uma estação central através de linhas telefônicas privadas (estações fixas) ou por fitas perfuradas (laboratórios volantes), onde eles são processados com o auxílio de um computador. Esta rede mede os seguintes parâmetros: partículas inaláveis, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono, hidrocarbonetos, direção do vento, velocidade do vento, umidade e temperatura. Vinte e dois locais de amostragem estão situados na RMSP e três na área de Cubatão. Os dois laboratórios volantes são deslocados em função da necessidade do monitoramento em locais onde não existem estações de amostragem.

A configuração da rede automática é mostrada na Tabela 10.

#### ***Rede Manual***

A rede manual da RMSP e Cubatão é composta por 7 estações de amostragem, que medem dióxido de enxofre e fumaça, e 11 estações que medem partículas totais em suspensão, através do método do amostrador de grandes volumes (Hi-vol).

A rede operada no interior e litoral do Estado é composta de estações que medem dióxido de enxofre e fumaça nos seguintes municípios: Campinas, Paulínia, Americana, Limeira, Jundiá, Araras, Moji-Guaçu, Taubaté, São José dos Campos, Sorocaba, Votorantim, Itú, Ribeirão Preto, Franca, Araraquara, São Carlos e Santos, num total de 17 estações.

#### ***Outras Redes***

Sempre que há necessidade, a CETESB instala redes manuais de amostradores, seja para estudos de poluentes não regulamentados, seja para esclarecer alguns aspectos de poluição do ar na região. Para tanto são utilizados nestas redes diversos dispositivos para a coleta dos poluentes a ser estudados.

**Tabela 10 - Configuração da Rede Automática**

ESTAÇÃO Nº	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS												
		PI	SO2	NO	NO2	NOx	CO	CH4	HCMM	O3	UR	TEMP	VV	DV
01	Parque D. Pedro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
02	Santana	X	X										X	X
03	Moóca	X	X	X	X	X	X				X		X	X
04	Cambuci	X	X											
05	Ibirapuera	X	X									X	X	
06	N. Senhora do Ó	X	X											
07	S. Caetano do Sul	X	X										X	X
08	Congonhas	X	X	X	X	X	X				X			
09	Lapa	X	X								X		X	X
10	Cerqueira César	X	X	X	X	X	X							
11	Penha	X	X											
12	Centro (*)	X	X				X							
13	Guarulhos	X	X									X	X	
14	Sto André - Centro	X	X									X	X	
15	Diadema	X	X											
16	Santo Amaro	X	X									X	X	
17	Osasco	X	X									X	X	
18	Sto André - Capuava	X	X									X	X	
19	S. Bernardo do Campo	X	X									X	X	
20	Taboão da Serra	X	X									X	X	
21	São Miguel Paulista	X	X									X	X	
22	Mauá	X	X											
23	Cubatão - V. Nova	X	X					X	X	X				
24	Cubatão - Centro	X	X					X	X	X				
25	Cubatão - V. Parisi	X	X										X	X
26	Lab. Volante II	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27	Lab. Volante I	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

PI - Partículas Inaláveis  
 HCMM - Hidrocarbonetos menos Metano - não monitorado em 1994  
 VV - Velocidade do Vento  
 DV - Direção do Vento  
 UR - Umidade Relativa  
 (\*) Praça do Correio até 04/11/91  
 Centro início em 18/11/91

## MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

### Rede Automática

Parâmetro	Método
Poeira em Suspensão (Inaláveis)	Radiação Beta
Dióxido de Enxofre	Coulometria
Óxido de Nitrogênio	Quimiluminescência
Monóxido de Carbono	Infravermelho não dispersivo
Hidrocarboneto	Cromatografia gasosa/ionização de chama
Ozônio	Quimiluminescência

### Rede Manual

Parâmetro	Método
Fumaça	Refletância (OECD) (1)
Dióxido de Enxofre	Água oxigenada (OECD) (1)
Partículas Totais em Suspensão	Amostrador de grandes volumes

(1) OECD - Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (Europa)

## 4. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO

Com base no conhecimento acumulado através do monitoramento da qualidade do ar e através de estudos especiais é possível fazer um diagnóstico da situação para os poluentes estudados.

Os dados de monitoramento que serviram de base para este diagnóstico estão contidos nas tabelas A a O no Anexo 2.

Como as concentrações de poluentes atmosféricos possuem clara sazonalidade dentro do ano, (períodos favoráveis e desfavoráveis à dispersão) fixamos o critério de representatividade de dados da seguinte forma:

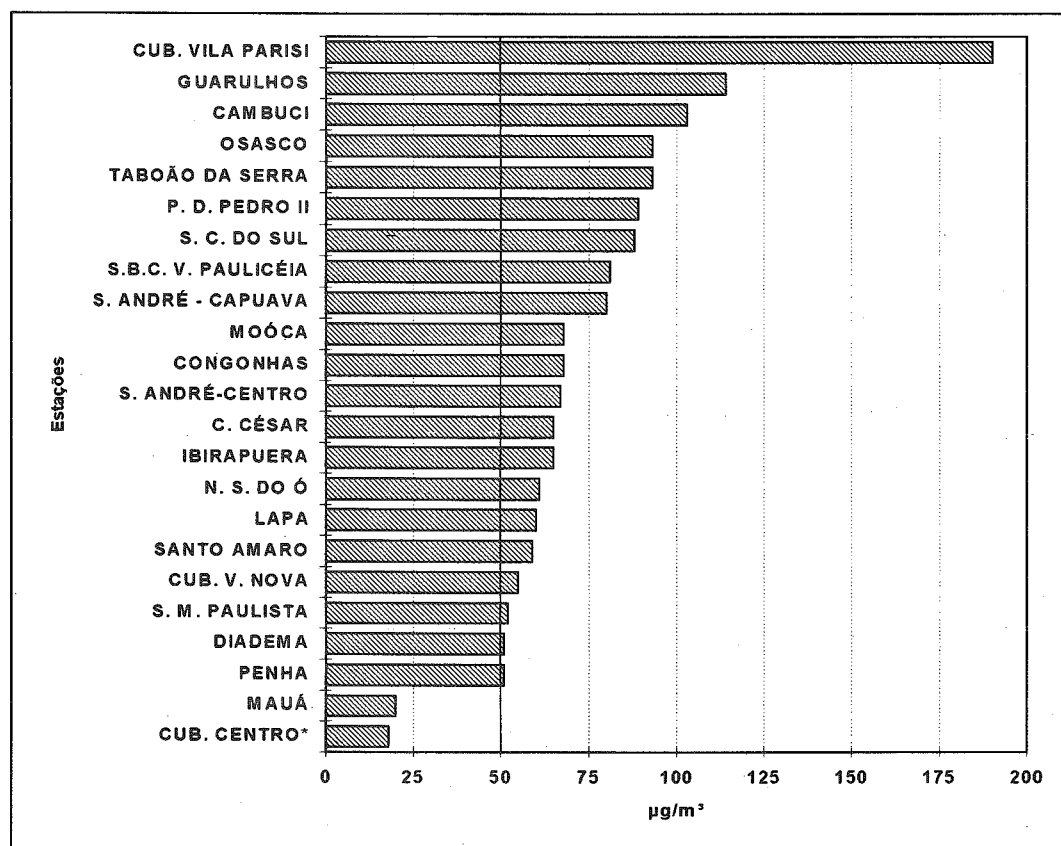
- todos os quadrimestres do ano devem possuir dados representativos;
- o critério para representatividade dos dados no quadrimestre é de no mínimo 50% de valores válidos.

### 4.1 Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão

#### *Partículas em Suspensão*

#### Partículas Inaláveis ( $<10\ \mu\text{m}$ )

A Figura 7 mostra as médias aritméticas anuais de 1994 para todas as estações da rede telemétrica de amostragem da Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão.



\* Não atende ao critério de representatividade.

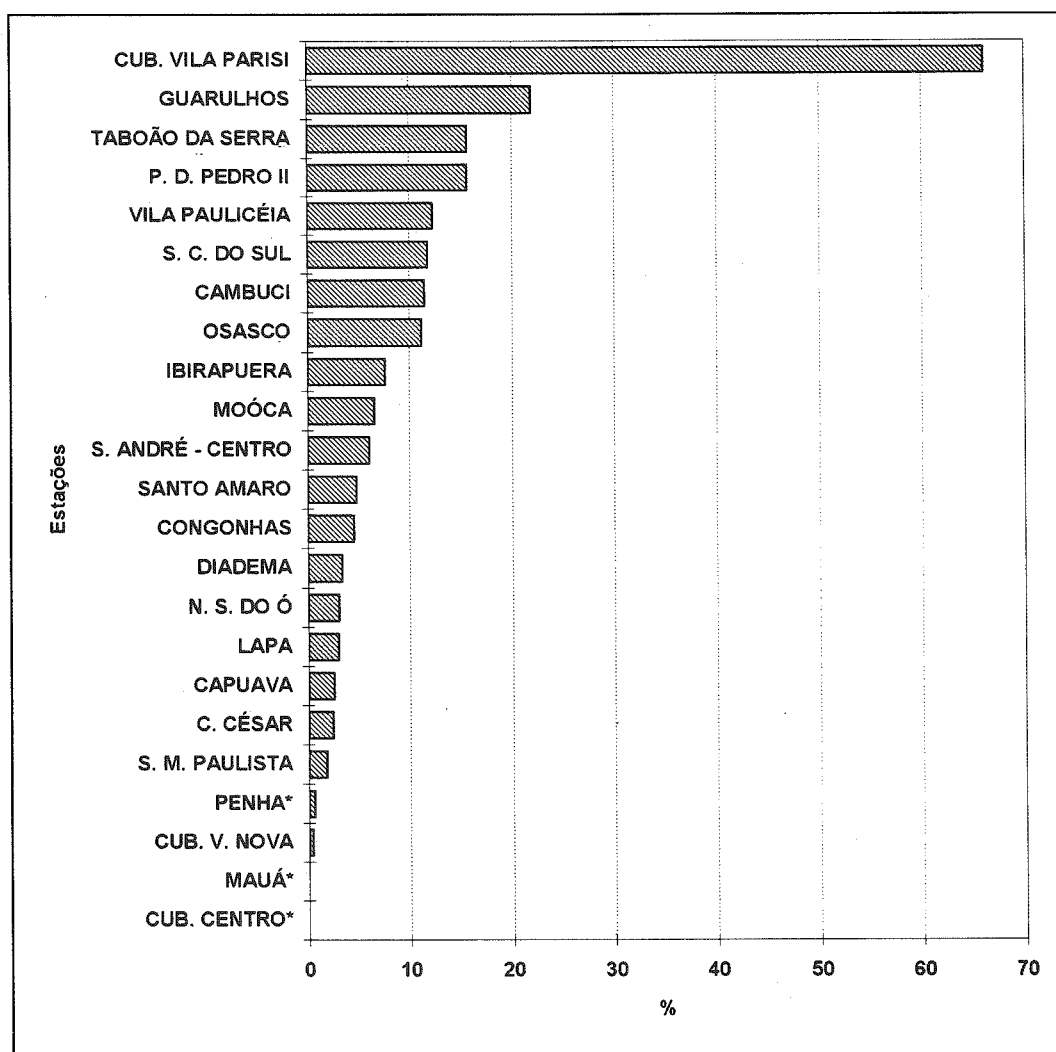
Figura 7 - Médias aritméticas anuais de Partículas Inaláveis - 1994

Das 23 estações de amostragem que monitoraram este poluente 21 estão acima do padrão nacional de qualidade ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  média aritmética anual).

Na Região Metropolitana de São Paulo o maior valor foi observado em Guarulhos ( $114 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Na Região de Cubatão, a maior média foi observada em Vila Parisi ( $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), que representa a área crítica de Cubatão. Como veremos adiante, as origens das partículas em suspensão são diferentes em Cubatão e na Grande São Paulo.

Na Figura 8 é mostrada a porcentagem de ultrapassagens do padrão diário em 1994 dando uma idéia da exposição aguda da população.

O nível de atenção foi atingido em 10 estações, Parque Dom Pedro II, Cambuci, Ibirapuera, São Caetano do Sul, Guarulhos, Santo André-Centro, Osasco, SBC - Vila Paulicéia, Taboão da Serra, Cubatão- Vila Parisi.



\* Não atende ao critério de representatividade.

**Figura 8 - Porcentagem do tempo em que o Padrão diário de Partículas Inaláveis foi ultrapassado na RMSP e Cubatão em 1994.**

## Fumaça

Na Região Metropolitana de São Paulo o parâmetro fumaça é amostrado em 7 estações. Destas 7, uma está acima do padrão primário nacional no que se refere à média aritmética anual ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Com respeito ao padrão diário ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), somente em Mogi das Cruzes não foi verificada nenhuma ultrapassagem deste valor.

Os resultados obtidos durante 1994 podem ser observados nas Figuras 9 e 10.

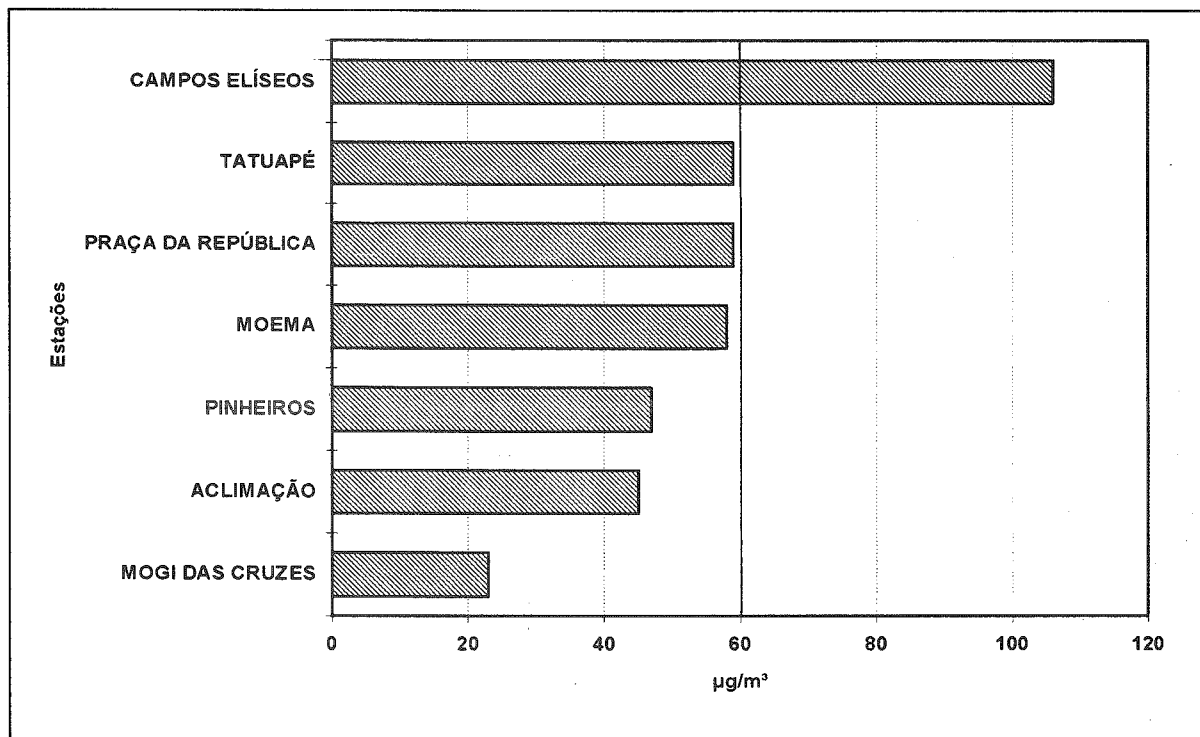


Figura 9 - Médias aritméticas anuais de Fumaça na RMSP em 1994.

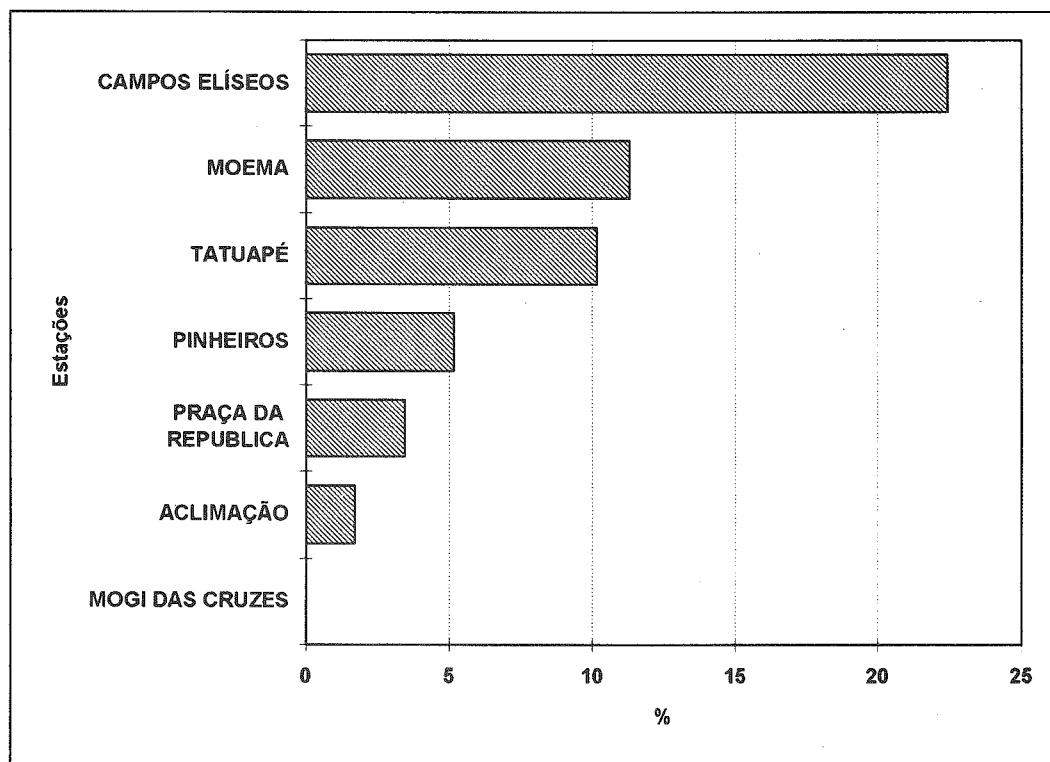


Figura 10 - Porcentagem do tempo em que o Padrão primário diário de Fumaça foi ultrapassado na RMSP em 1994.

### Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Na Figura 11 são mostradas as concentrações médias geométricas anuais de partículas totais em suspensão. Das 11 estações localizadas na Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão, 6 se encontram acima do padrão nacional primário de qualidade do ar ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - média geométrica anual). Em relação ao padrão diário ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 9 estações apresentaram concentrações acima, conforme pode-se observar na Figura 12.

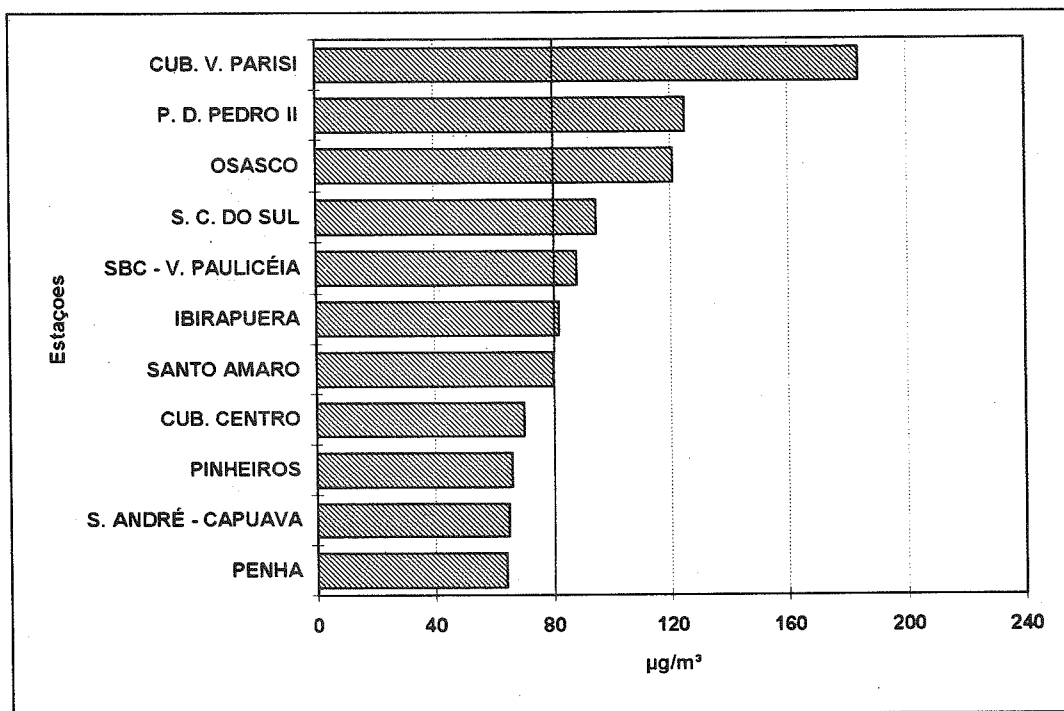


FIGURA 11 - Médias geométricas anuais de Partículas Totais em Suspensão na RMSP e Cubatão em 1994

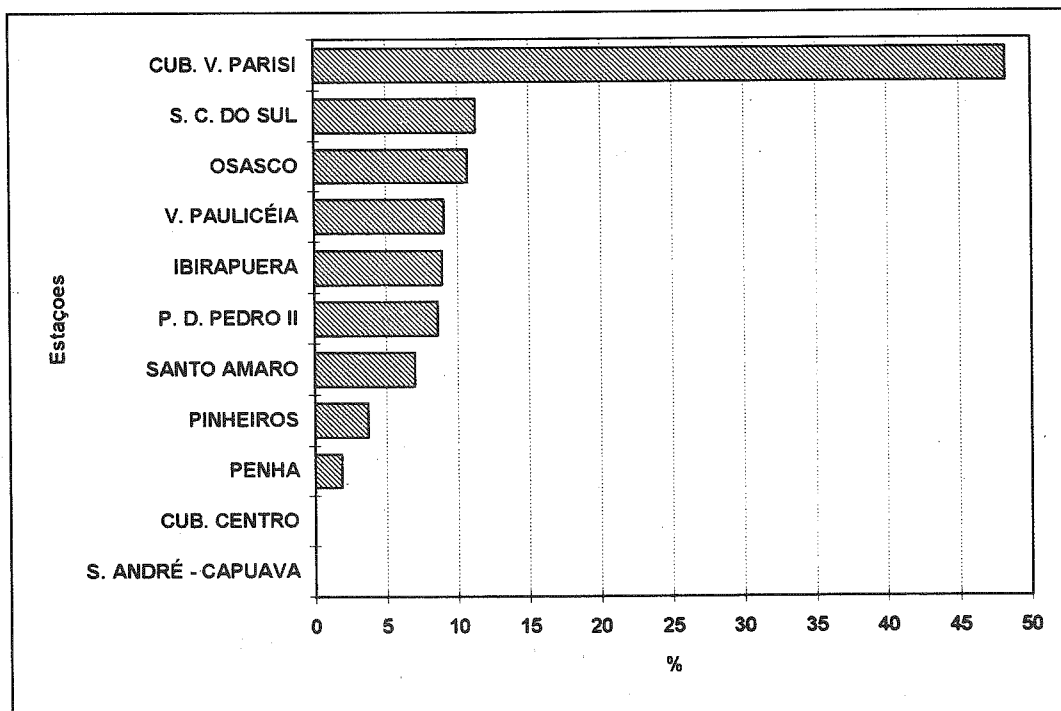


FIGURA 12 - Porcentagem do tempo em que as concentrações de Partículas Totais em Suspensão ficaram acima do padrão diário

As Figuras 13, 14 e 15 mostram as evoluções das concentrações médias anuais de partículas inaláveis, fumaça e partículas totais em suspensão, respectivamente.

De maneira geral a tendência é de decréscimo para as concentrações de Partículas Totais em Suspensão e Fumaça. Quanto às Partículas Inaláveis a tendência foi revertida e hoje aponta para elevação dos níveis de concentração.

Os números que aparecem entre parênteses nas legendas indicam o número de estações que geram as médias.

