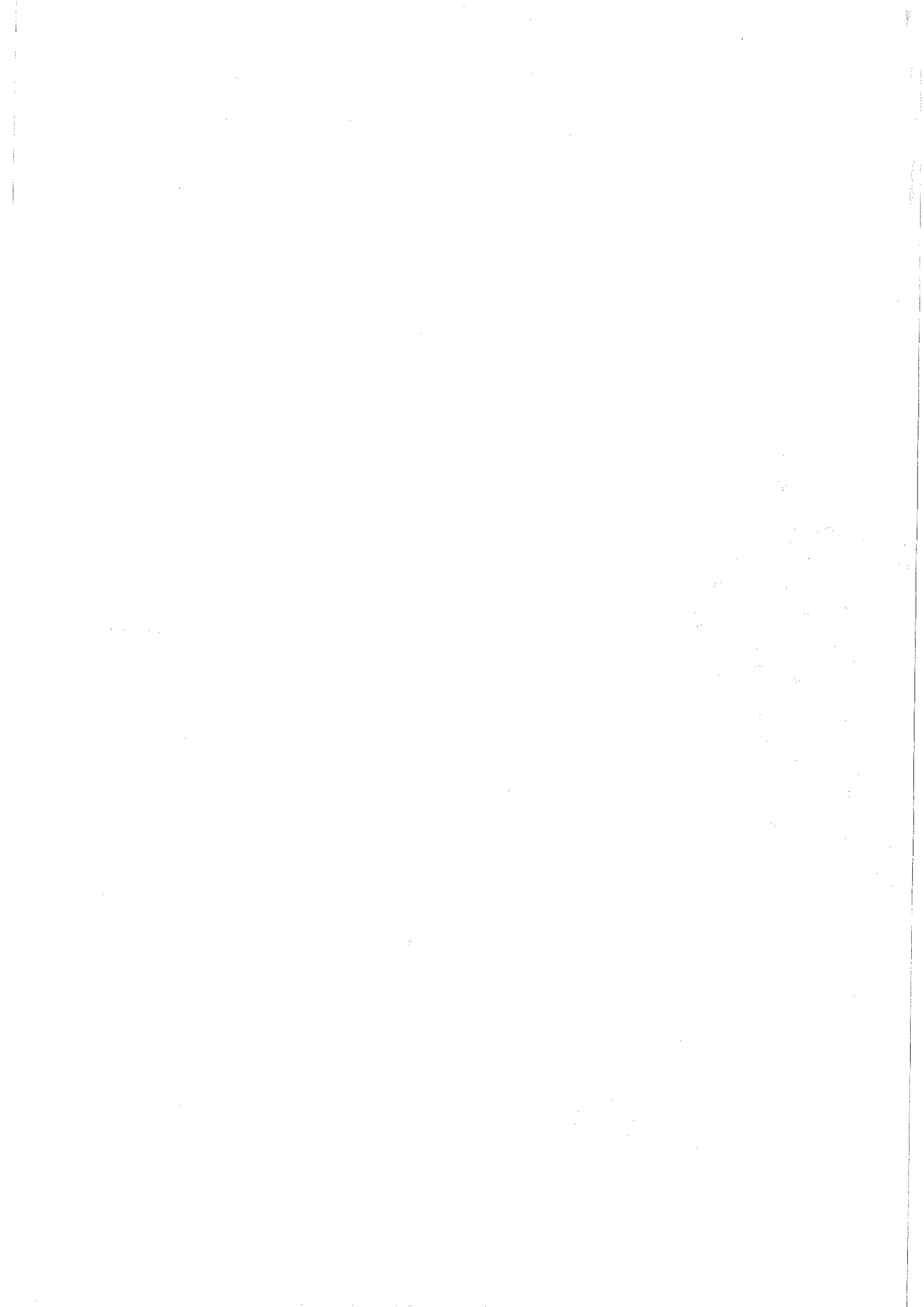


Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - 1999

Relatórios Ambientais

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE
CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL





Governo do Estado de São Paulo

Mário Covas • Governador

Secretaria de Estado do Meio Ambiente

Ricardo Trípoli • Secretário

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Dráusio Barreto • Diretor Presidente

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Série Relatórios - ISSN 0103-4103

FICHA CATALOGRÁFICA

(Preparada pelo Setor de Biblioteca da CETESB)

C418r CETESB, São Paulo

Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo 1999. — São Paulo : CETESB, 2000.

53p.+ anexos : il. ; 30 cm. — (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103)

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

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

CDD (18. ed.) 614.71

CDU (2.ed. med. port.) 614.71(815.6)

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

Edição de Arte

Vera Severo

Projeto Gráfico

Yog Sothoth

Fotolito

Impressão



Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

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

1999

São Paulo

2000

Apresentação

O "Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo", publicado anualmente pela CETESB e distribuído à comunidade em geral, apresenta uma consolidação de todos os dados de qualidade do ar obtidos através do Sistema de Avaliação de Qualidade do Ar da CETESB.

Como consequência da política de aperfeiçoamento do diagnóstico da contaminação atmosférica no Estado de São Paulo, este relatório apresenta as análises da qualidade do ar no ano de 1999. Também consolida as tendências observadas através do monitoramento que vem sendo efetuado não só nas áreas mais críticas da Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão, mas também em outras áreas do interior do estado, onde os aspectos preventivos destacam-se como mais importantes.

