

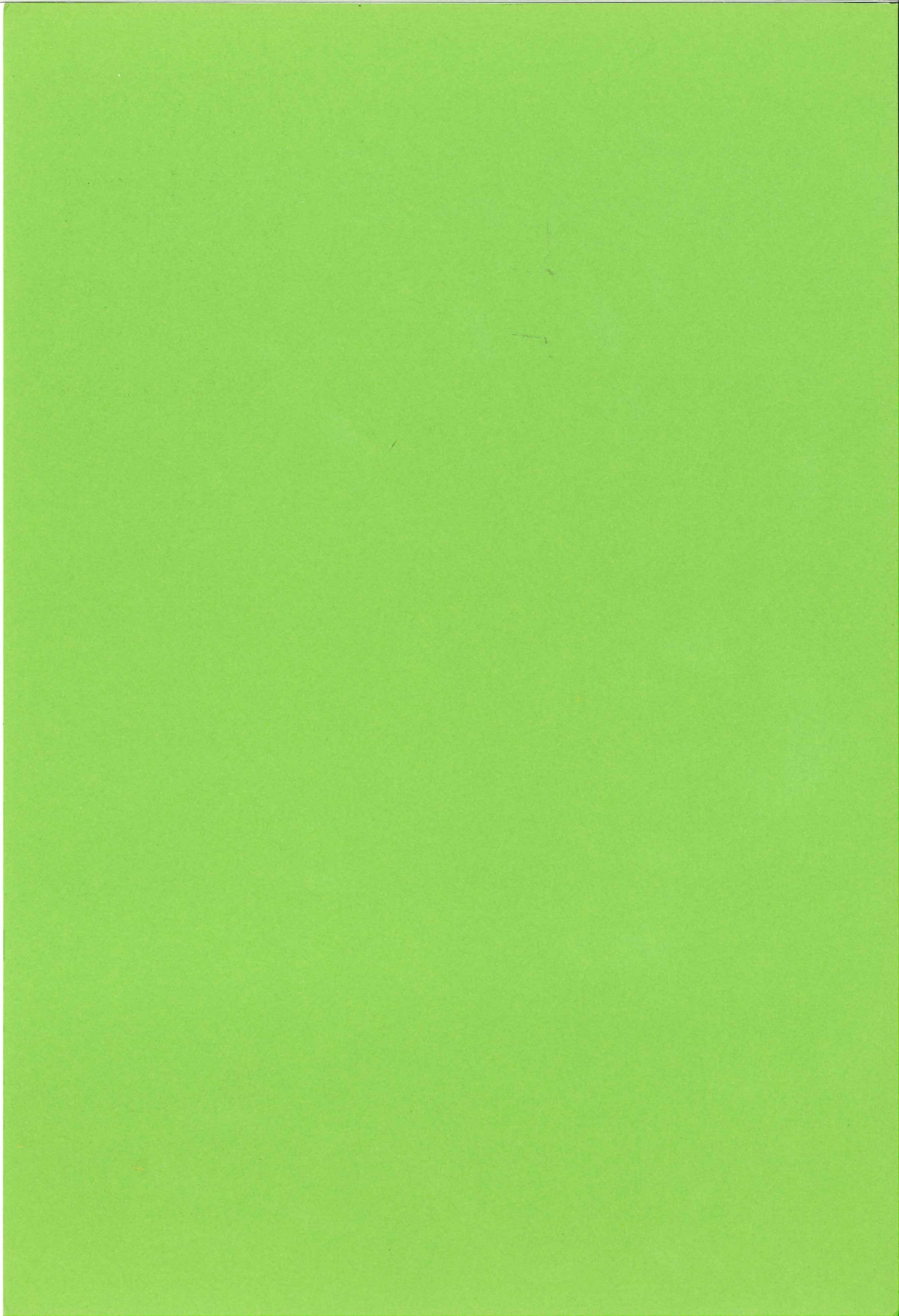
Série  
**Relatórios**  
julho/92

# Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo - 1991



CETESB Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Governo do Estado de São Paulo  
Secretaria do Meio Ambiente



**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**Luiz Antonio Fleury Filho**  
*Governador*

**SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE**  
**Édis Milaré**  
*Secretário*

**CETESB**  
**Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**  
**Walter Lazzarini**  
*Diretor-Presidente*

**Antonio Martins de Albuquerque**  
*Diretor de Normas e Padrões Ambientais*

**Carlos Pedro Jens**  
*Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia*

**Lineu Rodrigues Alonso**  
*Diretor de Controle da Poluição de Regiões Metropolitanas*

**Luiz Antonio Ercolin**  
*Diretor de Treinamento e Transferência de Tecnologia*

**Ricardo Augusto Grecco Teixeira**  
*Diretor Administrativo e Financeiro*

**Walter Godoy dos Santos**  
*Diretor de Controle da Poluição do Interior*

Impresso em julho de 1992

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

**RELATÓRIO DE QUALIDADE DO AR  
NO ESTADO DE SÃO PAULO  
1991**

SÃO PAULO  
1992

**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 1991 - São Paulo: CETESB, 1992. 127 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)

O presente volume foi recolhido à Biblioteca Nacional, em cumprimento à legislação do Depósito Legal.

**RELATÓRIO DE QUALIDADE DO AR  
NO ESTADO DE SÃO PAULO  
1991**

## **Edição**

### **Coordenação Geral:**

*Eng.º Carlos Augusto Scheffel*

### **Coordenação Técnica:**

*Quim. Roberto Godinho*

### **Texto:**

*Quim. Roberto Godinho*

*Quim. Cláudio Darwin Alonso*

*Est. Antônio de Castro Bruni*

*Eng.º Gabriel Murgel Branco*

*Eng.º Eduardo Antônio Licco*

*Eng.º Alfred Szwarc*

*Geog. Maria Angélica Lopes de Almeida Sagula*

*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

Regionais da CETESB

Departamento de Controle de Regiões Metropolitanas

Departamento de Apoio de Regiões Metropolitanas

### **Processamento de Dados:**

Setor de Interpretação de Dados

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

*Eng.º Eloisa Brasil de Moraes Mathias*

*Tec. Samuel Lemos Correia*

*Est. Antônio de Castro Bruni*

### **Colaboração:**

Departamento de Informática

Divisão de Sistemas

Divisão de Produção

Divisão de Microinformática

### **Produção Editorial, Fotolitos e Impressão**

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

## **APRESENTAÇÃO**

Consciente do papel relevante da informação no processo de melhoria e preservação da qualidade ambiental, a CETESB, como vem fazendo há 7 anos, coloca mais uma vez à disposição da comunidade este relatório anual de qualidade do ar no Estado de São Paulo com dados obtidos até 1991.

Trata-se da consolidação de todos os dados de qualidade do ar obtidos através do Sistema de Avaliação de Qualidade do Ar da CETESB que diariamente são levados a público através da imprensa e também de outros dados importantes sobre a problemática da poluição do ar nas áreas prioritárias do Estado de São Paulo.

Esperamos que as informações reunidas neste relatório permitam fazer o acompanhamento da evolução da qualidade do ar ao longo do tempo, de maneira que se possa julgar os efeitos das ações corretivas e preventivas e identificar prioridades de ação no controle da poluição do ar.

Eng. Antonio Martins de Albuquerque  
*Diretor Normas e Padrões Ambientais*



## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
----------------------	----------

<b>2. O ESTADO DE SÃO PAULO</b>	<b>2</b>
---------------------------------	----------

2.1. Região Metropolitana de São Paulo - RMSP	2
---	---

2.2. Área de Cubatão	10
----------------------	----

<b>3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR</b>	<b>15</b>
--	-----------

3.1. Parâmetros de Qualidade do Ar	15
------------------------------------	----

3.2. Padrões de Qualidade do Ar	20
---------------------------------	----

3.3. Índice de Qualidade do Ar	27
--------------------------------	----

3.4. Redes de Amostragem	31
--------------------------	----

<b>4. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO</b>	<b>36</b>
--	-----------

4.1. Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão	36
--	----

4.2. Outras Áreas do Estado de São Paulo	66
--	----

<b>5. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA</b>	<b>71</b>
--	-----------

<b>6. PLANO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR</b>	<b>78</b>
---	-----------

6.1. Fontes Estacionárias	78
---------------------------	----

6.2. Fontes Móveis	81
--------------------	----

6.3. Operação Inverno	88
-----------------------	----

<b>ANEXO 1- ENDEREÇOS DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO 2 - DADOS DE QUALIDADE DO AR</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO 3 - LEGISLAÇÃO</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO 4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>123</b>

## 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 se caracteriza pela existência de problemas isolados e por cidades que pelo seu porte já merecem um tipo de atenção especial que as diferencia 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 da qualidade do ar que leve em conta, além do objetivo do acompanhamento da qualidade do ar 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 um acompanhamento da qualidade do ar a longo prazo.

As necessidades de acompanhamento da qualidade do ar, diferenciadas regionalmente conforme anteriormente mencionado, 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 da qualidade do ar, 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**

#### **2.1.1. 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 o 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.

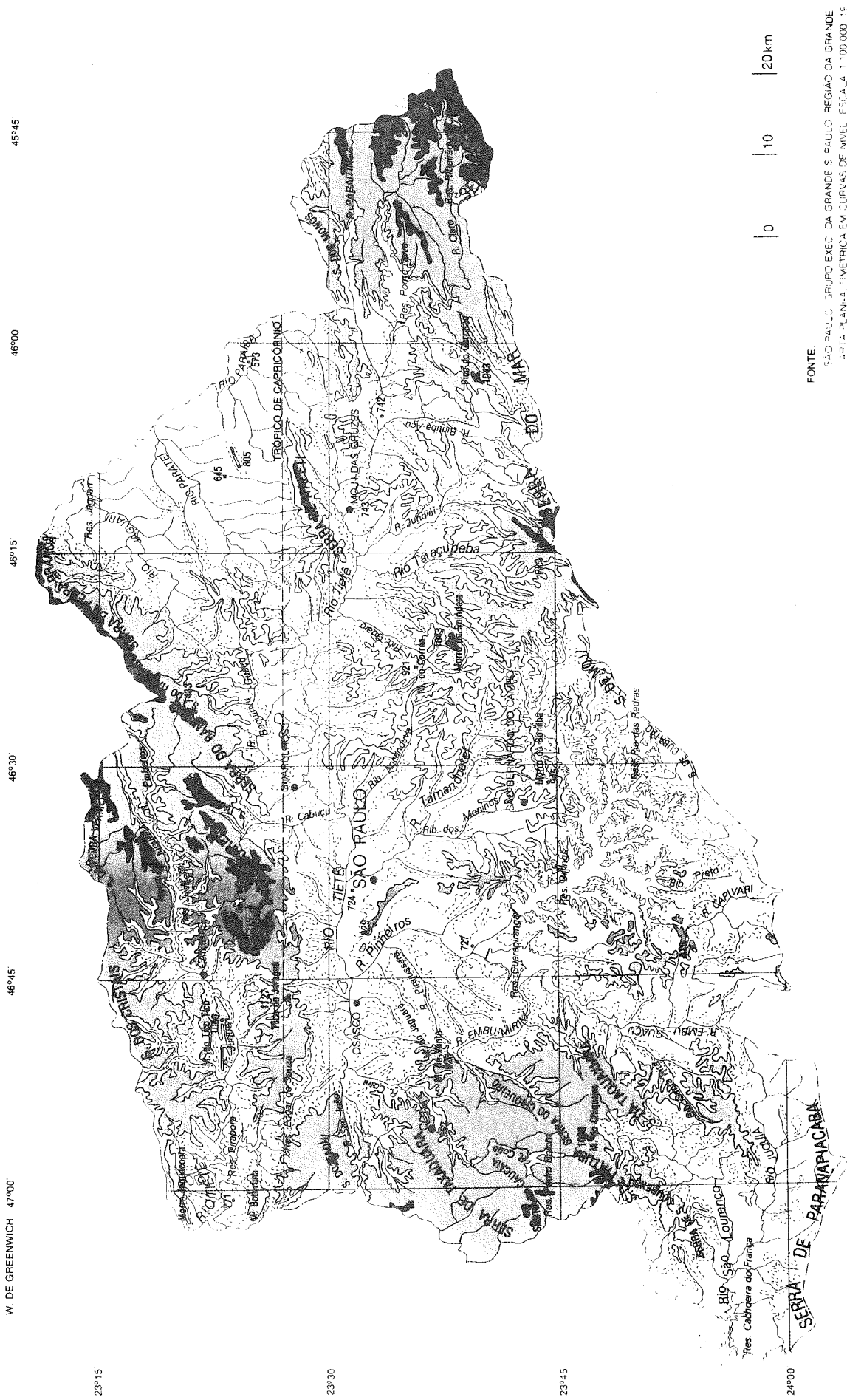
Toda essa complexidade topográfica associada à proximidade do oceano e a intensa urbanização da área, influenciam muito o padrão da circulação atmosférica criando situações peculiares na Região.

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

#### **2.1.2. Condições Climáticas**

O clima na RMSP pode ser resumido como seco no inverno e úmido no verão. De setembro a abril, a área é dominada por um vento úmido do sul e ocorrência frequente de sistemas frontais, resultando em precipitações e nuvens de baixa altitude, com pouca radiação solar. Durante o inverno, formações de alta pressão no Oceano Atlântico leste dirigem-se para o norte, produzindo ventos fracos provenientes da costa, forte inversão térmica de subsidência e céu claro. A precipitação pluviométrica torna-se muito menos frequente e os problemas de poluição aumentam. Estes fenômenos são consequência do deslocamento do anticiclone polar frio para São Paulo, o que empurra o anticiclone subtropical marítimo, o vento passa a soprar de Nordeste e, finalmente, de Noroeste, com a chegada da frente fria.

FIG. 1 : REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO - RMSP



Após a passagem do anticiclone, a direção do vento muda para Sudoeste e para Sudeste, à medida que a frente fria avança para Nordeste de São Paulo, devido ao domínio do anticiclone polar frio. Este ciclo se repete à medida em que o anticiclone polar frio, já em baixas latitudes, degenera no anticiclone subtropical marítimo.

Ao longo dos anos, foram observadas algumas mudanças na temperatura, na umidade e na visibilidade, bem como mudanças na radiação, nebulosidade, precipitação e no nevoeiro. Apesar do decréscimo da radiação solar causado pela poluição atmosférica, as temperaturas observadas em São Paulo são geralmente mais elevadas do que as áreas rurais circunvizinhas. As temperaturas nesta região variam aproximadamente entre 8°C (média das mínimas) durante o inverno, a 30°C (média das máximas) durante o verão. A brisa marítima e as circulações entre a região plana e a montanha produzem forte variação diurna no campo do vento nos baixos níveis. Essas circulações diurnas são mais fortes durante os meses de verão, quando a incidência solar é mais intensa e de maior duração.

Como um primeiro passo, nas descrições da área metropolitana, o campo de vento diurno (média vetorial) resultante dos ventos de superfície foi calculado a partir dos dados obtidos a cada hora, através de um grande número de estações. Os ventos resultantes foram usados primeiramente para examinar os padrões de circulação diurna de São Paulo, onde foram construídas as hodógrafas do vento e as linhas de corrente para vários locais. Os resultados mostraram uma grande variação no campo do vento médio entre o dia e a noite. O fluxo do vento é predominantemente para Sudeste (Fig. 2).

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

O inventário de fontes de emissão para a RMSP foi realizado com o auxílio de dados obtidos das informações das atividades das fontes existentes para o ano-referência de 1985, os fatores de emissão foram obtidos no Compilation of Emission Factors da EPA - Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) e, em alguns casos, obtidos de ensaios das próprias fontes, como foi o caso dos veículos leves.

Um resumo deste inventário é mostrado na Tabela 1 e a contribuição relativa de cada classe de fonte é apresentada na 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.

A Figura 3 mostra a evolução da frota da RMSP no período 1980 a 1989. Em 1980 são introduzidas no mercado os primeiros carros a álcool e em 1989 a RMSP contava com 1.137.000 veículos a gasolina (51%) e 1.096.000 veículos a álcool (49%).

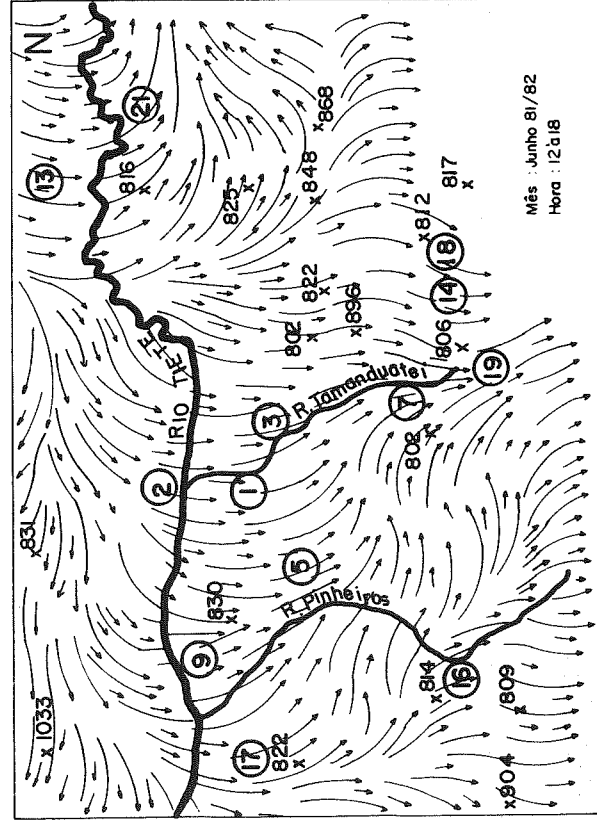
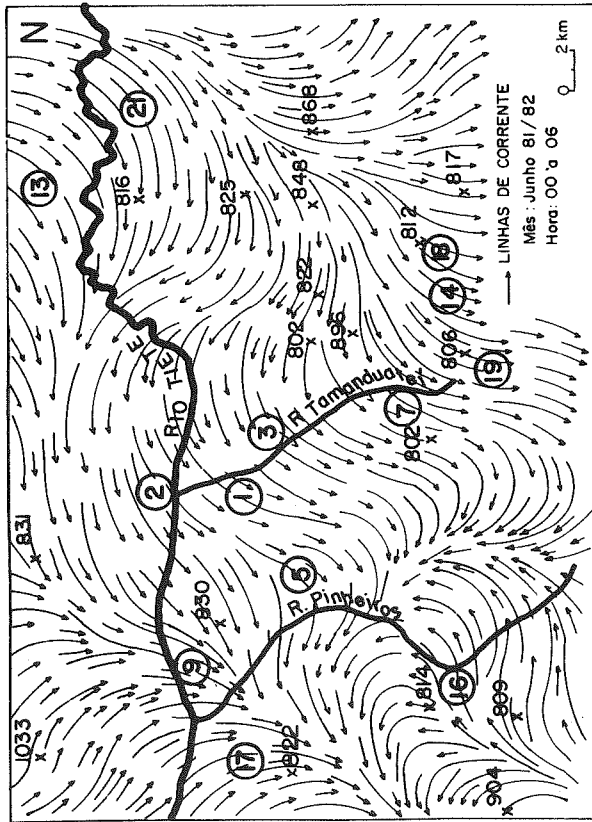
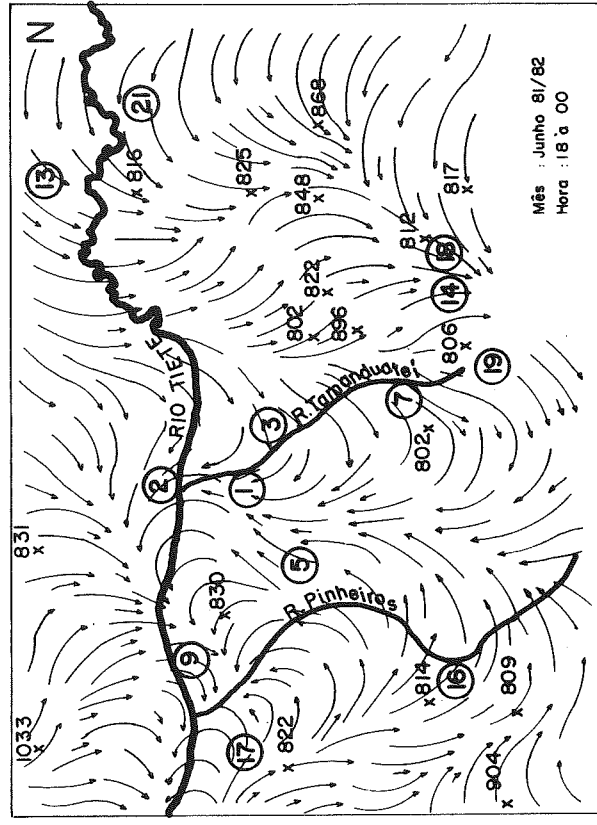
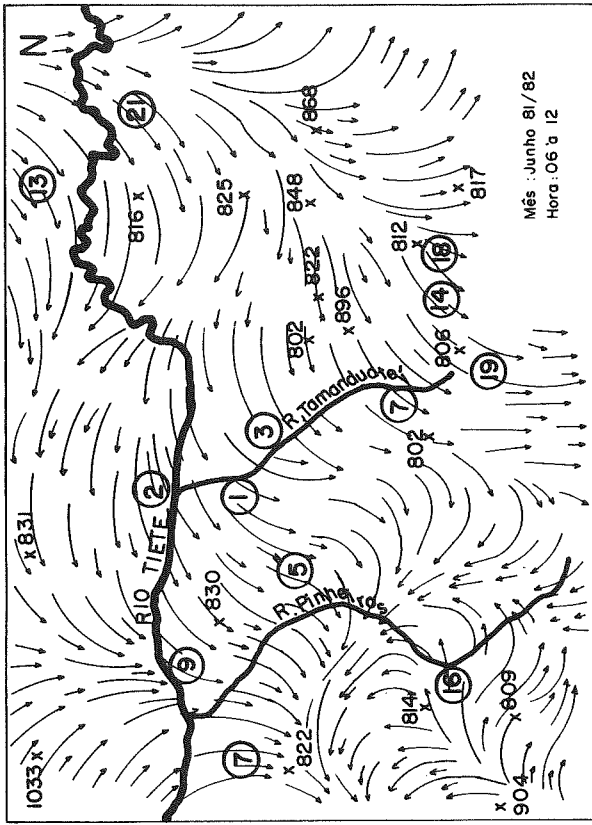


FIG. 2 - ANÁLISE DAS LINHAS DE CORRENTE DO CAMPO DE VENTO MÉDIO DE SUPERFÍCIE PARA O MÊS DE JUNHO (1981/1982) NA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO.  
x - Altitudes    O - Estações

**TABELA 1 - Estimativas de emissão para fontes de poluição do ar  
na RMSP - 1990 (1000 ton/ano)**

FONTES	POLUENTES				
	CO	HC	NOx	SOx	PARTÍCULAS
<b>CLASSE DE VEÍCULO</b>					
a gasolina (escapamento)	835	77,7	28,9	4,5	4,3
a álcool (escapamento)	172	14,3	10,0	--	--
a Diesel (escapamento) (1)	218	35,6	159,0	73,0	9,9
motocicletas (escapamento)	32	6,1	0,21	0,26	0,11
táxi	52	4,6	2,2	0,13	0,16
emissão evaporativa	--	47,5	--	--	--
emissão do cárter	--	10,6	--	--	--
pneus	--	--	--	--	6,4
oper. de transferência (2)	--	10,9	--	--	--
operação de proc. indust. (3)	38,6 (750)	12,0 (800)	14,0 (740)	44,0 (730)	44,0 (883)
queima ao ar livre (1978)	44	14	3	0,36	12
<b>TOTAL</b>	<b>1391</b>	<b>233,3</b>	<b>217,3</b>	<b>122,2</b>	<b>76,9</b>

(1) veículos pesados.

(2) Operações de transferência se referem à comercialização de gasolina.

(3) Os números entre parênteses se referem à quantidade de indústrias inventariadas.