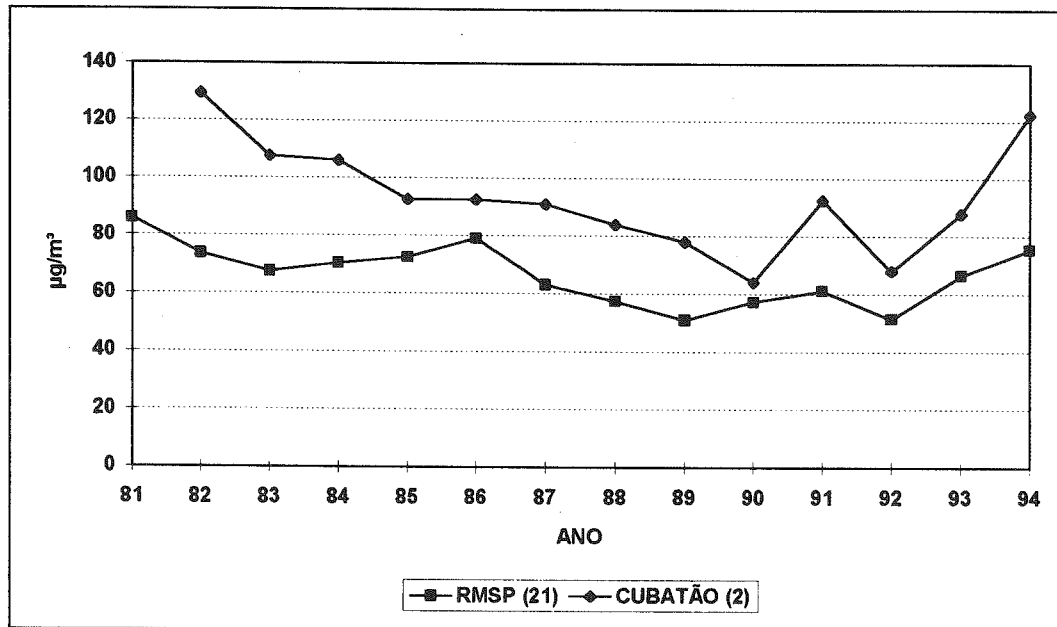


FIGURA 13 - Evolução das concentrações de Partículas Inaláveis na RMSP e Cubatão.

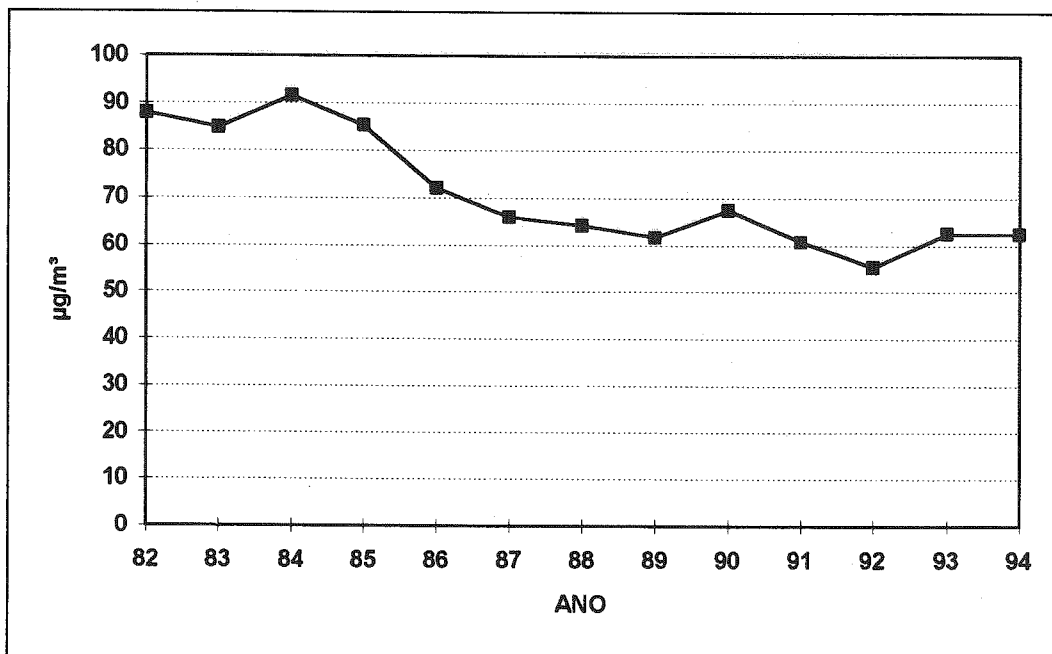


FIGURA 14 - Evolução das concentrações de Fumaça na RMSP.

Base : 6 estações comuns em todo o período.

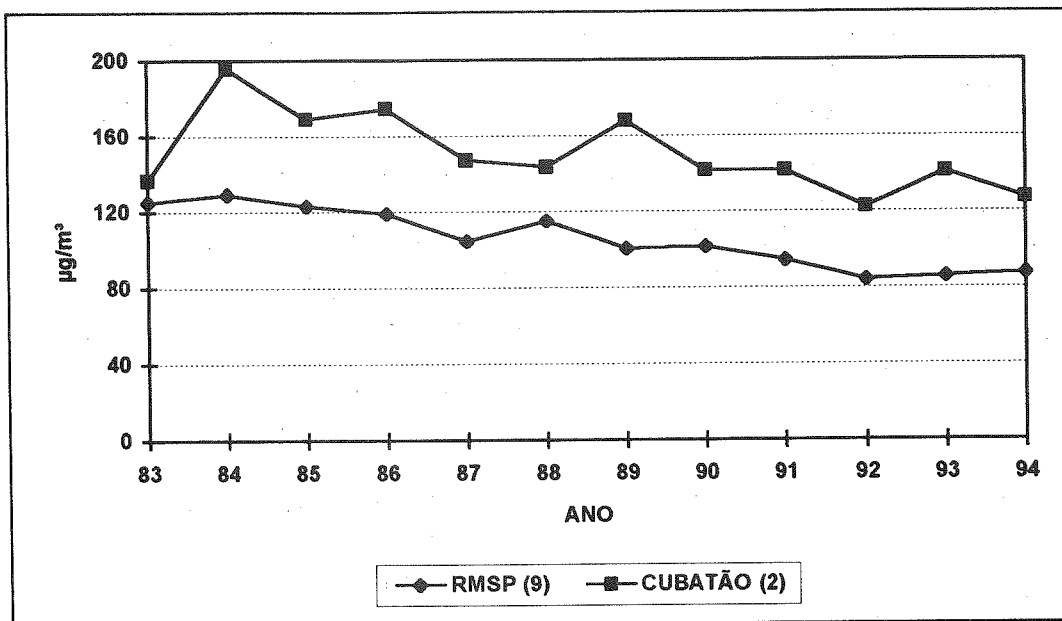
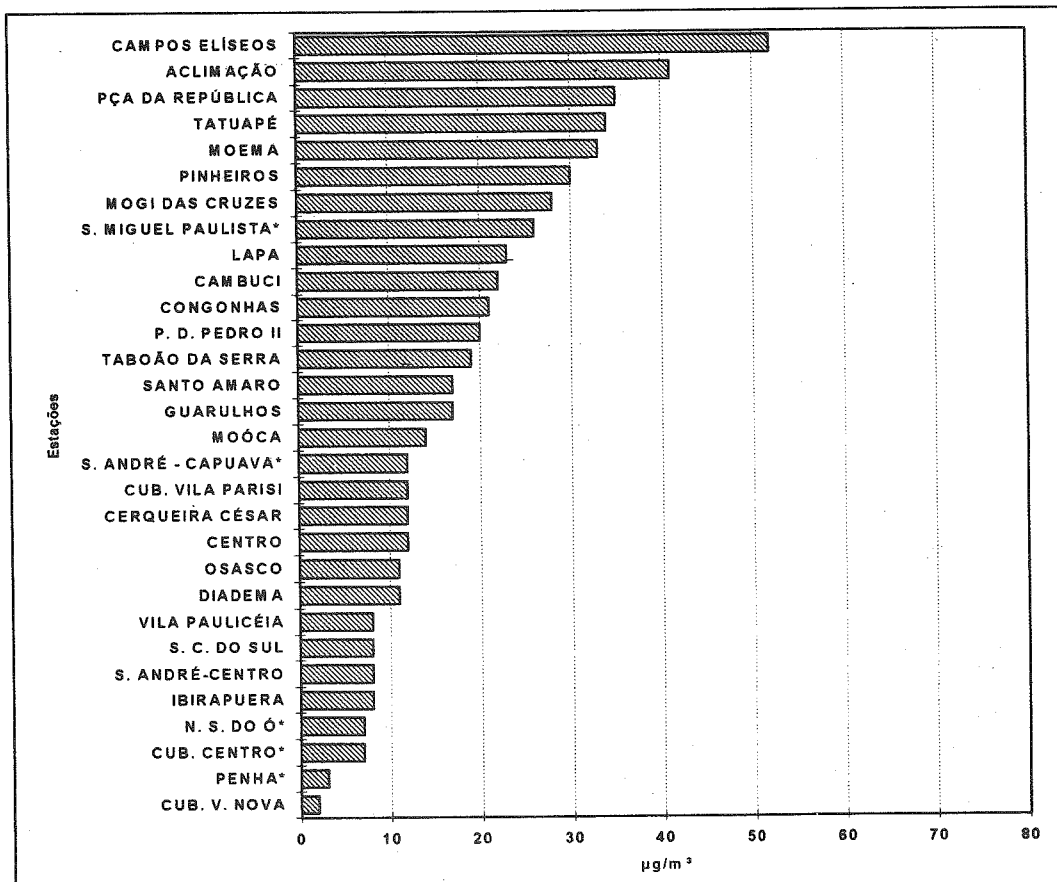


FIGURA 15 - Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão na RMSP e Cubatão.

### Dióxido de Enxofre

Na Figura 16 são mostradas as médias aritméticas anuais de dióxido de enxofre. Em todas as estações monitoradas (30) o padrão anual de qualidade do ar ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi atendido.



\* Não atendem ao critério de representatividade.

FIGURA 16 - Médias aritméticas anuais de Dióxido de Enxofre na RMSP e Cubatão em 1994.

As concentrações de dióxido de enxofre vem decrescendo e hoje tendem a se estabilizar em níveis inferiores aos padrões de qualidade como pode ser visto nas Figuras 17 e 18.

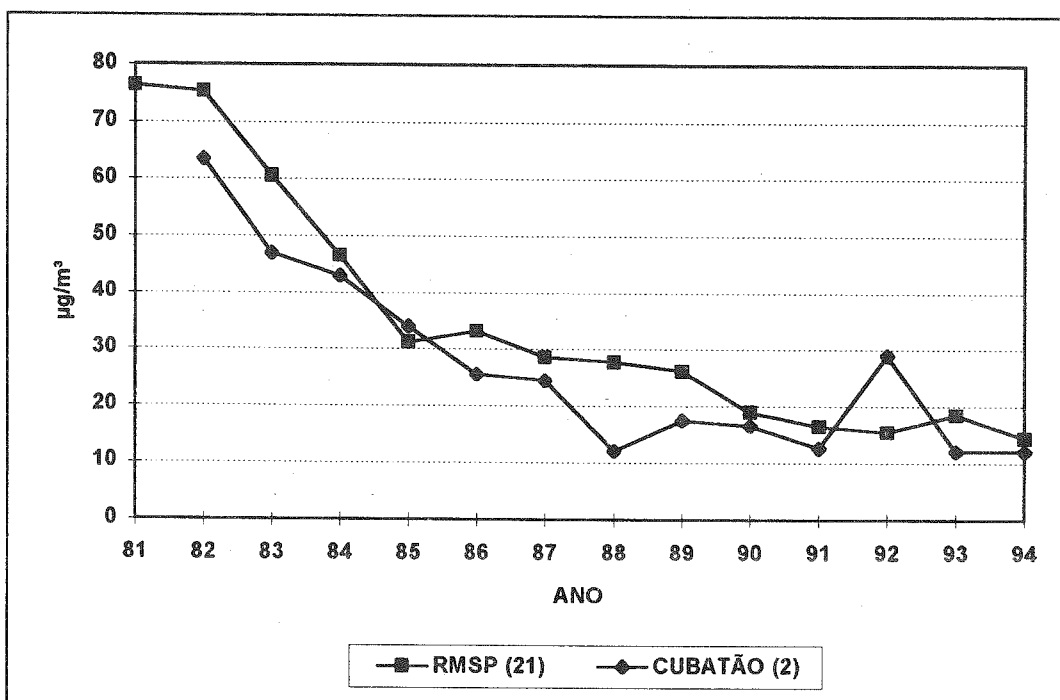


FIGURA 17 - Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre na RMSP e Cubatão.

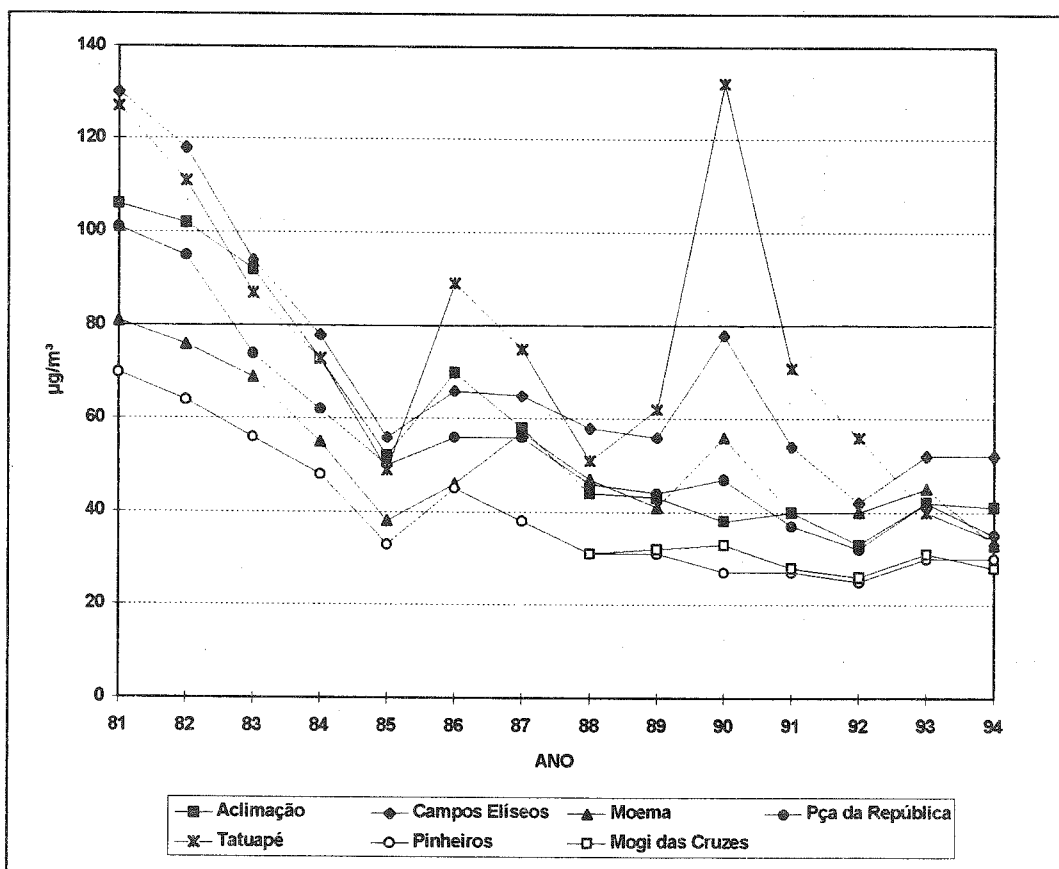
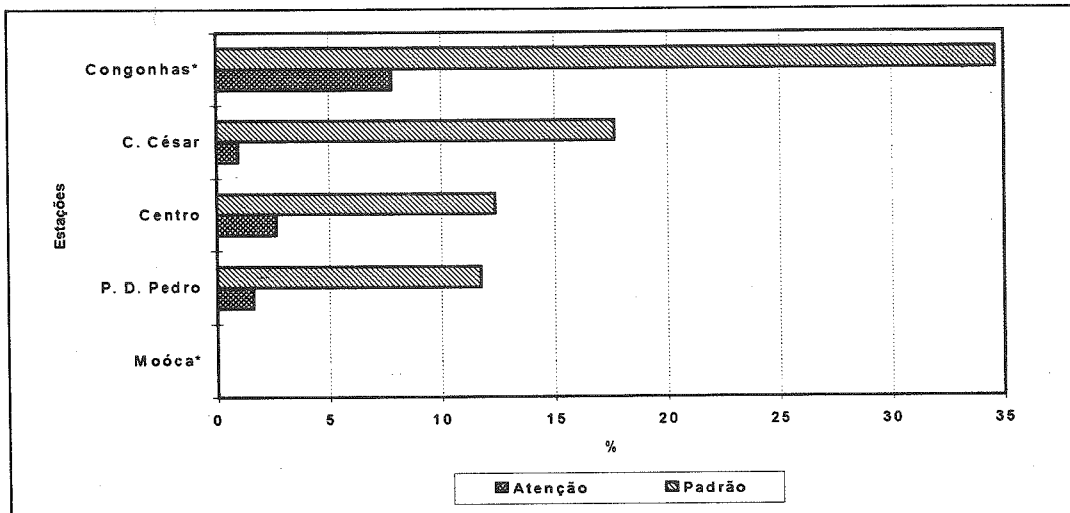


FIGURA 18 - Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre na RMSP - Rede Manual.

## Monóxido de Carbono

Na Figura 19 podemos verificar a porcentagem de dias em que o padrão de 8 horas (9 ppm) e o nível de atenção (15 ppm) foram excedidos em 1994.

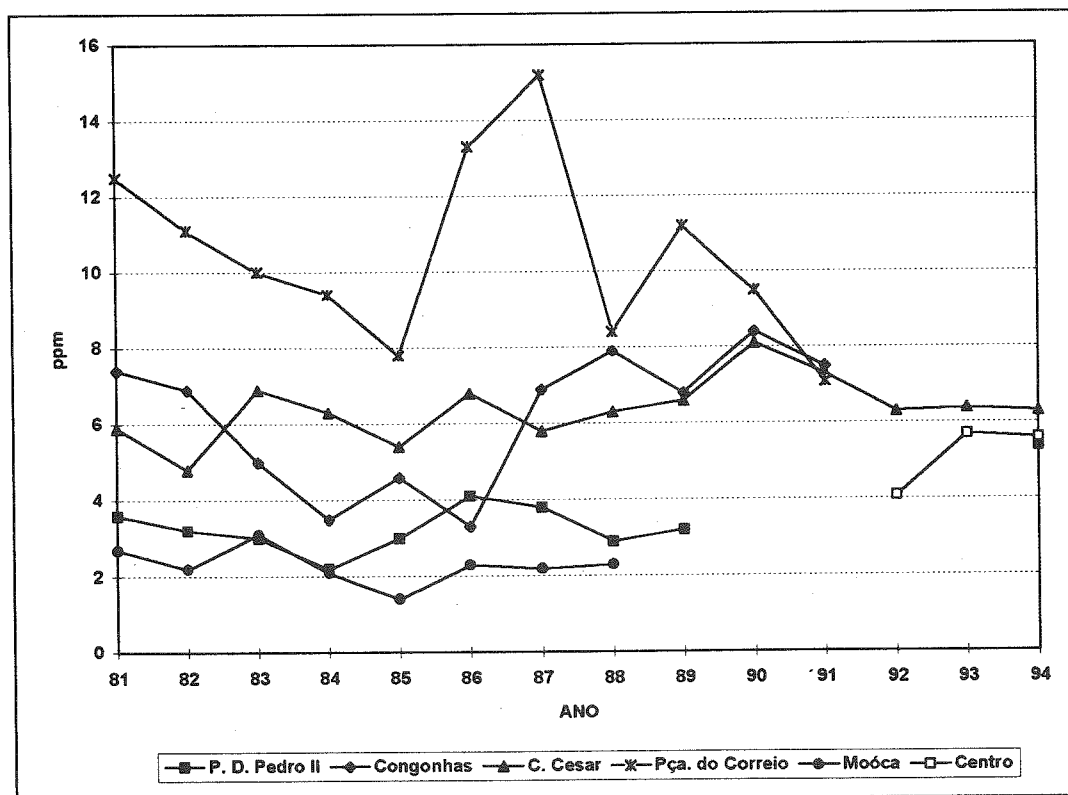


\* Não atende ao critério de representatividade.

**FIGURA 19 - Porcentagem de dias em que o padrão e nível de atenção para médias de 8 horas de Monóxido de Carbono foram excedidos em 1994.**

É importante ressaltar que em 1994 só tivemos medição representativa em 3 estações e que em todas elas o nível de atenção (15 ppm - 8 h) foi excedido.

Na Figura 20 é mostrada a evolução das concentrações médias anuais das médias máximas de 8 horas de Monóxido de Carbono.



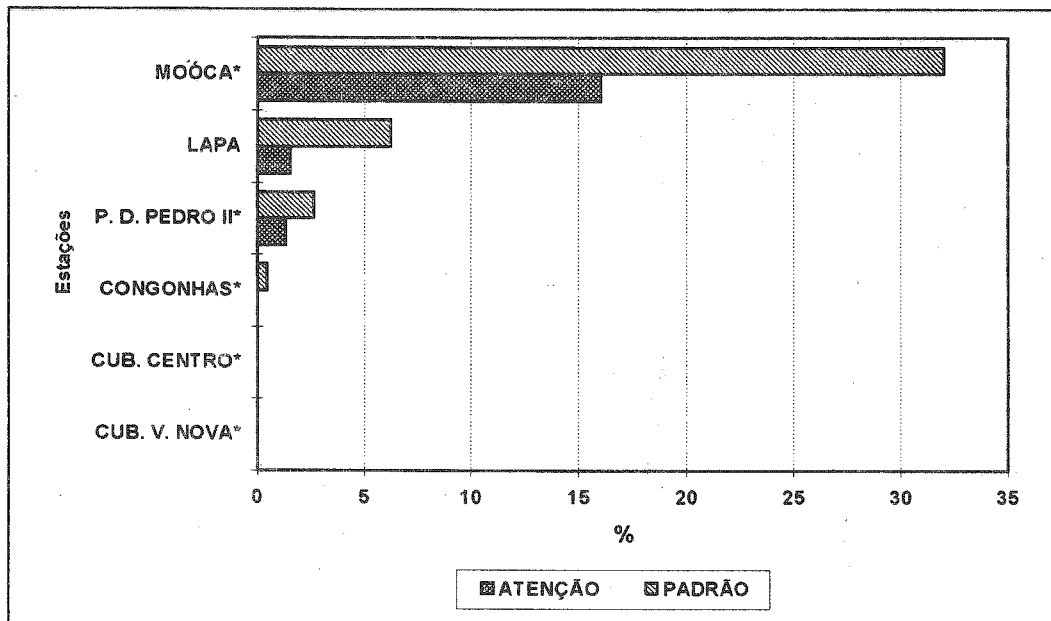
**FIGURA 20 - Evolução das concentrações máximas médias de 8 horas de Monóxido de Carbono.**

Na figura acima, apresentamos os dados por estação amostradora devido ao fato de não se ter uma tendência definida para o comportamento deste poluente.

## Ozônio

Na Figura 21 é possível verificar a porcentagem de dias em que o padrão de 1 h ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e o nível de atenção ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foram ultrapassados.