A leitura deste relatório permitirá verificar que na Região Metropolitana de São Paulo, a concentração dos poluentes tem apresentado uma tendência de queda, como consequência positiva do PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores e também a redução do nível de fumaça preta como consequência da "Operação Caça-Fumaça". O controle e fiscalização sobre as emissões industriais tem garantido que as tendências de queda da poluição sejam mantidas. O poluente ozônio tem demonstrado sua importância nestes últimos anos, e a exemplo de anteriores políticas de sucesso como a redução do dióxido de enxofre, do monóxido de carbono e da fumaça-preta, ações específicas para a redução do ozônio troposférico já estão sendo implementadas.

Esperamos que os dados e informações reunidas neste relatório possibilitem acompanhar a evolução da qualidade do ar ao longo do tempo, permitindo uma análise sobre os efeitos das ações corretivas e preventivas, e identificar as prioridades de ação do controle à poluição do ar.

RICARDO TRIPOLI
Secretário de Estado do Meio Ambiente

Edição

Coordenação Geral :

Quím. Claudio Darwin Alonso

Coordenação Técnica :

Quím. Jesuíno Romano

Elaboração Técnica :

Tecnól. Carlos Eduardo Negrão

Met. Carlos Ibsen V. Lacava

Eng.º Homero Carvalho

Eng.º Manoel Paulo de Toledo

Eng.ª Maria da Penha de O. Alencar

Quím. Maria Helena R. B. Martins

Fís. Renato Ricardo A. Linke

Met. Ricardo Anazia

Coleta de Amostras, Análise e Aquisição de Dados :

Setor de Amostragem e Análise do Ar

Setor de Interpretação de Dados

Setor de Meteorologia

Setor de Telemetria

Departamento de Tecnologia de Emissões de Veículos

Coordenadoria de Ações Técnicas em Poluição do Ar

Regional da Bacia do Rio Grande

Regional da Bacia do Rio Piracicaba

Regional da Bacia do Rio Paraná

Regional da Bacia do Alto Tietê I

Regional da Bacia do Alto Tietê II

Regional das Bacias do Paraíba do Sul e Litoral Norte

Regional da Bacia da Baixada Santista

Processamento de Dados :

Setor de Interpretação de Dados

Distribuição: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

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

Tel. 3030.6000 - CEP 05489-900 - São Paulo/SP - Brasil

Endereço Internet: Este relatório está disponível também na página da CETESB (www.cetesb.br)

Impresso em abril/2000

Tiragem : 400 exemplares

ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO	a
1. INTRODUÇÃO	1
2. FONTES DE POLUIÇÃO DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO	3
2.1 Região Metropolitana de São Paulo - RMSP	3
2.2 Cubatão	6
2.3 Outras Áreas	8
3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	9
3.1 Parâmetros de Qualidade do Ar	9
3.2 Padrões de Qualidade do Ar	12
3.3 Índice de Qualidade do Ar	14
3.4 Redes de Amostragem	16
3.5 Representatividade de Dados	18
4. CLIMA E POLUIÇÃO DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO	19
4.1 Aspectos Climáticos	19
4.2 Aspectos Sazonais da Poluição do Ar em São Paulo	21
5. A QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO	25
5.1 Caracterização Meteorológica	25
5.2 Avaliação da Qualidade do Ar	29
5.2.1 Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão	29
5.2.1.1 Distribuição Anual do Índice de Qualidade do Ar	29
5.2.1.2 Partículas Inaláveis	29
5.2.1.3 Fumaça	33
5.2.1.4 Partículas Totais em Suspensão	34
5.2.1.5 Dióxido de Enxofre	36
5.2.1.6 Monóxido de Carbono	37
5.2.1.7 Ozônio	39
5.2.1.8 Dióxido de Nitrogênio	41
5.2.1.9 Outros Poluentes	42
5.2.2 Outras Áreas do Estado de São Paulo, Litoral e Interior	43
5.2.2.1 Fumaça	43
5.2.2.2 Dióxido de Enxofre - Rede OPS/OMS	46
5.2.2.3 Dióxido de Enxofre - Rede de amostradores passivos	46
5.2.2.4 Outros Estudos - Interior	47
6. CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR	49
6.1 Fontes Estacionárias	49
6.2 Fontes Móveis	51
6.3 Operação Inverno	57
7. BIBLIOGRAFIA	58

ANEXOS

ANEXO 1	Valores de referência internacionais de qualidade do ar
ANEXO 2	Endereços das estações das redes de monitoramento da qualidade do ar
ANEXO 3	Dados meteorológicos
ANEXO 4	Dados de qualidade do ar
ANEXO 5	Distribuição dos índices baseada no boletim diário de qualidade do ar
ANEXO 6	Legislação

Sumário executivo

Região metropolitana de São Paulo (RMSP)

A qualidade do ar na Região Metropolitana de São Paulo é determinada por um complexo sistema de fontes móveis (veículos automotores) e estacionárias (indústrias), pela topografia e pelas condições meteorológicas da região. As emissões veiculares desempenham hoje um papel de destaque no nível de poluição do ar na RMSP, uma vez que as emissões industriais, principalmente de dióxido de enxofre e material particulado, já se encontram em avançado estágio de controle

De uma forma ampla, a qualidade do ar da Região Metropolitana apresenta o seguinte quadro:

a. Material Particulado

Partículas Totais em Suspensão (PTS) - São excedidos os padrões de qualidade do ar, tanto o de 24 horas ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como o anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Atingiu-se inclusive em anos anteriores, 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).

