

Série  
**Relatórios**  
junho/93

## Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo - 1992



CETESB Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Governo do Estado de São Paulo  
Secretaria do Meio Ambiente



**RELATÓRIO DE QUALIDADE DO AR  
NO ESTADO DE SÃO PAULO  
1992**

**SÃO PAULO  
1993**

**SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE**

Série Relatórios - ISSN 0103-4103

© 1992, 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 1992. — São Paulo : CETESB, 1993.

120 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.

**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**  
**Nelson Vieira de Vasconcelos**  
*Diretor-Presidente*

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

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

**José Maria Lopes**  
*Diretor de Treinamento e Transferência de Tecnologia*

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

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

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

Impresso em Junho de 1993

Tiragem : 600 exemplares

Distribuição : **CETESB** - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
Av. Prof. Frederico Herman 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  
1992**

## **Edição**

### **Coordenação Geral :**

*Met. Silvio de Oliveira*

### **Coordenação Técnica :**

*Quim. Roberto Godinho*

### **Texto :**

*Quim. Roberto Godinho*

*Quim. Claudio Darwin Alonso*

*Est. Antonio de Castro Bruni*

*Engº Gabriel Murgel Branco*

*Engº Eduardo Antônio Licco*

*Engº Alfred Szwarc*

*Geog. Maria Angelica Lopes de Almeida*

*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 :**

*Est. Antonio de Castro Bruni*

*Tec. Samuel Lemos Correia*

### **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 8 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 1992.

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 de 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	8
----------------------	---

<b>3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR</b>	<b>13</b>
--	-----------

3.1. Parâmetros de Qualidade do Ar	13
------------------------------------	----

3.2. Padrões de Qualidade do Ar	18
---------------------------------	----

3.3. Índice de Qualidade do Ar	25
--------------------------------	----

3.4. Redes de Amostragem	28
--------------------------	----

<b>4. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO</b>	<b>33</b>
--	-----------

4.1. Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão	33
--	----

4.2. Outras Áreas do Estado de São Paulo	59
--	----

<b>5. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA</b>	<b>60</b>
--	-----------

<b>6. PLANO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR</b>	<b>68</b>
---	-----------

6.1. Fontes Estacionárias	68
---------------------------	----

6.2. Fontes Móveis	71
--------------------	----

6.3. Operação Inverno	78
-----------------------	----

<b>7. ANEXOS</b>	<b>79</b>
------------------	-----------

<b>ANEXO 1 - ENDEREÇOS DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR</b>	<b>81</b>
---	-----------

<b>ANEXO 2 - DADOS DE QUALIDADE DO AR</b>	<b>93</b>
---	-----------

<b>ANEXO 3 - LEGISLAÇÃO</b>	<b>111</b>
-----------------------------	------------

<b>ANEXO 4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>115</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 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.

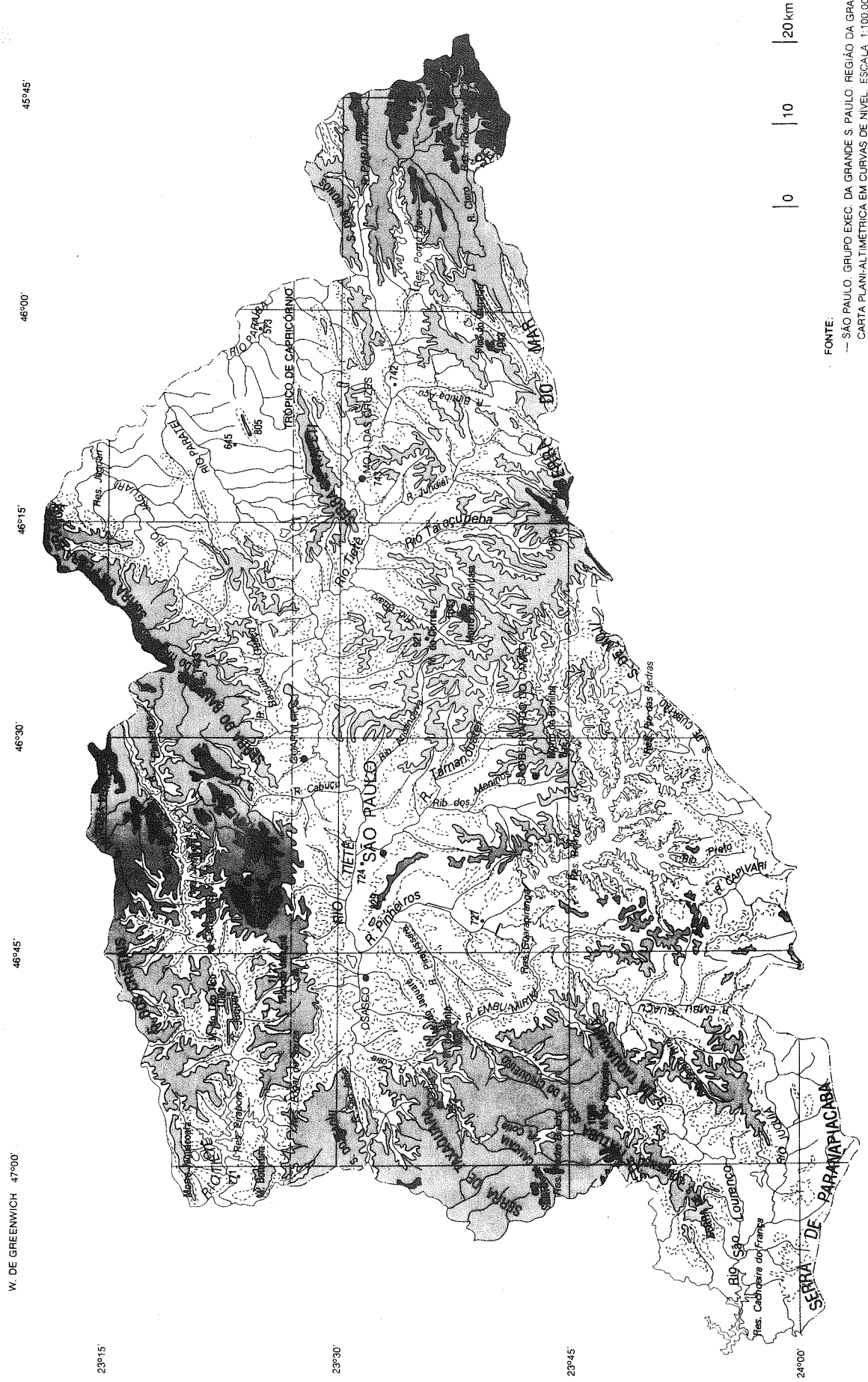
Toda essa complexidade topográfica associada à proximidade do oceano e a intensa urbanização da área, influenciam muito o padrão da circulação atmosférica criando situações peculiares na Região.

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 necessário 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 freqüente de sistemas frontais, resultando em precipitações e nuvens de baixa altitude, com pouca radiação solar. Durante o inverno, sistemas 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 freqüente e os problemas de 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



FONTE:

— SÃO PAULO. GRUPO EXEC. DA GRANDE S. PAULO. REGIÃO DA GRANDE  
 CARTA PLANI-ALTIMÉTRICA EM CURVAS DE NÍVEL. ESCALA 1:100.000. 15

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.

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, apresentada na Tabela 2. No caso específico de partículas, as estimativas de contribuição relativa das fontes foram feitas a partir de dados obtidos no estudo de modelo receptor para partículas inaláveis, portanto, as porcentagens constantes na Tabela 2, no que se refere a partículas, não foram geradas a partir dos dados constantes da Tabela 1.

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.



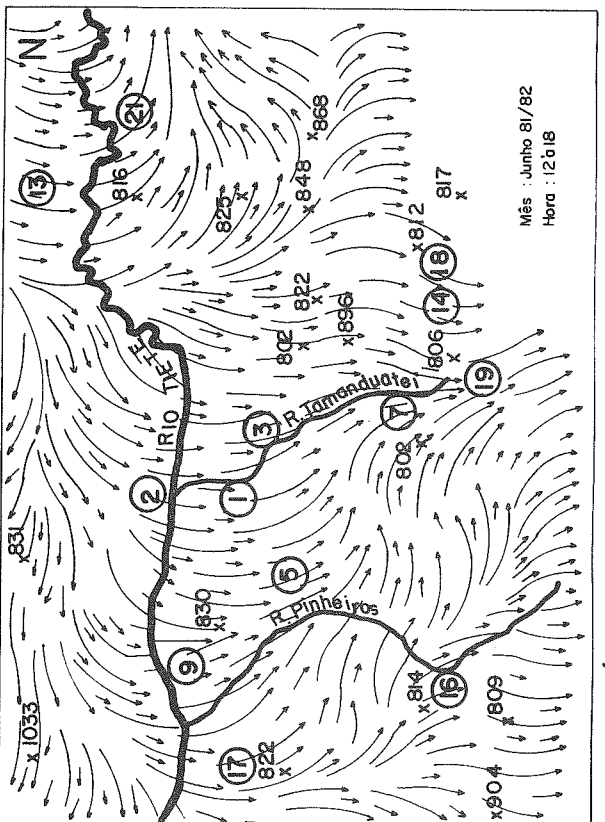
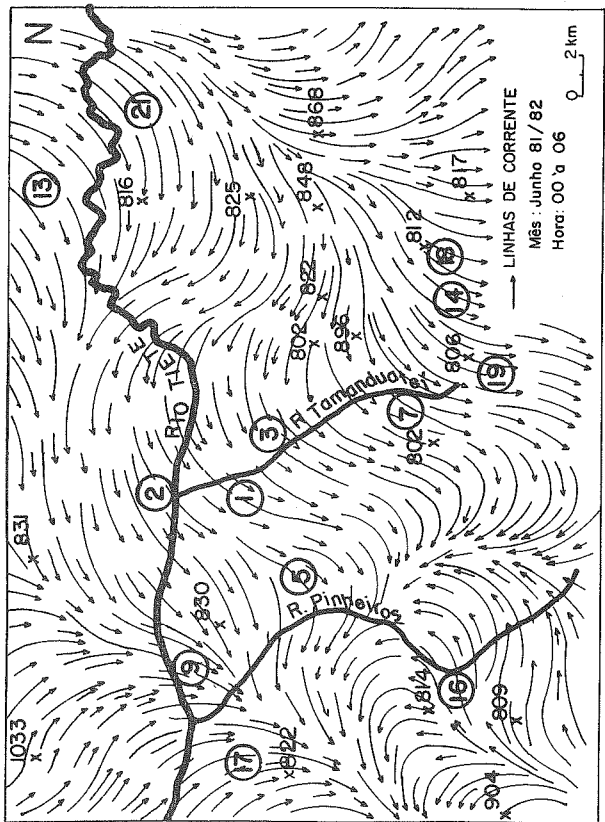
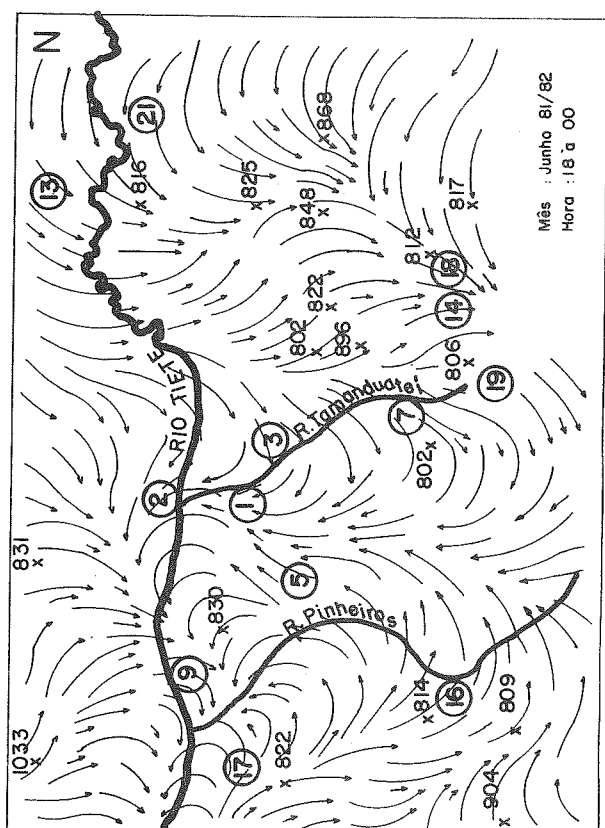
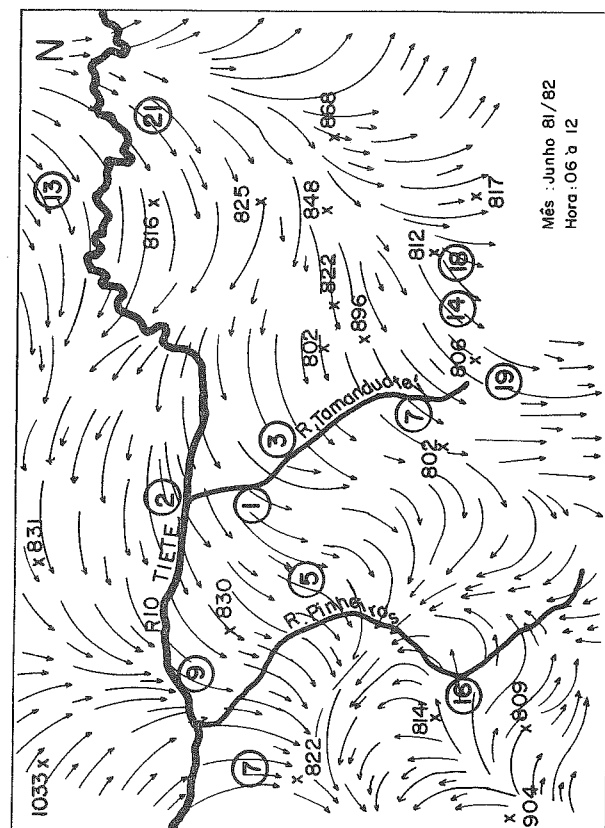


FIG. 2 - ANÁLISE DAS LINHAS DE CORRENTE DO CAMPO DO VENTO MÉDIO DE SUPERFÍCIE PARA O MÊS DE JUNHO (1981/1982) NA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO.  
x - Altitudes    O - Estações

É oportuno destacar que os dados representados na Tabela 1 estão em fase de atualização, visto que a base de dados utilizada está sendo revisada, bem como a metodologia de cálculo do inventário.

**TABELA 1 - Estimativa da emissão das fontes de poluição do ar na RMSP (1000 ton/ano)**

FONTES	POLUENTES				
	CO	HC	NOx	SOx	PARTÍCULAS
<b>VEÍCULO (1985)</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 (escapamento)	52	4,6	2,2	0,13	0,16
emissão evaporativa	--	47,5	--	--	--
emissão do cárter	--	10,6	--	--	--
pneus	--	--	--	--	6,4
<b>oper. de transferência (2) (1985)</b>	--	10,9	--	--	--
<b>operação de proc. indust. (3) (1990)</b>	38,6 (750)	12,0 (800)	14,0 (740)	44,0 (730)	44,0 (883)
<b>queima ao ar livre (1978)</b>	44	14	3	0,36	12
<b>TOTAL</b>	1391	233,3	217,3	122,2	76,9

(1) veículos pesados.

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

(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 - (%)**

FONTES	POLUENTES				
	CO	HC	NOx	SOx	PARTÍCULAS (2)
<b>VEÍCULO (1985)</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 (escapamento)	4	2	1	--	--
emissão evaporativa	--	20	--	--	--
emissão do cárter	--	5	--	--	--
pneus	--	--	--	--	--
oper. de transferência gas (1985)	--	5			
operação de proc. indust. (1990)	3	5	7	36	10
queima ao ar livre (1978)	3	6	1	--	--
ressuspensão de partículas	--	--	--	--	25
aerossóis 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).

## **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. 3).

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

As montanhas correm paralelas à linha da costa (SW-NE) e alcançam altitudes de 700 m a 1.000 m acima do nível do mar. A sua localização e a topografia geral são bastante complexas, com 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. 4).

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

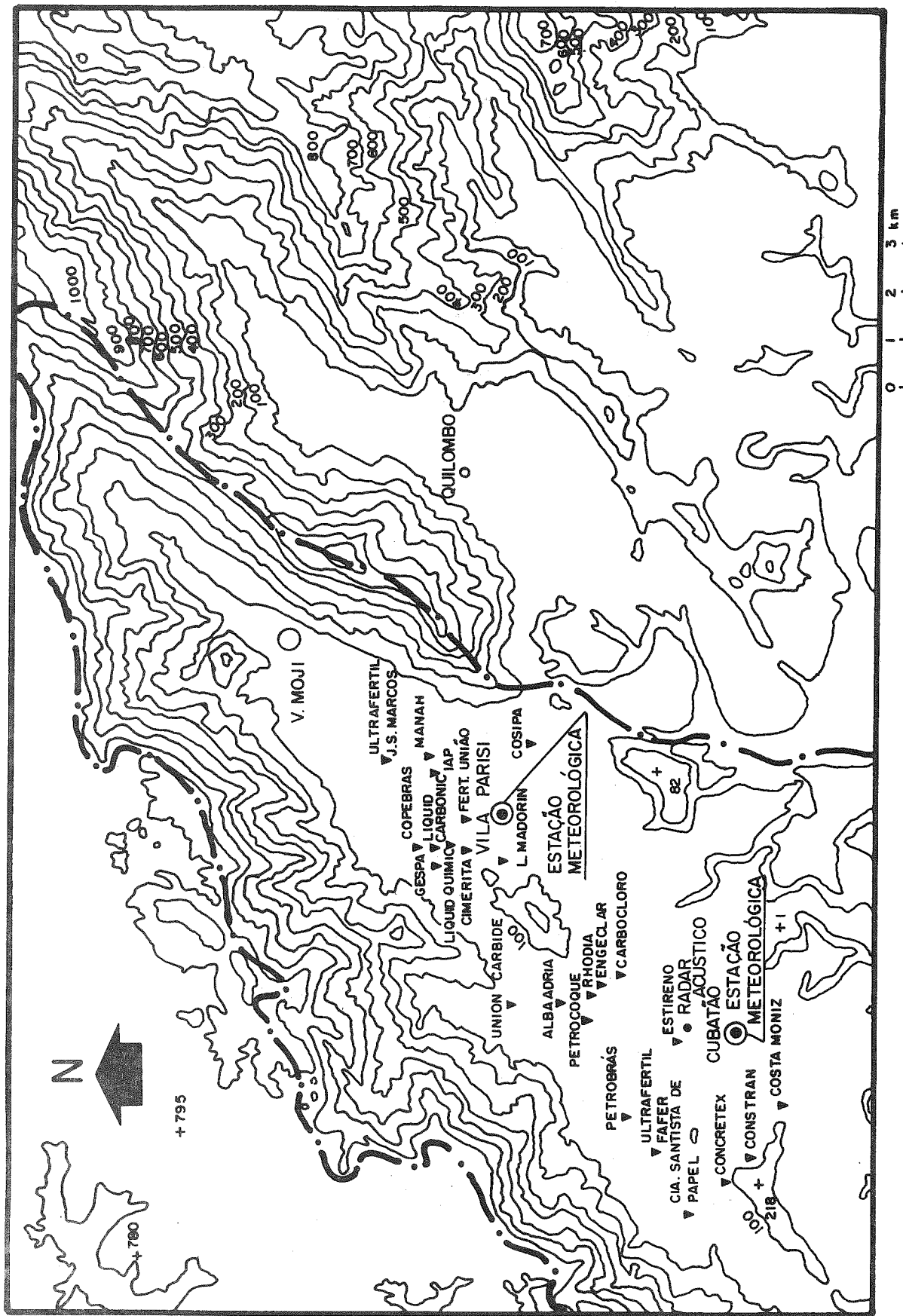


FIG. 3 - MAPA ESQUEMÁTICO DA REGIÃO DE CUBATÃO MOSTRANDO A LOCALIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS E DAS ESTAÇÕES MEDIDORAS.