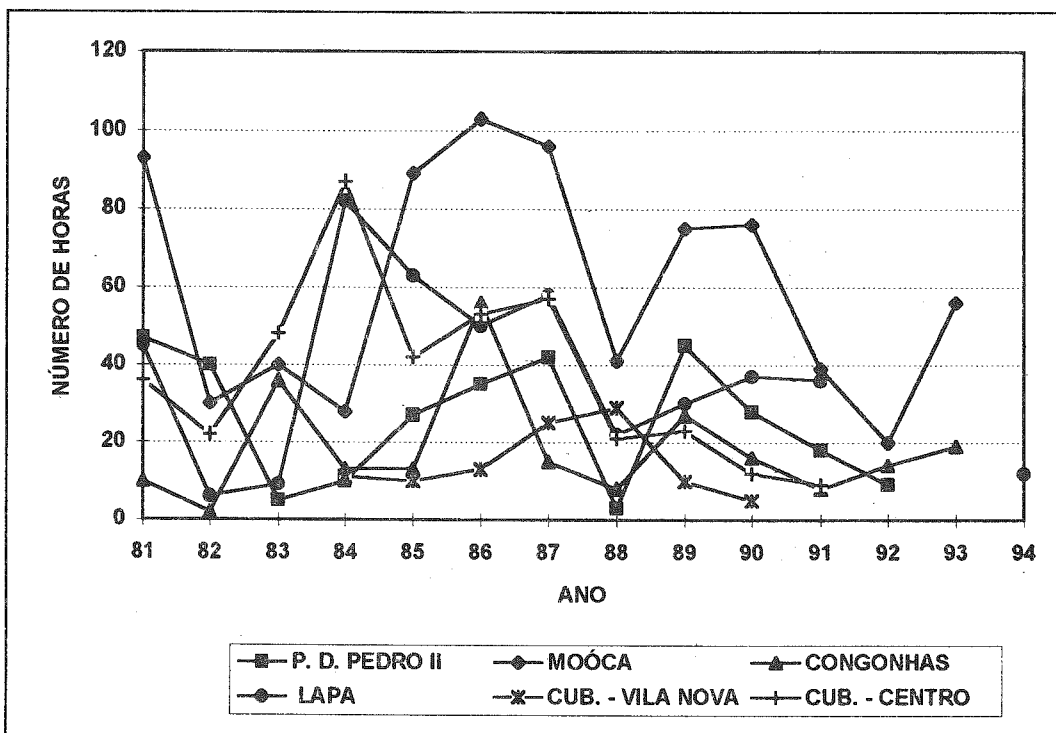
Somente a estação Lapa atendeu ao critério de representatividade dos dados.



\* Não atendem ao critério de representatividade.

**FIGURA 21 -** Porcentagem de dias em que as concentrações de Ozônio ultrapassaram o padrão de qualidade de 1 hora e o nível de atenção em 1994.

Na Figura 22 apresentamos a evolução das ultrapassagens do padrão horário do Ozônio.

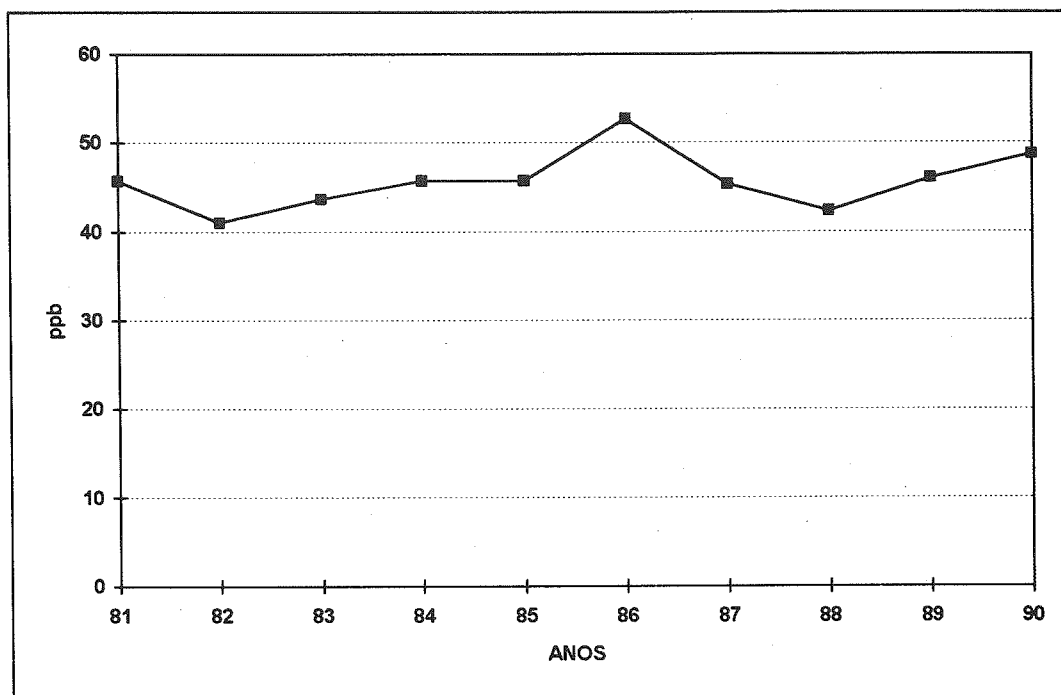


**FIGURA 22 -** Evolução das ultrapassagens do padrão de Ozônio na RMSP e Cubatão.

Na figura acima, apresentamos os dados por estação amostradora devido ao fato de não se ter uma tendência definida para o comportamento deste poluente.

### ***Dióxido de Nitrogênio***

Na Figura 23 pode-se observar a evolução das concentrações médias de Dióxido de Nitrogênio na RMSP.



**FIGURA 23 - Evolução das concentrações médias de Dióxido de Nitrogênio na RMSP.**

Base : 3 estações comuns em todo o período.

### ***Distribuição Anual do Índice de Qualidade do Ar***

A seguir nas Tabelas de 11 a 15 são apresentadas os índices de qualidade do ar por poluente e por estação. Na Tabela 16 é apresentada a distribuição do índice geral, que é diariamente divulgado pela CETESB.

**TABELA 11 - Distribuição do Índice - Monóxido de Carbono - 1994**

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Congonhas*	14	7,6	116	63,0	45	24,5	9	4,9	0	0,0	0	0,0
Centro	168	47,9	146	41,6	31	8,8	6	1,7	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II	145	50,2	114	39,4	28	9,7	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	84	25,9	192	59,3	46	14,2	2	0,6	0	0,0	0	0,0
Moóca*	138	93,9	9	6,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>549</b>	<b>42,4</b>	<b>577</b>	<b>44,6</b>	<b>150</b>	<b>11,6</b>	<b>19</b>	<b>1,5</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>

OBS : As porcentagens foram calculadas em relação ao total de dias monitorados e a frequência é expressa em dias.

\* Não atende ao critério de representatividade.

**TABELA 12 - Distribuição do Índice - Partículas Inaláveis - 1994**

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Cubatão - V. Parisi	1	0,3	102	30,5	168	50,3	61	18,3	1	0,3	1	0,3
Guarulhos	45	13,4	225	66,8	55	16,3	11	3,3	1	0,3	0	0,0
S. B. C. - V. Paulicéia	126	38,7	166	50,9	25	7,7	9	2,8	0	0,0	0	0,0
S. Caetano do Sul	87	25,5	220	64,5	27	7,9	7	2,1	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II	97	29,9	184	56,8	38	11,7	5	1,5	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	71	22,5	200	63,3	41	13,0	4	1,3	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	198	56,1	129	36,5	22	6,2	4	1,1	0	0,0	0	0,0
Osasco	67	18,8	261	73,1	26	7,3	3	0,8	0	0,0	0	0,0
Cambuci	13	3,8	290	85,0	36	10,6	2	0,6	0	0,0	0	0,0
S. André - Centro	153	43,7	179	51,1	17	4,9	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Moóca	158	44,4	175	49,2	22	6,2	1	0,3	0	0,0	0	0,0
S. André - Capuava	82	23,0	258	72,3	17	4,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	173	54,6	130	41,0	14	4,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	120	37,5	188	58,8	12	3,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Diadema	159	64,4	79	32,0	9	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
N. Senhora do Ó	148	53,0	121	43,4	10	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	196	56,6	139	40,2	11	3,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Miguel Paulista	180	66,2	84	30,9	8	2,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	116	34,2	215	63,4	8	2,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Penha*	125	60,1	82	39,4	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Nova	163	52,1	149	47,6	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santana*	4	57,1	3	42,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro*	54	91,5	5	8,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá*	116	95,9	5	4,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>2652</b>	<b>38,3</b>	<b>3589</b>	<b>51,9</b>	<b>568</b>	<b>8,2</b>	<b>108</b>	<b>1,6</b>	<b>2</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>0,0</b>

OBS : As porcentagens foram calculadas em relação ao total de dias monitorados e a frequência é expressa em dias.  
\* Não atende ao critério de representatividade.

**TABELA 13 - Distribuição do Índice - Ozônio - 1994**

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Moóca*	9	36,0	8	32,0	4	16,0	4	16,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	140	72,5	41	21,2	9	4,7	3	1,6	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II*	116	77,3	30	20,0	2	1,3	2	1,3	0	0,0	0	0,0
Congonhas*	134	64,1	74	35,4	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Nova*	168	87,5	24	12,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro*	18	94,7	1	5,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>585</b>	<b>74,2</b>	<b>178</b>	<b>22,6</b>	<b>16</b>	<b>2,0</b>	<b>9</b>	<b>1,1</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>

OBS : As porcentagens foram calculadas em relação ao total de dias monitorados e a frequência é expressa em dias.  
\* Não atende ao critério de representatividade.

TABELA 14 - Distribuição do Índice - Dióxido de Enxofre - 1994

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
S. Miguel Paulista*	67	98,5	1	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II	265	98,9	3	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Parisi	321	99,4	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	298	99,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. B. C. - V. Paulicéia	307	99,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cambuci	303	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	308	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	275	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Caetano do Sul	319	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra*	168	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	265	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Diadema	278	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	331	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santana*	73	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	343	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
N. Senhora do Ó*	235	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Penha*	176	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	352	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André - Centro	347	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	315	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	350	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André - Capuava*	126	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá*	108	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Nova	312	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro*	71	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>6313</b>	<b>99,9</b>	<b>8</b>	<b>0,1</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>

OBS : As porcentagens foram calculadas em relação ao total de dias monitorados e a frequência é expressa em dias.  
\* Não atende ao critério de representatividade.

TABELA 15 - Distribuição do Índice - Dióxido de Nitrogênio - 1994

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Cerqueira César	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Moóca	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
P. D. Pedro II*	7	26,9	11	42,3	8	30,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas*	1	6,3	12	75,0	3	18,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>19,0</b>	<b>23</b>	<b>54,8</b>	<b>11</b>	<b>26,2</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>

OBS : As porcentagens foram calculadas em relação ao total de dias monitorados e a frequência é expressa em dias.  
\* Não atende ao critério de representatividade.

TABELA 16 - Distribuição do Índice Geral - 1994

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Cubatão - V. Parisi	9	2,6	102	29,8	168	49,1	61	17,8	1	0,3	1	0,3
Guarulhos	47	13,9	225	66,4	55	16,2	11	3,2	1	0,3	0	0,0
S. B. C. - V. Paulicéia	127	38,8	166	50,8	25	7,6	9	2,8	0	0,0	0	0,0
Congonhas	51	14,9	234	68,2	49	14,3	9	2,6	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II	75	21,4	203	58,0	63	18,0	9	2,6	0	0,0	0	0,0
S. Caetano do Sul	89	25,9	220	64,1	27	7,9	7	2,0	0	0,0	0	0,0
Centro	171	48,3	146	41,2	31	8,8	6	1,7	0	0,0	0	0,0
Moóca	151	41,9	178	49,4	26	7,2	5	1,4	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	71	22,5	200	63,3	41	13,0	4	1,3	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	198	56,1	129	36,5	22	6,2	4	1,1	0	0,0	0	0,0
Lapa	157	44,5	173	49,0	20	5,7	3	0,8	0	0,0	0	0,0
Osasco	67	18,8	261	73,1	26	7,3	3	0,8	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	59	17,1	234	67,6	51	14,7	2	0,6	0	0,0	0	0,0
Cambuci	21	6,0	290	83,1	36	10,3	2	0,6	0	0,0	0	0,0
S. André - Centro	154	43,9	179	51,0	17	4,8	1	0,3	0	0,0	0	0,0
S. André - Capuava	82	23,0	258	72,3	17	4,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	184	56,1	130	39,6	14	4,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
N. Senhora do Ó	149	53,2	121	43,2	10	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Diadema	192	68,6	79	28,2	9	3,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Miguel Paulista	180	66,2	84	30,9	8	2,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Penha	126	60,3	82	39,2	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Nova	172	52,8	153	46,9	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro*	86	93,5	6	6,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá*	116	95,9	5	4,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santana*	70	95,9	3	4,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>2804</b>	<b>37,3</b>	<b>3861</b>	<b>51,3</b>	<b>717</b>	<b>9,5</b>	<b>136</b>	<b>1,8</b>	<b>2</b>	<b>0,0</b>	<b>1</b>	<b>0,0</b>

OBS : As porcentagens foram calculadas em relação ao total de dias monitorados e a frequência é expressa em dias.  
\* Não atende ao critério de representatividade.

### Outros Poluentes

Em toda análise a respeito do comportamento dos poluentes atmosféricos há que se ter sempre presente a variação da composição dos combustíveis no Brasil, fato importante na emissão de poluentes pelos veículos automotores.

O Programa Nacional do Álcool - Proálcool - teve seu início em 1979 e a partir daí ocorreram importantes modificações nas composições dos combustíveis utilizados nos veículos automotores.

As duas principais considerações a serem feitas compreendem a adição de álcool anidro à gasolina e a introdução do veículo movido a álcool hidratado. A mistura do álcool anidro se iniciou em 1979 com 15% e chegou a 22% nos anos seguintes, sendo que em 1990 foi introduzida também a mistura gasolina-etanol-metanol (7%-60%-33%). Em 1989 os veículos a álcool hidratado passaram a representar metade da frota. Já em 1994 o número de veículos movidos a álcool correspondeu a 30%, enquanto que os movidos a gasolina corresponderam a 62%, levando-se em consideração 8% dos veículos a diesel.

A introdução do álcool como combustível automotivo causa algumas alterações importantes nas emissões dos veículos, sobre as quais passamos a fazer algumas considerações. As Tabelas 17 e 18 a seguir resumem as principais alterações que ocorrem nas emissões em função de mudanças na composição do combustível, para os veículos em uso, nos quais não se pode esperar regulagens especiais para compensação destes efeitos.

O valor 100 nessas tabelas serve somente como base de referência. Em termos absolutos os níveis de emissão dos veículos a álcool e gasolina diferem entre si sendo que a magnitude da diferença é função do modelo e do ano de fabricação. É importante salientar que a composição do combustível a base de metanol foi determinada pela CETESB, com a participação da indústria automobilística, de modo a manter inalterados

os parâmetros de emissão, consumo e desempenho dos veículos em uso, durante a utilização emergencial desta mistura.

O parâmetro "hidrocarbonetos" deve ser entendido como um indicador do combustível não queimado tendo, portanto, um significado diferente em termos de química atmosférica, conforme a mistura envolvida.

**TABELA 17 - Variação relativa na emissão de poluentes pelo escapamento em função do teor de álcool anidro na gasolina (%v/v).**

POLUENTE	PORCENTAGEM DE ETANOL			
	22%	18%	12%	0%
CO	100	120	150	200 - 450
HC	100	105	110	140
NO <sub>x</sub>	100	95	80	60

**TABELA 18 - Variação relativa na emissão de poluentes pelo escapamento em função da adição de outros combustíveis ao álcool.**

POLUENTE	COMBUSTÍVEL		
	Álcool	5% Gasolina	33% Metanol + 7% Gasolina
CO	100	125	100
HC	100	110	90
NO <sub>x</sub>	100	100	110
Aldeídos	100	100	55
Álcoois	100	100	80

Como generalização, podemos dizer que a introdução do álcool como combustível causa uma diminuição nas emissões de monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, partículas e óxidos de enxofre; aumenta as emissões de aldeídos e elimina a emissão de chumbo (em virtude de dispensar a adição de chumbo tetraetila) e modifica a composição dos combustíveis não queimados emitidos. É importante ressaltar que o resultado dessas alterações das emissões na qualidade do ar depende das contribuições relativas das mesmas. No caso dos poluentes secundários (ozônio, aldeídos, etc.) depende também das alterações qualitativas ocorridas na mistura dos precursores, sendo por isso mesmo difícil prever o resultado final na qualidade do ar decorrente das alterações nas emissões.

Embora se disponha de uma base limitada de dados para hidrocarbonetos (Tabela G - Anexo 2) é possível verificar que os dados disponíveis são extremamente elevados. Na Tabela F são mostrados os dados de óxidos de nitrogênio.

No que se refere a aldeídos foram realizados estudos em 81, 85 e 90. Nos estudos de 81 e 85 foram feitas medições de aldeídos totais e não foi possível observar nenhuma alteração importante nos níveis medidos, muito embora a relação aldeídos/CO tenha aumentado.

Em 1990 as medições realizadas mostraram a composição dos aldeídos em termos de seus principais componentes: 30% de formaldeído e 70% de acetaldeído. Em locais de grande volume de tráfego foram encontrados valores de formaldeído entre 4 ppb e 41 ppb e de acetaldeído entre 4 ppb e 47 ppb.

Ainda em 1990 foram realizadas medições de metanol na atmosfera, após a introdução deste álcool na mistura combustível. Na Moóca todas as amostras se apresentaram

abaixo de 0,15 ppm (limite de detecção do método utilizado). Já na estação Cerqueira César, onde a influência do tráfego é mais marcante, 12,8% das amostras apresentaram valores mensuráveis com um máximo de 0,42 ppm.

## Estudos Adicionais

**Deposição úmida e mista no município de Paulínia.** Devido a presença de fontes potencialmente emissoras de SO<sub>2</sub>, na região, foram estudadas as características químicas da deposição úmida (chuva) e mista (deposição seca e úmida), no município de Paulínia durante 12 meses. Os resultados mostraram chuvas levemente ácidas (pH médio = 5,04). Foram investigados também, os teores de cátions e ânions, bem como os fluxos dos mesmos.

**Fluoretos no município de Paulínia.** Em 1991 foram observados danos às culturas agrícolas nas imediações de uma indústria de fertilizantes no município de Paulínia. Uma análise destas culturas atingidas, indicou a possível presença de fluoretos na atmosfera como agente fitotóxico. Em função disto foram realizadas medições de taxas de fluoretos em cinco locais nos arredores da indústria, no período de maio de 1992 a agosto de 1993. Foram observados baixos valores de taxas, muito embora tenham sido detectadas altas concentrações de fluoretos nas espécies vegetais suspeitas de contaminação, indicando que picos de altas taxas de emissão podem ter ocorrido, podendo ser os principais causadores dos danos às culturas vegetais.

**Taxa de sulfatação no município de Paulínia.** Também foram medidas as taxas de sulfatação em quatro locais. Verificou-se uma redução de 25% nas taxas quando se comparam as médias com estudo efetuado em 1978/79.

**Fluoretos no município de Alumínio.** Este município conta com a presença de uma empresa de grande porte, que devido ao seu processo de fabricação de alumínio tem um grande potencial poluidor no que diz respeito a fluoretos. O grande número de residências, no município que apresentava os vidros das janelas foscas, indicava a possível presença de altas concentrações de fluoretos na atmosfera. Foram realizadas medições das taxas de fluoretos em quatro locais e de concentração de fluoretos sólidos e gasosos em um destes quatro locais. Os níveis tanto de taxa quanto de concentração mostraram-se bastante elevados, sendo inclusive superiores aos encontrados no Vale do Mogi (Cubatão) antes do início do programa de Controle de Poluição Ambiental, colocado em prática pela CETESB naquele município.

**Taxa de fluoreto e sulfato no município de Cajati.** Devido a presença de uma indústria de fertilizantes no município, foram medidas taxas de sulfatos e fluoretos em três locais no período de novembro de 1992 até agosto de 1993. Os valores obtidos situaram-se consideravelmente abaixo daqueles medidos em Cubatão. No caso de fluoretos, as taxas obtidas foram baixas, indicando não haver efeito fitotóxico. É importante observar que os resultados obtidos representam as taxas médias no período da medição não possibilitando a detecção de eventuais picos de emissão, os quais são os maiores responsáveis por danos à vegetação.

**Chumbo no município de Caçapava.** Foram realizadas novas medições de chumbo na Partículas Totais em Suspensão nas proximidades da área industrial e área urbana (de junho até novembro de 1994). Verificou-se que as concentrações de chumbo na PTS naquele período não ultrapassaram o valor de referência (1,5 µg/m<sup>3</sup>). Cabe ressaltar que não foi efetuada nenhuma medição nos próprios da indústria.

**Chumbo no município de Jacareí.** Medições de chumbo foram realizadas tanto nas Partículas Totais em Suspensão (PTS) quanto na Poeira Sedimentável (PS) entre setembro de 1989 e dezembro de 1992, nas proximidades de uma indústria de recuperação de sucata de chumbo, bem como no pátio da mesma. Com relação ao chumbo na PTS verificou-se que as concentrações não atingiram valores que pudessem por em risco a saúde da população. Quanto ao chumbo na PS concluiu-se que ocorreu contaminação do solo nos quatro locais estudados.

**Esclarecimento do episódio ocorrido no município de Cubatão - Vila Parisi.** Em 31/08 e 01/09/94 foram detectadas altas concentrações de Partículas Inaláveis (PI) em Vila Parisi, o que culminou com a decretação do "Estado de Emergência". Visando

esclarecer o ocorrido foram analisados, nos filtros de PI, 29 elementos através de diferentes técnicas, tais como: fluorescência por raio-x e cromatografia iônica. Destacaram-se os altos teores de sulfato de amônio encontrados. Além de só este composto ter seus valores significativamente aumentados no período do episódio, as estações de Vila Nova e Centro, que estavam sujeitas as mesmas condições meteorológicas não indicaram aumento significativo das concentrações de PI, ficando caracterizada a responsabilidade de um único tipo de fonte na decretação do "Estado de Emergência".

**Modelo receptor na Região da Grande São Paulo.** Entre novembro de 1986 e outubro 1987 foi realizado um estudo de caracterização dos aerossóis (em quatro locais: Osasco, Ibirapuera, Parque D. Pedro e São Caetano) utilizando-se a técnica do Modelo Receptor. Os principais resultados deste estudo são apresentados a seguir:

- Foi possível verificar que cerca de metade da massa das partículas totais em suspensão era constituída de partículas inaláveis ( $< 10 \mu\text{m}$ ). Nas partículas inaláveis a fração fina ( $< 2,5 \mu\text{m}$ ) sempre predomina em relação ao particulado grosso (entre 2,5 e  $10 \mu\text{m}$ ), representando de 50 a 60% da massa.
- Os teores de material carbonáceo na atmosfera da RMSPP eram extremamente elevados. Tal afirmação é sustentada quando se observa que os níveis aqui encontrados são muito maiores do que os observados em grandes cidades americanas. Note-se que o carbono total é responsável em média por 41% do material particulado inalável sendo o carbono orgânico por 32%.
- O modelo permitiu também que se verificasse as contribuições médias dos diversos tipos de fontes que contribuem para a degradação da qualidade do ar por material particulado nas suas várias frações. No que se refere a partículas totais em suspensão as maiores contribuições eram provenientes da poeira ressuspensa do solo (50%) e veículos (30%). Também merecem atenção os aerossóis secundários de enxofre (8%) e carbono (4%). Na fração grossa continua sendo importante a contribuição da poeira ressuspensa do solo (51%) e veículos (43%). Na fração fina os veículos contribuem com 41% do particulado e a contribuição da poeira de rua cai consideravelmente (6%). Já os aerossóis secundários de enxofre (24%) e carbono (21%) tem grande importância na formação deste tipo de material.

**Modelo receptor em Cubatão.** Dentre os poluentes atmosféricos monitorados em Vila Parisi, Cubatão, o material particulado é o que mais merece atenção, em função das altas concentrações atingidas, ocasionando muitas vezes, enérgicas ações de controle por parte da CETESB. Aplicou-se em 1985 e 1991 o Modelo Receptor (Balanço Químico de Massas) como ferramenta para se conhecer quais as principais fontes que contribuíam para a presença deste material. No estudo de 1991 foram realizadas medições de material particulado de diferentes tamanhos de partículas, a saber: Partículas Totais em Suspensão,  $< 50 \mu\text{m}$ ; Partículas Finas,  $< 2,5 \mu\text{m}$  e Partículas Grossas, entre  $2,5 \mu\text{m}$  e  $10 \mu\text{m}$ . Observou-se que a poeira grossa se apresentou em concentrações maiores que a fina, diferente do que ocorre em São Paulo, onde o teor de partículas finas é o maior do que a grossa. Não foi observada a presença de elementos inorgânicos tóxicos, muito embora os compostos tóxicos orgânicos não tenham sido analisados. Entre as principais fontes contribuidoras das partículas totais em suspensão destacaram-se as fontes de cimento, a poeira de rua, o sulfato de amônio, rocha fosfática e veículos. Já as partículas grossas possuíam como principais fontes as de cimento, poeira de rua e os veículos. As partículas finas eram principalmente emitidas pelas fontes de sulfato de amônio, poeira de rua, veículos e negro de fumo. As informações geradas, por si só, indicam caminhos para ações de controle. Na comparação dos resultados aqui obtidos com os da Região Metropolitana de São Paulo, foi possível demonstrar as diferenças, algumas marcantes, entre a poluição de uma área predominantemente industrial e uma área metropolitana.