Fumaça (FMC) - Apesar da redução observada nos últimos anos, os padrões diário ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e anual ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ainda são ultrapassados. Nos últimos dois anos não houve ultrapassagens do nível de atenção ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 24 horas).

Partículas Inaláveis (PI) - São ultrapassados os padrões diário ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e, durante o inverno, o nível de atenção ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 24 horas).

Os planos de redução das concentrações de material particulado, contemplam desde o controle das emissões veiculares, principalmente a fumaça preta, proveniente de veículos movidos a óleo diesel, quanto um programa de controle e manutenção das reduções já conseguidas nas fontes estacionárias.

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 estudo que utilizou técnicas de modelo receptor e de balanço químico de massas. Neste estudo verificou-se que o material particulado, tanto a PTS quanto a PI, origina-se principalmente na emissão dos veículos e na ressuspensão da poeira do solo, sendo ainda importantes os particulados secundários, tais como sulfatos e material carbonáceo. Ressalte-se que os secundários são particulados que se formam na atmosfera a partir de reações do dióxido de enxofre ou de compostos orgânicos voláteis.

b. Gases

Dióxido de Enxofre (SO₂) - As concentrações sofreram uma redução sensível nos últimos anos e hoje todas as estações atendem ao padrão de qualidade do ar ($365 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em 24h e $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no ano). Ressalte-se ainda que mesmo o novo limite sugerido pela Organização Mundial da Saúde - OMS - ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 24 h) está sendo respeitado praticamente em todos os locais monitorados.

Monóxido de Carbono (CO) - As concentrações de monóxido de carbono excedem algumas vezes o padrão de qualidade do ar para 8 horas (9 ppm), principalmente durante o inverno. Ultrapassagens do nível de atenção (15 ppm), também ocorrem nos eventos mais críticos, embora não tendo ocorrido nos anos de 1998 e 1999. Apesar do CO ser um poluente que mereça grande atenção na RMSP, devido ao crescente número de veículos, tem-se observado uma redução dos seus níveis de concentração nos últimos anos.



Ozônio (O₃)- No caso do ozônio, o padrão de qualidade do ar (160 µg/m³ - 1h) e também o nível de atenção (200 µg/m³) são freqüentemente, principalmente nos dias de alta insolação. O novo limite sugerido pela OMS (120 µg/m³ - 8h) também não é respeitado.

Dióxido de Nitrogênio (NO₂) - Os dados de dióxido de nitrogênio mostram que o padrão horário (320 µg/m³) é ultrapassado, que é acima do limite sugerido pela OMS (200 µg/m³ - 1h). O padrão anual (100 µg/m³), não tem sido ultrapassado nos últimos anos.

Os padrões de qualidade do ar são violados principalmente pelos gases provenientes dos veículos, motivo pelo qual tem se dado grande ênfase ao controle das emissões veiculares. No caso do ozônio, o quadro reinante conduz à necessidade do controle dos compostos orgânicos e óxidos de nitrogênio, que são os formadores deste poluente através de processos fotoquímicos. Além do ozônio, tais processos ainda geram uma gama de substâncias agressivas, denominadas genericamente de oxidantes fotoquímicos, e uma quantidade considerável de aerossóis secundários, que em função de seu pequeno tamanho, tem significativa importância em termos de saúde.

O Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE é de importância fundamental devendo ser constantemente atualizado, de acordo com novas necessidades de controle.

Paralelamente à continuidade do PROCONVE, devem ser conduzidas outras medidas para a redução dos níveis de emissão dos veículos, notadamente o Programa de Inspeção Veicular - PIV.

A atual situação das condições de tráfego e poluição na RMSP requer uma grande intervenção na região, considerando o planejamento do uso do solo e maior eficiência do sistema viário, a melhoria do sistema de transporte público, a redução das emissões veiculares, melhoria da qualidade dos combustíveis, aspectos estes que estão contemplados no anteprojeto de lei de "Política Estadual de Controle da Poluição Veicular e Transporte Sustentável". Dessa forma a redução dos níveis de poluição do ar não deve se basear exclusivamente nas reduções das emissões dos veículos isoladamente, mas numa ação mais complexa e integrada dos diferentes níveis governamentais.

Área de Cubatão

A qualidade do ar em Cubatão é determinada, principalmente, por fontes industriais, caracterizando dessa forma um problema totalmente diferente ao da Região Metropolitana de São Paulo. Esse fato é confirmado pelos baixos níveis registrados dos poluentes relacionados com veículos automotores. É importante ressaltar que as altas concentrações em Cubatão são observadas quase que exclusivamente na região industrial, uma vez que os níveis de concentração dos poluentes monitorados permanentemente no centro de Cubatão são mais baixos que os observados na maioria das estações da RMSP, exceção feita ao ozônio. A principal preocupação na área de Cubatão, principalmente na Vila Parisi, são as altas concentrações de material particulado.