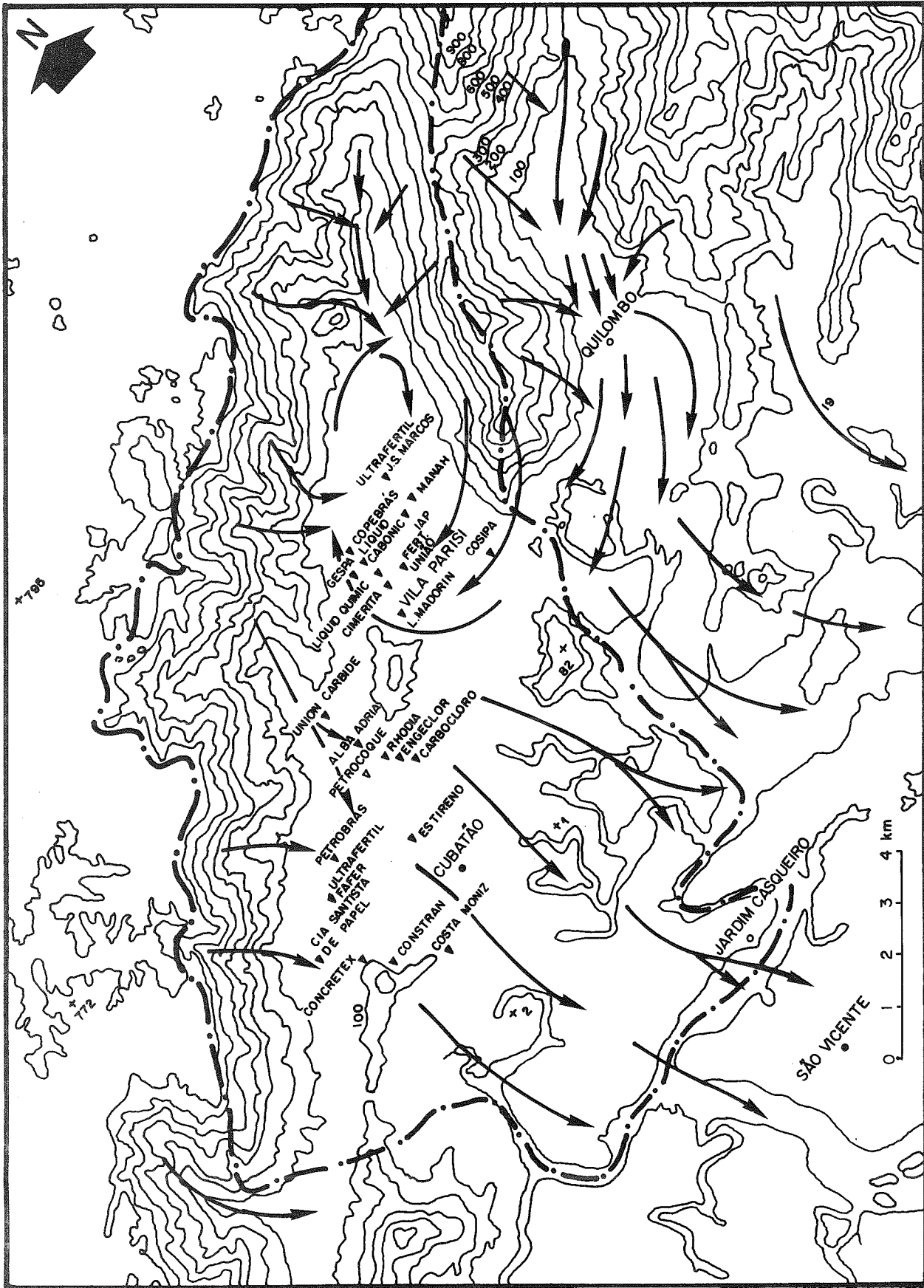


FIG. 4 - FLUXO DE VENTO OBSERVADO NA ÁREA DE CUBATÃO NO PERÍODO NOTURNO (esfriamento) SOB CONDIÇÕES DE ALTA PRESSÃO (anticiclone)



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 3 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/petroquímica;
- 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 3).

**TABELA 3 - Estimativas de emissão de processos industriais e queima de combustível em fontes estacionárias em Cubatão (1.000 t/ano) - 1990.**

POLUENTE	EMISSÃO REAL
Material Particulado	31,70
Dióxido de Enxofre	18,10
Óxido de Nitrogênio	17,40
Fluoretos	0,07
Amônia	0,07
Compostos Orgânicos Voláteis	4,00



### 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 4 mostra de forma simplificada os principais poluentes atmosféricos produzidos pelos diversos tipos de fontes de emissão.

Quando se determina a concentração de um poluente na atmosfera, está-se medindo o grau de exposição dos receptores (ser humano, outros animais, plantas, materiais) como resultado final do processo de lançamento deste

**TABELA 4 - Principais Fontes de Poluição do Ar e Principais Poluentes.**

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

poluente na atmosfera por suas fontes de emissão e suas interações na atmosfera, do ponto de vista físico (diluição) e químico (reações químicas).

O sistema pode ser visualizado da seguinte forma:

**FONTES DE EMISSÃO -----> ATMOSFERA -----> RECEPTORES**  
**POLUENTES** **DILUIÇÃO**  
**REAÇÕES QUÍMICAS**

É importante frisar que, mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode mudar em função basicamente das condições meteorológicas que determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes. É por isso que a qualidade do ar piora durante os meses de inverno, quando as condições meteorológicas são desfavoráveis para a dispersão dos poluentes.

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

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

De uma forma geral, a escolha recai sempre sobre um grupo de poluentes que servem como indicadores de qualidade do ar, consagrados universalmente: dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), poeira em suspensão, monóxido de carbono (CO), oxidantes Fotoquímicos expressos como Ozônio ( $\text{O}_3$ ), hidrocarbonetos totais e óxidos de Nitrogênio (NO e  $\text{NO}_2$ ).

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

### **Material Particulado**

Neste caso em particular, considerando que este parâmetro não é um composto químico definido, surge a necessidade de definir o parâmetro. Assim, existe o parâmetro poeira total em suspensão, definido como sendo composto de partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 100  $\mu\text{m}$ . Outro parâmetro que pode ser adotado é o material particulado inalável, composto de partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente menor que 10  $\mu\text{m}$ .

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

Os efeitos adversos do material particulado na atmosfera começam pelos aspectos estéticos, pois este interfere na visibilidade e está associado 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 catalisar 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 absorvido 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<sub>2</sub>) é também um poderoso irritante, podendo conduzir a sintomas que lembram aqueles da enfisema.

### **3.2. Padrões de Qualidade do Ar**

Os principais objetivos do monitoramento da qualidade do ar são:

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

Para atingir estes objetivos, torna-se 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 prevê a própria Resolução CONAMA nº 03/90, a aplicação diferenciada de padrões primários e secundários requer que o território nacional seja dividido em classes I, II e III conforme o uso pretendido. A mesma resolução prevê ainda que enquanto não for estabelecida a classificação das áreas os padrões aplicáveis serão os primários.

Os Parâmetros regulamentados são os seguintes : poeira total 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 5.

A mesma resolução estabelece ainda os critérios para episódios agudos de poluição do ar. Esses critérios são apresentados na Tabela 6.

Nas Tabelas 7 e 8 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 9 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 5 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar  
(resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90)**

<b>POLUENTE</b>	<b>TEMPO DE AMOSTRAGEM</b>	<b>PADRÃO PRIMÁRIO µg/m<sup>3</sup></b>	<b>PADRÃO SECUNDÁRIO µg/m<sup>3</sup></b>	<b>MÉTODO DE MEDIÇÃO</b>
<b>Partículas Totais em Suspensão</b>	24 horas (1)	240	150	Amostrador de grandes volumes
	MGA (2)	80	60	
<b>Dióxido de Enxofre</b>	24 horas (1)	365	100	Pararosanilina
	MAA (3)	80	40	
<b>Monóxido de Carbono</b>	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)	
<b>Ozônio</b>	1 hora (1)	160	160	Quimioluminescência
<b>Fumaça</b>	24 horas (1)	150	100	Refletância
	MAA (3)	60	40	
<b>Partículas Inaláveis</b>	24 horas (1)	150	150	Separação Inercial/Filtração
	MAA (3)	50	50	
<b>Dióxido de Nitrogênio</b>	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 6 - Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar  
(Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90)**

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

**TABELA 7 - Padrões de Qualidade do Ar para o Estado de São Paulo.  
(Decreto Estadual nº 8468 de 08/09/76)**

<b>POLUENTE</b>	<b>TEMPO DE AMOSTRAGEM</b>	<b>PADRÃO (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>MÉTODO DE MEDIÇÃO</b>
<b>Partículas Totais em Suspensão</b>	24 horas (1)	240	Amostrador de grandes volumes
	MGA (2)	80	
<b>Dióxido de Enxofre</b>	24 horas (1)	365	Pararosanilina
	MAA (3)	80	
<b>Monóxido de Carbono</b>	1 hora (1)	40.000	Infra - vermelho não dispersivo
	8 horas (1)	10.000	
<b>Oxidantes Fotoquímicos (como Ozônio)</b>	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 8 - 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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24 h	800	1.600	2.100
Partículas Totais em Suspensão (PTS) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24 h	375	625	875
SO <sub>2</sub> X PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24 h	65.000	261.000	393.000
Monóxido de Carbono (ppm) - 8 h	15	30	40
Oxidantes Fotoquímicos (como Ozônio) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	200	800	1.200

**TABELA 9 - 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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	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)	Intra-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 AMOSTRAGENS		MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL
	1 h	24 h	
Fumaça	--	100 - 150	40 - 60
Partículas Totais em Suspensão	--	150 - 230	60 - 90
Dióxido de Enxofre	--	100 - 150	40 - 60
Ozônio	100 - 200	--	--
Dióxido de Nitrogênio	190 - 320	--	--

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

### 3.3. Índice de Qualidade do Ar

Os dados de qualidade do ar obtidos pela CETESB são divulgados diariamente para a imprensa, juntamente com uma previsão meteorológica 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.

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

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

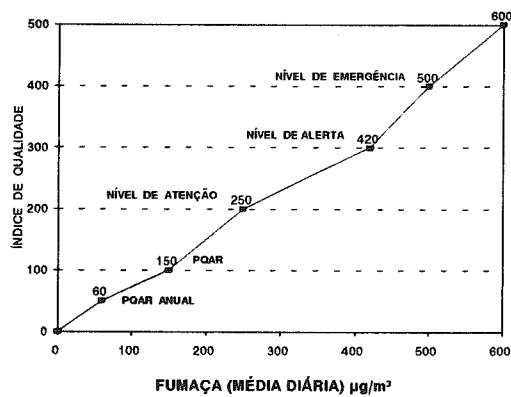
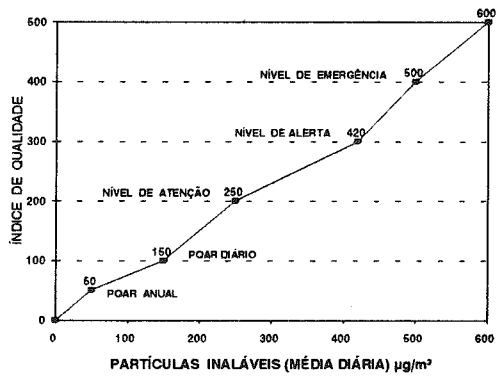
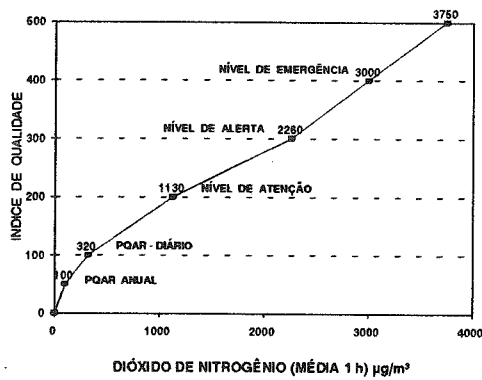
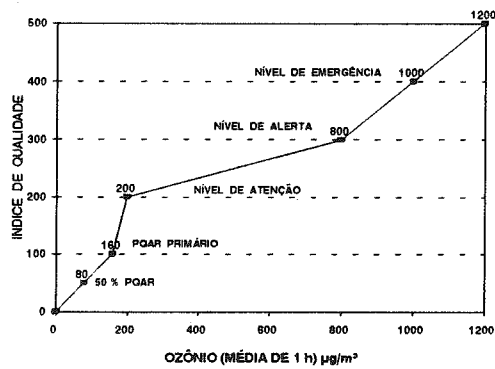
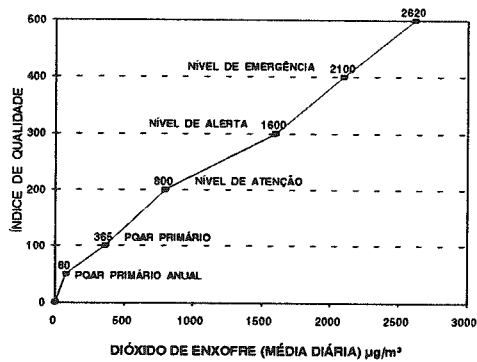
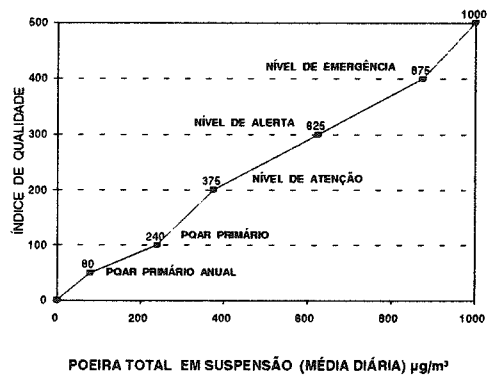
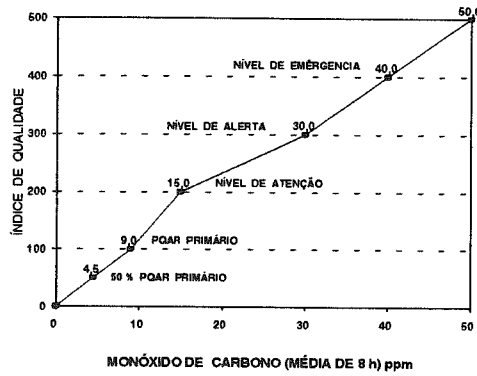
Para cada poluente medido é calculado um índice. Para efeito de divulgação é utilizado o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo pior caso.

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

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



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

TABELA 10 - Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

Índice	Nível de Qualidade do Ar	Qualificação	SO2 Média 24 h µg/m³	PTS Média 24 h µg/m³	Produto Média 24 h µg/m³	PI Média 24 h µg/m³	Fumaça Média 24 h µg/m³	CO Média 8 h ppm	O3 Média 1 h µg/m³	NO2 Média 1 h µg/m³	Descrição dos Efeitos Sobre a Saúde
0											
50	50% PQAR	Boa	80(a)	80(a)		50(a)	60(a)	,5	80	100(a)	
100	PQAR	Regular	365	240		150	150	9,0	160	320	
		Inadequada									Leve agravamento de sintomas em pessoas suscetíveis, com sintomas de irritação na população sadia.
200	ATENÇÃO		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 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 10 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: partículas inaláveis, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono, hidrocarbonetos, direção do vento, velocidade do vento, umidade e temperatura. Vinte e dois locais de amostragem estão situados na RMSP e três na área de Cubatão. Os dois laboratórios volantes são deslocados em função da necessidade do monitoramento em locais onde não existem estações de amostragem.

A configuração da rede automática é mostrada na Tabela 11.



TABELA 11 - Configuração da Rede Automática

ESTACÃO 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	X	X	X	X	X	X	X	X	X
03	Móoca	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
04	Cambuci	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
05	Ibirapuera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
06	N. Senhora do Ó	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
07	S. Caetano do Sul	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
08	Congonhas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
09	Lapa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Cerqueira César	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Penha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Centro (*)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Guarulhos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Sto André - Centro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Diadema	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	Santo Amaro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	Osasco	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	Sto André - Capuava	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19	S. Bernardo do Campo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	Taboão da Serra	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21	São Miguel Paulista	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22	Mauá	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23	Cubatão - V. Nova	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24	Cubatão - Centro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	Cubatão - V. Parisi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	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 1992

W - 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).

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

<b>Parâmetro</b>	<b>Método</b>
Poeira em suspensão (inálavel)	Monitor Beta
Dióxido de enxofre	Coulometria
Óxidos de nitrogênio	Quimiluminescência
Monóxido de carbono	Infra-vermelho não dispersivo
Hidrocarboneto	Cromatografia gasosa/ionização de chama
Ozônio	Quimiluminescência

#### Rede Manual

<b>Parâmetro</b>	<b>Método</b>
Fumaça	Refletância (OECD) (1)
Dióxido de Enxofre	Método H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (OECD) (1)
Poeira Total em Suspensão	Amostrador de grandes volumes

#### Rede Especial

<b>Parâmetro</b>	<b>Método</b>
Poeira Total em Suspensão	Amostrador de grandes volumes
Partículas Inaláveis (MP10)	Amostrador Dicotômico
Análise Elementar	Amostrador Dicotômico Amostrador low-vol / Fluorescência de Raio X

## **Rede Especial**

### **Parâmetro**

### **Método**

Análise de Íons

Amostrador Dicotômico/  
Amostrador low-vol /  
Cromatografia iônica

Material Carbonáceo

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

Caracterização de Fontes

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.

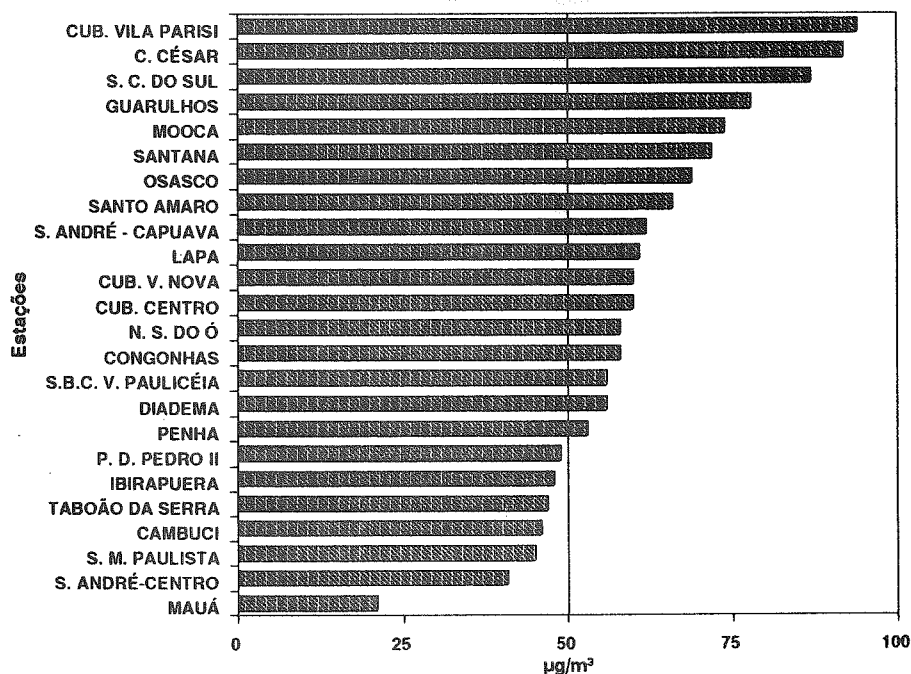
### 4.1 Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão

#### 4.1.1 Partículas em Suspensão

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

A Figura 7 mostra as médias aritméticas anuais de 1992 para todas as estações da rede telemétrica de amostragem da Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão.