## 4.2 Outras áreas do Estado de São Paulo

Excetuando-se a Região Metropolitana de São Paulo (39 municípios) e o município de Cubatão, o Estado de São Paulo compõe-se ainda de 585 municípios com uma área de 240.000 km<sup>2</sup> e uma população de 31.5 milhões de habitantes (1991). Em 17 municípios dos 585 citados, avaliam-se as concentrações de dióxido de enxofre e fumaça compondo a chamada "Rede de Avaliação de Qualidade do Ar do Interior".

Na Tabela 19 pode ser verificado que Sorocaba apresentou média anual acima do padrão primário estabelecido para SO<sub>2</sub> (80 µg/m<sup>3</sup>). Embora não sejam aplicáveis a tais cidades, é importante notar que muitas delas já ultrapassam o padrão secundário anual (40 µg/m<sup>3</sup>). O padrão diário primário (365 µg/m<sup>3</sup>) é atendido em todas as estações, porém em 7 delas o padrão diário secundário (100 µg/m<sup>3</sup>) é violado.

Na Tabela 19 observamos ainda que os dados de Fumaça atendem ao padrão primário anual (60 µg/m<sup>3</sup>) em todas as estações consideradas. O padrão diário primário (150 µg/m<sup>3</sup>) é obedecido, exceto em Campinas e Sorocaba.

TABELA 19 - Médias Anuais de Dióxido de Enxofre e Fumaça 1994 - Rede Interior

ESTAÇÃO	SO <sub>2</sub>		FUMAÇA	
	MÉDIA ANUAL	1º MAX. DIÁRIA	MÉDIA ANUAL	1º MAX. DIÁRIA
Americana	64	158	36	139
Araraquara	13	64	14	70
Araras	35	81	27	80
Campinas	52	101	46	295
Franca	47	216	46	101
Itú	37	64	30	109
Jundiaí	69	180	39	123
Limeira	66	195	43	141
Mogi-Guaçu	30	97	19	73
Paulínia	55	123	28	77
Ribeirão Preto	27	62	46	117
São Carlos	16	82	16	52
São José dos Campos	16	44	28	124
Santos	45	91	27	84
Sorocaba	88	231	41	160
Taubaté	16	32	26	93
Votorantim	41	70	20	76

Unidade : µg/m<sup>3</sup>

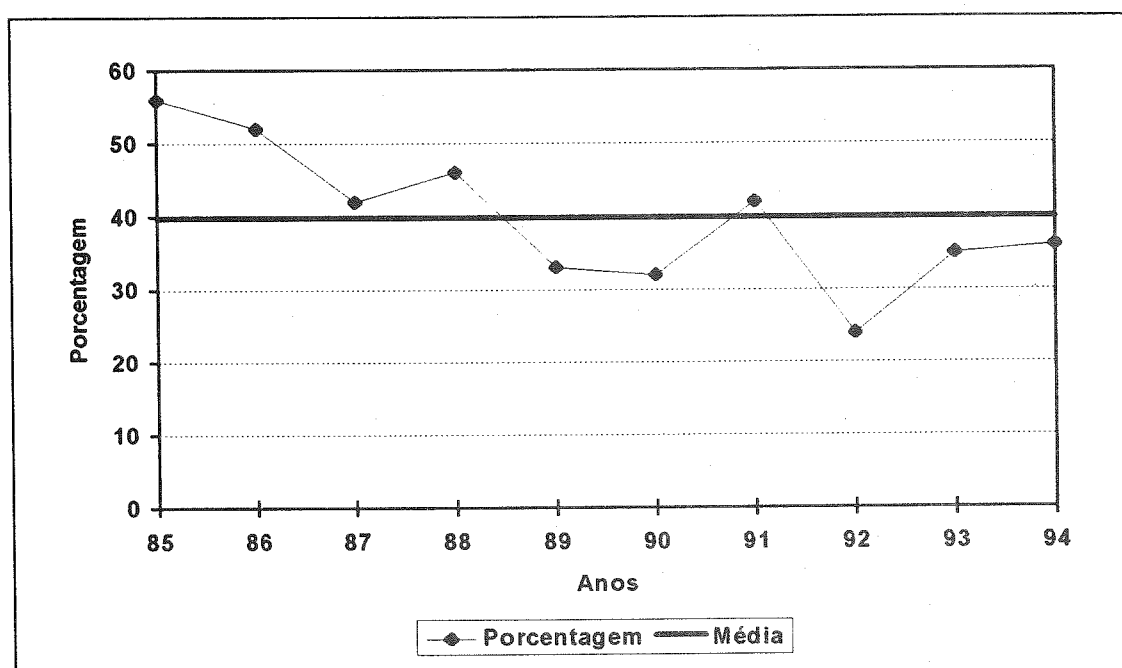
## 5. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

As condições meteorológicas na RMSP e em Cubatão são monitoradas pela CETESB através de treze anemógrafos ligados a um sistema telemétrico, que fornecem dados horários de direção e velocidade do vento, e três higrótermógrafos convencionais, que fornecem dados de temperatura e de umidade relativa do ar da RMSP.

Além dessas informações próprias a CETESB mantém convênios com diversas instituições, tais como: INMET/MARA, FAB, INPE, FCTH/DAEE e IPMET/UNESP, as quais fornecem informações meteorológicas, como, por exemplo, dados sinóticos de superfície e ar superior, METAR, imagens de satélites, produtos de radares meteorológicos etc.

Com base nesses dados, a CETESB elabora diariamente um boletim meteorológico com a previsão das condições de dispersão de poluentes para as 24 horas seguintes durante o ano inteiro. Nos meses de maio a setembro (período de inverno) as condições meteorológicas são menos favoráveis à dispersão. Neste sentido, faz-se uma análise da evolução nos últimos anos das condições meteorológicas para este período. Os dados anuais (1990-1994) dos parâmetros meteorológicos são apresentados no anexo 3.

A figura 24 mostra a evolução do percentual de dias desfavoráveis à dispersão de poluentes atmosféricos no período de maio a setembro. Podemos observar nesta figura que o inverno de 1994 teve um número de dias desfavoráveis considerado normal, ficando pouco abaixo da média dos últimos anos.

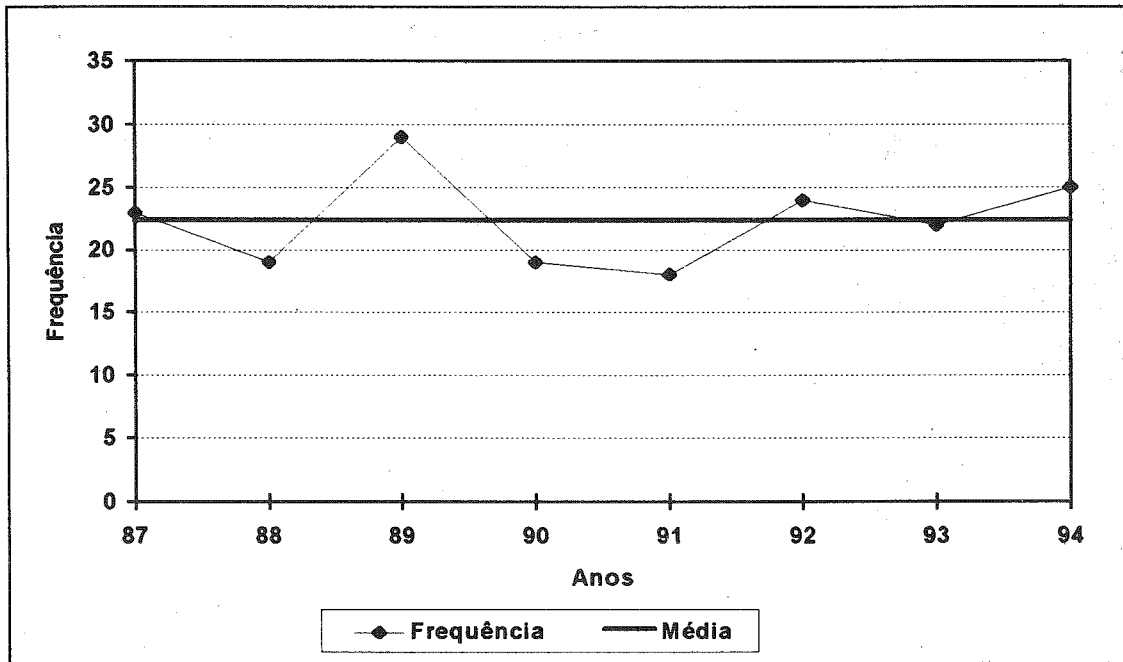


**FIGURA 24 - Percentual de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos na Região de São Paulo e Cubatão - Período de Maio a Setembro.**

A concentração de poluentes está fortemente relacionada às condições meteorológicas. Alguns dos parâmetros meteorológicos locais que favorecem altos índices de poluição são: alta porcentagem de calmaria (velocidade do vento em superfície inferior a 0,5 m/s), ventos fracos e inversões térmicas baixas. Todavia, para prever as variações nos índices de poluição na RMSP, faz-se necessário também o conhecimento das situações sinóticas envolvidas.

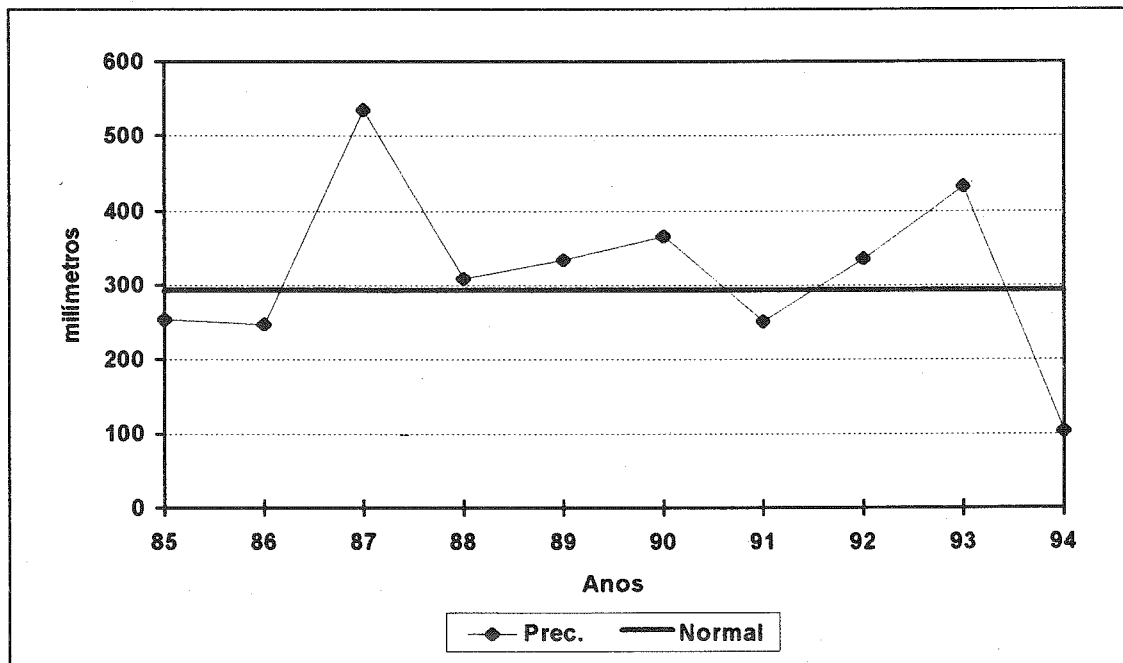
Altos índices de poluição têm sido observados na presença de um anticiclone de caráter estacionário sobre a RMSP, que provoca condições de estagnação do ar sobre a região, principalmente nos meses de maio a setembro, considerado o período crítico à dispersão de poluentes. A mudança desta situação de estagnação ocorre normalmente quando um sistema frontal atinge a região, instabilizando a atmosfera e favorecendo a dispersão dos poluentes. Além disso, quando um sistema frontal passa sobre São Paulo, a massa de ar poluída é

substituída por uma nova massa de ar. A figura 25 mostra o número de passagens de sistema frontais sobre São Paulo.



**FIGURA 25 - Frequência de Sistemas Frontais que passaram sobre São Paulo - Período de Maio a Setembro.**

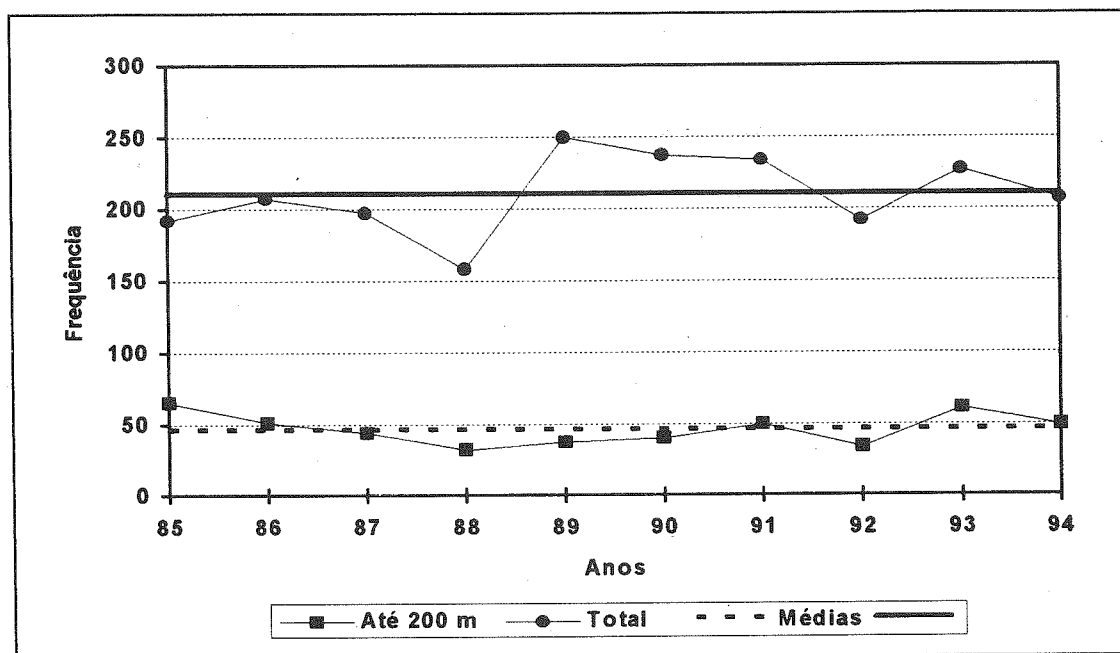
Outro parâmetro analisado é a precipitação. A ocorrência de precipitação indica que a atmosfera está instável, ocasionando movimentos ascendentes de ar, que favorecem à dispersão dos poluentes nos baixos níveis da atmosfera. Ainda, o solo úmido evita que haja ressuspensão das partículas para a atmosfera. O inverno de 1994 foi bastante seco com relação à normal de 30 anos, conforme pode ser observado na figura 26.



**FIGURA 26 - Precipitação total da Estação Mirante de Santana - Período de Maio a Setembro e Normal de 1961 a 1990.**

A figura 27 mostra a frequência total de inversões térmicas com base até 1000 metros e a frequência de inversões térmicas com base até 200 metros. Nesta figura podemos observar que durante o inverno o número de inversões esteve próximo à média dos últimos anos. As inversões térmicas mais próximas da superfície impedem a dispersão dos poluentes para os

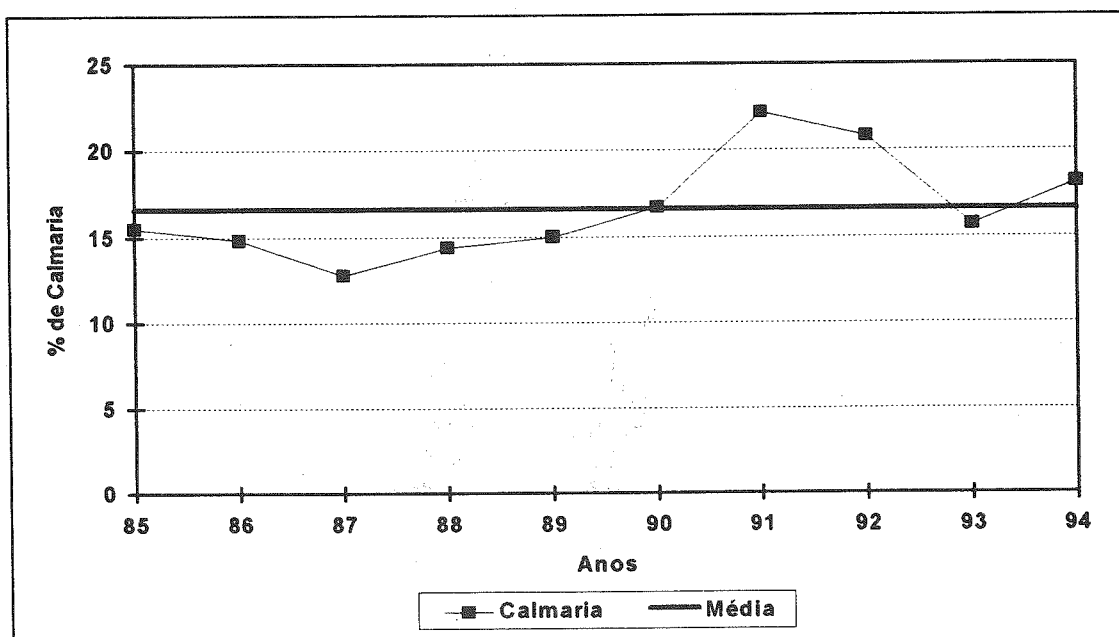
níveis mais altos da atmosfera, provocando normalmente elevados níveis de concentração de poluentes em baixos níveis.



**FIGURA 27 - Distribuição de frequência da altura da base das Inversões Térmicas - Período de Maio a Setembro.**

As figura 28 e 29 mostram a evolução da porcentagem de calmaria e da velocidade média do vento em superfície na RMSP, respectivamente. Durante o inverno de 1994 observou-se, com relação a estas duas variáveis, condições um pouco mais desfavoráveis à dispersão atmosférica dos poluentes do que a média dos anos anteriores.

Como foi constatado pela análise descrita acima, as influências meteorológicas à dispersão de poluentes, observadas no inverno de 1994, foram normais quando comparadas aos anos anteriores. A condição meteorológica mais marcante ocorrida no inverno de 1994 foi a escassez de precipitação, principalmente para os meses de agosto e setembro, conforme foi constatado na análise deste parâmetro meteorológico. Nestes meses observou-se elevado número de dias de condições pouco favoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos (ver anexo 3).



**FIGURA 28 - Porcentagem de calmaria na RMSP - Período de Maio a Setembro.**

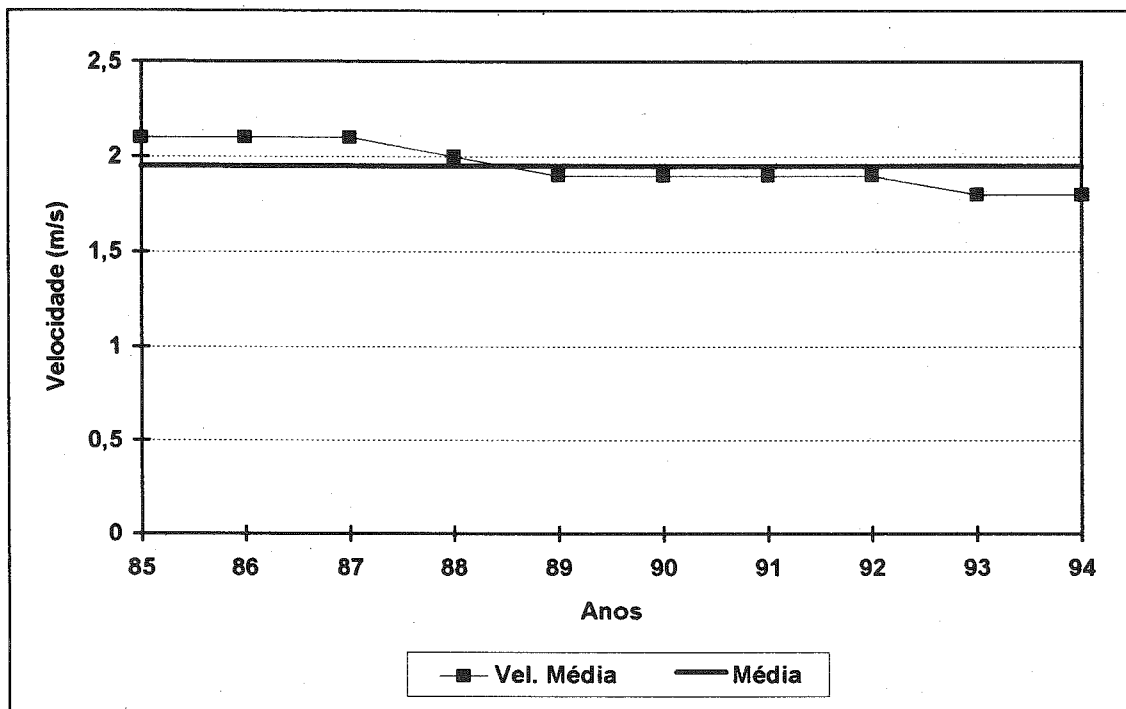


FIGURA 29 - Velocidade média do vento na RMSP - Período de Maio a Setembro.

## **6. PLANO DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR**

### **6.1 Fontes Estacionárias**

#### **Programas de Controle na RMSP**

Para reduzir as concentrações ambientais de partículas totais em suspensão e de dióxido de enxofre, a CETESB desenvolveu e implementou na RMSP, programas de controle tomando por base ações preventivas e corretivas, executadas por 9 unidades descentralizadas, situadas em Guarulhos, Osasco, Santo André, Mogi das Cruzes, Pinheiros, Santana, Santo Amaro, Ipiranga e Tatuapé.

Os programas desenvolvidos junto às principais fontes emissoras desses poluentes adotaram como estratégia a exigência de medidas baseadas na melhor tecnologia de controle, visando reduzir os níveis de poluição nas áreas tidas como saturadas em relação aos padrões de qualidade do ar. Paralelamente, foram implementados programas visando reduzir os incômodos causados por estas e outras fontes de poluição.

#### ***Controle de Particulados***

Em Dezembro de 1979 deu-se início ao programa de controle de particulados, baseado principalmente na aplicação de melhores tecnologias de controle para redução das emissões de fontes industriais deste poluente. O objetivo do programa era a redução e manutenção das concentrações de partículas em suspensão ao nível do padrão primário de qualidade do ar. Para tanto, os 150 maiores emissores, responsáveis por aproximadamente 90% do material particulado de origem industrial emitido na região, foram autuados pela CETESB para, dentro de um período de cinco anos adequarem-se aos requisitos formulados. Atualmente, apesar do atendimento por parte das indústrias aos requisitos de controle, persistem violações do padrão de qualidade do ar para particulados em vários pontos da RMSP. Estudos realizados, apontam clara influência dos veículos automotores nestas violações.

#### ***Controle de Fontes Geradoras de Incômodos***

Principalmente pela não observância aos dispositivos de disciplinamento de uso do solo na RMSP, gera-se um grande número de conflitos ambientais entre as diversas atividades de produção, espalhadas por toda a área urbana, e as populações que dela se acercam. Para atendimento a estes casos, a CETESB desenvolveu um programa especial, que prevê ações diretas de controle, visando soluções de curto prazo. Um plantão de 24 horas por dia recebe, seleciona e elenca reclamações da população contra casos de poluição e encaminha para verificação/controle por parte das áreas técnicas. No período de aproximadamente 10 anos foram registradas mais de 80.000 queixas da população. Devido ao desenvolvimento do programa, nota-se uma tendência de queda no número de reclamações formuladas, demonstrando a sua validade.