Em 1984 o Plano de Prevenção de Episódios Agudos de Poluição do Ar foi efetivamente implementado na área, observando-se desde então a declaração de estados de Alerta e Emergência, como pode ser visto no quadro a seguir. A partir de 1995 não mais se atingiu níveis de poluição que exigissem declarações de "Alerta" ou "Emergência".



Número de estados de Alerta e Emergência declarados em Vila Parisi

Ano	Alerta	Emergência
1986	1	0
1987	4	0
1988	3	0
1989	0	0
1990	1	0
1991	2	1
1992	0	0
1993	0	0
1994	1	1
1995	0	0
1996	0	0
1997	0	0
1998	0	0
1999	0	0

Na decretação de estados de alerta ou emergência, um plano de emergência para a redução das emissões é acionado até que as concentrações de partículas alcancem níveis normais.

Os dados observados em 1997 e 1998 e 1999 indicam um decréscimo das concentrações com relação aos anos de 1994 e 1995, ressaltando-se que ainda permanecem acima dos padrões legais.

Estudos realizados, através de modelo receptor, pela CETESB na Vila Parisi, mostraram ser decisiva a participação do grupo de indústrias de fertilizantes na formação do material particulado suspenso na atmosfera local.

Ainda na Vila Parisi, os níveis de SO₂ se encontram bastante abaixo dos padrões que, ultrapassados, passam a prejudicar a saúde humana. Devemos considerar que uma redução nas emissões de SO₂ é sempre desejável para diminuir o teor de sulfatos secundários que contribuem para o material particulado. Outra razão para se controlar as emissões de SO₂ é a proteção da vegetação da área, uma vez que estudos têm mostrado que curtas exposições à altas concentrações deste poluente, podem causar danos à vegetação.

Os graves danos à vegetação estiveram sob estudo e os dados disponíveis revelaram que um dos mais importantes agentes fitotóxicos encontrados na região são os fluoretos (sólidos e gasosos). As concentrações extremamente elevadas de material particulado, dos componentes do processo fotoquímico e os teores de dióxido de enxofre, provavelmente também desempenham um papel auxiliar nos danos observados.

As concentrações de ozônio na estação Cubatão-Centro ultrapassam o padrão de qualidade do ar e aproximam-se dos níveis da RMSP.

O problema de poluição do ar em Cubatão, a despeito de sua complexidade, tem seu equacionamento avançado e parte dos planos de controle já foi consolidada. Além da ênfase ao cumprimento das metas de controle estabelecidas deve-se ressaltar o estabelecimento de 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 nas condições de seu funcionamento, 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 região.



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 tem-se observado, ao longo dos anos, violações do padrão primário de fumaça em alguns deles. Em 1999, não foi observada ultrapassagem do padrão de 24 horas ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), fato ocorrido em 1997 e 1998, em Sorocaba. Com relação ao padrão anual ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$), este foi ultrapassado em 1999 em Limeira. 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. Nos últimos anos, têm-se observado freqüentes ultrapassagens do padrão secundário, tanto para FMC quanto para SO_2 em alguns municípios.

A CETESB realizou vários estudos de curta duração, com a instalação de estações móveis, e tem observado a presença de níveis de ozônio acima dos padrões legais em varias cidades pesquisadas.



1 Introdução

A poluição do ar tem sido um tema extensivamente pesquisado nas últimas décadas e atualmente caracteriza-se como um fator de grande importância na busca da preservação do meio ambiente e na implementação de um desenvolvimento sustentável, pois esta poluição afeta de diversas formas a saúde humana, os ecossistemas e os materiais.

Originalmente pensava-se que a atmosfera era suficientemente grande e que os problemas de poluição do ar gerados pela ação antropogênica ficariam restritos aos ambientes fechados ou áreas muito próximas das fontes de poluição. Muito se avançou na avaliação dos problemas de poluição do ar em diferentes escalas de influência, passando pelas áreas próximas de zonas industriais, grandes centros urbanos, o transporte entre regiões, e finalmente a contaminação em escala global, como por exemplo os efeitos sobre a camada de ozônio na estratosfera, que podem inclusive provocar alterações climáticas no planeta.

O Estado de São Paulo, através da CETESB, mantém, desde a década de 70, redes de monitoramento da qualidade do ar, que têm permitido a medição dos poluentes atmosféricos nas escalas local e regional, podendo-se dividir o Estado de São Paulo em áreas que possuem diferentes características e, por isto mesmo, necessitam de diferentes formas de monitoramento e controle da poluição.

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é uma área prioritária já que possui uma forte degradação da qualidade do ar, condição característica da maior parte dos grandes centros urbanos. Os poluentes presentes na atmosfera da RMSP estão principalmente relacionados à grande emissão proveniente dos veículos automotores leves e pesados e secundariamente pelas emissões originadas em processos industriais. A área de Cubatão também é uma região prioritária para efeito de monitoramento e controle da poluição do ar, uma vez que possui, em sua área indus-



trial, um grande número de fontes sob condições topográficas e meteorológicas bastante desfavoráveis à dispersão dos poluentes emitidos.

Ambas RMSP 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 diferente e as necessidades, em geral, estão relacionadas ao acompanhamento da qualidade do ar a longo prazo. Todavia, municípios mais densamente povoados, áreas próximas de grandes centros urbanos e/ou industriais e regiões próximas de outras fontes poluidoras, atividades como queimadas de palha de cana-de-açúcar, merecem atenção especial e têm sido motivo de novos investimentos por parte da CETESB. Pode-se destacar, neste sentido, a instalação de estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar nos municípios de Campinas, Sorocaba e São José dos Campos, que começam a funcionar em 2000.