FIGURA 7 - Médias aritméticas anuais de Partículas Inaláveis -1992



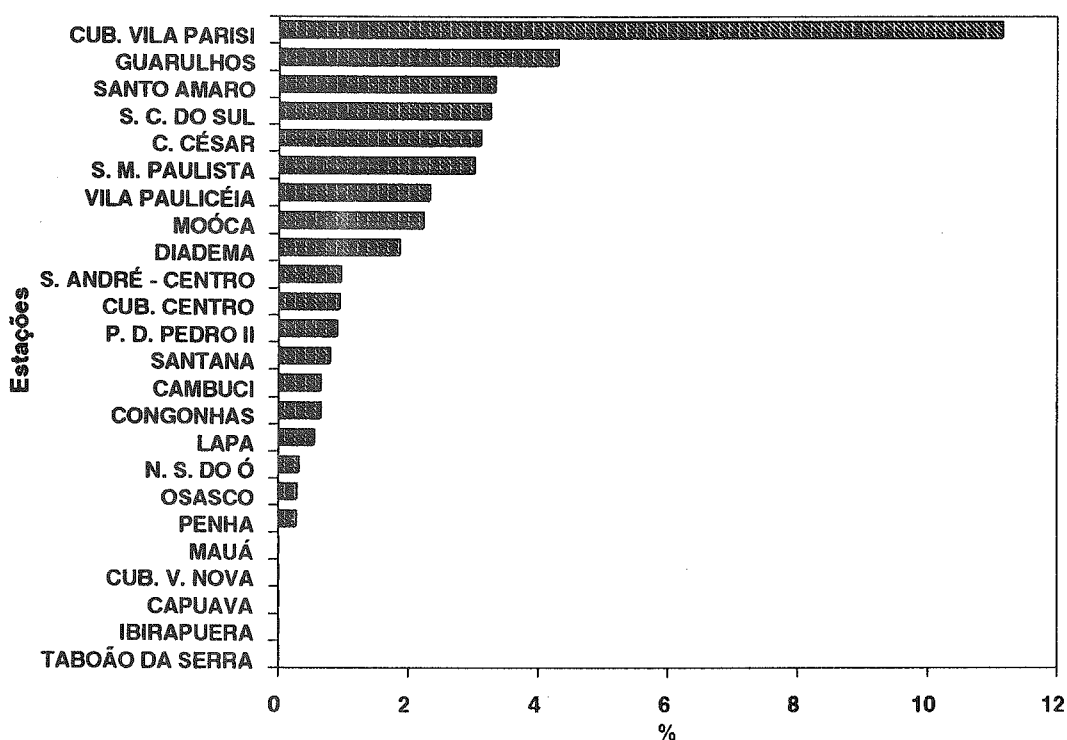
Das 24 estações de amostragem que monitoraram este poluente 17 estão acima do padrão nacional de qualidade ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  média aritmética anual).

Na Região Metropolitana de São Paulo o maior valor foi observado na estação Cerqueira César ( $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) refletindo os problemas de tráfego associados às obras da estação do metrô daquela área (Estação Clínicas). Na Região de Cubatão, a maior média foi observada em Vila Parisi ( $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), que representa a área crítica de Cubatão. Como veremos adiante as origens das partículas em suspensão são diferentes em Cubatão e na Grande São Paulo.

Na Figura 8 é mostrada a porcentagem de ultrapassagens do padrão diário em 1992 dando uma idéia da exposição aguda da população.

O nível de atenção foi atingido em 2 estações, Guarulhos e Cubatão-Vila Parisi.

**FIGURA 8 - Porcentagem do tempo em que o Padrão diário de Partículas Inaláveis foi ultrapassado na RMSP e Cubatão em 1992.**

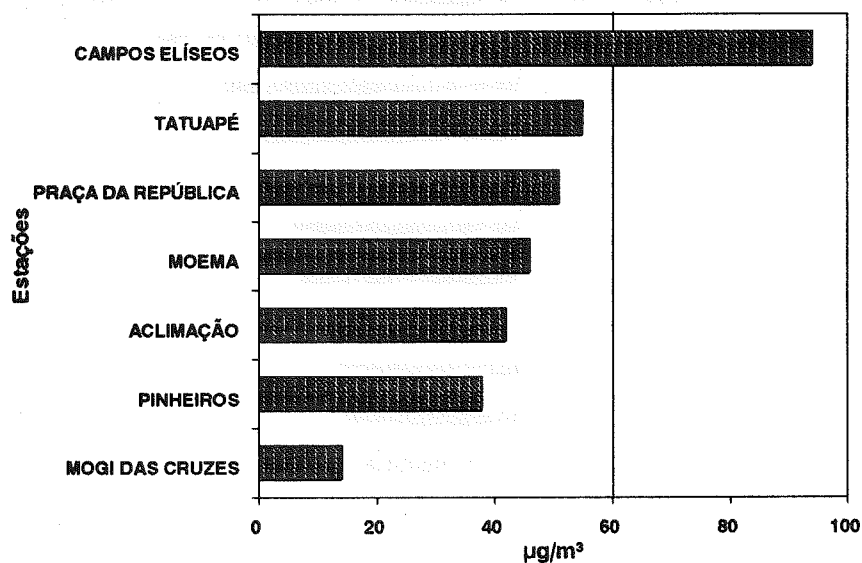


## Fumaça

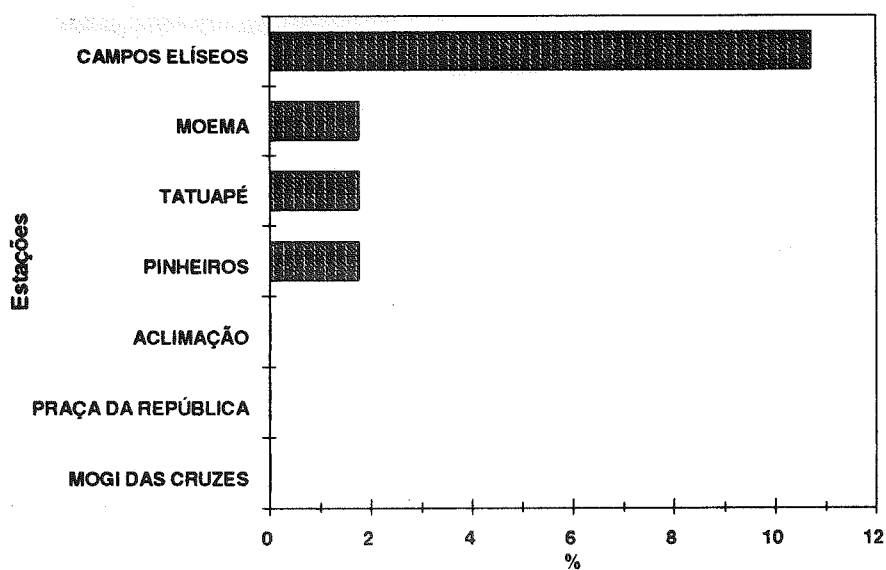
Na Região Metropolitana de São Paulo o Parâmetro fumaça é amostrado em 7 estações. Das 7 estações uma está acima do padrão primário nacional no que se refere a média aritmética anual ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Com respeito ao padrão diário ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), em Mogi das Cruzes, Praça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

Os resultados obtidos durante 1992 podem ser observados nas Figuras 9 e 10.

**FIGURA 9 - Médias aritméticas anuais de Fumaça na RMSP em 1992**



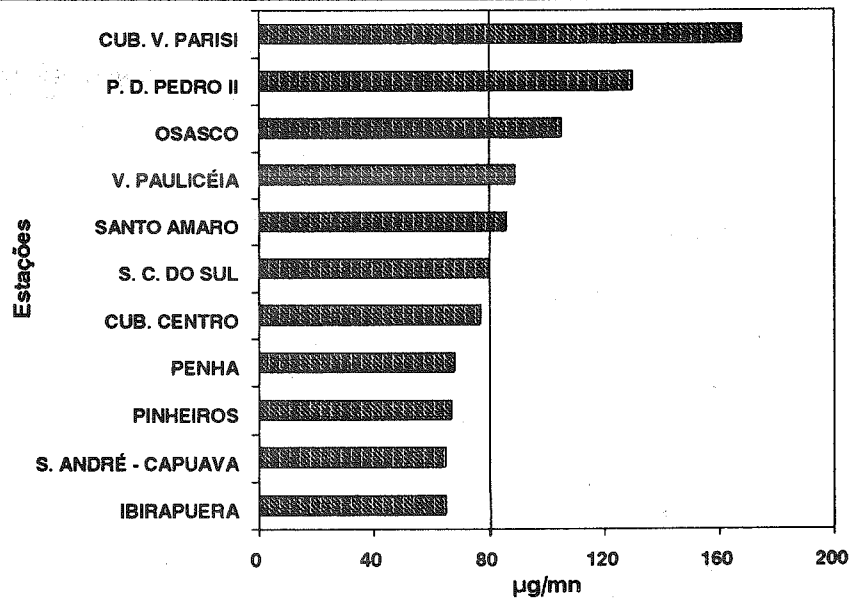
**FIGURA 10 - Porcentagem do tempo em que o padrão primário diário de Fumaça foi ultrapassado na RMSP em 1992.**



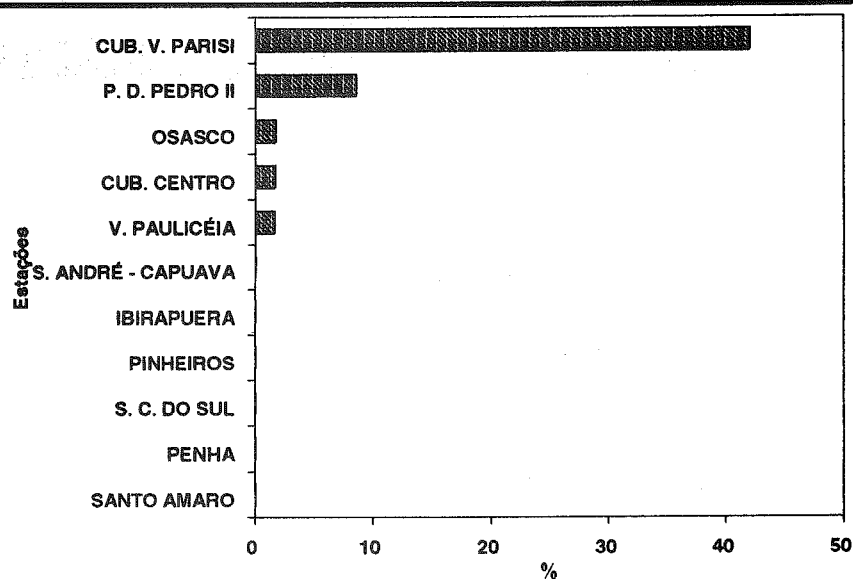
## Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Na Figura 11 são mostradas as concentrações médias geométricas anuais de partículas totais em suspensão. Das 11 estações localizadas na Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão 5 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 ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 5 estações estão acima, conforme pode-se observar na Figura 12.

**FIGURA 11 - Médias geométricas anuais de Partículas Totais em Suspensão na RMSP e Cubatão em 1992.**



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



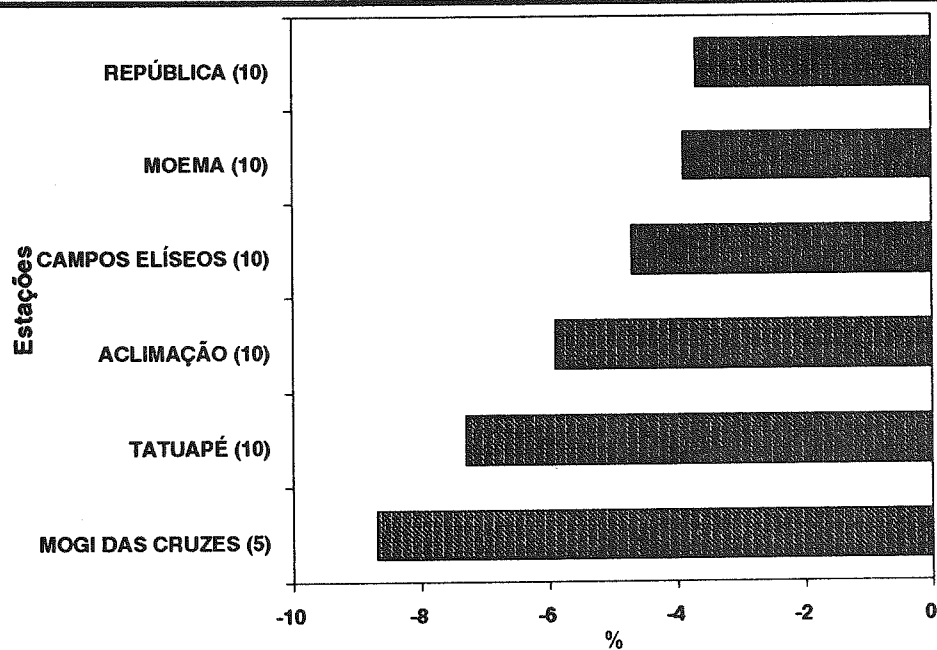


## Tendências

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

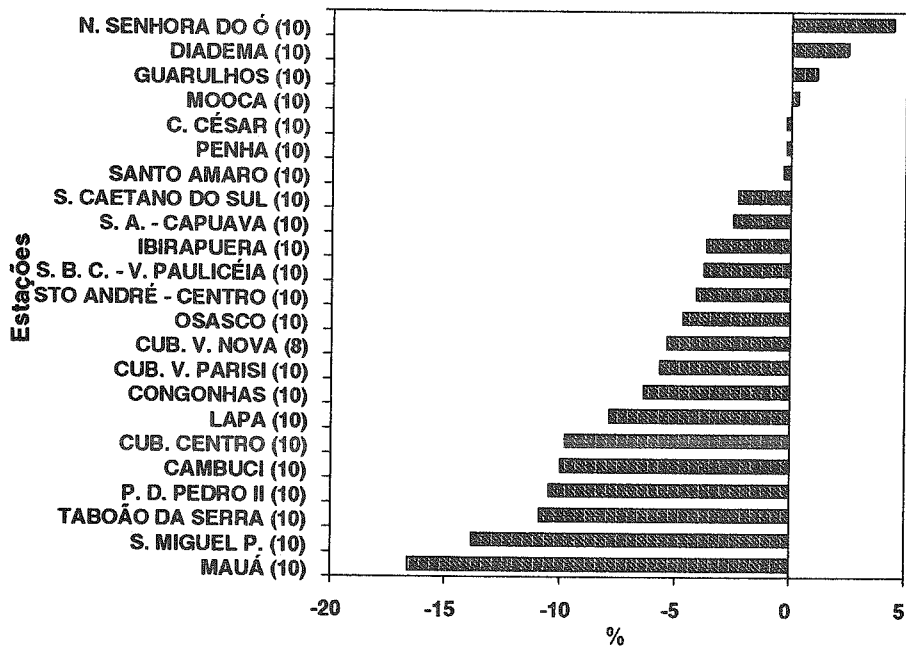
De maneira geral a tendência é de decréscimo para os três parâmetros analisados.

**FIGURA 13 - Tendência das concentrações médias anuais de Fumaça na RMSP.**

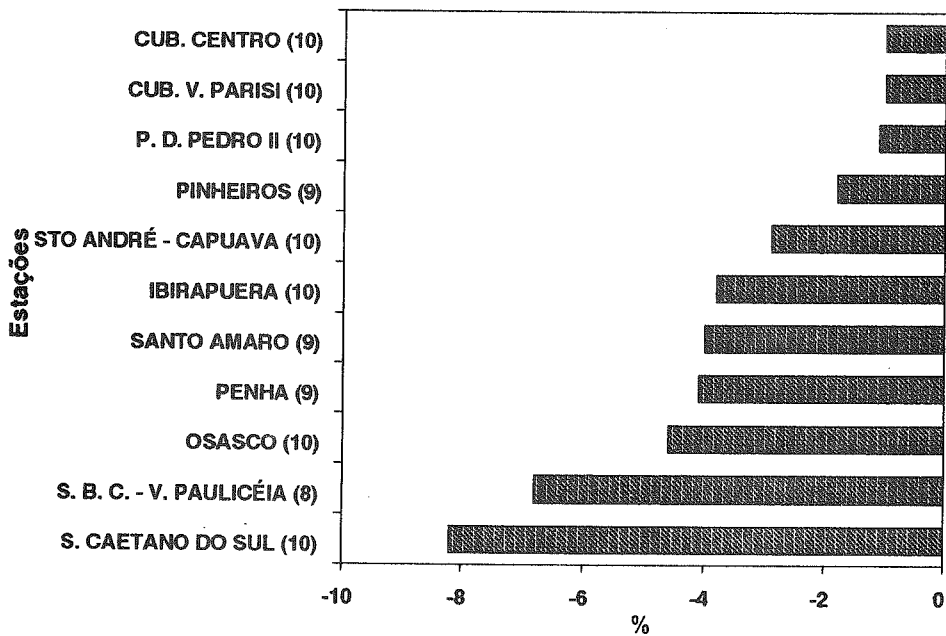


( ) - Número de anos utilizados.

**FIGURA 14 - Tendência das concentrações médias anuais de Partículas Inaláveis na RMSP e em Cubatão.**



**Figura 15 - Tendência das concentrações médias geométricas anuais de Poeira Total em Suspensão na RMSP e em Cubatão.**

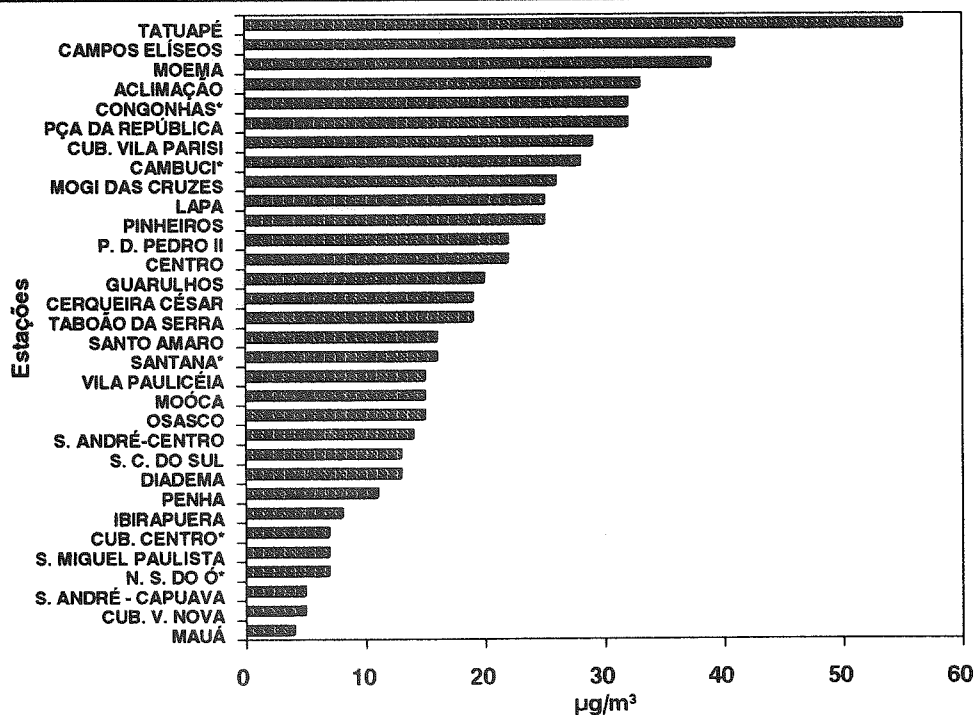


( ) - Número de anos utilizados.

#### 4.1.2 Dióxido de Enxofre

Na Figura 16 são mostradas as médias aritméticas anuais de dióxido de enxofre. Em todas as estações monitoradas (32) o padrão anual de qualidade do ar foi atendido.

