

Série
Relatórios

**Relatório de
qualidade do ar no
Estado de São Paulo**



CETESB

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 Carlos Gomes

Diretor Administrativo e Financeiro

Antonio Martins de Albuquerque

Diretor de Normas e Padrões Ambientais

Carlos Eduardo Tirlone

Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia

José Maria Lopes

Diretor de Treinamento e Transferência de Tecnologia

Lineu Rodrigues Alonso

Diretor de Treinamento e Transferência de Tecnologia

Walter Godoy dos Santos

Diretor de Controle da Poluição do Interior

Impresso em junho de 1994

Tiragem: 600 exemplares

Distribuição: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros

Tel: 210-1100 - CEP 05489-900 São Paulo - SP - Brasil

**Relatório de Qualidade
do Ar no Estado de São Paulo
1993**

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Série Documentos – ISSN 0103-4103

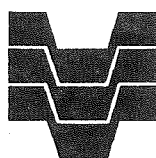
© 1991, CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

FICHA CATALOGRÁFICA

(Preparada pelo Setor de Biblioteca da CETESB)

C418 r	CETESB, São Paulo Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 1993. – São Paulo: CETESB, 1994. 85 p.: il.; 30 cm. – (Série Relatórios / Secretaria do Meio Ambiente, ISSN 0103-4103) 67 p.; 30 cm. – (Série Documentos/Secretaria do Meio Ambiente, ISSN 0103-4103) Publicado anteriormente como: Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo I e I 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. Serie. 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.



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

**Relatório de Qualidade
do Ar no Estado de São Paulo
1993**

SÃO PAULO
1994

Edição

Coordenação Geral :

Met. Silvio de Oliveira

Coordenação Técnica :

Engº George Alexandre de Queiroz Veloso

Texto :

Quim. Roberto Godinho

Quim. Cláudio 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

Quim. Jesuino Romano

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

Est. Maira Segalla Passareli Peris

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 9 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 1993.

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

ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO

i

1. INTRODUÇÃO

1

2. O ESTADO DE SÃO PAULO

2

2.1. Região Metropolitana de São Paulo - RMSP

2

2.2. Área de Cubatão

7

3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

10

3.1. Parâmetros de Qualidade do Ar

10

3.2. Padrões de Qualidade do Ar

13

3.3. Índice de Qualidade do Ar

17

3.4. Redes de Amostragem

20

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

24

4.1. Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão

24

4.2. Outras Áreas do Estado de São Paulo

39

5. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

40

6. PLANO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR	46
---	-----------

6.1. Fontes Estacionárias	46
6.2. Fontes Móveis	48
6.3. Operação Inverno	53

7. ANEXOS	55
------------------	-----------

ANEXO 1 - ENDEREÇOS DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	57
ANEXO 2 - DADOS DE QUALIDADE DO AR	63
ANEXO 3 - LEGISLAÇÃO	77
ANEXO 4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

SUMÁRIO EXECUTIVO

Região Metropolitana de São Paulo

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

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

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

a. Material Particulado

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

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

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

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

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

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

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

b. Gases

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

A poluição do ar relacionada com os veículos automotores é um problema sério na RMSP. As concentrações de monóxido de carbono excedem rotineiramente o padrão de qualidade do ar para 8 horas (9 ppm) por uma grande margem em quase todos os locais de amostragem. O nível de atenção é freqüentemente ultrapassado, atingindo concentrações de até 20 ppm.

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

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

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

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

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

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

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

Área de Cubatão

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

Esse fato pode ser confirmado pelos baixos níveis registrados para os poluentes relacionados com veículos automotores. A principal preocupação na área de Cubatão, principalmente na Vila Parisi, são as concentrações extremamente altas de 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 no quadro a seguir, onde são apresentados os episódios ocorridos na área da Vila Parisi.

Número de estados de Alerta e Emergência declarados em Vila Parisi

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

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

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

Os níveis de SO_2 são bastante baixos, não representando uma preocupação, muito embora tenhamos que ter em mente que uma redução nas emissões de SO_2 é sempre desejável para diminuir o teor de sulfatos secundários que contribuem para o material particulado que representa um sério problema. Outra razão para se controlar as emissões de SO_2 é a proteção da vegetação da área, uma vez que estudos têm mostrado que curtas exposições a altas concentrações podem causar danos à vegetação.

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

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

O problema de poluição do ar em Cubatão, a despeito de sua complexidade, está 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 destes sistemas, uma vez que tão importantes quanto a instalação do sistema de controle são a sua operação e manutenção adequadas. Nesse sentido é altamente desejável a instalação de um sistema de monitoramento contínuo nas principais fontes de emissão da área.

Outras Áreas do Estado de São Paulo

Levando-se em conta os 17 municípios onde são avaliadas as concentrações de dióxido de enxofre e fumaça, já foram observadas violações do padrão primário de fumaça em alguns desses municípios. Embora os padrões secundários não sejam aplicáveis a esses municípios, é sempre conveniente comparar os dados obtidos com esses padrões para se ter uma idéia da existência do início da deterioração da qualidade do ar. Utilizando-se os padrões secundários como referência, já se pode observar violações em vários municípios, tanto no que se refere ao dióxido de enxofre quanto à fumaça. No caso específico de Sorocaba, tanto o padrão anual de Fumaça quanto o de SO_2 foram excedidos em 1993.

1. INTRODUÇÃO

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

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

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

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

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

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

2. O ESTADO DE SÃO PAULO

2.1. Região Metropolitana de São Paulo - RMSP

Características Gerais do Relevo da Região

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) está localizada geograficamente em um compartimento rebaixado do Planalto Atlântico cortado pelo Trópico de Capricórnio. Esse compartimento é conhecido como Bacia Sedimentar de São Paulo. A área possui uma extensão aproximada de 8.000 km² 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 km² denomina-se Planalto Paulistano e apresenta elevações que variam de 715 a 900 m suavizado por morros e espigões de altitudes modestas. O sítio urbano é contornado por unidades topográficas que giram em torno de 1100 m de altura, como a Serra do Mar e Paranapiacaba.

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

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

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

Condições Climáticas

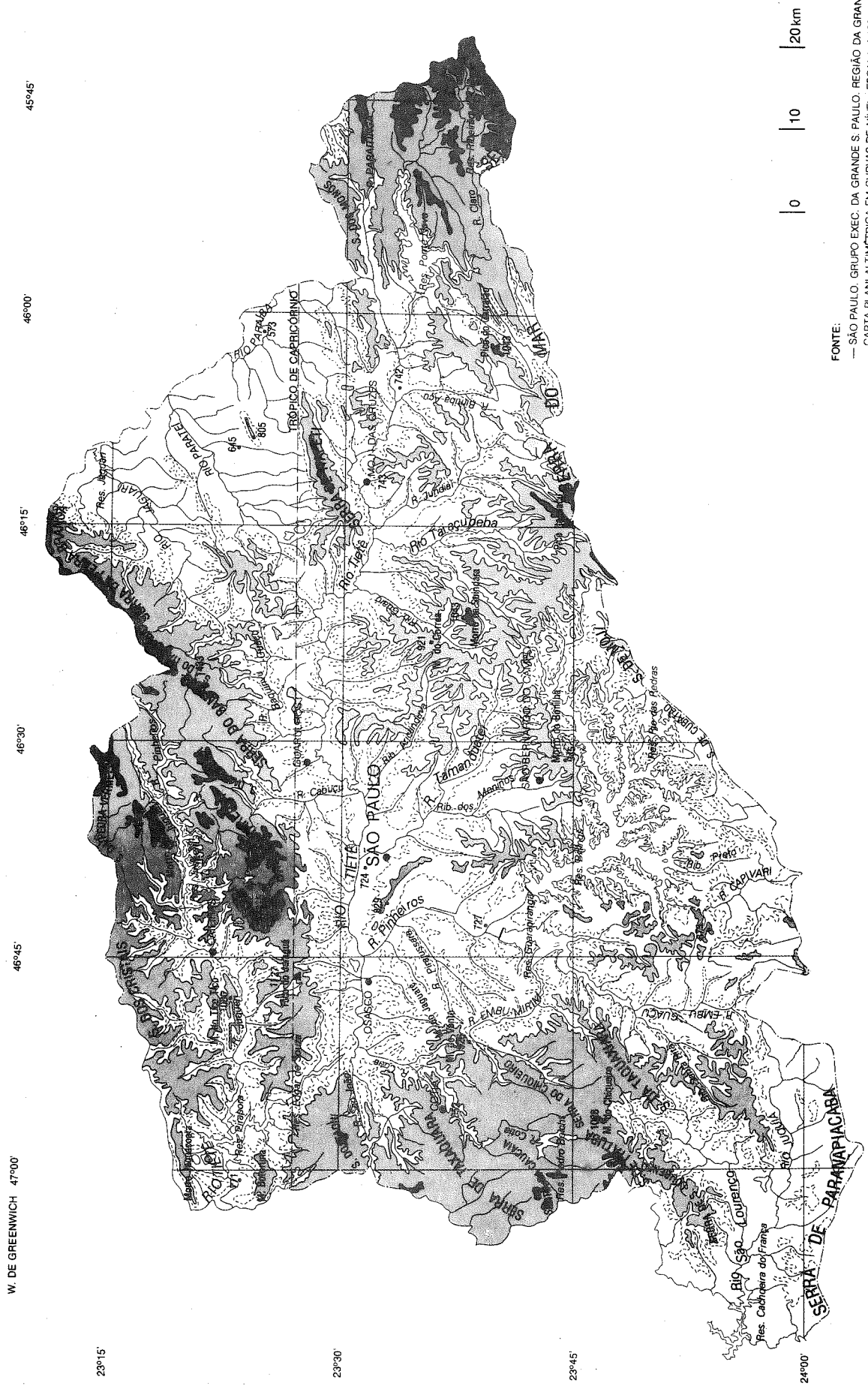
O clima da RMSP pode ser classificado como temperado de altitude, com inverno seco e frio e verão quente e úmido. As temperaturas variam entre 8° C (média das mínimas) no mês mais frio e 30° C (média das máximas) no mês mais quente. A temperatura média anual é de 19° C e a precipitação é em torno de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

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

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

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

FIG. 1 : REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO - RMSP



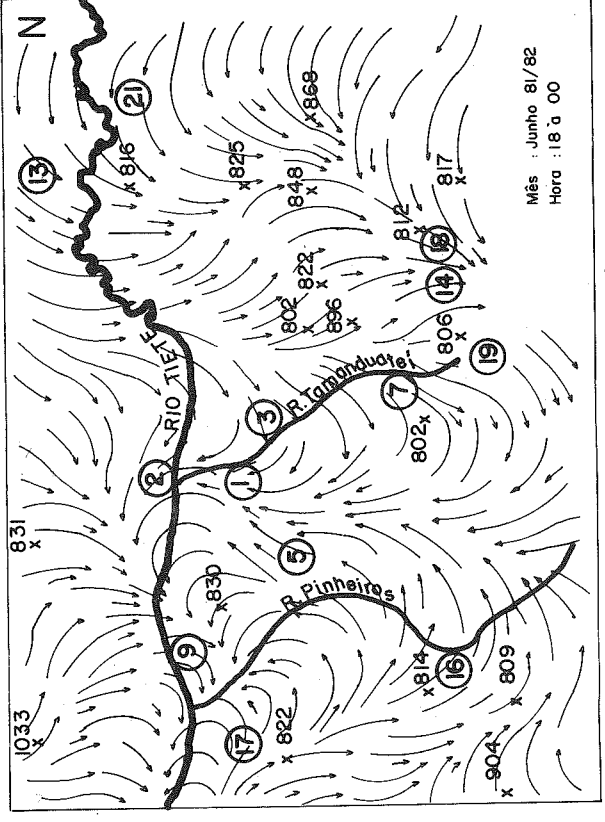
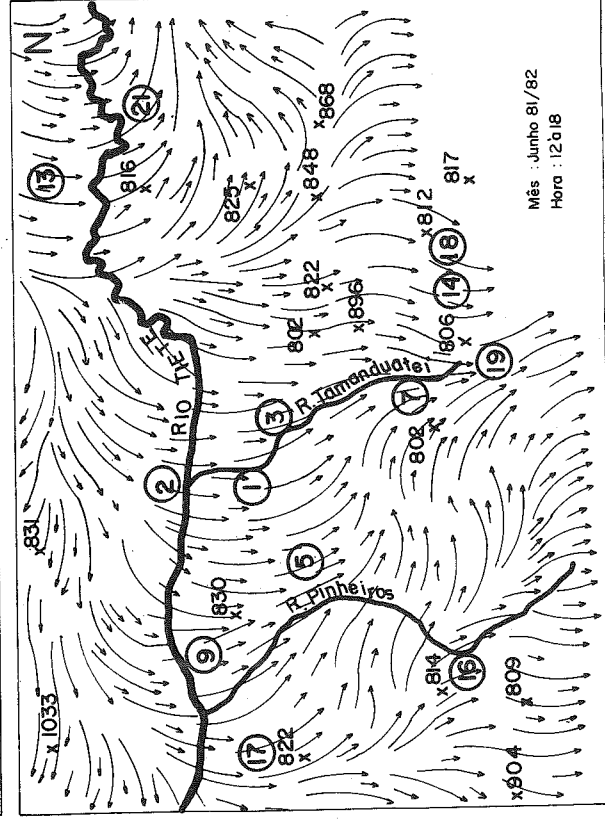
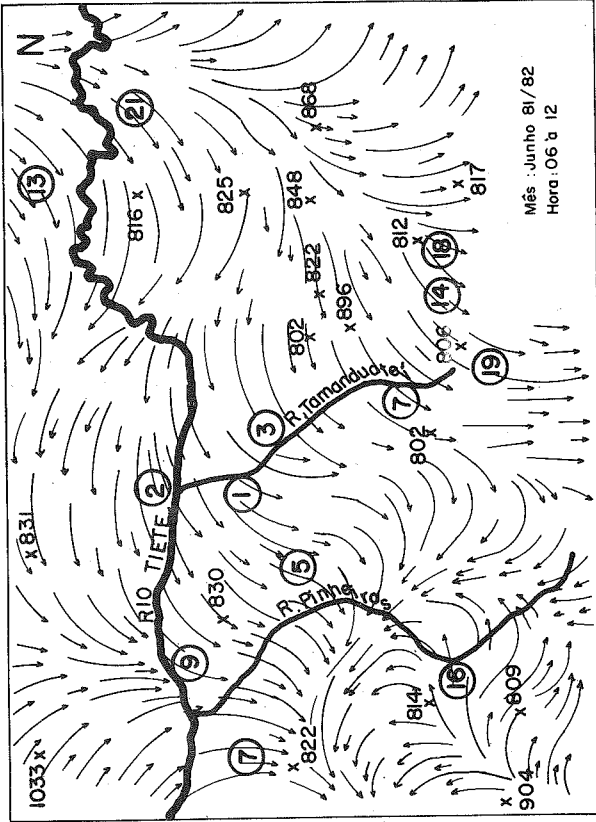
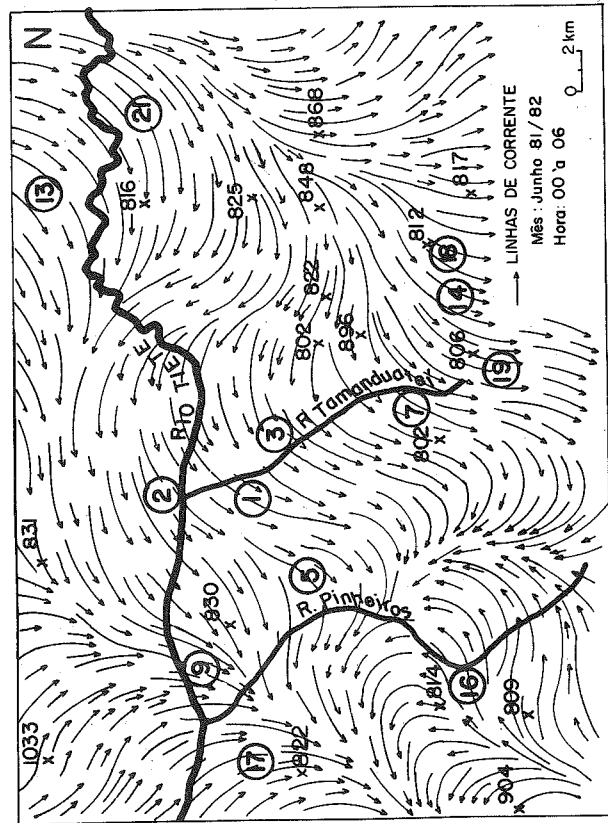


FIG. 2.- ANÁLISE DAS LINHAS DE CORRENTE DO CAMPO DO VENTO MÉDIO DE SUPERFÍCIE PARA O MÊS DE JUNHO (1981/1982) NA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO.
 x - Altitudes o - Estações

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

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

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

Inventário de Fontes de Poluição do Ar

O inventário de fontes de emissão para a RMSP foi realizado com base nas informações disponíveis no ano-referência de 1992. Alguns dos fatores de emissão foram extraídos do *Compilation of Emission Factors* da EPA - *Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos), enquanto que os demais foram obtidos de ensaios das próprias fontes, como os veículos leves, cujos fatores de emissão da frota em 1992, são mostrados na tabela 1.

TABELA 1- Fatores Médios de Emissão dos Veículos em uso na RMSP em 1992.

FONTES DE EMISSÃO	TIPO DE VEÍCULO	FATOR DE EMISSÃO (g/km)				
		CO	HC	NOx	SOx	MP
TUBO DE ESCAPAMENTO	GASOOL*	31.0	3.0	1.3	0.22	0.21
	ÁLCOOL	18.3	2.0	1.3	--	--
	DIESEL	17.8	2.9	13.0	2.72	0.81
	TÁXI	25.9	2.6	1.3	0.13	0.13
	MOTOCICLETA E SIMILARES	19.1	4.2	0.1	0.22	0.08
EMISSÃO DO CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOOL*	--	4.1	--	--	--
	ÁLCOOL	--	2.1	--	--	--
	MOTOCICLETA E SIMILARES	--	1.4	--	--	--
PNEUS	TODOS OS TIPOS	--	--	--	--	0.12

* Gasool : Gasolina contendo 22% de Álcool

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

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

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

Trânsito de Dez/92, o que introduziu mudanças significativas na estimativa de emissão de algumas classes de veículos, em relação aos anos anteriores.

TABELA 2- Estimativa da Emissão das Fontes de Poluição do Ar na RMSP em 1992 (1000 t/ano).

FONTE DE EMISSÃO			EMIÇÃO (1000 t/ano)				
			CO	HC	NOx	SOx	MP
M Ó V E I S	TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOOL*	762	73.8	32.0	5.4	5.2
		ÁLCOOL	345	37.7	24.4	--	--
		DIESEL	466	75.8	340.0	71.1	21.2
		TÁXI	54	5.5	2.7	0.3	0.1
		MOTOCICLETA E SIMILARES	30	6.6	0.2	0.3	0.1
	CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOOL*	--	116.4	--	--	--
		ÁLCOOL	--	40.0	--	--	--
		MOTOCICLETA E SIMILARES	--	2.2	--	--	--
	PNEUS	TODOS OS TIPOS	--	--	--	--	9.3
	OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOOL*	--	9.8	--	--	--
ÁLCOOL		--	3.0	--	--	--	
F I X A S	QUEIMA AO AR LIVRE (1978)		44	14	3	0.36	12
	OPERAÇÃO DE PROC.Industr. (1990)		38.6 (750)	12.0 (800)	14.0 (740)	44.0 (730)	44.0 (883)
TOTAL			1739.6	396.8	416.4	121.5	92.1

* Gasool : Gasolina contendo 22% de Álcool

() Número de indústrias inventariadas

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

FONTE DE EMISSÃO		POLUENTES				
		CO	HC	NOx	SOx	PI ⁽²⁾
TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOOL*	43.8	18.6	7.7	4.4	7.9
	ÁLCOOL	19.8	9.5	5.9	--	--
	DIESEL ⁽¹⁾	26.8	19.1	81.7	58.5	32.1
	TÁXI	3.1	1.4	0.6	0.3	--
	MOTOCICLETA E SIMILARES	1.7	1.7	0.0	0.3	--
CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOOL*	--	29.3	--	--	--
	ÁLCOOL	--	10.0	--	--	--
	MOTOCICLETA E SIMILARES	--	0.6	--	--	--
OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOOL*	--	2.5	--	--	--
	ÁLCOOL	--	0.8	--	--	--
QUEIMA AO AR LIVRE (1978)		2.6	3.5	0.7	0.3	--
OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (1990)		2.2	3.0	3.4	36.2	10.0
RESSUSPENSÃO DE PARTÍCULAS		--	--	--	--	25.0
AEROSSÓIS SECUNDÁRIOS		--	--	--	--	25.0
TOTAL		100	100	100	100	100

* Gasool : Gasolina contendo 22% de Álcool

(1) Veículos pesados.