Este relatório apresenta uma compilação dos resultados obtidos no sistema estadual de avaliação da qualidade do ar, procurando caracterizar os elementos responsáveis pela determinação da qualidade observada e apresentando sucintamente os planos de controle em execução que visam melhorar a qualidade do ar nas áreas degradadas.



2 Fontes de poluição do ar no Estado de São Paulo

Localizado na Região Sudeste do Brasil, o Estado de São Paulo possui cerca de 249.000 Km², que correspondem a cerca de 2,9% do território nacional. O Estado de São Paulo é a unidade da federação de maior ocupação territorial, maior contingente populacional (em torno de 35 milhões de habitantes), maior desenvolvimento econômico (agrícola, industrial e serviços) e, como consequência, é a porção do Brasil com o maior grau de alteração do ambiente natural.

Com relação à poluição atmosférica, destacam-se a Região Metropolitana (RMSP) e a área de Cubatão, que possuem alta emissão de poluentes, e conseqüentemente forte degradação da qualidade do ar. Também, outras regiões merecem atenção, como os municípios do interior com forte desenvolvimento industrial, uma significativa frota de veículos, ou municípios afetados por atividades agrícolas, que impliquem em emissão de poluentes atmosféricos, como por exemplo as queimadas das plantações de cana-de-açúcar.

Em grandes centros urbanos, os veículos são uma fonte importante de emissão de poluentes atmosféricos, sendo que estas emissões estão fortemente relacionadas com a composição do combustível, que vem sofrendo alterações nas últimas décadas.

2.1 Região Metropolitana de São Paulo - RMSP

A RMSP possui uma extensão de aproximadamente 8.000 Km² com uma topografia dominada por colinas que variam de 650 a 1200m. Caracterizada como um dos maiores conglomerados humanos do mundo, com uma população de aproximadamente 17 milhões de pessoas, a RMSP possui um grande parque industrial além de uma frota em torno de 5.500.000 veículos leves.



As principais fontes de poluição do ar na RMSP são os veículos automotores, secundados pelos processos industriais, queima de resíduos, movimentação e estocagem de combustíveis, etc.

A estimativa de emissão por tipo de fonte, que é um resumo do inventário de fontes para a RMSP é mostrado na tabela 1. Este inventário de emissão para a RMSP é baseado nas informações disponíveis no ano-referência de 1999. 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.

TABELA 1 - Estimativa da emissão das fontes de poluição do ar na RMSP em 1999

	FONTE DE EMISSÃO	EMISSÃO (1000 t/ano)				
		CO	HC	NOx	SOx	MP**
M Ó V E I S	GASOOL* (gasolina + 22% de álcool)	796,4	80,8	46,2	11,5	4,6
	TUBO DE					
	ÁLCOOL	215,6	24,4	14,6	—	—
	ESCAPAMENTO					
	DIESEL	401,2	65,3	293,0	25,5	18,3
	DE VEÍCULOS					
	TÁXI	60,8	6,2	3,5	0,8	0,4
	MOTOCICLETA E SIMILARES	178,4	23,6	1,3	0,8	0,5
	CÁRTER					
	GASOOL	—	115,4	—	—	—
ÁLCOOL	—	18,3	—	—	—	
EVAPORATIVA						
MOTOCICLETA E SIMILARES	—	12,7	—	—	—	
PNEUS						
TODOS OS TIPOS	—	—	—	—	6,9	
OPERAÇÕES DE						
GASOOL	—	13,6	—	—	—	
ÁLCOOL	—	1,4	—	—	—	
TRANSFERÊNCIA						
DE COMBUSTÍVEL						
F						
I	OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL	38,6 ¹	12,0 ¹	14,0 ¹	17,1 ²	31,6 ²
X	(Número de indústrias inventariadas)	(750)	(800)	(740)	(245) ^{***}	(308) ^{***}
A						
TOTAL		1691,0	373,7	372,6	55,7	62,3

* Emissão composta para o ar (partículas) e para o solo (impregnação)

** MP refere-se ao total de material particulado, sendo que as partículas inaláveis são uma fração deste total

*** Estas indústrias fazem parte da curva A e B que representam mais de 90% das emissões totais

Ano de consolidação do inventário: 1 - 1990, 2 - 1998

CO: monóxido de carbono HC: hidrocarbonetos NOx: óxidos de nitrogênio SOx: óxidos de enxofre MP: material particulado

NOTA: Devido ao refinamento na metodologia de cálculo, não é válida a comparação dos valores aqui apresentados com as estimativas de emissão apresentadas nos relatórios anteriores a 1996.

A contribuição relativa de cada fonte de poluição do ar na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP está apresentada na tabela 2 e pode ser mais facilmente visualizada na figura 1, onde observa-se que os veículos automotores são as principais fontes de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Para o dióxido de enxofre (SO₂), também as indústrias são importantes fontes e no caso das partículas inaláveis (PI) contribuem ainda outros fatores como a ressuspensão de partículas do solo e a formação de aerossóis secundários. No caso específico de partículas inaláveis, as estimativas de contribuição relativa das fontes foram feitas a partir de dados obtidos no estudo de modelo receptor, portanto, as porcentagens constantes na tabela 2, no que se refere a partículas, não foram geradas a partir dos dados constantes da tabela 1.