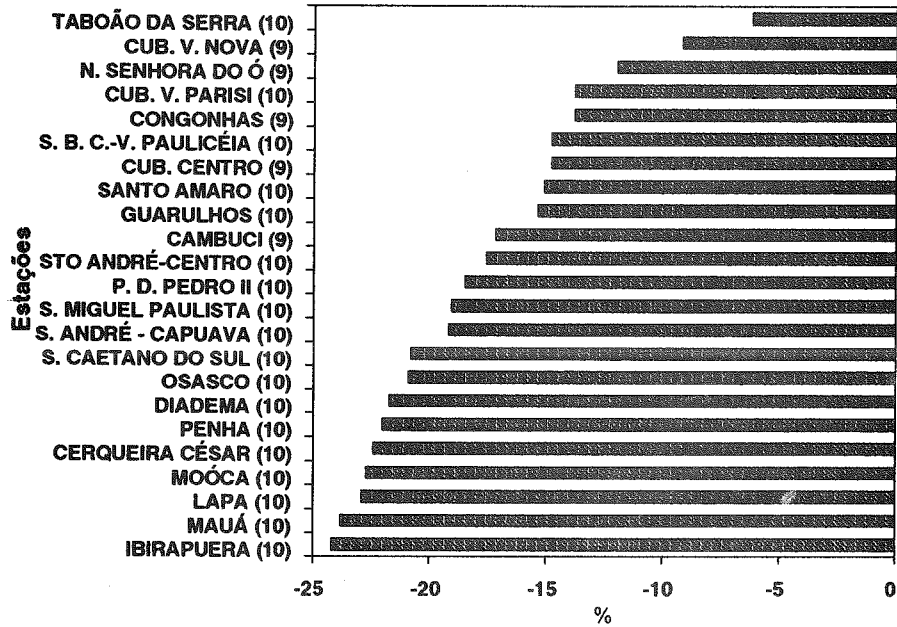
**FIGURA 16 - Médias aritméticas anuais de Dióxido de Enxofre na RMSP e Cubatão em 1992.**



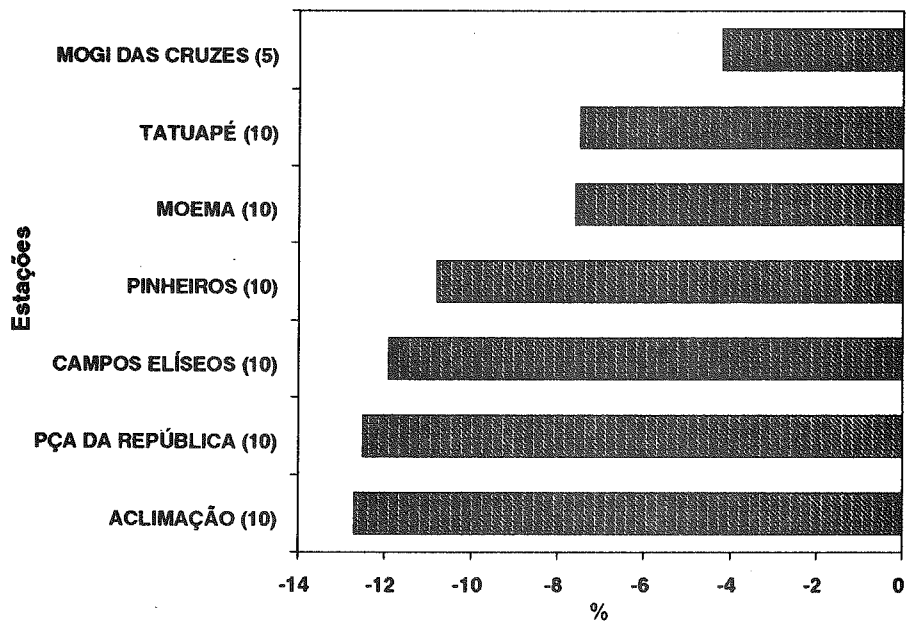
\* Não atendem ao critério de representatividade.

O dióxido de enxofre apresenta uma clara tendência decrescente em todas as estações como pode ser visto nas Figuras 17 e 18.

**FIGURA 17 - Tendência das concentrações médias anuais de Dióxido de Enxofre na RMSP e em Cubatão Rede Telemétrica.**



**FIGURA 18 - Tendência das concentrações médias anuais de Dióxido de Enxofre na RMSP - Rede Manual**

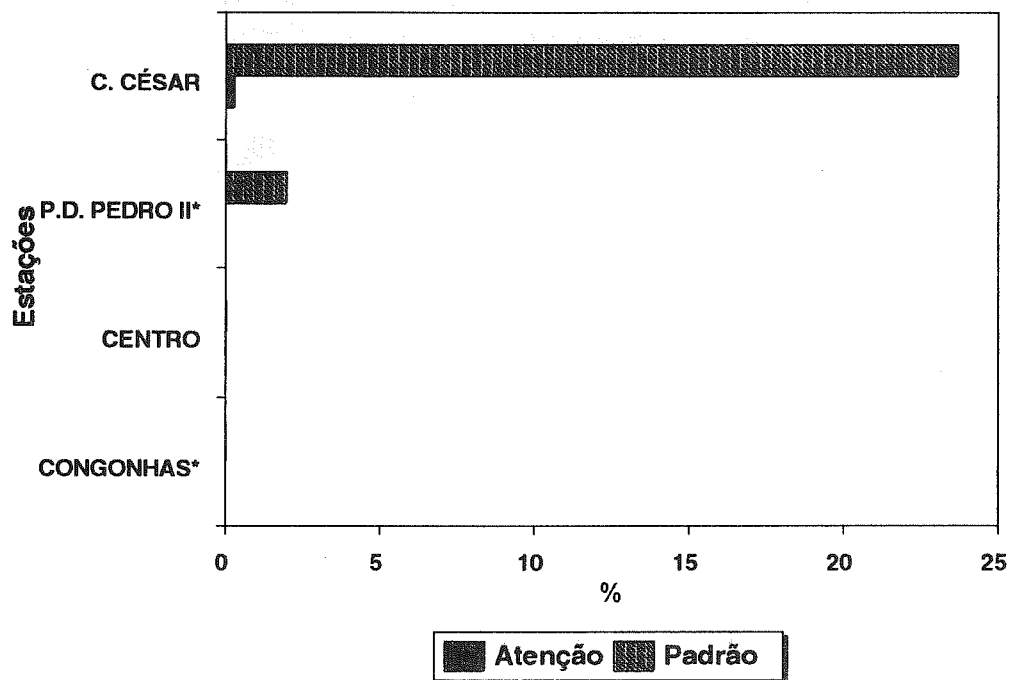


( ) - Número de anos utilizados

### 4.1.3 Monóxido de Carbono

Na Figura 19 podemos verificar a porcentagem de dias em que o padrão de 8 horas (9 ppm) e o nível de atenção (15 ppm) foram excedidos em 1992.

**FIGURA 19 - Porcentagem de dias em que o padrão e nível de atenção para médias de 8 horas de Monóxido de Carbono foram excedidos em 1992.**

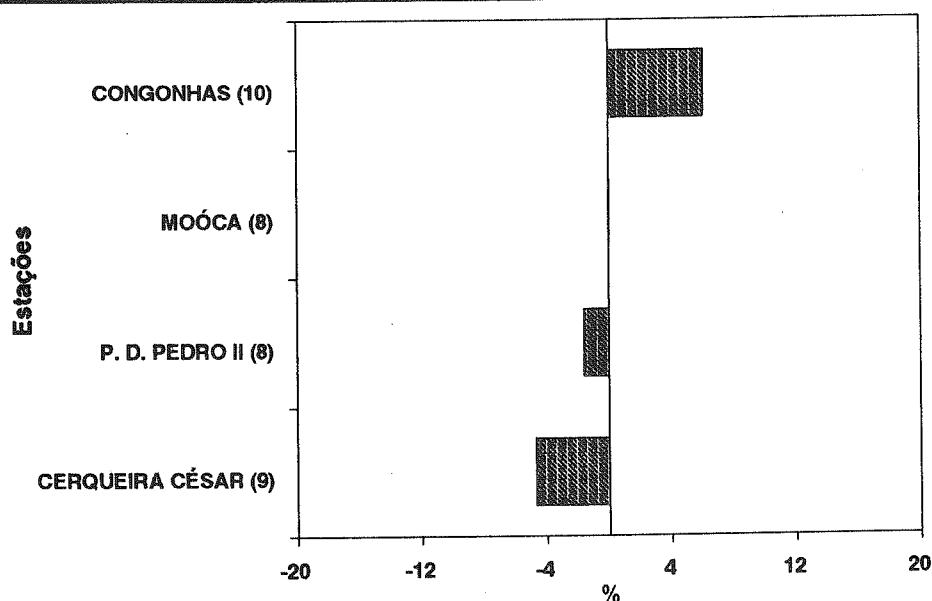


\* - Não atendem ao critério de representatividade

É importante ressaltar que em 1992 só tivemos medição representativa em duas estações e que em uma delas o nível de atenção (15 ppm - 8 h) foi também excedido.

Na Figura 20 são mostradas as tendências das ultrapassagens do padrão de monóxido de carbono baseadas no período de 1982 a 1992.

**FIGURA 20 - Tendência do número das ultrapassagens do padrão de 8 horas para Monóxido de Carbono na RMSP.**



( ) - Número de anos utilizados.

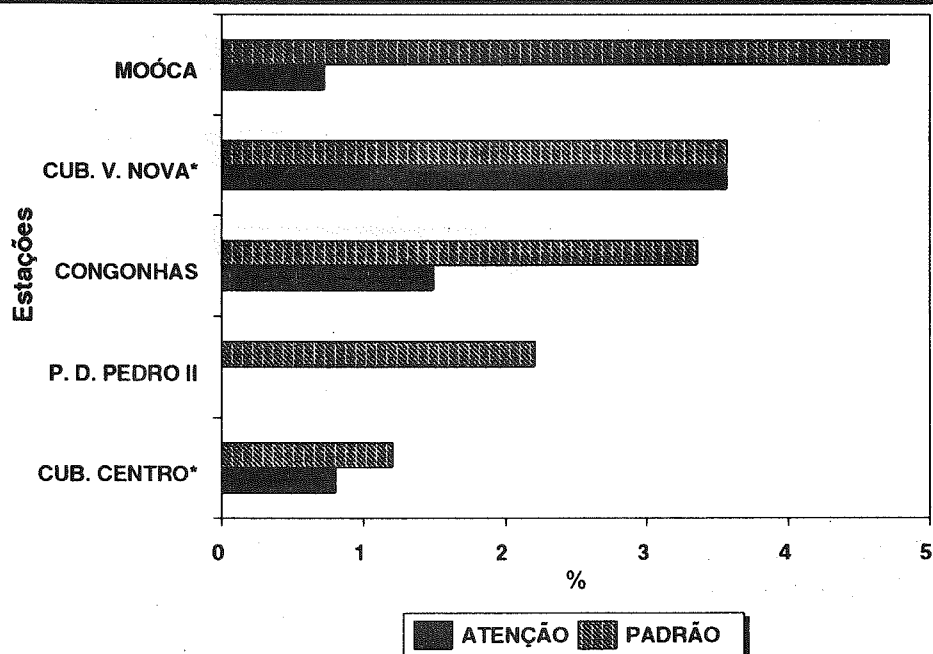
É possível observar que não há uma tendência claramente definida, duas estações apresentaram tendência de decréscimo, e uma de acréscimo. A estação Moóca não monitorou o parâmetro em 92, e as estações P. Dom Pedro II e Congonhas não atendem ao critério de representatividade dos dados.

#### 4.1.4 Ozônio

Na Figura 21 é possível verificar a porcentagem de dias em que o padrão de 1 h ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e o nível de atenção ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foram ultrapassados. Todas as estações apresentaram ultrapassagem do padrão e do nível de atenção, exceto no caso do Parque Dom Pedro II onde o nível de Atenção não foi ultrapassado.

As duas estações localizadas em Cubatão não atenderam ao critério de representatividade dos dados.

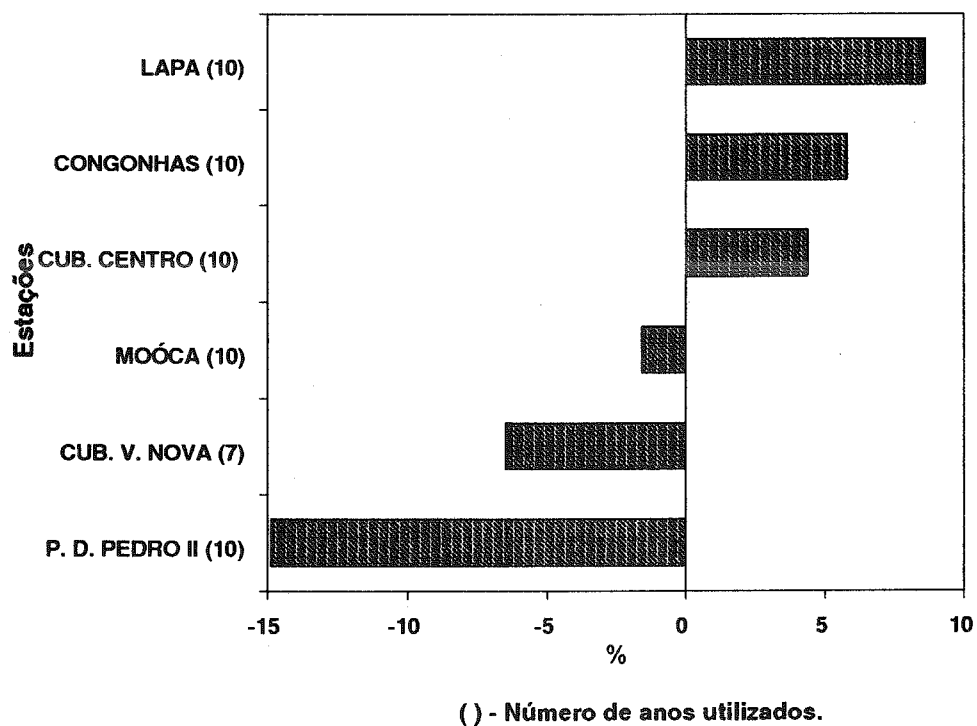
**FIGURA 21 - Porcentagem de dias em que as concentrações de Ozônio ultrapassaram o padrão de qualidade de 1 hora e o nível de atenção.**



\* - Não atendem ao critério de representatividade.

Na Figura 22 são mostradas as tendências do número de ultrapassagens do padrão horário de ozônio.

**FIGURA 22 - Tendência do número das ultrapassagens do padrão do Ozônio na RMSP e em Cubatão.**



Cabe ressaltar que em 1992 apenas 3 estações atenderam ao critério de representatividade dos dados.

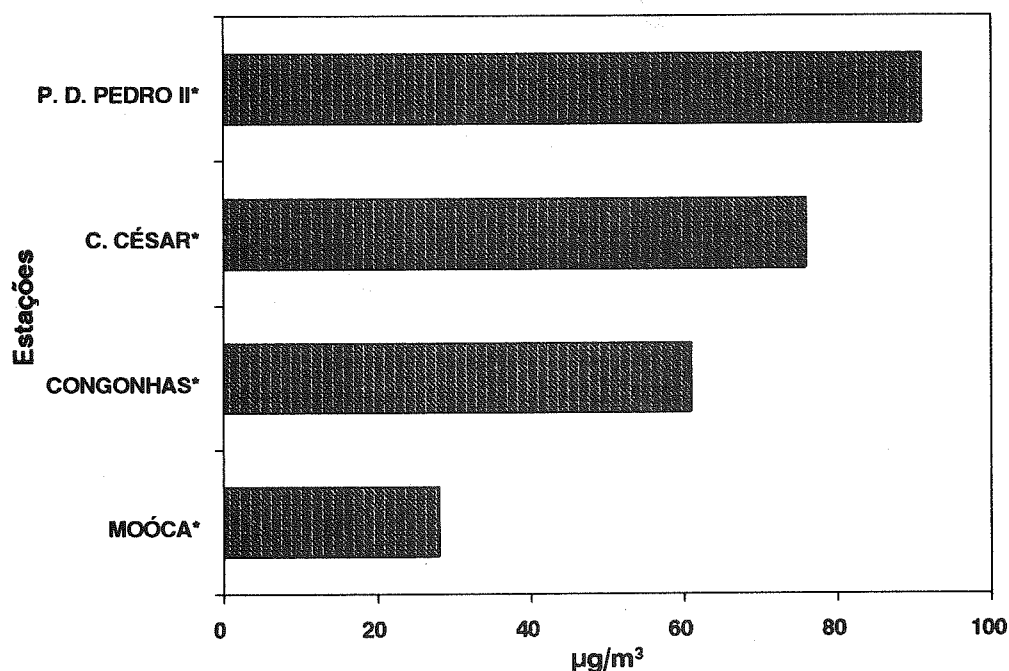


#### 4.1.5 Dióxido de Nitrogênio

Na Figura 23 podem ser observadas as médias aritméticas anuais de  $\text{NO}_2$  na RMSP estando estas abaixo do padrão anual de qualidade do ar.

Deve-se observar que o critério de representatividade não foi atendido em nenhuma estação.

**FIGURA 23 - Médias aritméticas anuais de Dióxido de Nitrogênio na RMSP em 1992.**



\*Não atendem ao critério de representatividade.

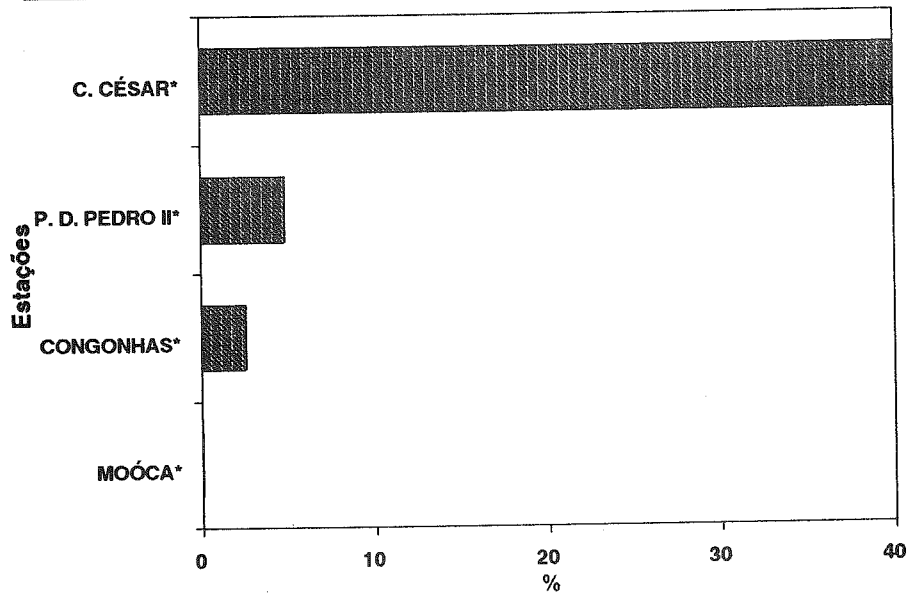
Na Figura 24 são mostradas as porcentagens de dias em que o padrão horário de  $\text{NO}_2$  ( $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi excedido em 1992.

Observa-se que em 3 das 4 estações onde o poluente foi monitorado, ocorrem ultrapassagens do padrão horário.

Na Figura 25 pode-se observar que não há tendência definida para as concentrações de  $\text{NO}_2$  na RMSP.

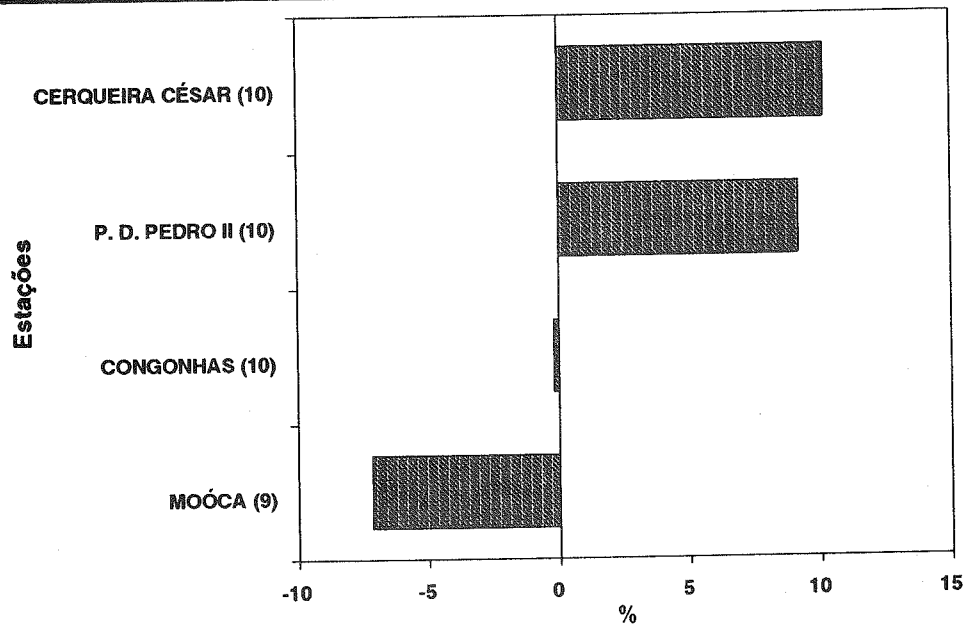
Devemos observar também que em 1992 nenhuma estação atendeu ao critério de representatividade de dados.