**TABELA 2 - Contribuição relativa das fontes para os problemas de poluição do ar - 1990 - (%)**

FONTES	POLUENTES				
	CO	HC	NOx	SOx	PARTÍCULAS (2)
<b>CLASSE DE VEÍCULO</b>					
a gasolina (escapamento)	60	33	13	4	13
a álcool (escapamento)	12	6	5	--	--
a Diesel (escapamento) (1)	16	15	73	60	27
motocicletas (escapamento)	2	3	--	--	--
táxi	4	2	1	--	--
emissão evaporativa	--	20	--	--	--
emissão do cárter	--	5	--	--	--
pneus	--	--	--	--	--
oper. de transferência gas.	--	5			
operação de proc. indust.	3	5	7	36	10
queima ao ar livre (1978)	3	6	1	--	--
ressuspensão de partículas	--	--	--	--	25
aerossois secundários	--	--	--	--	25
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

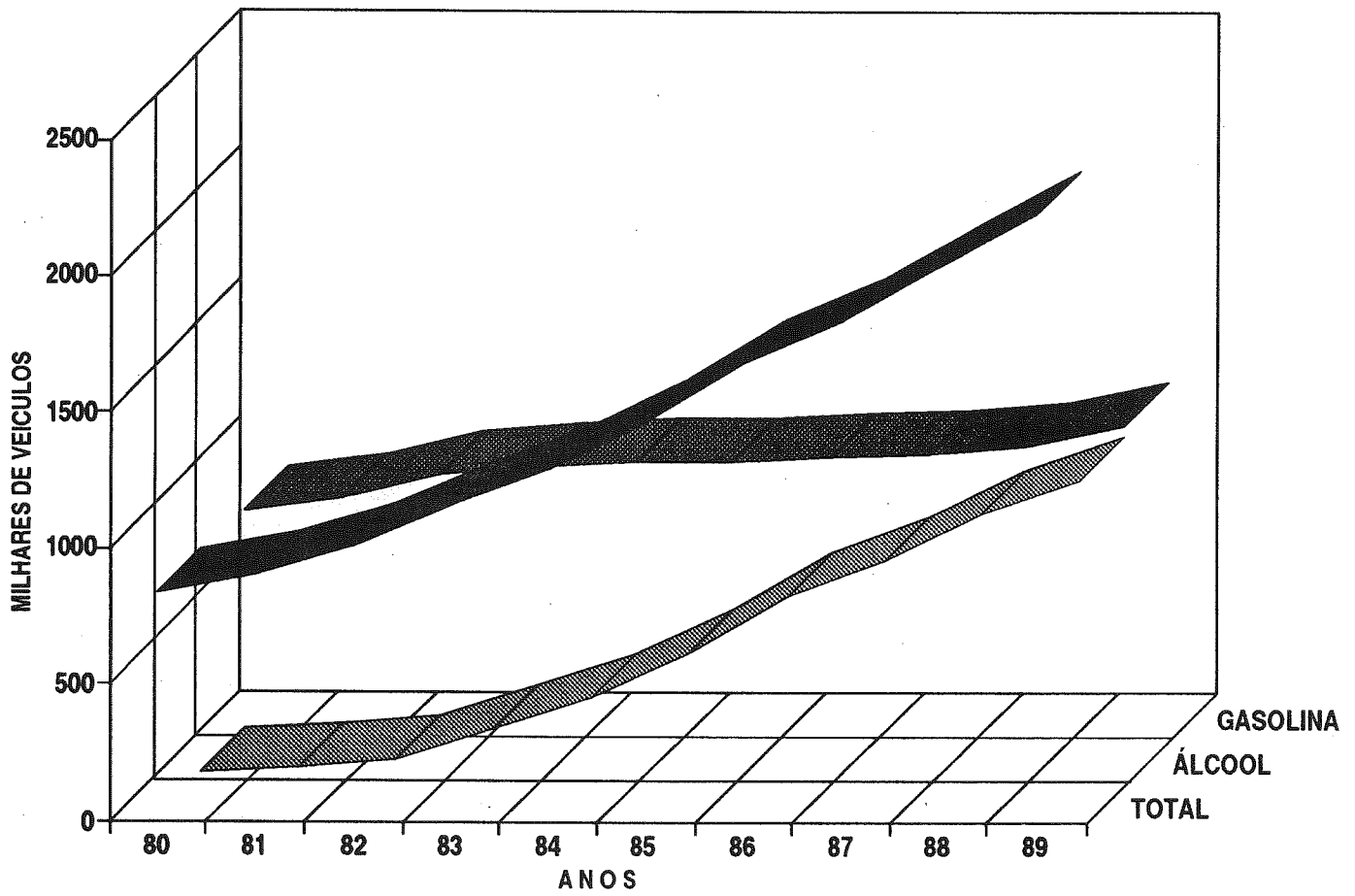
(1) Veículos pesados

(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 1).

**TABELA 3 - Evolução da frota de veículos automotores na RMSP  
(número de veículos x 1000)**

CLASSE DE VEÍCULOS	ANOS									
	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Gasolina	819	864	949	982	993	1003	1021	1030	1056	1137
Álcool	16	39	63	178	297	462	668	804	976	1096
TOTAL	835	903	1012	1160	1290	1465	1689	1834	2032	2233

**FIGURA 3 - Evolução da frota na RMSP  
Período de 1980 à 1989**



## **2.2. ÁREA DE CUBATÃO**

### **2.2.1. 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. 4).

A região se estende ao longo da costa e é contornada com colinas e montanhas em forma de U, cobertas por uma floresta tropical classificada como Atlântica Úmida (Fig. 4).

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 uma quantidade de pequenos morros e rios e, também, com 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.

### **2.2.2. 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 da 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. 5).

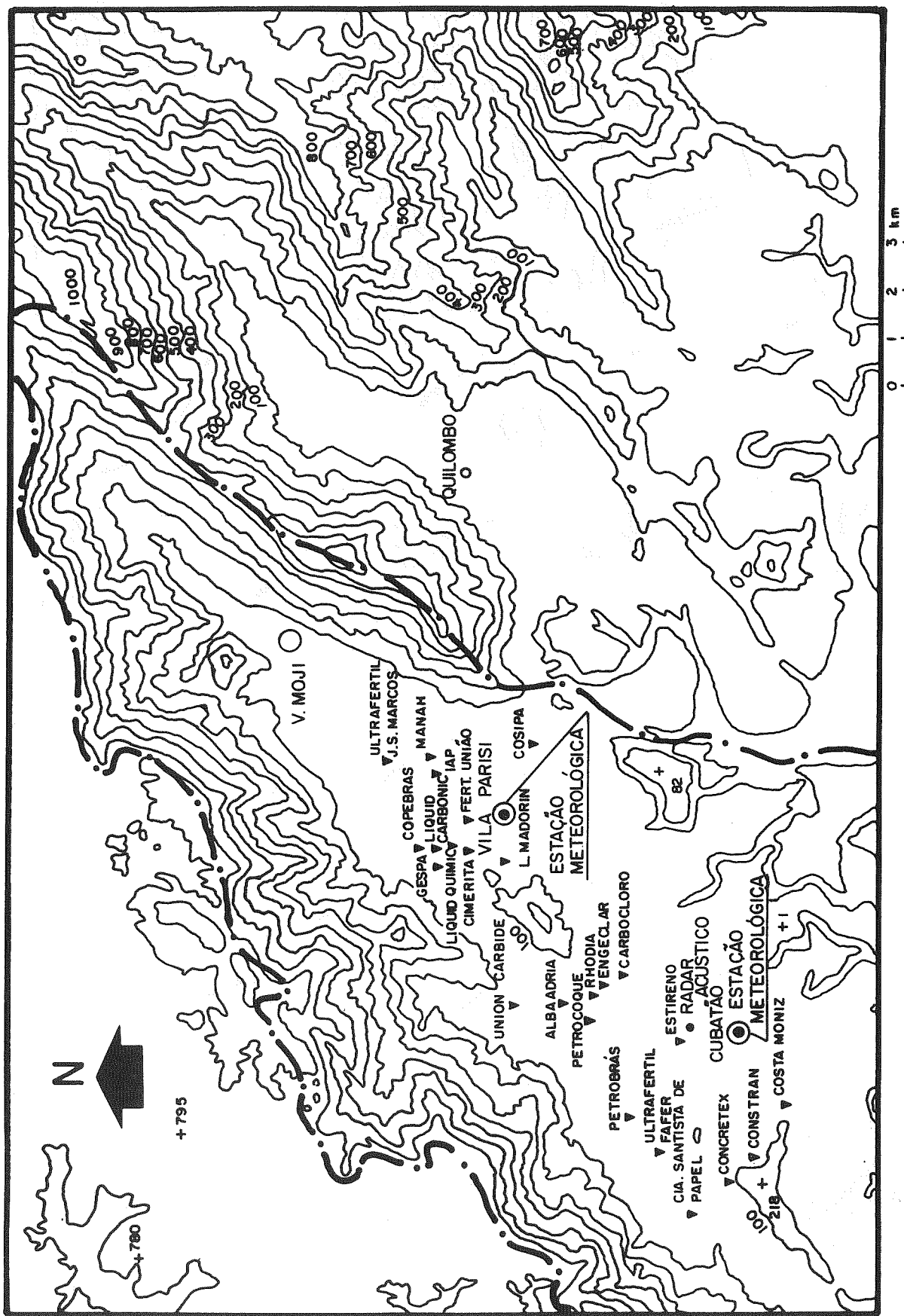


FIG. 4 - MAPA ESQUEMÁTICO DA REGIÃO DE CUBATÃO MOSTRANDO A LOCALIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS E DAS ESTAÇÕES MEDIDAS.

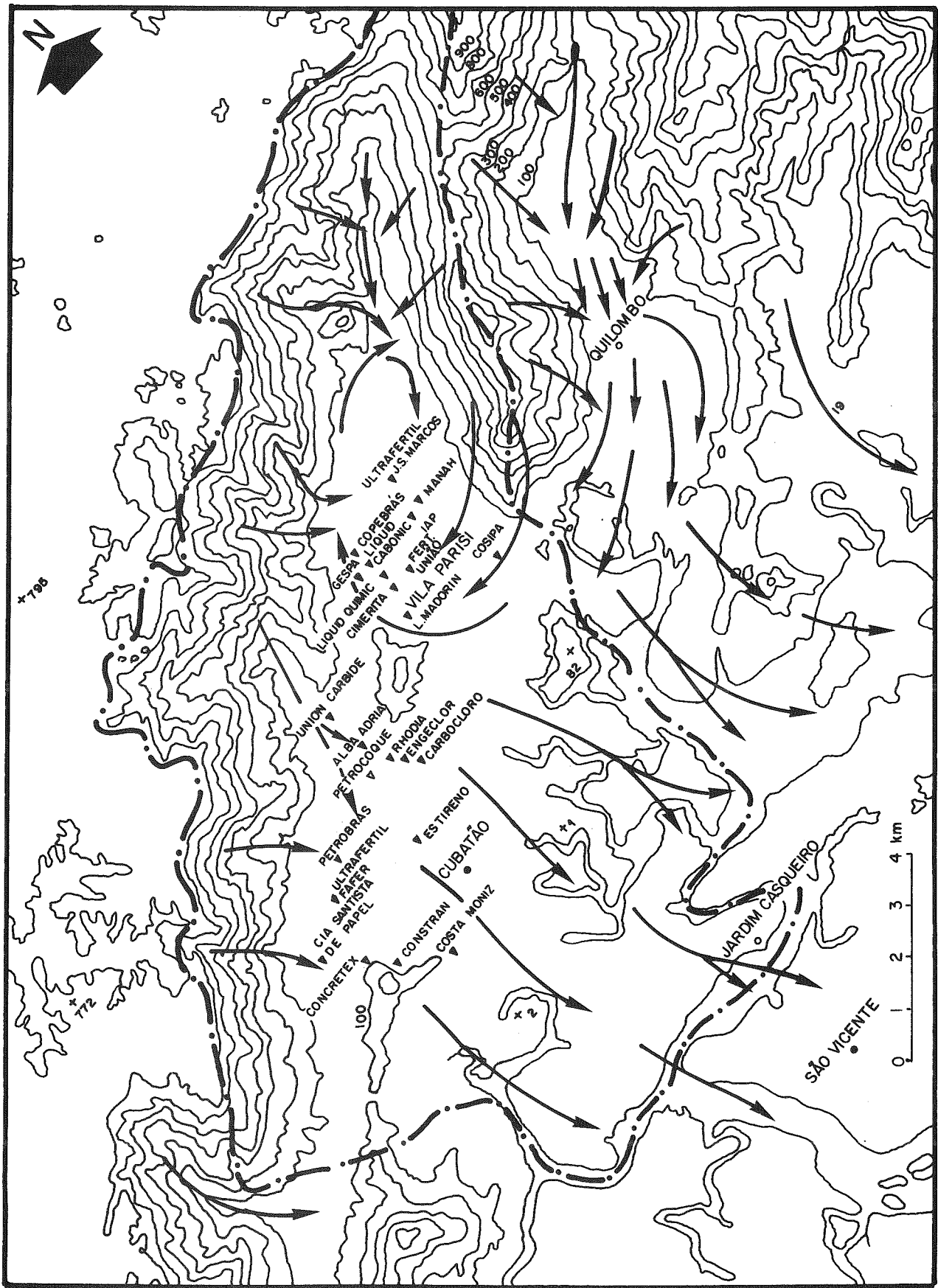


FIG. 5- FLUXO DE VENTO OBSERVADO NA ÁREA DE CUBATÃO NO PERÍODO NOTURNO (estfriamento) SOB CONDIÇÕES DE ALTA PRESSÃO (anticiclone)

O aquecimento solar dos declives resulta no desenvolvimento de ventos anabáticos e de brisas marítimas, facilmente visualizados pela trajetória das plumas das chaminés (Fig. 6). Estes ventos são geralmente associados com o 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 não são favoráveis à dispersão e diluição dos poluentes na atmosfera. Assim, a emissão de poluentes deveria ser a 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.

### 2.2.3. Inventário de Fontes de Poluição do Ar

A Tabela 4 que se segue apresenta os valores de emissão para 21 fontes prioritárias na área de Cubatão. É o resultado de levantamentos industriais realizados e inclui:

11 indústrias químicas/petroquímicas;

07 fábricas de fertilizantes;

01 fábrica de mineral não metálico;

01 fábrica de papel e papelão;

01 fábrica de cimento.

As emissões estão apresentadas em base real; as medidas estão expressas em 1.000 t/ano (Tabela 4).

**TABELA 4 - Estimativas de emissão de processos industriais e queima de combustível em fontes estacionárias em Cubatão (1.000 t/ano) - 1990.**

<b>POLUENTE</b>	<b>EMIÇÃO REAL</b>
Material Particulado	31,70
Dióxido de Enxofre	18,10
Óxidos de Nitrogênio	17,40
Fluoretos	0,07
Amônio	0,07
Compostos Orgânicos Voláteis	4,00

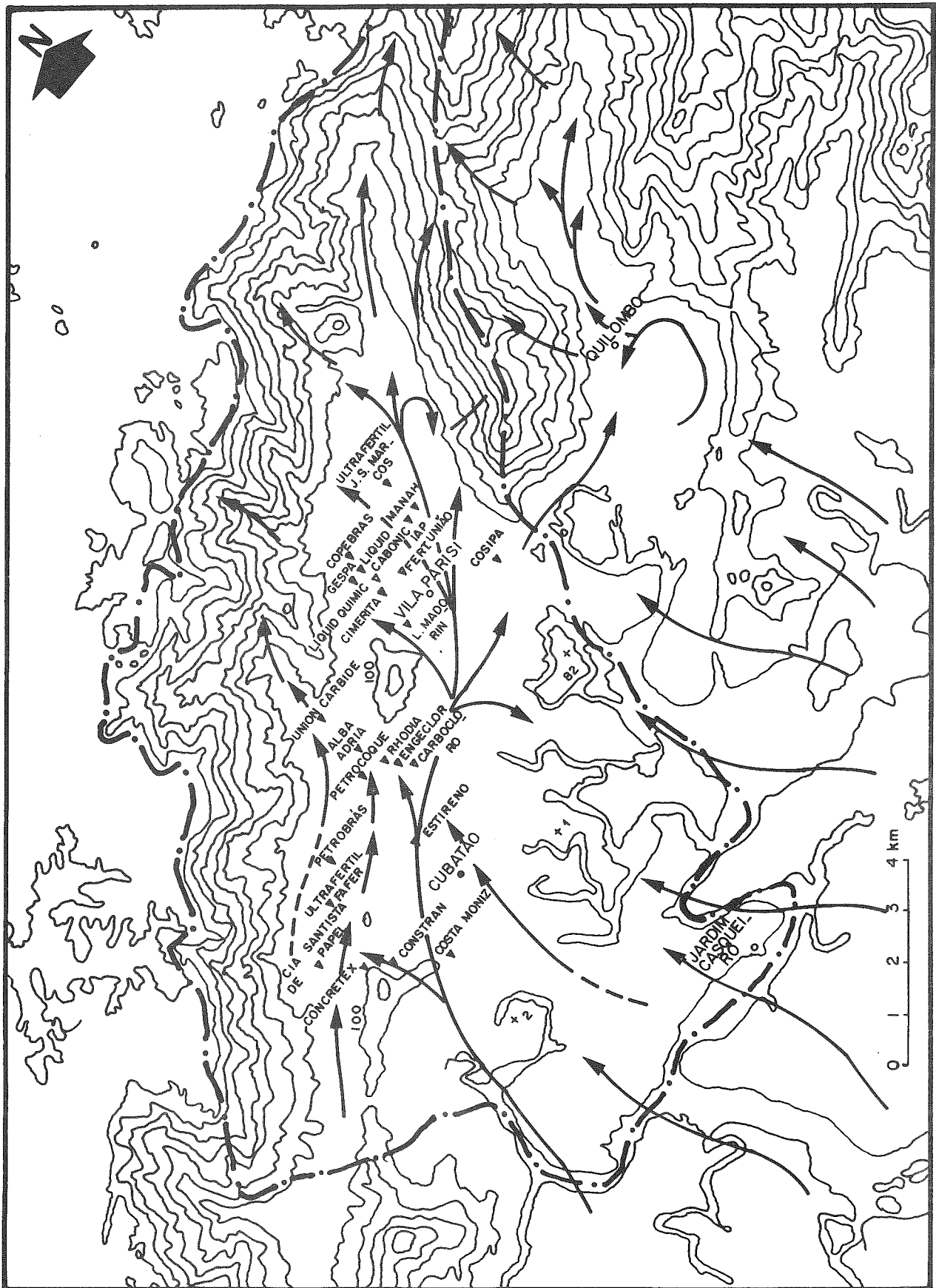


FIG. 6 - FLUXO DE VENTO OBSERVADO NA ÁREA DE CUBATÃO NO PERÍODO DIURNO (aquecimento) SOB CONDIÇÕES DE ALTA PRESSÃO (anticiclon)

### 3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

#### 3.1. Parâmetros de Qualidade do Ar

O nível de poluição do ar ou a qualidade do ar é medida pela quantificação das substâncias poluentes presentes neste ar. Considera-se poluente do ar qualquer substância presente no ar e que pela sua concentração possa tornar este ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

A variedade de substâncias que podem estar presentes na atmosfera é muito grande, o que torna difícil a tarefa de estabelecer uma classificação. Entretanto, podemos iniciar este processo dividindo os poluentes em duas categorias:

**Poluentes Primários:** aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão;

**Poluentes Secundários:** aqueles formados na atmosfera através da reação química entre poluentes primários e constituintes naturais da atmosfera.

As substâncias usualmente consideradas poluentes do ar podem ser classificadas da seguinte forma:

- Compostos de Enxofre ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , Sulfatos);
- Compostos de Nitrogênio ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ , Nitratos);
- Compostos Orgânicos de Carbono (Hidrocarbonetos, Álcoois, Aldeídos, Cetonas, Ácidos Orgânicos);
- Monóxido de Carbono e Dióxido de Carbono;
- Compostos Halogenados ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ , Cloretos, Fluoretos);
- Material Particulado (mistura de compostos no estado sólido ou líquido).

A primeira observação sobre essa classificação é que ela é feita tanto na base química quanto física, pois o grupo "material particulado" se refere ao estado físico, enquanto os outros se referem a uma classificação química. O grupo "material particulado" pode também ser formado por compostos de enxofre, carbono, nitrogênio etc.

A Tabela 5 mostra de uma forma simplificada os principais poluentes atmosféricos produzidos pelos diversos tipos de fontes de emissão.

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

FONTES		POLUENTES
E S T R U T U R A L I Z A D O	COMBUSTÃO	Material Particulado Dióxido de Enxofre e Trióxido de Enxofre Monóxido de Carbono, Hidrocarbonetos e Oxidos 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 SOLIDO	Material Particulado Gases - SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , HCL, NOX
	OUTROS	Hidrocarbonetos, Material Particulado
FONTES MOVEIS	VEICULOS GASOLINA/DIESEL ÁLCOOL, AVIOES, 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.



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

- capacidade do sistema respiratório remover as partículas no ar inalado, retendo-as nos pulmões;
- a presença nas partículas de substâncias minerais que possuem propriedades tóxicas;
- a presença nas partículas de compostos orgânicos, como os hidrocarbonetos policíclicos, que possuem propriedades carcinogênicas;
- a capacidade das partículas finas de aumentar os efeitos fisiológicos de gases irritantes também presentes no ar ou de catalizar e transformar quimicamente estes gases, criando espécies mais nocivas.

O tamanho das partículas desempenha um papel importante nos efeitos das mesmas sobre a saúde. As chamadas partículas grossas (>10 µm de diâmetro) são retidas no sistema respiratório superior, enquanto as partículas finas (<10 µm de diâmetro) penetram mais profundamente, atingindo inclusive os alvéolos pulmonares no caso das partículas submicrônicas.

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

### **Dióxido de Enxofre**

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

O dióxido de enxofre é altamente solúvel nas passagens úmidas do aparelho respiratório superior, conduzindo a um aumento da resistência à passagem do ar e ao aumento da produção de muco.

Existem evidências de que o dióxido de enxofre agrava as doenças respiratórias pré-existentes e também contribui para seu desenvolvimento. O dióxido de enxofre sozinho produz irritação no sistema respiratório, e adsorvido em partículas ele pode ser conduzido mais profundamente e pode 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 com o 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.

Os níveis de monóxido de carbono em locais com altos índices de acidentes de tráfego têm sido apontados como possível causa adicional dos acidentes.

## **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 ( $O_3$ ) e por isso mesmo ele tem sido 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 peroxiacetilnitratos (por ex: PAN - peroxiacetilnitrato), o formaldeído e a acroleína.

A presença dos oxidantes fotoquímicos na atmosfera tem sido associada com a redução de capacidade pulmonar e com o 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  $NO_2$ ), somente o  $NO_2$  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 ( $NO_2$ ) 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 necessário 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 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 padrões primários e os secundários.

São padrões primários de qualidade do ar, as concentrações de poluentes que ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, podendo 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 dos quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano a fauna e a flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral, podendo ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

O objetivo do estabelecimento dos padrões secundários é criar uma base para uma política de prevenção da degradação da qualidade do ar. Deve ser aplicado à áreas de preservação (por exemplo: parques nacionais, área 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 preve 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 são apresentados na Tabela 6.

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

Nas Tabelas 8 e 9 são apresentados respectivamente os padrões de qualidade do ar e os critérios para episódios agudos de poluição do ar para o Estado de São Paulo conforme estabelece Decreto Estadual nº 8468 de 08/09/76.

Na Tabela 10 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 6 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar**  
**(resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90)**

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO ug/m <sup>3</sup>	PADRÃO SECUNDÁRIO ug/m <sup>3</sup>	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 (1)	365	100	Pararosanilina
	MAA (3)	80	40	
Monóxido de Carbono	1 hora (1)	40.000 (35 ppm)	40.000 (35 ppm)	Infra - vermelho não dispersivo
	8 horas (1)	10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)	
Ozônio	1 hora (1)	160	160	Quimioluminescência
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	Quimioluminescência
	MAA (3)	100	100	

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

(2) Média geométrica anual.

(3) Média aritmética anual.

**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 (ug/m3) - 24 h	800	1.600	2.100
Partículas Totais em suspensão (PTS) (ug/m3) - 24 h	375	625	875
SO2 X PTS (ug/m3) (ug/m3) - 24 h	65.000	261.000	393.000
Monóxido de Carbono (ppm) - 8 h	15	30	40
Ozônio (ug/m3) - 1 h	400	800	1.000
Partículas Inaláveis (ug/m3) - 24 h	250	420	500
Fumaça (ug/m3) - 24 h	250	420	500
Dióxido de Nitrogênio (ug/m3) - 1 h	1.130	2.260	3.000

**TABELA 8 - Padrões de Qualidade do Ar para o Estado de São Paulo.  
(Decreto Estadual nº 8468 de 08/09/76)**

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO (ug/m <sup>3</sup> )	MÉTODO DE MEDIÇÃO
Partículas Totais em Suspensão	24 horas (1)	240	Amostrador de grandes volumes
	MGA (2)	80	
Dióxido de Enxofre	24 horas (1)	365	Pararosanilina
	MAA (3)	80	
Monóxido de Carbono	1 hora (1)	40.000	Infra - vermelho não dispersivo
	8 horas (1)	10.000	
Oxidantes Fotoquímicos (como Ozônio)	1 hora (1)	160	Quimiluminescência

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

(2) Média geométrica anual.

(3) Média aritmética anual.