TABELA 2 - Contribuição relativa das fontes de poluição do ar na RMSP em 1999.

FONTE DE EMISSÃO		POLUENTES (%)				
		CO	H _C	NO _x	SO _x	PI ²
TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOOL (gasolina + 22% álcool)	47	22	12	21	8
	ÁLCOOL	13	7	4	—	—
	DIESEL ¹	23	17	79	46	32
	TÁXI	4	1	1	1	—
	MOTOCICLETA E SIMILARES	11	6	—	1	—
CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOOL	—	31	—	—	—
	ÁLCOOL	—	5	—	—	—
	MOTOCICLETA E SIMILARES	—	3	—	—	—
OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOOL	—	4	—	—	—
	ÁLCOOL	—	1	—	—	—
OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (1990)		2	3	4	31	10
RESSUSPENSÃO DE PARTÍCULAS		—	—	—	—	25
AEROSSÓIS SECUNDÁRIOS		—	—	—	—	25
TOTAL		100	100	100	100	100

(1) Apenas veículos pesados.

(2) Contribuição conforme estudo de modelo receptor para partículas inaláveis. A contribuição dos veículos (40%) foi rateada entre veículos a gasolina e diesel de acordo com os dados de emissão disponíveis (tabela 1).

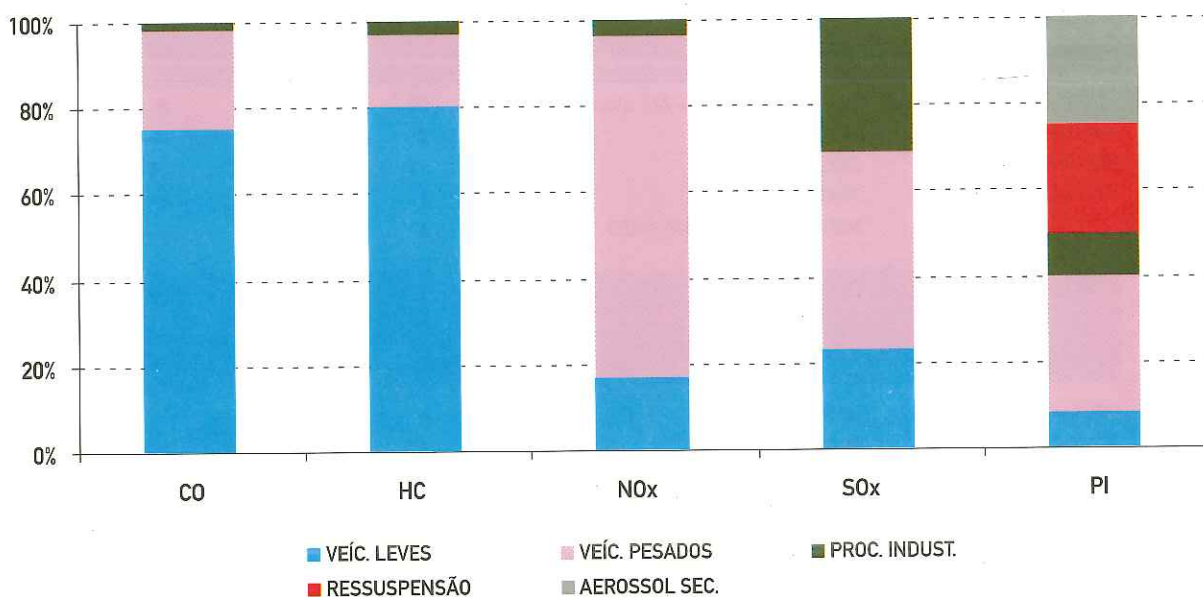
Com relação às emissões veiculares, é importante o acompanhamento de sua evolução, uma vez que o cenário sofre constantes mudanças, quer pela alteração do perfil da frota (álcool e gasolina), quer pela eventual alteração na composição dos combustíveis, ou ainda pela alteração nos valores de emissão dos veículos novos que entram em circulação, onde pesa o avanço tecnológico (como por exemplo o uso de catalisadores). A tabela 3 apresenta os fatores de emissão da frota em 1999 e a figura 2 apresenta a evolução da frota licenciada na RMSP. Os fatores médios de emissão de veículos leves novos em anos anteriores estão apresentados no item 6.2 - Fontes Móveis, na tabela 20.

TABELA 3 - Fatores médios de emissão dos veículos em uso na RMSP em 1999.