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

2.2 Área de Cubatão

Características da área

O Município de Cubatão (162 km², 98.663 habitantes) está localizado no litoral, a cerca de 44 km da cidade de São Paulo e a 12 km de distância da cidade de Santos (Fig. 3).

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

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

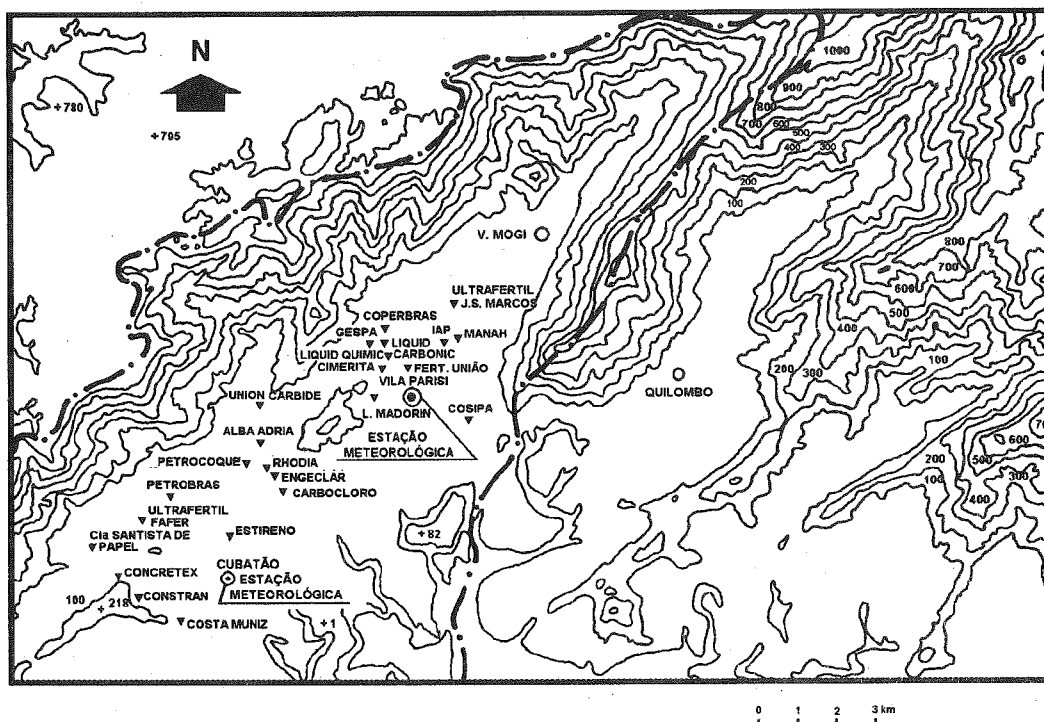


FIGURA 3 - MAPA ESQUEMÁTICO DA REGIÃO DE CUBATÃO MOSTRANDO A LOCALIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS E DAS ESTAÇÕES MEDIDORAS.

Condições Climáticas

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

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

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

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

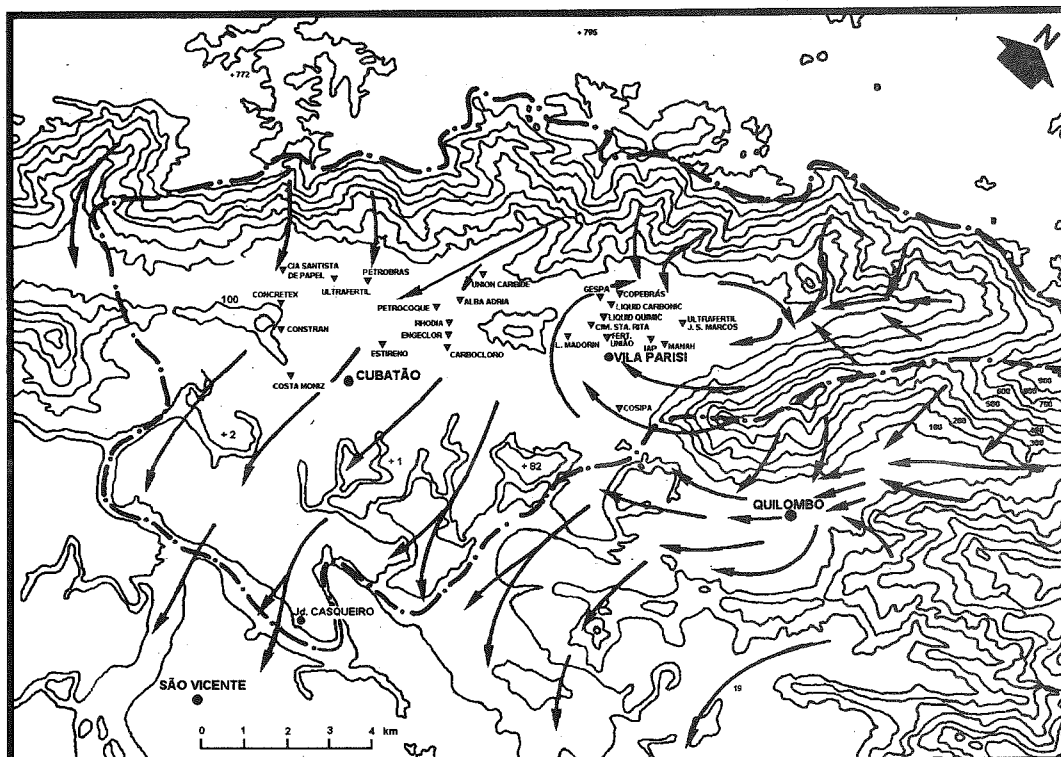


FIGURA 4 - FLUXO DE VENTO OBSERVADO NA ÁREA DE CUBATÃO NO PERÍODO NOTURNO (esfriamento) SOB CONDIÇÕES DE ALTA PRESSÃO (anticiclone).

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

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

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

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



FIGURA 5 - FLUXO DE VENTO OBSERVADO NA ÁREA DE CUBATÃO NO PERÍODO DIURNO (aquecimento) SOB CONDIÇÕES DE ALTA PRESSÃO (anticiclone).

Inventário de Fontes de Poluição do Ar

A Tabela 4 que se segue apresenta os valores de emissão para 21 indústrias prioritárias que totalizam 260 fontes de emissão em 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 4).

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

POLUENTE	EMIÇÃO 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

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

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

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

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

De uma forma geral, a escolha recai sempre sobre um grupo de poluentes que servem como indicadores de qualidade do ar, consagrados universalmente: dióxido de enxofre (SO₂), poeira em suspensão, monóxido de carbono (CO), oxidantes fotoquímicos expressos como ozônio (O₃), hidrocarbonetos totais e óxidos de nitrogênio (NO e NO₂).

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

Material Particulado

Neste caso em particular, considerando que este parâmetro não é um composto químico definido, surge a necessidade de defini-lo. Assim, as partículas totais em suspensão são definidas como sendo partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 100 µm. Outro parâmetro adotado são as partículas inaláveis, com diâmetro aerodinâmico equivalente menor que 10 µm.

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

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

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

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

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

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

Dióxido de Enxofre

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

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

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

Monóxido de Carbono

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

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

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

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 (O₃), por isso mesmo utilizado como parâmetro indicador da presença dos oxidantes fotoquímicos, que têm em sua composição também quantidades pequenas de compostos oxigenados derivados dos hidrocarbonetos.

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

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

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

No caso dos óxidos de nitrogênio (NO e NO₂), somente o NO₂ 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 (NO₂) é também um poderoso irritante, podendo conduzir a sintomas que lembram aqueles da enfisema.

3.2. Padrões de Qualidade do Ar

Os principais objetivos do monitoramento da qualidade do ar são:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(2) Média geométrica anual.

(3) Média aritmética anual.

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

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

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

PARÂMETROS	NÍVEIS		
	ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA
Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h	800	1.600	2.100
Partículas Totais em Suspensão (PTS) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h	375	625	875
SO ₂ 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

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

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

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

Níveis máximos recomendados pela Organização Mundial da Saúde

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

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

3.3. Índice de Qualidade do Ar

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

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

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

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

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

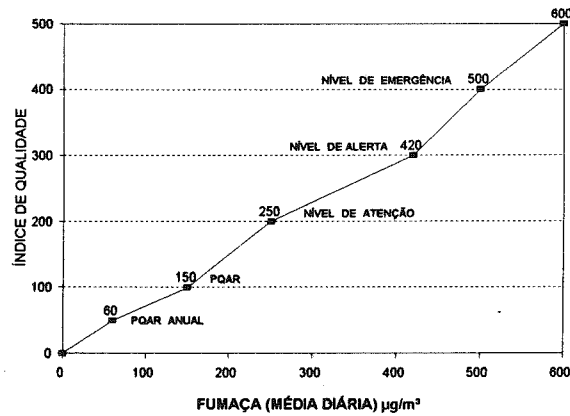
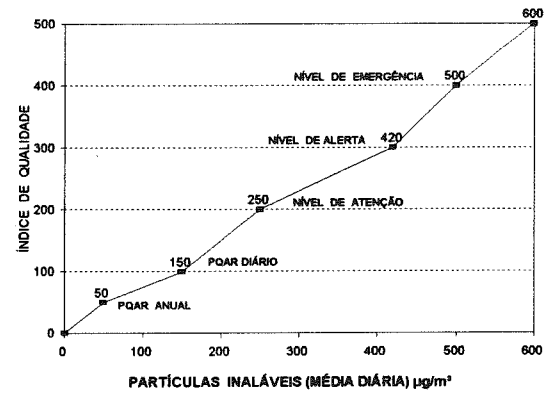
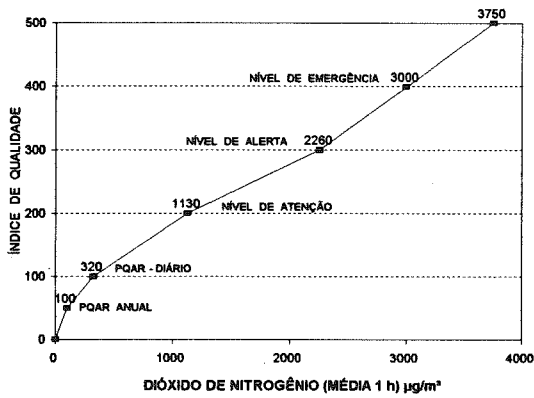
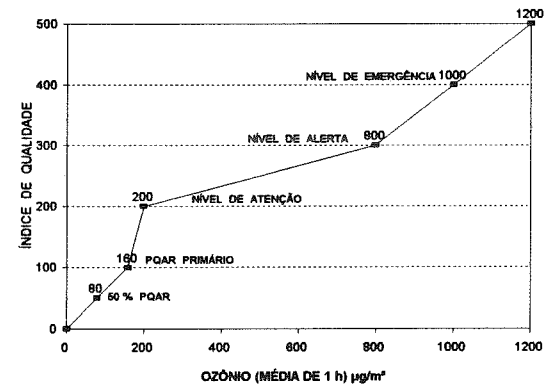
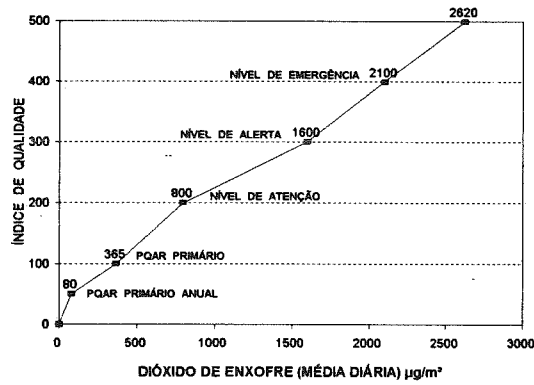
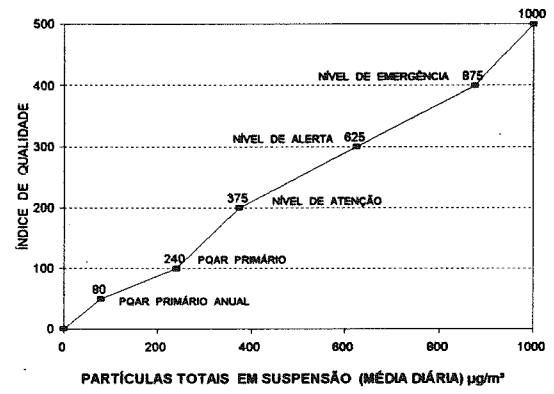
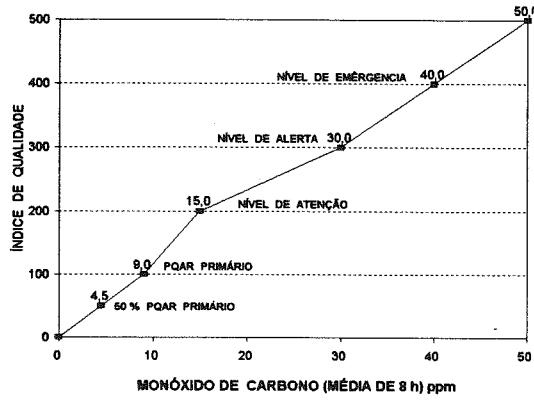
Para cada poluente medido é calculado um índice. Para efeito de divulgação é utilizado o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo pior caso.

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

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

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

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



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

TABELA 9 - Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

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

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

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

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

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

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

3.4 Redes de Amostragem

A CETESB vem operando uma rede automática de monitoramento do ar desde 1981 e uma rede manual, que mede os teores de dióxido de enxofre/fumaça desde 1973, 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 compõem as diversas Redes de Amostragem estão no Anexo 1.

Rede Automática

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

A configuração da rede automática é mostrada na Tabela 10.

Rede Manual

A rede manual da RMSP e Cubatão é composta por 7 estações de amostragem, que medem dióxido de enxofre e fumaça, e 11 estações que medem 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, Itú, Ribeirão Preto, Franca, Araraquara, São Carlos e Santos, num total de 17 estações.

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 partículas totais em suspensão (tamanho menor ou igual a 100 μm), partículas inaláveis (tamanho menor ou igual a 10 μm), sendo que nesta última foi possível caracterizar o material particulado fino (poeira fina menor ou igual a 2,5 μm) e material particulado grosso (poeira grossa entre 2,5 μm e 10 μm).

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.

Tabela 10 - Configuração da Rede Automática

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

PI - Partículas Inaláveis
 HCMM - Hidrocarbonetos menos Melano - não monitorado em 1993
 VV - Velocidade do Vento
 DV - Direção do Vento
 UR - Umidade Relativa
 (*) Praça do Correio até 04/11/91
 Centro início em 18/11/91

Estudos Especiais

Além do monitoramento contínuo dos poluentes regulamentados em lei, estudos especiais necessitam ser realizados para esclarecimento do comportamento dos poluentes não regulamentados, que por suas características, podem resultar tanto em danos à saúde humana e dos animais como à vegetação e materiais. Em 1993 foram concluídos os seguintes estudos:

Fluoretos na atmosfera de Cubatão. O constante monitoramento de fluoreto na área de Cubatão se deve à fitotoxicidade deste poluente, sendo que, ao menos em parte, a degradação da vegetação da Serra do Mar é causada por ele. Os dados gerados em 1992 foram comparados aos de 1985 e constatou-se uma redução de aproximadamente 80% nos níveis de concentração. Esta redução é coerente com os dados de emissão, visto que com as ações de controle, é estimada uma queda de 97% nas emissões. A concentração média de fluoretos gasosos observada na área industrial de Cubatão em 1992 foi de 0,7 µg/m³. As concentrações observadas podem ser ainda elevadas para os tipos sensíveis de vegetação.

Amônia em Cubatão. A comparação dos dados de 1992 com os de 1985 mostraram que ocorreu uma redução de 54% nos níveis de concentração. A concentração média de amônia observada na área industrial de Cubatão em 1992 foi de 43 µg/m³.

Chuva em Cubatão. Foram levantadas as características da água de chuva por dois anos consecutivos, em três diferentes locais de Cubatão. A chuva mostrou-se levemente "ácida" nas estações de Paranapiacaba (pH médio = 5,20) e em Pilões (pH médio = 4,98), e levemente "alcalina" no Vale do Mogi (pH médio = 6,0 com máximos acima de 7). Ânions também foram investigados e merecem destaque as altas concentrações de sulfato observadas no Vale do Mogi.

Modelo receptor em Cubatão : Dentre os poluentes atmosféricos monitorados em Vila Parisi, Cubatão, o material particulado é o que mais merece atenção, em função das altas concentrações atingidas, ocasionando muitas vezes, enérgicas ações de controle por parte da CETESB. Aplicou-se o Modelo Receptor (Balanço Químico de Massas) como ferramenta para se conhecer quais as principais fontes que contribuem para a presença deste material. No presente estudo foram realizadas medições de material particulado de diferentes tamanhos de partículas, a saber: Poeira Total em Suspensão, < 30 µm; Poeira Fina, < 2,5 µm e Poeira Grossa, entre 2,5 µm e 10 µm. Observou-se que as partículas grossas se apresentaram em concentrações maiores que as finas, diferente do que ocorre em São Paulo, onde o teor de poeira fina é maior do que a grossa. Não foi observada a presença de elementos inorgânicos tóxicos, porém não foram analisados os compostos tóxicos orgânicos. Entre as principais fontes contribuidoras da Poeira Total em Suspensão destacam-se as fontes de cimento, a poeira de rua, o sulfato de amônio, rocha fosfática e veículos. Já as poeiras grossas possuem como principais fontes as de cimento, poeira de rua e os veículos. As poeiras finas são principalmente emitidas pelas fontes de sulfato de amônio, poeira de rua, veículos e negro de fumo. As informações geradas, por si só, indicam caminhos para ações de controle. Na comparação dos resultados aqui obtidos com os da Região Metropolitana de São Paulo, foi possível demonstrar as diferenças, algumas marcantes, entre a poluição de uma área predominantemente industrial e uma área metropolitana.

Aldeídos na cidade de São Paulo. O uso do etanol como combustível de veículos automotores faz com que a atmosfera brasileira tenha características únicas no mundo, uma vez que o uso deste combustível em larga escala se faz apenas no Brasil. Entre os componentes de maior preocupação, dada esta nova realidade, estão os aldeídos, principalmente formadeído e acetaldeído. Tais compostos, além de serem emitidos pelos veículos, são formados e tomam parte do ciclo fotoquímico, podendo contribuir para a formação de compostos nocivos por exemplo o nitrato de peroxi-acetila. Em 1993 foram realizadas medições objetivando comparar as concentrações atuais com medidas em anos anteriores. Valores obtidos em algumas cidades americanas auxiliam a verificar a situação relativa de São Paulo. Os dados coletados são apresentados na tabela a seguir.

Níveis Ambientais de Aldeídos em Diversas Cidades

CIDADE/ANO	FORMADEÍDO		ACETALDEÍDO	
	Máxima (ppb)	Média (ppb)	Máxima (ppb)	Média (ppb)
LOS ANGELES/88-89	25,1	6,1	9,3	3,8
CHICAGO/81	15,6	11,3	3,4	2,1
HOUSTON/84	22,5	3,8	6,7	2,2
ATLANTA/92	8,3	2,9	8,4	3,0
S. P. - MOÓCA/90	17	8,5	26	16,2
S. P. - MOÓCA/93	25	4,2	24	6,1
S. P. - C. CÉSAR/90	41	16,8	47	21,8
S. P. - C. CÉSAR/93	33	7,6	40	10,6

Os níveis de formadeído encontrados nos locais amostrados em São Paulo são da mesma ordem de grandeza dos observados em outras grandes cidades. Quanto ao acetaldeído, os níveis aqui encontrados são bem superiores, o que pode ser consequência do uso intensivo do etanol como combustível.

Fluoretos em Cordeirópolis. Foram realizadas medições de taxas de fluoretos, observando-se valores relativamente altos, indicando que os fluoretos podem ser a causa da agressão observada nas plantações locais.