**TABELA 9 - Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar para o Estado de São Paulo.  
(Decreto Estadual nº 8468 de 08/09/76)**

Parâmetros	Níveis		
	Atenção	Alerta	Emergência
Dióxido de Enxofre (ug/m3) - 24 h	800	1.600	2.100
Partículas Totais em suspensão (PTS) (ug/m3) - 24 h	375	625	875
SO <sub>2</sub> X PTS (ug/m3)(ug/m3) - 24 h	65.000	261.000	393.000
Monóxido de Carbono (ppm) - 8 h	15	30	40
Oxidantes Fotoquímicos (como Ozônio) (ug/m3)	200	800	1.200

**TABELA 10 - Padrões de Qualidade do Ar de Entidades Estrangeiras.  
Padrões de Qualidade do Ar adotados pela EPA - Agência  
de Proteção Ambiental dos Estados Unidos.**

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO (ug/m3)	MÉTODO DE MEDIÇÃO
Dióxido de Enxofre	24 h	365	Pararosanilina
	Média Aritmética Anual	80	
Partículas Inaláveis (MP10)	24 h	150	Separação Inercial/Filtro Gravimétrico
	Média Aritmética Anual	50	
Monóxido de Carbono	1 h	40.000 (35 ppm)	Infra-vermelho 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 AMOSTRAGEM		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 = ug/m3

### 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 para a 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.

Em da função Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90 foram introduzidos na estrutura do índice os parâmetros, partículas inaláveis, fumaça e dióxido de nitrogênio. A introdução do parâmetro partículas inaláveis dispensou o procedimento de conversão dos dados obtidos pelo monitor beta (poeira inalável) para equivalentes em poeira total em suspensão. Esse procedimento era utilizado para as estações da RMSP e para as estações de Cubatão, com equações diferentes para as duas regiões.

O índice é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar. Através dessa 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.

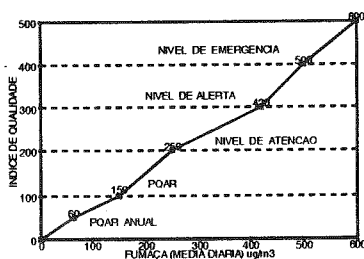
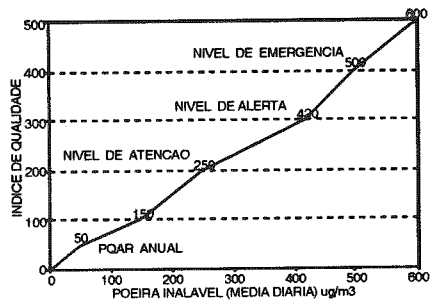
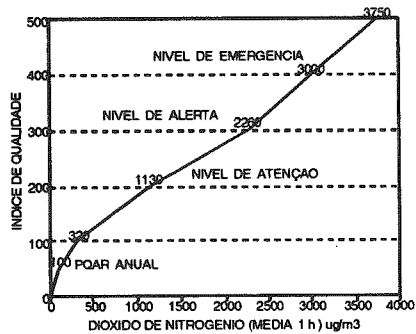
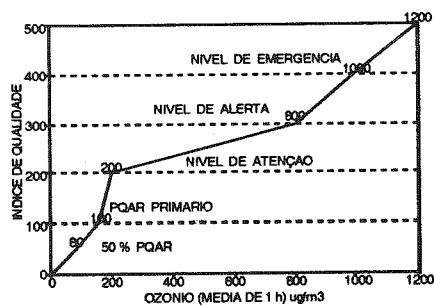
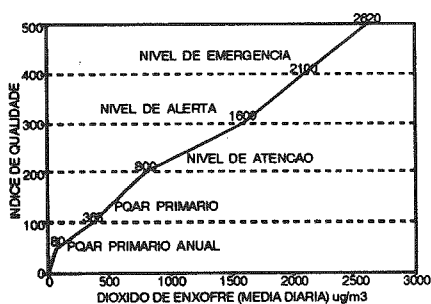
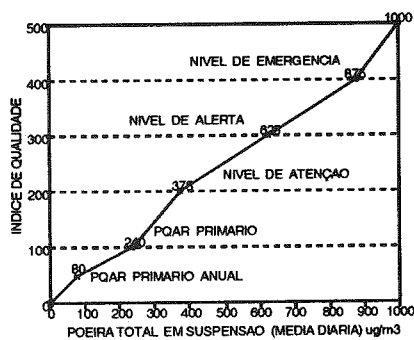
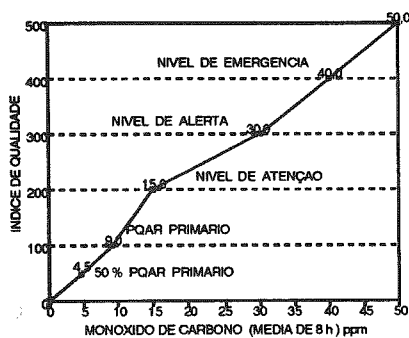
Para cada poluente medido é calculado um índice. Para efeito de divulgação é utilizado o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo pior caso.

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 7, são apresentadas as funções lineares segmentadas para cada poluente.

**FIGURA 7 - RELAÇÃO ENTRE CONCENTRAÇÃO DO POLUENTE E O VALOR INDICE DE QUALIDADE**



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

TABELA 11 - Estrutura do Índice de Qualidade do Ar.

Índice	Nível de Qualidade do Ar	Qualificação	SO2 Média 24 h ug/m3	PTS Média 24 h ug/m3	Produto Média 24 h ug/m3	PI Média 24 h ug/m3	Fumaça Média 24 h ug/m3	CO Média 8 h ppm	O3 Média 1 h ug/m3	NO2 Média 1 h ug/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 cardíaco-respiratórias. Sintomas gerais na população sadia.
300	ALERTA	Má	1600	625	261.000	420	420	30,0	800	2260	Aparecimento prematuro de certas doenças, além de significativo agravamento de sintomas. Decréscimo da resistência física em pessoas saudáveis.
400	EMERGÊNCIA	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 atividade normal.
500	CRÍTICO	Crítica	2620	1000	490.000	600	600	50,0	1200	3750	

SO2 - Dióxido de Enxofre  
 PTS - Poeira Total em Suspensão  
 PI - Poeira Inalável

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

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

Na Tabela 11 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, péssima indica a ultrapassagem do nível de alerta e 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, monóxido de carbono desde 1976 e partículas totais em suspensão desde 1983 na RMSP e Cubatão.

Em 1986 foi iniciada a operação de uma rede de amostragem manual cobrindo diversas cidades do interior do Estado.

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

#### **3.4.1 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: poeira em suspensão, 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 12.

**TABELA 12 - 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 O	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							
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											
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 1991

VV - Velocidade do Vento

DV - Direção do Vento

UR - Umidade Relativa

Praça do Correio até 04/11/91

Centro início em 18/11/91

### **3.4.2 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 poeira total em suspensão, através do método do amostrador de grandes volumes (Hi-vol).

Desde 1976, um analisador de monóxido de carbono vinha sendo operado manualmente em uma área do centro da cidade de São Paulo (Praça do Correio), até que em agosto de 86 passou a operar automaticamente.

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, Jundiaí, Araras, Moji-Guaçu, Taubaté, São José dos Campos, Sorocaba, Votorantim, Salto, Itú, Ribeirão Preto, Franca, Araraquara, São Carlos e Santos, num total de 18 estações.

### **3.4.3. Rede Especial**

Uma rede especial foi operada entre novembro de 1986 e outubro de 1987, composta de 4 estações, com o objetivo de fazer uma caracterização do material particulado da Região Metropolitana de São Paulo em termos físicos (tamanho de partículas) e químicos (composição elementar, material carbonáceo, etc.). Nesta rede foram obtidos dados de Poeira Total em Suspensão (tamanho menor ou igual a 100  $\mu\text{g}$ ), poeiras inaláveis (tamanho menor ou igual a 10  $\mu\text{g}$ ), sendo que nesta última foi possível caracterizar o material particulado fino (poeira fina menor ou igual a 2,5  $\mu\text{g}$ ) e material particulado grosso (poeira grossa entre 2,5  $\mu\text{g}$  e 10  $\mu\text{g}$ ).

Os dados obtidos serviram de base para aplicação do modelo do balanço químico de massas que permitiu estimar a contribuição dos diversos tipos de fontes para o problema de poluição do ar por material particulado.

Os resultados desse estudo foram apresentados nas versões anteriores deste relatório.

### 3.4.4. Métodos de Amostragem

#### Rede Automática

##### Parâmetro

Poeira em suspensão (inálavel)

Dióxido de enxofre

Óxidos de nitrogênio

Monóxido de carbono

Hidrocarboneto

Ozônio

##### Método

Monitor Beta

Coulometria

Quimiluminescência

Infra-vermelho  
não dispersivo

Cromatografia  
gasosa/ionização  
de chama

Quimiluminescência

#### Rede Manual

##### Parâmetro

Fumaça

Dióxido de enxofre

Poeira total em suspensão

##### Método

Refletância (OECD) (1)

Método H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (OECD) (1)

Amostrador de  
grandes volumes

#### Rede Especial

##### Parâmetro

Poeira total em suspensão

Partículas inaláveis (MP10)

Análise elementar

##### Método

Amostrador de grandes  
volumes

Amostrador Dicotômico

Amostrador  
Dicotômico  
Amostrador low-vol /  
Fluorescência de  
Raios X

## **Rede Especial**

### **Parâmetro**

Análise de íons

Material carbonáceo

Caracterização de fontes

### **Método**

Amostrador Dicotômico  
/Amostrador low-vol /  
Cromatografia iônica

Amostrador de grandes  
volumes / Amostrador  
low-vol / Analisador  
de Carbono

Amostrador diluidor /  
Aspirador / Fluorescência  
de Raios X /  
Cromatografia iônica/  
Analisador de Carbono

(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.

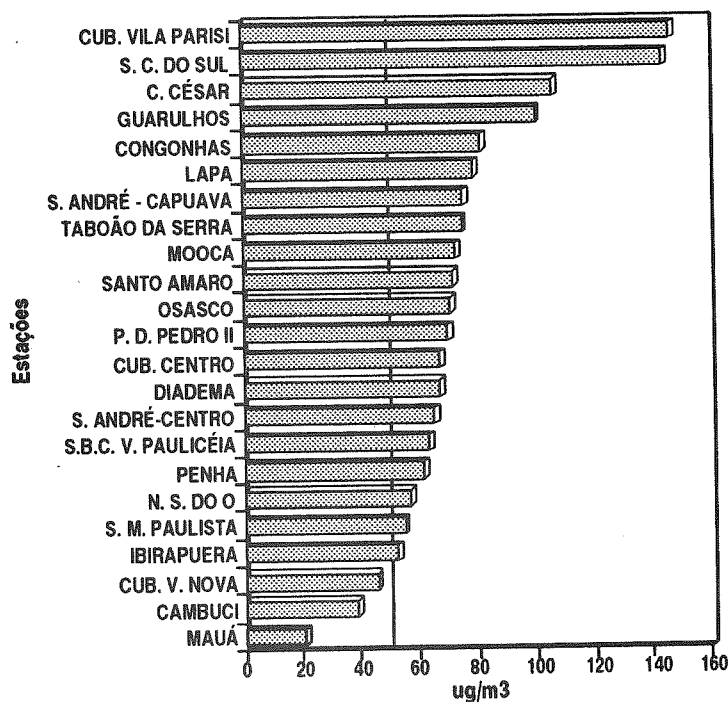
### 4.1 Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão

#### 4.1.1 Partículas em Suspensão

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

A Figura 8 mostra as médias aritméticas anuais de 1991 para todas as estações da rede telemétrica de amostragem da Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão.

FIGURA 8 - Médias aritméticas anuais de Partículas Inaláveis - 1991.



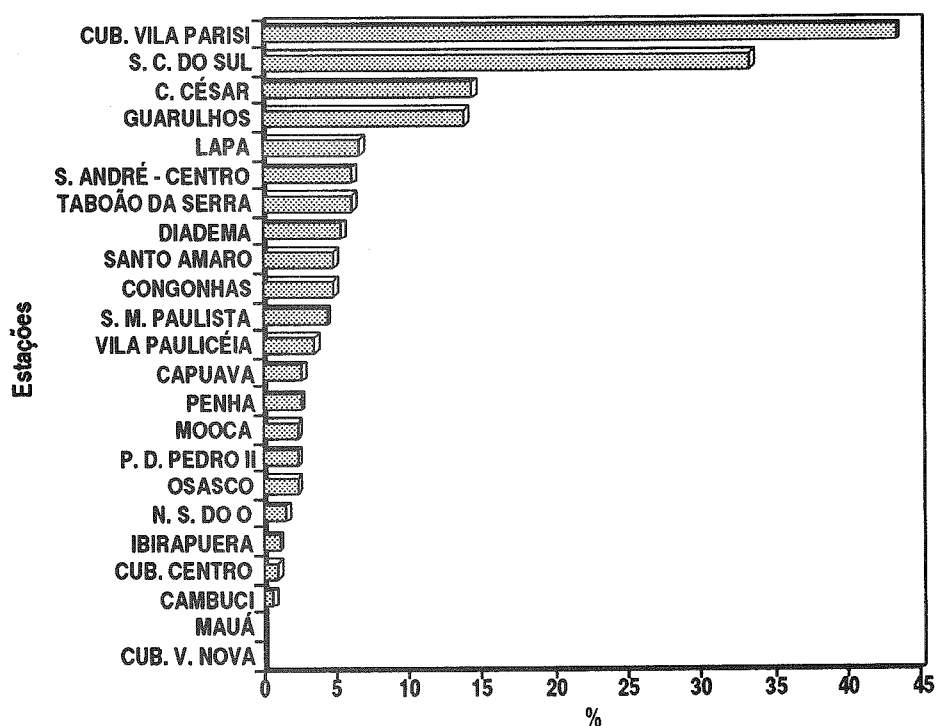
Das 23 estações de amostragem que monitoraram este poluente 20 estão acima do padrão nacional de qualidade ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  média aritmética anual).

Na Região Metropolitana de São Paulo o maior valor foi observado na estação São Caetano do Sul ( $144 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) representando uma área intensamente ocupada. Na região de Cubatão, a maior média foi observada em Vila Parisi ( $147 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 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 9 é mostrada a porcentagem de ultrapassagens do padrão diário em 1991 dando uma idéia da exposição aguda da população.

O nível de atenção foi atingido em 7 estações. O nível de alerta foi atingido em São Caetano do Sul, 2 dias, e em Cubatão - Vila Parisi em 2 dias, sendo que em um deles o nível de Emergência foi atingido.

**FIGURA 9 - Porcentagem do tempo em que o padrão diário de Partículas Inaláveis foi ultrapassado na RMSP e Cubatão em 1991.**

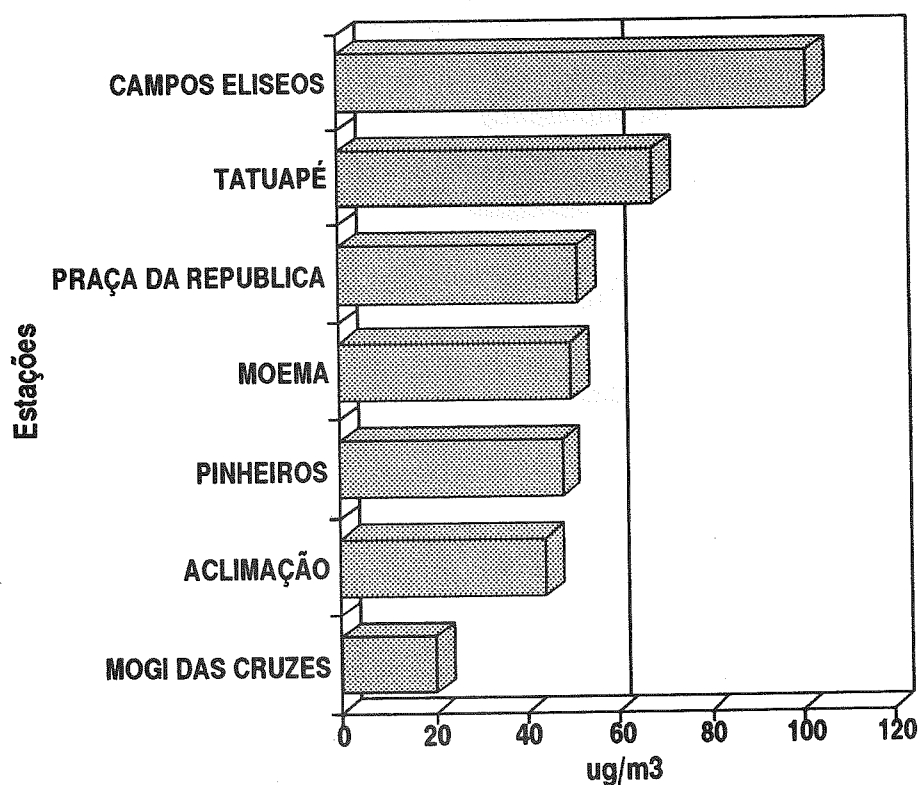


## Fumaça

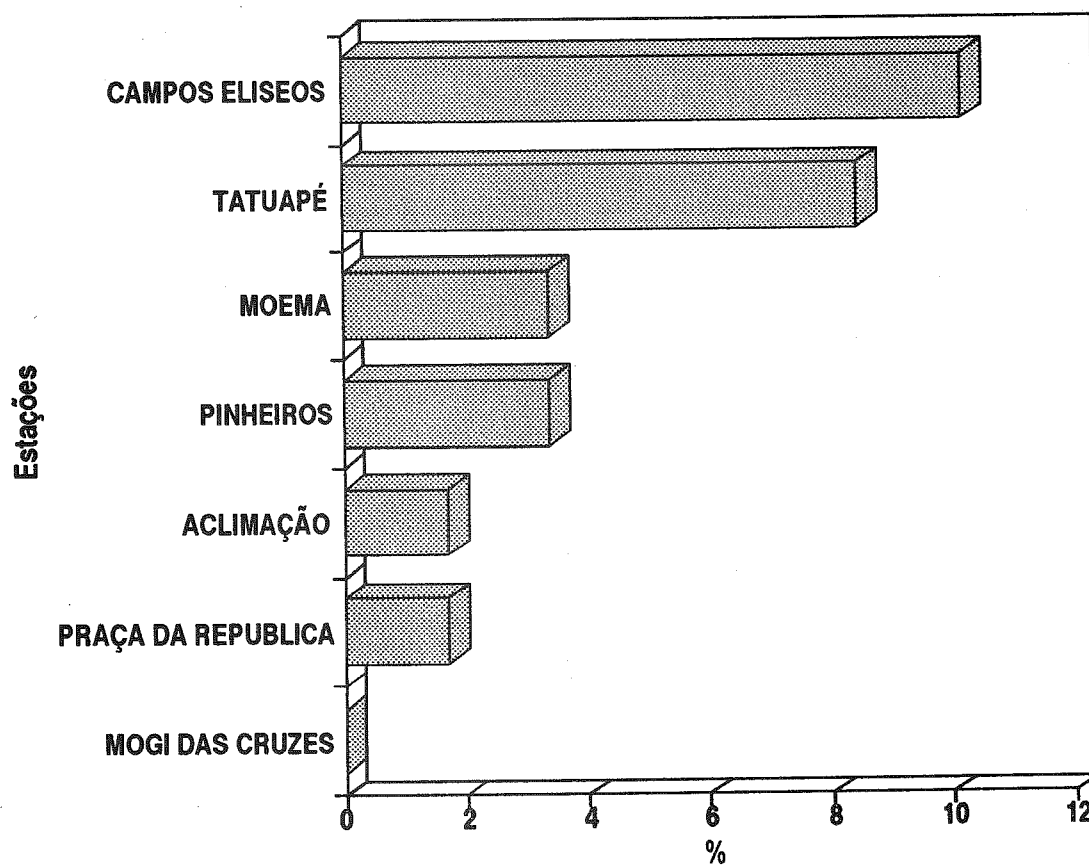
Na Região Metropolitana de São Paulo o parâmetro fumaça é amostrado em 7 estações. Das 7 estações duas estão acima do padrão primário nacional no que se refere a média aritmética anual ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Com respeito ao padrão diário ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), somente em Mogi das Cruzes não foi verificada nenhuma ultrapassagem deste valor. Nas estações Tatuapé e Campos Elíseos o nível de atenção ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) chegou a ser ultrapassado em 1991.

Os resultados obtidos durante 1991 podem ser observados nas Figuras 10 e 11.

**FIGURA 10 - Médias aritméticas anuais de Fumaça na RMSP em 1991.**



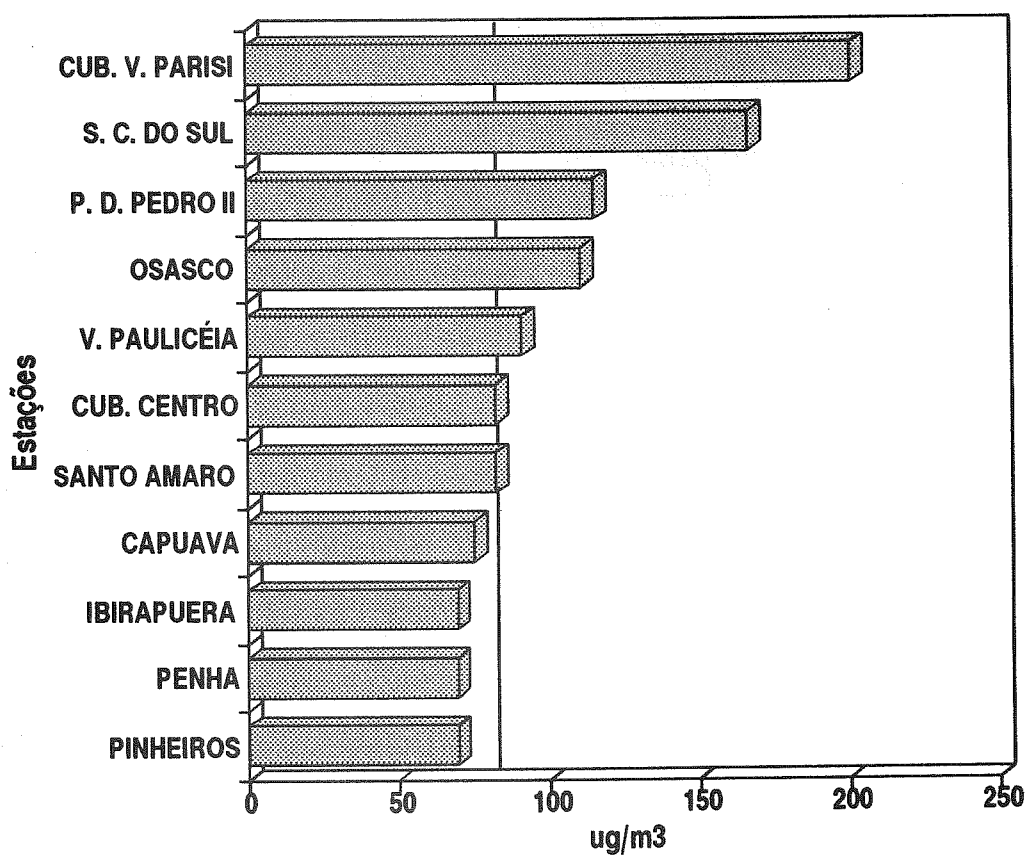
**FIGURA 11 - Porcentagem do tempo em que o padrão primário diário de Fumaça foi ultrapassado na RMSP em 1991.**



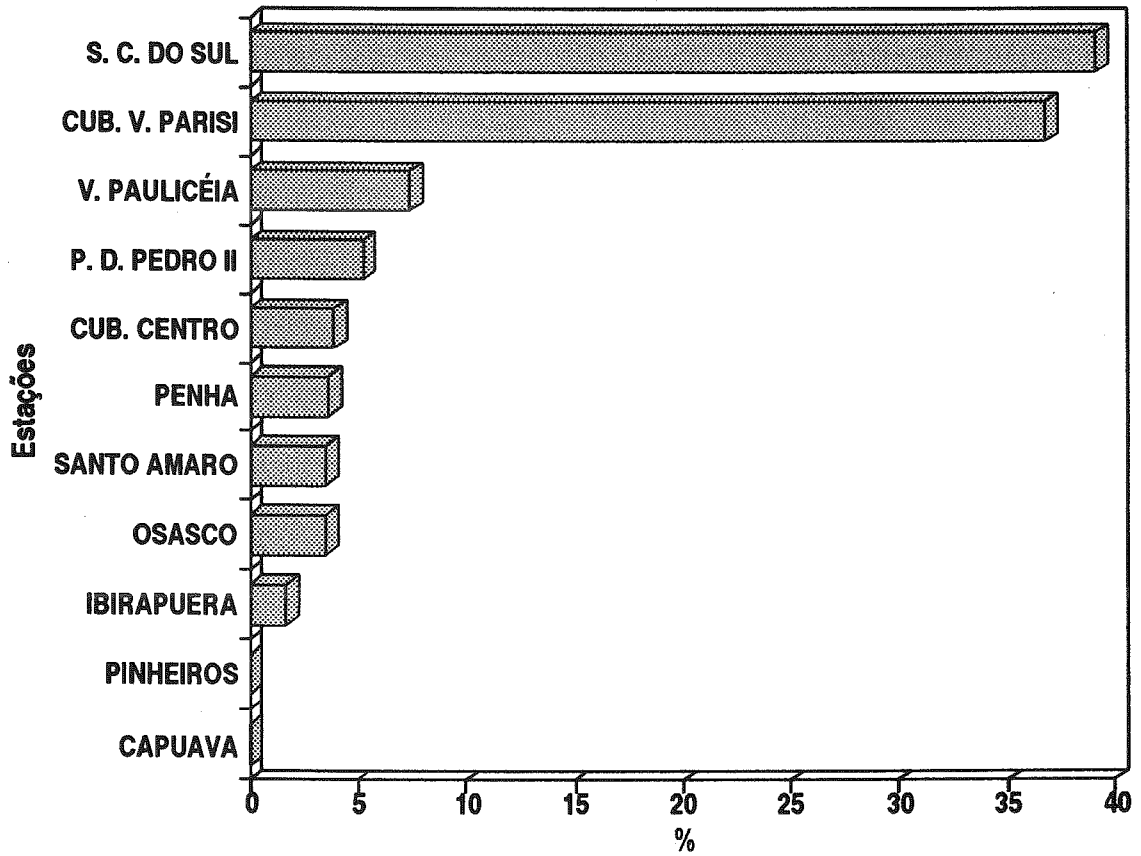
### Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Na Figura 12 são mostradas as concentrações médias geométricas anuais de partículas totais em suspensão. Das 11 estações localizadas na Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão 7 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 estão acima, conforme pode-se observar na Figura 13.