**FIGURA 24 - Porcentagem de dias em que o padrão horário de Dióxido de Nitrogênio foi ultrapassado na RMSP em 1992.**



\* - Não atendem ao critério de representatividade

**FIGURA 25 - 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 Álcool - Proálcool - teve seu início em 1979 e a partir daí ocorreram importantes modificações nas composições dos combustíveis utilizados nos veículos automotores.

As duas principais considerações a serem feitas compreendem a adição de álcool anidro à gasolina e a introdução do veículo movido a álcool hidratado. A mistura do álcool anidro se iniciou em 1979 com 15% e chegou a 22% nos anos seguintes, sendo que em 1990 foi introduzida também a mistura gasolina-etanol-metanol (7%-60%-33%). Em 1989 os veículos a álcool hidratado passaram a representar metade da frota, conforme mostra a Tabela 13.

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 12 e 13 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 destas 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 12 - 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 13 - Variação relativa na emissão de poluentes pelo escapamento em função da adição de outros combustíveis ao álcool.**

POLUENTE	COMBUSTIVEL		
	Álcool	5% Gasolina	33% Metanol + 7% Gasolina
CO	100	125	100
HC	100	110	90
NOx	100	100	110
Aldeídos	100	100	55
Álcoois	100	100	80

Como generalização, podemos dizer que a introdução do álcool como combustível causa uma diminuição nas emissões de monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio 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.

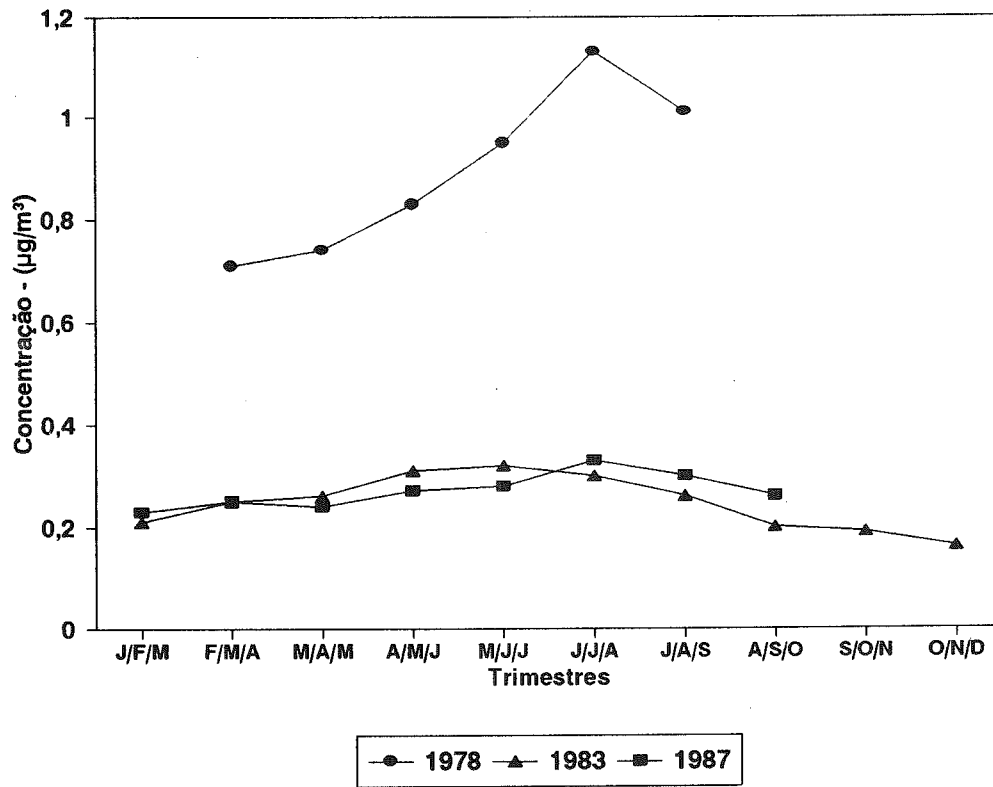
No que se refere a aldeídos foram realizados estudos em 81, 85 e 90. Nos estudos de 81 e 85 foram feitas medições de aldeídos totais e não foi possível observar nenhuma alteração importante nos níveis medidos, muito embora a relação aldeídos/CO tenha aumentado.

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

Ainda em 1990 foram realizadas medições de metanol na atmosfera, após a introdução deste álcool na mistura combustível. Na Moóca todas as amostras se apresentaram abaixo de 0,15 ppm (limite de detecção do método utilizado). Já na estação Cerqueira César, onde a influência do tráfego é mais marcante, 12,8 % das amostras apresentaram valores mensuráveis com um máximo de 0,42 ppm.

Em termos de chumbo a Figura 26 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 26 - 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 poeira total em suspensão, tanto o de 24 horas ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como o anual ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) são excedidos. Atinge-se inclusive durante os períodos mais desfavoráveis para a dispersão dos poluentes concentrações acima do nível de atenção ( $375 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - média de 24 horas) e eventualmente do nível de alerta ( $625 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - média de 24 horas). Baseando-se na segunda concentração máxima encontrada na Região é possível definir uma concentração em torno de  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - média de 24 horas, como valor básico para definição 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 associada à necessidade de urbanização e planejamento do tráfego.

Um quadro quantitativo das contribuições dos diversos tipos de fontes de poluição, para o problema de poluição do ar por material particulado, foi obtido através de um estudo que utilizou técnicas do modelo de receptor e 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, em todas as estações, bem abaixo dos padrões primários de qualidade do ar.

A poluição do ar relacionada com os veículos automotores é um problema sério na RMSP.

As concentrações de monóxido de carbono excedem rotineiramente o padrão de qualidade do ar para 8 horas (9 ppm) por uma grande margem em quase todos os locais de amostragem. O nível de atenção é freqüentemente ultrapassado, atingindo concentrações de até 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 poucos dados de dióxido de nitrogênio disponíveis mostram que, no ano de 1992, nas quatro estações onde o poluente foi medido, em três o padrão horário foi excedido.

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 isoladamente, 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 14 onde são apresentados os episódios ocorridos na área da Vila Parisi.

**Tabela 14 - Número de estados de Alerta e Emergência declarados em Vila Parisi**

<b>ANO</b>	<b>ALERTA</b>	<b>EMERGÊNCIA</b>
84	12	1
85	8	1
86	1	0
87	3	0
88	4	0
89	0	0
90	1	0
91	2	1
92	0	0

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 vários 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 têm 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 provenientes das indústrias podem desempenhar um papel mais relevante do que na RMSP.

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 15 a 19 são apresentadas os índices de qualidade do ar por poluente e por estação. Na Tabela 20 é apresentada a distribuição do índice geral também por estação.

TABELA 15 - Distribuição do Índice - Partículas Inaláveis - 1992

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	193	58,0	137	44,1	3	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santana	27	10,8	222	88,4	2	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	60	19,1	247	78,7	7	2,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cambuci	180	58,8	124	40,5	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	220	62,0	135	38,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
N. Senhora do Ó	124	39,9	186	59,8	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Caetano do Sul	24	7,1	302	89,6	11	3,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	136	44,2	170	55,2	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	146	40,6	212	58,9	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	13	3,7	329	93,2	11	3,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Penha	206	58,0	148	41,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	63	18,1	271	77,7	14	4,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
S. André - Centro	225	72,3	83	26,7	3	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Diadema	168	52,2	148	46,0	6	1,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	123	37,3	196	59,4	11	3,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	87	25,5	253	74,2	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André - Capuava	105	30,5	239	69,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
V. Paulicéia	158	52,5	136	45,2	7	2,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	220	64,3	122	35,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Miguel Paulista	236	71,3	85	25,7	10	3,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá	250	92,9	19	7,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Nova	99	31,5	215	68,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro	125	39,4	189	59,6	3	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Parisi	64	19,3	231	69,6	36	1,8	1	0,3	0	0,0	0	0,0

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

TABELA 16 - Distribuição do Índice - Dióxido de Enxofre - 1992

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	344	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santana	229	99,6	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	276	99,6	1	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cambuci	219	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	285	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
N. Senhora do Ó	203	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Caetano do Sul	279	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	242	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	327	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	353	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Penha	356	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	307	99,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	302	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André - Centro	297	99,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Diadema	329	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	347	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	344	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André - Capuava	356	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
V. Paulicéia	31	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	332	99,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Miguel Paulista	325	99,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá	315	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Nova	252	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro	288	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Parisi	305	97,1	9	2,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

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

**TABELA 17 - Distribuição do Índice - Monóxido de Carbono - 1992**

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	84	85,7	12	12,2	2	2,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Congonhas	91	61,9	56	38,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	75	23,1	172	52,9	77	23,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Centro	256	73,8	91	26,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

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

**TABELA 18 - Distribuição do Índice - Ozônio - 1992**

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	265	83,9	44	13,9	7	2,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	201	72,8	62	22,5	11	4,0	2	0,7	0	0,0	0	0,0
Congonhas	189	70,5	70	26,1	5	1,9	4	1,5	0	0,0	0	0,0
Lapa	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Nova	25	89,3	2	7,1	0	0,0	1	3,6	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro	236	94,8	10	4,0	1	0,4	2	0,8	0	0,0	0	0,0

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

**TABELA 19 - Distribuição do Índice - Dióxido de Nitrogênio - 1992**

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	40	16,3	198	80,8	7	2,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	14	87,5	2	12,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	74	46,0	87	54,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	49	33,1	86	58,1	13	8,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0

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

TABELA 20 - Distribuição do Índice Geral - 1992

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	80	22,7	255	72,4	17	4,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santana	36	13,8	222	84,6	2	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	52	16,3	248	77,7	17	5,3	2	0,6	0	0,0	0	0,0
Cambuci	202	61,6	124	37,8	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	222	62,2	135	37,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
N. Senhora do Ó	134	41,7	186	57,9	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Caetano do Sul	28	8,2	302	88,6	11	3,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	97	31,0	205	65,5	7	2,2	4	1,3	0	0,0	0	0,0
Lapa	148	40,9	212	58,6	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	10	2,8	253	71,3	91	25,6	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Penha	213	58,8	148	40,9	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	258	73,7	92	26,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	65	18,5	271	77,2	14	4,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
S. André - Centro	231	72,7	84	26,4	3	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Diadema	193	55,6	148	42,7	6	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	150	42,0	196	54,9	11	3,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	99	28,0	253	71,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André - Capuava	117	32,9	239	67,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
V. Paulicéia	192	57,3	136	40,6	7	2,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	226	64,9	122	35,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Miguel Paulista	236	71,3	85	25,7	10	3,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá	298	94,0	19	6,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Nova	122	35,9	217	63,8	0	0,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro	129	39,9	188	58,2	4	1,3	2	0,6	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Parisi	70	20,7	231	68,3	36	10,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0

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 (39 municípios) e o município de Cubatão, o Estado de São Paulo compõe-se ainda de 585 municípios com uma área de 240.000 Km<sup>2</sup> e uma população de 23 milhões de habitantes. Em 18 municípios dos 585 citados, avaliam-se as concentrações de dióxido de enxofre e fumaça compondo a chamada "Rede de Avaliação de Qualidade do Ar do Interior".

No ano de 1992, somente em Salto não foi avaliada a Qualidade do Ar.

Na Tabela 21 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 8 delas o padrão diário secundário (100 µg/m<sup>3</sup>) é violado.

Na Tabela 21 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 quatro estações violam o padrão diário secundário (100 µg/m<sup>3</sup>).

**TABELA 21 - Médias Anuais de Dióxido de Enxofre e Fumaça 1992 - Rede do Interior**

ESTAÇÃO	SO2		FUMAÇA	
	MÉDIA ANUAL	1º MAX DIÁRIA	MÉDIA ANUAL	1º MAX DIÁRIA
Americana	60	108	32	93
Araraquara	7	20	17	64
Araras	36	73	26	73
Campinas	53	130	30	104
Franca	44	69	43	108
Itú	34	187	13	37
Jundiaí	48	175	36	89
Limeira	45	114	33	91
Mogi-Guaçú	26	92	14	35
Paulínia	53	127	29	67
R. Preto	33	82	58	112
S. Carlos	7	20	21	49
S. J. Campos	38	80	9	65
Santos	44	147	30	65
Sorocaba	65	111	34	117
Taubaté	38	95	17	43
Votorantim	31	59	19	59

Unidade : µg/m<sup>3</sup>

## 5. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

As condições meteorológicas na RMSP e em Cubatão são monitoradas pela CETESB através de treze anemógrafos, 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 Sede. 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 INMET/MARA, FAB, INPE, FCTH/DAEE e o IPMET/UNESP, as quais fornecem informações meteorológicas como dados sinóticos de superfície e ar superior, Metar, imagens de satélite, 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 diariamente através do Boletim de Qualidade do Ar da CETESB.

A concentração de poluentes está fortemente relacionada às condições meteorológicas. Alguns dos parâmetros meteorológicos locais que favorecem altos índices de poluição são: alta porcentagem de calmaria, ventos fracos e inversões térmicas baixas. Todavia, para prever as variações nos índices de poluição em São Paulo, faz-se necessário também o conhecimento das situações sinóticas envolvidas.

Altos índices de poluição tem sido observados na presença de um anticiclone de caráter estacionário sobre São Paulo. Esses sistemas provocam condições de estagnação do ar sobre a região. Desta forma, é de grande importância o acompanhamento dos sistemas frontais que passam por São Paulo.

A passagem de um sistema frontal instabiliza a atmosfera, o que favorece a dispersão de poluentes. Além disso, uma nova massa de ar substitui a massa de ar poluída. A tabela 22 mostra a frequência mensal de sistemas frontais que passaram por São Paulo de 1988 a 1992. Nesta podemos observar que no ano de 1992 houve significativo aumento no número de passagens de frentes quando comparado à média dos últimos quatro anos, principalmente no período mais crítico à dispersão de poluentes (maio a agosto).

Outro parâmetro analisado é a precipitação. Esta mostra-se como um indicador de instabilidade atmosférica, além de dificultar a ressuspensão de partículas do solo. Os dados diários de precipitação no ano de 1992 na estação climatológica de São Paulo (Mirante de Santana) são mostrados na tabela 23.



A tabela 24 mostra a precipitação mensal e frequência de dias de chuva na estação Mirante de Santana nos últimos anos e a normal de 1961 a 1990. Pode-se observar que a precipitação total em 1992 foi bem próxima da precipitação média dos últimos quatro anos (1988 a 1991). Durante o período crítico de dispersão de poluentes observa-se que houve menor precipitação no ano de 1992 do que em todos anos em estudos, já em relação à frequência de dias de precipitação, o ano de 1992 foi ligeiramente maior que o ano de 1991.

Os dados de vento da rede telemétrica da CETESB são também fundamentais na determinação das condições de dispersão de poluentes na atmosfera.

Os dados diários de velocidade média do vento e porcentagem de calmaria no ano de 1992 estão mostrados na tabela 25. Nesta podemos observar que, dos meses de inverno, a porcentagem de calmaria foi maior no mês de junho, mês em que houve também menor velocidade média do vento. Este comportamento desfavorável à dispersão de poluentes encontrado no mês de junho pode ser notado na análise de todos os parâmetros meteorológicos, e concordam com os valores de concentração encontrados neste mês, embora não tenha ocorrido nenhum episódio agudo de poluição.

Analisando a frequência de inversões térmicas no período de 1988 a 1992 (tabela 26) podemos notar que o número de inversões térmicas na altura considerada mais crítica (0 a 200 m) no ano de 1992 foi menor que a média dos últimos quatro anos, o mesmo ocorrendo entre 201 e 400 metros. A análise deste parâmetro local concorda com os baixos índices de poluição registrados em 1992.

A análise de dias favoráveis e desfavoráveis é de grande significância pois as previsões são elaboradas considerando o conjunto das variáveis meteorológicas. Na tabela 27, que ilustra a distribuição mensal do número de dias favoráveis e desfavoráveis à dispersão de poluentes na atmosfera, podemos notar, à exceção do mês de junho, uma considerável diminuição no número de dias desfavoráveis durante o período crítico no ano de 1992 comparado à média dos últimos quatro anos. Este fato pode ser mais facilmente visualizado na análise da tabela 28, que mostra a porcentagem de dias favoráveis e desfavoráveis à dispersão de poluentes para 1992 e para os últimos quatro anos. Estas análises concordam com os índices mais baixos observados no ano de 1992.

Através do estudo comparativo entre as condições meteorológicas observadas no ano de 1992 e os anos anteriores, observou-se que 1992 foi bastante favorável à dispersão de poluentes. As condições meteorológicas, desta forma, parecem ter sido de fundamental importância nos níveis mais baixos de poluição encontrados em 1992.