#### ***Controle da Fumaça Preta de Fontes Estacionárias de Combustão***

As fontes estacionárias de combustão são controladas através de um programa de fiscalização permanente, calcado em leituras da intensidade colorimétrica das emissões gasosas, feitas através da Escala de Ringelmann, conforme previsto na legislação ambiental.

A partir de reclamações da população e das constatações da fiscalização, fontes de fumaça preta foram plotadas em um mapa e rotas de vigilância foram estabelecidas com o intuito de uma ação planejada de controle. Atualmente existem 20 roteiros de vigilância que fiscalizam permanentemente cerca de 300 fontes prioritárias.

## Controle para Dióxido de Enxofre

O problema de poluição do ar por Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>) na RMSP foi originalmente devido ao consumo de óleos combustíveis com altos teores de enxofre. Assim, as medidas de controle se concentraram basicamente nos processos de combustão, responsáveis por mais de 74% de todo SO<sub>2</sub> emitido na RMSP à época do início do programa (1982). A estratégia fundamental para controle do SO<sub>2</sub> era a busca de combustíveis mais limpos, feita através de contatos com a Petrobrás e pela exigência de medidas de controle junto às indústrias. O padrão de emissão para SO<sub>2</sub> foi estabelecido em 20 kg de SO<sub>2</sub> por tonelada de óleo queimado para fontes novas e 40 kg de SO<sub>2</sub> por tonelada de óleo queimado para as fontes existentes. As 363 maiores fontes de emissão do poluente foram autuadas pela CETESB e, no prazo de 5 anos adequaram-se aos padrões. Atualmente não existem áreas de não atendimento ao padrão de qualidade do ar, dentro da RMSP.

## Cubatão

O rápido desenvolvimento industrial experimentado por Cubatão trouxe sérios problemas de poluição para a cidade. De 1970 a 1980, Cubatão cresceu a um índice de 4,43% ao ano e chegou a 1985 com suas indústrias produzindo algo ao redor de 3% do PIB brasileiro. Em contrapartida, em 1984, as mesmas indústrias lançavam diariamente no ar, quase 1000 toneladas de poluentes, produzindo níveis de poluição absolutamente críticos. Para reversão deste quadro, foi implementado um programa para controle da poluição industrial, com o objetivo de reduzir a poluição a níveis aceitáveis, no prazo de 5 anos. As indústrias de Cubatão foram então mobilizadas em um abrangente esforço de redução e monitoramento da poluição. Como consequência, já em 1984, 62 cronogramas de atividades de controle foram estabelecidos entre indústria e CETESB, com vistas à redução da poluição atmosférica.

Em cada um deles se especificava equipamentos, instalações e procedimentos de produção para que cada fonte atendesse aos padrões estabelecidos (ver Tabela 20). De 1984 a 1990, foram investidos 400 milhões de dólares por parte das indústrias no controle da poluição ambiental, com resultados altamente positivos. Atualmente a CETESB desenvolve a fase 2 do programa de controle, dirigida às fontes secundárias de poluição e às emissões fugitivas. Paralelamente, desenvolve ações de fiscalização e monitoramento para garantir a manutenção dos níveis de controle obtidos e condições seguras de operação nos processos e equipamentos que trabalham com substâncias perigosas.

TABELA 20 - Padrão de emissão para processos industriais de Cubatão.

POLUENTE	PADRÃO DE EMISSÃO (valores típicos)
Material Particulado	75 mg/Nm <sup>3</sup> (base seca)
Fluoretos Totais (1)	0,10 kgF/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (alimentado no processo)
Fluoretos Totais (2)	0,03 kgF/t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (alimentado no processo)
Amônia Total (3)	0,02 kg/t (altura da chaminé = 1,3 m)
Óxido de Nitrogênio (4)	250 ppm

(1) Fabricação de super-fosfato triplo e ácido fosfórico (processo úmido).

(2) Unidades de fosfato de amônio (DAP) e de fosfato mono-amônio (MAP).

(3) Unidades de fertilizantes granulados, nitrocálcio, sulfato de amônio, DAP, MAP.

(4) Unidade de ácido nítrico de média e alta pressão.

## Outras áreas do Estado de São Paulo

O controle da poluição do ar no Estado de São Paulo é desenvolvido sob dois aspectos: preventivo e corretivo.

O trabalho preventivo é realizado com amparo legal desde 08/09/76 e visa evitar a instalação de novas fontes de poluição, exigindo-se das novas instalações a utilização de equipamentos de controle de poluição.

A fiscalização corretiva é desenvolvida visando corrigir as fontes de poluição anteriormente implantadas.

Considerando-se as limitações existentes, procura-se valorizar a participação da comunidade no processo de fiscalização, através do atendimento a reclamações, utilizando-se inclusive de plantões de atendimento em fins de semana e feriados.

## 6.2 Fontes Móveis

### Participação dos Veículos na Poluição do Ar de São Paulo

As principais fontes de poluição do ar nas regiões urbanas são os veículos automotores, complementados pelos processos industriais de geração de calor, queima de resíduos, movimentação e estocagem de combustíveis.

A contribuição de cada fonte de poluição do ar na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP pode ser facilmente visualizada na Figura 30, onde observa-se que os veículos automotores são as principais fontes de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>). No que se refere a material particulado, a contribuição de cada fonte foi determinada a partir de um estudo baseado na aplicação de modelo receptor e os resultados aqui apresentados referem-se ao parâmetro partículas inaláveis.

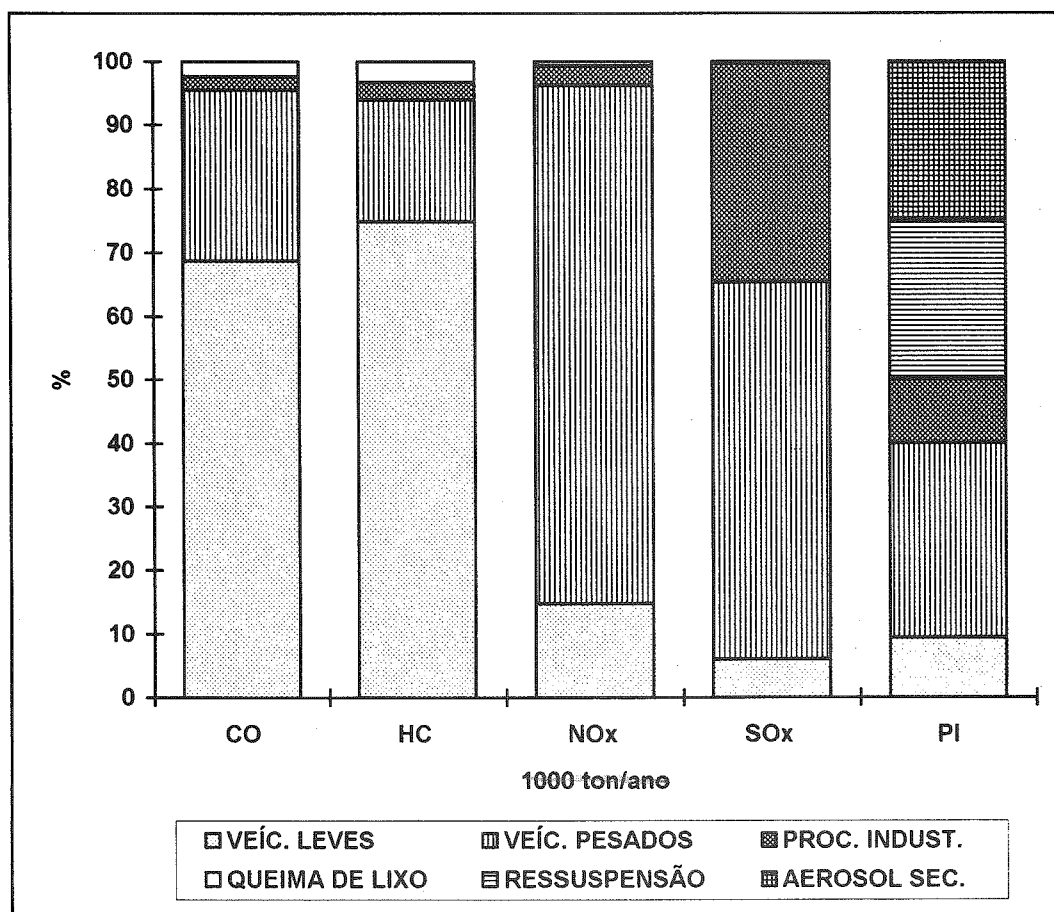


FIGURA 30 - Emissões relativas de poluentes por tipo de fontes.

A figura acima foi elaborada com base nos dados contidos na tabela 3 e apresenta as emissões relativas por tipo de fonte geradora.

## PROCONVE

Constatada a gravidade da poluição gerada pelos veículos, a CETESB desenvolveu a base técnica que culminou com a Resolução nº 18/86 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece o PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, o qual, complementado por outras Resoluções posteriores e a Lei Federal nº 8723 de out/93, estabelece os limites de emissão resumidos na Tabela 21 e 22.

O PROCONVE foi baseado na experiência internacional dos países desenvolvidos e exige que os veículos e motores atendam a limites máximos de emissão, em ensaios padronizados e com combustíveis de referência. O programa impõe ainda, a certificação de protótipos e linhas de produção, a autorização especial do órgão ambiental federal para uso de combustíveis alternativos, o recolhimento e reparo dos veículos ou motores encontrados em desconformidade com a produção ou o projeto e proíbe a comercialização dos modelos de veículos não homologados segundo seus critérios.

A CETESB é o órgão técnico conveniado ao IBAMA, responsável por implantar e operacionalizar o PROCONVE a nível nacional. Assim, todos os modelos de veículos nacionais e importados são submetidos anual e obrigatoriamente à homologação quanto à emissão de poluentes. Para tal, são analisados todos os parâmetros de engenharia do motor e do veículo relevantes à emissão de poluentes, sendo também submetidos a rígidos ensaios de laboratório, onde as emissões reais são quantificadas e comparadas aos limites máximos em vigor.

Os fabricantes de veículos vêm cumprindo satisfatoriamente as exigências legais, tendo-se atingido a redução média da ordem de 80% na emissão de poluentes dos novos veículos leves de 1994. Este segmento foi priorizado pelo PROCONVE porque grande quantidade destes veículos e sua intensa utilização, os caracterizam como o maior problema a ser enfrentado.

A Tabela 23 permite uma comparação mais detalhada dos resultados obtidos nos diversos estágios de desenvolvimento tecnológico exigidos pelo PROCONVE em relação aos veículos ano-modelo 1986, que representam a situação sem controle de emissão. Nestes resultados, o termo "Gasool" caracteriza a gasolina com 22% de álcool, que é o único combustível adequado aos veículos fabricados a partir de 1982.

**TABELA 21 - Limites máximos de emissão para Veículos Leves Novos<sup>(1)</sup>.**

ANO	CO (g/km)	HC (g/km)	Nox (g/km)	CHO <sup>(2)</sup> (g/km)	MP <sup>(3)</sup> (g/km)	EVAP. <sup>(4)</sup> (g/teste) <sup>(5)</sup>	CARTER	CO <sup>(4)</sup> ML (% vol)
89 - 91	24	2,1	2,0	--	--	6,0	nula	3,0
92 - 96 <sup>(6)</sup>	24	2,1	2,0	0,15	--	6,0	nula	3,0
92 - 93	12	1,2	1,4	0,15	--	6,0	nula	2,5
Mar/94	12	1,2	1,4	0,15	0,05	6,0	nula	2,5
Jan/97	2,0	0,3	0,6	0,03	0,05	6,0	nula	0,5

(1) Medição de acordo com a Norma MB - 1528 (FTB US-75).

(2) Apenas para veículos a Otto. Aldeídos totais detectados pelo método DNPH.

(3) Apenas para veículos a Diesel.

(4) Apenas para veículos a gasool (78% gasolina + 22% etanol) ou álcool.

(5) Expresso como propano quando o combustível for gasool ou corrigido como etanol para veículos a álcool.

(6) Apenas para veículos leves não derivados de automóveis.

Tabela 22 - Limites de Emissão para Veículos Pesados Novos<sup>(1)</sup>

TIPO DE EMISSÃO	DATA DE VIGÊNCIA	APLICAÇÃO	LIMITES DE EMISSÃO					
			k <sup>(2)</sup>	g/kWh				
				FUMAÇA	CO	HC	NOX	PARTÍCULAS
E S C A P A M E N T O	01/10/87	Ônibus urbanos diesel	-	-	-	-	-	-
	01/01/89	Todos os veículos diesel	-	-	-	-	-	-
	01/01/94	Todos os veículos importados <sup>(5)</sup>	2,5	4,9	1,2	9,0	0,7/0,4 <sup>(3)</sup>	
		80% dos ônibus urbanos nacionais <sup>(5)</sup>						
	01/03/94	20% dos ônibus urbanos e 80% dos demais veículos diesel nacionais		11,2	2,4	14,4	-	
		20% dos veículos nacionais <sup>(5)</sup>						
	01/01/96	80% dos veículos nacionais <sup>(5)</sup>		4,9	1,2	9,0	0,7/0,4 <sup>(3)</sup>	
		20% dos ônibus urbanos nacionais <sup>(5)</sup>						
	01/01/98	80% dos ônibus urbanos nacionais <sup>(5)</sup>		4,0 <sup>(4)</sup>	1,1 <sup>(4)</sup>	7,0 <sup>(4)</sup>	0,15 <sup>(4)</sup>	
		Todos os veículos importados <sup>(5)</sup>						
	01/01/2000	80% dos veículos nacionais <sup>(5)</sup>		4,9	1,2	9,0	0,7/0,4 <sup>(3)</sup>	
	01/01/2002	20% dos veículos nacionais <sup>(5)</sup>		4,0 <sup>(4)</sup>	1,1 <sup>(4)</sup>	7,0 <sup>(4)</sup>	0,15 <sup>(4)</sup>	
C Á R T E R	01/01/88	Ônibus urbanos diesel	Emissão nula em qualquer condição de operação do motor					
	01/01/89	Todos os veículos Otto	Emissão nula em qualquer condição de operação do motor ou incorporada à emissão de HC do escapamento					
	01/07/89	Todos os veículos diesel de aspiração natural	Emissão nula em qualquer condição de operação do motor <sup>(4)</sup>					
	01/01/93	Todos os veículos diesel turboalimentados	Emissão nula em qualquer condição de operação do motor <sup>(4)</sup>					
	01/01/96	Todos os veículos diesel turboalimentados	Emissão nula em qualquer condição de operação do motor <sup>(4)</sup>					

1) medição de acordo com as Normas MB-3295 e NBR-10813 (ECE-R-49)

2)  $k = C \cdot \sqrt{G}$ , onde C = concentração carbônica (g/m<sup>3</sup>) e G = fluxo nominal de ar (l/s). Aplicável apenas aos veículos Diesel

3) 0,7 g/kWh para motores com potência até 85 kW e 0,4 g/kWh para motores de potência superior a 85 kW. Aplicável apenas aos veículos Diesel

4) a ser confirmado pelo CONAMA até 31/12/1994.

5) veículos Otto e Diesel

*S. S. S. S. S.*

**TABELA 23 - Fatores Médios de Emissão de Veículos Leves Novos<sup>(1)</sup>**

ANO MODELO	COMBUSTÍVEL	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	CHO (g/km)	EMIÇÃO EVAPORATIVA DE COMBUSTÍVEL g/teste
PRÉ - 80	Gasolina	54	4,7	1,2	0,050	nd
80 - 83	Gasool	33	3,0	1,4	0,050	nd
	Álcool	18,0	1,6	1,0	0,160	nd
84 - 85	Gasool	28	2,4	1,6	0,050	23,0
	Álcool	16,9	1,6	1,2	0,180	10,0
86 - 87	Gasool	22	2,0	1,9	0,040	23,0
	Álcool	16,0	1,6	1,8	0,110	10,0
88	Gasool	18,5	1,7	1,8	0,040	23,0
	Álcool	13,3	1,7	1,4	0,110	10,0
89	Gasool	15,2 (-46%)	1,6 (-33%)	1,6 (0%)	0,040 (-20%)	23,0 (0%)
	Álcool	12,8 (-24%)	1,6 (0%)	1,1 (-8%)	0,110 (-39%)	10,0 (0%)
90	Gasool	13,3 (-53%)	1,4 (-42%)	1,4 (-13%)	0,040 (-20%)	2,7 (-88%)
	Álcool	10,8 (-36%)	1,3 (-19%)	1,2 (0%)	0,110 (-39%)	1,8 (-82%)
91	Gasool	11,5 (-59%)	1,3 (-46%)	1,3 (-19%)	0,040 (-20%)	2,7 (-88%)
	Álcool	8,4 (-50%)	1,1 (-31%)	1,0 (-17%)	0,110 (-39%)	1,8 (-82%)
92	Gasool	6,2 (-78%)	0,6 (-75%)	0,6 (-63%)	0,013 (-74%)	2,0 (-91%)
	Álcool	3,6 (-79%)	0,6 (-63%)	0,5 (-58%)	0,035 (-81%)	0,9 (-91%)
93	Gasool	6,3 (-77%)	0,6 (-75%)	0,8 (-50%)	0,022 (-56%)	1,7 (-93%)
	Álcool	4,2 (-75%)	0,7 (-56%)	0,6 (-50%)	0,040 (-78%)	1,1 (-89%)
94	Gasool	6,0 (-79%)	0,6 (-75%)	0,7 (-56%)	0,036 (-28%)	1,6 (-93%)
	Álcool	4,6 (-73%)	0,7 (-56%)	0,7 (-42%)	0,042 (-77%)	0,9 (-91%)

(1) - Médias ponderadas de cada ano-modelo pelo volume da produção

nd - não disponível

(%) - refere-se à variação verificada em relação aos veículos 1985, antes da atuação do PROCONVE.

gasool : 78% + 22% álcool

### **Os Combustíveis e a Emissão de Poluentes**

Um fato de suma importância para o PROCONVE é a especificação dos combustíveis comerciais e de referência para os ensaios de certificação, bem como a constância de suas características fundamentais a longo prazo. No caso do gasool, a proporção de 22% ± 1.0% em volume de álcool adicionado à gasolina foi adotada pelo CONAMA por recomendação do setor energético, visto que era esta a realidade dos últimos anos e não havia perspectiva de alteração. Por isso as montadoras de veículos e os órgãos ambientais vêm conquistando os resultados do PROCONVE, com base nesta especificação. Esta exigência foi ratificada pela Lei Federal 8723 de outubro de 1993.

Neste sentido, a garantia da adição de álcool à gasolina é imprescindível para o melhor controle ambiental, especialmente para os veículos atuais.

A concepção tecnológica do motor e as características de qualidade do combustível utilizado são os fatores principais da emissão de poluentes. Para obter a menor emissão possível, é necessário dispor de tecnologias avançadas de combustão e de dispositivos de controle de emissões, bem como de combustíveis "limpos" (de baixo potencial poluidor). Além disso, a compatibilidade entre o motor e o combustível é fundamental para o pleno aproveitamento dos benefícios que podem ser obtidos, tanto para a redução das emissões, quanto no desempenho, dirigibilidade, consumo de combustível e manutenção mecânica.

A gasolina com 22% de álcool e o álcool hidratado são dois combustíveis de baixo potencial poluidor, viabilizados de forma pioneira no Brasil, e que permitiram que este país em desenvolvimento seguisse os mesmos passos tecnológicos dos EUA, Europa e Japão no controle da poluição veicular, porém em metade do prazo.

A disponibilidade dessa gasolina, no mercado nacional desde o princípio da década de 80, trouxe benefícios para o meio ambiente e para a saúde pública. Dentre eles pode-se citar a redução drástica na emissão de compostos de chumbo para a atmosfera, visto que o álcool é também um antidetonante substituto dos aditivos à base de chumbo. Além disso, a adição de álcool à gasolina trouxe, imediatamente, reduções da ordem de 50% na emissão de monóxido de carbono da frota antiga de veículos, bem como, reduziu a toxicidade dos compostos orgânicos emitidos e o potencial de formação de oxidantes fotoquímicos na atmosfera.

#### ***Fiscalização de Rua da Fumaça Preta em Veículos Diesel em Uso na RMS***

A emissão de fumaça preta, constituída basicamente por minúsculas partículas de carbono (fuligem) embebidas por substâncias oleosas, é agravada pela desregulagem dos motores diesel dos ônibus e caminhões. Este poluente suja o ambiente, deposita-se nas vias respiratórias e irrita as mucosas, havendo indícios de que alguns dos seus compostos tenham características mutagênicas e cancerígenas.

A CETESB, ciente e preocupada com este problema, mantém desde 1976 um programa de fiscalização das emissões de fumaça preta por veículos diesel. Este programa prevê ações, desde inspeções de treinamento e orientação às transportadoras até a aplicação de multas aos veículos em circulação, que apresentarem emissão de fumaça preta acima do padrão nº 2 da escala de Ringelmann, conforme o previsto na legislação vigente.

#### ***Inspeção e Manutenção Periódica do Veículo em Uso Nos Grandes Centros Urbanos***

A redução dos níveis de emissão dos veículos novos é fator fundamental, mas não garante por si só a melhoria da qualidade do ar. É necessário garantir também que os veículos sejam mantidos conforme as recomendações do fabricante. O PROCONVE previa a implantação de programas de inspeção e manutenção de veículos em uso (I/M) nos grandes centros urbanos, o que foi regulamentado em 1993, através da Resolução CONAMA nº 07/93, complementada pela Resolução CONAMA nº 15/94.

Com base nestas legislações, originadas de propostas técnicas elaboradas pela CETESB, criaram-se condições para o estabelecimento do Programa de I/M no Estado de São Paulo, o qual deverá operar a partir de 1996, propiciando os ganhos ambientais que dele se espera.

#### ***Tráfego Urbano e Medidas Não Tecnológicas Para a Redução da Poluição Atmosférica***

A organização do tráfego urbano e a política de transportes afetam enormemente a qualidade do ar nas grandes cidades. O transporte coletivo produz emissões muito menores do que os automóveis, quando estas são calculadas por pessoa-quilômetro transportada. Além disso, o congestionamento ou a redução da velocidade média, aumenta muito a emissão de cada veículo.

A experiência tem demonstrado que não existem fórmulas para a solução destes problemas de grande complexidade, que variam em perfil e severidade, conforme o caso e a Região, de acordo com as suas características específicas. As soluções podem ser muito dispendiosas para a sociedade se as medidas não forem examinadas multidisciplinarmente. Por isso, recomenda-se a integração, especialmente estatutária, dos órgãos de planejamento da cidade, do trânsito, do meio ambiente, de saúde etc., que deve ser articulada a nível nacional, regional e municipal.

A integração entre as instituições que organizam o fluxo de trânsito nas cidades deve ser encarada como o ponto de partida para qualquer planejamento que vise a otimização do sistema, encurtando distâncias, reduzindo o número de viagens, aumentando a velocidade média e, com isto, reduzindo o consumo de energia, a poluição ambiental e melhorando a qualidade de vida na cidade. A concretização destas metas depende, essencialmente, da conscientização da população para exigir e optar pelo transporte coletivo, bem como respeitar as regras de trânsito e evitar congestionamento.

### **6.3 Operação Inverno**

Motivada pelas condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes, a CETESB desenvolve todos os anos a chamada Operação Inverno: conjunto de ações preventivas que visam proteger a saúde da comunidade contra agravos causados por episódios de poluição do ar. A Operação Inverno dura de 1º de Maio a 31 de Agosto e abrange não somente ações sobre as indústrias como também sobre os veículos automotores e as chamadas fontes não convencionais (queima de resíduos ao ar livre, obras civis, áreas de solo exposto, etc.). No que tange às ações relacionadas com a indústria, a CETESB requer medidas complementares de controle que vão desde o uso de óleos combustíveis com teores reduzidos de enxofre, até a redução da atividade produtiva em caso de episódio crítico. Quanto aos veículos automotores, várias campanhas educativas são desencadeadas pela CETESB no período, buscando conscientizar a população da importância dos veículos no contexto global da poluição e solicitando que se restrinja seu uso nas áreas mais afetadas.