Chumbo na Atmosfera de Caçapava. Medições de chumbo foram realizadas nas áreas industrial e residencial tanto na "Poeira Total em Suspensão" (PTS) como "Poeira

Sedimentável" (PS). No que tange à PTS, Observaram-se níveis de chumbo abaixo do valor de referência ($1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) na área urbana enquanto que na área industrial o valor de referência é ultrapassado frequentemente. O chumbo na PS é bastante elevado na área industrial, chegando a serem verificados valores médios entre 129,9 e 10,6 quilos de chumbo depositados em um quilômetro quadrado em 30 dias. Estes números indicam que há possibilidade de ocorrência de contaminação do solo e da vegetação na região.

MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Rede Automática

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

Rede Manual

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

Rede Especial

Parâmetro	Método
Partículas Totais em Suspensão	Amostrador de grandes volumes
Partículas Inaláveis (MP10)	Amostrador Dicotômico
Análise Elementar	Amostrador Dicotômico / Amostrador de pequenos volumes / Fluorescência de Raio X
Análise de Íons	Amostrador Dicotômico / Amostrador de pequenos volumes / Cromatografia iônica
Material Carbonáceo	Amostrador de grandes volumes / Amostrador de pequenos volumes / Analisador de Carbono - Infravermelho
Caracterização de Fontes	Amostrador diluidor / Aspirador / Fluorescência de raios X / Cromatografia iônica / Analisador de Carbono - Infravermelho

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

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

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

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

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

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

4.1 Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão

Partículas em Suspensão

Partículas Inaláveis (<math><10\ \mu\text{m}</math>)

A Figura 7 mostra as médias aritméticas anuais de 1993 para todas as estações da rede telemétrica de amostragem da Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão.

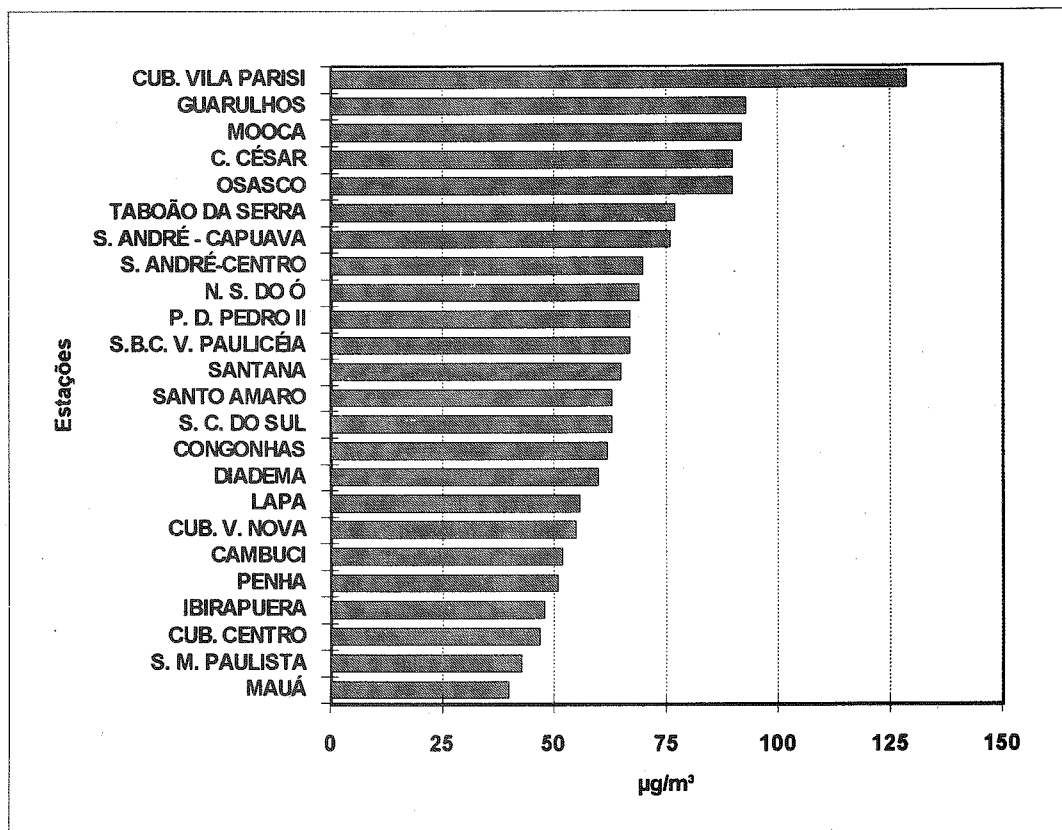


Figura 7 - Médias aritméticas anuais de Partículas Inaláveis - 1993

Das 24 estações de amostragem que monitoraram este poluente 20 estão acima do padrão nacional de qualidade ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ média aritmética anual).

Na Região Metropolitana de São Paulo o maior valor foi observado em Guarulhos ($93 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na Região de Cubatão, a maior média foi observada em Vila Parisi ($129 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 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 1993 dando uma idéia da exposição aguda da população.

O nível de atenção foi atingido em 4 estações, Guarulhos, Santo André-Centro, Cubatão-Centro e Cubatão-Vila Parisi.

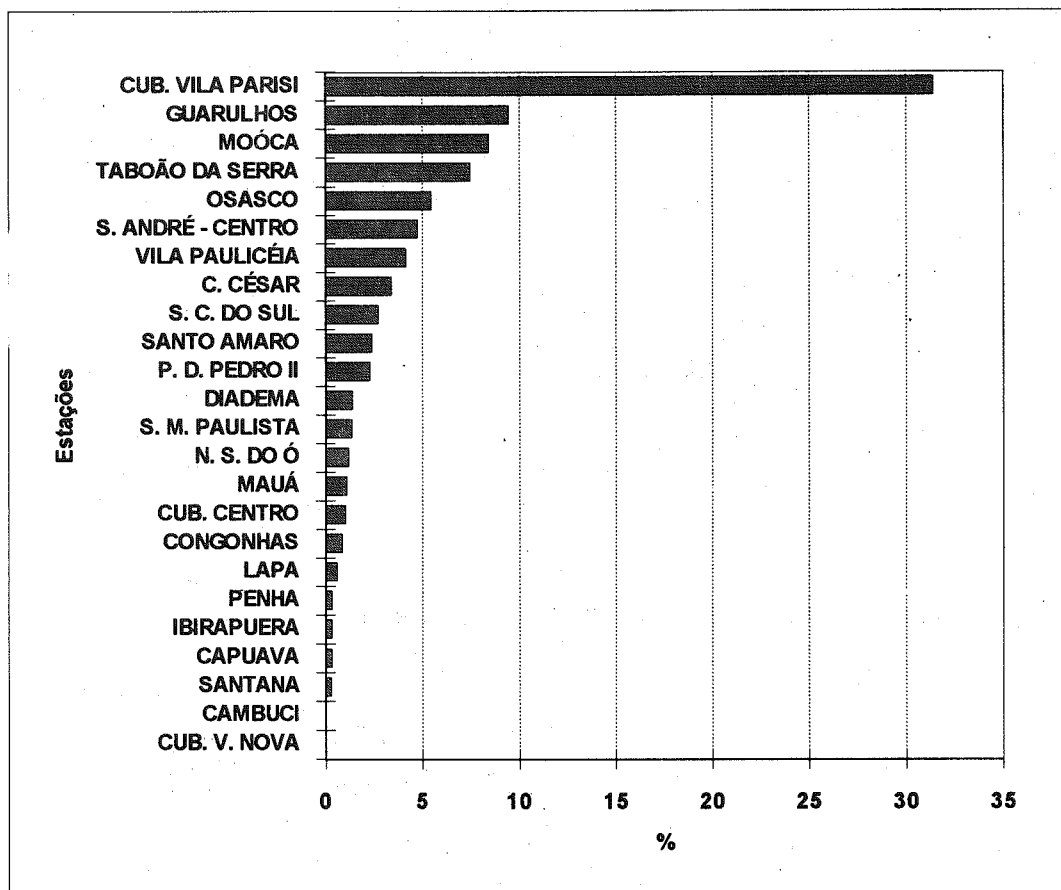


Figura 8 - Porcentagem do tempo em que o Padrão diário de Partículas Inaláveis foi ultrapassado na RMSP e Cubatão em 1993.

Fumaça

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

Os resultados obtidos durante 1993 podem ser observados nas Figuras 9 e 10.

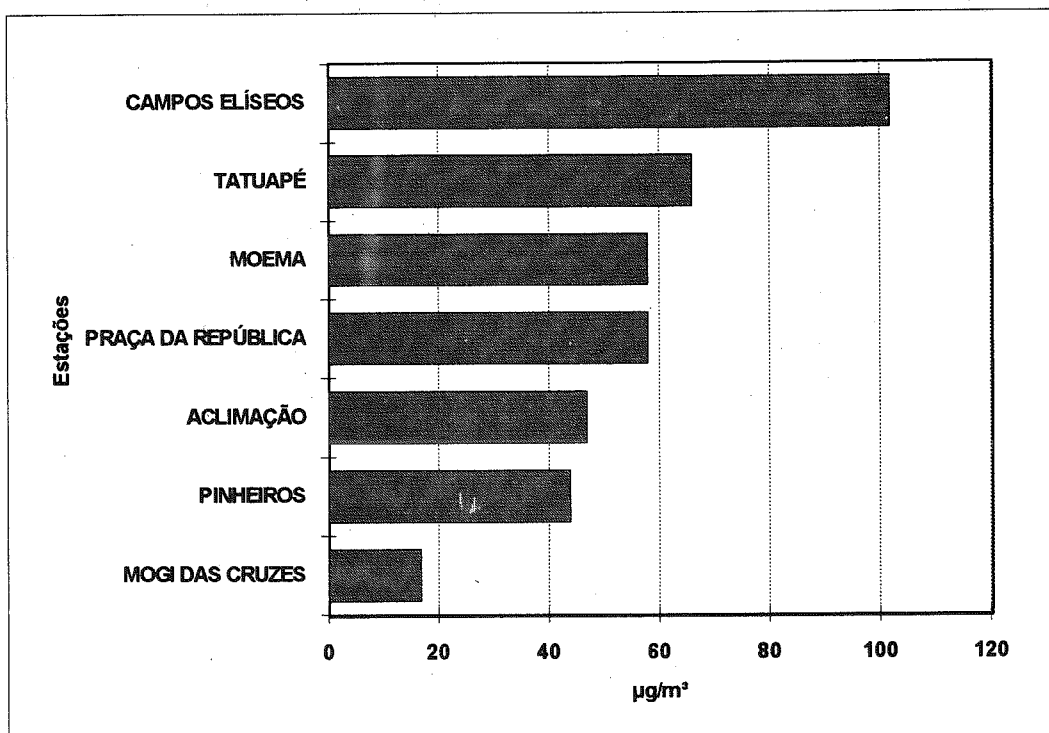


Figura 9 - Médias aritméticas anuais de Fumaça na RMSP em 1993.

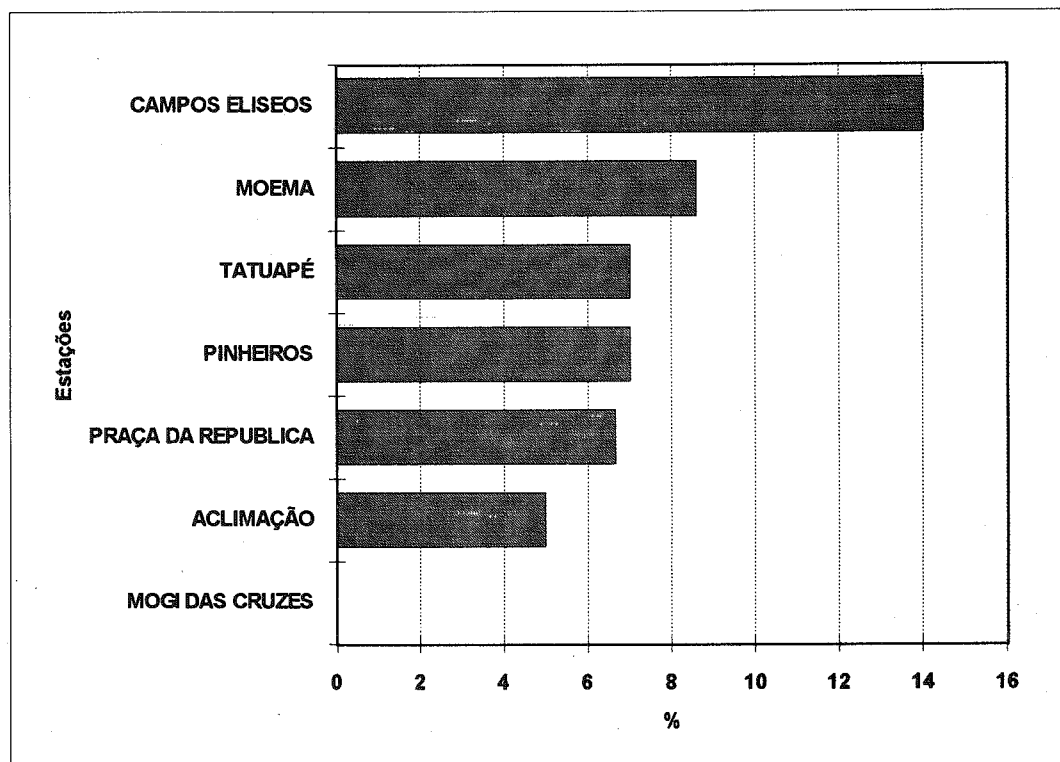


Figura 10 - Porcentagem do tempo em que o Padrão primário diário de Fumaça foi ultrapassado na RMSP em 1993.

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 ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 8 estações apresentaram concentrações acima, conforme pode-se observar na Figura 12.

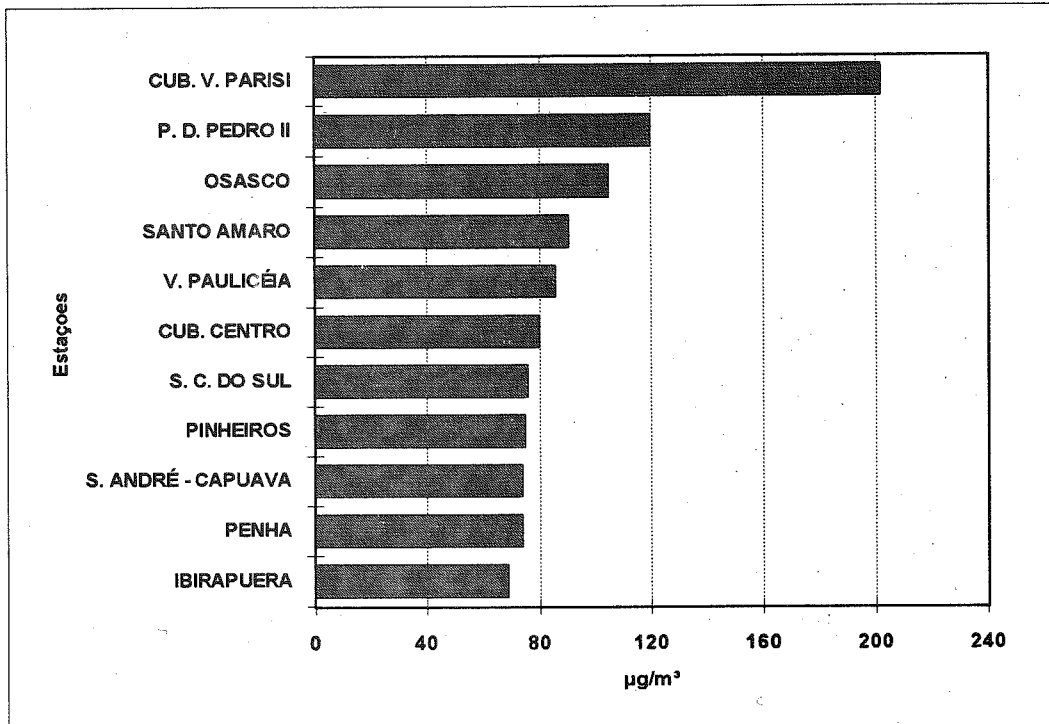


FIGURA 11 - Médias geométricas anuais de Partículas Totais em Suspensão na RMSP e Cubatão em 1993

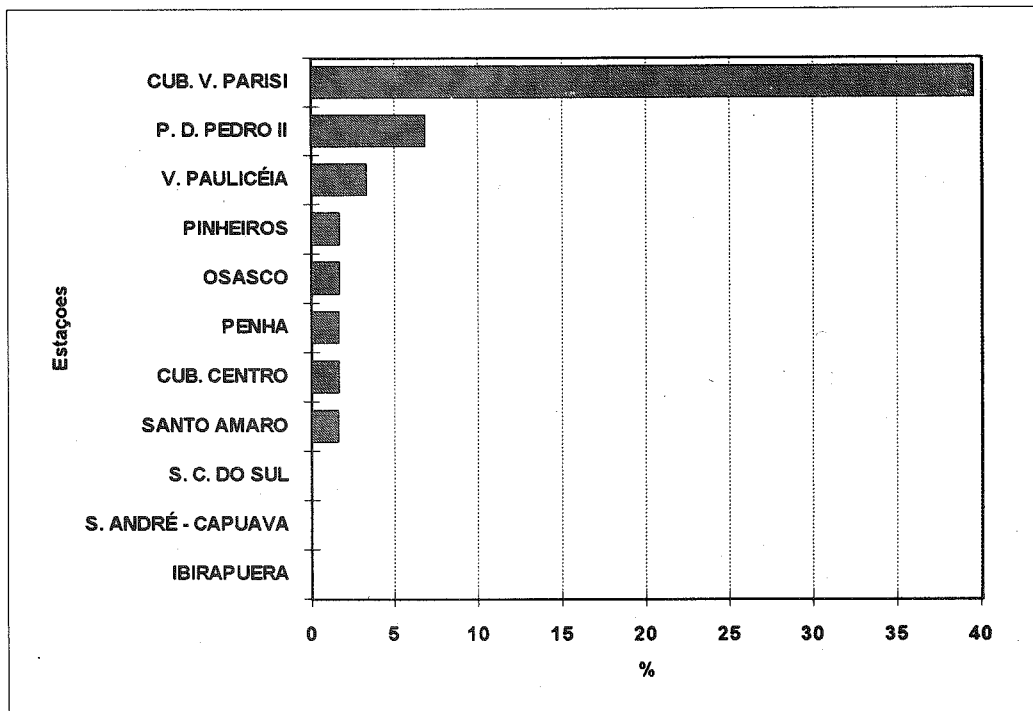


FIGURA 12 - Porcentagem do tempo em que as concentrações de Partículas Totais em Suspensão ficaram acima do padrão diário

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

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

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

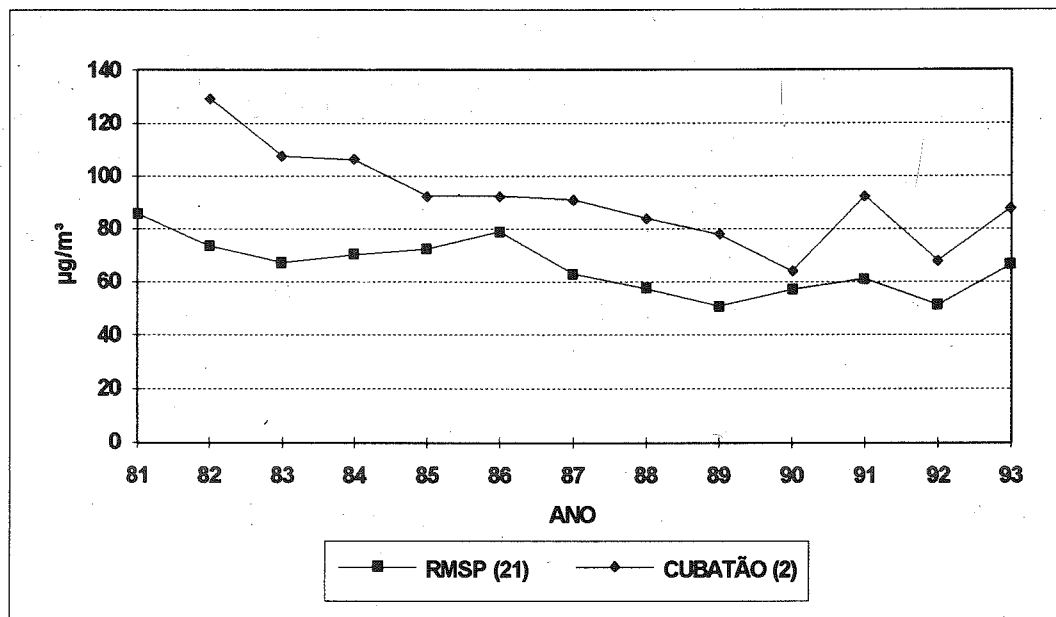


FIGURA 13 - Evolução das concentrações de Partículas Inaláveis na RMSP e Cubatão.