**FIGURA 12 - Médias geométricas anuais de Poeira Total em Suspensão na RMSP e Cubatão em 1991.**



**FIGURA 13 - Porcentagem do tempo em que as concentrações de Poeira Total em Suspensão ficaram acima do padrão diário.**

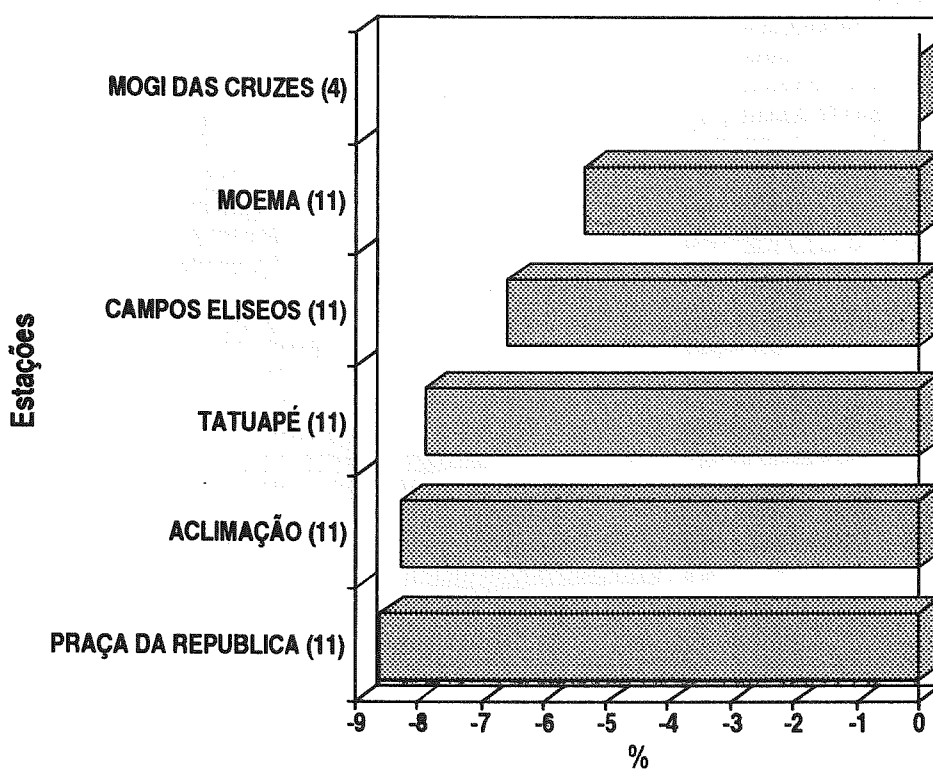


## Tendências

As Figuras 14, 15 e 16 mostram as tendências nas concentrações médias anuais de fumaça, partículas inaláveis e partículas totais em suspensão, respectivamente.

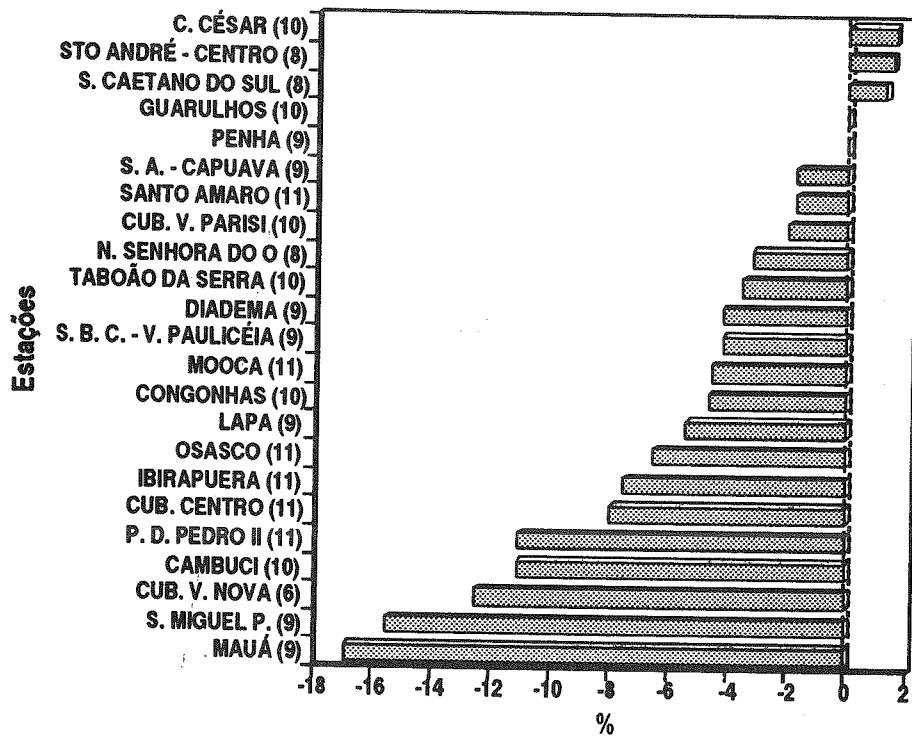
De maneira geral a tendência é de decréscimo para os três parâmetros analisados.

**FIGURA 14 - Tendência das concentrações médias anuais de Fumaça na RMSP.**



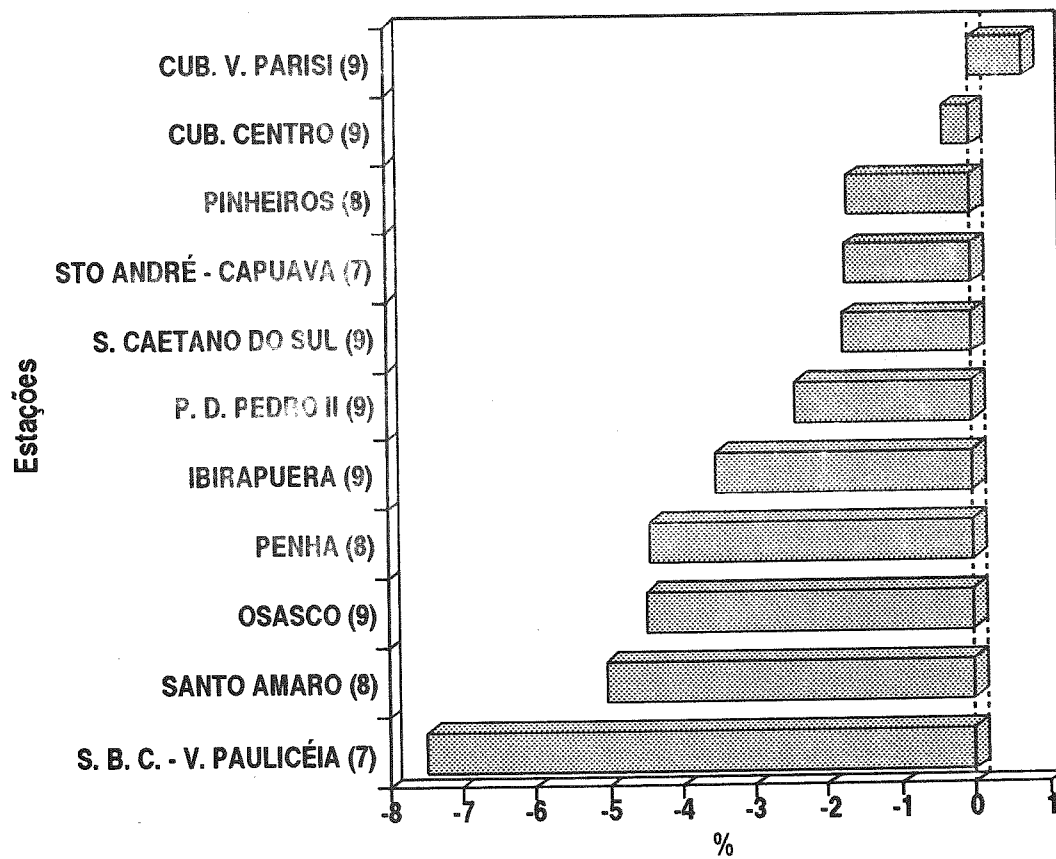
( ) - Número de anos utilizados.

**FIGURA 15 - Tendência das concentrações médias anuais de Partículas Inaláveis na RMSP e em Cubatão.**



( ) - Número de anos utilizados.

**FIGURA 16 - Tendência das concentrações médias geométricas anuais de Poeira Total em Suspensão na RMSP e em Cubatão.**

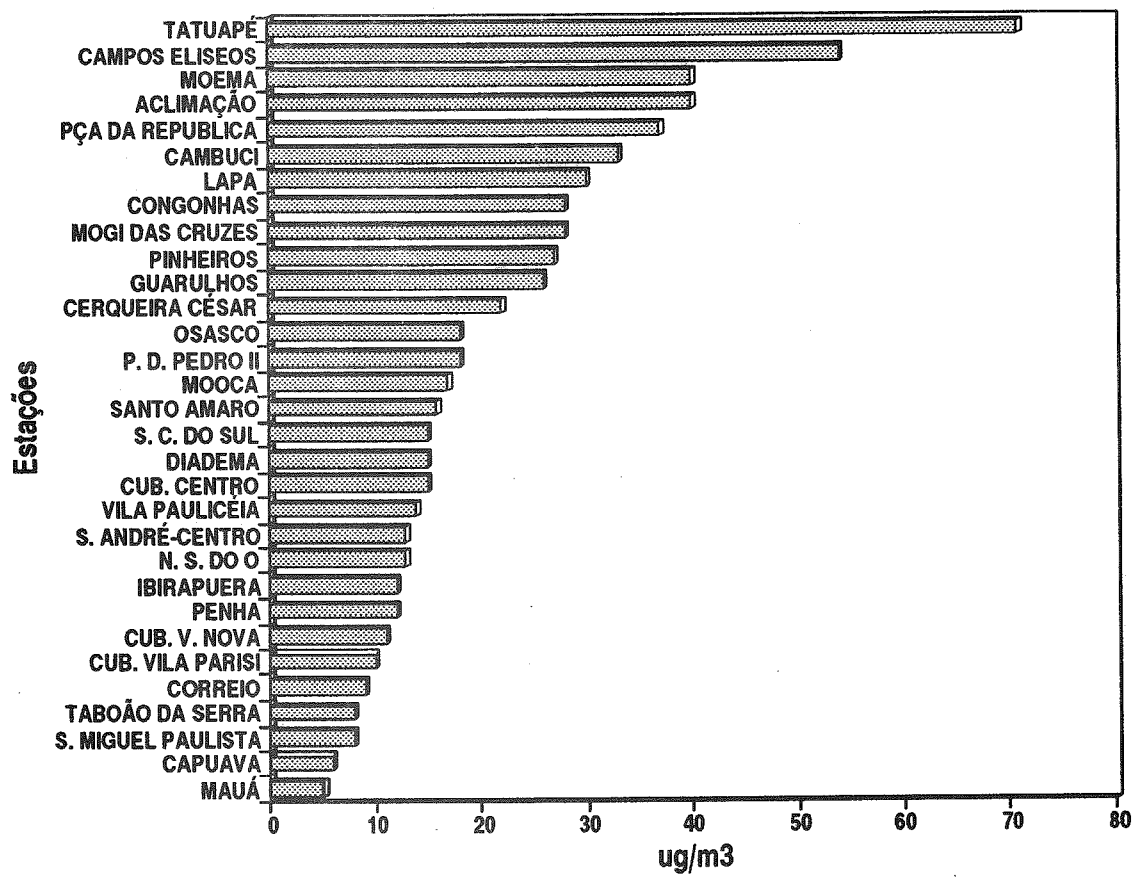


( ) - Número de anos utilizados.

#### 4.1.2 Dióxido de Enxofre

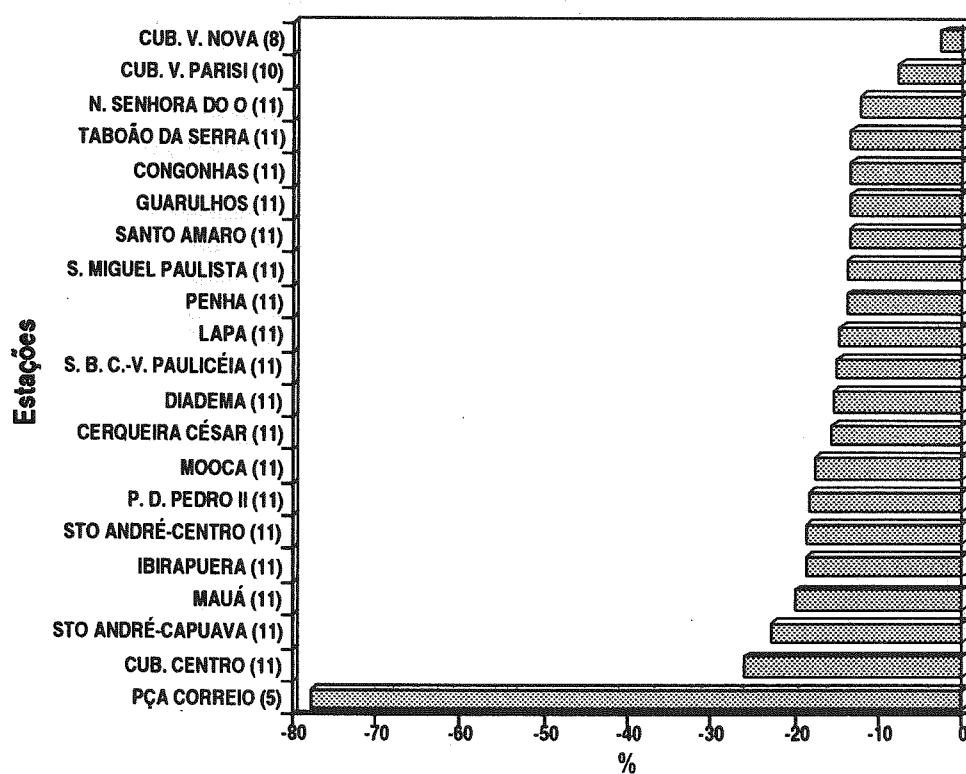
Na Figura 17 são mostradas as médias aritméticas anuais de dióxido de enxofre. Em todas as estações monitoradas (31) o padrão anual de qualidade do ar foi atendido.

FIGURA 17 - Médias aritméticas anuais de Dióxido de Enxofre na RMSP em 1991.



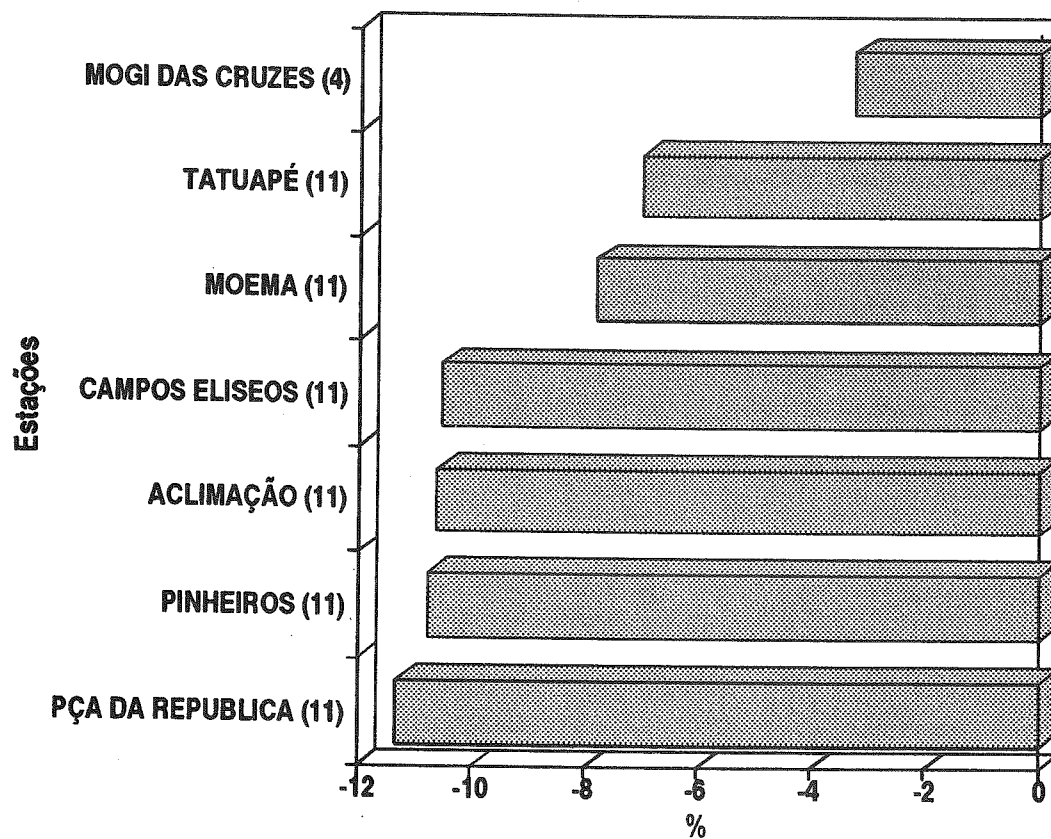
O dióxido de enxofre apresenta uma clara tendência decrescente em praticamente todas as estações como pode ser visto nas Figuras 18 e 19.

**FIGURA 18 - Tendência das concentrações médias anuais de Dióxido de Enxofre na RMSP e em Cubatão - Rede Telemétrica.**



( ) - Número de anos utilizados.

**FIGURA 19 - Tendência das concentrações médias anuais de Dióxido de Enxofre na RMSP - Rede Manual.**

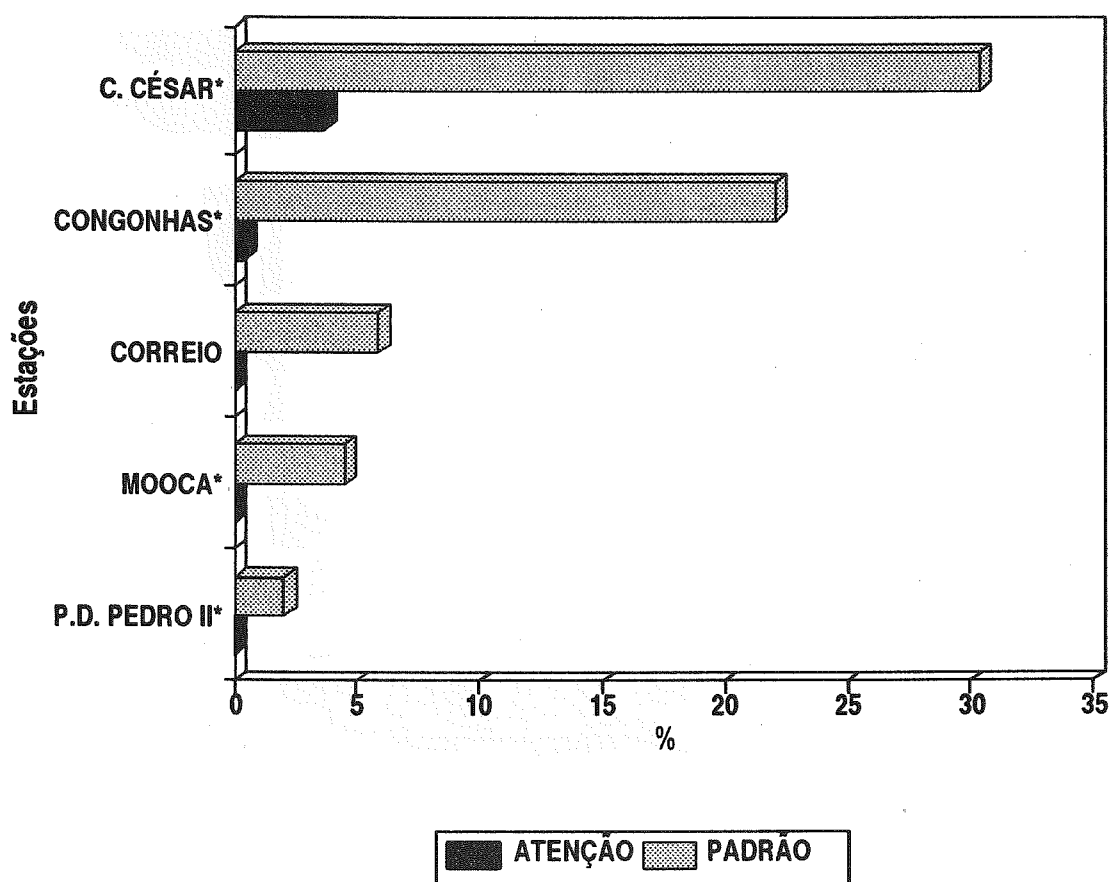


( ) - Número de anos utilizados.

### 4.1.3 Monóxido de Carbono

Na Figura 20 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 1991.

**FIGURA 20 - Porcentagem do tempo em que o padrão e nível de atenção para médias de 8 horas de Monóxido de Carbono foram excedidos em 1991.**

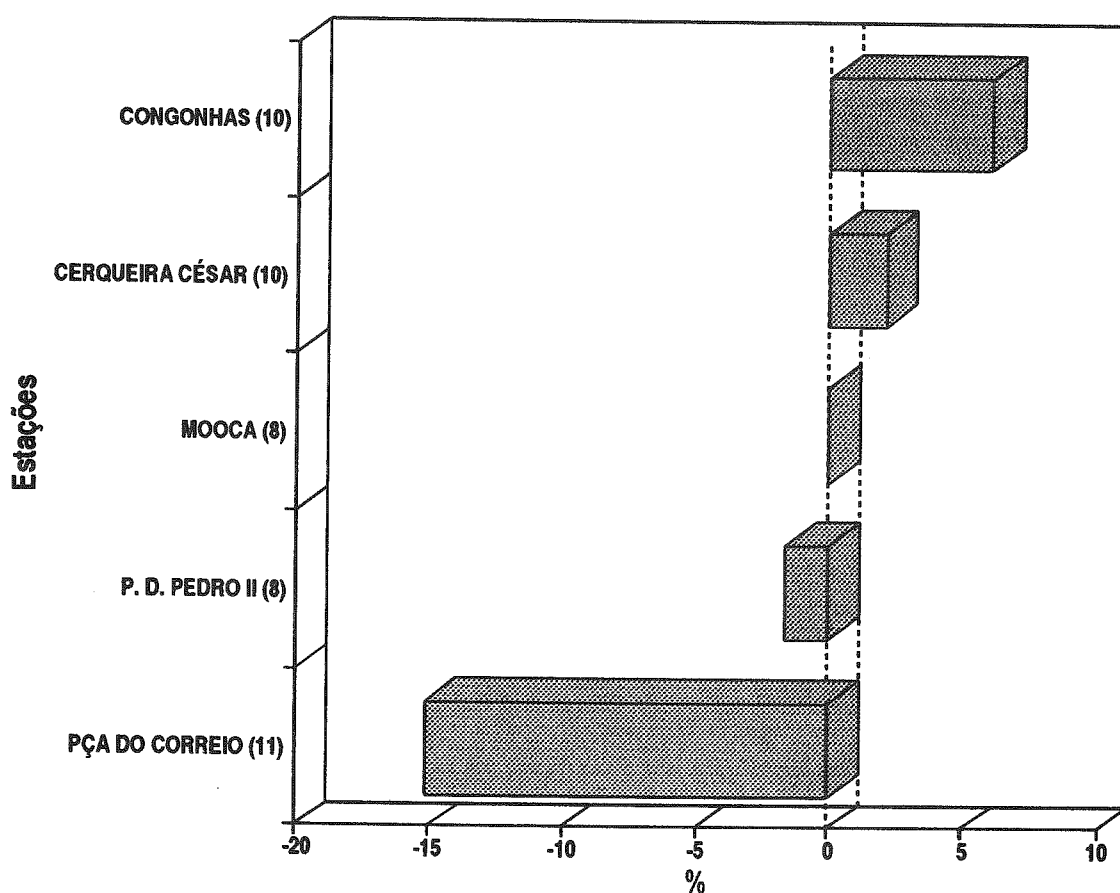


\* - Não atende aos critérios de representatividade.