Entre as principais campanhas voltadas ao controle da poluição veicular, podemos citar as conscientização e orientação de frotistas ou usuários que operam em grandes entrepostos, tais como o CEAGESP, além do incentivo à regulagem dos motores Diesel através de material educativo, distribuído em pedágios ou veiculado na mídia pelos fabricantes de veículos e auto-peças. Podemos ainda, citar ações voltadas à intensificação de fiscalização da emissão veicular, realizada pela CETESB ou em conjunto com a Polícia Militar, e à adoção de medidas não tecnológicas de controle do tipo reescalonamento/flexibilização dos horários de trabalho, restrição de horários de estacionamento e de carga/descarga, restrição à circulação de veículos particulares e o incentivo ao uso do transporte público.

Fontes de poluição como ruas não pavimentadas, obras civis, serviços públicos, queima de resíduos, têm-se mostrado bastante influentes na deterioração da qualidade do ar, principalmente nos períodos de prolongada estiagem. Para o controle destas fontes, a CETESB faz o levantamento de todas as atividades com estas características, procura seus responsáveis legais e exige medidas mitigadoras para evitar situações que propiciem a poluição do ar.

## **ANEXO 1**

### **ENDEREÇOS DAS ESTAÇÕES DAS REDES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR**



A CETESB a partir de 1994, adotou nos seus projetos de controle da poluição ambiental desenvolvidos no Estado de São Paulo, as Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos, UGRHIs, como a base física-territorial para planejamento e gestão. Definida basicamente para os aspectos de recursos hídricos e saneamento ambiental, a divisão por UGRHI está sendo também utilizada como base para consolidação dos dados para as informações ambientais obtidas nos diferentes programas de avaliação de qualidade ambiental.

**Relação de Códigos e Nomes das UGRHI - Inciso II DE 36.787 de 18/05/93 e DE 38.455 de 21/03/94.**

CÓDIGO	NOME	NÚMERO DE MUNICÍPIOS
01	Mantiqueira	3
02	Paraíba do Sul	33
03	Litoral Norte	4
04	Pardo	22
05	Piracicaba, Capivari e Jundiaí	57
06	Alto Tietê	34
07	Baixada Santista	9
08	Sapucaí/Grande	22
09	Mogi-Guaçu	37
10	Sorocaba/Médio Tietê	32
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul	23
12	Baixo Pardo/Grande	12
13	Tietê/Jacaré	32
14	Alto Paranapanema	34
15	Turvo/Grande	61
16	Tietê/Batalha	33
17	Médio Paranapanema	39
18	São José dos Dourados	24
19	Baixo Tietê	40
20	Aguapei	31
21	Peixe	24
22	Pontal do Paranapanema	20

## ESTAÇÕES DA REDE TELEMÉTRICA

NÚMERO	NOME	ENDEREÇO	UGRHI
01	Parque D. Pedro II	Parque D. Pedro II, 319 - Centro - São Paulo	6
02	Santana	Parque de Material Aeronáutico Av. Santos Dumont, 1019 - Santana - São Paulo	6
03	Moóca	Administração Regional da Moóca e Centro Educacional e Esportivo Municipal Rua Bresser, 2341 - Moóca - São Paulo	6
04	Cambuci	IV COMAR (Comando Aéreo Regional) Av. D. Pedro I, 100 - Cambuci - São Paulo	6
05	Ibirapuera	Parque Ibirapuera, 1985 (setor 25) Próximo à Av. IV Centenário - Ibirapuera - São Paulo	6
06	Nossa Senhora do Ó	Escola Estadual de 1º Grau da Vila Portuguesa Rua Capitão José Aranha do Amaral, 80 Nossa Senhora do Ó - São Paulo	6
07	São Caetano do Sul	Rua Aurélio s/n (em frente ao 144) - Bairro da Fundação São Caetano do Sul - São Paulo	6
08	Congonhas	Escola Municipal "Prof. J. C. da Silva Borges" Al. dos Tupiniquins, 1571 - Congonhas - São Paulo	6
09	Lapa	Unidade de Depósito e Oficina "AR-LA" Av. Embaixador Macedo Soares, 7995 - Lapa - São Paulo	6
10	Cerqueira César	Faculdade de Saúde Pública - USP Av. Dr Arnaldo, 725 - Cerqueira César - São Paulo	6
11	Penha	Escola Estadual de 2º Grau "Prof. Gabriel Ortiz" Av. Amador Bueno da Veiga, 2932 - Penha - São Paulo	6
12	Centro	Esquina da Av. São Luiz com a Rua da Consolação - Centro - São Paulo	6
13	Guarulhos	E. E. de 1º Grau do Bairro de São Roque Parque CECAP - Guarulhos - São Paulo	6
14	Santo André - Centro	Parque Municipal Duque de Caxias Rua das Caneleiras, 101-C - Santo André - São Paulo	6
15	Diadema	Prefeitura Municipal de Diadema Rua Benjamin Constant, 3 - Diadema - São Paulo	6
16	Santo Amaro	Centro Educacional e Esportivo Municipal "Joerg Bruder" Av. Padre José Maria, 355 - Santo Amaro - São Paulo	6
17	Osasco	Praça 31 de Março, 104 - Osasco - São Paulo	6
18	Santo André - Capuava	Posto de Puericultura do Alto de Capuava Rua Manágua, 02 - Santo André - São Paulo	6
19	São Bernardo do Campo - Vila Paulicéia	Rua Cásper Libero, 340 - São Bernardo do Campo - São Paulo	6
20	Taboão da Serra	Praça Nicola Vivilechio, 99 - Taboão da Serra - São Paulo	6
21	São Miguel Paulista	Escola de Educação Infantil de Vila Pedroso Rua Diego Calado, 166 - São Miguel Paulista - São Paulo	6
22	Mauá	Escola Estadual de 1º e 2º Grau "Prof. Terezinha Sartori" Rua Vitorino Del'Antonia, 150 - Mauá - São Paulo	6
23	Cubatão - Vila Nova	Esquina da Av. Martins Fontes c/ Av. N. S. da Lapa Vila Nova - Cubatão	7
24	Cubatão - Centro	Centro Social Urbano de Cubatão Rua Salgado Filho, 121 - Cubatão	7
25	Cubatão - Vila Parisi	Rua Prefeito Armando Cunha, 70 - Vila Parisi - Cubatão	7

## ESTAÇÕES DA REDE MANUAL NA GRANDE SÃO PAULO

ESTAÇÃO	ENDEREÇO	UGRHI
Aclimação	Superintendência de Controle de Endemias Rua Tamandaré, 649 - Aclimação	6
Campos Elíseos	Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Av. Rio Branco, 1210 - Campos Elíseos	6
Moema	Centro de Transmissores do Aeroporto de Congonhas Av. dos Imarés, 111 - Moema	6
Praça da República	Praça da República, próximo ao Parque Infantil - Centro	6
Tatuapé	Biblioteca Infantil "Hans Cristian Andersen" Av. Celso Garcia, 4142 - Tatuapé	6
Pinheiros - CETESB	Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 - Pinheiros	6
Mogi das Cruzes	Rua Prof. Leonor O. Mello, 201 - Mogi das Cruzes	6

## ESTAÇÕES DA REDE DE AMOSTRADORES DE GRANDES VOLUMES

ESTAÇÃO	ENDEREÇO	UGRHI
Parque D. Pedro II	Parque D. Pedro II, 319 - Centro	6
Parque Ibirapuera	Parque Ibirapuera, 1985 (setor 25)	6
São Caetano do Sul	Rua Aurélia s/nº (em frente ao nº 144)	6
Penha	E. E. 2º Grau "Prof. Gabriel Ortiz" Av. Amador Bueno da Veiga, 2932 - Penha	6
Santo Amaro	Centro Educacional e Esportivo Municipal "Joerg Bruder" Rua Padre José Maria, 355 - Santo Amaro	6
Osasco	Praça 31 de Março, 104 - Osasco	6
Santo André - Capuava	Posto de Puericultura do Alto de Capuava Rua Manágua, 2 - Santo André	6
S. Bernardo do Campo - Vila Paulicéia	Escola Municipal de Vila Paulicéia Rua Casper Libero, 340 - São Bernardo do Campo	6
Pinheiros - CETESB	Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 - Pinheiros	6
Cubatão Centro	Centro Social Urbano de Cubatão Rua Salgado Filho, 121 - Cubatão	7
Cubatão - Vila Parisi	Rua Prefeito Armando Cunha, 70 Cubatão	7

## ESTAÇÕES DA REDE MANUAL NO INTERIOR DO ESTADO

ESTAÇÃO	ENDEREÇO	UGRHI
Taubaté	Praça Mons. Silva Barros - Taubaté	2
São José dos Campos	Parque Santos Dumont - São José dos Campos	2
Sorocaba	Praça do Canhão - Sorocaba	10
Itú	Praça D. Pedro I	10
Votorantim	Praça Padre Luiz Trentini - Votorantim	10
Americana	Praça Comendador Miller - Americana	5
Araras	Parque Fábio da Silva Prado - Araras	9
Campinas	Largo do Pará - Campinas	5
Jundiaí	Praça da Bandeira (ao lado da rodoviária) - Jundiaí	5
Limeira	Praça do Poder Legislativo - Limeira	5
Mogi Guaçu	Rua Raul P. Harris - Mogi Guaçu	9
Paulínia	Praça 28 de Fevereiro - Paulínia	5
Araraquara	Rua São Paulo - Araraquara	13
São Carlos	Praça dos Voluntários - São Carlos	13
Ribeirão Preto	Praça 9 de Julho - Ribeirão Preto	4
Franca	Av. Champanhat - Franca	8
Santos	Praça Cel. Fernando Prestes - Santos	7

## **ANEXO 2**

### **DADOS DE QUALIDADE DO AR**



TABELA A - Poeira em Suspensão - Rede Automática (Monitor Beta) - Partículas Inaláveis ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	1990						1991						1992						1993						1994					
		2ª MAX DIÁRIA		MÉDIAS		1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIAS		1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIAS		1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIAS		1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIAS		1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIAS					
		ARITM	GEOM	ARITM	GEOM					ARITM	GEOM			ARITM	GEOM			ARITM	GEOM			ARITM	GEOM			ARITM	GEOM	ARITM	GEOM		
6	Parque D. Pedro II	310	277	79	64	187	179	70	59	173	165	49	39	206	175	67	60	296	294	89	70	296	294	89	70	296	294	89	70		
	Santana	270	252	76	70	190	183	73	67	159	156	72	68	163	148	65	61	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	Moóca	174	161	73	66	176	153	39	29	189	184	74	68	228	198	92	86	242	240	68	55	242	240	68	55	242	240	68	55		
	Cambuci	150	148	42	36	184	178	53	43	140	140	48	43	169	146	48	42	400	312	65	49	400	312	65	49	400	312	65	49		
	Parque Ibirapuera	157	150	61	54	173	168	57	48	158	136	58	54	172	170	69	64	217	174	61	52	217	174	61	52	217	174	61	52		
	N. Senhora do Ó	354	289	120	114	463	432	144	121	182	175	87	81	185	184	63	55	324	279	88	73	324	279	88	73	324	279	88	73		
	São Caetano do Sul	196	195	73	64	264	220	82	73	160	155	58	52	175	169	62	54	219	188	68	59	219	188	68	59	219	188	68	59		
	Congonhas	423	264	74	62	215	193	107	98	187	155	61	53	169	153	56	48	207	194	60	48	207	194	60	48	207	194	60	48		
	Lapa	234	228	95	84	257	233	107	98	201	184	92	86	185	176	90	86	201	181	65	53	201	181	65	53	201	181	65	53		
	Cerqueira César	314	232	62	56	183	181	62	56	167	148	53	48	157	149	51	45	189*	118*	51*	45*	189*	118*	51*	45*	189*	118*	51*	45*		
	Penha	319	293	90	81	296	291	101	89	286	218	78	71	282	277	93	85	522	363	114	97	522	363	114	97	522	363	114	97		
	Guarulhos	409	193	50	40	286	260	66	52	168	160	41	33	233	226	70	59	353	263	114	97	353	263	114	97	353	263	114	97		
	Diadema	166	125	34	26	199	194	67	54	177	176	56	50	164	162	60	53	213	180	51	36	213	180	51	36	213	180	51	36		
	Sto. André - Centro	296	215	52	40	224	197	72	59	233	223	66	57	174	170	63	54	207	195	59	44	207	195	59	44	207	195	59	44		
	Santo Amaro	165	159	74	68	235	195	76	62	152	142	64	59	181	178	90	85	257	241	93	82	257	241	93	82	257	241	93	82		
	Osasco	386	174	44	35	196	185	76	71	134	128	62	59	152	146	76	72	208	181	80	68	208	181	80	68	208	181	80	68		
Sto. André-Capuava	350	206	49	40	219	211	64	54	199	185	56	51	215	201	67	60	310	278	81	66	310	278	81	66	310	278	81	66			
SBC - Vila Paulicéia	215	192	60	55	209	199	75	66	150	148	47	40	211	210	77	66	289	280	93	80	289	280	93	80	289	280	93	80			
Taboão da Serra	390	213	55	42	206	194	55	42	224	202	45	36	196	181	43	33	200	177	52	40	200	177	52	40	200	177	52	40			
S. Miguel Paulista	113	100	24	14	142	114	21	11	90	82	21	13	217	154	40	30	138*	91*	20*	15*	138*	91*	20*	15*	138*	91*	20*	15*			
Mauá																															
7	Cubatão-Vila Nova	143	121	43	37	150	126	46	41	132	120	60	54	149	131	55	51	176	140	55	49	176	140	55	49	176	140	55	49		
	Cubatão - Centro	200	197	58	50	304	223	67	59	243	184	60	55	283	238	47	41	46*	35*	18*	17*	46*	35*	18*	17*	46*	35*	18*	17*		
	Cubatão-Vila Parisi	438	255	90	78	603	460	147	126	252	226	94	81	329	294	129	118	789	424	190	177	789	424	190	177	789	424	190	177		

\* Não atende ao critério de representatividade.

TABELA B - Partículas Inaláveis ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Rede Automática (Monitor Beta) - 1994

UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL	N	ULTRAPASSAGENS DO PADRÃO DE QUALIDADE DO AR (24 HORAS)				1º MÁXIMA DIÁRIA	2º MÁXIMA DIÁRIA
				PQAR	AT	AL	EM		
6	Parque D. Pedro II Santana	89	288	45	4	0	0	296	294
	Moóca	--	--	--	--	--	--	--	--
	Cambuci	68	321	21	0	0	0	242	240
	Parque Ibirapuera	103	295	34	1	0	0	259	248
	Nossa Senhora do Ó	65	314	24	3	0	0	400	312
	São Caetano do Sul	61	233	7	0	0	0	217	174
	Congonhas	88	304	36	4	0	0	324	279
	Lapa	68	244	11	0	0	0	219	188
	Cerqueira César	60	304	9	0	0	0	207	194
	Penha*	65	298	7	0	0	0	201	181
	Guarulhos	51	171	1	0	0	0	189	118
	Santo André - Centro	114	297	65	9	0	1	522	363
	Diadema	67	280	17	2	0	0	353	263
	Santo Amaro	51	212	7	0	0	0	213	180
	Osasco	59	273	13	0	0	0	207	195
	Santo André - Capuava	93	304	34	1	0	0	257	241
	S. B. C. - V. Paulicéia	80	316	8	0	0	0	208	181
Taboão da Serra	81	285	35	7	0	0	310	278	
São Miguel Paulista	93	275	43	3	0	0	289	280	
Mauá*	52	224	4	0	0	0	200	177	
		20	79	0	0	0	138	91	
7	Cubatão - Vila Nova	55	284	1	0	0	0	176	140
	Cubatão - Centro*	18	17	0	0	0	0	46	35
	Cubatão - Vila Parisi	190	301	199	51	2	1	789	424

PQAR - Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT - Atenção

AL - Alerta

EM - Emergência

N - Número de dias monitorados

\* Não atende ao critério de representatividade.

TABELA C - Dióxido de Enxofre ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Rede Automática

UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO														
		1990			1991			1992			1993			1994		
		1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.
6	Parque D. Pedro II Santana	79	76	24	80	69	18	78	74	22	98	96	29	88	87	20
	Moóca	--	--	--	--	--	--	114*	40*	16*	50	49	16	--	--	--
	Cambuci	78	63	16	143	131	17	91	77	15	81	76	21	77	67	14
	Parque Ibirapuera	86	78	30	86	80	33	67*	64*	28*	123	110	35	85	73	22
	N. Senhora do Ó	52	42	12	66	54	12	32	30	8	57	53	12	48	34	8
	São Caetano do Sul	64	63	12	62	56	13	72*	51*	7*	26	24	8	27	26	7
	Congonhas	72	67	30	67	62	15	66	59	13	86	82	14	43	38	8
	Lapa	74	73	23	80	80	28	78*	77*	32*	91	82	34	70	66	21
	Cerqueira César	118	117	39	114	109	30	78	67	25	95	92	29	86	83	23
	Penha	77	66	23	109	97	22	50	48	19	74	64	18	80	59	12
	Praça do Correló (1)	39	38	9	58	53	12	61	38	11	57	55	11	12*	11*	3*
	Centro (2)	76	72	19	42	34	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Guarulhos	--	--	--	62	46	17	86	66	22	68	65	20	71	64	12
	Sto. André - Centro	88	81	28	177	80	26	61	54	20	89	82	22	63	58	17
	Diadema	48	44	16	66	61	13	114	80	14	74	68	15	28	27	8
	Santo Amaro	48	44	11	64	61	15	66	53	13	61	51	16	39	39	11
	Osasco	61	60	18	72	42	16	54	40	16	71	62	22	53	51	17
Sto. André-Capuava	49	49	18	77	53	18	50	48	15	70	59	15	38	34	11	
S. B. C. - Vila Paulicéia	107	81	10	34	26	6	30	26	5	45	44	10	48*	37*	12*	
Taboão da Serra	52	52	16	80	66	14	62	56	15	82	56	16	80	69	8	
S. Miguel Paulista	83	81	19	42	37	8	86	78	19	85	76	24	71*	64*	19*	
Mauá	40	32	16	37	35	8	114	50	7	68	62	10	88*	82*	26*	
		103	43	9	45	21	5	22	21	4	82	68	8	--	--	
7	Cubatão - Vila Nova	52	42	10	59	54	11	29	29	5	78	62	10	27	23	2
	Cubatão - Centro	68	65	18	80	78	15	38*	32*	7*	29	25	6	43*	30*	7*
	Cubatão - Vila Parisi	70	69	15	120	120	10	177	154	29	155	136	18	106	68	12

(1) Fim de operação em 04/11/91

(2) Início de operação em 18/11/91

\* Não atendem ao critério de representatividade.

**TABELA D - Monóxido de Carbono (ppm) - Rede Automática - UGRHI 6**

ESTAÇÃO	Ultrapassagens do Padrão (Números de Dias)										1ª Máxima - 8h					2ª Máxima - 8h				
	PQAR (8h)					Nível de Atenção (8h)														
	1990	1991	1992	1993	1994	1990	1991	1992	1993	1994	1990	1991	1992	1993	1994	1990	1991	1992	1993	1994
Praça do Correio (1)	172	17	--	--	--	2	0	--	--	--	19,5	12,2	--	--	--	15,2	11,4	--	--	--
Centro (2)	--	0	0	27	34	--	0	0	3	5	--	7,6*	8,7	22,8	27,8	--	6,5*	8,4	17,3	18,3
Parque D. Pedro II	--	3*	2*	--	12	--	0*	0*	--	2	--	10,4*	11,2*	--	17,5	--	9,6*	9,1*	--	15,9
Moóca	--	3*	--	--	0*	--	0*	--	--	0*	--	10,4*	--	--	6,3*	--	9,5*	--	--	6,1*
Congonhas	85	58*	0*	--	50*	1	1*	0*	--	8*	16,1	15,8*	9,0*	--	24,2*	14,7	15,0*	4,0*	--	21,8*
Cerqueira César	64	66*	78	43	44	11	8*	1	0	1	23,7	19,8*	15,7	14,6	21,7	20,7	17,9*	14,7	12,8	13,4

PQAR - Padrão de Qualidade do Ar

(1) Fim de operação em 04/11/91.

(2) Início de operação em 18/11/91.

\* Não atendem ao critério de representatividade.

**TABELA E - Ozônio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Rede Automática**

UGRHI	ESTAÇÃO	Ultrapassagens do Padrão										1ª Máxima - 1h					2ª Máxima - 1h				
		PQAR (Número de horas)					Nível de Atenção (Dias)														
		1990	1991	1992	1993	1994	1990	1991	1992	1993	1994	1990	1991	1992	1993	1994	1990	1991	1992	1993	1994
6	Parque D. Pedro II	28	18	9	1*	10*	12	6	0	0*	1*	335	380	185	410*	240*	303	326	179	128*	229*
	Moóca	76	39	20	56	29*	42	23	2	7	4*	517	476	224	523	309*	486	464	218	346	280*
	Congonhas	16	8	14	19	2*	6	3	4	5	0*	315	236	272	233	173*	312	230	236	220	168*
	Lapa	37	36	0	25*	21	14	18	0	6*	2	415	380	--	242*	237	362	368	--	227*	223
7	Cubatão-Vila Nova	5	0*	1*	--	0*	2	0*	1*	--	0*	240	138*	248*	--	141*	238	118*	96*	--	139*
	Cubatão - Centro	12	9	7*	2*	0*	3	3	2*	0*	0*	231	296	266*	181*	66*	222	254	242*	175*	65*

PQAR - Padrão de Qualidade do Ar

\* Não atendem ao critério de representatividade.

**TABELA F - Óxidos de Nitrogênio (ppb) - Rede Automática - UGRHI 6**

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL									
	1990		1991		1992		1993		1994	
	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX
Parque D. Pedro II	52	140	47	140	48*	153*	45*	148*	--	--
Moóca	--	--	29*	50*	15*	25*	--	--	--	--
Congonhas	54	197	34*	190*	32*	148*	52*	251*	--	--
Cerqueira César	40	113	44	144	40*	97*	33*	140*	--	--

\* Não atendem ao critério de representatividade.