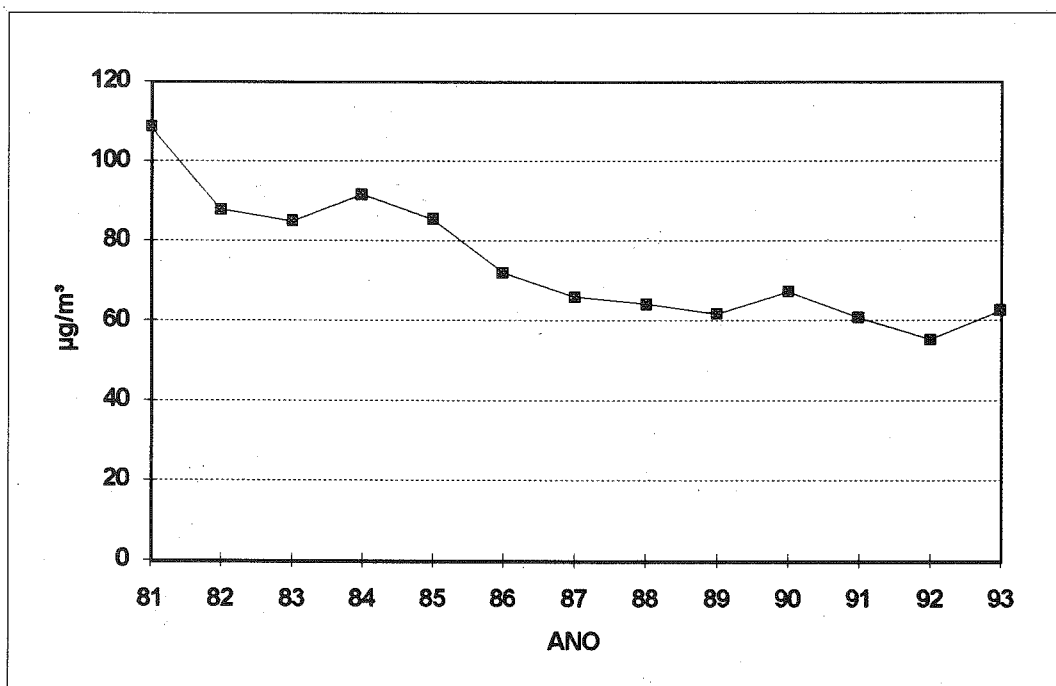


FIGURA 14 - Evolução das concentrações de Fumaça na RMSP.

Base : 6 estações comuns em todo o período.

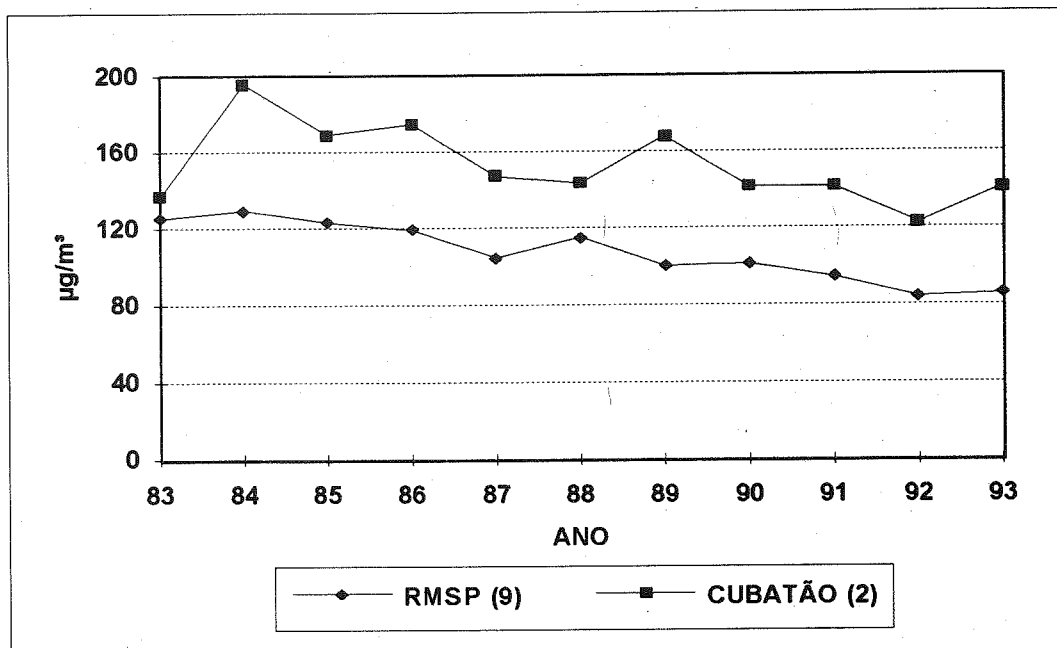
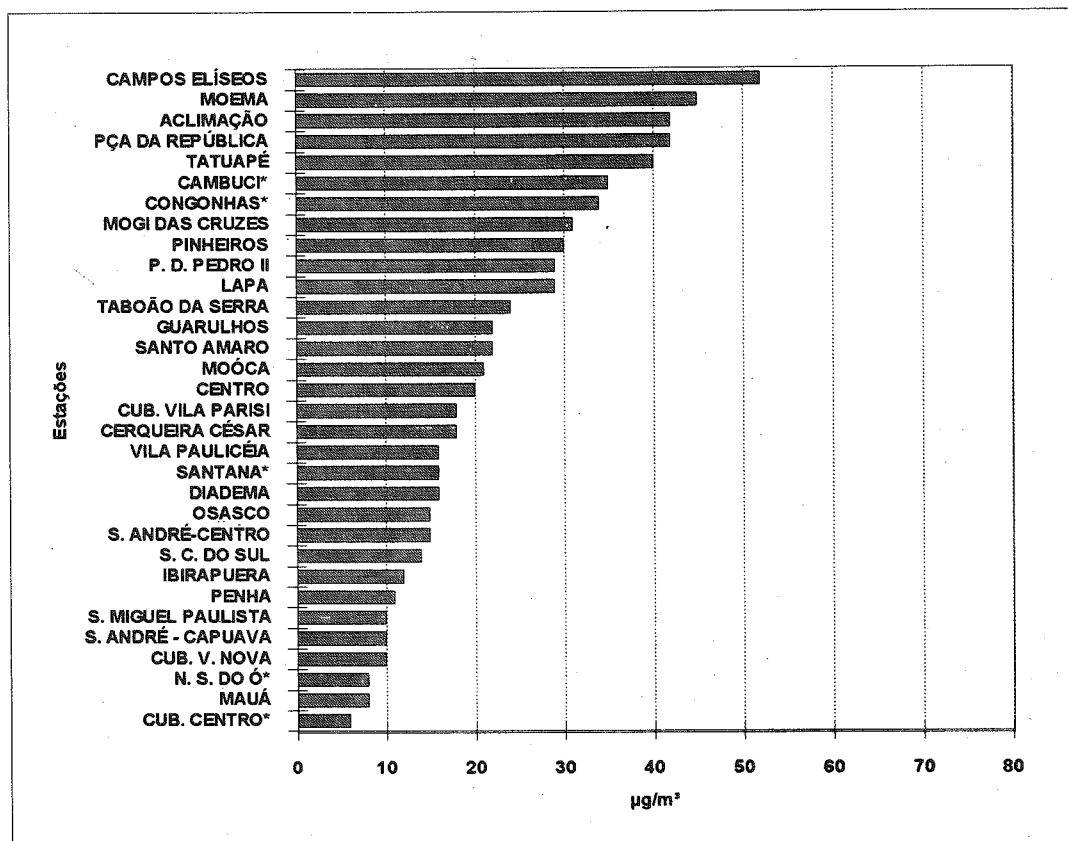


FIGURA 15 - Evolução das concentrações de Partículas Totais em Suspensão na RMSP e Cubatão.

Dióxido de Enxofre

Na Figura 16 são mostradas as médias aritméticas anuais de dióxido de enxofre. Em todas as estações monitoradas (32) o padrão anual de qualidade do ar ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi atendido.



* Não atendem ao critério de representatividade.

FIGURA 16 - Médias aritméticas anuais de Dióxido de Enxofre na RMSP e Cubatão em 1993.

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

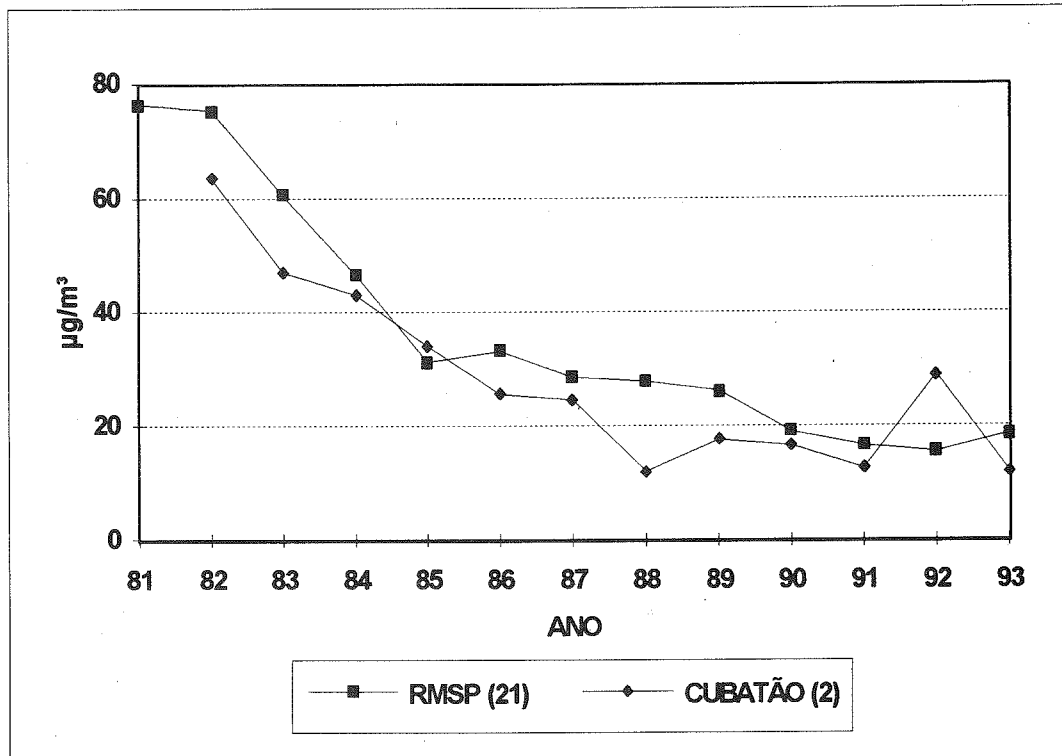


FIGURA 17 - Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre na RMSP e Cubatão.

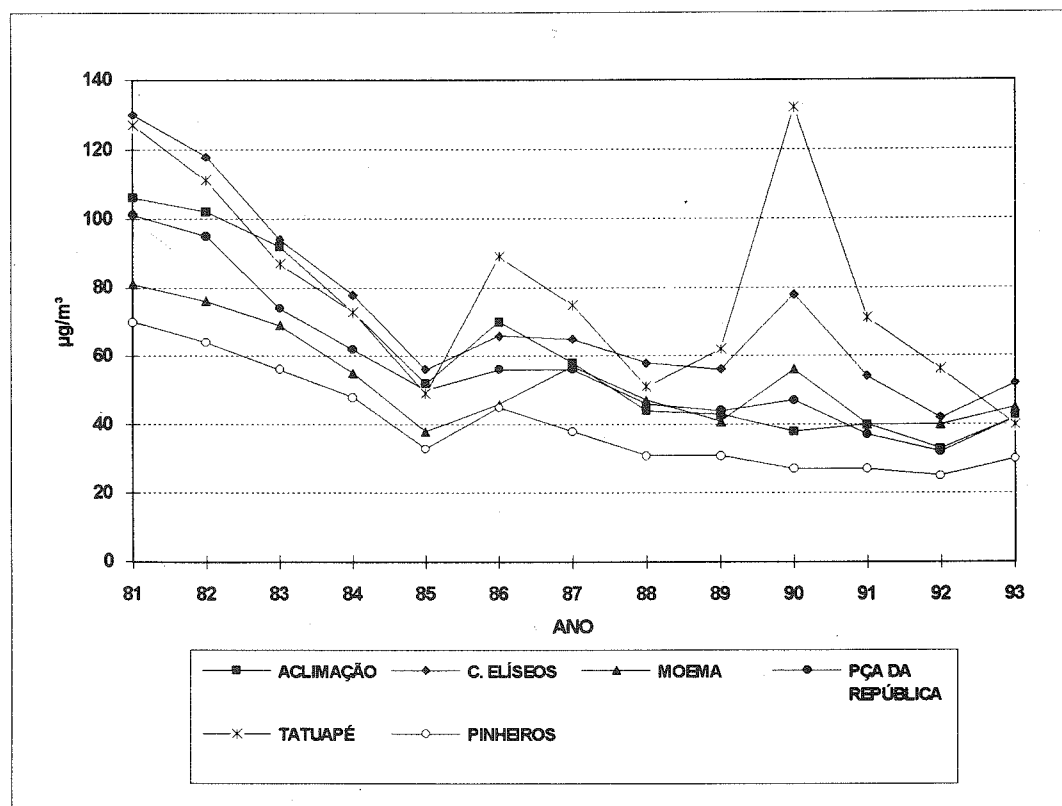


FIGURA 18 - Evolução das concentrações de Dióxido de Enxofre na RMSP - Rede Manual.

Monóxido de Carbono

Na Figura 19 podemos verificar a porcentagem de dias em que o padrão de 8 horas (9 ppm) e o nível de atenção (15 ppm) foram excedidos em 1993.

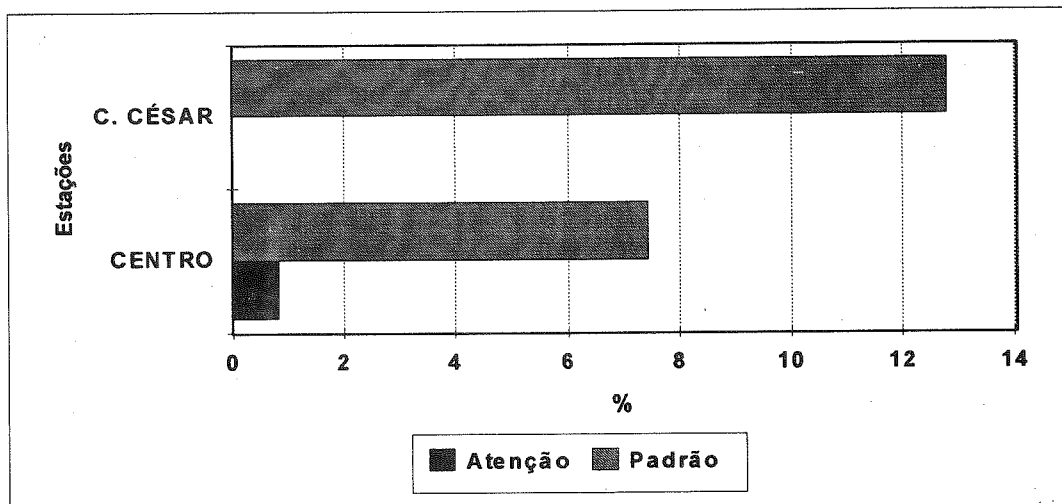


FIGURA 19 - Porcentagem de dias em que o padrão e nível de atenção para médias de 8 horas de Monóxido de Carbono foram excedidos em 1993.

É importante ressaltar que em 1993 só tivemos medição representativa em duas estações e que em uma delas o nível de atenção (15 ppm - 8 h) foi excedido.

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

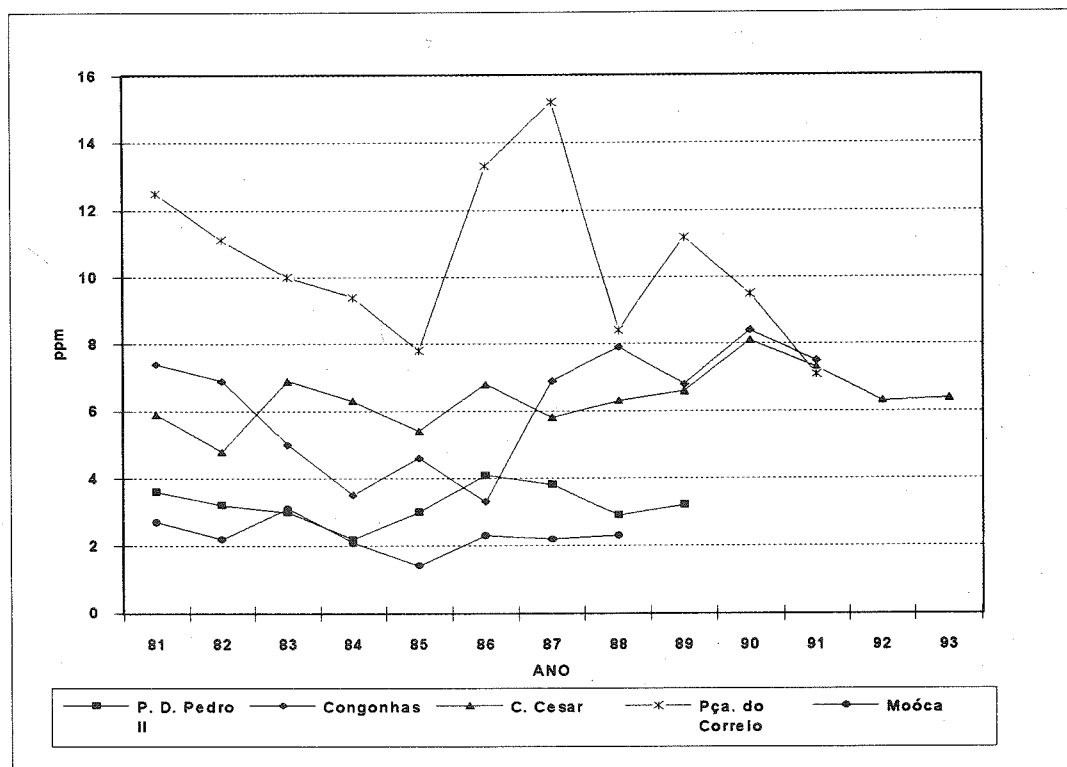


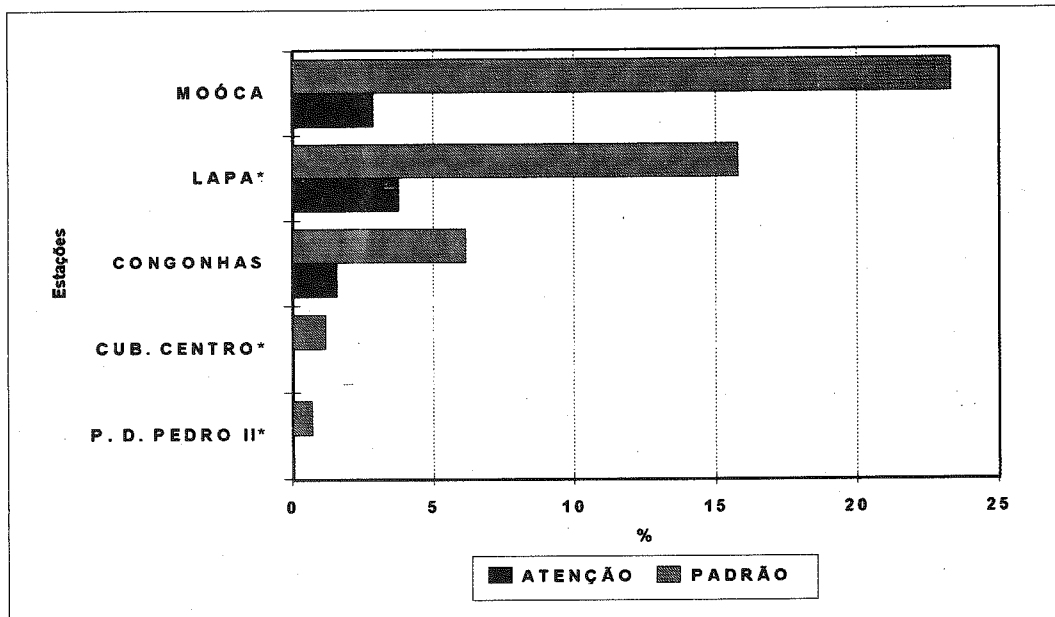
FIGURA 20 - Evolução das concentrações máximas médias de 8 horas de Monóxido de Carbono.