**TABELA 22 - Frequência Mensal dos Sistemas Frontais que passaram sobre São Paulo - 1988 à 1992**

MÊS	ANO				
	1988	1989	1990	1991	1992
JANEIRO	5	3	3	5	3
FEVEREIRO	3	5	2	3	5
MARÇO	1	4	3	4	4
ABRIL	7	4	4	6	5
MAIO	5	3	2	3	5
JUNHO	4	7	4	3	2
JULHO	2	6	5	4	6
AGOSTO	4	5	4	2	7
SETEMBRO	6	4	4	6	4
OUTUBRO	4	5	4	5	6
NOVEMBRO	5	5	6	4	4
DEZEMBRO	3	2	7	4	7
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>52</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>58</b>

**TABELA 23 - Dados Pluviométricos - 1992**

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE SÃO PAULO (Mirante de Santana) - ESTADO DE SÃO PAULO LAT.: 23° 30'S      LOG.: 46° 37'S      ALT.: 792,059m      ANO: 1992												
DIA	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	17,1	7,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0
2	0,3	0,0	9,4	0,0	16,3	0,2	0,0	0,0	4,8	4,0	0,0	21,4
3	10,8	0,0	2,9	0,0	0,3	0,0	3,4	0,0	0,1	20,3	5,4	0,1
4	0,0	1,7	2,8	0,0	19,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,0	0,0
5	22,6	0,0	6,1	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,7	0,0
6	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	2,4	0,0
7	0,0	29,6	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0	26,4	20,0	6,8	10,0
8	0,0	1,9	16,6	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0	1,0	3,3	0,3	2,4
9	0,8	8,1	39,8	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,2	2,0	30,5	0,0
10	1,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0
11	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	91,1
12	0,0	0,0	0,0	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	13,6	0,0	27,4
13	1,8	0,0	14,0	0,1	9,0	0,0	0,0	0,6	14,4	14,8	0,0	0,3
14	1,6	0,0	0,0	5,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	0,0	0,0	0,0
16	74,0	34,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,2	0,0	0,0	0,0
17	0,9	10,5	4,2	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	36,6	17,2	0,0
18	1,0	0,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	24,0	0,0	0,3	4,3
19	0,1	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	2,5	0,0	7,7	0,0	0,7
20	0,0	2,3	26,4	5,8	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	45,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	30,0
22	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2	0,0	6,7	0,0	0,6	8,8	1,3
23	6,0	0,0	0,0	0,0	14,2	0,0	0,6	12,6	26,6	0,0	26,6	0,0
24	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,3	3,0	0,0	0,0	0,2	0,0
25	0,0	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	16,6	0,0
26	0,0	26,5	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	29,3	0,0
27	16,8	0,0	33,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
28	0,0	9,2	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	2,0	0,0	0,0
29	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,6	15,4	0,0	0,0
30	24,8		73,2	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1	0,0	0,0
31	23,0		9,6		0,0		0,0	0,0		0,0		0,0
<b>TOTAL</b>	203,3	184,0	273,7	58,3	71,4	18,6	39,1	25,8	180,6	177,5	213,8	201,0
<b>FREQ.</b>	17	15	19	9	9	3	7	6	17	14	16	12

TOTAL ANUAL : 1647,1 mm  
 FREQ. ANUAL : 144 dias  
 FONTE : 7º DISME/INMET

**TABELA 24 - Precipitação Mensal e Frequência de dias de Chuva da Estação Mirante de Santana - 1988 a 1992.**  
**Normal de 1961 a 1990.**

ANO MÊS	1961 A 1990		1988		1989		1990		1991		1992	
	PREC. (mm)	Nº de dias	PREC. (mm)	Nº de dias	PREC. (mm)	Nº de dias	PREC. (mm)	Nº de dias	PREC. (mm)	Nº de dias	PREC. (mm)	Nº de dias
JANEIRO	238,7	16	293,4	19	359,2	18	280,7	15	270,7	203,3	17	
FEVEREIRO	217,4	20	285,0	18	326,5	14	152,8	15	358,0	184,0	15	
MARÇO	159,8	11	203,6	18	185,1	5	228,8	26	451,3	273,7	19	
ABRIL	75,8	15	173,4	9	96,2	8	76,7	14	178,4	58,3	9	
MAIO	73,6	16	210,8	10	30,4	4	60,8	7	34,2	71,4	9	
JUNHO	55,7	7	58,8	6	44,4	16	39,2	9	85,8	18,6	3	
JULHO	44,1	6	2,2	8	144,7	9	121,0	4	26,2	39,1	7	
AGOSTO	38,9	1	2,5	6	32,3	8	49,6	4	39,3	25,8	6	
SETEMBRO	80,5	6	34,7	13	82,5	7	95,1	10	65,6	180,6	17	
OUTUBRO	123,6	14	170,1	7	65,4	14	117,6	9	153,9	177,5	14	
NOVEMBRO	145,8	12	85,7	12	82,4	14	76,0	19	48,0	213,8	16	
DEZEMBRO	200,9	14	279,6	13	121,7	12	124,7	12	220,6	201,0	12	

TABELA 25 - Velocidade Média do Vento e Porcentagem de Calmaria na Região da Grande São Paulo - 1992

MÊS	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	28,9	2,0	25,7	1,6	6,0	2,3	48,4	1,4	13,2	1,5	18,1	1,7	37,8	1,5	40,0	1,4	19,2	1,9	8,4	1,8	6,8	2,0	22,9	1,4
02	20,8	1,9	6,0	2,1	7,7	2,1	16,7	1,6	18,8	1,8	9,7	1,4	44,8	2,4	2,0	2,5	15,0	1,8	11,3	1,8	13,0	1,5	26,0	1,5
03	18,8	2,6	7,7	2,0	12,5	1,8	23,4	1,7	4,2	2,2	35,7	1,8	0,0	2,2	0,0	3,0	32,7	1,9	21,2	1,8	11,0	2,0	13,2	1,6
04	0,5	2,6	9,7	2,0	17,9	1,5	18,2	1,3	38,7	1,3	47,6	1,6	8,3	1,7	1,7	1,9	6,5	1,5	0,4	2,2	23,8	2,1	0,5	2,0
05	31,5	1,7	17,4	1,9	30,4	1,4	28,9	1,4	32,9	1,1	24,1	2,5	34,6	1,7	28,7	1,4	7,3	1,4	3,8	2,4	0,0	3,0	5,0	2,2
06	18,1	2,1	31,1	1,4	26,7	1,5	41,7	1,7	35,3	1,4	3,7	3,8	26,4	1,9	0,7	1,9	11,5	1,4	14,4	1,7	0,0	2,7	6,3	2,2
07	6,5	1,9	32,6	1,4	39,3	1,5	26,2	2,4	26,2	1,5	36,9	2,1	0,0	2,7	2,4	2,0	1,1	2,4	6,7	1,7	10,0	1,6	19,3	1,9
08	9,0	2,0	9,5	1,5	30,6	1,5	25,6	1,8	29,2	1,3	47,0	1,9	2,1	1,7	32,7	1,4	2,4	2,1	2,1	1,9	26,0	1,3	9,0	1,8
09	11,9	1,9	22,6	1,7	35,8	1,5	4,8	2,1	44,8	1,4	26,0	1,8	11,1	1,3	1,4	2,4	0,5	2,7	0,9	2,5	20,0	1,3	4,6	2,3
10	16,1	1,8	24,4	1,6	22,4	1,6	6,0	1,8	12,6	1,7	36,1	1,3	27,8	1,3	23,8	1,5	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	1,4	9,2	2,1
11	8,3	2,0	23,8	1,7	34,0	1,5	7,1	1,9	25,9	1,9	18,5	1,3	12,5	1,7	33,9	1,2	0,0	2,9	12,5	2,0	16,7	1,3	43,3	1,4
12	19,6	1,9	19,0	1,5	40,3	1,5	18,5	1,7	51,7	2,4	17,4	1,6	17,9	1,8	43,5	1,7	13,5	1,4	21,7	1,8	26,8	1,5	9,9	1,8
13	23,8	1,9	29,8	1,8	20,9	1,3	7,1	2,3	28,0	1,7	9,5	2,0	19,4	1,5	6,8	1,8	13,5	1,2	20,0	1,7	31,0	1,6	5,8	2,1
14	22,9	2,1	17,9	1,8	2,8	1,9	9,7	2,4	15,8	2,0	11,9	1,9	41,1	2,1	10,4	2,0	34,4	1,4	12,9	1,8	13,6	1,5	2,8	2,3
15	15,8	1,7	38,7	1,7	23,6	2,0	20,1	2,4	46,4	1,5	21,5	1,8	11,9	3,0	0,0	2,5	16,1	1,3	25,8	1,5	3,0	2,1	24,6	1,5
16	1,6	2,1	33,9	1,4	11,8	1,8	36,9	2,4	18,4	2,0	26,5	1,3	0,6	2,4	3,0	2,5	22,0	1,1	16,3	2,1	22,0	1,7	5,7	2,1
17	0,0	2,9	29,8	1,7	36,1	1,5	42,6	2,4	8,3	2,6	34,5	1,7	9,7	1,5	9,0	2,1	21,4	1,4	18,5	1,8	12,9	1,6	5,7	2,3
18	1,4	2,2	40,4	1,6	20,8	1,6	45,5	2,2	0,0	3,4	38,1	1,6	24,0	1,8	24,3	1,5	10,1	2,3	37,5	1,2	4,9	1,8	11,7	2,4
19	4,2	2,4	31,5	1,7	22,6	1,5	39,3	1,4	19,2	1,8	44,0	1,4	6,2	2,1	45,5	1,5	27,6	2,1	25,1	1,5	8,4	1,9	2,1	2,3
20	9,0	2,5	50,0	1,6	28,3	1,2	18,6	2,0	11,2	1,5	24,8	1,4	15,3	1,6	10,1	1,8	1,0	2,1	15,9	2,0	10,2	1,8	7,5	2,1
21	6,9	2,2	36,1	1,9	39,0	1,6	46,4	1,4	18,2	1,7	24,3	1,2	11,2	1,6	0,0	2,0	2,6	2,4	12,9	2,5	14,3	2,1	17,1	2,2
22	31,3	2,0	38,9	2,2	41,7	1,5	25,7	1,3	22,7	1,7	43,1	1,2	18,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	0,0	2,2	6,9	2,2	16,0	1,6
23	26,0	1,6	21,6	1,9	28,6	1,6	11,9	1,7	10,3	2,6	42,4	1,4	0,0	2,9	45,8	2,0	39,2	1,8	11,3	1,7	8,1	2,1	5,4	2,2
24	20,1	2,1	28,3	1,8	19,6	1,5	37,5	1,5	39,9	1,2	38,2	1,3	0,0	2,2	32,1	1,9	27,1	2,2	16,1	1,4	8,3	2,1	10,0	2,0
25	10,9	2,5	21,5	1,5	26,8	1,6	10,7	1,5	27,3	1,6	38,2	0,9	0,0	2,4	26,1	1,9	3,2	3,0	15,6	2,0	23,9	1,7	17,5	1,6
26	17,7	1,7	18,8	1,4	12,5	1,5	19,0	1,5	47,4	1,2	44,4	1,4	2,8	2,3	16,1	1,5	10,7	2,5	12,2	2,0	24,0	1,7	13,4	2,0
27	20,8	1,8	27,8	2,4	22,9	1,6	12,7	2,0	33,4	2,4	39,0	2,0	22,9	1,5	2,8	2,1	4,2	2,0	9,6	2,5	0,4	2,8	6,9	2,0
28	25,5	1,9	3,7	2,2	46,4	1,8	11,6	1,6	1,4	2,9	56,9	1,5	36,5	1,2	17,4	1,4	41,1	1,3	8,2	2,5	3,8	2,9	12,5	1,8
29	30,2	1,7	11,9	2,4	39,3	1,6	9,0	2,2	31,0	0,0	32,6	1,2	53,8	1,1	6,9	1,9	1,6	2,3	1,9	2,1	6,9	2,3	11,4	1,8
30	44,8	1,3	22,2	1,4	22,2	1,4	2,1	2,4	F	2,0	43,3	1,4	40,8	1,4	8,3	1,7	7,4	1,9	20,2	1,6	5,6	2,1	14,7	1,9
31	13,2	1,7	38,2	1,3	38,2	1,3	38,2	1,3	F	F	46,5	1,7	46,5	1,7	12,5	1,8	12,5	1,9	1,5	2,1	1,5	2,1	21,6	2,2
MED	16,7	2,0	24,5	1,8	26,1	1,6	22,4	1,8	23,8	1,9	31,3	1,7	18,6	1,9	15,8	1,9	14,1	1,9	12,5	1,9	12,7	1,9	12,9	2,0

**TABELA 26 - Frequência de inversões térmicas, por faixa, nos anos de 1988 a 1992.**  
**Aeroporto de Congonhas - São Paulo**

ALTURA (m)	0 - 200				201 - 400				401 - 600				> 600				TOTAL							
	88	89	90	91	92	88	89	90	91	92	88	89	90	91	92	88	89	90	91	92				
JANEIRO	1	1	1	1	1	11	5	8	5	1	5	6	4	5	5	10	8	7	13	1	26	20*	24	7*
FEVEREIRO	1	1	1	1	2	6	6	9	5	2	5	4	11	8	1	10	12	13	16	9	22	33*	30	12*
MARÇO	3	1	4	2	11	11	9	11	11	11	4	4	5	3	3	22	17	6	11	4	40	31	32	18
ABRIL	4	2	8	3	10	13	11	11	6	6	2	4	5	2	7	17	16	12	20	22	33	30*	41	38
MAIO	3	1	9	8	6	14	8	8	11	11	1	3	2	3	3	3	25	35	32	19	6*	54	51	39
JUNHO	5	9	10	10	16	8	8	10	5	5	1	5	9	4	2	5	25	25	25	18	11*	47	49	41
JULHO	9	16	10	10	7	9	8	14	2	9	3	3	4	5	4	33	33	27	32	18	54	55	49	38
AGOSTO	7	8	5	15	4	14	9	11	8	9	3	10	3	6	4	25	34	20	9	21	49	39	38	38
SETEMBRO	8	3	6	7	1	7	8	6	11	7	3	3	3	8	8	20	29	22	21	20	38	43	47	36
OUTUBRO	2	2	2	2	2	8	3	10	8	5	8	9	8	6	7	22	33	15	21	18	40	47	35	32
NOVEMBRO	1	1	1	1	1	6	3	8	8	10	5	6	7	8	8	21	26	13	12	12	33	28	*	31
DEZEMBRO			1			5	3	7	4	4	8	5	5	5	7	18	17	21	27	27	31	25*	*	38
TOTAL	43	43	50	62	40	87	89	111	74	80	47	62	66	50	59	206	275	216	200	189	383*	443*	388*	368*

\*OBS :

MAIO/88 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 05 A 31.  
 JUNHO/88 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 01 A 21.  
 JANEIRO/89 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 16, 17 E 18.  
 FEVEREIRO/89 NÃO HOUVE SONDAJEM NO DIA - 06.  
 NOVEMBRO/89 NÃO HOUVE SONDAJEM NO DIA - 22.  
 DEZEMBRO/89 NÃO HOUVE SONDAJEM NO DIA - 17.  
 JANEIRO/90 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 08, 09 E 25.  
 FEVEREIRO/90 NÃO HOUVE SONDAJEM NO DIA - 27.  
 MARÇO/90 NÃO HOUVE SONDAJEM NO DIA - 27.  
 ABRIL/90 NÃO HOUVE SONDAJEM NO DIA - 21.  
 SETEMBRO/90 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 27 E 28.  
 OUTUBRO/91 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 30 E 31.  
 NOVEMBRO/91 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 01 A 30.  
 DEZEMBRO/91 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 01 A 31.  
 JANEIRO/92 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 01 A 19, 23, 24 E 26.  
 FEVEREIRO/92 NÃO HOUVE SONDAJEM NO DIA - 10.

**TABELA 27 - Distribuição mensal do número de dias favoráveis e desfavoráveis a dispersão dos poluentes na atmosfera, na Região de São Paulo e Cubatão - 1988 a 1992.**

MÊS \ ANO	FAVORÁVEIS					DESFAVORÁVEIS				
	88	89	90	91	92	88	89	90	91	92
JANEIRO	31	31	31	31	31					
FEVEREIRO	29	28	28	28	29					
MARÇO	29	31	31	31	31	2				
ABRIL	30	30	24	30	30			6		
MAIO	29	16	23	23	27	2	15	8	8	4
JUNHO	16	21	18	19	14	14	9	12	11	16
JULHO	13	17	22	11	22	18	14	9	20	9
AGOSTO	7	20	19	15	25	24	11	12	16	6
SETEMBRO	20	29	22	21	28	10	1	8	9	2
OUTUBRO	31	31	31	31	31					
NOVEMBRO	30	30	30	30	30					
DEZEMBRO	31	31	31	31	31					

**TABELA 28 - Porcentagem de dias favoráveis e desfavoráveis à dispersão de poluentes - maio a agosto.**

CONDIÇÕES	ANOS				
	1988	1989	1990	1991	1992
FAVORÁVEIS	52,8	60,2	66,7	55,3	71,5
DESFAVORÁVEIS	47,2	39,8	33,3	44,7	28,5

## **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, calcado em leituras da intensidade colorimétrica das emissões gasosas, feitas através da Escala de Ringelmann, conforme previsto na legislação ambiental.

A partir de reclamações da população e das constatações da fiscalização, fontes de fumaça preta foram plotadas em um mapa e rotas de vigilância 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 ( $\text{SO}_2$ ) 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  $\text{SO}_2$  emitido na RMSP à época do início do programa (1982). A estratégia fundamental para controle do  $\text{SO}_2$  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  $\text{SO}_2$  foi estabelecido em 20 kg de  $\text{SO}_2$  por tonelada de óleo queimado para fontes novas e 40 kg de  $\text{SO}_2$  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 29). 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 29 - Padrões de emissão para processos industriais de Cubatão**

<b>POLUENTE</b>	<b>PADRÃO DE EMISSÃO (valores típicos)</b>
<b>Material Particulado</b>	<b>75 mg/Nm<sup>3</sup> (base seca)</b>
<b>Fluoretos Totais (1)</b>	<b>0,10 kgF/t P205 (alimentado no processo)</b>
<b>Fluoretos Totais (2)</b>	<b>0,03 kgF/t P205 (alimentado no processo)</b>
<b>Amônia Total (3)</b>	<b>0,02 kg/t (altura da chaminé = 1,3 m)</b>
<b>Oxidos de Nitrogênio (4)</b>	<b>250 ppm</b>

(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 , 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 - RMSPP pode ser facilmente visualizada na Figura 27, 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 determinada a partir de um estudo baseado na aplicação de modelo receptor e os resultados apresentados referem-se ao parâmetro partículas inaláveis.

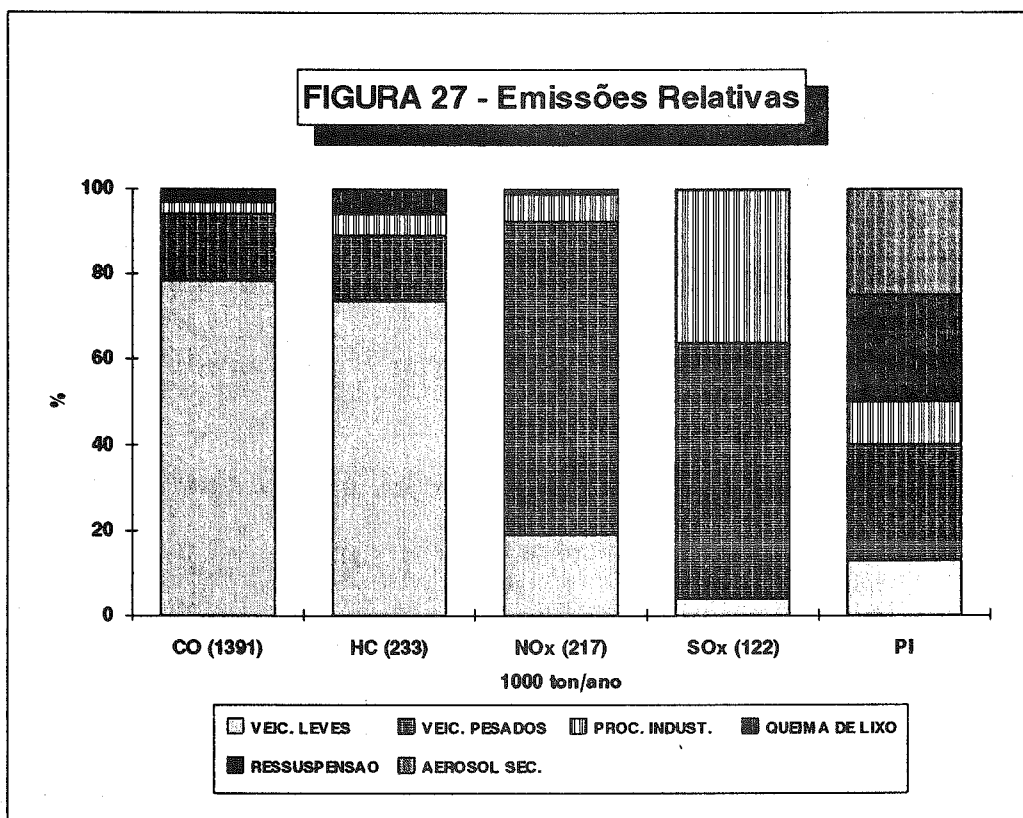


Figura acima foi elaborada com base nos dados contidos na tabela 2.

### 6.2.2 PROCONVE

Constatada a gravidade da poluição gerada pelos veículos, a CETESB desenvolveu a base técnica que culminou com a Resolução nº 18/86 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece o PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, cujos limites de emissão encontram-se resumidos na Tabela 29.

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

A CETESB é o órgão técnico conveniado ao IBAMA, responsável por implantar e operacionalizar o PROCONVE a nível nacional. Assim, todos os modelos de veículos nacionais e importados são submetidos anual e obrigatoriamente à homologação quanto à emissão de poluentes. Para tal, são analisados todos os parâmetros de engenharia do motor e do veículo relevantes a 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 destas veículos e sua intensa utilização, caracterizam-nos como o maior problema a ser enfrentado.