**TABELA G - Hidrocarbonetos menos Metano - Concentração máxima de 3 h (das 6 as 9h) ppm (como propano).**

SÃO PAULO - PARQUE D. PEDRO II - UGRHI 6													
ANO	MÊS												MÉDIA ARITM. ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1983	0.35	0.52	0.57	0.54	0.62	1.04	1.12	0.97	0.59	0.47	1.02	1.03	0.74
1984	0.81	0.44	0.50	0.63	1.02	0.87	0.99	1.33	0.86	0.86	4.69	0.37	1.11
1985	0.36	0.58	0.75	-	-	-	-	-	1.06	0.85	0.98	2.22	0.97
1986	0.69	0.69	0.56	0.62	0.55	1.00	0.68	0.87	-	1.30	3.32	-	1.03
1987	-	-	-	0.93	1.08	1.13	4.01	1.45	0.43	-	-	-	1.51

CUBATÃO - CENTRO - UGRHI 7													
ANO	MÊS												MÉDIA ARITM. ANUAL
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1982	-	-	-	-	-	0.96	1.63	0.79	0.60	0.57	1.15	1.69	1.06
1983	1.24	1.20	1.04	-	-	0.56	0.74	0.60	0.80	0.66	0.79	2.40	1.00

TABELA H - Rede Manual - Estações pertencentes à UGRHI 6

DIÓXIDO DE ENXOFRE - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO														
	1990			1991			1992			1993			1994		
	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.
Acimação	77	69	38	98	78	40	60	55	33	134	97	42	95	95	41
Campos Elíseos	186	177	78	110	86	54	71	63	42	119	92	52	135	129	52
Moema	192	135	56	99	80	40	64	62	40	105	89	45	97	90	33
Praça da República	115	112	47	94	90	37	70	48	32	104	95	42	117	83	35
Tatuapé	267	252	132	145	140	71	144	138	56	113	79	40	97	91	34
Pinheiros	74	73	27	70	68	27	49	41	25	85	81	30	79	73	30
Mogi das Cruzes	75	66	33	74	65	28	77	60	26	73	69	31	61	59	28

FUMAÇA - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO														
	1990			1991			1992			1993			1994		
	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.
Acimação	166	131	51	171	137	44	137	117	43	205	182	47	174	146	45
Campos Elíseos	248	214	103	273	223	102	214	209	96	275	268	102	287	251	106
Moema	169	153	61	209	178	50	155	130	47	235	234	58	242	173	58
Praça da República	213	185	63	220	130	52	144	123	52	204	194	58	222	211	59
Tatuapé	267	214	76	270	196	68	178	124	56	264	201	66	243	169	59
Pinheiros	227	148	50	314	178	48	188	112	38	198	172	44	208	195	47
Mogi das Cruzes	61	49	19	60	59	20	56	40	15	60	58	17	83	81	23

TABELA I - Dados de Qualidade do Ar da Rede do Interior

		DIÓXIDO DE ENXOFRE - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )														
UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	1990			1991			1992			1993			1994		
		MÉDIA ARIT.	ULTR. PQAR	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	ULTR. PQAR	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	ULTR. PQAR	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	ULTR. PQAR	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	ULTR. PQAR	NUM. AMOST.
2	TAUBATÉ	38	0	58	-	0	32	38	0	53	42	0	53	16	0	31
2	S. J. CAMPOS	58	0	59	56	0	53	38	0	55	55	0	59	16	0	52
4	RIB. PRETO	31	0	37	26	0	58	33	0	59	32	0	59	27	0	60
5	AMERICANA	27	0	18	-	0	34	60	0	48	70	0	59	64	0	53
5	CAMPINAS	25	0	48	-	0	26	53	0	51	46	0	57	52	0	44
5	JUNDIAÍ	31	0	34	-	0	36	48	0	45	70	0	56	69	0	39
5	LIMEIRA	34	0	53	45	0	38	45	0	48	66	0	60	66	0	56
5	PAULÍNIA	26	0	52	-	0	26	53	0	48	59	0	59	55	0	51
7	SANTOS	22	0	53	47	0	53	44	0	56	73	0	55	45	0	55
8	FRANCA	34	0	52	41	0	53	44	0	44	30	0	41	47	0	43
9	ARARAS	22	0	45	29	0	36	36	0	40	37	0	59	45	0	45
9	M. GUAÇU	19	0	21	-	0	16	26	0	50	28	0	56	30	0	45
10	ITÚ	41	0	47	-	0	4	34	0	54	43	0	53	37	0	56
10	SALTO	32	0	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	SOROCABA	49	0	42	-	0	35	65	0	56	92	0	57	88	0	54
10	VOTORANTIM	39	0	42	-	0	33	31	0	56	41	0	56	41	0	59
13	ARARAQUARA	8	0	28	-	0	32	7	0	48	9	0	48	13	0	47
13	S. CARLOS	8	0	27	-	0	41	7	0	48	9	0	50	16	0	42

		FUMAÇA - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )														
UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	1990			1991			1992			1993			1994		
		MÉDIA ARIT.	ULTR. PQAR	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	ULTR. PQAR	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	ULTR. PQAR	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	ULTR. PQAR	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	ULTR. PQAR	NUM. AMOST.
2	TAUBATÉ	17	0	58	-	0	32	17	0	53	21	0	53	26	0	41
2	S. J. CAMPOS	22	0	59	22	0	53	9	0	55	21	0	59	28	0	51
4	RIB. PRETO	41	0	37	46	0	59	58	0	59	59	0	59	46	0	60
5	AMERICANA	13	0	22	-	2	34	32	0	48	34	0	59	36	0	52
5	CAMPINAS	39	0	56	-	0	26	30	0	51	30	0	57	46	1	42
5	JUNDIAÍ	41	0	35	-	1	36	36	0	45	36	0	57	39	0	39
5	LIMEIRA	31	0	56	31	0	38	33	0	48	34	0	60	43	0	56
5	PAULÍNIA	25	0	56	-	0	26	29	0	48	24	0	59	28	0	52
7	SANTOS	23	0	57	32	0	57	30	0	56	33	0	60	27	0	55
8	FRANCA	42	0	51	52	0	53	43	0	44	59	0	50	46	0	24
9	ARARAS	15	0	49	18	0	36	26	0	40	17	0	59	27	0	44
9	M. GUAÇU	17	0	25	-	0	16	14	0	50	15	0	56	19	0	44
10	ITÚ	22	0	46	-	0	4	13	0	54	26	0	52	30	0	56
10	SALTO	16	0	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	SOROCABA	61	0	42	-	1	35	34	0	56	65	3	57	41	1	54
10	VOTORANTIM	26	0	41	-	0	33	19	0	56	23	0	56	20	0	59
13	ARARAQUARA	21	0	28	-	0	32	17	0	48	14	0	47	14	0	47
13	S. CARLOS	20	0	26	-	0	41	21	0	48	20	0	49	16	0	43

**TABELA J - Partículas Totais em Suspensão - Amostrador de Grandes Volumes  
(uma amostra de 24 horas a cada seis dias) - µg/m³**

UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	1990				1991				1992				1993				1994			
		NUM. AMOST.	MÉDIA GEOM. ANUAL	1ª MAX. DIÁRIA	2ª MAX. DIÁRIA	NUM. AMOST.	MÉDIA GEOM. ANUAL	1ª MAX. DIÁRIA	2ª MAX. DIÁRIA	NUM. AMOST.	MÉDIA GEOM. ANUAL	1ª MAX. DIÁRIA	2ª MAX. DIÁRIA	NUM. AMOST.	MÉDIA GEOM. ANUAL	1ª MAX. DIÁRIA	2ª MAX. DIÁRIA	NUM. AMOST.	MÉDIA GEOM. ANUAL	1ª MAX. DIÁRIA	2ª MAX. DIÁRIA
6	Parque D. Pedro II	60	181	637	468	57	115	305	291	58	130	298	287	58	120	393	288	58	125	363	336
	Parque Ibirapuera	60	72	252	192	59	69	253	213	58	65	223	169	58	69	232	216	56	82	311	292
	São Caetano do Sul	60	117	265	251	46	167	593	550	55	80	202	158	57	76	206	202	53	95	389	337
	Penha	58	75	205	196	55	69	273	242	57	68	220	165	59	74	278	229	54	64	290	207
	Santo Amaro	60	98	338	295	56	82	304	293	55	86	237	177	60	91	303	238	57	80	275	274
	Osasco	60	123	283	268	56	111	299	254	57	105	276	230	58	105	280	226	56	121	370	312
	Sfo. André-Capuava	59	82	194	185	58	75	225	210	57	65	156	152	59	74	207	178	59	65	199	179
	SBC-Vila Paulicéia	60	88	330	217	54	91	306	258	60	89	332	233	59	86	309	264	55	88	327	307
	Pinheiros	59	75	202	171	58	69	229	200	57	67	213	175	58	75	241	227	54	66	254	250
	7	Cubatão - Centro	60	85	217	162	51	82	484	304	58	77	451	166	59	80	255	194	53	70	210
Cubatão-Vila Parisi		60	198	453	425	57	201	508	479	57	168	420	374	58	202	555	453	58	184	399	379

**TABELA K - Partículas Totais em Suspensão - Amostrador de Grandes Volumes**  
(uma amostra de 24 horas a cada seis dias)

UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	ULTRAPASSAGENS DO PADRÃO DE QUALIDADE DO AR - (24 horas)																																
		1990						1991						1992						1993						1994								
		N	PNQA	AT	AL	EM		N	PNQA	AT	AL	EM		N	PNQA	AT	AL	EM		N	PNQA	AT	AL	EM		N	PNQA	AT	AL	EM				
6	Parque D. Pedro II	60	19	5	1	0	57	3	0	0	0	58	5	0	0	58	4	1	0	0	0	58	4	1	0	0	0	58	5	0	0	0		
	Parque Ibirapuera	60	1	0	0	0	59	1	0	0	0	58	0	0	0	58	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	56	5	0	0	0		
	São Caetano do Sul	60	3	0	0	0	46	18	8	0	0	55	0	0	0	57	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	53	5	1	0	0	0		
	Penha	58	0	0	0	0	55	2	0	0	0	57	0	0	0	59	1	0	0	0	0	54	1	0	0	0	54	1	0	0	0	0		
	Santo Amaro	60	2	0	0	0	56	2	0	0	0	55	0	0	0	60	1	0	0	0	0	57	1	0	0	0	57	4	0	0	0	0		
	Osasco	60	3	0	0	0	56	2	0	0	0	57	1	0	0	58	1	0	0	0	0	56	1	0	0	0	56	6	0	0	0	0	0	
	Sto. André-Capuava	59	0	0	0	0	58	0	0	0	0	57	0	0	0	59	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	
	SBC-Vila Paulicéia	60	1	0	0	0	54	4	0	0	0	60	1	0	0	59	2	0	0	0	0	55	2	0	0	0	55	5	0	0	0	0	0	
	Pinheiros	59	0	0	0	0	58	0	0	0	0	57	0	0	0	58	1	0	0	0	0	54	1	0	0	0	54	2	0	0	0	0	0	0
	7	Cubatão - Centro	60	0	0	0	0	51	2	0	0	0	58	1	1	0	59	1	0	0	0	0	53	0	0	0	0	53	0	0	0	0	0	0
Cubatão - Vila Parisi		60	21	5	0	0	57	21	6	0	0	57	23	1	0	58	23	6	0	0	58	23	6	0	0	58	25	3	0	0	0	0		

PNQA - Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT - Atenção

AL - Alerta

EM - Emergência

N - Número de amostras

TABELA L - Rede Manual - 1994 - Estações pertencentes à UGRHI 6

	ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	ULTRAPASSAGENS DOS PADRÕES			
						PQAR	AT	AL	EM
S O 2	Aclimação	59	95	95	41	0	0	0	0
	Campos Elíseos	59	135	129	52	0	0	0	0
	Moema	53	97	90	33	0	0	0	0
	Praça da República	58	117	83	35	0	0	0	0
	Tatuapé	59	97	91	34	0	0	0	0
	Pinheiros	58	79	73	30	0	0	0	0
	Mogi das Cruzes	58	61	59	28	0	0	0	0
F U M A Ç A	Aclimação	59	174	146	45	1	0	0	0
	Campos Elíseos	58	287	251	106	11	2	0	0
	Moema	53	242	173	58	6	0	0	0
	Praça da República	58	222	211	59	2	0	0	0
	Tatuapé	59	243	169	59	6	0	0	0
	Pinheiros	58	208	195	47	3	0	0	0
	Mogi das Cruzes	58	83	81	23	0	0	0	0

Unidade :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PQAR : Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT : Atenção

AL : Alerta

EM : Emergência

**TABELA M - Dados de Qualidade do Ar da Rede do Interior - 1994**  
**Dióxido de Enxofre**

UGRHI	ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	1ª MAX	2ª MAX	ULTRAPASSAGENS DOS PADRÕES			
						PQAR	AT	AL	EM
2	S. J. CAMPOS	52	16	44	38	0	0	0	0
2	TAUBATÉ	31	16	32	32	0	0	0	0
4	R. PRETO	60	27	62	46	0	0	0	0
5	AMERICANA	53	64	158	136	0	0	0	0
5	CAMPINAS	44	52	101	99	0	0	0	0
5	JUNDIAÍ	39	69	180	161	0	0	0	0
5	LIMEIRA	56	66	195	189	0	0	0	0
5	PAULÍNIA	51	55	123	122	0	0	0	0
7	SANTOS	55	45	91	86	0	0	0	0
8	FRANCA	43	47	216	132	0	0	0	0
9	ARARAS	45	35	81	72	0	0	0	0
9	M. GUAÇU	45	30	97	61	0	0	0	0
10	ITÚ	56	37	64	59	0	0	0	0
10	SOROCABA	54	88	231	151	0	0	0	0
10	VOTORANTIM	59	41	70	68	0	0	0	0
13	ARARAQUARA	47	13	64	57	0	0	0	0
13	S. CARLOS	42	16	82	56	0	0	0	0

Unidade :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PQAR : Padrão Nacional de Qualidade do Ar.

AT : Atenção

AL : Alerta

EM : Emergência

**TABELA N - Dados de Qualidade do Ar da Rede do Interior - 1994**  
**Fumaça**

UGRHI	ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	1ª MAX	2ª MAX	ULTRAPASSAGENS DOS PADRÕES			
						PQAR	AT	AL	EM
2	S. J. CAMPOS	51	28	124	121	0	0	0	0
2	TAUBATÉ	41	26	93	90	0	0	0	0
4	R. PRETO	60	46	117	104	0	0	0	0
5	AMERICANA	52	36	139	112	0	0	0	0
5	CAMPINAS	42	46	295	95	1	1	0	0
5	JUNDIAÍ	39	39	123	120	0	0	0	0
5	LIMEIRA	56	43	141	139	0	0	0	0
5	PAULÍNIA	52	28	77	77	0	0	0	0
7	SANTOS	55	27	84	63	0	0	0	0
8	FRANCA	24	46	101	97	0	0	0	0
9	ARARAS	44	27	80	68	0	0	0	0
9	M. GUAÇU	44	19	73	67	0	0	0	0
10	ITÚ	56	30	109	98	0	0	0	0
10	SOROCABA	54	41	160	139	1	0	0	0
10	VOTORANTIM	59	20	76	62	0	0	0	0
13	ARARAQUARA	47	14	70	44	0	0	0	0
13	S. CARLOS	43	16	52	49	0	0	0	0

Unidade :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PQAR : Padrão Nacional de Qualidade do Ar.

AT : Atenção

AL : Alerta

EM : Emergência

## **ANEXO 3**

### **DADOS METEOROLÓGICOS**



TABELA A - Frequência Mensal dos Sistemas Frontais que passaram sobre São Paulo - 1990 à 1994.

MÊS	ANO				
	1990	1991	1992	1993	1994
JANEIRO	3	5	3	4	5
FEVEREIRO	2	3	5	4	5
MARÇO	3	4	4	3	4
ABRIL	4	6	5	5	3
MAIO	2	3	5	5	4
JUNHO	4	3	2	5	6
JULHO	5	4	6	5	6
AGOSTO	4	2	7	3	5
SETEMBRO	4	6	4	4	4
OUTUBRO	4	5	6	5	4
NOVEMBRO	6	4	4	4	6
DEZEMBRO	7	4	7	6	5
TOTAL	48	49	58	53	57

TABELA B - Dados Pluviométricos - 1994

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE SÃO PAULO (Mirante de Santana) - ESTADO DE SÃO PAULO												
LAT.: 23° 30'S      LOG.: 46° 37'S      ALT.: 792,059m      ANO: 1994												
DIA	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0,0	1,8	0,3	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	2,4	24,8	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0
3	0,0	0,0	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
4	1,2	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,5	0,0	0,6	0,0	22,8
6	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	22,3
7	0,0	9,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	91,0
8	7,1	4,0	6,1	0,7	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	21,7	61,2	0,0	2,6	0,0	6,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	16,0	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	15,2	106,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
12	0,0	3,5	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
13	0,0	23,3	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
14	14,8	0,5	0,0	9,8	4,7	0,0	0,0	0,0	falha	3,6	12,4	0,0
15	0,0	5,7	0,0	0,3	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	3,6	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
17	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	2,7	0,0	0,0
18	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,7	3,1	25,0
19	14,6	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1	21,2
20	7,8	0,0	32,3	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,1
21	5,4	0,0	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	19,9	0,0	0,0
22	32,4	0,0	4,2	40,2	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	10,0
23	4,0	3,0	0,0	16,8	0,0	5,0	9,7	0,0	0,0	1,3	0,0	53,8
24	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,0	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
25	12,6	15,6	0,8	0,0	1,5	4,5	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0
26	2,0	11,0	14,0	2,4	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0	25,0	9,4	0,0
27	5,3	0,0	9,2	0,0	24,0	0,0	0,0	0,0	0,9	42,9	0,0	0,0
28	19,4	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,4	6,1	14,8	25,6
29	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	36,2	0,0
30	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	3,0
31	13,2	0,0	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	17,6
TOTAL	231,9	170,8	252,3	99,9	40,7	31,9	26,1	3,1	1,3	126,8	122,8	311,1
FREQ.	20	15	17	12	8	7	4	5	2	12	10	16

TOTAL ANUAL : 1418,7 mm  
 FREQ. ANUAL : 128 dias  
 FONTE : 7° DISME/INMET

**TABELA C - Precipitação Mensal e Frequência de dias de Chuva da Estação Mirante de Santana - 1990 à 1994 (Normal de 1961 à 1990).**

MÊS	ANO										
	1961 A 1990	1990		1991		1992		1993		1994	
	mm	mm	dias	mm	dias	mm	dias	mm	dias	mm	dias
JANEIRO	238,7	280,7	18	270,7	15	203,3	17	248,7	17	231,9	20
FEVEREIRO	217,4	152,8	14	358,0	15	184,0	15	265,6	22	170,8	15
MARÇO	159,8	228,8	18	451,3	26	273,7	19	92,5	16	252,3	17
ABRIL	75,8	76,7	5	178,4	14	58,3	9	118,4	8	99,9	12
MAIO	73,6	60,8	8	34,2	7	71,4	9	101,2	11	40,7	8
JUNHO	56,7	39,2	4	85,8	9	18,6	3	57,5	10	31,9	7
JULHO	44,1	121,0	16	26,2	4	39,1	7	15,2	5	26,1	4
AGOSTO	38,9	49,6	9	39,3	4	25,8	6	52,1	5	3,1	5
SETEMBRO	80,5	95,1	8	65,6	7	180,6	17	206,7	15	1,3	2
OUTUBRO	123,6	117,6	14	153,9	10	177,5	14	148,5	13	126,8	12
NOVEMBRO	145,8	76,0	14	48,0	9	213,8	16	96,2	10	122,8	10
DEZEMBRO	200,9	124,7	12	220,6	19	201,0	12	180,3	20	311,1	16
TOTAL	1455,8	1423,0	140	1932,0	139	1647,1	144	1582,9	152	1418,7	128
TOTAL DO PERÍODO CRÍTICO	213,3	270,6	37	185,5	24	154,9	25	226,0	31	101,8	24

**TABELA D - Frequência de inversões térmicas, por faixa, nos anos de 1990 a 1994.**  
**Aeroporto de Congonhas - São Paulo**

ALTURA (m)	0 - 200					201 - 400					401 - 600					> 600					TOTAL						
	MES	ANO	90	91	92	93	94	90	91	92	93	94	90	91	92	93	94	90	91	92	93	94	90	91	92	93	94
JANEIRO		1			3		8	5	1	6	3	3	4	5	5	5	8	7	13	1	11	11	20*	24	7*	25	22*
FEVEREIRO		1		1	1	2	9	5	2	6	12	11	11	8	1	6	3	13	16	9	6		33*	30	12*	19	17*
MARÇO		4	2		3	1	11	6	11	8	3	5	5	3	3	9	3	6	11	4	8	10	26*	32	18	28	17*
ABRIL		2	8	3	4	3	11	11	6	13	7	5	5	2	7	6	3	12	20	22	11	15	30*	41	38	34	28*
MAIO		9	8	6	7	6	8	8	11	11	15	2	2	3	3	6	3	35	32	19	27	8	54	51	39	51	32
JUNHO		10	10	16	12	13	8	10	5	8	6	9	4	4	2	4		25	25	18	25	25	52	49	41	49	44*
JULHO		10	10	7	14	15	14	2	9	7	5	4	4	5	4	3	3	27	32	18	21	20	55	49	38	45	43*
AGOSTO		5	15	4	21	10	11	8	9	10	8	3	3	6	4	5	3	20	9	21	13	27	39	38	38	49	48
SETEMBRO		6	7	1	7	5	6	11	7	7	13	3	8	8	8	5	2	22	21	20	14	20	37*	47	36	33	40
OUTUBRO		2		2	1	1	10	8	5	10	9	8	6	6	7	9	7	15	21	18	22	13	35	35*	32	42	30
NOVEMBRO				1			8		10	3	6	7			8	5	5	13		12	11	17	28	*	31	19	28
DEZEMBRO		1					7		4		5	5			7		21		27		20	34	*	38	*	29	
TOTAL		50	62	40	73	56	111	74	80	89	92	66	50	59	63	44	216	200	189	169	186	443*	386*	368*	394	378	

\*OBS :  
 JANEIRO/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 08, 09 E 25.  
 FEVEREIRO/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 11, 15 E 24.  
 MARÇO/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 20 E 30.  
 ABRIL/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 01 A 31.  
 SETEMBRO/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 01 A 07.  
 OUTUBRO/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 20 A 28.  
 NOVEMBRO/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 16 A 29.  
 DEZEMBRO/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 22 E 24.  
 JANEIRO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 01 A 31.  
 FEVEREIRO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 22.  
 MARÇO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 09.  
 ABRIL/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 22.  
 MAIO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 09.  
 JUNHO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 22.  
 JULHO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 09.  
 AGOSTO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 22.  
 SETEMBRO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 11, 15 E 24.  
 OUTUBRO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 20 E 30.  
 NOVEMBRO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 01 A 31.  
 DEZEMBRO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 01 A 07.  
 JANEIRO/92 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 20 A 28.  
 FEVEREIRO/92 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 16 A 29.  
 MARÇO/92 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 22 E 24.  
 ABRIL/92 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 22.  
 MAIO/92 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 09.  
 JUNHO/92 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 22.  
 JULHO/92 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 09.

TABELA E - Velocidade Média do Vento e Porcentagem de Calmaria na Região da Grande São Paulo - 1994.