FONTES DE EMISSÃO	TIPO DE VEÍCULO	FATOR DE EMISSÃO (g/km)				
		CO	HC	NO _x	SO _x	MP
TUBO DE ESCAPAMENTO	GASOOL (gasolina + 22% de álcool)	13,8	1,4	0,8	0,2	0,08
	ÁLCOOL	17,7	2,0	1,2	—	—
	DIESEL	17,8	2,9	13	1,13	0,81
	TÁXI	13,8	1,4	0,8	0,2	0,08
	MOTOCICLETA E SIMILARES	19,7	2,6	0,1	0,09	0,05
EMISSÃO DO CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOOL	—	2	—	—	—
	ÁLCOOL	—	1,5	—	—	—
	MOTOCICLETA E SIMILARES	—	1,4	—	—	—
PNEUS	TODOS OS TIPOS	—	—	—	—	0,07

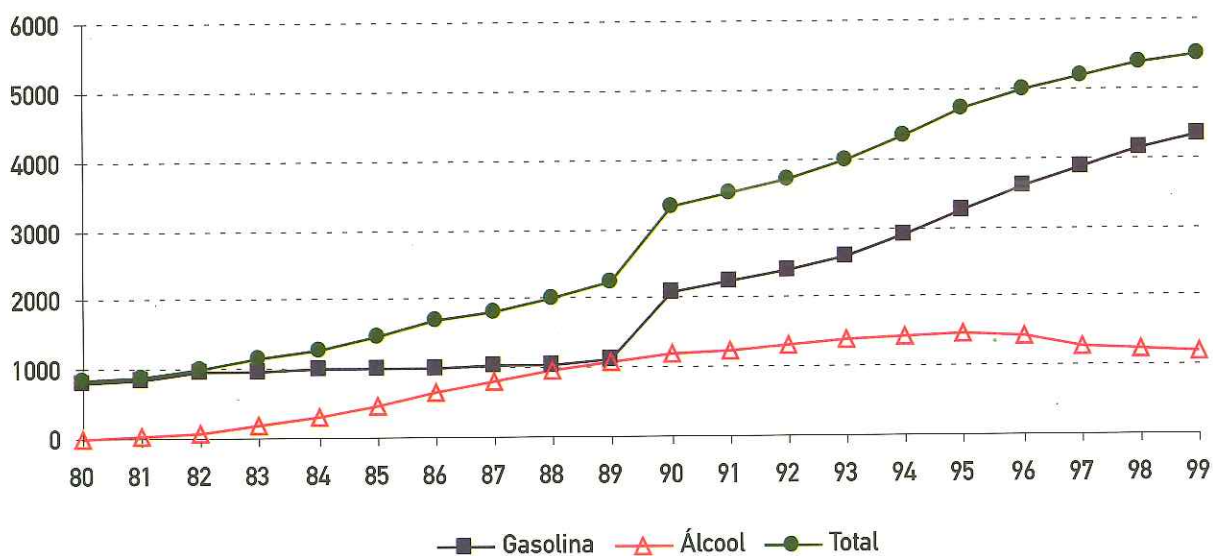


Figura 1 - Emissões relativas de poluentes por tipo de fontes.



Fonte: PRODESP

Figura 2 - Evolução da frota de veículos automotores leves na RMSP (1000 veículos).



É oportuno destacar que os dados apresentados na tabela 3 e na figura 2 foram processados com base no cadastro de registro de veículos do DETRAN - Departamento Estadual de Trânsito de janeiro/2000.

2.2 Cubatão

O município de Cubatão (148 km², 92.816 habitantes) está localizado no litoral, a cerca de 44 km da cidade de São Paulo. 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 de poluentes, ausência de zoneamento, etc.



A tabela 4, a seguir, apresenta os valores de emissão para as 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 gesso;
- 01 fábrica de cimento.
- 01 siderúrgica
- 01 fábrica de papel

As emissões estão apresentadas em base real e as medidas estão expressas em tonelada/ano. Para comparação com os fatores de emissão na RMSP (tabela 4), estes valores devem ser divididos por 1.000. Um mapa da região ilustrando a localização das principais indústrias e das estações medidoras da qualidade do ar é apresentado na figura 3.