É importante ressaltar que em 1991 só tivemos medição representativa em uma estação e que em todas o nível de atenção (15 ppm - 8 h) foi também excedido.

Na Figura 21 são mostradas as tendências das ultrapassagens do padrão de monóxido de carbono baseadas no período de 1981 a 1991.

**FIGURA 21 - Tendência do número das ultrapassagens do padrão de 8 horas para Monóxido de Carbono na RMSP.**



( ) - Número de anos utilizados.

É possível observar que não há uma tendência claramente definida, duas estações apresentaram tendência de decréscimo e outras duas de acréscimo. A estação Moóca apresenta-se estável (tendência nula).

Durante o decorrer de 1.988 as obras de reurbanização do Vale do Anhangabaú trouxeram mudanças importantes no tráfego de veículos na área, influenciando nos dados de monóxido de carbono obtidos na estação Correio. As mudanças mais importantes ocorridas no tráfego da Av. São João se deram em 05/03/88 com a diminuição sensível de tráfego em virtude da interrupção do tráfego proveniente da Zona Norte e depois em 28/05/88 com a interrupção definitiva do tráfego no trecho compreendido entre o Anhangabaú e o Largo Paissandú.

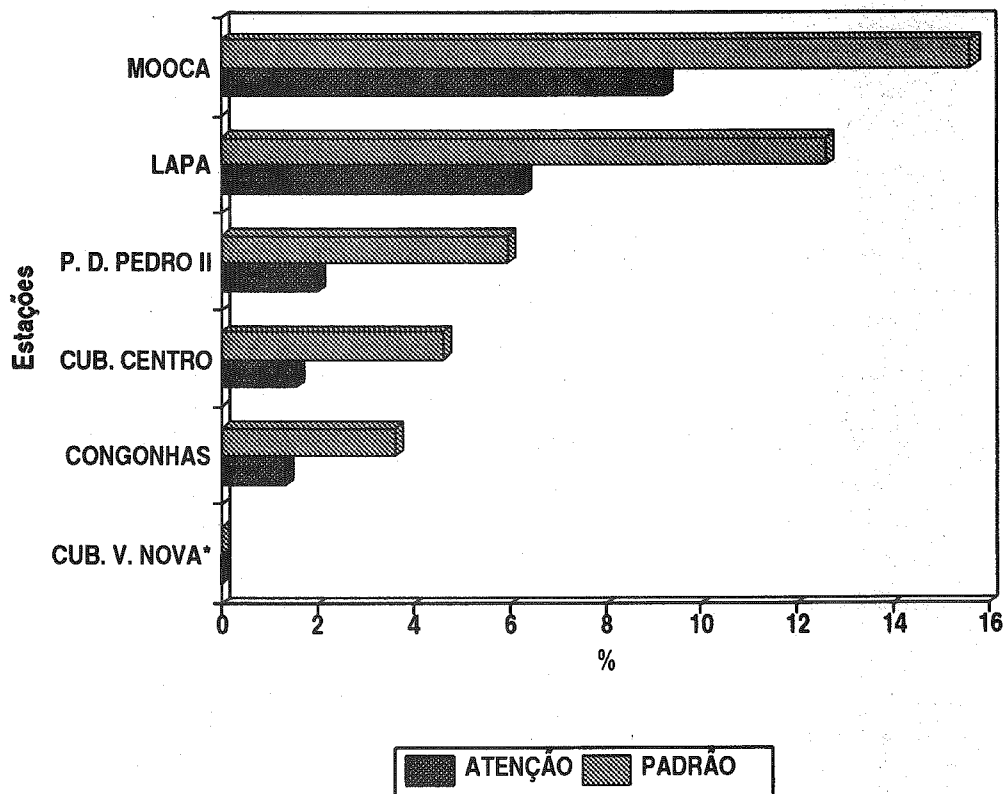
Em consequência dessas mudanças que ocasionaram uma diminuição sensível dos índices de monóxido de carbono medidos pela estação Correio, a CETESB decidiu adotar, após a realização de estudos na área, um procedimento de correção desses dados, de forma a estimar os dados que refletissem melhor a situação de qualidade do ar da área. Esses dados corrigidos foram utilizados na implementação do Plano de Ação de Emergência até que a definição do tráfego na área, em virtude do término das obras, permitir a escolha de um novo local de amostragem para suceder a estação do Correio.

A mudança do local de amostragem ocorreu em 04/11/91, sendo que agora a nova estação passou a denominar-se Centro e está localizada na Av. São Luiz esquina com Rua da Consolação.

#### 4.1.4 Ozônio

Na Figura 22 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. Todas as estações apresentaram ultrapassagem do padrão e do nível de atenção, exceto no caso de Cubatão o número de dias onde nada podemos afirmar pois o número de dias monitorados não atende aos critérios de representatividade fixados.

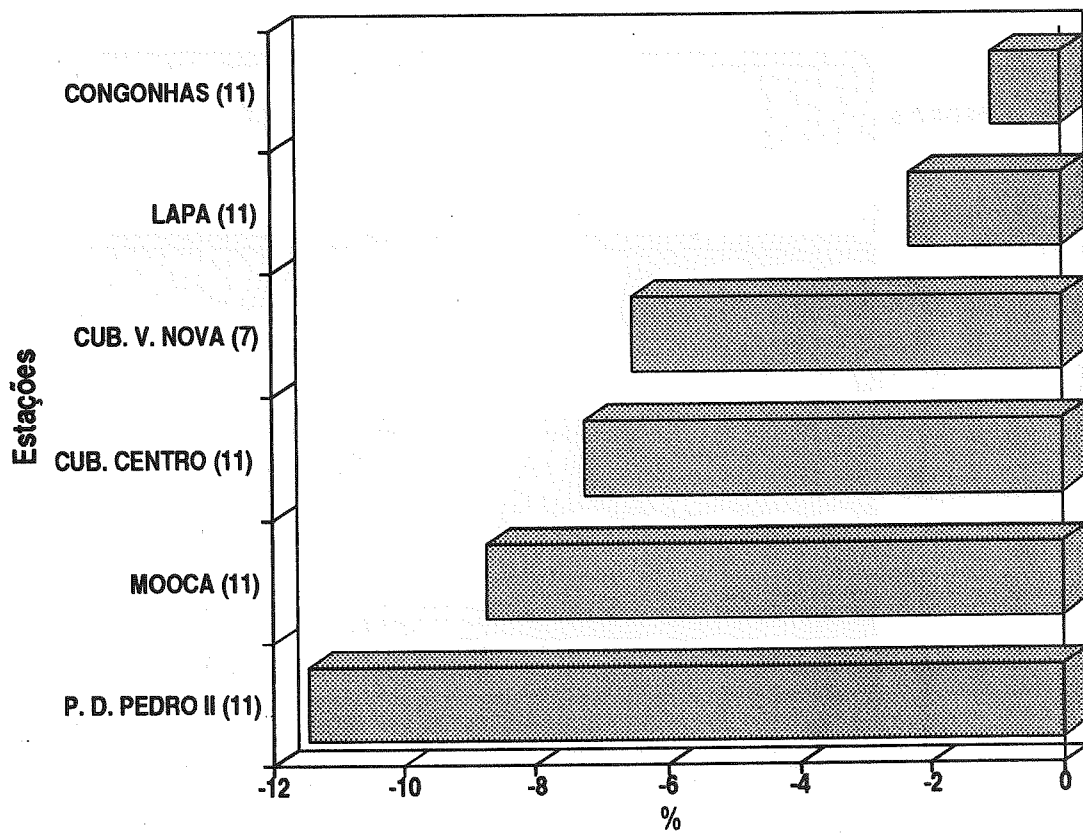
**FIGURA 22 -** Porcentagem de dias em que as concentrações do Ozônio ultrapassaram padrão de qualidade de 1 hora e o nível de atenção.



\* - Não atende aos critérios de representatividade.

Na Figura 23 são mostradas as tendências do número de ultrapassagens do padrão horário de ozônio.

**FIGURA 23 - Tendência do número das ultrapassagens do padrão do Ozônio na RMSP e em Cubatão.**



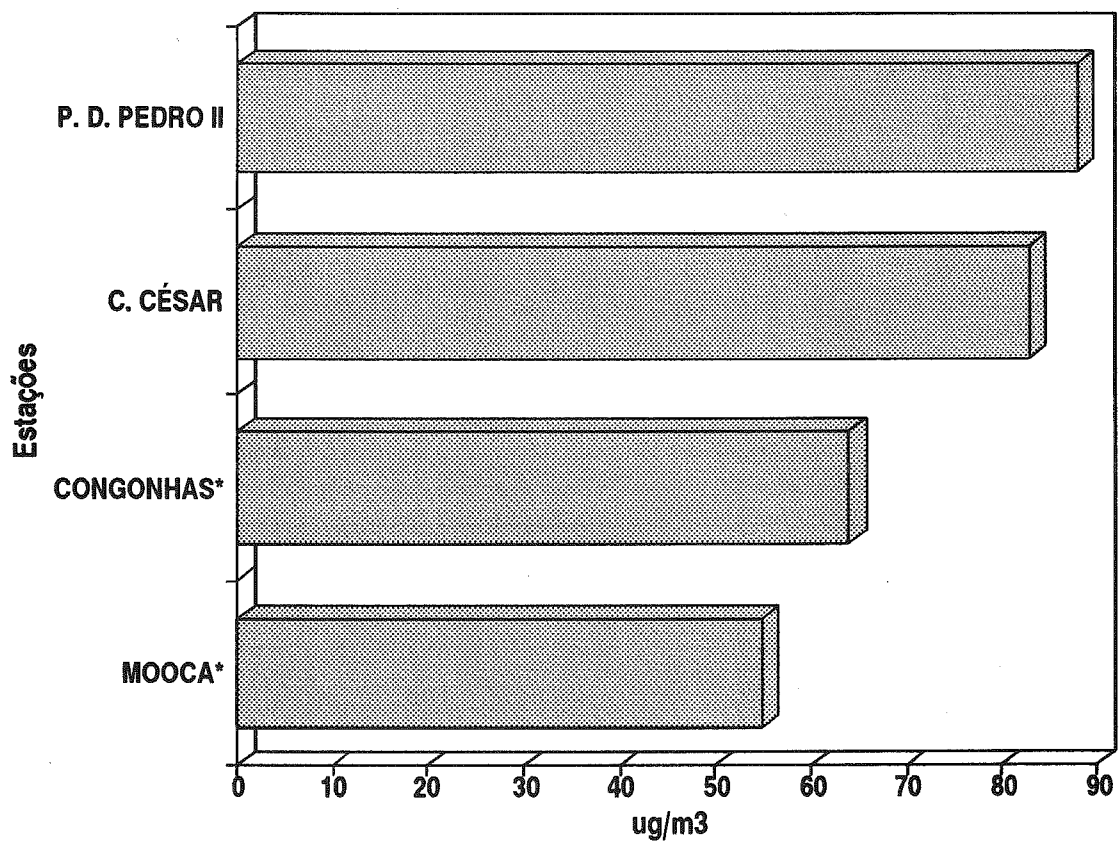
( ) - Número de anos utilizados.

A tendência observada é de decréscimo no número de ultrapassagens do padrão horário.

#### 4.1.5 Dióxido de Nitrogênio

Na Figura 24 podem ser observadas as médias aritméticas anuais de  $\text{NO}_2$  na RMSP estando estas abaixo do padrão anual de qualidade do ar.

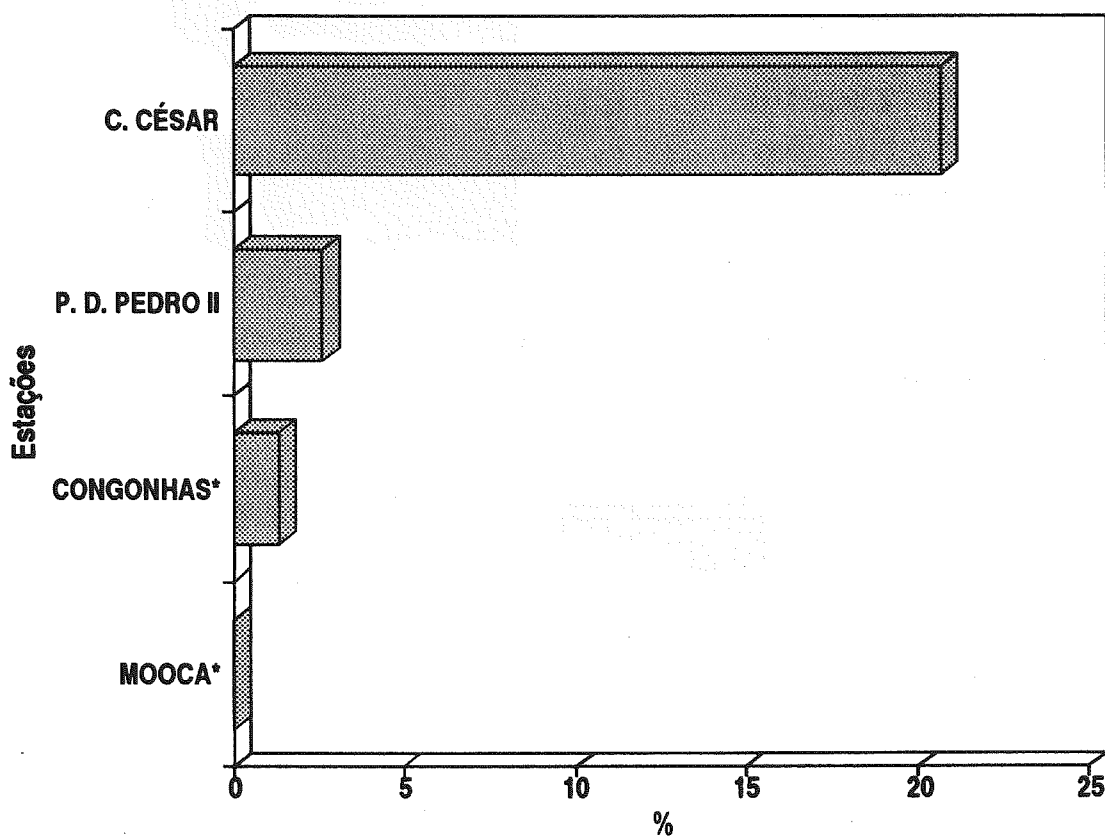
**FIGURA 24 - Médias aritméticas anuais de Dióxido de Nitrogênio na RMSP em 1991.**



\* - Não atende aos critérios de representatividade.

Na Figura 25 são mostradas as porcentagens de dias em que o padrão horário de  $\text{NO}_2$  ( $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi excedido em 1991. Observa-se que em 3 das 4 estações onde o poluente foi monitorado, ocorrem ultrapassagens do padrão horário.

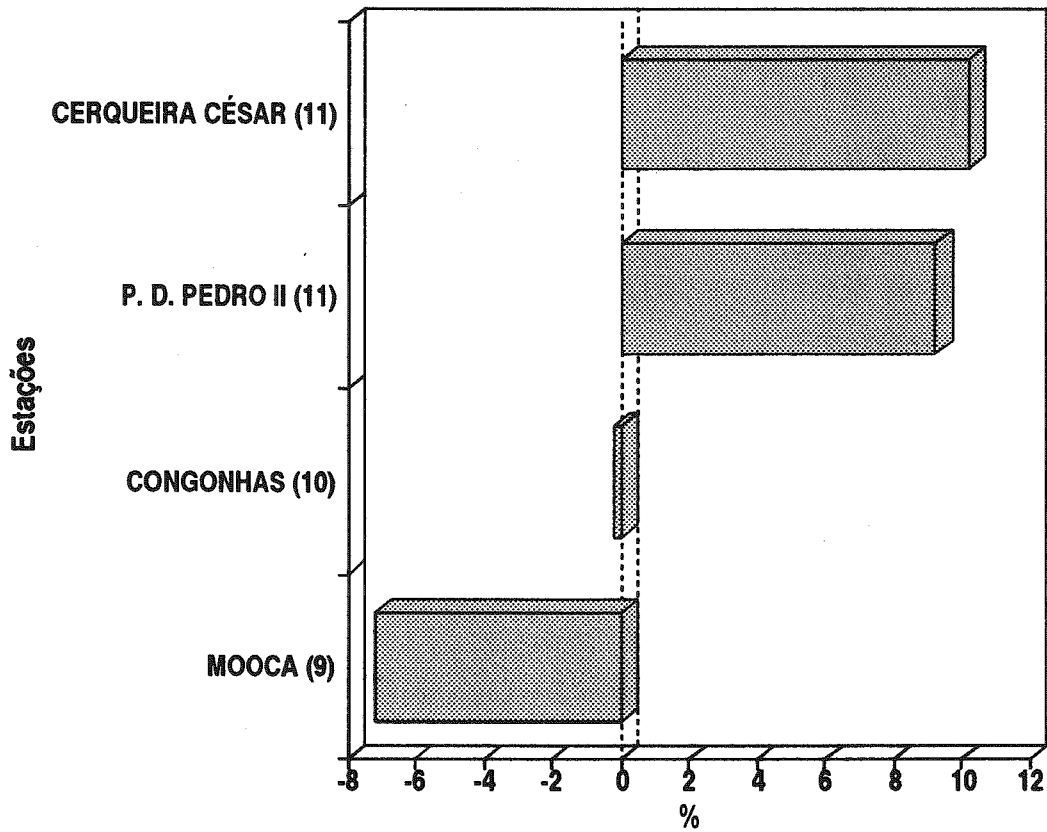
**FIGURA 25 - Porcentagem de dias em que o padrão horário de Dióxido de Nitrogênio foi ultrapassado na RMSP em 1991.**



\* - Não atende aos critérios de representatividade.

Na Figura 26 pode se observar que não há tendência definida para as concentrações de NO<sub>2</sub> na RMSP.

**FIGURA 26 - Tendência das concentrações médias anuais de Dióxido de Nitrogênio na RMSP.**



( ) - Número de anos utilizados.

#### 4.1.6 Outros Poluentes

Em toda análise a respeito do comportamento dos poluentes atmosféricos tem que se ter sempre presente uma variável muito importante que é a variação da composição dos combustíveis no Brasil.

O Programa Nacional do Alcool - 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, conforme mostra a Tabela 14.

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 13 e 14 a seguir resumem as principais alterações que ocorrem nas emissões em função de mudanças na composição do combustível, para os veículos em uso, nas quais não se pode esperar regulagens especiais para compensação destes efeitos.

O valor 100 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 à 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 13 - 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
NOx	100	95	80	60

**TABELA 14 - Variação relativa na emissão de poluentes pelo escapamento em função da adição de outros combustíveis ao álcool.**

POLUENTE	COMBUSTIVEL		
	Alcool	5% Gasolina	33% Metanol + 7% Gasolina
CO	100	125	100
HC	100	110	90
NOx	100	100	110
Aldeídos	100	100	55
Alcoois	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 e hidrocarbonetos, partículas e óxidos de enxofre, aumenta as emissões de aldeídos, 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 dessas alterações. 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 H - Anexo 2) é possível verificar que os dados disponíveis são extremamente elevados. Na Tabela G são mostrados os dados de óxidos de nitrogênio.

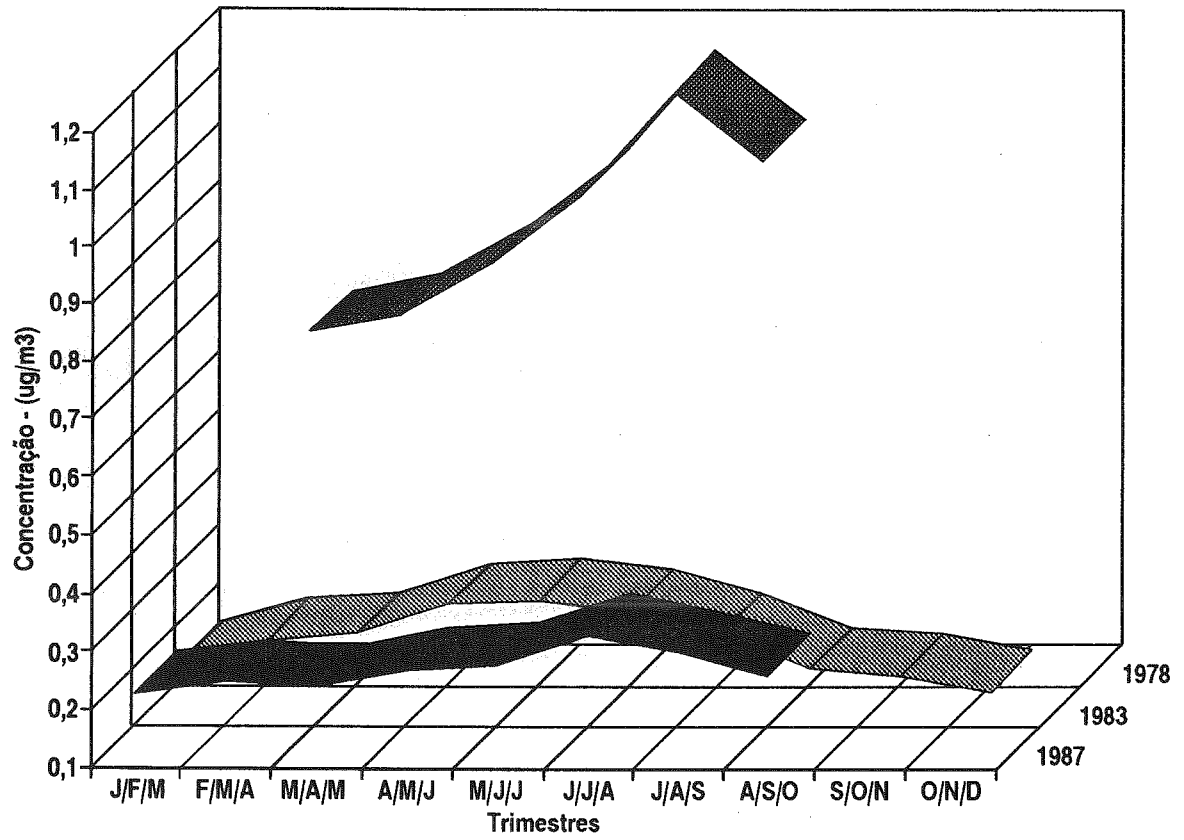
No que se refere a aldeídos foram realizados estudos em 81, 85 e 90. Os estudos de 81 e 85 foram feitos em base a medições de aldeídos totais e não foi possível observar nenhuma alteração importante nos níveis medidos, muito embora a relação aldeídos/CO tenha aumentado.

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 41 ppb e 4 ppb e de acetaldeído entre 47 ppb e 4 ppb.

Foram realizadas ainda medições de metanol após a introdução desse álcool como componente da mistura combustível em Março/90, sendo que todas as amostras estavam abaixo de 0,15 ppm (limite de detecção do método utilizado).

Em termos de chumbo a Figura 27 ilustra a diminuição na concentração desse metal na atmosfera entre 1978 e 1983, sendo que em 1987 se observa a manutenção dos níveis de 1983.

FIGURA 27 - Médias trimestrais de Chumbo na RMSP - 1978 - 1983 - 1987.



#### 4.1.7. Comentários Finais

##### 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:

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  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - média de 24 horas, como valor básico para definição de 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 (principalmente veículos pesados) 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 torna esta parcela, em última análise, também um problema criado pelos veículos automotores.

Um quadro quantitativo das contribuições dos diversos tipos de fontes de poluição, para o problema do ar por material particulado, foi obtido através de um estudo que realizou técnicas do modelo de receptor de balanço químico de massas. No que se refere à poeira total em suspensão as maiores contribuições

são 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 e aumenta a importância dos aerossóis secundários.

As concentrações de dióxido de enxofre sofreram uma redução sensível nos últimos anos e hoje se encontram, na maioria das estações, bem abaixo dos padrões 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 cerca de 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, no ano de 1991, nas duas estações onde o poluente foi medido, tanto o padrão horário quanto o anual foram excedidos.

Este quadro justifica a necessidade urgente e inadiável de controle das emissões veiculares. No caso do ozônio, o quadro reinante conduz a 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. 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 de per si, mas deve contemplar medidas no sistema de transporte. Sem um aumento na eficiência do sistema de transportes muito do que pode ser conseguido na

redução das emissões dos veículos pode ser contrabalançado pela diminuição da velocidade média.