MES	JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		ABRIL		MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO		OUTUBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO		
	DIA	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)
01	11,1		1,5	10,4	2,2	1,5	24,1	25,6	1,4	28,9	1,5	24,1	25,6	1,4	28,9	1,5	24,1	25,6	1,4	28,9	1,5	24,1	25,6	1,4	28,9
02	25,0		1,8	2,7	2,1	2,0	40,4	35,1	1,3	35,4	1,7	40,4	35,1	1,3	35,4	1,7	40,4	35,1	1,3	35,4	1,7	40,4	35,1	1,3	35,4
03	1,1		1,7	6,1	2,7	1,6	29,4	7,9	1,6	16,2	1,9	29,4	7,9	1,6	16,2	1,9	29,4	7,9	1,6	16,2	1,9	29,4	7,9	1,6	16,2
04	2,1		1,8	6,7	2,5	1,9	33,0	7,1	1,6	19,7	2,2	33,0	7,1	1,6	19,7	2,2	33,0	7,1	1,6	19,7	2,2	33,0	7,1	1,6	19,7
05	1,1		1,7	10,4	2,4	1,6	22,2	4,6	1,8	0,4	2,4	22,2	4,6	1,8	0,4	2,4	22,2	4,6	1,8	0,4	2,4	22,2	4,6	1,8	0,4
06	8,3		2,4	25,6	2,5	1,8	16,5	10,6	2,1	13,8	2,2	16,5	10,6	2,1	13,8	2,2	16,5	10,6	2,1	13,8	2,2	16,5	10,6	2,1	13,8
07	3,4		2,4	0,4	2,4	3,4	6,0	1,7	28,9	1,3	28,9	1,3	18,8	2,5	5,4	2,1	38,8	1,4	3,2	2,7	1,3	2,1	1,3	2,1	
08	13,6		2,3	3,3	2,4	2,4	25,5	3,3	2,4	25,5	1,5	8,1	1,9	2,1	6,2	2,0	7,3	2,5	3,5	2,4	8,3	1,9	6,5	2,9	
09	0,4		2,7	2,9	2,3	2,3	2,9	2,9	2,5	31,0	1,4	5,6	0,0	2,6	22,4	1,4	0,8	3,1	4,2	1,9	9,3	1,9	0,0	2,7	
10	0,0		3,0	2,7	1,1	1,9	1,9	2,7	2,2	26,1	1,3	1,9	2,2	2,6	15,0	1,5	1,9	2,8	1,5	2,5	0,5	2,7	5,0	2,0	
11	3,1		1,9	21,0	1,5	1,9	1,9	21,0	1,6	7,5	2,0	1,9	11,5	2,0	0,4	2,9	0,8	0,0	2,5	0,0	16,1	2,4	21,7	1,7	
12	2,3		2,5	20,0	1,5	1,6	20,0	20,0	1,6	17,1	1,5	33,6	11	22,2	1,9	2,4	4,7	1,4	0,5	2,7	9,2	1,8	29,0	1,7	
13	2,5		1,9	5,4	1,3	1,9	5,4	5,4	2,0	15,8	1,4	36,7	1,3	14,8	5,9	1,9	16,0	1,5	3,2	1,8	10,4	1,7	19,0	1,8	
14	12,3		1,4	4,6	1,9	2,0	12,1	4,6	2,0	12,1	1,3	37,2	1,2	40,3	2,2	1,2	17,4	2,0	14,8	2,4	11,0	1,6	19,5	1,7	
15	12,9		2,0	0,5	1,9	1,9	0,5	1,8	3,8	1,8	10,4	1,5	4,6	1,2	31,4	1,3	29,9	2,3	2,2	2,5	7,5	2,0	14,9	1,5	
16	2,1		2,5	17,1	0,0	2,2	17,1	17,1	2,1	8,3	1,4	5,9	1,0	39,4	1,7	2,5	8,0	2,7	2,2	2,0	10,4	2,1	9,6	1,8	
17	17,4		1,8	3,2	1,9	1,9	3,2	3,2	2,2	31,9	1,6	26,2	1,0	40,3	1,8	1,7	0,8	2,3	1,8	18,5	1,7	25,2	1,6	2,4	
18	5,8		1,8	1,9	1,8	1,7	1,9	1,9	1,9	19,2	1,2	29,7	1,3	48,1	3,3	2,4	0,9	2,6	7,2	2,1	7,9	1,7	1,6	3,0	
19	7,9		1,7	14,5	3,4	1,6	14,5	14,5	1,7	18,0	1,5	36,3	1,4	42,5	2,9	1,7	1,0	2,4	11,1	2,1	2,5	2,8	5,8	2,6	
20	12,9		1,9	13,8	2,1	2,1	13,8	13,8	2,1	39,1	1,4	6,8	1,9	27,8	falha	falha	11,6	1,6	25,8	2,6	2,5	3,3	7,5	2,2	
21	19,4		1,8	6,9	2,0	2,0	6,9	6,9	2,0	35,5	1,0	10,1	2,5	30,6	27,1	1,6	32,0	1,6	5,4	1,7	3,3	2,8	3,8	2,2	
22	6,4		2,5	18,9	2,2	1,8	18,9	18,9	1,8	14,6	1,6	6,3	2,2	23,0	33,3	1,4	30,6	1,2	2,8	1,9	3,2	2,7	8,1	1,9	
23	1,4		2,5	3,2	2,3	2,3	3,2	3,2	1,8	9,2	1,5	7,6	1,7	1,1	40,5	1,8	27,7	1,6	1,4	1,9	5,7	2,7	7,5	1,6	
24	0,9		2,1	0,0	2,7	1,8	0,0	0,0	2,5	31,1	1,3	6,9	2,1	6,3	0,8	2,3	32,7	1,5	14,2	1,7	3,7	2,9	28,3	2,0	
25	6,7		2,1	0,8	1,8	2,1	0,8	0,8	32,5	1,6	7,4	2,1	2,9	1,8	2,7	2,0	30,3	1,5	7,1	1,9	1,9	2,3	12,5	1,8	
26	0,4		2,9	12,5	2,7	1,9	12,5	12,5	1,4	22,1	1,3	0,0	2,5	42,9	14,4	1,4	11,4	1,9	10,0	1,7	15,3	1,9	14,6	1,7	
27	6,0		2,0	31,6	2,1	2,7	31,6	31,6	1,2	21,3	1,5	23,4	1,6	39,9	2,7	1,9	0,0	3,3	19,2	1,4	16,1	1,8	12,2	1,9	
28	21,8		1,7	29,4	3,4	2,6	29,4	29,4	1,2	29,0	1,3	41,6	1,3	45,3	2,7	2,1	0,0	2,7	9,2	1,7	15,7	1,6	22,6	1,6	
29	21,8		1,5	3,3	5,8	1,9	3,3	3,3	2,1	33,0	1,8	27,3	1,9	41,3	3,5	2,0	0,0	2,7	2,3	2,9	21,8	2,0	0,0	1,8	
30	17,4		1,6	4,2	1,7	1,7	4,2	4,2	2,2	1,2	2,0	13,5	1,5	43,5	2,2	1,2	1,9	0,0	3,5	2,9	6,6	2,6	17,9	1,9	
31	14,5		1,2	6,8	1,6	2,0	6,8	6,8	2,0	31,2	1,1	19,5	1,2	19,5	31,2	1,1	1,9	1,9	1,9	2,3	2,6	11,9	2,2	2,2	
MED	8,5		2,1	9,5	2,1	1,6	18,9	24,7	1,7	15,0	1,9	19,3	1,6	24,7	15,0	1,9	12,4	2,1	8,9	2,2	8,9	2,2	12,1	2,0	

**TABELA F - Distribuição mensal do número de dias favoráveis e desfavoráveis a dispersão dos poluentes na atmosfera, na Região de São Paulo e Cubatão - 1990 à 1994.**

MÊS \ ANO	FAVORÁVEIS					DESFAVORÁVEIS				
	90	91	92	93	94	90	91	92	93	94
JANEIRO	31	31	31	31	31					
FEVEREIRO	28	28	29	28	28					
MARÇO	31	31	31	31	31					
ABRIL	24	30	30	26	28	6			4	2
MAIO	23	23	27	23	27	8	8	4	8	4
JUNHO	18	19	14	15	20	12	11	16	15	10
JULHO	22	11	22	17	17	9	20	9	14	14
AGOSTO	19	15	25	18	17	12	16	6	13	14
SETEMBRO	22	21	28	27	17	8	9	2	3	13
OUTUBRO	31	31	31	31	31					
NOVEMBRO	30	30	30	30	30					
DEZEMBRO	31	31	31	31	31					

**TABELA G - Porcentagem de dias favoráveis e desfavoráveis à dispersão de poluentes - Maio à Agosto.**

CONDIÇÕES	ANOS				
	1990	1991	1992	1993	1994
FAVORÁVEIS	66,7	55,3	71,5	59,3	65,9
DESFAVORÁVEIS	33,3	44,7	28,5	40,7	34,1



## **ANEXO 4**

### **LEGISLAÇÃO**



## 1. Legislação Federal

- Lei nº 6.938/1981 e seu decreto regulamentador nº 88.821/1983: define as regras gerais para políticas ambientais, para o sistema de licenciamento e cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que tem a responsabilidade de estabelecer padrões e métodos ambientais.
- Portaria nº 231/1976 - Ministério do Interior estabelece os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar para material particulado, dióxido de enxofre, monóxido de carbono e oxidantes. Os padrões de emissão serão propostos pelos Estados.
- Portaria nº 100/1980 - Ministério do Interior: estabelece os limites de emissão para fumaça preta para veículos movidos a diesel. O limite de emissão a altitudes acima de 500m , o Ringelmann nº 3 (60%). Abaixo de 500 m e para frotas com circulação restrita à área urbana em qualquer altitude, o limite é o Ringelmann nº 2 (40%).
- Resolução 507/1976 - Ministério da Justiça: estabelece os limites de emissão do cárter para os novos veículos a gasolina.
- Resolução CONAMA nº 018/86, de 06.05.86, que estabelece os limites máximos de emissão para motores e veículos novos, bem como as regras e exigências para o licenciamento para fabricação de uma configuração de veículo ou motor e para a verificação da conformidade da produção.
- Resolução CONAMA nº 003/90 de 28/06/90, na qual o IBAMA estabelece os padrões primários e secundários de qualidade do ar e ainda os critérios para episódios agudos de poluição do ar.
- Resolução CONAMA nº 008/90 de 06/12/90, que estabelece limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão externa em fontes novas fixas com potências nominais até 70 MW e superiores.
- Portaria IBAMA nº 1937/90, que disciplina o controle de emissão para veículos importados.
- Lei Federal nº 8723 de out/93, que estabelece os critérios básicos, prazos e limites de emissão para veículos novos e convertidos, define o percentual de álcool na gasolina e incentiva o planejamento dos transportes como meio de controle ambiental.
- Resolução CONAMA nº 03/89, que estabelece os métodos de medição e os limites de emissão de aldeídos para veículos leves novos a álcool.
- Resolução CONAMA nº 04/89, que estabelece metas para o desenvolvimento do método de medição da emissão de álcool em veículos.
- Resolução CONAMA nº 06/93, que estabelece a obrigatoriedade dos fabricantes e importadores de veículos disporem de procedimentos e infra-estrutura para a divulgação sistemática das especificações de regulagem e manutenção dos motores e sistemas de controle de poluição.
- Resolução CONAMA nº 07/93, que estabelece os padrões de emissão e procedimentos de inspeção para veículos em uso, bem como os critérios para a implantação dos Programas de I/M.
- Resolução CONAMA nº 08/93, que estabelece novos prazos e limites de emissão para veículos novos (pesados em geral, leves a diesel e importados), bem como recomenda as especificações do óleo diesel comercial necessárias ao controle ambiental.
- Resolução CONAMA nº 16/93, que regulamenta a Lei nº 8723, ratificando as exigências das Resoluções CONAMA emitidas anteriormente sobre o assunto.

## 2. Legislação do Estado de São Paulo

- Lei nº 977 e Decreto nº 8.468, que a regulamenta, ambos de 1976: regulamentam as ações de controle ambiental e padrões, licenças para as novas indústrias, bem como para aquelas já estabelecidas, e as sanções para ações corretivas. Está regulamento mantém os padrões federais de qualidade do ar e acrescenta os seguintes principais requisitos:
  - a) Ringelmann nº 1 é o limite de emissão para fumaça preta emitida por fontes estacionárias;
  - b) Ringelmann nº 2 , o limite de emissão para fumaça preta emitida por veículos a diesel a qualquer altitude em operação normal;
  - c) Os padrões de emissão para material particulado são impostos para Cubatão;
  - d) A melhor tecnologia disponível será adotada quando não houver regulamentação para padrões de emissão;
  - e) Normas para localização, operação e sistema de controle para fontes estacionárias;
  - f) Normas específicas para incineração;
  - g) Queimas ao ar livre estão proibidas;
  - h) Fica estabelecido um plano de Emergência para episódios agudos de poluição do ar.

## **ANEXO 5**

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

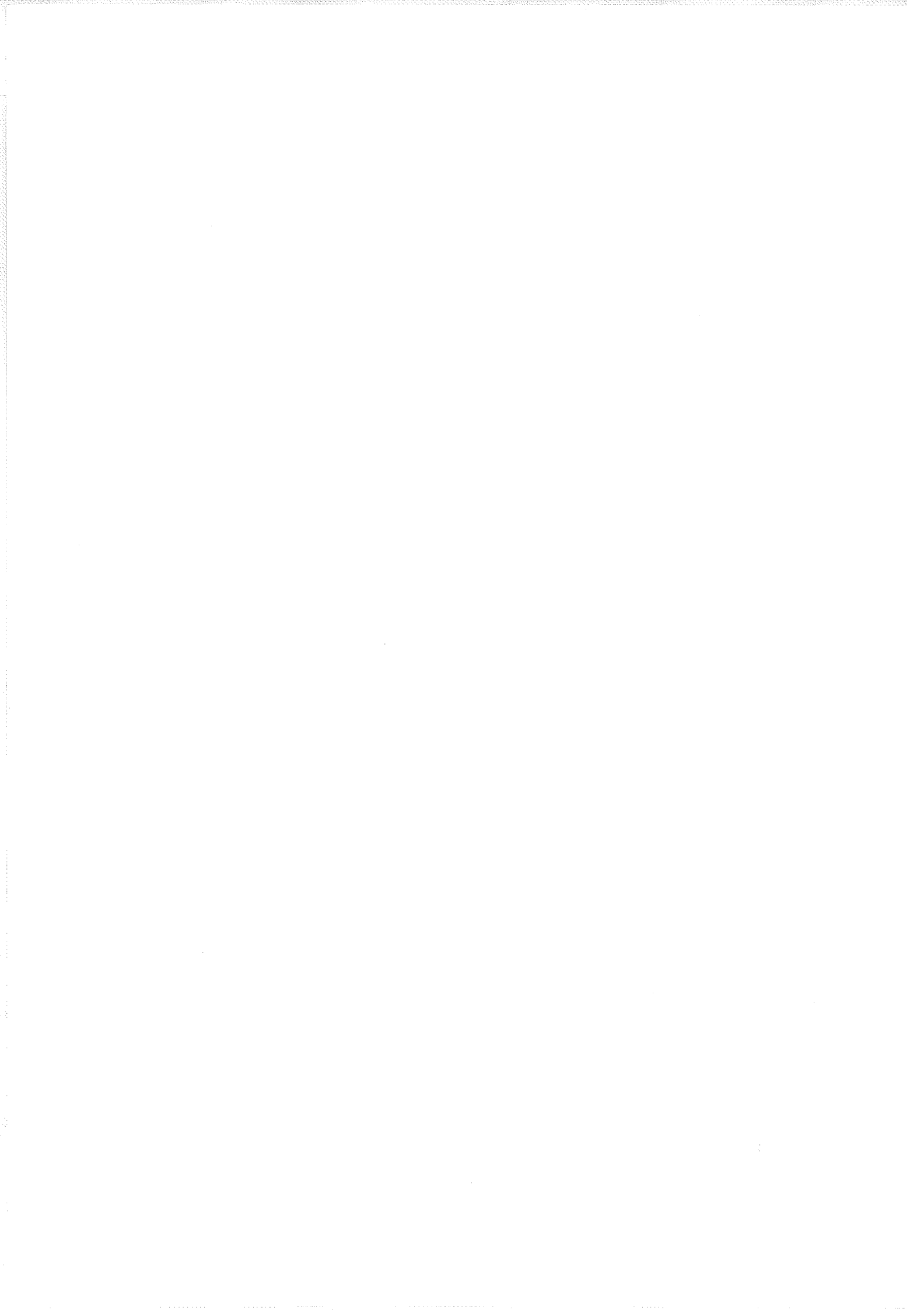


- . ACQUAVIVA, W. et al. *Avaliação da Qualidade do Ar no Interior do Estado de São Paulo : período de 1977 à 1980*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 37º., Belo Horizonte, 1985. Resumos. São Paulo, SBPC, 1985. p. 603
- . ALONSO, C.D. et al. *Mapeamento de fluoretos e óxidos de nitrogênio na atmosfera de Cubatão utilizando-se taxas*. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 37º., Belo Horizonte, 1985. Resumos. São Paulo, SBPC, 1985. p. 603
- . ALONSO, C.D.; ACQUAVIVA, W.; PEREIRA, I. *Levantamento da distribuição do dióxido de enxofre na atmosfera de Cubatão*. São Paulo, CETESB, 1985. (Apres. ao 13º. Congr. Bras. de Eng. San. e Amb. ; Maceió, 1985)
- . ALONSO, C.D. & CORE, J.E. *Modelo receptor : aplicação em amostras de São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1983. 17 p. (Apres. ao 12º. Congr. Bras. de Eng. San. Amb.; Camboriú)
- . ALONSO, C.D.; ROMANO, J.; BARBOSA FILHO, H. *Teores de chumbo nas atmosferas urbanas da grande São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1985. 8 p. (Apres. ao 13º. Congr. Bras. Eng. San. Amb.; Maceió, 1985)
- . ALONSO, C.D.; ROMANO, J.; GODINHO, R.; *Chumbo na atmosfera de São Paulo - uma comparação dos teores encontrados antes e depois da introdução de etanol como combustível*. São Paulo, CETESB, 1991, (Apres. ao 16º Cong. Bras. Eng. San. e Amb.; Goiânia, 1991).
- . ALONSO, C.D.; GODINHO, R. *A evolução da qualidade do ar em Cubatão*. Química Nova, Abril de 1992, Vol. 15 Nº 02.
- . ALONSO, C.D.; MARTINS, M.H.R.B.; ROMANO, J.; GODINHO, R. *Understanding the air pollution problem in São Paulo Metropolitan Area by receptor modeling*. São Paulo, CETESB, 1992, (Apres. ao 9th World Clean Air Congress, Montreal, Canadá, 1992)
- . BRANCO, G.M. *A participação dos veículos automotores na poluição atmosférica*. São Paulo, CETESB, 1985. 22 p.
- . BRANCO, G.M. & SZWARC, A. *Proposta de regulamentação dos limites máximos de emissão de poluentes do ar provenientes de veículos automotores novos dos ciclos otto e diesel*. São Paulo, CETESB, 1.985.
- . CETESB, São Paulo. *Avaliação da qualidade do ar: rede de estações manuais, resumo de dados 1973-81*. São Paulo, 1982.
- . CETESB. *Estudo de origem e formação de oxidantes fotoquímicos em Cubatão*. São Paulo, 1984.
- . CETESB. *Inventário de emissões veiculares para 1983*. São Paulo, 1983.
- . CETESB. *Qualidade do Ar na Região metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1985*. São Paulo, 1986.
- . CETESB. *Qualidade do ar na Região metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1986*. São Paulo, 1987.
- . CETESB. *Qualidade do ar na Região metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1987*. São Paulo, 1988.
- . CETESB. *Qualidade do ar na Região metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1988*. São Paulo, 1989.
- . CETESB. *Qualidade do ar na Região metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1989*. São Paulo, 1990
- . CETESB. *Qualidade do ar no Estado de São Paulo 1990*. São Paulo, 1991
- . CETESB. *Qualidade do ar no Estado de São Paulo 1991*. São Paulo, 1992
- . CETESB. *Qualidade do ar no Estado de São Paulo 1992*. São Paulo, 1993

- . CETESB. *Qualidade do ar no Estado de São Paulo 1993*. São Paulo, 1994
- . DERISIO, J. C. & BRUNI, A. C.; *O dióxido de Enxofre na RMSP entre 1981 e 1990*. in 16º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Goiás, 1991 - volume 2, Tomo IV, pag. 266 - 276.
- . FRUEHALF, G.L.C.; BRUNI, A. C.; *Dispersão Atmosférica : aplicação de dois modelos*; Revista Ambiente, 4, (1): 44-48, 1990.
- . GODINHO, R. et al. *A qualidade do ar na grande São Paulo e Cubatão no período 1981-4 : rede automática*. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 37º., Belo Horizonte, 1985. Resumos. São Paulo, SBPC, 1985. p. 596-7
- . GODINHO, R.; ACQUAVIVA, W.; ROMANO, J. *Ocorrência de aldeídos na atmosfera da grande São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1981. 27 p. (Apres. ao 11º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Fortaleza, 1981)
- . GODINHO, R.; & ALONSO, C.D. *Estudo comparativo entre medições de poeira em suspensão na atmosfera efetuadas pelo método do amostrador de grandes volumes e pelo método de Refletância*. São Paulo, CETESB, 1985. 7 p. (Apres. ao 13º Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Maceió, 1985)
- . GODINHO, R.; ALONSO, C.D. & ACQUAVIVA, W. *Níveis de poluição de material particulado na Região da grande São Paulo e Cubatão em 1984*. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 37., Belo Horizonte, 1985. Resumos. São Paulo, SBPC, 1985. p. 602-3
- . GODINHO, R.; ALONSO, C.D. ; COOPER, J.A. *Estudo de caracterização da grande São Paulo : plano preliminar*. São Paulo, CETESB, 1983. 13 p. (Apres. ao 12º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Camboriú, 1983)
- . GODINHO, R.; ALONSO, C.D.; OLIVEIRA, V.V. *Níveis de material particulado na Região da grande São Paulo em 1983*. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 36º., São Paulo 1984. Resumos. São Paulo, SBPC, 1984. P. 649 - 36ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - 1.983.
- . GODINHO, R. ; OLIVEIRA, V.V. ; ALONSO, C.D. *Estudo comparativo entre medições de poeira em suspensão na atmosfera efetuadas pelo método do amostrador de grandes volumes e pelo método de atenuação de radiações beta*. São Paulo, CETESB, 1985. 11 p. (Apres. ao 13º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Maceió, 1985)
- . LICCO, E.A. *Diretrizes e política para o controle da poluição do ar na Região metropolitana de São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1985.
- . MACHADO, A.G. ; NEGRÃO, C.E.; PORTO, V.C. *Os dois anos de operação da rede automática de amostragem de qualidade do ar na Região da grande São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1983. 26 p. (Apres. ao 12º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. Camboriú, 1983)
- . MACHADO, A.G. ; SALUM, R.J.; PEREIRA, J.A. *O monitor automático de determinação de dióxido de enxofre por coulometria*. São Paulo, CETESB, 1983. 25 p. (Apres. ao 12º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Camboriú, 1983)
- . MILLER, E.A. ; COOPER, J.A. ; FRAZIER, C.A. *Cubatão aerosol source apportionment study : final report*. Oregon, NEA, 1985. 143 p.
- . NOVAES JR., A.V. & CANCEGLIERO, C.L.F. *Emissões atmosféricas das principais fontes localizadas no mun. de Cubatão - São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1985. p. (Apres. ao 13º. Congr. Bras. Eng. San. Amb.; Maceió 1985)
- . OLIVEIRA, G.; LIMA, E.R.; GODINHO, R. *Long term trends of sulfur dioxide in São Paulo Metropolitan área 1973-9*. São Paulo, CETESB, 1980. (Presented in 5. International Clean Air Congress, 1980). In: INTERNATIONAL CLEAN AIR CONGRESS, 5., 1980. Proceedings. São Paulo, CETESB, 1980.

- . OLIVEIRA, S.D.; BRUNI, A.C.; SAGULA, M.A.L.A. *Análise do fluxo do vento visando o transporte de poluentes na Região da Grande São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1983. 21 p. (Apres. do 12º. Congr. Bras. Eng. San. Amb.; Camboriú, 1983)
- . OLIVEIRA, S.D. & SAGULA, M.A.L.A. *Um Estudo teórico e observacional do fluxo do vento em Cubatão*. São Paulo, CETESB, 1985. (Apres. do 13º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Maceió, 1985)
- . OLIVEIRA, S.D. & SAGULA, M.A.L.A. *Episódio agudo de poluição do ar em Cubatão entre os dias 10 e 11 de agosto de 1984*. São Paulo, CETESB, 1984.
- . OLIVEIRA, V.V. et. al. *Estudo de dióxido de enxofre na atmosfera em Capuava - Santo André*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 37ª., Belo Horizonte, 1985. Resumos. São Paulo, SBPC, 1985. p. 607-8
- . OLIVEIRA, V.V. ; JESUS, A.J. ; MENDES, C.A. *Episódios agudos de poluição do ar em Cubatão: maio - dez. 1984*. São Paulo, CETESB, 1985. 21 p. (Apres. do 13º. Congr. Bras. Eng. San. Amb.; Maceió, 1985)
- . OLIVEIRA, V.V.; MACHADO, A.G. ; ANZAI, Y. *Rede automática de amostragem de poluentes atmosféricos instalada na Região da grande São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1979. (Apres. do 10º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Manaus, 1979)
- . PARREIRA, J.R.; ANAZIA, R.; SAGULA, M.A.L.A.; *Um método objetivo de caracterização da estabilidade atmosférica: validação e análise de resposta do modelo*. in VI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1.990 - Vol. II, pp 720-724.
- . ROMANO, J.; GODINHO, R.; ALONSO, C.D.; MARTINS, M.H.R.B.; *Ethanol induced changes in the atmospheric lead in São Paulo Metropolitan Area-Brazil*. São Paulo, CETESB, 1.992.( Apres. ao 9th World Clean Air Congress; Montreal, Canadá, 1992).
- . SAGULA M.A.L.A.; PARREIRA, J.R.; ANAZIA, R.; BRUNI, A.C.; *Caracterização das Inversões Térmicas na Região Metropolitana de São Paulo*, in 15º Congresso Brasileiro de Eng. San. Amb., Belém, 1.989 - Vol. 2 Tomo IV, pp 113-125.
- . SAGULA M.A.L.A.; PARREIRA, J.R.; ANAZIA, R.; BRUNI, A.C.; *Correlações entre inversões térmicas e material particulado em São Paulo*. in 16º Congresso Bras. Eng. San. Amb., Goiânia, 1.991 - Vol 2, Tomo IV - pp 261-265.
- . WALSH, M.P. *Motor vehicle air pollution in Brazil*. São Paulo, CETESB, 1984.







Governo do Estado de São Paulo