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

Ozônio

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

Somente as estações Moóca e Congonhas atenderam ao critério de representatividade dos dados.



* Não atendem ao critério de representatividade.

FIGURA 21 - Porcentagem de dias em que as concentrações de Ozônio ultrapassaram o padrão de qualidade de 1 hora e o nível de atenção em 1993.

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

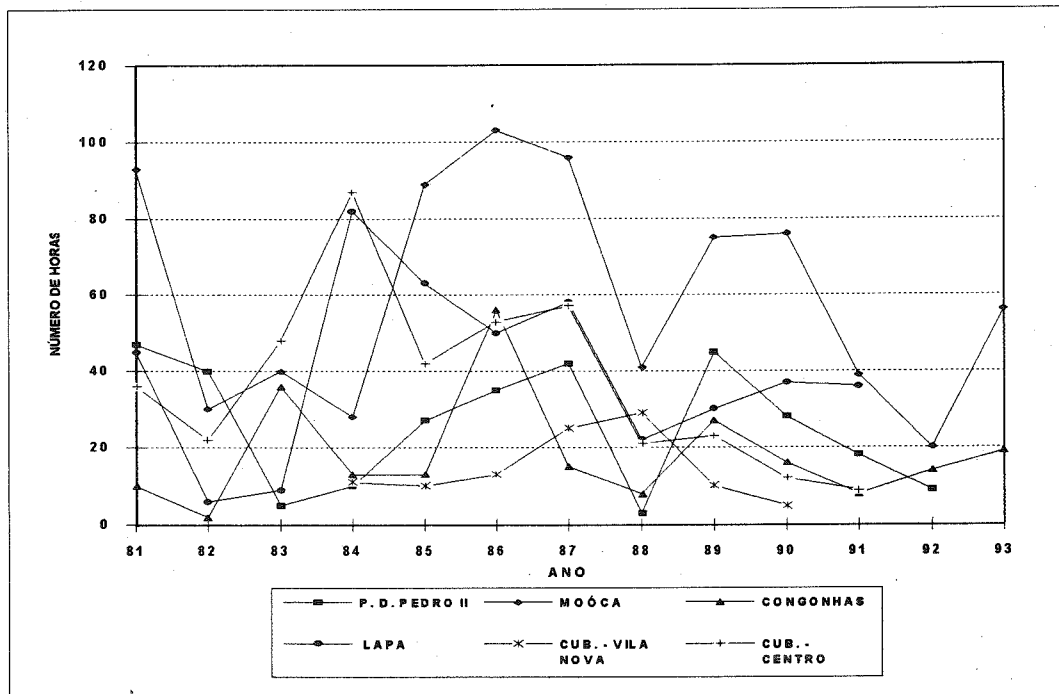


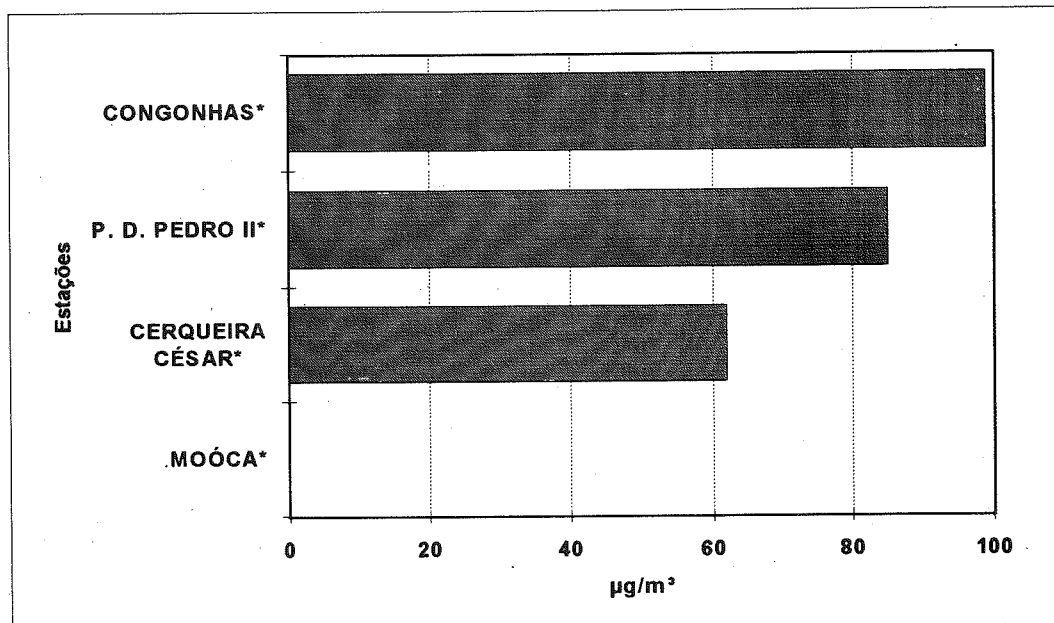
FIGURA 22 - Evolução das ultrapassagens do padrão de Ozônio na RMSP e Cubatão.

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

Dióxido de Nitrogênio

Na Figura 23 podem ser observadas as médias aritméticas de NO_2 na RMSP estando estas abaixo do padrão anual de qualidade do ar.

Entretanto, deve-se observar que o critério de representatividade não foi atendido em nenhuma estação.



* Não atendem ao critério de representatividade.

FIGURA 23 - Médias aritméticas anuais de Dióxido de Nitrogênio na RMSP em 1993.

Na Figura 24 são mostradas as porcentagens de dias em que o padrão horário de NO_2 ($320 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi excedido em 1993.

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

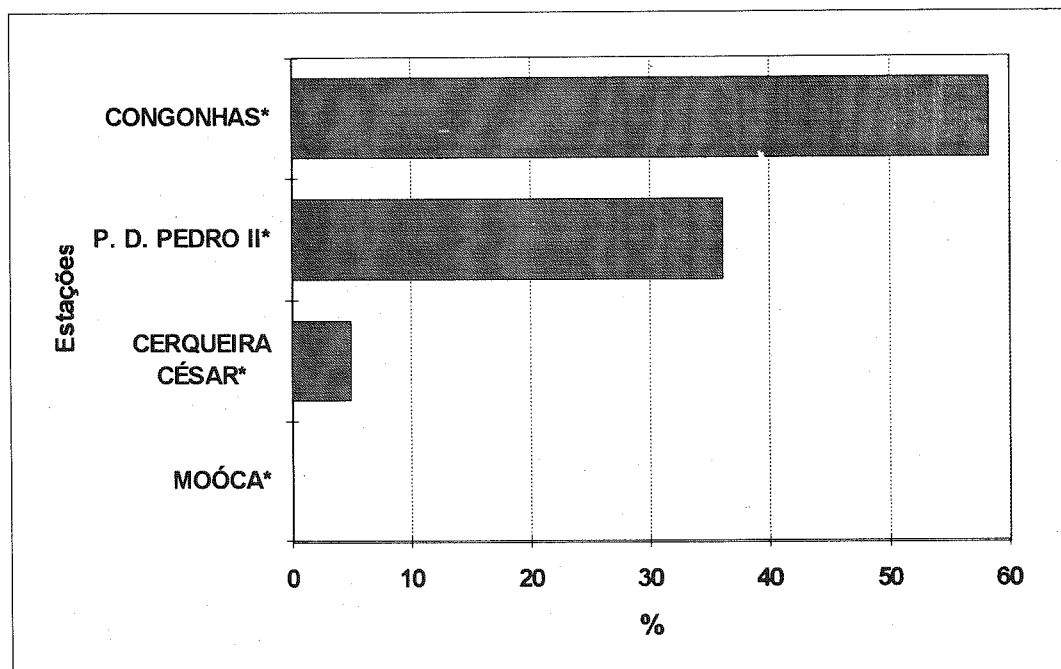


FIGURA 24 - Porcentagem de dias em que o padrão horário de Dióxido de Nitrogênio foi ultrapassado na RMSP em 1993.

Na Figura 25 pode-se observar a evolução das concentrações médias de Dióxido de Nitrogênio na RMSP.

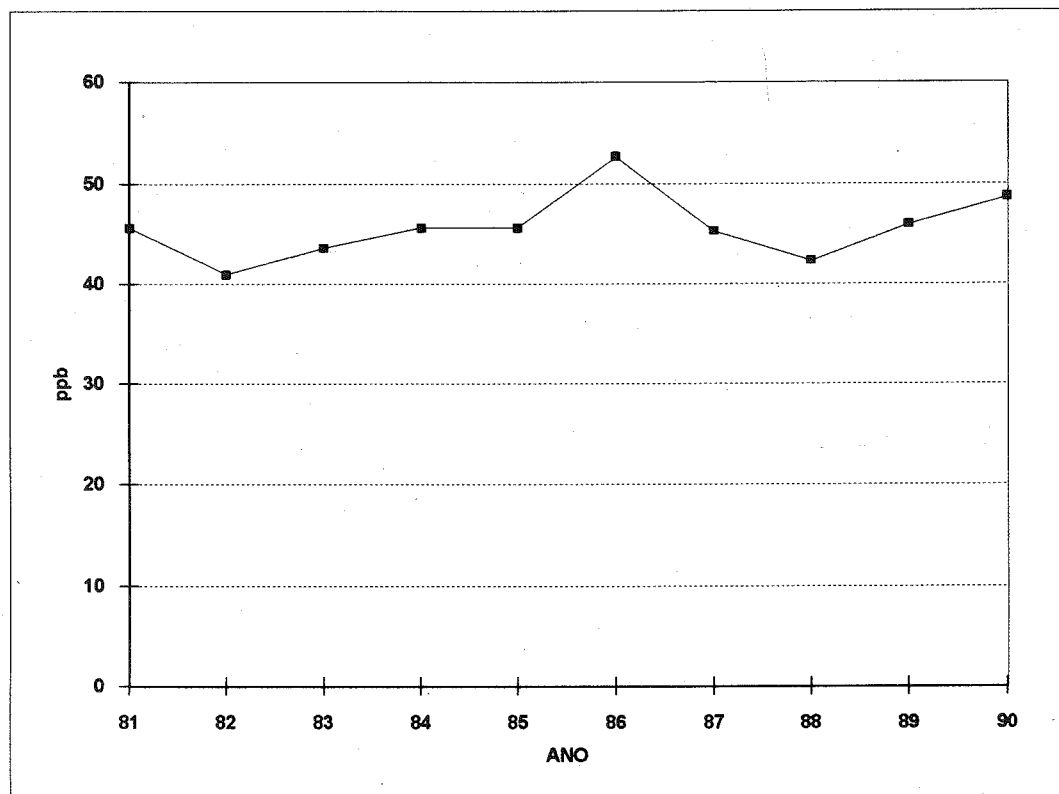


FIGURA 25 - Evolução das concentrações médias de Dióxido de Nitrogênio na RMSP.

Base : 3 estações comuns em todo o período.

Outros Poluentes

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

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

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

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 11 e 12 a seguir resumem as principais alterações que ocorrem nas emissões em função de mudanças na composição do combustível, para os veículos em uso, nos quais não se pode esperar regulagens especiais para compensação destes efeitos.

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

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

TABELA 11 - Variação relativa na emissão de poluentes pelo escapamento em função do teor de álcool anidro na gasolina (%v/v).

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

TABELA 12 - 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
NO _x	100	100	110
Aldeídos	100	100	55
Alcoois	100	100	80

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

Embora se disponha de uma base limitada de dados para hidrocarbonetos (Tabela 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 4 ppb e 41 ppb e de acetaldeído entre 4 ppb e 47 ppb.

Ainda em 1990 foram realizadas medições de metanol na atmosfera, após a introdução deste álcool na mistura combustível. Na Moóca todas as amostras se apresentaram abaixo de 0,15 ppm (limite de detecção do método utilizado). Já na estação Cerqueira

César, onde a influência do tráfego é mais marcante, 12,8% das amostras apresentaram valores mensuráveis com um máximo de 0,42 ppm.

Distribuição Anual do Índice de Qualidade do Ar

A seguir nas Tabelas de 13 a 17 são apresentadas os índices de qualidade do ar por poluente e por estação. Na Tabela 18 é apresentada a distribuição do índice geral, que é diariamente divulgado pela CETESB.

TABELA 13 - Distribuição do Índice - Partículas Inaláveis - 1993

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Cubatão - V. Parisi	12	3.4	232	66.3	94	26.9	12	3.4	0	0.0	0	0.0
Guarulhos	43	12.4	269	77.7	32	9.2	2	0.6	0	0.0	0	0.0
S. André - Centro	130	36.1	209	58.1	19	5.3	2	0.6	0	0.0	0	0.0
Cubatão - Centro	205	67.2	98	32.1	1	0.3	1	0.3	0	0.0	0	0.0
Moóca	20	6.6	253	84.1	28	9.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Taboão da Serra	100	30.1	203	61.1	29	8.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Osasco	13	3.7	320	90.7	20	5.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. B. C. - V. Paulicéia	132	38.9	192	56.6	15	4.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. Caetano do Sul	142	42.9	177	53.5	12	3.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Cerqueira César	10	2.8	332	93.8	12	3.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0
P. D. Pedro II	111	32.0	225	64.8	11	3.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Santo Amaro	122	41.4	164	55.6	9	3.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. Miguel Paulista	214	70.6	81	26.7	8	2.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Diadema	139	47.8	146	50.2	6	2.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Congonhas	155	44.0	191	54.3	6	1.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Mauá	198	74.2	65	24.3	4	1.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0
N. Senhora do Ó	86	25.6	245	72.9	5	1.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. André - Capuava	59	18.7	253	80.1	4	1.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Penha	177	61.2	109	37.7	3	1.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Santana	105	31.6	225	67.8	2	0.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Lapa	174	51.2	164	48.2	2	0.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Cubatão - V. Nova	133	44.9	162	54.7	1	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Cambuci	145	52.9	129	47.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Ibirapuera	191	64.7	104	35.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
TOTAL	2816	36.6	4548	59.0	323	4.2	17	0.2	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 14 - Distribuição do Índice - Monóxido de Carbono - 1993

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Centro	139	38.3	197	54.3	24	6.6	3	0.8	0	0.0	0	0.0
Cerqueira César	78	22.9	205	60.3	56	16.5	1	0.3	0	0.0	0	0.0
P. D. Pedro II	22	78.6	4	14.3	2	7.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Congonhas	5	71.4	2	28.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
TOTAL	244	33.1	408	55.3	82	11.1	4	0.5	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 15 - Distribuição do Índice - Dióxido de Enxofre - 1993

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Cambuci	273	97.2	8	2.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
P. D. Pedro II	339	97.4	9	2.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Cubatão - V. Parisi	303	97.7	7	2.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Lapa	267	98.2	5	1.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Congonhas	311	99.0	3	1.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. Caetano do Sul	315	99.1	3	0.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Taboão da Serra	279	99.3	2	0.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Moóca	301	99.7	1	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Diadema	338	99.7	1	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Guarulhos	343	99.7	1	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Santana	301	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Ibirapuera	307	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
N. Senhora do Ó	310	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Cerqueira César	340	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Penha	340	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Centro	362	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. André - Centro	340	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Santo Amaro	342	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Osasco	349	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. André - Capuava	254	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. B. C. - V. Paulicéia	323	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. Miguel Paulista	317	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Mauá	328	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Cubatão - V. Nova	293	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Cubatão - Centro	320	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
TOTAL	7895	99.5	40	0.5	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 16 - Distribuição do Índice - Ozônio - 1993

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Lapa	96	59.3	48	29.6	11	6.8	7	4.3	0	0.0	0	0.0
Moóca	134	53.6	96	38.4	15	6.0	5	2.0	0	0.0	0	0.0
Congonhas	259	78.5	62	18.8	4	1.2	5	1.5	0	0.0	0	0.0
Cubatão - Centro	156	91.8	12	7.1	2	1.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
P. D. Pedro II	118	81.4	27	18.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
TOTAL	763	72.2	245	23.2	32	3.0	17	1.6	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 - Dióxido de Nitrogênio - 1993

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Congonhas	26	11.5	166	73.5	34	15.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
P. D. Pedro II	64	36.2	92	52.0	21	11.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Cerqueira César	101	49.0	102	49.5	3	1.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0
TOTAL	191	31.4	360	59.1	58	9.5	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 Geral - 1993

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Cubatão - V. Parisi	16	4.5	232	65.5	94	26.6	12	3.4	0	0.0	0	0.0
Lapa	141	40.9	185	53.6	12	3.5	7	2.0	0	0.0	0	0.0
Moóca	27	8.5	246	77.1	41	12.9	5	1.6	0	0.0	0	0.0
Congonhas	81	22.4	236	65.4	39	10.8	5	1.4	0	0.0	0	0.0
Centro	139	38.3	197	54.3	24	6.6	3	0.8	0	0.0	0	0.0
Guarulhos	46	13.2	269	77.1	32	9.2	2	0.6	0	0.0	0	0.0
S. André - Centro	130	36.1	209	58.1	19	5.3	2	0.6	0	0.0	0	0.0
Cubatão - Centro	227	69.0	98	29.8	3	0.9	1	0.3	0	0.0	0	0.0
Cerqueira César	7	2.0	290	81.2	59	16.5	1	0.3	0	0.0	0	0.0
Taboão da Serra	104	31.0	203	60.4	29	8.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0
P. D. Pedro II	104	29.0	225	62.7	30	8.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Osasco	16	4.5	320	89.9	20	5.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. B. C. - V. Paulicéia	135	39.5	192	56.1	15	4.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. Caetano do Sul	162	45.9	179	50.7	12	3.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Santo Amaro	172	49.9	164	47.5	9	2.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. Miguel Paulista	251	73.8	81	23.8	8	2.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Diadema	193	55.9	146	42.3	6	1.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0
N. Senhora do Ó	92	26.9	245	71.6	5	1.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0
S. André - Capuava	62	19.4	253	79.3	4	1.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Mauá	268	79.5	65	19.3	4	1.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Penha	234	67.6	109	31.5	3	0.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Santana	106	31.8	225	67.6	2	0.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Cubatão - V. Nova	155	48.7	162	50.9	1	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Cambuci	213	62.3	129	37.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Ibirapuera	247	70.4	104	29.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
TOTAL	3328	38.7	4764	55.4	471	5.5	38	0.4	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 km² e uma população de 31.5 milhões de habitantes (1991). Em 17 municípios dos 585 citados, avaliam-se as concentrações de dióxido de enxofre e fumaça compondo a chamada "Rede de Avaliação de Qualidade do Ar do Interior".

Na Tabela 19 pode ser verificado que Sorocaba apresentou média anual acima do padrão primário estabelecido para SO₂ (80 µg/m³). Embora não sejam aplicáveis a tais cidades, é importante notar que muitas delas já ultrapassam o padrão secundário anual (40 µg/m³). O padrão diário primário (365 µg/m³) é atendido em todas as estações, porém em 10 delas o padrão diário secundário (100 µg/m³) é violado.

Na Tabela 19 observamos ainda que os dados de Fumaça atendem ao padrão primário anual (60 µg/m³), em todas as estações consideradas exceto em Sorocaba. O padrão diário primário (150 µg/m³) é obedecido exceto em Sorocaba.

TABELA 19 - Médias Anuais de Dióxido de Enxofre e Fumaça 1993 - Rede Interior

ESTAÇÃO	SO ₂		FUMAÇA	
	MÉDIA ANUAL	1ª MAX DIÁRIA	MÉDIA ANUAL	1ª MAX DIÁRIA
Americana	70	152	34	105
Araraquara	9	13	14	69
Araras	37	120	17	62
Campinas	46	115	30	96
Franca	30	66	59	147
Itú	43	100	26	74
Jundiaí	70	201	36	120
Limeira	66	180	34	104
Mogi-Guaçú	28	90	15	52
Paulínia	59	197	24	87
Rib. Preto	32	47	59	123
S. Carlos	9	18	20	74
S. J. Campos	55	123	21	112
Santos	73	133	33	138
Sorocaba	92	195	65	184
Taubaté	42	145	21	85
Votorantim	41	71	23	70

Unidade : µg/m³

5. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

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

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

Com base nesses dados, a CETESB elabora diariamente um boletim meteorológico com a previsão das condições de dispersão de poluentes para as 24 horas seguintes. O prognóstico é elaborado através do julgamento subjetivo da importância das variáveis meteorológicas para as condições de dispersão.

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 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 na RMSP, faz-se necessário também o conhecimento das situações sinóticas envolvidas.