A diminuição da quantidade de material particulado ressuspensão do solo é um exemplo típico da necessidade de uma ação global somada a ação em cima das 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 partículas em suspensão, 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 na Tabela 15 onde são apresentados os episódios ocorridos na área da Vila Parisi.

Tabela 15 - Número de estados de Alerta e Emergência declarados em Vila Parisi

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

Durante essas ocasiões, um plano de redução das emissões é acionado até que as concentrações de material particulado, alcancem níveis normais para a área.

Em função do plano de controle que vem sendo executado na área, 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 levar em conta o fator meteorológico que pode influenciar grandemente o comportamento das concentrações, o que torna necessária a observação de mais anos de dados para se poder tirar conclusões definitivas.

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

Os níveis de  $\text{SO}_2$  são bastante baixos na área e por isso mesmo não representam uma preocupação, muito embora tenha que se ter em mente que uma redução nas emissões de  $\text{SO}_2$  é sempre desejável para diminuir o teor de sulfatos secundários que contribuem para o material particulado que representa um sério problema na área. Outra razão para se controlar as emissões de  $\text{SO}_2$  é a proteção da vegetação da área, uma vez que estudos tem mostrado que curtas exposições a altas concentrações de  $\text{SO}_2$  podem causar danos a vegetação.

As concentrações de ozônio alcançam os níveis da RMSP mas, neste caso os precursores podem ser provenientes das indústrias.

Os graves danos a vegetação da área 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.

O problema de poluição do ar em Cubatão, a despeito de sua complexidade, está sob controle. 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 desses sistemas, uma vez que tão importante quanto a instalação do sistema de controle é sua manutenção adequada. Nesse sentido seria altamente desejável a instalação de um sistema de monitoramento contínuo nas principais fontes de emissão da área.

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

A seguir nas Tabelas de 16 a 20 são apresentadas os índices de qualidade do ar por poluente e por estação. Na Tabela 21 é apresentada o índice geral também por estação.

TABELA 16 - Distribuição do Índice - Partículas Inaláveis - 1991

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	120	36,8	198	60,7	8	2,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santana	16	10,1	137	86,2	6	3,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	90	27,9	225	69,7	8	2,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cambuci	224	72,7	82	26,6	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	198	57,4	143	41,4	4	1,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
N. Senhora do O	165	50,8	155	47,7	5	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Caetano do Sul	17	5,2	200	61,3	70	21,5	37	11,3	2	0,6	0	0,0
Congonhas	66	20,2	245	74,9	15	4,6	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Lapa	105	29,7	224	63,5	24	6,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	10	2,9	286	82,7	49	14,2	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Penha	166	48,3	169	49,1	9	2,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	50	14,5	248	71,7	45	13,0	3	0,9	0	0,0	0	0,0
S. André - Centro	146	47,7	141	46,1	17	5,6	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Diadema	137	44,2	156	50,3	17	5,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	119	34,3	211	60,8	17	4,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	116	35,3	205	62,3	8	2,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André - Capuava	68	23,5	213	73,7	8	2,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
V. Paulicéia	149	44,7	172	51,7	12	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	104	29,2	230	64,6	22	6,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Miguel Paulista	172	59,1	106	36,4	13	4,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá	244	88,4	32	11,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Nova	157	58,8	110	41,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro	99	36,1	171	62,4	3	1,1	1	0,4	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Parisi	24	7,3	162	49,2	109	33,1	31	9,4	2	0,6	1	0,3

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

**TABELA 17 - Distribuição do Índice - Dióxido de Enxofre - 1991**

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	350	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santana	126	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mooca	298	99,0	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cambuci	298	99,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	325	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
N. Senhora do O	312	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Caetano do Sul	311	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	325	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	338	97,4	9	2,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	346	98,3	6	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pentia	331	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Correio (1)	220	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro (2)	24	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	321	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André - Centro	317	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Diadema	317	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	331	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	279	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André - Capuava	283	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
V. Paulicéia	281	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	332	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Miguel Paulista	309	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá	292	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubalão - V. Nova	227	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubalão - Centro	256	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubalão - V. Parisi	317	99,1	3	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

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

(1) Fim de operação 04/11/91

(2) Início de operação em 18/11/91

**TABELA 18 - Distribuição do Índice - Monóxido de Carbono - 1991**

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRITICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	85	57,8	59	40,1	3	2,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	48	71,6	16	23,9	3	4,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	28	10,6	177	67,3	57	21,7	1	0,4	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	43	20,6	108	51,7	58	27,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Correio (1)	2	0,7	269	93,4	17	5,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro (2)	28	66,7	14	33,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

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

(1) Fim de operação em 04/11/91

(2) Início de operação em 18/11/91

**TABELA 19 - Distribuição do Índice - Ozônio - 1991**

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRITICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	215	71,2	69	22,8	12	4,0	6	2,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	139	55,8	71	28,5	16	6,4	23	9,2	0	0,0	0	0,0
Congonhas	150	67,6	64	28,8	5	2,3	3	1,4	0	0,0	0	0,0
Lapa	170	59,6	79	27,7	18	6,3	18	6,3	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Nova	165	87,8	23	12,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro	130	66,7	56	28,7	6	3,1	3	1,5	0	0,0	0	0,0

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

**TABELA 20 - Distribuição do Índice - Dióxido de Nitrogênio - 1991**

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRITICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	82	24,7	242	72,9	8	2,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	124	64,2	69	35,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	41	24,7	123	74,1	2	1,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	71	26,8	150	56,6	44	16,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0

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

**TABELA 21 - Distribuição do Índice Geral - 1991**

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	58	16,4	266	75,4	23	6,5	6	1,7	0	0,0	0	0,0
Santana	21	12,8	137	83,5	6	3,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	65	19,3	221	65,8	27	8,0	23	6,8	0	0,0	0	0,0
Cambuci	246	74,5	82	24,8	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	201	57,8	143	41,1	4	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
N. Senhora do O	175	52,2	155	46,3	5	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Caetano do Sul	19	5,8	200	61,0	70	21,3	37	11,3	2	0,6	0	0,0
Congonhas	23	6,7	246	71,3	71	20,6	5	1,4	0	0,0	0	0,0
Lapa	76	21,4	223	62,8	38	10,7	18	5,1	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	13	3,6	230	64,2	106	29,6	9	2,5	0	0,0	0	0,0
Penha	171	49,0	169	48,4	9	2,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Correio	4	1,4	269	92,8	17	5,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	28	66,7	14	33,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	54	15,4	248	70,9	45	12,9	3	0,9	0	0,0	0	0,0
S. André - Centro	160	50,0	141	44,1	17	5,3	2	0,6	0	0,0	0	0,0
Diadema	161	48,2	156	46,7	17	5,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	126	35,6	211	59,6	17	4,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	121	36,2	205	61,4	8	2,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André - Capuava	96	30,3	213	67,2	8	2,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
V. Paulicéia	156	45,9	172	50,6	12	3,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	106	29,6	230	64,2	22	6,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Miguel Paulista	197	62,3	106	33,5	13	4,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá	265	89,2	32	10,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Nova	176	60,7	114	39,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro	103	35,4	175	60,1	9	3,1	4	1,4	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Parisi	27	8,1	162	48,8	109	32,8	31	9,3	2	0,6	1	0,3

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

## 4.2. Outras Áreas do Estado de São Paulo

Excetuando-se a Região Metropolitana de São Paulo e o município de Cubatão, o Estado de São Paulo compõe-se ainda de 533 municípios com uma área de 240.000 Km<sup>2</sup> e uma população de 23 milhões de habitantes. Em 18 municípios dos 533 citados, avaliam-se as concentrações de dióxido de enxofre e fumaça compondo a chamada "Rede de Avaliação de Qualidade do Ar do Interior".

Infelizmente durante o ano de 1991, varias estações do interior não geraram dados suficientes para satisfazer critérios mínimos de representatividade. Dessa forma, a apresentação dos dados é feita em dois conjuntos de tabelas. Na Tabela 22, com "Dados Representativos", comparações com os padrões diários e anuais podem ser efetuadas. Na Tabela 23, com "Dados Insuficientes" apresentamos as médias quadrimestrais e os valores máximos obtidos, apenas para que se tenha um quadro da poluição nas diferentes regiões, sem contudo se apresentar qualquer outro tipo de análise.

### Estações com Dados Representativos

Na Tabela 22 pode ser verificado que nenhuma das estações em questão apresenta 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 3 delas o padrão diário secundário (100 µg/m<sup>3</sup>) é violado.

Na Tabela 22 observamos ainda que os dados de Fumaça atendem ao padrão primário anual (60 µg/m<sup>3</sup>), em todas as estações consideradas. Aqui também o padrão secundário (40 µg/m<sup>3</sup>) é desobedecido em duas cidades. O padrão diário primário (150 µg/m<sup>3</sup>) é obedecido porém uma estação viola o padrão diário secundário (100 µg/m<sup>3</sup>).

**TABELA 22 - Médias Anuais de Dióxido de Enxofre e Fumaça  
1991 - Rede do Interior**

ESTAÇÃO	SO <sub>2</sub>		FUMAÇA	
	MÉDIA ANUAL	1ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ANUAL	1ª MAX DIÁRIA
S. J. Campos	56	106	22	82
Santos	47	122	32	90
Limeira	45	120	31	81
Franca	41	95	52	104
Araras	29	74	18	56
R. Preto	26	41	46	95

Unidade : ug/m<sup>3</sup>

#### **Estações com Dados Insuficientes**

Os dados das diversas estações que não geraram um número suficiente, são apresentadas na Tabela 23 e 24 (percentagem de aproveitamento). Apesar de não terem sido coletadas amostras durante todos os períodos do ano, mesmo assim é possível verificar que existem áreas que já merecem uma atenção especial.

Em termos de SO<sub>2</sub>, verifica-se que o padrão diário secundário (100 µg/m<sup>3</sup>) foi ultrapassado em Americana, Campinas, Sorocaba. Em relação á Fumaça, o padrão diário primário (150 µg/m<sup>3</sup>) foi ultrapassado em Americana, Jundiaí e Sorocaba. Em relação às outras cidades deste conjunto, nada pode-se afirmar devido ao baixo número de dados gerados, não sendo isto uma garantia que a degradação da qualidade do ar não esteja ocorrendo.

**TABELA 23 - Médias Quadrimestrais de Dióxido de Enxofre e Fumaça 1991 - Rede do Interior**

	ESTAÇÃO	QUADRIMESTRE			1ª MAX DIÁRIA
		1º	2º	3º	
S O 2	Americana	*	55	*	116
	Araraquara	10	*	10	16
	Campinas	*	29	*	132
	Itú	*	*	*	65
	Jundiaí	*	29	35	95
	Mogi-Guaçu	*	*	30	62
	Paulinea	*	34	*	60
	Salto	*	*	*	-
	Sorocaba	*	100	77	138
	S. Carlos	9	*	10	16
Taubaté	51	30	*	89	
Votorantim	*	52	46	74	
F U M A Ç A	Americana	*	88	*	165
	Araraquara	13	*	10	42
	Campinas	*	28	*	71
	Itú	*	*	*	12
	Jundiaí	*	69	33	151
	Mogi-Guaçu	*	*	7	19
	Paulinea	*	39	*	70
	Salto	*	*	*	-
	Sorocaba	*	86	50	159
	S. Carlos	11	*	17	42
Taubaté	6	22	*	52	
Votorantim	*	42	21	68	

\* Não atende aos critérios de representatividade.  
Unidade : ug/m3

**TABELA 24 - Percentagem de Amostragem no Quadrimestre.**

ESTAÇÃO	QUADRIMESTRE		
	1º	2º	3º
Americana	44	81	45
Araraquara	61	10	95
Campinas	44	76	10
Itú	21	0	0
Jundiaí	39	81	60
Mogi-Guaçu	11	5	65
Paulinea	33	71	25
Salto	0	0	0
Sorocaba	5	81	90
S. Carlos	58	48	100
Taubaté	84	76	0
Votorantim	0	71	90

## 5. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

As condições meteorológicas na RMSP e em Cubatão são monitoradas pela CETESB através de 13 anemógrafos, que fornecem dados de direção e velocidade do vento, ligados a um sistema telemétrico, três higrotermógrafos e dois pluviógrafos, localizados um no Centro e outro na CETESB. Possui ainda uma Estação Wefax de recepção de imagens de satélite.

Além dessas informações próprias, a CETESB mantém convênios com várias Entidades tais como o DNEMET/MARA, FAB, INPE, FCTH/DAEE e o IPMET/UNESP, as quais fornecem informações meteorológicas como dados sinóticos de superfície e ar superior, Metar, imagens satélites, transparências de Radares que permitem acompanhar a evolução de precipitações e modelos de previsão dessas precipitações.

Com base nesses dados a CETESB elabora diariamente um boletim meteorológico para a Previsão de Dispersão de Poluentes para as 24 horas seguintes. O prognóstico é elaborado usando-se um julgamento subjetivo da importância relativa de cada variável meteorológica e a seguir leva-se em conta a forma de atuação global desses elementos sobre a poluição do ar.

A Previsão Meteorológica é divulgada através do Boletim de Qualidade do Ar da CETESB.

Como forma de caracterizar os fatores meteorológicos que influenciam os índices de qualidade do ar apresentamos um resumo de alguns parâmetros meteorológicos que influenciam a dispersão como: frequência mensal de sistemas frontais que passaram sobre a região, dados pluviométricos, velocidade média do vento de superfície e porcentagem de calmaria, inversões térmicas e finalmente a evolução do número de dias favoráveis e desfavoráveis para a dispersão de poluentes.

**TABELA 25 - Frequência Mensal dos Sistemas Frontais  
que passaram sobre São Paulo - 1988 à  
1991.**

M E S	A N O			
	1988	1989	1990	1991
JANEIRO	5	3	3	5
FEVEREIRO	3	5	2	3
MARÇO	1	4	3	4
ABRIL	7	4	4	6
MAIO	5	3	2	3
JUNHO	4	7	4	3
JULHO	2	6	5	4
AGOSTO	4	5	4	2
SETEMBRO	6	4	4	6
OUTUBRO	4	5	4	5
NOVEMBRO	5	5	6	4
DEZEMBRO	3	2	7	4
TOTAL	49	52	48	49

**TABELA 26 - Dados Pluviométricos - 1991**

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE SÃO PAULO (Mirante de Santana) - ESTADO DE SÃO PAULO												
LAT.: 23° 30'S      LOG.: 46° 37'S      ALT.: 792,059m      ANO: 1991												
DIA	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0.0	9.8	0.1	12.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	27.4	1.2	29.8
2	0.0	16.4	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	4.0	0.0	11.5	2.4
3	0.0	52.6	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	1.1	0.0
4	11.6	24.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	14.4	5.2	83.1	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
6	0.1	15.7	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.9	0.0	22.6
7	0.0	39.1	17.2	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.7	0.0	20.0
8	0.0	8.6	8.0	0.0	10.0	3.0	0.0	1.8	0.0	0.1	0.0	0.0
9	0.0	18.6	0.0	0.8	0.0	1.3	0.0	11.3	0.0	1.6	0.0	2.2
10	0.0	13.2	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	23.0	0.0	5.0	9.6	1.9
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	1.8	0.0	30.4
12	22.0	76.2	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
13	0.0	8.0	0.0	8.6	0.0	0.0	10.3	0.0	0.0	0.0	17.8	0.0
14	0.0	0.0	16.5	0.1	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0
15	9.4	0.0	1.3	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0
16	106.4	0.0	0.0	16.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.7
17	2.2	0.0	0.0	12.8	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0
18	6.6	15.4	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	5.4
19	0.0	37.5	30.2	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	5.3
20	0.0	0.0	20.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	0.0	0.0	10.8
21	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	49.4	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.0	0.0	1.7	0.0	4.2	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4
24	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	1.3
25	0.0	0.0	1.0	77.9	0.0	47.0	0.0		0.0	0.1	0.0	0.0
26	23.0	0.0	32.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	0.0	0.0	1.5
27	51.0	0.0	26.6	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2
28	14.2	17.6	42.2	2.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	11.0
29	0.0		35.4	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0
30	6.4		9.8	2.5	0.0	3.0	0.0	0.0	21.4	0.0	1.1	0.0
31	0.4		2.3		0.0		0.0	0.0		0.0		8.1
TOTAL	270.7	358.0	451.3	178.4	34.2	85.8	26.2	39.3	65.6	153.9	48.0	220.6
FREQ.	15	15	26	14	7	9	4	4	7	10	9	19

TOTAL ANUAL : 1932.0  
 FREQ. ANUAL : 139  
 FONTE : 7ª DISME/INEMET

**TABELA 27 - Precipitação Mensal, Normal de 40 anos e Frequência de dias de Chuva, da Estação Mirante de Santana - 1944 à 1991.**

MES	ANO											
	1944 A 1983		1987		1988		1989		1990		1991	
	PRECIPITAÇÃO		PRECIPITAÇÃO		PRECIPITAÇÃO		PRECIPITAÇÃO		PRECIPITAÇÃO		PRECIPITAÇÃO	
	mm	dias	mm	dias	mm	dias	mm	dias	mm	dias	mm	dias
JANEIRO	237,5	18	442,3	19	293,4	16	359,2	19	280,7	18	270,7	15
FEVEREIRO	222,7	17	177,5	17	285,0	20	326,5	18	152,8	14	358,0	15
MARÇO	163,2	15	58,8	7	203,6	11	185,1	18	228,8	18	451,3	26
ABRIL	75,0	10	91,5	11	173,4	15	96,2	9	76,7	5	178,4	14
MAIO	58,4	9	241,2	16	210,8	16	30,4	10	60,8	8	34,2	7
JUNHO	55,1	8	195,9	7	58,8	7	44,4	6	39,2	4	85,8	9
JULHO	41,7	8	10,7	4	2,2	6	144,7	8	121,0	16	26,2	4
AGOSTO	38,6	6	28,7	8	2,5	1	32,3	6	49,6	9	39,3	4
SETEMBRO	65,3	9	59,2	13	34,7	6	82,5	13	95,1	8	65,6	7
OUTUBRO	137,6	13	89,9	13	170,1	14	65,4	7	117,6	14	153,9	10
NOVEMBRO	144,2	13	96,1	11	85,7	12	82,4	12	76,0	14	48,0	9
DEZEMBRO	193,1	16	146,3	12	279,6	14	121,7	13	124,7	12	220,6	19

**TABELA 28 - Velocidade Média do Vento e Porcentagem de Calmaria da Região da Grande São Paulo - 1991**

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 (%)
01	5,6	2,1	10,4	11,1	1,9	1,8	12,0	14,4	2,0	2,0	49,0	1,1	5,8	2,1	29,7	2,4	3,7	2,6	7,1	2,0	11,1	2,1	1,4	2,5
02	17,7	1,8	24,3	9,7	1,8	2,0	3,7	9,3	1,8	1,8	50,0	1,1	21,5	2,0	2,0	3,0	0,0	3,2	8,9	2,1	12,5	1,8	12,5	2,4
03	21,4	1,7	19,4	21,2	1,6	2,1	5,4	24,5	1,5	2,1	41,7	1,4	43,0	2,3	3,0	3,0	3,1	2,7	24,9	1,5	11,1	1,8	14,4	2,2
04	23,4	1,4	29,7	16,4	1,9	1,9	11,2	31,0	1,4	1,4	41,7	1,6	47,0	1,8	5,0	2,6	2,2	2,2	1,0	2,7	1,9	2,3	9,3	2,2
05	18,3	2,1	19,9	16,4	1,7	2,4	13,1	45,0	1,9	1,9	45,8	2,0	11,0	2,3	19,0	1,7	22,7	2,0	9,9	2,1	5,6	2,5	19,4	1,8
06	5,7	2,0	26,2	14,4	2,0	1,9	12,5	1,1	2,2	2,2	32,4	2,3	14,0	1,7	27,8	1,6	16,7	2,1	16,7	2,6	17,2	2,1	11,1	2,0
07	0,0	2,6	24,1	20,8	1,7	3,2	2,1	7,1	2,1	2,1	12,0	1,5	42,0	0,9	19,6	1,7	16,7	1,7	9,9	2,7	31,5	2,0	16,4	2,1
08	0,0	2,2	15,7	19,4	1,4	1,6	28,2	15,7	1,8	1,8	15,2	2,1	45,0	1,5	21,0	1,7	39,8	1,6	1,6	2,7	23,7	1,7	10,3	3,2
09	4,3	1,9	17,3	8,3	1,7	1,4	42,3	20,4	1,5	1,5	1,9	2,0	38,4	1,0	29,0	1,2	9,0	2,0	0,6	1,9	24,1	1,9	11,1	2,4
10	11,9	2,2	15,6	31,8	1,7	1,7	25,9	10,1	1,7	1,7	5,2	2,5	50,9	1,7	30,0	1,8	16,1	2,0	19,8	2,2	21,9	1,4	12,0	2,0
11	6,5	2,1	14,6	27,3	1,8	1,5	21,3	4,8	2,0	2,0	13,0	1,8	9,1	2,5	28,0	2,1	26,2	1,5	37,2	1,8	11,1	2,2	16,7	2,0
12	16,7	1,9	24,7	23,6	1,8	1,4	26,9	10,1	2,0	2,0	43,2	1,1	8,8	1,8	3,0	2,5	3,0	1,9	7,3	2,4	41,1	1,3	17,3	2,3
13	19,9	1,7	6,3	6,3	2,0	2,0	38,0	3,2	2,4	2,4	38,1	1,4	23,3	1,4	6,7	2,0	14,1	2,0	2,1	2,6	15,8	1,5	6,6	2,4
14	25,7	1,6	17,9	2,1	2,1	2,1	36,8	14,1	1,7	1,7	22,4	1,9	6,3	1,7	13,0	1,7	39,0	1,5	26,3	1,7	19,8	2,0	13,1	1,8
15	18,8	1,7	8,7	2,1	2,4	1,6	10,9	4,7	2,1	2,1	36,0	1,2	8,3	1,9	0,2	2,8	30,5	1,5	31,5	2,2	27,7	1,6	20,2	2,0
16	23,6	1,6	5,5	9,5	2,6	1,4	21,4	32,8	1,7	1,7	44,0	1,4	8,8	1,5	8,0	2,6	8,5	1,6	31,9	2,0	31,0	1,9	17,8	2,7
17	10,7	1,7	9,3	9,6	2,2	2,2	35,3	18,9	1,5	1,5	43,7	1,6	38,5	1,1	14,0	2,4	10,6	2,1	20,3	2,0	17,7	1,9	4,3	2,9
18	0,5	2,7	3,6	11,5	2,0	2,0	26,6	10,0	1,8	1,8	49,3	1,6	10,1	1,7	16,4	1,8	15,5	2,2	2,9	2,7	10,2	2,0	16,8	2,3
19	3,2	2,5	25,4	17,2	1,5	1,5	15,4	10,0	2,1	2,1	13,0	3,1	20,0	1,5	20,0	2,0	16,7	2,0	8,9	2,0	22,2	1,7	28,0	1,7
20	8,3	2,0	12,5	24,5	1,6	3,2	0,0	13,0	1,7	1,7	24,1	2,6	40,0	1,2	9,0	2,1	6,5	2,3	12,1	2,1	10,6	2,3	14,9	2,3
21	22,2	2,0	10,9	36,8	1,6	2,5	5,6	17,9	1,6	1,6	5,2	2,4	30,0	1,5	25,1	1,6	9,3	2,0	8,3	2,5	4,2	2,5	35,7	1,7
22	18,2	1,9	9,4	0,6	2,0	2,1	3,1	40,2	2,9	2,9	26,6	1,4	42,0	1,4	19,6	1,8	35,7	1,4	15,8	2,0	2,3	2,8	21,4	2,2
23	11,0	1,4	19,3	0,5	3,1	1,6	37,5	0,0	3,6	3,6	40,6	1,2	21,4	2,7	20,2	2,0	16,7	2,2	19,6	1,9	9,4	2,1	19,3	1,6
24	13,6	2,1	3,8	6,3	2,4	2,3	33,3	11,7	1,8	1,8	11,5	1,7	30,4	2,2	28,0	1,3	0,5	2,3	24,9	1,4	16,5	1,9	26,8	1,8
25	3,3	2,2	8,3	34,0	1,5	1,9	19,4	30,0	1,7	1,7	29,8	1,4	17,3	6,4	37,0	1,3	1,0	2,3	22,9	1,5	11,0	2,3	14,8	2,2
26	4,2	2,2	13,6	11,6	1,8	2,0	7,5	49,0	1,9	1,9	7,2	1,5	12,0	2,1	42,0	1,8	10,4	1,8	35,1	1,2	18,5	2,6	13,6	2,8
27	23,4	1,5	13,9	0,0	2,6	1,7	33,0	0,0	3,3	3,3	21,0	1,1	30,0	1,6	24,0	1,4	4,7	2,7	33,9	1,7	12,0	2,4	18,8	2,3
28	28,6	1,8	13,6	4,6	1,7	1,5	44,1	35,4	1,6	1,6	37,5	1,9	25,0	1,6	31,2	1,6	30,7	1,4	14,2	2,0	3,1	2,2	16,6	1,8
29	26,6	1,9	13,6	17,6	1,4	1,8	35,4	41,1	1,9	1,9	29,8	1,5	30,2	1,5	39,0	1,7	36,8	1,0	8,9	2,1	17,2	2,4	31,0	2,1
30	8,1	2,3	13,1	13,1	1,4	1,4	16,2	44,0	1,2	1,2	0,5	2,0	20,0	2,0	37,5	1,6	31,3	1,4	14,0	2,1	5,1	2,4	24,0	2,0
31	0,0	3,7	17,6	17,6	1,4	1,4	1,4	47,1	1,2	1,2	34,5	2,2	34,5	2,2	44,0	1,5	1,4	1,4	26,5	2,3	5,1	2,6	34,4	1,8
MED	12,9	2,0	15,1	14,1	1,9	1,9	20,8	21,0	1,9	1,9	27,7	1,7	25,3	1,9	21,0	1,9	16,2	2,0	16,3	2,1	15,6	2,1	17,1	2,2