A Tabela 31 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 30 - Limites máximos de emissão para veículos**

**VEÍCULOS LEVES**

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

(\*) 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

**VEÍCULOS 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**
<b>Novos limites para os próximos anos estão em discussão</b>					

(\*) somente para ônibus urbanos

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

$$k = c \cdot \sqrt{G}$$

c = concentração de carbono (g/m<sup>3</sup>)

G = vazão nominal de gás de escapamento (l/s)

**TABELA 31 - PROCONVE - Fatores de emissão médios para veículos leves novos (motor otto)**

ANO	COMBUSTÍVEL	GASES ESCAPAMENTOS - g/km				EMIÇÃO EVAPORATIVA DE COMBUSTÍVEL g/teste
		MONÓXIDO DE CARBONO CO	HIDROCARBONETOS HC	ÓXIDOS DE NITROGÊNIO NOx	ALDEÍDOS CHO	
Pré 1980	Gasolina Pura	54,0	4,7	1,2	nd	nd
1985 (sem controle)	Álcool	16,9	1,6	1,2	0,18	10,0
	Gasool	28,0	2,4	1,6	0,05	23,0
1990 (a) (1ª fase)	Álcool	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)	Álcool	3,6 (-79%)	0,6 (-63%)	0,5 (-58%)	0,035 (-81%)	1,2 (-88%)
	Gasool	6,2 (-78%)	0,6 (-75%)	0,6 (-63%)	0,013 (-74%)	2,0 (-91%)

Notas : % entre parênteses refere-se à redução verificada em relação aos veículos 1985, antes da atuação do PROCONVE.

Gasool : 78% Gasolina + 22% Alcool.

(b) média ponderada de cada ano-modelo pelo volume de produção.

nd : não disponível

### **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% ± 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 regulação 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 destas 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, varias 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**



## **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 Moóca 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 Aurélia 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 CÉSAR**

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

## **ESTAÇÃO 11 - PENHA**

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

## **ESTAÇÃO 12 - CENTRO**

Av São Luiz com a Rua Consolação  
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**

Rua Aurélia s/nº (em frente ao nº 144)

### **PENHA**

E. E. 2º Grau " Prof. Gabriel Ortiz "

Av. Amador Bueno da Veiga, 2932 - Penha

### **SANTO AMARO**

Centro Educacional e Esportivo Municipal "Joerg 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 Libero, 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 Guaçú

## **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 (µg/m³)

LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO																			
	1988			1989			1990			1991			1992							
	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIAS		1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIAS		1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIAS		1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIAS					
			ARITM	GEOM			ARITM	GEOM			ARITM	GEOM			ARITM	GEOM				
Parque D. Pedro II	246	226	66	51	273	238	64	53	310	277	79	64	187	179	70	59	173	165	49	39
Santana	206	193	81	72	129	117	60	58	270	252	76	70	190	183	73	67	159	156	72	68
Moóca	200	190	65	58	175	158	56	52	174	161	73	66	16	153	39	29	189	184	74	68
Cambuí	163	150	42	33	194	168	53	43	174	148	42	36	184	178	53	43	140	140	46	30
Parque Ibirapuera	214	186	54	48	152	133	35	32	150	148	42	36	173	168	57	48	158	136	58	54
N. Senhora do O	195	193	55	49	142	141	45	40	157	150	61	54	264	220	82	73	160	155	58	52
Congonhas	184	170	72	59	174	156	57	48	196	195	74	64	215	193	79	67	187	155	61	53
Lapa	240	220	69	59	229	226	63	54	423	264	74	62	257	233	107	98	201	184	92	86
Cerqueira César	150	123	45	38	166	139	70	45	234	228	95	84	257	233	107	98	201	184	92	86
Penha	262	235	66	54	232	188	59	54	314	232	62	56	183	181	62	56	167	148	53	48
Santo Amaro	276	253	71	62	162	162	57	54	296	215	52	40	224	197	72	59	233	223	66	57
S. Miguel Paulista	309	290	54	41	174	135	43	38	390	213	55	42	206	194	55	42	224	202	45	36
São Caetano do Sul	338	331	122	114	249	231	85	78	354	289	120	114	463	432	144	121	182	175	87	81
Guarulhos	266	265	101	93	191	166	79	72	319	293	90	81	286	281	101	89	286	218	76	71
São. André - Centro	327	294	56	44	202	186	46	39	409	193	50	40	286	260	66	52	168	160	41	33
Diadema	543	466	100	78	265	219	67	58	166	125	34	28	199	194	67	54	177	176	56	50
Ozasco	243	232	68	55	232	217	69	63	165	159	74	68	235	195	71	62	152	142	69	64
São. André-Cepuava	194	185	69	53	171	148	60	57	386	174	44	35	196	185	76	71	134	128	62	59
SBC - Vila Paulicéia	580	496	101	79	273	222	56	49	350	206	49	40	219	211	64	54	199	185	56	51
Taboão da Serra	275	272	82	66	275	263	80	72	215	192	60	55	209	199	75	66	150	145	47	40
Itaúá	130	123	20	15	108	79	18	15	113	100	24	14	142	114	21	11	90	82	21	13
Cubatão-Vila Nova (*)	73	64	34	29	133	127	52	44	143	121	43	37	150	126	46	41	132	120	60	54
Cubatão - Centro	257	176	69	64	173	117	54	51	200	197	58	50	304	223	67	59	243	184	60	55
Cubatão-Vila Parisi	409	401	116	104	319	293	115	105	438	255	90	78	603	460	147	126	252	226	94	81

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

**TABELA B - Partículas Inaláveis - Rede Automática (Monitor Beta) - 1992**  
( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

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	49	333	3	0	0	0	173	165
Santana	72	251	2	0	0	0	159	156
Moóca	74	314	7	0	0	0	189	184
Cambuci	46	306	2	0	0	0	171	168
Parque Ibirapuera	48	355	0	0	0	0	140	140
Nossa Senhora do Ó	58	311	1	0	0	0	158	136
Sao Caetano do Sul	87	337	11	0	0	0	182	175
Congonhas	58	308	2	0	0	0	160	155
Lapa	61	360	2	0	0	0	187	155
Cerqueira César	92	353	11	0	0	0	201	184
Penha	53	355	1	0	0	0	167	148
Guarulhos	78	349	15	1	0	0	286	218
Santo André - Centro	41	311	3	0	0	0	168	160
Diadema	56	322	6	0	0	0	177	176
Santo Amaro	66	330	11	0	0	0	233	223
Osasco	69	341	1	0	0	0	152	142
Santo André - Capuava	62	344	0	0	0	0	134	128
S.B.Campo-V.Paulicéia	56	301	7	0	0	0	199	185
Taboão da Serra	47	342	0	0	0	0	150	148
São Miguel Paulista	45	331	10	0	0	0	224	202
Mauá	21	269	0	0	0	0	90	82
Cubatão - Vila Nova	60	314	0	0	0	0	132	120
Cubatão - Centro	60	317	3	0	0	0	243	184
Cubatão - Vila Parisi	94	332	37	1	0	0	252	226

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**  
( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO														
	1988			1989			1990			1991			1992		
	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.
Parque D. Pedro II	102	89	30	112	110	34	79	76	24	80	69	18	78	74	22
Santana	75	66	24	84	59	25	--	--	--	--	--	--	114*	40*	16*
Moóca	128	125	37	148	132	43	78	63	16	143	131	17	91	77	15
Cambuci	204	136	47	155	120	45	86	78	30	86	80	33	67*	64*	28*
Parque Ibirapuera	63	58	16	73	64	16	52	42	12	66	54	12	32	30	8
N. Senhora do Ó	53	52	13	7	55	12	64	63	12	62	56	13	72*	51*	7*
Congonhas	105	99	43	103	103	46	74	73	23	80	80	28	78*	77*	32*
Lapa	157	148	48	178	174	59	118	117	39	114	109	30	78	67	25
Cerqueira César	96	95	30	147	135	34	77	66	23	109	97	22	50	48	19
Penha	59	59	15	81	58	11	39	38	9	58	53	12	61	38	11
Santo Amaro	122	107	37	98	93	30	61	60	18	72	42	16	54	40	16
S. Miguel Paulista	72	70	6	66	39	6	40	32	16	37	35	8	114	50	7
Praça do Correio (1)	95	87	25	51	46	10	76	72	19	42	34	9	--	--	--
Centro (2)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	62	46	17	86	66	22
São Caetano do Sul	109	105	38	106	99	41	72	67	30	67	62	15	66	59	13
Guarulhos	84	82	29	89	84	30	88	81	28	177	80	26	61	54	20
Sto. André - Centro	88	87	28	57	57	18	48	44	16	66	61	13	114	80	14
Diadema	84	61	13	87	85	16	48	44	11	64	61	15	66	53	13
Oosaco	84	83	29	87	86	29	49	49	18	77	53	18	50	48	15
Sto. André-Capuava	371	204	40	62	59	15	107	81	10	34	26	6	30	26	5
SBC-Vila Paulicéia	82	71	18	57	46	14	52	52	16	80	66	14	62	56	15
Taboão da Serra	104	102	20	49	49	12	83	81	19	42	37	8	86	78	19
Mauá	96	70	17	71	46	12	103	43	9	45	21	5	22	21	4
Cubatão - Vila Nova	74	61	11	41	32	9	52	42	10	59	54	11	29	29	5
Cubatão - Centro	63	54	10	45	40	11	68	65	18	80	78	15	38*	32*	7*
Cubatão-Vila Parisi	90	77	14	109	105	24	70	69	15	120	120	10	177	154	29

(1) Fim de operação em 04/11/91  
(2) Início de operação em 18/11/91  
\* Não atendem ao critério de representatividade.

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

ESTAÇÃO	Ultrapassagens do Padrão (Números de Dias)												1ª Máxima - 8h					2ª Máxima - 8h				
	PQAR (8h)						Nível de Atenção (8h)															
	1988	1989	1990	1991	1992		1988	1989	1990	1991	1992		1988	1989	1990	1991	1992	1988	1989	1990	1991	1992
Praça do Correio (1)	87	175	172	17	--	9	11	2	0	--	21,6	24,7	19,5	12,2	--	21,5	24,7	15,2	11,4	--		
Centro (2)	--	--	0	0	0	--	--	--	0	0	7,6*	8,7	7,6*	8,7	8,4	--	--	--	6,5*	8,4	--	
Parque D. Pedro II	4	2	--	3*	2*	1	0	--	0*	0*	9,7	11,3	--	10,4*	11,2*	9,4	11,1	--	9,6*	9,1*	--	
Moóca	1	0	--	3*	--	0	0	--	0*	--	7,7	5,5	--	10,4*	--	7,6	3,6	--	9,5*	--	--	
Congonhas	65	26	85	58*	0*	4	3	1	1*	0*	20,7	21,4	16,1	15,8*	9,0*	20,3	19,3	14,7	15,0*	4,0*	--	
Cerqueira César	64	47	64	66*	78	5	2	11	8*	1	16,8	16,9	23,7	19,8*	15,7	16,4	16,9	20,7	17,9*	14,7	--	

PQAR - Padrão de Qualidade do Ar

(1) Fim de operação em 04/11/91.

(2) Início de operação em 18/11/91.

\* Não atendem ao critério de representatividade.

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

ESTAÇÃO	Ultrapassagens do Padrão												1ª Máxima - 1h					2ª Máxima - 1h				
	PQAR (Número de horas)						Nível de Atenção (Dias)						1988	1989	1990	1991	1992	1988	1989	1990	1991	1992
	1988	1989	1990	1991	1992	1992	1988	1989	1990	1991	1992											
Parque D. Pedro II	3	45	28	18	9	2	10	12	6	0	333	273	335	380	185	237	261	303	326	179		
Moóca	41	75	76	39	20	14	15	42	23	2	327	339	517	476	224	321	299	486	464	218		
Congonhas	8	27	16	8	14	0	7	6	3	4	201	356	315	236	272	199	329	312	230	236		
Lapa	22	30	37	36	--	12	7	14	18	--	582	269	415	380	--	454	251	362	368	--		
Cubatão-Vila Nova	29	10	5	0*	1*	11	3	2	0*	1*	348	261	240	138*	248*	260	231	238	118*	96*		
Cubatão - Centro	21	23	12	9	7*	10	6	3	3	2*	286	269	231	296	266*	270	236	222	254	242*		

PQAR - Padrão de Qualidade do Ar  
\* Não atendem ao critério de representatividade.

**TABELA F - Dióxido de Nitrogênio - 1992**  
( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

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*	91	229	11	0	0	0	405	379
Moóca*	28	13	0	0	0	0	218	189
Congonhas*	61	116	3	0	0	0	552	411
Cerqueira César*	76	110	44	0	0	0	704	692

PQAR - Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT - Atenção

A - Alerta

EM - Emergência

N - Número de dias monitorados

\* Não atendem ao critério de representatividade.



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

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL									
	1988		1989		1990		1991		1992	
	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX
Parque D. Pedro II	38	106	53	155	52	140	47	140	48*	153*
Moóca	26	47	15	22	--	--	29*	50*	15*	25*
Congonhas	56	261	52	211	54	197	34*	190*	32*	148*
Cerqueira César	33	123	33	112	40	113	44	144	40*	97*

\* Não atendem ao critério 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	M Ê S												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	M Ê S												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

DIÓXIDO DE ENXOFRE - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO														
	1988			1989			1990			1991			1992		
	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.
Aclimação	127	111	44	101	98	43	77	69	38	98	78	40	60	55	33
Campos Elíseos	162	137	58	132	116	56	186	177	78	110	86	54	71	63	42
Moema	113	96	47	109	87	41	192	135	56	99	80	40	64	62	40
Praça da República	143	114	46	109	103	44	115	112	47	94	90	37	70	48	32
Tatuapé	136	107	51	159	128	62	267	252	132	145	140	71	144	138	56
Pinheiros	94	68	31	102	62	31	74	73	27	70	68	27	49	41	25
Mogi das Cruzes	65	51	31	77	61	32	75	66	33	74	65	28	77	60	26

FUMAÇA - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO														
	1988			1989			1990			1991			1992		
	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.
Aclimação	178	151	50	170	142	47	166	131	51	171	137	44	137	117	43
Campos Elíseos	299	246	107	243	232	103	248	214	103	273	223	102	214	209	96
Moema	274	202	55	177	156	55	169	153	61	209	178	50	155	130	47
Praça da República	178	175	58	191	150	51	213	185	63	220	130	52	144	123	52
Tatuapé	243	195	65	246	222	69	267	214	76	270	196	68	178	124	56
Pinheiros	278	239	50	201	160	45	227	148	50	314	178	48	188	112	38
Mogi das Cruzes	77	65	20	69	52	16	61	49	19	60	59	20	56	40	15

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

DIÓXIDO DE ENXOFRE - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	1988			1989			1990			1991			1992		
	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. TAUBATÉ	32	0	59	22	0	56	38	0	58	--	0	32	38	0	53
2. S. J. CAMPOS	16	0	57	34	0	43	58	0	59	56	0	53	38	0	55
3. SOROCABA	40	0	56	53	0	46	49	0	42	--	0	35	65	0	56
4. ITU	22	0	55	50	0	51	41	0	47	--	0	4	34	0	54
5. SALTO	24	0	46	30	0	55	32	0	12	--	-	-	-	-	-
6. VOTORANTIM	24	0	57	41	0	51	39	0	42	--	0	33	31	0	56
7. AMERICANA	51	0	57	54	0	57	27	0	18	--	0	34	60	0	48
8. ARARAS	28	0	57	30	0	36	22	0	45	29	0	36	36	0	40
9. CAMPINAS	34	0	56	35	0	47	25	0	48	--	0	26	53	0	51
10. JUNDIAI	60	0	57	38	0	57	31	0	34	--	0	36	48	0	45
11. LIMEIRA	39	0	55	44	0	57	34	0	53	45	0	38	45	0	48
12. M. GUAÇU	29	0	53	20	0	26	19	0	21	--	0	16	26	0	50
13. PAULÍNIA	39	0	56	43	0	50	26	0	52	--	0	26	53	0	48
14. ARARAQUARA	9	0	51	10	0	39	8	0	28	--	0	32	7	0	48
15. S. CARLOS	10	0	54	8	0	39	8	0	27	--	0	41	7	0	48
16. RIB. PRETO	30	0	31	28	0	30	31	0	37	26	0	58	33	0	59
17. FRANCA	22	0	57	17	0	3	34	0	52	41	0	53	44	0	44
18. SANTOS	16	0	61	29	0	50	22	0	53	47	0	53	44	0	56

FUMAÇA - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	1988			1989			1990			1991			1992		
	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. TAUBATÉ	19	0	60	11	0	53	17	0	58	--	0	32	17	0	53
2. S. J. CAMPOS	42	0	57	45	0	42	22	0	59	22	0	53	9	0	55
3. SOROCABA	68	2	57	56	0	47	61	0	42	--	1	35	34	0	56
4. ITU	23	0	54	46	0	52	22	0	46	--	0	4	13	0	54
5. SALTO	32	0	47	26	0	54	16	0	12	--	-	-	-	-	-
6. VOTORANTIM	31	1	57	26	0	49	26	0	41	--	0	33	19	0	56
7. AMERICANA	46	1	57	26	0	56	13	0	22	--	2	34	32	0	48
8. ARARAS	30	0	57	27	0	37	15	0	49	18	0	36	26	0	40
9. CAMPINAS	53	0	56	44	0	48	39	0	56	--	0	26	30	0	51
10. JUNDIAI	55	3	57	45	0	56	41	0	35	--	1	36	36	0	45
11. LIMEIRA	44	1	56	30	0	57	31	0	56	31	0	38	33	0	48
12. M. GUAÇU	22	0	53	17	0	25	17	0	25	--	0	16	14	0	50
13. PAULÍNIA	36	1	56	30	0	50	25	0	56	--	0	26	29	0	48
14. ARARAQUARA	17	0	50	12	0	39	21	0	28	--	0	32	17	0	48
15. S. CARLOS	16	0	54	11	0	36	20	0	26	--	0	41	21	0	48
16. RIB. PRETO	43	0	31	42	0	30	41	0	37	46	0	59	58	0	59
17. FRANCA	47	0	57	49	0	3	42	0	51	52	0	53	43	0	44
18. SANTOS	38	0	61	33	0	55	23	0	57	32	0	57	30	0	56

**TABELA K - Partículas Totais em Suspensão - Amostrador de Grandes Volumes  
(uma amostra de 24 horas a cada seis dias) -  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

LOCAL DE AMOSTRAGEM	1988				1989				1990				1991				1992			
	NUM. AMOST.	MÉDIA GEOM. ANUAL	1º MAX. DIÁRIA	2º MAX. DIÁRIA	NUM. AMOST.	MÉDIA GEOM. ANUAL	1º MAX. DIÁRIA	2º MAX. DIÁRIA	NUM. AMOST.	MÉDIA GEOM. ANUAL	1º MAX. DIÁRIA	2º MAX. DIÁRIA	NUM. AMOST.	MÉDIA GEOM. ANUAL	1º MAX. DIÁRIA	2º MAX. DIÁRIA	NUM. AMOST.	MÉDIA GEOM. ANUAL	1º MAX. DIÁRIA	2º MAX. DIÁRIA
Parque D. Pedro II	51	151	458	392	49	169	507	451	60	181	637	468	57	115	305	291	58	130	298	287
Parque Ibirapuera	56	73	246	211	52	73	252	222	60	72	252	192	59	69	253	213	58	65	223	169
São Caetano do Sul	57	158	449	444	54	138	290	289	60	117	26	251	46	167	593	550	55	80	202	158
Penha	52	79	213	205	50	66	239	206	58	75	205	196	55	69	273	242	57	68	220	165
Santo Amaro	57	104	381	310	54	92	309	276	60	98	338	295	56	82	304	293	55	86	237	177
Osasco	59	125	316	294	51	130	453	382	60	123	283	268	56	111	299	254	57	105	276	230
Sto. André-Capuaeva	55	84	201	187	56	74	191	166	59	82	194	185	58	75	225	210	57	65	156	152
SBC-Vila Paulicéia	57	147	633	571	54	101	289	272	60	88	330	217	54	91	306	258	60	89	332	233
Pinheiros	-	-	-	-	52	59	243	200	59	75	202	171	58	69	229	200	57	67	213	175
Cubetão - Centro	57	96	327	247	51	91	229	170	60	85	217	162	51	82	484	304	58	77	451	166
Cubetão-Vila Parisi	51	191	577	446	55	245	598	465	60	198	453	425	57	201	508	479	57	168	420	374