Altos índices de poluição têm sido observados na presença de um anticiclone de caráter estacionário sobre a RMSP, que provoca condições de estagnação do ar sobre a região, principalmente nos meses de maio a agosto, considerado o período crítico à dispersão de poluentes. A mudança desta situação de estagnação ocorre normalmente quando sistemas frontais atingem a região. 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 20 mostra o número de sistemas frontais que passaram mensalmente por São Paulo de 1989 a 1993. Nela observa-se que no ano de 1993 o número de sistemas frontais esteve entre os valores observados nos últimos quatro anos (1989 a 1992).

Outro parâmetro analisado é a precipitação. A ocorrência de precipitação indica que a atmosfera está instável, ocasionando movimentos ascendentes de ar, que favorecem à dispersão dos poluentes nos baixos níveis da atmosfera. Além disso, o solo úmido evita que haja ressuspensão das partículas para a atmosfera. Os dados diários de precipitação no ano de 1993 na Estação Climatológica de São Paulo (Mirante de Santana) são mostrados na tabela 21.

A tabela 22 mostra a precipitação mensal e o número de dias de chuva na Estação Mirante de Santana para os últimos cinco anos, e a normal climatológica de 1961 a 1990. Pode-se observar que a precipitação total em 1993 ficou pouco acima da normal climatológica, o mesmo ocorrendo quando analisamos somente o período crítico, mostrando que este parâmetro pode ter fornecido uma pequena contribuição favorável à dispersão de poluentes em 1993. Durante o período crítico de dispersão dos poluentes observa-se ainda que ocorreram valores bem acima da normal em maio e bem abaixo no mês de julho.

Com relação a frequência de inversões térmicas, mostrada na tabela 23, pode-se notar que o número de inversões térmicas na altura considerada mais crítica (0 a 200 m) no ano de 1993 foi o maior dos últimos anos, enquanto que entre 201 e 400 metros apresentou-se próximo da média dos últimos quatro anos. Estas inversões térmicas mais próximas da superfície provocam normalmente o aumento da concentração de poluentes nos baixos níveis da atmosfera. Desta forma, a análise da frequência de inversões térmicas por faixa de altitude indica que com relação a

este parâmetro o ano de 1993 foi mais desfavorável à dispersão de poluentes do que em anos anteriores.

O vento em superfície é de fundamental importância no transporte horizontal dos poluentes, além de provocar movimentos turbulentos nos baixos níveis da atmosfera que favorecem também a dispersão destes poluentes. Os dados diários de velocidade média do vento e porcentagem de calmaria em 1993, calculados a partir dos dados horários da rede telemétrica da CETESB, estão mostrados na tabela 24. Nesta tabela observa-se que durante o período crítico ocorreram poucos episódios prolongados com altos valores de porcentagem de calmaria e baixa velocidade média do vento.

A tabela 25 mostra os valores médios de calmaria e velocidade média do vento para o período crítico dos anos de 1989 a 1993. Nesta pode-se observar que os valores médios de calmaria em 1993 foram relativamente baixos quando comparados aos dos anos anteriores, principalmente para os meses de junho e julho. A análise das médias mensais de calmaria mostrou, desta forma, condições mais favoráveis à dispersão de poluentes em 1993 que em anos anteriores. A velocidade média mensal do vento mostrou-se bastante uniforme durante o inverno de 1993.

A tabela 26 mostra a distribuição mensal do número de dias favoráveis e desfavoráveis à dispersão de poluentes na atmosfera. A caracterização de dias favoráveis ou desfavoráveis é feita através da análise em conjunto das variáveis meteorológicas. Nesta tabela pode-se observar que praticamente metade dos dias dos meses de junho, julho e agosto de 1993 foram desfavoráveis à dispersão de poluentes. A tabela 27 mostra a porcentagem de dias favoráveis e desfavoráveis à dispersão de poluentes na atmosfera para os meses de maio a agosto dos anos de 1989 a 1993. Nela pode-se observar que o ano de 1993 só não foi mais desfavorável que o ano de 1991.

Através do estudo comparativo entre as condições meteorológicas observadas no ano de 1993 e os anos anteriores, verificou-se que a maior parte dos parâmetros meteorológicos analisados indicou condições favoráveis à dispersão de poluentes, todavia, a frequência elevada de inversões térmicas próximas à superfície foi responsável pelo considerável número de dias com condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão de poluentes em 1993.

TABELA 20 - Frequência Mensal dos Sistemas Frontais que passaram sobre São Paulo - 1989 à 1993.

MÊS	ANO				
	1989	1990	1991	1992	1993
JANEIRO	3	3	5	3	4
FEVEREIRO	5	2	3	5	4
MARÇO	4	3	4	4	3
ABRIL	4	4	6	5	5
MAIO	3	2	3	5	5
JUNHO	7	4	3	2	5
JULHO	6	5	4	6	5
AGOSTO	5	4	2	7	3
SETEMBRO	4	4	6	4	4
OUTUBRO	5	4	5	6	5
NOVEMBRO	5	6	4	4	4
DEZEMBRO	2	7	4	7	6
TOTAL	52	48	49	58	53

TABELA 21 - Dados Pluviométricos - 1993

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE SÃO PAULO (Mirante de Santana) - ESTADO DE SÃO PAULO												
LAT.: 23° 30'S			LON.: 46° 37'S			ALT.: 792,059m			ANO: 1993			
DIA	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
2	0.0	0.0	0.0	10.0	0.4	0.3	0.0	0.4	0.0	0.0	4.3	6.9
3	0.1	2.0	0.0	4.0	0.3	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
4	16.4	16.7	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	15.8	9.0	0.0	0.0
5	0.0	2.0	6.7	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	13.6	0.0	0.0
6	0.4	3.0	0.0	13.6	10.6	1.8	0.0	0.0	0.0	43.9	0.0	0.0
7	14.2	2.6	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	1.2	11.9	26.7
8	18.5	7.8	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	0.0	0.1	0.5
9	0.6	0.8	0.0	30.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
10	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0
11	6.3	0.4	0.4	0.0	0.0	19.6	0.0	1.6	3.9	0.0	0.0	11.7
12	6.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	2.0
13	10.0	11.8	0.0	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	24.2	0.0	0.0	0.2	11.8	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0
15	0.0	53.8	1.9	0.0	10.5	0.0	9.4	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0
16	0.0	14.4	7.7	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	24.2	2.6	0.0	0.2
17	0.0	20.6	6.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.3	0.1	0.0	0.2
18	27.2	3.2	0.0	0.0	0.0	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	35.0	1.3
19	40.5	29.3	0.1	0.0	0.0	12.8	0.0	0.0	0.0	15.3	2.2	0.0
20	0.0	29.3	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.2	22.1
21	52.4	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	7.8	0.0	5.8
22	0.0	8.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.9	20.3	0.0	0.0
23	0.0	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	11.0	3.6	0.0
24	0.0	25.2	3.8	37.6	0.0	0.0	0.0	29.2	24.8	3.4	16.5	0.0
25	11.2	0.1	26.2	2.1	0.0	0.0	0.0	19.5	9.7	0.0	0.0	26.6
26	4.6	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	5.8
27	1.0	0.0	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.3	19.3	19.2	0.2
28	0.0	15.4	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	17.2	0.0	0.0	3.7
29	0.0		8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.2
30	0.0		2.9	0.0	2.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0
31	0.0		0.0		60.4		0.1	0.0		0.0		4.6
TOTAL	248.7	265.6	92.5	118.4	101.2	57.5	15.2	52.1	206.7	148.5	96.2	180.3
FREQ.	17	22	16	8	11	10	5	5	15	13	10	20

TOTAL ANUAL : 1582.9 mm
 FREQ. ANUAL : 152 dias
 FONTE : 7° DISME/INME

TABELA 22 - Precipitação Mensal e Frequência de dias de Chuva da Estação Mirante de Santana - 1989 à 1993 (Nomal de 1961 à 1990).

DIA	ANO										
	1961 A 1990	1989		1990		1991		1992		1993	
	mm	mm	dias	mm	dias	mm	dias	mm	dias	mm	dias
JANEIRO	238.7	359.2	19	280.7	18	270.7	15	203.3	17	248.7	17
FEVEREIRO	217.4	326.5	18	152.8	14	358.0	15	184.0	15	265.6	22
MARÇO	159.8	185.1	18	228.8	18	451.3	26	273.7	19	92.5	16
ABRIL	75.8	96.2	9	76.7	5	178.4	14	58.3	9	118.4	8
MAIO	73.6	30.4	10	60.8	8	34.2	7	71.4	9	101.2	11
JUNHO	56.7	44.4	6	39.2	4	85.8	9	18.6	3	57.5	10
JULHO	44.1	144.7	8	121.0	16	26.2	4	39.1	7	15.2	5
AGOSTO	38.9	32.3	6	49.6	9	39.3	4	25.8	6	52.1	5
SETEMBRO	80.5	82.5	13	95.1	8	65.6	7	180.6	17	206.7	15
OUTUBRO	123.6	65.4	7	117.6	14	153.9	10	177.5	14	148.5	13
NOVEMBRO	145.8	82.4	12	76.0	14	48.0	9	213.8	16	96.2	10
DEZEMBRO	200.9	121.7	13	124.7	12	220.6	19	201.0	12	180.3	20
TOTAL	1455.8	1570.8	139	1423.0	140	1932.0	139	1647.1	144	1582.9	152
TOTAL DO PERÍODO CRÍTICO	213.3	251.8	30	270.6	37	185.5	24	154.9	25	226.0	31

TABELA 23 - Frequência de inversões térmicas, por faixa, nos anos de 1989 a 1993.
Aeroporto de Congonhas - São Paulo

ALTURA (m)	0 - 200					201 - 400					401 - 600					> 600					TOTAL						
	MÊS	ANO	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93
JANEIRO		1	1	1	3	5	8	5	8	5	1	6	6	4	4	5	5	8	7	13	1	11	20*	24	7*	25	
FEVEREIRO		1	1	1	1	6	9	4	11	8	1	6	4	11	8	1	6	12	13	16	9	6	23*	30	12*	19	
MARÇO		1	4	2	3	9	11	4	5	3	3	8	4	5	3	3	9	17	6	11	4	8	31	26*	18	28	
ABRIL		2	8	3	4	13	11	11	6	2	7	6	4	5	2	7	6	16	12	20	22	11	33	30*	41	38	34
MAIO		1	9	8	6	7	14	8	8	8	11	11	3	2	3	3	6	25	35	32	19	27	43	54	51	39	51
JUNHO		9	10	10	16	12	8	8	10	5	8	8	5	9	4	2	4	25	25	25	18	25	47	52	49	41	49
JULHO		16	10	10	7	14	8	14	2	9	7	7	3	4	5	4	3	33	27	32	18	21	60	55	49	38	45
AGOSTO		8	5	15	4	21	9	11	8	9	10	10	10	3	6	4	5	34	20	9	21	13	61	39	38	38	49
SETEMBRO		3	6	7	1	7	8	6	11	7	7	7	3	3	8	8	5	29	22	21	20	14	43	37*	47	36	33
OUTUBRO		2	2	2	1	1	3	10	8	5	10	9	9	8	6	7	9	33	15	21	18	22	47	35	35*	32	42
NOVEMBRO		1	1	1	1	3	8	8	8	10	3	6	6	7	8	5	8	26	13	13	12	11	36*	28	*	31	19
DEZEMBRO		1	1	1	3	3	7	3	7	4	4	5	5	5	5	7	7	17	21	27	27		25*	34	*	38	*
TOTAL		43	50	62	40	73	89	111	74	80	89	89	62	66	50	59	63	275	216	200	189	169	469*	443*	366*	368*	394

*OBS :
 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.
 SETEMBRO/93 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 11, 15 E 24.
 NOVEMBRO/93 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 20 E 30.
 DEZEMBRO/93 NÃO HOUVE SONDAJEM NOS DIAS - 01 A 31.

TABELA 24 - Velocidade Média do Vento e Porcentagem de Calmaria na Região da Grande São Paulo - 1993.

MÊS	JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		ABRIL		MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO		OUTUBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO	
	DIA	CALIM (%)	VEL (m/s)	CALIM (%)	VEL (m/s)	CALIM (%)	VEL (m/s)	CALIM (%)	VEL (m/s)	CALIM (%)	VEL (m/s)	CALIM (%)	VEL (m/s)	CALIM (%)	VEL (m/s)	CALIM (%)	VEL (m/s)	CALIM (%)	VEL (m/s)	CALIM (%)	VEL (m/s)	CALIM (%)	VEL (m/s)	CALIM (%)
01	16.4	33.3*	1.9	38.5	1.5	20.3	2.0	17.8	1.6	9.0*	10.4	2.0	1.7	2.4	15.3	2.0	18.8	1.5	16.7	2.4	14.1*	2.0		
02	22.3	1.6	1.9	30.4	1.3	43.6*	1.3	25.4	1.5	1.1	9.8	2.6	26.7	1.4	7.1	1.6	9.7	1.8	9.1*	2.4	3.1*	2.4		
03	29.9	1.5	1.9	14.8	1.6	31.5*	1.4	36.3	1.8	3.8	20.9	2.4	7.3*	1.3	2.7	2.0	18.3	2.1	2.9	2.4	5.3	2.3		
04	28.8*	1.3	1.7	23.1	1.4	17.5	1.6	15.4	2.1	13.2	35.2	2.1	9.7	1.7	0.8*	2.2	13.2*	1.7	4.2	2.5	9.2	1.9		
05	22.8	1.9	1.9	19.0*	1.6	15.3	1.8	2.5	3.3	9.4*	39.0	2.2	4.2	1.9	4.6	1.6	2.1*	2.3	1.9	2.8	5.6	1.8		
06	12.0	2.5	2.0	22.5	1.6	20.6*	2.0	18.3*	1.7	19.4*	1.2	12.9	3.2	1.5	39.2	1.8	1.0*	2.7	11.8	2.6	5.1	1.7		
07	29.0*	2.1	2.1	23.3	1.2	29.9	2.1	12.8	1.8	21.9*	1.4	11.9	38.2	1.1	35.6	1.9	1.0*	2.7	1.5*	2.5	19.3*	1.8		
08	8.7*	2.1	2.2	44.0*	1.3	31.0	2.2	13.3	1.7	6.6	1.7	2.1	41.2	1.2	1.4*	2.7	0.0	2.6	4.5	2.1	12.1	1.9		
09	3.8	2.7	2.3	39.8	1.3	15.5*	1.8	32.2	1.3	26.7	3.1	2.0	40.2	1.3	2.4	1.6	3.0	1.9	2.8	2.3	12.5*	1.6		
10	7.1*	2.3	2.1	21.7	1.6	7.2	1.9	31.6	1.4	15.2*	1.9	1.3	1.9	1.9	4.2*	1.5	19.9	1.7	2.7	2.4	11.0	1.8		
11	18.8*	2.1	1.8	15.5	1.7	11.8	2.2	36.0	2.0	3.7*	29.7	2.2	1.4*	2.0	0.4*	1.9	19.7	1.4	1.1	2.6	11.0*	1.6		
12	10.4*	1.9	1.3	13.2	1.8	11.1	2.1	27.7	2.0	9.3	12.2	1.8	26.1	1.7	0.0*	2.5	19.2	1.5	7.2	1.8	4.2*	2.6		
13	31.3*	1.4	1.2	14.8	1.7	14.8	1.3	29.8	2.3	25.9	3.4	2.1	4.5	2.1	1.2	2.5	12.7	1.7	10.8	1.6	0.8	2.4		
14	31.3*	1.3	1.5	27.4	1.6	33.3	1.4	2.4*	2.7	4.2	2.3*	1.9	8.4	1.9	0.8	2.7	15.4	1.7	14.6	1.5	12.6*	2.0		
15	43.6	1.7	1.5	37.1*	1.3	25.8	1.3	3.2*	1.9	7.5	10.2*	1.4	0.3	2.2	3.1*	1.9	14.1	2.0	11.1	1.5	3.2	2.4		
16	25.9	2.1	1.7	40.8	1.4	40.8	1.4	17.3	1.6	18.0	5.4	1.8	6.3	1.9	4.6*	2.2	10.4*	2.4	21.2	1.7	20.8	3.2		
17	18.3	2.1	1.3	17.6	1.6	17.6	1.6	20.0	1.9	31.5	1.3	2.0	13.9	1.7	31.7*	1.6	2.2	1.9	9.5	2.2	0.5	3.2		
18	28.2*	1.9	1.7	25.3	1.5	13.6	1.7	11.4	2.0	27.1*	4.2	1.4	22.1	1.5	16.3	1.9	15.3	2.1	3.8*	2.4	4.2*	2.6		
19	6.7*	1.7	1.5	5.7	2.4	12.9	1.8	12.6	1.8	2.9*	26.9	1.0	2.4	2.0	6.4	1.5	7.6*	1.9	3.2*	1.7	2.8	2.1		
20	2.7	1.8	2.1	5.3*	2.0	11.1	1.6	14.5	1.8	4.2	38.9	1.0	7.3	1.5	18.1	1.8	7.6*	1.9	4.5	2.1	13.8*	2.1		
21	25.8*	1.8	1.8	3.4*	2.7	38.9	1.3	23.9	1.7	3.8	1.7	44.7	0.0	2.6	9.2	1.8	17.4*	1.7	2.8	2.5	0.0*	3.0		
22	12.0	2.4	1.8	9.5	2.0	6.3	1.7	22.6	1.8	27.1	37.1	1.2	5.8	2.7	3.9*	1.8	19.0*	1.6	2.1	2.3	4.2	2.9		
23	14.8	2.6	1.6	28.0	1.5	26.3	1.7	20.2	1.6	31.5	35.4	1.3	2.7	2.2	11.3*	1.2	9.2*	2.0	27.2*	2.2	0.0	3.0		
24	12.0	2.1	1.3	16.0*	2.0	36.5*	1.3	17.4	1.6	28.9	38.0	1.6	8.9*	1.1	13.6*	1.4	0.7*	2.4	5.4*	1.8	1.3	2.5		
25	24.5*	2.0	1.6	25.2*	2.0	30.2*	1.4	34.1	1.5	34.4	0.0	2.4	21.5*	1.6	9.5*	1.8	3.5	2.0	9.8	1.8	1.9*	1.9		
26	13.7*	2.3	1.5	30.8	1.6	37.4	1.3	37.5	1.4	5.3	0.0	2.2	33.1	1.5	0.0	3.0	18.7	1.6	9.8*	1.9	33.7*	1.7		
27	13.9*	2.2	1.7	23.0*	1.5	35.5	1.6	43.4	1.5	33.0	2.4	2.3	25.9	1.6	3.8*	2.1	1.3*	2.6	2.3*	2.7	11.4	1.8		
28	24.5	2.0	1.5	18.3	1.8	18.3	1.8	3.8*	2.1	30.3	36.1	1.5	17.8*	1.5	17.8*	1.6	0.5	3.1	0.4	3.4	2.3*	2.6		
29	22.4	2.1	1.5	27.3*	1.9	20.0	1.5	6.6	2.1	22.9	5.7	1.5	37.5	1.3	2.8	2.2	2.1	2.7	9.5	2.8	0.0*	2.7		
30	11.5	2.1	1.4	17.1	1.4	17.1	2.0	16.7*	1.4	21.7	32.9*	1.2	37.0	2.2	3.5	1.7	7.6	1.9	9.8	2.0	0.0*	2.7		
31	13.4	1.8	1.7	26.1	1.8	12.1*	1.9	12.1*	1.9	18.8	18.8	2.6	24.6	1.9	1.9	1.7	8.0	1.8	9.8	2.0	4.6*	2.1		
MED	18.1	2.0	1.7	22.7	1.7	21.7	1.7	22.5	1.8	17.8	17.1	1.8	17.1	1.8	10.3	1.9	11.0	2.0	7.4	2.2	6.2	2.3		

* OBS : Dia com ocorrência de precipitação maior ou igual 1 mm.

TABELA 25 - Velocidade Média do Vento e Porcentagem Média de Calmaria da Região da Grande São Paulo (1989, 1990, 1991, 1992 e 1993).

ANO MES	1989		1990		1991		1992		1993	
	Calm. (%)	Vel. (m/s)	Calm. (%)	Vel. (m/s)	Calm. (%)	Vel. (m/s)	Calm. (%)	Vel. (m/s)	Calm. (%)	Vel. (m/s)
MAIO	13.4	1.8	21.6	1.8	21.0	1.9	23.8	1.9	20.0	1.8
JUNHO	17.8	1.8	21.0	1.9	27.7	1.7	31.3	1.7	16.7	1.8
JULHO	21.4	1.7	15.9	1.8	25.3	1.9	18.8	1.9	16.9	1.8
AGOSTO	13.6	2.0	13.1	2.0	21.0	1.9	15.8	1.9	16.1	1.8

TABELA 26 - Distribuição mensal do número de dias favoráveis e desfavoráveis a dispersão dos poluentes na atmosfera, na Região de São Paulo e Cubatão - 1989 à 1993.