**TABELA 29 - Frequência de inversões térmicas, por faixa, nos anos de 1987 a 1991.**  
**Aeroporto de Congonhas - São Paulo**

ALTURA (m)	0 - 200					200 - 400					400 - 600					> 600					TOTAL				
	87	88	89	90	91	87	88	89	90	91	87	88	89	90	91	87	88	89	90	91	87	88	89	90	91
JANEIRO	-	-	1	1	1	1	11	5	8	5	5	5	6	4	5	7	10	8	7	13	13	26	20*	20*	23
FEVEREIRO	3	1	1	-	1	7	6	6	9	5	4	5	4	11	8	19	10	12	13	16	33	22	23*	33*	30
MARÇO	3	3	1	4	2	6	11	9	11	6	7	4	4	5	3	16	22	17	6	11	22	40	31	26*	23
ABRIL	7	4	-	2	8	5	10	13	11	11	2	2	4	5	2	12	17	16	12	20	26	33	33	30*	35
MAIO	4	3	1	9	10	7	-	14	8	8	8	-	3	2	3	18	3	25	35	32	37	6*	43	54	51
JUNHO	16	5	9	10	10	7	-	8	8	10	2	1	5	9	4	28	5	25	25	22	53	11*	47	52	46
JULHO	7	9	16	10	15	5	9	4	8	14	2	3	3	4	5	9	33	33	27	32	23*	54	56	49	61
AGOSTO	12	7	8	5	7	6	14	9	11	9	4	3	10	3	6	24	25	34	20	8	46	49	61	39	38
SETEMBRO	5	8	3	6	-	7	7	8	6	11	5	3	3	3	8	21	20	29	22	21	38	38	43	37*	47
OUTUBRO	2	2	2	2	-	11	8	3	10	8	7	8	9	8	6	23	22	33	15	21	43	40	47	35	35*
NOVEMBRO	1	1	1	-	-	5	6	3	8	-	6	5	6	7	-	26	21	26	13	-	38	33	36*	28	-
DEZEMBRO	-	-	-	1	-	1	5	3	7	-	7	8	5	5	-	21	18	17	21	-	29	31	25*	34	-
TOTAL	60	43	43	50	54	68	87	85	105	87	59	47	62	66	50	224	206	275	216	196	411	383	465	437	389

\*OBS: JULHO/87 NÃO HOUVE SONDAÇÃO DOS DIAS - 07 A 22.  
 MAIO/88 NÃO HOUVE SONDAÇÃO DOS DIAS - 05 A 31.  
 JUNHO/88 NÃO HOUVE SONDAÇÃO DOS DIAS - 01 A 21.  
 JANEIRO/89 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 16, 17 E 18.  
 FEVEREIRO/89 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NO DIA - 06.  
 NOVEMBRO/89 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NO DIA - 22.  
 DEZEMBRO/89 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NO DIA - 17.  
 JANEIRO/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 08, 09 E 25.  
 FEVEREIRO/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NO DIA - 27.  
 MARÇO/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NO DIA - 27.  
 ABRIL/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NO DIA - 21.  
 SETEMBRO/90 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 27 E 28.  
 OUTUBRO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 30 E 31.  
 NOVEMBRO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 01 A 30.  
 DEZEMBRO/91 NÃO HOUVE SONDAÇÃO NOS DIAS - 01 A 31.

**TABELA 30 - Distribuição mensal do número de dias favoráveis e desfavoráveis a dispersão dos poluentes na atmosfera, na Região de São Paulo e Cubatão - 1987 a 1991.**

MES	ANO	FAVORÁVEIS					DESFAVORÁVEIS				
		87	88	89	90	91	87	88	89	90	91
JANEIRO		31	31	31	31	31					
FEVEREIRO		28	29	28	28	28					
MARÇO		31	29	31	31	31		2			
ABRIL		30	30	30	24	30				6	
MAIO		29	29	16	23	23	2	2	15	8	8
JUNHO		10	16	21	18	19	20	14	9	12	11
JULHO		12	13	17	22	11	19	18	14	9	20
AGOSTO		14	7	20	19	15	17	24	11	12	16
SETEMBRO		23	20	29	22	21	7	10	1	8	9
OUTUBRO		31	31	31	31	31					
NOVEMBRO		28	30	30	30	30	2				
DEZEMBRO		31	31	31	31	31					

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

### **6.1 Fontes Estacionárias**

#### **6.1.1 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.

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

Em Dezembro de 1979 deu-se início ao programa de controle de particulados, baseado principalmente na aplicação das 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 do período de cinco anos adequarem-se aos requisitos formulados. Atualmente, apesar do atendimento por parte das indústrias aos requisitos de controle, persistem violações ao padrão de qualidade do ar para particulados em vários pontos da RMSP. Estudos realizados, apontam clara influência dos veículos automotores nessas violações.

##### **6.1.1.2 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 validade do programa.

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

As fontes estacionárias de combustão são controladas através de um programa de fiscalização permanente, baseado 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 estabelecidas, com o intuito de uma ação planejada de controle. Atualmente existem 20 roteiros de vigilância que fiscalizam permanentemente cerca de 300 fontes prioritárias.

### **6.1.1.4 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.

## **6.1.2 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 31). De 1984 a 1990, foram investidos U\$ 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 31 - Padrões 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 P205 (alimentado no processo)
Fluoretos Totais (2)	0,03 kgF/t P205 (alimentado no processo)
Amônia Total (3)	0,02 kg/t (altura da chaminé = 1,3 m)
Oxidos de Nitrogênio (4)	250 ppm

(1) 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.

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

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

O trabalho preventivo realizado com amparo legal desde 08/09/76, 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 e atendimento em fins de semana e feriados.

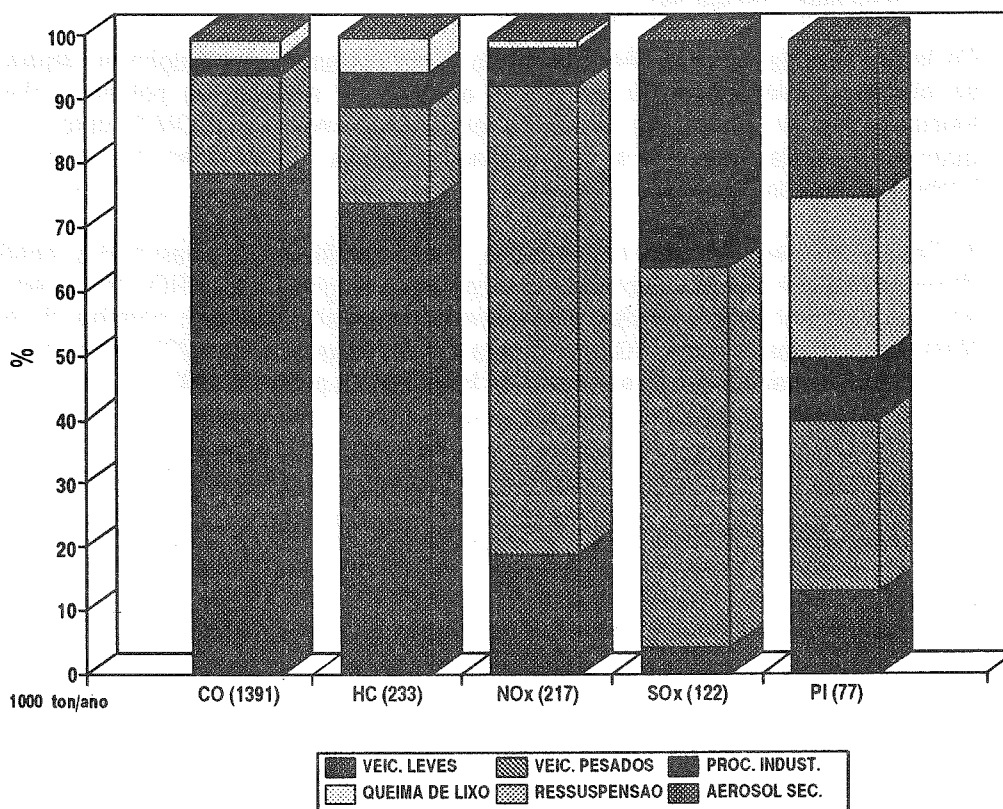
## 6.2 Fontes Móveis

### 6.2.1 A 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, 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 28, onde pode-se ver 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 determinado a partir de um estudo baseado na aplicação de modelo receptor e os resultados apresentados se referem ao parâmetro partículas inaláveis.

FIGURA 28 - Emissões Relativas.



A Figura acima foi elaborada com base nos dados contidos na tabela 2.

## 6.2.2 PROCONVE

Constada 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, cujos limites de emissão encontram-se resumidos na Tabela 32.

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 anualmente 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 são quantificadas as emissões reais 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 1992. Este segmento foi priorizado pelo PROCONVE porque a grande quantidade destes veículos e sua utilização intensa, caracterizam-nos como o maior problema a ser enfrentado.

A Tabela 33 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 32 - Limites máximos de emissão para veículos**

VEICULOS LEVES

ANO	ESCAPAMENTO						EVAPORATIVA DE COMBUSTIVEL g/ensaio	GASES DE CARTER
	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	ALDEIDOS g/km	CO M. LENTA %	FUMAÇA k		
1988*	24	2,1	2,0	--	3,0	--	--	nula
1990	24	2,1	2,0	--	3,0	2,5	6,0	nula
1992	12	1,2	1,4	0,15	2,5	2,5	6,0	nula
	24**	2,1**	2,0**	0,15	3,0**	2,5	6,0	nula
1997	2,0	0,3	0,6	0,03	0,5	2,5	6,0	nula

k = c/G

c = concentração de carbono

G = vazão nominal de gás de escapamento

(\*) 1988 - somente para novos lançamentos

1989 - para 50% da produção

1990 - todos, exceto veículos não derivados de automóveis

(\*\*) permitidos apenas para veículos leves não derivados de automóveis

VEICULOS PESADOS

ANO	ESCAPAMENTO				GASES DE CARTER
	CO g/kwh	HC g/kwh	NOx g/kwh	FUMAÇA k	
1988*	--	--	--	2,5	nula
1993	11,2	2,8	18	2,5	nula**
1995	11,2	2,8	14,4	2,5	nula**
Novos limites para os próximos anos estão em discussão					

(\*) somente para ônibus urbanos

(\*\*) opcionalmente somada à emissão de escapamento para comparação com o limite de HC, nos motores turboalimentados

**TABELA 33 - PROCONVE - Limites de emissão e valores médios para veículos leves (motor otto)**

ANO	OBSERVAÇÃO	GASES ESCAPAMENTO - g/km					VALORES DE COMBUSTIVEL g/teste
		MONOXIDO DE CARBONO	HIDROCARBONETOS HC	OXIDOS DE NITROGENIO NOx	ALDEIDOS CHO		
Pré 1980	Gasolina Pura	54,0	4,7	1,2	nd	nd	nd
1986 (sem controle)	Alcool	16,9	1,6	1,2	0,160	10,0	
	Gasool	28,0	2,4	1,6	0,040	23,0	
1990 (a) (1ª fase)	Limite	24,0	2,1	2,0	--	6,0	
	Alcool	10,8 (-36%)	1,3 (-19%)	1,2 (0%)	0,110 (-31%)	1,8 (-82%)	
	Gasool	13,3 (-52%)	1,4 (-42%)	1,4 (-12%)	0,040 (0%)	2,7 (-88%)	
1992 (b) (2ª fase)	Limite	12	1,2	1,4	0,150	6,0	
	Alcool	3,9 (-77%)	0,6 (-62%)	0,5 (-58%)	0,030 (-81%)	1,2 (-88%)	
	Gasool	5,9 (-79%)	0,5 (-79%)	0,6 (-62%)	0,010 (-75%)	2,3 (-90%)	

Notas : % entre parênteses refere-se à redução verificada em relação aos veículos 1986, antes da atuação do PROCONVE.

Gasool : 78% Gasolina + 22% Alcool.

(a) média da produção.

(b) média dos resultados de certificação.

### **6.2.3 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%  $\pm$  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 vem conquistando os resultados do PROCONVE, com base nesta especificação.

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.

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

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 têm 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.

### **6.2.5 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 prevê a implantação de programas de inspeção e manutenção de veículos em uso (I/M) nos grandes centros urbanos.

Normalmente, os programas de I/M estabelecem que a verificação seja feita através de uma inspeção oficial por ocasião do licenciamento, relicenciamento e mudança de proprietário do veículo, de modo a impedir a circulação de veículos em desconformidade com a legislação. Se reprovado, o veículo deve receber os cuidados necessários de manutenção para ser submetido à reinspeção. Existem várias modalidades de programas de I/M operando em diversos países desenvolvidos, porém a realização de uma simples medição de CO e HC em marcha lenta, seguida de uma inspeção visual dos componentes relacionados com as emissões é a prática mais difundida e que deverá ser implantada pela CETESB em São Paulo. A medição correta das concentrações de CO e HC requer a utilização de equipamentos automáticos, de modo a impedir interferências do inspetor. A rede de assistência técnica terá grande responsabilidade para que o programa de I/M seja bem sucedido, pois deverá absorver em volume e qualidade a demanda decorrente da sua implantação. As oficinas, deverão estar adequadamente equipadas, com mecânicos treinados e utilizando os procedimentos corretos, reduzindo assim o número de reprovações e reparações. A implantação de programas de I/M requer um esforço integrado dos órgãos governamentais, iniciativa privada e população, com o objetivo de obrigar a população a manter otimizadas a emissão e a regulagem de seus veículos, melhorando a qualidade do ar.

### **6.2.6 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 as 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. Fontes de poluição como ruas não pavimentadas, obras civis, serviços públicos, queima de resíduos, tem-se mostrado bastante influentes na deterioração da qualidade do ar, principalmente nos períodos de prolongada estiagem. Para 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 poluição.



**ANEXOS**



**ANEXO 1**

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



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

**ESTAÇÕES DA REDE TELEMÉTRICA**

**ESTAÇÃO 01 - PARQUE D. PEDRO II**

Parque D. Pedro II, 319  
Centro - São Paulo

**ESTAÇÃO 02 - SANTANA**

Parque de Material Aeronáutico  
Av. Santos Dumont, 1019  
Santana - São Paulo

**ESTAÇÃO 03 - MOÓCA**

Administração Regional da Móoca e Centro Educacional  
e Esportivo Municipal  
Rua Bresser, 2.341  
Moóca - São Paulo

**ESTAÇÃO 04 - CAMBUCI**

IV COMAR (Comando Aéreo Regional)  
Av. D. Pedro I, 100  
Cambuci - São Paulo

**ESTAÇÃO 05 - IBIRAPUERA**

Parque Ibirapuera, 1.985 (setor 25)  
Próximo à Av. IV Centenário  
Ibirapuera - São Paulo

**ESTAÇÃO 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

**ESTAÇÃO 07 - SÃO CAETANO DO SUL**

Praça Itália, 01 - Bairro da Fundação  
São Caetano do Sul - São Paulo  
mudou para a Rua Aurélio s/nº (em frente ao nº 144) em 18/09/91

### **ESTAÇÃO 08 - CONGONHAS**

Escola Municipal "Prof. J.C. da Silva Borges"  
Alameda dos Tupiniquins, 1.571  
Congonhas - São Paulo

### **ESTAÇÃO 09 - LAPA**

Unidade de Depósito e Oficina "AR-LA"  
Av. Embaixador Macedo Soares, 7.995  
Lapa - São Paulo

### **ESTAÇÃO 10 - CERQUEIRA CESAR**

Faculdade de Saúde Pública - USP  
Av. Dr. Arnaldo, 725  
Cerqueira Cesar - São Paulo

### **ESTAÇÃO 11 - PENHA**

Escola Estadual de 2º Grau "Prof. Gabriel Ortiz"  
Av. Amador Bueno da Veiga, 2932  
Penha - São Paulo

### **ESTAÇÃO 12 - CORREIO**

CORREIO/E.C.T. - Empresa Brasileira de Correios e  
Telégrafos  
Av. São João esq. c/ Anhangabau s/n. (até 04/11/91)  
mudou para Av. São Luiz com a Consolação em 18/11/91  
com o nome de CENTRO  
Centro-São Paulo

### **ESTAÇÃO 13 - GUARULHOS**

E.E. de 1º Grau do Bairro de São Roque  
Parque CECAP  
Guarulhos - São Paulo

### **ESTAÇÃO 14 - SANTO ANDRÉ - CENTRO**

Parque Municipal Duque de Caxias  
Rua das Caneleiras, 101-C  
Santo André - São Paulo

### **ESTAÇÃO 15 - DIADEMA**

Prefeitura Municipal de Diadema  
Rua Benjamin Constant, 3  
Diadema - São Paulo

### **ESTAÇÃO 16 - SANTO AMARO**

Centro Educacional e Esportivo Municipal "Joerg Bruder"  
Av. Padre José Maria, 355  
Santo Amaro - São Paulo

### **ESTAÇÃO 17 - OSASCO**

Praça 31 de Março, 104  
Osasco - São Paulo

### **ESTAÇÃO 18 - SANTO ANDRÉ CAPUAVA**

Posto de Puericultura do Alto de Capuava  
Rua Manágua, 02  
Santo André - São Paulo

### **ESTAÇÃO 19 - SÃO BERNARDO DO CAMPO - VILA PAULICÉIA**

Rua Cásper Libero, 340  
São Bernardo do Campo - São Paulo

### **ESTAÇÃO 20 - TABOÃO DA SERRA**

Praça 31 de Março, 99  
Taboão da Serra - São Paulo

### **ESTAÇÃO 21 - SÃO MIGUEL PAULISTA**

Escola de Educação Infantil de Vila Pedrosa  
Rua Diego Calado, 166  
São Miguel Paulista - São Paulo

### **ESTAÇÃO 22 - MAUÁ**

Escola Estadual de 1º e 2º Grau "Prof. Therezinha Sartori"  
Rua Vitorino Del'Antonia, 150  
Mauá - São Paulo

**ESTAÇÃO 23 - CUBATÃO - VILA NOVA**

Esquina da Av. Martins Fontes c/ Av. N. S. da Lapa  
Vila Nova - Cubatão

**ESTAÇÃO 24 - CUBATÃO - CENTRO**

Centro Social Urbano de Cubatão  
Rua Salgado Filho, 121 - Cubatão

**ESTAÇÃO 25 - CUBATÃO - VILA PARISI**

Rua Prefeito Armando Cunha, 65  
transferida para o nº 70 da mesma rua  
em 24/02/92 (em frente a CURSAN)  
Vila Parisi - Cubatão

## **ESTAÇÕES DA REDE MANUAL NA GRANDE SÃO PAULO**

### **ACLIMAÇÃO**

Superintendência de Controle de Endemias  
Rua Tamandaré, 649 - Aclimação

### **CAMPOS ELÍSEOS**

Universidade Estadual Paulista " Júlio de Mesquita Filho "  
Av. Rio Branco, 1210 - Campos Elíseos

### **MOEMA**

Centro de Transmissores do Aeroporto de Congonhas  
Av. dos Imarés, 111 - Moema

### **PRAÇA DA REPÚBLICA**

Praça da República, próximo ao Parque Infantil - Centro

### **TATUAPÉ**

Biblioteca Infantil " Hans Cristian Andersen "  
Av. Celso Garcia, 4142 - Tatuapé

### **PINHEIROS**

#### **CETESB**

Av. Prof. Frederico Hermann Júnior, 345 - Pinheiros

### **MOGI DAS CRUZES**

Rua Prof. Leonor O. Mello, 201 - Mogi das Cruzes

## **ESTAÇÕES DA REDE DE AMOSTRADORES DE GRANDES VOLUMES**

**PARQUE D. PEDRO II**  
Parque D. Pedro II, 319 - Centro

**PARQUE IBIRAPUERA**  
Parque Ibirapuera, 1985 (setor 25)

**SÃO CAETANO DO SUL**  
Praça Itália, 1 - Bairro da Fundação - São Caetano do Sul  
mudou para R. Aurélia s/nº (em frente ao nº 144)  
em 18/09/91

**PENHA**  
E. E. 2º Grau " Prof. Gabriel Ortiz "  
Av. Amador Bueno da Veiga, 2932 - Penha

**SANTO AMARO**  
Centro Educacional e Esportivo Municipal "Joergi Bruder"  
Rua Padre José Maria, 355 - Santo Amaro

**OSASCO**  
Praça 31 de Março, 104 - Osasco

**CAPUAVA**  
Posto de Puericultura do Alto de Capuava  
Rua Manágua, 2 - Santo André

**VILA PAULICÉIA**  
Escola Municipal de Vila Paulicéia  
Rua Casper Líbero, 340 - São Bernardo do Campo

**PINHEIROS**  
**CETESB**  
Av. Prof. Frederico Hermann Júnior, 345 - Pinheiros

**CUBATÃO - CENTRO**  
Centro Social Urbano de Cubatão  
Rua Salgado Filho, 121 - Cubatão

**CUBATÃO - VILA PARISI**  
Rua Prefeito Armando Cunha, 65  
transferida para o nº 70 da mesma rua em 24/02/92 (em frente a CURSAN) - Cubatão

## **ESTAÇÕES DA REDE MANUAL NO INTERIOR DO ESTADO**

### **TAUBATÉ**

Praça Mons. Silva Barros - Taubaté

### **SÃO JOSÉ DOS CAMPOS**

Praça Maurício Cury - São José dos Campos

### **SOROCABA**

Praça do Canhão - Sorocaba

### **ITÚ**

Praça D. Pedro I - Itú

### **SALTO**

Praça da Bandeira - Salto

### **VOTORANTIM**

Praça Padre Luiz Trentini - Votorantim

### **AMERICANA**

Praça Comendador Miller - Americana

### **ARARAS**

Parque Fábio da Silva Prado - Araras

### **CAMPINAS**

Largo do Pará - Campinas

### **JUNDIAÍ**

Praça da Bandeira (lado rodoviária) - Jundiaí

### **LIMEIRA**

Praça do Poder Legislativo - Limeira

### **MOGI GUAÇÚ**

Rua Raul P. Harris - Mogi Guaçu

### **PAULÍNIA**

Praça 28 de Fevereiro - Paulínia

**ARARAQUARA**  
Rua São Paulo - Araraquara

**SÃO CARLOS**  
Praça dos Voluntários - São Carlos

**RIBEIRÃO PRETO**  
Praça 9 de Julho - Ribeirão Preto

**FRANCA**  
Av. Champanhat - Franca

**SANTOS**  
Praça Cel. Fernando Prestes - Santos

**ANEXO 2**

**DADOS DE QUALIDADE DO AR**



**TABELA A - Poeira em Suspensão - Rede Automática (Monitor Beta) - Partículas Inaláveis (ug/m3)**

LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO																	
	1987			1988			1989			1990			1991					
	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIAS ARITM   GEOM	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIAS ARITM   GEOM	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIAS ARITM   GEOM	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIAS ARITM   GEOM	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIAS ARITM   GEOM			
Parque D. Pedro II	219	180	64	52	246	226	273	238	64	53	310	277	79	64	187	179	70	59
Santana	-	-	-	-	206	193	129	117	81	72	-	-	-	-	-	-	-	-
Moóca	211	209	68	60	200	190	175	158	65	58	270	252	76	70	190	183	73	67
Cambuci	-	-	-	-	163	150	194	168	42	33	174	161	73	66	176	153	39	29
Parque Ibirapuera	174	169	53	46	214	186	152	133	54	32	150	148	42	36	184	178	53	43
N. Senhora do O	-	-	-	-	195	193	142	141	55	49	157	150	61	54	173	168	57	48
Congonhas	163	161	77	71	184	170	174	156	72	59	196	195	73	64	264	220	82	73
Lapa	-	-	-	-	240	220	229	226	69	59	423	264	74	62	215	193	79	67
Corqueira César	194	174	57	46	150	123	165	139	45	38	234	228	95	84	257	233	107	98
Penha	-	-	-	-	262	235	232	188	66	54	314	232	62	56	183	181	62	56
Santo Amaro	278	248	74	63	276	253	162	162	71	54	296	215	52	40	224	197	72	59
S. Miguel Paulista	-	-	-	-	309	290	174	135	54	41	390	213	55	42	206	194	55	42
Sao Caetano do Sul	379	365	125	112	338	331	249	231	122	114	354	289	120	114	463	432	144	121
Guarulhos	-	-	-	-	268	265	191	168	101	93	319	293	90	81	296	291	101	89
Sto. André - Centro	-	-	-	-	327	294	202	186	56	44	409	193	50	40	286	260	66	52
Diadema	-	-	-	-	543	466	265	219	100	78	166	125	34	26	199	194	67	54
Osasco	216	202	63	54	243	232	232	217	68	55	165	159	74	68	235	195	71	62
Sto. André-Capuava	-	-	-	-	194	185	171	146	60	57	386	174	44	35	196	185	76	71
SBC - Vila Paulicéia	-	-	-	-	580	496	273	222	101	79	350	206	49	40	219	211	64	54
Taboão da Serra	-	-	-	-	272	272	275	263	82	66	215	192	60	55	209	199	75	66
Mauá	-	-	-	-	130	123	108	79	20	15	113	100	24	14	142	114	46	41
Cubatão-Vila Nova(*)	-	-	-	-	73	64	133	127	34	29	143	121	43	37	150	126	46	41
Cubatão - Centro	201	175	55	49	257	176	173	117	69	64	200	197	58	50	304	223	67	59
Cubatão-Vila Parisi	466	439	151	133	409	401	319	293	116	104	438	255	90	78	603	460	147	126