**TABELA L - Partículas Totais 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)																													
	1988						1989						1990						1991						1992					
	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	51	8	3	0	0	49	15	5	0	0	60	19	5	1	0	57	3	0	0	0	58	5	0	0	0					
Parque Ibirapuera	56	1	0	0	0	52	1	0	0	60	1	0	0	0	59	1	0	0	0	58	0	0	0	0	0					
São Caetano do Sul	57	9	3	0	0	54	8	0	0	60	3	0	0	0	48	18	8	0	0	55	0	0	0	0	0					
Penha	52	0	0	0	0	50	0	0	0	58	0	0	0	0	55	2	0	0	0	57	0	0	0	0	0					
Santo Amaro	57	5	1	0	0	54	2	0	0	60	2	0	0	0	58	2	0	0	0	55	0	0	0	0	0					
Osasco	59	5	0	0	0	51	5	2	0	60	3	0	0	0	56	2	0	0	0	57	1	0	0	0	0					
Sto. André-Capuava	55	0	0	0	0	56	0	0	0	59	0	0	0	0	58	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0					
SBC-Vila Paulicéia	57	9	4	1	0	54	3	0	0	60	1	0	0	0	54	4	0	0	0	60	1	0	0	0	0					
Pinheiros	-	-	-	-	-	52	1	0	0	59	0	0	0	0	58	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0					
Cubatão - Centro	57	2	0	0	0	51	0	0	0	60	0	0	0	0	51	2	0	0	0	58	1	1	0	0	0					
Cubatão - Vila Parisi	51	16	5	0	0	55	32	10	0	60	21	5	0	0	57	21	6	0	0	57	23	1	0	0	0					

PNQA - Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT - Atenção

AL - Alerta

EM - Emergência

N - Número de amostras

**TABELA M - Rede Manual - 1992**

	ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	1ª MAX DIÁRIA	2ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	ULTRAPASSAGENS DOS PADRÕES			
						PQAR	AT	AL	EM
<b>S O 2</b>	Aclimação	50	60	55	33	0	0	0	0
	Campos Elíseos	55	71	63	42	0	0	0	0
	Moema	58	64	62	40	0	0	0	0
	Praça da República	55	70	48	32	0	0	0	0
	Tatuapé	56	144	138	56	0	0	0	0
	Pinheiros	56	49	41	25	0	0	0	0
	Mogi das Cruzes	49	77	60	26	0	0	0	0
<b>F U M A Ç A</b>	Aclimação	50	137	117	43	0	0	0	0
	Campos Elíseos	55	214	209	96	6	0	0	0
	Moema	58	155	130	47	1	0	0	0
	Praça da República	55	144	123	52	0	0	0	0
	Tatuapé	56	178	124	56	1	0	0	0
	Pinheiros	56	188	112	38	1	0	0	0
	Mogi das Cruzes	49	56	40	15	0	0	0	0

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

PQAR : Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT : Atenção

AL : Alerta

EM : Emergência

**TABELA N - Dados de Qualidade do Ar da Rede do Interior - 1992**  
**Dióxido de Enxofre**

ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	1ª MAX	2ª MAX	ULTRAPASSAGENS DOS PADRÕES			
					PQAR	AT	AL	EM
1. TAUBATÉ	53	38	95	72	0	0	0	0
2. S. J. CAMPOS	55	38	80	67	0	0	0	0
3. SOROCABA	56	65	111	106	0	0	0	0
4. ITU	54	34	187	71	0	0	0	0
5. SALTO	--	--	--	--	-	-	-	-
6. VOTORANTIM	56	31	59	56	0	0	0	0
7. AMERICANA	48	60	108	106	0	0	0	0
8. ARARAS	40	36	73	72	0	0	0	0
9. CAMPINAS	51	53	130	120	0	0	0	0
10. JUNDIAI	45	48	175	106	0	0	0	0
11. LIMEIRA	48	45	114	105	0	0	0	0
12. M. GUAÇU	50	26	92	56	0	0	0	0
13. PAULÍNIA	48	53	127	115	0	0	0	0
14. ARARAQUARA	48	7	20	15	0	0	0	0
15. S. CARLOS	48	7	20	11	0	0	0	0
16. R. PRETO	59	33	82	52	0	0	0	0
17. FRANCA	44	44	69	63	0	0	0	0
18. SANTOS	56	44	147	106	0	0	0	0

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

PQAR : Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT : Atenção

AL : Alerta

EM : Emergência



**TABELA O - Dados de Qualidade do Ar da Rede do Interior - 1992**  
**Fumaça**

ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	1ª MAX	2ª MAX	ULTRAPASSAGENS DOS PADRÕES			
					PQAR	AT	AL	EM
1. TAUBATÉ	53	17	43	39	0	0	0	0
2. S. J. CAMPOS	55	9	65	39	0	0	0	0
3. SOROCABA	56	34	117	94	0	0	0	0
4. ITU	54	13	37	35	0	0	0	0
5. SALTO	--	--	--	--	-	-	-	-
6. VOTORANTIM	56	19	59	54	0	0	0	0
7. AMERICANA	48	32	93	88	0	0	0	0
8. ARARAS	40	26	73	58	0	0	0	0
9. CAMPINAS	51	30	104	80	0	0	0	0
10. JUNDIAI	45	36	89	83	0	0	0	0
11. LIMEIRA	48	33	91	72	0	0	0	0
12. M. GUAÇU	50	14	35	34	0	0	0	0
13. PAULÍNIA	48	29	67	65	0	0	0	0
14. ARARAQUARA	48	17	64	52	0	0	0	0
15. S. CARLOS	48	21	49	39	0	0	0	0
16. R. PRETO	59	58	112	96	0	0	0	0
17. FRANCA	44	43	108	97	0	0	0	0
18. SANTOS	56	30	65	49	0	0	0	0

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

PQAR : Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT : Atenção

AL : Alerta

EM : Emergência



## **ANEXO 3**

### **LEGISLAÇÃO**



## 1. Legislação Federal

- Lei nº 6.938/1981 e seu decreto regulamentador nº 88.821/1983: define as regras gerais para políticas ambientais, para o sistema de licenciamento e cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que tem a responsabilidade de estabelecer padrões e métodos ambientais.
- Portaria nº 231/1976 - Ministério do Interior: estabelece os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar para material particulado, dióxido de enxofre, monóxido de carbono e oxidantes. Os padrões de emissão serão propostos pelos Estados.
- Portaria nº 100/1980 - Ministério do Interior: estabelece os limites de emissão para fumaça preta para veículos movidos a diesel. O limite de emissão a altitudes acima de 500m , o Ringelmann nº 3 (60%). Abaixo de 500 m e para frotas com circulação restrita à área urbana em qualquer altitude, o limite é o Ringelmann nº 2 (40%).
- Resolução 507/1976 - Ministério da Justiça: estabelece os limites de emissão do cárter para os novos veículos a gasolina.
- Resolução CONAMA nº 018/86, de 06.05.86, que estabelece os limites máximos de emissão para motores e veículos novos, bem como as regras e exigências para o licenciamento para fabricação de uma configuração de veículo ou motor e para a verificação da conformidade da produção.
- Resolução CONAMA nº 003/90 de 28/06/90, na qual o IBAMA estabelece os padrões primários e secundários de qualidade do ar e ainda os critérios para episódios agudos de poluição do ar.
- Resolução CONAMA nº 008/90 de 06/12/90, que estabelece limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão externa em fontes novas fixas com potências nominais até 70 MW e superiores.

## 2. Legislação do Estado de São Paulo

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

## **ANEXO 4**

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



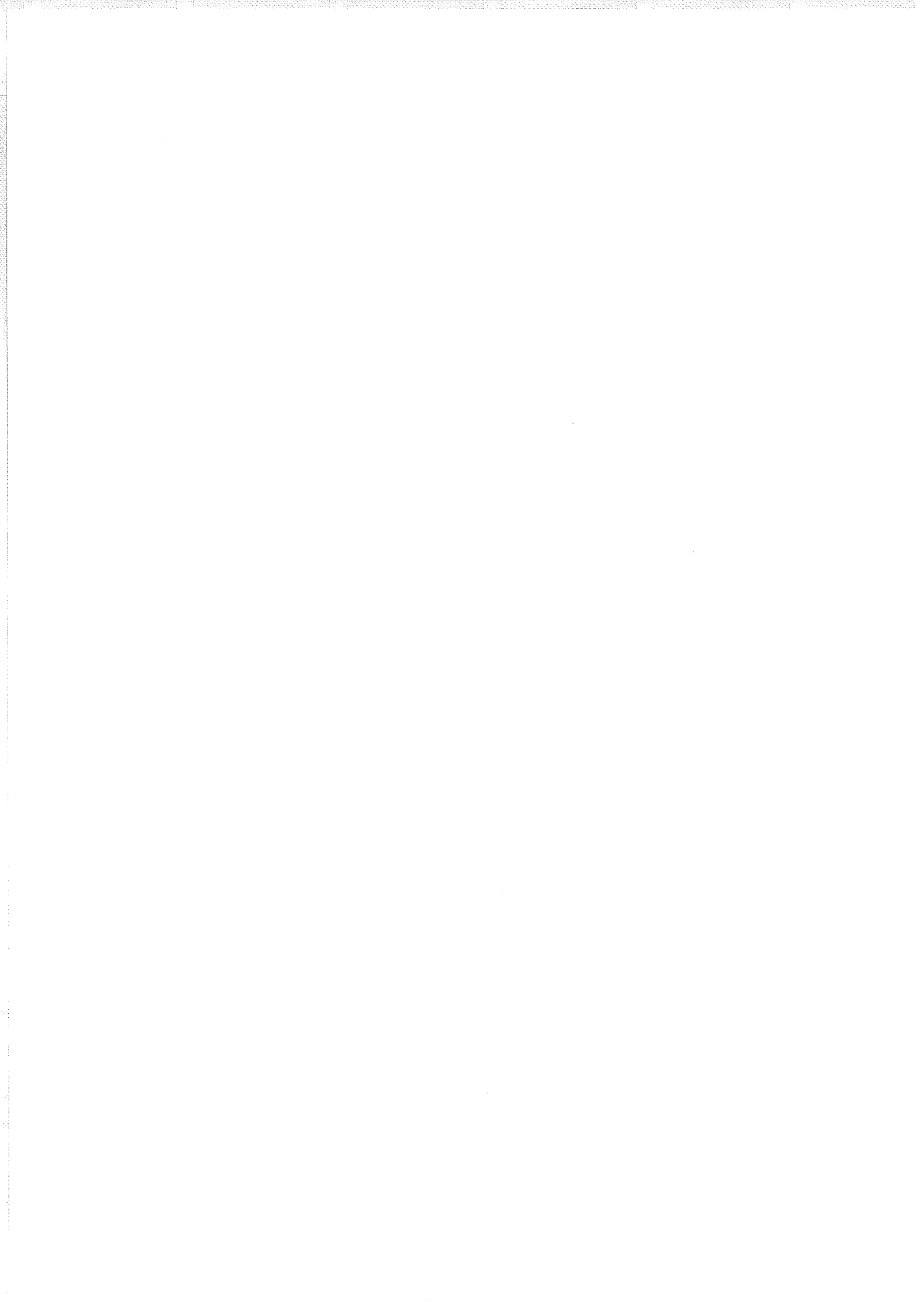


- . ACQUAVIVA, W. et al. *Avaliação da Qualidade do Ar no Interior do Estado de São Paulo* : período de 1977 à 1980. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 37<sup>o</sup>., Belo Horizonte, 1985. Resumos. São Paulo, SBPC, 1985. p. 603
- . ALONSO, C.D. et al. *Mapeamento 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<sup>o</sup>., 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<sup>o</sup>. 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<sup>o</sup>. 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<sup>o</sup>. Congr. Bras. Eng. San. Amb.; Maceió, 1985)
- . ALONSO, C.D.; ROMANO, J.; GODINHO, R.; *Chumbo na atmosfera de São Paulo - uma comparação dos teores encontrados antes e depois da introdução de etanol como combustível*. São Paulo, CETESB, 1991, (Apres. ao 16<sup>o</sup> Cong. Bras. Eng. San. e Amb.; Goiânia, 1991).
- . ALONSO, C.D.; GODINHO, R. *A evolução da qualidade do ar em Cubatão*. Química Nova, Abril de 1992, Vol. 15 N<sup>o</sup> 02.
- . ALONSO, C.D.; MARTINS, M.H.R.B.; ROMANO, J.; GODINHO, R. *Understanding the air pollution problem in São Paulo Metropolitan Area by receptor modeling*. São Paulo, CETESB, 1992, (Apres. ao 9th World Clean Air Congress, Montreal, Canadá, 1992)
- . BRANCO, G.M. *A participação dos veículos automotores na poluição atmosférica*. São Paulo, CETESB, 1985. 22 p.
- . BRANCO, G.M. & SZWARC, A. *Proposta de regulamentação dos limites máximos de emissão de poluentes do ar provenientes de veículos automotores novos dos ciclos otto e diesel*. São Paulo, CETESB, 1.985.
- . CETESB, São Paulo. *Avaliação da qualidade do ar: rede de estações manuais, resumo de dados 1973-81*. São Paulo, 1982.
- . CETESB. *Estado de origem e formação de oxidantes fotoquímicos em Cubatão*. São Paulo, 1984.
- . CETESB. *Inventário de emissões veiculares para 1983*. São Paulo, 1983.
- . CETESB. *Qualidade do Ar na Região metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1985*. São Paulo, 1986.

- . CETESB. *Qualidade do ar na Região metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1986*. São Paulo, 1987.
- . CETESB. *Qualidade do ar na Região metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1987*. São Paulo, 1988.
- . CETESB. *Qualidade do ar na Região metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1988*. São Paulo, 1989.
- . CETESB. *Qualidade do ar na Região metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1989*. São Paulo, 1990
- . CETESB. *Qualidade do ar no Estado de São Paulo 1990*. São Paulo, 1991
- . CETESB. *Qualidade do ar no Estado de São Paulo 1991*. São Paulo, 1992
- . 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, 37º., Belo Horizonte, 1985. Resumos. São Paulo, SBPC, 1985. p. 596-7
- . GODINHO, R.; ACQUAVIVA, W.; ROMANO, J. *Ocorrência de aldeídos na atmosfera da grande São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1981. 27 p. (Apres. ao 11º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Fortaleza, 1981)
- . GODINHO, R.; & ALONSO, C.D. *Estudo comparativo entre medições de poeira em suspensão na atmosfera efetuadas pelo método do amostrador de grandes volumes e pelo método de Refletância*. São Paulo, CETESB, 1985. 7 p. (Apres. ao 13º Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Maceió, 1985)
- . GODINHO, R.; ALONSO, C.D. & ACQUAVIVA, W. *Níveis de poluição de material particulado na Região da grande São Paulo e Cubatão em 1984*. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 37., Belo Horizonte, 1985. Resumos. São Paulo, SBPC, 1985. p. 602-3
- . GODINHO, R.; ALONSO, C.D. ; COOPER, J.A. *Estudo de caracterização da grande São Paulo : plano preliminar*. São Paulo, CETESB, 1983. 13 p. (Apres. ao 12º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Camboriú, 1983)
- . GODINHO, R.; ALONSO, C.D.; OLIVEIRA, V.V. *Níveis de material particulado na Região da grande São Paulo em 1983*. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 36º., São Paulo 1984. Resumos. São Paulo, SBPC, 1984. P. 649 - 36ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - 1.983.

- . GODINHO, R. ; OLIVEIRA, V.V. ; ALONSO, C.D. *Estudo comparativo entre medições de poeira em suspensão na atmosfera efetuadas pelo método do amostrador de grandes volumes e pelo método de atenuação de radiações beta*. São Paulo, CETESB, 1985. 11 p. (Apres. ao 13º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Maceió, 1985)
- . LICCO, E.A. *Diretrizes e política para o controle da poluição do ar na Região metropolitana de São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1985.
- . MACHADO, A.G. ; NEGRÃO, C.E.; PORTO, V.C. *Os dois anos de operação da rede automática de amostragem de qualidade do ar na Região da grande São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1983. 26 p. (Apres. ao 12º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. Camboriú, 1983)
- . MACHADO, A.G. ; SALUM, R.J.; PEREIRA, J.A. *O monitor automático de determinação de dióxido de enxofre por coulometria*. São Paulo, CETESB, 1983. 25 p. (Apres. ao 12º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Camboriú, 1983)
- . MILLER, E.A. ; COOPER, J.A. ; FRAZIER, C.A. *Cubatão aerosol source apportionment study : final report*. Oregon, NEA, 1985. 143 p.
- . NOVAES JR., A.V. & CANCEGLIERO, C.L.F. *Emissões atmosféricas das principais fontes localizadas no mun. de Cubatão - São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1985. p. (Apres. ao 13º. Congr. Bras. Eng. San. Amb.; Maceió 1985)
- . OLIVEIRA, G.; LIMA, E.R.; GODINHO, R. *Long term trends of sulfur dioxide in São Paulo Metropolitan área 1973-9*. São Paulo, CETESB, 1980. (Presented in 5. International Clean Air Congress, 1980). In: INTERNATIONAL CLEAN AIR CONGRESS, 5., 1980. Proceedings. São Paulo, CETESB, 1980.
- . OLIVEIRA, S.D.; BRUNI, A.C.; SAGULA, M.A.L.A. *Análise do fluxo do vento visando o transporte de poluentes na Região da Grande São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1983. 21 p. (Apres. do 12º. Congr. Bras. Eng. San. Amb.; Camboriú, 1983)
- . OLIVEIRA, S.D. & SAGULA, M.A.L.A. *Um Estudo teórico e observacional do fluxo do vento em Cubatão*. São Paulo, CETESB, 1985. (Apres. do 13º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Maceió, 1985)
- . OLIVEIRA, S.D. & SAGULA, M.A.L.A. *Episódio agudo de poluição do ar em Cubatão entre os dias 10 e 11 de agosto de 1984*. São Paulo, CETESB, 1984.
- . OLIVEIRA, V.V. et. al. *Estudo de dióxido de enxofre na atmosfera em Capuava - Santo André*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 37ª., Belo Horizonte, 1985. Resumos. São Paulo, SBPC, 1985. p. 607-8
- . OLIVEIRA, V.V. ; JESUS, A.J. ; MENDES, C.A. *Episódios agudos de poluição do ar em Cubatão: maio - dez. 1984*. São Paulo, CETESB, 1985. 21 p. (Apres. do 13º. Congr. Bras. Eng. San. Amb.; Maceió, 1985)
- . OLIVEIRA, V.V.; MACHADO, A.G. ; ANZAI, Y. *Rede automática de amostragem de poluentes atmosféricos instalada na Região da grande São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1979. (Apres. do 10º. Congr. Bras. Eng. San. Amb. ; Manaus, 1979)

- . PARREIRA, J.R.; ANAZIA, R.; SAGULA, M.A.L.A.; *Um método objetivo de caracterização da estabilidade atmosférica: validação e análise de resposta do modelo.* in VI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1.990 - Vol. II, pp 720-724.
- . ROMANO, J.; GODINHO, J.; ALONSO, C.D.; MARTINS, M.H.R.B.; *Ethanol induced changes in the atmospheric lead in São Paulo Metropolitan Area-Brazil.* São Paulo, CETESB, 1.992.( Apres. ao 9th World Clean Air Congress; Montreal, Canadá, 1992).
- . SAGULA M.A.L.A.; PARREIRA, J.R.; ANAZIA, R.; BRUNI, A.C.; *Caracterização das Inversões Térmicas na Região Metropolitana de São Paulo,* in 15º Congresso Brasileiro de Eng. San. Amb., Belém, 1.989 - Vol. 2 Tomo IV, pp 113-125.
- . SAGULA M.A.L.A.; PARREIRA, J.R.; ANAZIA, R.; BRUNI, A.C.; *Correlações entre inversões térmicas e material particulado em São Paulo.* in 16º Congresso Bras. Eng. San. Amb., Goiânia, 1.991 - Vol 2, Tomo IV - pp 261-265.
- . WALSH, M.P. *Motor vehicle air pollution in Brazil.* São Paulo, CETESB, 1984.





GOVERNO DE SÃO PAULO  
CONSTRUINDO UM FUTURO MELHOR