MÊS \ ANO	FAVORÁVEIS					DESFAVORÁVEIS				
	89	90	91	92	93	89	90	91	92	93
JANEIRO	31	31	31	31	31					
FEVEREIRO	28	28	28	29	28					
MARÇO	31	31	31	31	31					
ABRIL	30	24	30	30	26		6			4
MAIO	16	23	23	27	23	15	8	8	4	8
JUNHO	21	18	19	14	15	9	12	11	16	15
JULHO	17	22	11	22	17	14	9	20	9	14
AGOSTO	20	19	15	25	18	11	12	16	6	13
SETEMBRO	29	22	21	28	27	1	8	9	2	3
OUTUBRO	31	31	31	31	31					
NOVEMBRO	30	30	30	30	30					
DEZEMBRO	31	31	31	31	31					

TABELA 27 - Porcentagem de dias favoráveis e desfavoráveis à dispersão de poluentes - Maio à Agosto.

CONDIÇÕES	ANOS				
	1989	1990	1991	1992	1993
FAVORÁVEIS	60.2	66.7	55.3	71.5	59.3
DESFAVORÁVEIS	39.8	33.3	44.7	28.5	40.7

6. PLANO DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR

6.1 Fontes Estacionárias

Programas de Controle na RMSP

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

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

Controle de Particulados

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

Controle de Fontes Geradoras de Incômodos

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

Controle da Fumaça Preta de Fontes Estacionárias de Combustão

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

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

Controle para Dióxido de Enxofre

O problema de poluição do ar por Dióxido de Enxofre (SO₂) 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 SO₂ emitido na RMSP à época do início do programa (1982). A estratégia fundamental para controle do SO₂ 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 SO₂ foi estabelecido em 20 kg de SO₂ por tonelada de óleo queimado para fontes novas e 40 kg de SO₂ por tonelada de óleo queimado para as fontes existentes. As 363 maiores fontes de emissão do poluente foram autuadas pela CETESB e, no prazo de 5 anos adequaram-se aos padrões. Atualmente não existem áreas de não atendimento ao padrão de qualidade do ar, dentro da RMSP.

Cubatão

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

Em cada um deles se especificava equipamentos, instalações e procedimentos de produção para que cada fonte atendesse aos padrões estabelecidos (ver Tabela 28). De 1984 a 1990, foram investidos 400 milhões de dólares por parte das indústrias no controle da poluição ambiental, com resultados altamente positivos. Atualmente a CETESB desenvolve a fase 2 do programa de controle, dirigida às fontes secundárias de poluição e às emissões fugitivas. Paralelamente, desenvolve ações de fiscalização e monitoramento para garantir a manutenção dos níveis de controle obtidos e condições seguras de operação nos processos e equipamentos que trabalham com substâncias perigosas.

TABELA 28 - Padrão de emissão para processos industriais de Cubatão.

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

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

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

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

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

Outras áreas do Estado de São Paulo

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

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

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

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

6.2 Fontes Móveis

Participação dos Veículos na Poluição do Ar de São Paulo

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

A contribuição de cada fonte de poluição do ar na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP pode ser facilmente visualizada na Figura 26, onde observa-se que os veículos automotores são as principais fontes de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NO_x) e dióxido de enxofre (SO₂). No que se refere a material particulado, a contribuição de cada fonte foi determinada a partir de um estudo baseado na aplicação de modelo receptor e os resultados aqui apresentados referem-se ao parâmetro partículas inaláveis.

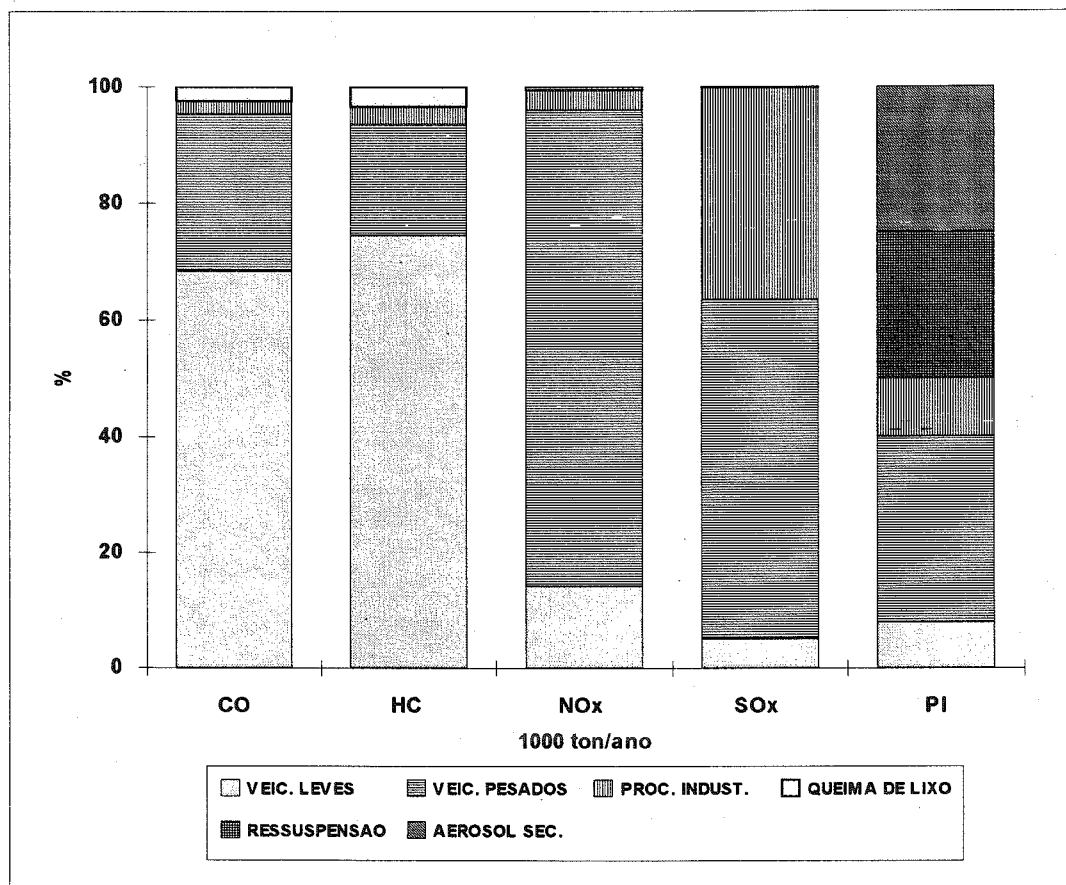


FIGURA 26 - Emissões relativas de poluentes por tipo de fontes.

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

PROCONVE

Constatada a gravidade da poluição gerada pelos veículos, a CETESB desenvolveu a base técnica que culminou com a Resolução nº 18/86 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabelece o PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, o qual, complementado por outras Resoluções posteriores e a Lei Federal nº 8723 de out/93, estabelece os limites de emissão resumidos na Tabela 29 e 30.

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

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

Os fabricantes de veículos vêm cumprindo satisfatoriamente as exigências legais, tendo-se atingido a redução média da ordem de 80% na emissão de poluentes dos novos veículos leves de 1992. Este segmento foi priorizado pelo PROCONVE porque grande quantidade destes veículos e sua intensa utilização, os caracterizam como o maior problema a ser enfrentado.

A Tabela 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 29 - Limites máximos de emissão para Veículos Leves Novos⁽¹⁾.

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

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

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

(3) Apenas para veículos a Diesel.

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

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

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

Tabela 30 - Limites de Emissão para Veículos Pesados Novos (1)

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

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

2) $k = C \cdot \sqrt{G}$, onde C = concentração carbônica (g/m³) e G = fluxo nominal de ar (l/s). Aplicável apenas aos veículos Diesel

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

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

5) veículos Otto e Diesel

TABELA 31 - Fatores Médios de Emissão de Veículos Leves Novos⁽¹⁾

ANO MODELO	COMBUSTÍVEL	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	CHO (g/km)	EMIÇÃO EVAPORATIVA DE COMBUSTÍVEL g/teste
PRÉ - 80	Gasolina	54	4.7	1.2	0.050	nd
80 - 83	Gasool	33	3.0	1.4	0.050	nd
	Álcool	18.0	1.6	1.0	0.160	nd
84 - 85	Gasool	28	2.4	1.6	0.050	23.0
	Álcool	16.9	1.6	1.2	0.180	10.0
86 - 87	Gasool	22	2.0	1.9	0.040	23.0
	Álcool	16.0	1.6	1.8	0.110	10.0
88	Gasool	18.5	1.7	1.8	0.040	23.0
	Álcool	13.3	1.7	1.4	0.110	10.0
89	Gasool	15.2 (-46%)	1.6 (-33%)	1.6 (0%)	0.040 (-20%)	23.0 (0%)
	Álcool	12.8 (-24%)	1.6 (0%)	1.1 (-8%)	0.110 (-39%)	10.0 (0%)
90	Gasool	13.3 (-53%)	1.4 (-42%)	1.4 (-13%)	0.040 (-20%)	2.7 (-88%)
	Álcool	10.8 (-36%)	1.3 (-19%)	1.2 (0%)	0.110 (-39%)	1.8 (-82%)
91	Gasool	11.5 (-59%)	1.3 (-46%)	1.3 (-19%)	0.040 (-20%)	2.7 (-88%)
	Álcool	8.4 (-50%)	1.1 (-31%)	1.0 (-17%)	0.110 (-39%)	1.8 (-82%)
92	Gasool	6.2 (-78%)	0.6 (-75%)	0.6 (-63%)	0.013 (-74%)	2.0 (-91%)
	Álcool	3.6 (-79%)	0.6 (-63%)	0.5 (-58%)	0.035 (-81%)	0.9 (-91%)

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

nd - não disponível

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

gasool : 78% + 22% álcool

Os Combustíveis e a Emissão de Poluentes

Um fato de suma importância para o PROCONVE é a especificação dos combustíveis comerciais e de referência para os ensaios de certificação, bem como a constância de suas características fundamentais a longo prazo. No caso do gasool, a proporção de 22% ± 1.0% em volume de álcool adicionado à gasolina foi adotada pelo CONAMA por recomendação do setor energético, visto que era esta a realidade dos últimos anos e não havia perspectiva de alteração. Por isso as montadoras de veículos e os órgãos ambientais vêm conquistando os resultados do PROCONVE, com base nesta especificação. Esta exigência foi ratificada pela Lei Federal 8723 de outubro de 1.993.

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

A concepção tecnológica do motor e as características de qualidade do combustível utilizado são os fatores principais da emissão de poluentes. Para obter a menor emissão possível, é necessário dispor de tecnologias avançadas de combustão e de dispositivos de controle de emissões, bem como de combustíveis "limpos" (de baixo potencial poluidor). Além disso, a compatibilidade entre o motor e o combustível é fundamental

para o pleno aproveitamento dos benefícios que podem ser obtidos, tanto para a redução das emissões, quanto no desempenho, dirigibilidade, consumo de combustível e manutenção mecânica.

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

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

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

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

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

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

A redução dos níveis de emissão dos veículos novos é fator fundamental, mas não garante por si só a melhoria da qualidade do ar. É necessário garantir também que os veículos sejam mantidos conforme as recomendações do fabricante. O PROCONVE previa a implantação de programas de inspeção e manutenção de veículos em uso (I/M) nos grandes centros urbanos, o que foi efetivado em 1.993, conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 07/93.

Com base nesta legislação a CETESB apresentou uma proposta ao Governo do Estado de São Paulo para a implantação de um programa de I/M na RMS a partir de 1.996.

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

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

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

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

6.3 Operação Inverno

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

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

ESTAÇÕES DA REDE MANUAL NA GRANDE SÃO PAULO

ESTAÇÃO	ENDEREÇO
Aclimação	Superintendência de Controle de Endemias Rua Tamandaré, 649 - Aclimação
Campos Elíseos	Universidade Estadual Paulista "Julio 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 Jr, 345 - Pinheiros
Mogi das Cruzes	Rua Prof. Leonor O. Mello, 201 - Mogi das Cruzes

ESTAÇÕES DA REDE DE AMOSTRADORES DE GRANDES VOLUMES

ESTAÇÃO	ENDEREÇO
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
Santo André - Capuava	Posto de Puericultura do Alto de Capuava Rua Manágua, 2 - Santo André
S. Bernardo do Campo - Vila Paulicéia	Escola Municipal de Vila Paulicéia Rua Casper Libero, 340 - São Bernardo do Campo
Pinheiros - CETESB	Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 - Pinheiros
Cubatão Centro	Centro Social Urbano de Cubatão Rua Salgado Filho, 121 - Cubatão
Cubatão - Vila Parisi	Rua Prefeito Armando Cunha, 70 Cubatão

ESTAÇÕES DA REDE MANUAL NO INTERIOR DO ESTADO

ESTAÇÃO	ENDEREÇO
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
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 (ao lado da rodoviária) - Jundiaí
Limeira	Praça do Poder Legislativo - Limeira
Mogi Guaçu	Rua Raul P. Harris - Mogi Guaçu
Paulínia	Praça 28 de Fevereiro - Paulínia
Araraquara	Rua São Paulo - Araraquara
São Carlos	Praça dos Voluntários - São Carlos
Ribeirão Preto	Praça 9 de Julho - Ribeirão Preto
Franca	Av. Champanhat - Franca
Santos	Praça Cel. Fernando Prestes - Santos

ANEXO 2

DADOS DE QUALIDADE DO AR

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

LOCAL DE AMOSTRAGEM	1989				1990				1991				1992				1993			
	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		1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIAS	
			ARITM	GEOM			ARITM	GEOM			ARITM	GEOM			ARITM	GEOM				
Parque D. Pedro II	273	238	64	53	310	277	79	64	187	179	70	59	173	165	49	39	206	175	67	60
Santana	129	117	60	58	-	-	76	70	-	-	-	-	158	156	72	68	163	148	65	61
Moóca	175	158	56	52	270	252	73	66	190	183	73	67	189	184	74	68	228	198	92	86
Cambuci	194	168	53	43	174	161	73	66	176	153	39	29	171	168	46	30	111	108	52	48
Parque Ibirapuera	152	133	35	32	150	148	42	36	184	178	53	43	140	140	48	43	169	146	48	42
N. Senhora do Ó	142	141	45	40	157	150	61	54	173	168	57	48	158	136	58	54	172	170	69	64
São Caetano do Sul	249	231	85	78	354	289	120	114	463	432	144	121	182	175	87	81	185	184	63	55
Congonhas	174	156	57	48	196	195	73	64	264	220	82	73	160	155	58	52	175	169	62	54
Lapa	229	226	63	54	423	264	74	62	215	193	79	67	187	155	61	53	169	153	56	48
Cerqueira César	165	139	70	45	234	228	95	84	257	233	107	98	201	184	92	86	185	176	90	86
Penha	232	188	59	54	314	232	62	56	183	181	62	56	167	148	53	48	157	149	51	45
Guarulhos	191	168	79	72	319	293	90	81	296	291	101	89	286	218	78	71	282	277	93	85
São André - Centro	202	186	46	39	409	193	50	40	286	260	66	52	168	160	41	33	233	226	70	59
Diadema	265	219	67	58	166	125	34	26	199	194	67	54	177	176	56	50	164	162	60	53
Santo Amaro	162	162	57	54	296	215	52	40	224	197	72	59	233	223	66	57	174	170	63	54
Osasco	232	217	69	63	165	159	74	68	235	195	71	62	152	142	69	64	181	178	90	85
São André-Capuava	171	146	60	57	386	174	44	35	196	185	76	71	134	128	62	59	152	146	76	72
SBC - Vila Paulicéia	273	222	56	49	350	206	49	40	219	211	64	54	199	185	56	51	215	201	67	60
Taboão da Serra	275	263	80	72	215	192	60	55	209	199	75	66	150	148	47	40	211	210	77	66
S. Miguel Paulista	174	135	43	38	390	213	55	42	206	194	55	42	224	202	45	36	196	181	43	33
Mauá	108	79	18	14	113	100	24	14	142	114	21	11	90	82	21	13	217	154	40	30
Cubatão-Vila Nova	133	127	52	44	143	121	43	37	150	126	46	41	132	120	60	54	149	131	55	51
Cubatão - Centro	173	117	54	51	200	197	58	50	304	223	67	59	243	184	60	60	283	238	47	41
Cubatão-Vila Parisi	319	293	115	105	438	255	90	78	603	460	147	126	252	226	94	81	329	294	129	118

TABELA B - Partículas Inaláveis - Rede Automática (Monitor Beta) - 1993
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

LOCAL DE AMOSTRAGEM	MÉDIA ARITMÉTICA ANUAL	N	ULTRAPASSAGENS DO PADRÃO DE QUALIDADE DO AR (24 HORAS)				1º MÁXIMA DIÁRIA	2º MÁXIMA DIÁRIA
			PQAR	AT	AL	EM		
Parque D. Pedro II	67	341	8	0	0	0	206	175
Santana	65	320	1	0	0	0	163	148
Moóca	92	283	24	0	0	0	228	198
Cambuci	52	266	0	0	0	0	111	108
Parque Ibirapuera	48	290	1	0	0	0	169	146
Nossa Senhora do Ó	69	333	4	0	0	0	172	170
São Caetano do Sul	63	324	9	0	0	0	185	184
Congonhas	62	349	3	0	0	0	175	169
Lapa	56	335	2	0	0	0	169	153
Cerqueira César	90	349	12	0	0	0	185	176
Penha	51	289	1	0	0	0	157	149
Guarulhos	93	338	32	4	0	0	282	277
Santo André - Centro	70	356	17	2	0	0	233	226
Diadema	60	286	4	0	0	0	164	162
Santo Amaro	63	288	7	0	0	0	174	170
Osasco	90	345	19	0	0	0	181	178
Santo André - Capuava	76	309	1	0	0	0	152	146
S. B. C. - V. Paulicéia	67	335	14	0	0	0	215	201
Taboão da Serra	77	319	24	0	0	0	211	210
São Miguel Paulista	43	290	4	0	0	0	196	181
Mauá	40	269	3	0	0	0	217	154
Cubatão - Vila Nova	55	289	0	0	0	0	149	131
Cubatão - Centro	47	292	3	1	0	0	283	238
Cubatão - Vila Parisi	129	344	108	12	0	0	329	294

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														
	1989			1990			1991			1992			1993		
	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	112	110	34	79	76	24	80	69	18	78	74	22	98	96	29
Santana	84	59	25	-	-	-	-	-	-	114*	40*	16*	50	49	16
Moóca	148	132	43	78	63	16	143	131	17	91	77	15	81	76	21
Cambuci	155	120	45	86	78	30	86	80	33	67*	64*	28*	123	110	35
Parque Ibirapuera	73	64	16	52	42	12	66	54	12	32	30	8	57	53	12
N. Senhora do Ó	67	55	12	64	63	12	62	56	13	72*	51*	7*	26	24	8
São Caetano do Sul	106	99	41	72	67	30	67	62	15	66	59	13	86	82	14
Congonhas	103	103	46	74	73	23	80	80	28	78*	77*	32*	91	82	34
Lapa	178	174	59	118	117	39	114	109	30	78	67	25	96	92	29
Cerqueira César	147	135	34	77	66	23	109	97	22	50	48	19	74	64	18
Penha	81	58	11	39	38	9	58	53	12	61	38	11	57	55	11
Prça do Cordeiro (1)	51	46	10	76	72	19	42	34	9	-	-	-	-	-	-
Centro (2)	-	-	-	-	-	-	62	46	17	86	66	22	68	65	20
Guarulhos	89	84	30	88	81	28	177	80	26	61	54	20	89	82	22
Sto. André - Centro	57	57	18	48	44	16	66	61	13	114	80	14	74	68	15
Diadema	87	85	16	48	44	11	64	61	15	66	53	13	61	51	16
Santo Amaro	98	93	30	61	60	18	72	42	16	54	40	16	71	62	22
Osasco	87	86	29	49	49	18	77	53	18	50	48	15	70	59	15
Sto. André-Capuava	62	59	15	107	81	10	34	26	6	30	26	5	45	44	10
S. B. C. - Vila Paulicéia	57	46	14	52	52	16	80	66	14	62	56	15	82	56	16
Taboão da Serra	49	49	12	83	81	19	42	37	8	86	78	19	85	76	24
S. Miguel Paulista	66	39	6	40	32	16	37	35	8	114	50	7	68	62	10
Mauá	71	46	12	103	43	9	45	21	5	22	21	4	82	68	8
Cubatão - Vila Nova	41	32	9	52	42	10	59	54	11	29	29	5	78	62	10
Cubatão - Centro	45	40	11	68	65	18	80	78	15	38*	32*	7*	29	25	6
Cubatão - Vila Parisi	109	105	24	70	69	15	120	120	10	177	154	29	155	136	18

(1) Fim de operação em 04/1/91

(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 (Número de Dias)										1ª Máxima - 8h					2ª Máxima - 8h				
	PQAR (8h)					Nível de Atenção (8h)														
	1989	1990	1991	1992	1993	1989	1990	1991	1992	1993	1989	1990	1991	1992	1993	1989	1990	1991	1992	1993
Praça do Correio (1)	175	172	17	-	-	11	2	0	-	-	24,7	19,5	12,2	-	-	24,7	15,2	11,4	-	-
Centro (2)	-	-	0	0	27	-	-	0	0	3	-	-	7,6*	8,7	22,8	-	-	6,5*	8,4	17,3
Parque D. Pedro II	2	-	3*	2*	-	0	-	0*	0*	-	11,3	-	10,4*	11,2*	-	11,1	-	9,6*	9,1*	-
Moóca	0	-	3*	-	-	0	-	0*	-	-	5,5	-	10,4*	-	-	3,6	-	9,5*	-	-
Congonhas	26	85	58*	0*	-	3	1	1*	0*	-	21,4	16,1	15,8*	9,0*	-	19,3	14,7	15,0*	4,0*	-
Cerqueira César	47	64	66*	78	43	2	11	8*	1	0	16,9	23,7	19,8*	15,7	14,6	16,9	20,7	17,9*	14,7	12,8

PQAR - Padrão de Qualidade do Ar

(1) Fim de operação em 04/11/91.