(\*) Início de monitoramento no mês de Agosto/88

**TABELA B - Poeira em Suspensão - Rede Automática (Monitor Beta) - Partículas Inaláveis - 1991  
(ug/m3)**

LOCAL DE AMOSTRAGEM	MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL	N	ULTRAPASSAGENS DO PADRÃO DE QUALIDADE DO AR (24 HORAS)				1ª MÁXIMA DIÁRIA	2ª MÁXIMA DIÁRIA
			PQAR	AT	AL	EM		
Parque D. Pedro II	70	326	8	0	0	0	187	179
Santana	--	--	-	-	-	-	--	--
Moóca	73	323	8	0	0	0	190	183
Cambuci	39	308	2	0	0	0	176	153
Parque Ibirapuera	53	345	4	0	0	0	184	178
Nossa Senhora do O	57	325	5	0	0	0	173	168
Sao Caetano do Sul	144	326	109	37	2	0	463	432
Congonhas	82	327	16	1	0	0	264	220
Lapa	79	353	24	0	0	0	215	193
Cerqueira César	107	346	50	1	0	0	257	233
Penha	62	344	9	0	0	0	183	181
Guarulhos	101	346	48	3	0	0	296	291
Santo André - Centro	66	306	19	2	0	0	286	260
Diadema	67	310	17	0	0	0	199	194
Santo Amaro	72	347	17	0	0	0	224	197
Osasco	71	329	8	0	0	0	235	195
Santo André - Capuava	76	289	8	0	0	0	196	185
S.B.Campo-V.Paulicéia	64	333	12	0	0	0	219	211
Taboão da Serra	75	356	22	0	0	0	209	199
São Miguel Paulista	55	291	13	0	0	0	206	194
Mauá	21	276	0	0	0	0	142	114
Cubatão - Vila Nova	46	267	0	0	0	0	150	126
Cubatão - Centro	67	274	3	1	0	0	304	223
Cubatão - Vila Parisi	147	329	143	31	2	1	603	460

PQAR - Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT - Atenção

AL - Alerta

EM - Emergência

N - Número de dias monitorados

**TABELA C - Dióxido de Enxofre - Rede Automática**  
(ug/m3)

LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO														
	1987			1988			1989			1990			1991		
	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.
Parque D. Pedro II	142	118	41	102	89	30	112	110	34	79	76	24	80	69	18
Santana	74	70	20	75	66	24	84	59	25	--	--	--	--	--	--
Moóca	116	116	30	128	125	37	148	132	43	78	63	16	143	131	17
Cambuci	146	122	46	204	136	47	155	120	45	86	78	30	86	80	33
Parque Ibirapuera	89	71	19	63	58	16	73	64	16	52	42	12	66	54	12
N. Senhora do O	62	52	12	53	52	13	67	55	12	64	63	12	62	56	13
Congonhas	112	86	41	105	99	43	103	103	46	74	73	23	80	80	28
Lapa	115	114	52	157	148	48	178	174	59	118	117	39	114	109	30
Cerqueira César	89	86	25	96	95	30	147	135	34	77	66	23	109	97	22
Penha	88	82	17	59	59	15	81	58	11	39	38	9	58	53	12
Santo Amaro	87	72	25	122	107	37	98	93	30	61	60	18	72	42	16
S. Miguel Paulista	119	109	18	72	70	6	66	39	6	40	32	16	37	35	8
Praça do Correio (1)	133	129	58	95	87	25	51	46	10	76	72	19	42	34	9
Centro (2)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	62	46	17
São Caetano do Sul	216	126	31	109	105	38	106	99	41	72	67	30	67	62	15
Guarulhos	79	76	28	84	82	29	89	84	30	88	81	28	177	80	26
Sto. André - Centro	79	78	28	88	87	28	57	57	18	48	44	16	66	61	13
Diadema	72	66	15	84	61	13	87	85	16	48	44	11	64	61	15
Osasco	68	67	25	84	83	29	87	86	29	49	49	18	77	53	18
Sto. André-Capuava	260	260	62	371	204	40	62	59	15	107	81	10	34	26	6
SBC-Vila Paulicéia	75	74	18	82	71	18	57	46	14	52	52	16	80	66	14
Taboão da Serra	115	110	22	104	102	20	49	49	12	83	81	19	42	37	8
Mauá	124	99	15	96	70	17	71	46	12	103	43	9	45	21	5
Cubatão - Vila Nova	63	60	17	74	61	11	41	32	9	52	42	10	59	54	11
Cubatão - Centro	100	93	27	63	54	10	45	40	11	68	65	18	80	78	15
Cubatão-Vila Parisi	301	132	22	90	77	14	109	105	24	70	69	15	120	120	10

(1) Fim de operação em 04/11/91

(2) Início de operação em 18/11/91

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

ESTAÇÃO	Ultrapassagens do Padrão (Número de Dias)										1ª Máxima - 8h					2ª Máxima - 8h				
	PQAR (8h)					Nível de Atenção (8h)					1987	1988	1989	1990	1991	1987	1988	1989	1990	1991
	1987	1988	1989	1990	1991	1987	1988	1989	1990	1991										
Praça do Correio (1)	298	87	175	172	17	136	9	11	2	0	38,6	21,6	24,7	19,5	12,2	36,8	21,5	24,7	15,2	11,4
Centro (2)	--	--	--	--	0	--	-	--	-	0	--	--	--	--	7,6*	--	--	--	--	6,5*
Parque D. Pedro II	7	4	2	--	3*	0	1	0	-	0*	13,2	9,7	11,3	--	10,4*	12,0	9,4	11,1	--	9,6*
Moóca	0	1	0	--	3*	0	0	0	-	0*	9,6	7,7	5,5	--	10,4*	8,0	7,6	3,6	--	9,5*
Congonhas	53	65	26	85	58*	14	4	3	1	1*	30,2	20,7	21,4	16,1	15,8*	25,9	20,3	19,3	14,7	15,0*
Cerqueira César	51	64	47	64	66*	8	5	2	11	8*	20,9	16,8	16,9	23,7	19,8*	17,4	16,4	16,9	20,7	17,9*

PQAR - Padrão de Qualidade do Ar

Obs : Em 1987 foram atingidos em 5 (cinco) dias o Nível de Alerta na estação Praça do Correio.

\* Não atendem aos critérios de representatividade.

(1) Fim de operação em 04/11/91.

(2) Início de operação em 18/11/91.

**TABELA E - Ozônio - Rede Automática**  
(ug/m3)

ESTAÇÃO	Ultrapassagens do Padrão														1ª Máxima - 1h					2ª Máxima - 1h				
	PGAR (Número de horas)										Nível de Atenção (Dias)													
	1987	1988	1989	1990	1991	1987	1988	1989	1990	1991	1987	1988	1989	1990	1991	1987	1988	1989	1990	1991				
Parque D. Pedro II	42	3	45	28	18	14	2	10	12	6	334	333	273	335	380	266	237	261	303	326				
Moóca	96	41	75	76	39	23	14	15	42	23	329	327	339	517	476	326	321	299	486	464				
Congonhas	15	8	27	16	8	3	0	7	6	3	251	201	356	315	236	229	199	329	312	230				
Lapa	58	22	30	37	36	12	12	7	14	18	584	582	269	415	380	455	454	251	362	368				
Cubatão-Vila Nova	25	29	10	5	0*	5	11	3	2	0*	261	348	261	240	138*	227	260	231	238	118*				
Cubatão - Centro	57	21	23	12	9	4	10	6	3	3	307	286	269	231	296	300	270	236	222	254				

PGAR - Padrão de Qualidade do Ar

\* Não atende aos critérios de representatividade.

**TABELA F - Dióxido de Nitrogênio - 1991**  
(ug/m3)

LOCAL DE AMOSTRAGEM	MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL	N	ULTRAPASSAGENS DO PADRÃO DE QUALIDADE DO AR (1 HORA)				1ª MÁXIMA HORÁRIA	2ª MÁXIMA HORÁRIA
			PQAR	AT	AL	EM		
Parque D. Pedro II	88	305	8	0	0	0	531	522
Moóca*	55	175	0	0	0	0	538	364
Congonhas*	64	152	2	0	0	0	361	377
Cerqueira César	83	213	44	0	0	0	872	785

PQAR - Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT - Atenção

AL - Alerta

EM - Emergência

N - Número de dias monitorados

\* Não atendem aos critérios de representatividade.

**TABELA G - Oxidos de Nitrogênio (ppb) - Rede Automática**

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL											
	1987		1988		1989		1990		1991			
	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX		
Parque D. Pedro II	41	130	38	106	53	155	52	140	47	140		
Moóca	35	60	26	47	15	22	--	--	29*	50*		
Congonhas	54	230	56	261	52	211	54	197	34*	190*		
Cerqueira César	41	140	33	123	33	112	40	113	44	144		

\* Não atendem aos critérios de representatividade.

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

SÃO PAULO - PARQUE D. PEDRO II													
ANO	MES												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													
ANO	MES												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 I - Rede Manual**

DIOXIDO DE ENXOFRE - (ug/m3)															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	A N O														
	1987			1988			1989			1990			1991		
	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.
Acimação	144	121	58	127	111	44	101	98	43	77	69	38	98	78	40
Campos Elíseos	140	122	65	162	137	58	132	116	56	186	177	78	110	86	54
Moema	139	117	57	113	96	47	109	87	41	192	135	56	99	80	40
Praça da República	129	120	56	143	114	46	109	103	44	115	112	47	94	90	37
Tatuapé	178	147	75	136	107	51	159	128	62	267	252	132	145	140	71
Pinheiros	114	94	38	94	68	31	102	62	31	74	73	27	70	68	27
Mogi das Cruzes	-	-	-	65	51	31	77	61	32	75	66	33	74	65	28

FUMAÇA - (ug/m3)															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	A N O														
	1987			1988			1989			1990			1991		
	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.
Acimação	241	209	56	178	151	50	170	142	47	166	131	51	171	137	44
Campos Elíseos	256	217	101	299	246	107	243	232	103	248	214	103	273	223	102
Moema	429	242	65	274	202	55	177	156	55	169	153	61	209	178	50
Praça da República	212	193	58	178	175	58	191	150	51	213	185	63	220	130	52
Tatuapé	195	159	56	243	195	65	246	222	69	267	214	76	270	196	68
Pinheiros	416	230	60	278	239	50	201	160	45	227	148	50	314	178	48
Mogi das Cruzes	-	-	-	77	65	20	69	52	16	61	49	19	60	59	20

**TABELA J - Dados de Qualidade do Ar da Rede do Interior**

DIOXIDO DE ENXOFRE - (ug/m3)															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	1987			1988			1989			1990			1991		
	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.
1. TATUBATÉ	16	0	57	32	0	59	22	0	56	38	0	58	--	0	32
2. S.J. CAMPOS	15	0	59	16	0	57	34	0	43	58	0	59	56	0	53
3. SOROCABA	20	0	60	40	0	56	53	0	46	49	0	42	--	0	35
4. ITU	10	0	46	22	0	55	50	0	51	41	0	47	--	0	4
5. SALTO	8	0	45	24	0	46	30	0	55	32	0	12	--	-	0
6. VOTORANTIM	10	0	40	24	0	57	41	0	51	39	0	42	--	0	33
7. AMERICANA	51	0	60	51	0	57	54	0	57	27	0	18	--	0	34
8. ARARAS	34	0	60	28	0	57	30	0	36	22	0	45	29	0	36
9. CAMPINAS	48	0	59	34	0	56	35	0	47	25	0	48	--	0	26
10. JUNDIAI	62	0	59	60	0	57	38	0	57	31	0	34	--	0	36
11. LIMEIRA	43	0	60	39	0	55	44	0	57	34	0	53	45	0	38
12. M. GUAÇU	31	0	58	29	0	53	20	0	26	19	0	21	--	0	16
13. PAULÍNIA	46	0	60	39	0	56	43	0	50	26	0	52	--	0	26
14. ARARAQUARA	9	0	49	9	0	51	10	0	39	8	0	28	--	0	32
15. S. CARLOS	10	0	49	10	0	54	8	0	39	8	0	27	--	0	41
16. R. PRETO	26	0	60	30	0	31	28	0	30	31	0	37	26	0	58
17. FRANCA	17	0	47	22	0	57	17	0	3	34	0	52	41	0	53
18. SANTOS	--	-	--	16	0	61	29	0	50	22	0	53	47	0	53

F U M A Ç A - (ug/m3)															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	1987			1988			1989			1990			1991		
	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.
1. TATUBATÉ	25	0	57	19	0	60	11	0	53	17	0	58	--	0	32
2. S.J. CAMPOS	52	0	59	42	0	57	45	0	42	22	0	59	22	0	53
3. SOROCABA	65	7	60	68	2	57	56	0	47	61	0	42	--	1	35
4. ITU	21	0	46	23	0	54	46	0	52	22	0	46	--	0	4
5. SALTO	18	0	45	32	0	47	26	0	54	16	0	12	--	-	0
6. VOTORANTIM	21	2	40	31	1	57	26	0	49	26	0	41	--	0	33
7. AMERICANA	46	0	60	46	1	57	26	0	56	13	0	22	--	2	34
8. ARARAS	28	0	60	30	0	57	27	0	37	15	0	49	18	0	36
9. CAMPINAS	53	3	59	53	0	56	44	0	48	39	0	56	--	0	26
10. JUNDIAI	54	0	59	55	3	57	45	0	56	41	0	35	--	1	36
11. LIMEIRA	44	0	60	44	1	56	30	0	57	31	0	56	31	0	38
12. M. GUAÇU	20	0	58	22	0	53	17	0	25	17	0	25	--	0	16
13. PAULÍNIA	35	0	60	36	1	56	30	0	50	25	0	56	--	0	26
14. ARARAQUARA	25	0	49	17	0	50	12	0	39	21	0	28	--	0	32
15. S. CARLOS	22	0	49	16	0	54	11	0	36	20	0	26	--	0	41
16. R. PRETO	36	0	60	43	0	31	42	0	30	41	0	37	46	0	59
17. FRANCA	40	0	47	47	0	57	49	0	3	42	0	51	52	0	53
18. SANTOS	--	-	--	38	0	61	33	0	55	23	0	57	32	0	57

**TABELA K - Poeira Total em Suspensão - Amostrador de Grandes Volumes  
(uma amostra de 24 horas a cada seis dias) - ug/m3**

LOCAL DE AMOSTRAGEM	1987				1988				1989				1990				1991			
	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
Parque D. Pedro II	55	147	430	336	51	151	458	392	49	169	507	451	60	181	637	468	57	115	305	291
Parque Ibirapuera	58	70	250	246	56	73	246	211	52	73	252	222	60	72	262	192	59	69	253	213
São Caetano do Sul	58	166	818	482	57	168	449	444	54	138	290	289	60	117	265	251	46	167	593	550
Perha	52	70	225	175	52	79	213	205	50	66	239	206	58	75	205	196	55	69	273	242
Santo Amaro	57	97	390	339	57	104	381	310	54	92	309	276	60	98	338	295	56	82	304	293
Osasco	56	120	363	303	59	125	316	294	51	130	453	382	60	123	283	268	56	111	299	254
Sto. André-Capuava	56	84	236	205	55	84	201	187	56	74	191	166	59	82	194	185	58	75	225	210
SBC-Vila Pauliceia	58	106	318	284	57	147	633	571	54	101	289	272	60	88	330	217	54	91	306	258
Pinheiros	46	79	341	247	--	--	--	--	52	59	243	200	59	75	202	171	58	69	229	200
Cubatão - Centro	55	87	339	205	57	96	327	247	51	91	229	170	60	85	217	162	51	82	484	304
Cubatão-Vila Parisi	49	207	516	507	51	191	577	446	55	245	598	485	60	198	453	425	57	201	508	479

**TABELA L - Poeira Total em Suspensão - Amostrador de Grandes Volumes  
(uma amostra de 24 horas a cada seis dias)**

LOCAL DE AMOSTRAGEM		ULTRAPASSAGENS DO PADRÃO DE QUALIDADE DO AR (24 HORAS)																													
		1987						1988						1989						1990						1991					
		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	
Parque D. Pedro II	55	11	1	0	0	0	51	8	3	0	0	0	49	15	5	0	0	0	60	19	5	1	0	0	57	3	0	0	0	0	
Parque Ibirapuera	58	2	0	0	0	0	56	1	0	0	0	0	52	1	0	0	0	0	60	1	0	0	0	0	59	1	0	0	0	0	
São Caetano do Sul	58	15	1	1	0	0	57	9	3	0	0	0	54	8	0	0	0	0	60	3	0	0	0	0	46	18	8	0	0	0	
Penha	52	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	55	2	0	0	0	0	
Santo Amaro	57	7	1	0	0	0	57	5	1	0	0	0	54	2	0	0	0	0	60	2	0	0	0	0	56	2	0	0	0	0	
Osasco	56	3	0	0	0	0	59	5	0	0	0	0	51	5	2	0	0	0	60	3	0	0	0	0	56	2	0	0	0	0	
Sto. André-Capuava	56	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	
SBC-Vila Paulicéia	58	6	0	0	0	0	57	9	4	1	0	0	54	3	0	0	0	0	60	1	0	0	0	0	54	4	0	0	0	0	
Pinheiros	45	2	0	0	0	0	--	-	-	-	-	52	1	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	
Cubatão - Centro	55	1	0	0	0	0	57	2	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	51	2	0	0	0	0	
Cubatão - Vila Parisi	49	20	5	0	0	0	51	16	5	0	0	0	55	32	10	0	0	0	60	21	5	0	0	0	57	21	6	0	0	0	

PNQA - Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT - Atenção

AL - Alerta

EM - Emergência

N - Número de amostras

**TABELA M - Rede Manual - 1991**

	ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	ULTRAPASSAGENS DOS PADROES			
						PQAR	AT	AL	EM
S O 2	Aclimação	59	98	78	40	0	0	0	0
	Campos Elíseos	59	110	86	54	0	0	0	0
	Moema	59	99	80	40	0	0	0	0
	Praça da República	59	94	90	37	0	0	0	0
	Tatuapé	59	145	140	71	0	0	0	0
	Pinheiros	59	70	68	27	0	0	0	0
	Mogi das Cruzes	58	74	65	28	0	0	0	0
F U M A Ç A	Aclimação	59	171	137	44	1	0	0	0
	Campos Elíseos	59	273	223	102	6	1	0	0
	Moema	59	209	178	50	2	0	0	0
	Praça da República	59	220	130	52	1	0	0	0
	Tatuapé	59	270	196	68	5	0	0	0
	Pinheiros	59	314	178	48	2	1	0	0
	Mogi das Cruzes	58	60	59	20	0	0	0	0

Unidade : ug/m3

PQAR : Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT : Atenção

AL : Alerta

EM : Emergência

**TABELA N - Dados de Qualidade do Ar da Rede do Interior - 1991**  
**Dióxido de Enxofre**

ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	1ª MAX	2ª MAX	ULTRAPASSAGENS DOS PADROES			
					PQAR	AT	AL	EM
1. TAUBATÉ	32	--	89	79	0	0	0	0
2. S.J. CAMPOS	53	56	106	91	0	0	0	0
3. SOROCABA	35	--	138	132	0	0	0	0
4. ITU	4	--	65	60	0	0	0	0
5. SALTO	0	--	--	--	-	-	-	-
6. VOTORANTIM	33	--	74	67	0	0	0	0
7. AMERICANA	34	--	116	83	0	0	0	0
8. ARARAS	36	29	74	53	0	0	0	0
9. CAMPINAS	26	--	132	78	0	0	0	0
10. JUNDIAI	36	--	95	82	0	0	0	0
11. LIMEIRA	38	45	120	90	0	0	0	0
12. M. GUAÇU	16	--	62	52	0	0	0	0
13. PAULÍNIA	26	--	60	57	0	0	0	0
14. ARARAQUARA	32	--	16	10	0	0	0	0
15. S. CARLOS	41	--	16	15	0	0	0	0
16. R. PRETO	58	26	41	41	0	0	0	0
17. FRANCA	53	41	95	61	0	0	0	0
18. SANTOS	53	47	122	89	0	0	0	0

Unidade : ug/m3

PQAR : Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT : Atenção

AL : Alerta

EM : Emergência

**TABELA O - Dados de Qualidade do Ar da Rede do Interior - 1991**  
**Fumaça**

ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	1ª MAX	2ª MAX	ULTRAPASSAGENS DOS PADROES			
					PQAR	AT	AL	EM
1. TAUBATÉ	32	--	52	31	0	0	0	0
2. S. J. CAMPOS	53	22	82	70	0	0	0	0
3. SOROCABA	35	--	159	143	1	0	0	0
4. ITU	4	--	12	10	0	0	0	0
5. SALTO	0	--	--	--	-	-	-	-
6. VOTORANTIM	33	--	68	68	0	0	0	0
7. AMERICANA	34	--	165	157	2	0	0	0
8. ARARAS	36	18	56	47	0	0	0	0
9. CAMPINAS	26	--	71	54	0	0	0	0
10. JUNDIAI	36	--	151	133	1	0	0	0
11. LIMEIRA	38	31	81	71	0	0	0	0
12. M. GUAÇU	16	--	19	17	0	0	0	0
13. PAULÍNIA	26	--	70	66	0	0	0	0
14. ARARAQUARA	32	--	42	41	0	0	0	0
15. S. CARLOS	41	--	42	32	0	0	0	0
16. R. PRETO	59	46	95	95	0	0	0	0
17. FRANCA	53	52	104	92	0	0	0	0
18. SANTOS	57	32	90	70	0	0	0	0

Unidade : ug/m3

PQAR : Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT : Atenção

AL : Alerta

EM : Emergência



**ANEXO 3**  
**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 é 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.

## 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. Este 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 é 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 4**

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

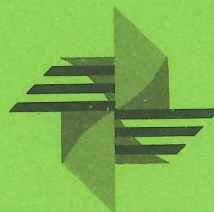


- . ACQUAVIVA, W. et al. *Avaliação da Qualidade do Ar no Interior do Estado de São Paulo : período de 1977 à 1980*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 37., Belo Horizonte, 1985. Resumos. São Paulo, SBPC, 1985. p. 603
- . ALONSO, C.D. et al. *Mapeamento de fluoretos e óxidos de nitrogênio na atmosfera de Cubatão utilizando-se taxas*. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 37., 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 13. 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 12. 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 13. Congr. Bras. Eng. San. Amb.; Maceió, 1985)
- . 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 na região metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1990*. São Paulo, 1991

- . 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.
- . 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, 37., 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 11. 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 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 12. 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, 36., São Paulo 1984. Resumos. São Paulo, SBPC, 1984. P. 649 - 36. 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 13. 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 12. 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 12. 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 13. Congr. Bras. Eng. San. Amb.; Maceió 1985)
- . OLIVEIRA, G.; LIMA, E.R.; GODINHO, R. *Long term trends of sulfur dioxide in São Paulo Metropolitan area 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 12. 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 13. 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, 37., 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 13. 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 10. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Manaus, 1979)
- . WALSH, M.P. *Motor vehicle air pollution in Brazil*. São Paulo, CETESB, 1984.





**GOVERNO DE SÃO PAULO**  
CONSTRUINDO UM FUTURO MELHOR