(2) Início de operação em 18/11/91.

* Não atendem ao critério de representatividade.

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

ESTAÇÃO	Ultrapassagens do Padrão										1ª Máxima - 1h					2ª Máxima - 1h				
	PQAR (Número de horas)					Nível de Atenção (Dias)														
	1989	1990	1991	1992	1993	1989	1990	1991	1992	1993	1989	1990	1991	1992	1993	1989	1990	1991	1992	1993
Parque D. Pedro II	45	28	18	9	1*	10	12	6	0	0*	273	335	380	185	410*	261	303	326	179	128*
Moóca	75	76	39	20	56	15	42	23	2	7	339	517	476	224	523	299	486	464	218	346
Congonhas	27	16	8	14	19	7	6	3	4	5	356	315	236	272	233	329	312	230	236	220
Lapa	30	37	36	0	25*	7	14	18	0	6*	269	415	380	-	242*	251	362	368	-	227*
Cubatão-Vila Nova	10	5	0*	1*	-	3	2	0*	1*	-	261	240	138*	248*	-	231	238	118*	96*	-
Cubatão - Centro	23	12	9	7*	2*	6	3	3	2*	0*	269	231	296	266*	181*	236	222	254	242*	175*

PQAR - Padrão de Qualidade do Ar

* Não atendem ao critério de representatividade.

TABELA F - Dióxido de Nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1993

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*	85	158	57	0	0	0	1097	1001
Congonhas*	99	214	125	0	0	0	784	689
Cerqueira César*	62	180	9	0	0	0	568	505

PQAR - Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT - Atenção

AL - 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									
	1989		1990		1991		1992		1993	
	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX	NO2	NOX
Parque D. Pedro II	53	155	52	140	47	140	48*	153*	45*	148*
Moóca	15	22	--	--	29*	50*	15*	25*	--	--
Congonhas	52	211	54	197	34*	190*	32*	148*	52*	251*
Carqueira César	33	112	40	113	44	144	40*	97*	33*	140*

* Não atendem ao critério de representatividade.

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

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

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

TABELA I - Rede Manual

DIÓXIDO DE ENXOFRE - ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO														
	1989			1990			1991			1992			1993		
	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	101	98	43	77	69	38	98	78	40	60	55	33	134	97	42
Campos Elíseos	132	116	56	186	177	78	110	86	54	71	63	42	119	92	52
Moema	109	87	41	192	135	56	99	80	40	64	62	40	105	89	45
Praça da República	109	103	44	115	112	47	94	90	37	70	48	32	104	95	42
Tatuapé	159	128	62	267	252	132	145	140	71	144	138	56	113	79	40
Pinheiros	102	62	31	74	73	27	70	68	27	49	41	25	85	81	30
Mogi das Cruzes	77	61	32	75	66	33	74	65	28	77	60	26	73	69	31

FUMAÇA - ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO														
	1989			1990			1991			1992			1993		
	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	170	142	47	166	131	51	171	137	44	137	117	43	205	182	47
Campos Elíseos	243	232	103	248	214	103	273	223	102	214	209	96	275	268	102
Moema	177	156	55	169	153	61	209	178	50	155	130	47	235	234	58
Praça da República	191	150	51	213	185	63	220	130	52	144	123	52	204	194	58
Tatuapé	246	222	69	267	214	76	270	196	68	178	124	56	264	201	66
Pinheiros	201	160	45	227	148	50	314	178	48	188	112	38	198	172	44
Mogi das Cruzes	69	52	16	61	49	19	60	59	20	56	40	15	60	58	17

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

DIÓXIDO DE ENXOFRE - (µg/m³)															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	1989			1990			1991			1992			1993		
	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	22	0	56	38	0	58	—	0	32	38	0	53	42	0	53
2. S. J. CAMPOS	34	0	43	58	0	59	56	0	53	38	0	55	55	0	59
3. SOROCABA	53	0	46	49	0	42	—	0	35	65	0	56	92	0	57
4. ITU	50	0	51	41	0	47	—	0	4	34	0	54	43	0	53
5. SALTO	30	0	55	32	0	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6. VOTORANTIM	41	0	51	39	0	42	—	—	33	31	0	56	41	0	56
7. AMERICANA	54	0	57	27	0	18	—	0	34	60	0	48	70	0	59
8. ARARAS	30	0	36	22	0	45	29	0	36	36	0	40	37	0	59
9. CAMPINAS	35	0	47	25	0	48	—	0	26	53	0	51	46	0	57
10. JUNDIAI	38	0	57	31	0	34	—	0	36	48	0	45	70	0	56
11. LIMEIRA	44	0	57	34	0	53	45	0	38	45	0	48	66	0	60
12. M. GUAÇU	20	0	26	19	0	21	—	0	16	26	0	50	28	0	56
13. PAULÍNIA	43	0	50	26	0	52	—	0	26	53	0	48	59	0	59
14. ARARAQUARA	10	0	39	8	0	28	—	0	32	7	0	48	9	0	48
15. S. CARLOS	8	0	39	8	0	27	—	0	41	7	0	48	9	0	50
16. RIB. PRETO	28	0	30	31	0	37	26	0	58	33	0	59	32	0	59
17. FRANCA	17	0	3	34	0	52	41	0	53	44	0	44	30	0	41
18. SANTOS	29	0	50	22	0	53	47	0	53	44	0	56	73	0	55

FUMAÇA - (µg/m³)															
LOCAL DE AMOSTRAGEM	1989			1990			1991			1992			1993		
	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	11	0	53	17	0	58	—	0	32	17	0	53	21	0	53
2. S. J. CAMPOS	45	0	42	22	0	59	22	0	53	9	0	55	21	0	59
3. SOROCABA	56	0	47	61	0	42	—	1	35	34	0	56	65	3	57
4. ITU	46	0	52	22	0	46	—	0	4	13	0	54	26	0	52
5. SALTO	26	0	54	16	0	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6. VOTORANTIM	26	0	49	26	0	41	—	0	33	19	0	56	23	0	56
7. AMERICANA	26	0	56	13	0	22	—	2	34	32	0	48	34	0	59
8. ARARAS	27	0	37	15	0	49	18	0	36	26	0	40	17	0	59
9. CAMPINAS	44	0	48	39	0	56	—	0	26	30	0	51	30	0	57
10. JUNDIAI	45	0	56	41	0	35	—	1	36	36	0	45	36	0	57
11. LIMEIRA	30	0	57	31	0	56	31	0	38	33	0	48	34	0	60
12. M. GUAÇU	17	0	25	17	0	25	—	0	16	14	0	50	15	0	56
13. PAULÍNIA	30	0	50	25	0	56	—	0	26	29	0	48	24	0	59
14. ARARAQUARA	12	0	39	21	0	28	—	0	32	17	0	48	14	0	47
15. S. CARLOS	11	0	36	20	0	26	—	0	41	21	0	48	20	0	49
16. RIB. PRETO	42	0	30	41	0	37	46	0	59	58	0	59	59	0	59
17. FRANCA	49	0	3	42	0	51	52	0	53	43	0	44	59	0	50
18. SANTOS	33	0	55	23	0	57	32	0	57	30	0	56	33	0	60

**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	1989				1990				1991				1992				1993			
	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	49	169	507	451	60	181	637	468	57	115	305	291	58	130	298	287	58	120	393	288
Parque Ibirapuera	52	73	252	222	60	72	252	192	59	69	253	213	58	65	223	169	58	69	232	216
São Caetano do Sul	54	138	290	289	60	117	265	251	46	167	593	550	55	80	202	158	57	76	206	202
Penha	50	66	239	206	58	75	205	196	55	69	273	242	57	68	220	165	59	74	278	229
Santo Amaro	54	92	309	276	60	98	338	295	56	82	304	293	55	86	237	177	60	91	303	238
Osasco	51	130	453	382	60	123	283	268	56	111	299	254	57	105	276	230	58	105	280	226
Sto. André-Capuava	56	74	191	166	59	82	194	185	58	75	225	210	57	65	156	152	59	74	207	178
SBC-Vila Paulicéia	54	101	289	272	60	88	330	217	54	91	306	258	60	89	332	233	59	86	309	264
Pinheiros	52	59	243	200	59	75	202	171	58	69	229	200	57	67	213	175	58	75	241	227
Cubatão - Centro	51	91	229	170	60	85	217	162	51	82	484	304	58	77	451	166	59	80	255	194
Cubatão-Vila Parisi	55	245	598	485	60	198	453	425	57	201	508	479	57	168	420	374	58	202	555	453

**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)																													
	1989						1990						1991						1992						1993					
	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	49	15	5	0	0	0	60	19	5	1	0	0	57	3	0	0	0	0	0	0	0	0	58	4	1	0	0	0		
Parque Ibirapuera	52	1	0	0	0	0	60	1	0	0	0	59	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0		
São Caetano do Sul	54	8	0	0	0	0	60	3	0	0	0	46	18	8	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0		
Penha	50	0	0	0	0	0	58	0	0	0	0	55	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0		
Santo Amaro	54	2	0	0	0	0	60	2	0	0	0	56	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0		
Osasco	51	5	2	0	0	0	60	3	0	0	0	56	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	1	0	0	0	0		
Sto. André-Capuava	56	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0		
SBC-Vila Paulicéia	54	3	0	0	0	0	60	1	0	0	0	54	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1	0	0	0	0		
Pinheiros	52	1	0	0	0	0	59	0	0	0	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0		
Cubatão - Centro	51	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	51	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	1	1	0	0	0		
Cubatão - Vila Parisi	55	32	10	0	0	0	60	21	5	0	0	57	21	6	0	0	0	0	0	0	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 - 1993

	ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	1º MAX DIÁRIA	2º MAX DIÁRIA	MÉDIA ARITM.	ULTRAPASSAGENS DOS PADRÕES			
						PQAR	AT	AL	EM
S O 2	Aclimação	60	134	97	42	0	0	0	0
	Campos Elíseos	57	119	92	52	0	0	0	0
	Moema	58	105	89	45	0	0	0	0
	Praça da República	60	104	95	42	0	0	0	0
	Tatuapé	57	113	79	40	0	0	0	0
	Pinheiros	60	85	81	30	0	0	0	0
	Mogi das Cruzes	56	73	69	31	0	0	0	0
F U M A Ç A	Aclimação	60	205	182	47	3	0	0	0
	Campos Elíseos	57	275	268	102	8	2	0	0
	Moema	58	235	234	58	5	0	0	0
	Praça da República	60	204	194	58	4	0	0	0
	Tatuapé	57	264	201	66	4	1	0	0
	Pinheiros	60	198	172	44	4	0	0	0
	Mogi das Cruzes	56	60	58	17	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 - 1993
Dióxido de Enxofre

ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	1ª MAX	2ª MAX	ULTRAPASSAGENS DOS PADRÕES			
					PQAR	AT	AL	EM
1. TAUBATÉ	53	42	145	103	0	0	0	0
2. S. J. CAMPOS	59	55	123	102	0	0	0	0
3. SOROCABA	57	92	195	162	0	0	0	0
4. ITU	53	43	100	87	0	0	0	0
5. SALTO	-	-	-	-	-	-	-	-
6. VOTORANTIM	56	41	71	56	0	0	0	0
7. AMERICANA	59	70	152	144	0	0	0	0
8. ARARAS	59	37	120	85	0	0	0	0
9. CAMPINAS	57	46	115	98	0	0	0	0
10. JUNDIAI	56	70	201	190	0	0	0	0
11. LIMEIRA	60	66	180	164	0	0	0	0
12. M. GUAÇU	56	28	90	69	0	0	0	0
13. PAULÍNIA	59	59	197	136	0	0	0	0
14. ARARAQUARA	48	9	13	10	0	0	0	0
15. S. CARLOS	50	9	18	10	0	0	0	0
16. R. PRETO	59	32	47	47	0	0	0	0
17. FRANCA	41	30	66	63	0	0	0	0
18. SANTOS	55	73	133	132	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 - 1993
Fumaça

ESTAÇÃO	NUM. AMOST.	MÉDIA ARIT.	1º MAX	2º MAX	ULTRAPASSAGENS DOS PADRÕES			
					PQAR	AT	AL	EM
1. TAUBATÉ	53	21	85	77	0	0	0	0
2. S. J. CAMPOS	59	21	112	96	0	0	0	0
3. SOROCABA	57	65	184	182	3	0	0	0
4. ITU	52	26	74	60	0	0	0	0
5. SALTO	--	--	--	--	--	--	--	--
6. VOTORANTIM	56	23	70	52	0	0	0	0
7. AMERICANA	59	34	105	103	0	0	0	0
8. ARARAS	59	17	62	52	0	0	0	0
9. CAMPINAS	57	30	96	88	0	0	0	0
10. JUNDIAI	57	36	120	97	0	0	0	0
11. LIMEIRA	60	34	104	100	0	0	0	0
12. M. GUAÇU	56	15	52	50	0	0	0	0
13. PAULÍNIA	59	24	87	64	0	0	0	0
14. ARARAQUARA	47	14	69	60	0	0	0	0
15. S. CARLOS	49	20	74	70	0	0	0	0
16. R. PRETO	59	59	123	119	0	0	0	0
17. FRANCA	50	59	147	134	0	0	0	0
18. SANTOS	60	33	138	62	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.
- Portaria IBAMA nº 1937/90, que disciplina o controle de emissão para veículos importados.
- Lei Federal nº 8723 de out/93, que estabelece os critérios básicos, prazos e limites de emissão para veículos novos e convertidos, define o percentual de álcool na gasolina e incentiva o planejamento dos transportes como meio de controle ambiental.
- Resolução CONAMA nº 03/89, que estabelece os métodos de medição e os limites de emissão de aldeídos para veículos leves novos a álcool.
- Resolução CONAMA nº 04/89, que estabelece metas para o desenvolvimento do método de medição da emissão de álcool em veículos.
- Resolução CONAMA nº 06/93, que estabelece a obrigatoriedade dos fabricantes e importadores de veículos disporem de procedimentos e infraestrutura para a divulgação sistemática das especificações de regulação e manutenção dos motores e sistemas de controle de poluição.
- Resolução CONAMA nº 07/93, que estabelece os padrões de emissão e procedimentos de inspeção para veículos em uso, bem como os critérios para a implantação dos Programas de I/M.
- Resolução CONAMA nº 08/93, que estabelece novos prazos e limites de emissão para veículos novos (pesados em geral, leves a diesel e importados), bem como recomenda as especificações do óleo diesel comercial necessárias ao controle ambiental.
- Resolução CONAMA nº 16/93, que regulamenta a Lei nº 8723, ratificando as exigências das Resoluções CONAMA emitidas anteriormente sobre o assunto.

2. Legislação do Estado de São Paulo

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

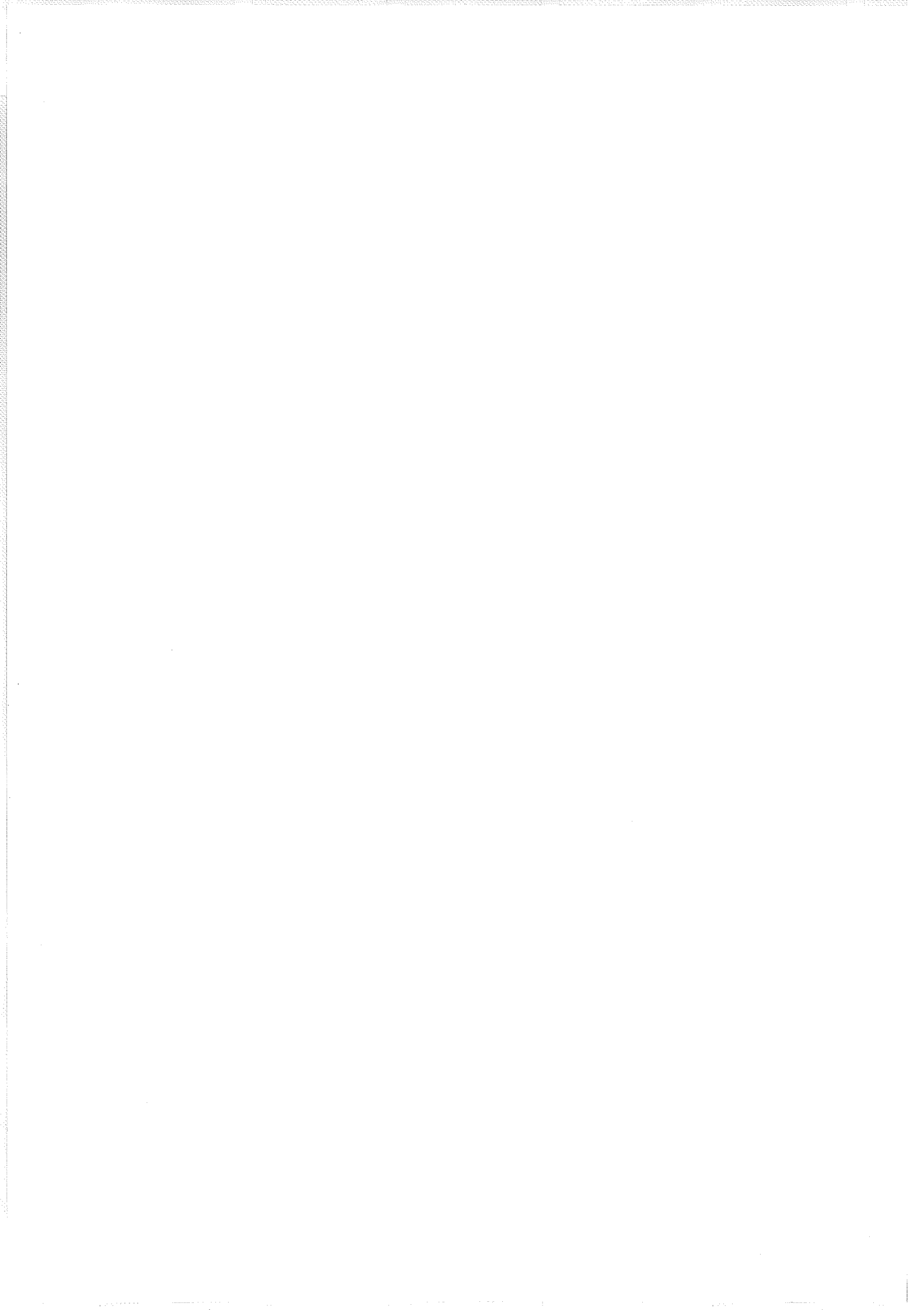
ANEXO 4

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

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





GOVERNO DE SÃO PAULO
CONSTRUINDO UM FUTURO MELHOR