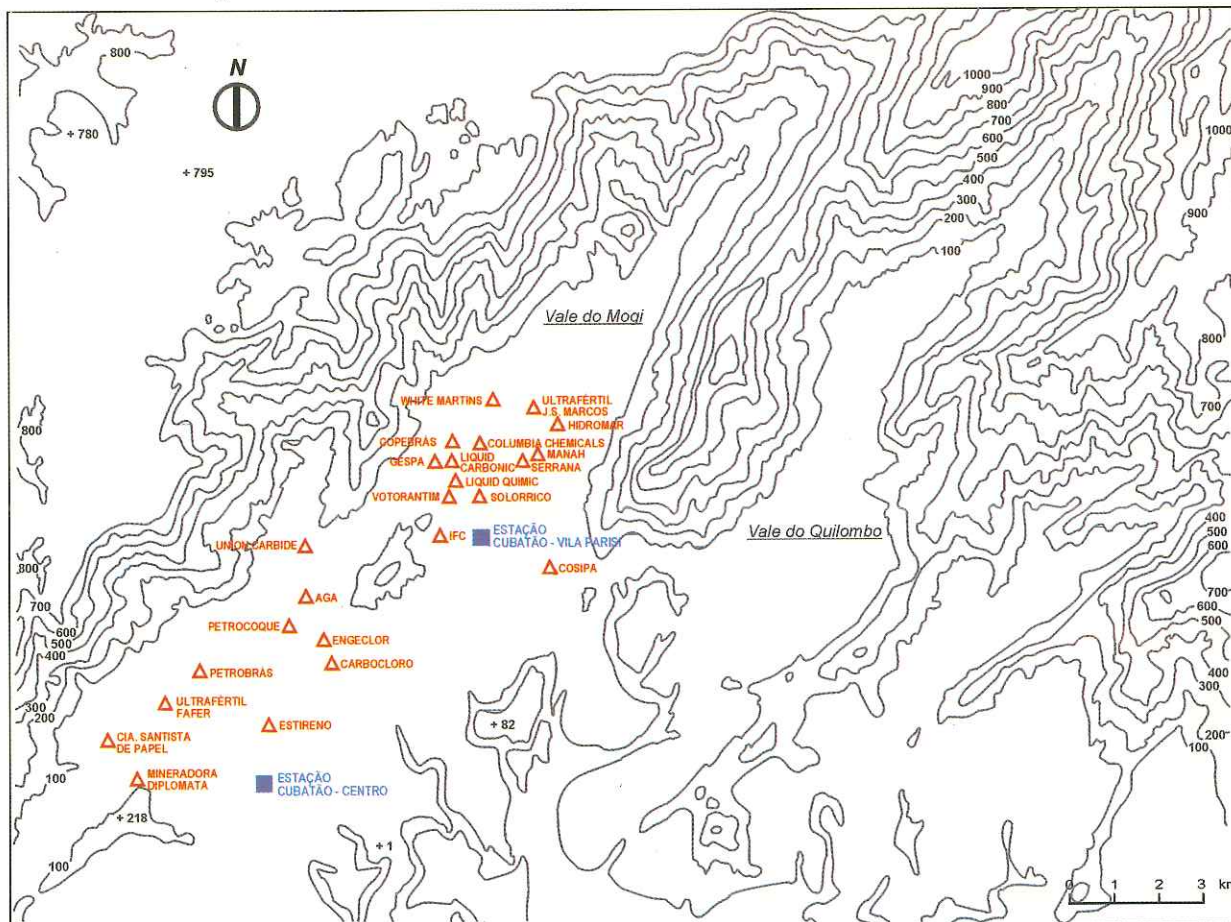
TABELA 4 - Estimativas de emissão de processos industriais e queima de combustível em fontes estacionárias em Cubatão (t/ano) - 1999

Empresa	Emissões de Poluentes (t/ano)									
	MP	SO _x	NO _x	HC	CO	NH ₃	F-total	Cl	HCl	
Carbocloro	20,66	196,96	91,96	1,40	6,76			0,06	17,37	
Columbia	41,69	1613,68	837,20	550,53	15102,0					
Copebrás	70,34	1682,00	22,61	0,36	1,69		9,24			
Cosipa (*)	52756,40	6483,50	2988,30	1779,40		11,30				
DTCS	1,05	13,95	5,71	0,09	0,43					
Engelcor	0,15					0,03				
Estireno	2,59	0,26	102,23	26,66	15,75					
Gespa	12,05						24,22			
Hidromar								0,01		
IFC	12,80									
Líquid Química	1,62	10,36	4,51	0,07	0,34					
Manah	47,75	11,15	5,27	0,09	0,48	1,80	2,88			
Petrocoque	505,53	1178,97								
RPBC	699,23	16659,80	13354,00	2737,28	1982,00					
Santista de Papel	12,81	170,10	70,48	1,31	6,28					
Serrana	89,61	845,12	1,94	0,04	0,17	5,54	14,50			
Solorrico	61,15	27,87	9,58	0,18	0,87	3,13	5,81			
Tecub				231,12						
Ultrafertil Cubatão	41,68	0,09	505,80	0,87	5,30	26,95				
Ultrafertil Piaçaguera	337,34	970,82	669,86	17,17	103,71	17,05	9,00			
Union Carbide	2,26	152,54	223,93	0,83	16,58					
Votorantim	15,26	29,44	10,12	0,19	0,92					
Total (t/ano)	54731,97	30046,61	18903,50	5347,59	17243,28	65,80	65,65	0,07	17,37	

(*) Dados referentes ao ano de 1997



Figura 3 - Mapa esquemático da região de Cubatão mostrando a localização das indústrias e das estações medidoras.



2.3 Outras áreas

A CETESB possui inventário de fontes de poluição em outras áreas no Estado onde há ou podem ocorrer problemas de poluição do ar. Estas áreas vão desde municípios com área urbana relativamente pequena porém afetados por indústrias com grande potencial poluidor e/ou próximas aos grandes centros urbanos, até centros urbanos com grandes frotas de veículos.



3 Monitoramento da qualidade do ar

3.1 Parâmetros de Qualidade do Ar

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

A variedade de substâncias que podem estar presentes na atmosfera é muito grande, no entanto, com relação a sua origem, os poluentes podem ser classificados em:

Poluentes Primários: aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão;

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

Quando se determina a concentração de um poluente na atmosfera, mede-se o grau de exposição dos receptores (seres humanos, outros animais, plantas, materiais) como resultado final do processo de lançamento deste poluente na atmosfera por suas fontes de emissão e suas interações na atmosfera, do ponto de vista físico (diluição) e químico (reações químicas).



O sistema pode ser visualizado da seguinte forma:



É importante frisar que, mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode mudar em função basicamente das condições meteorológicas que determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes. É por isso que a qualidade do ar piora durante os meses de inverno, quando as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes. A interação entre as fontes de poluição e a atmosfera vai definir o nível de qualidade do ar, que determina por sua vez o surgimento de efeitos adversos da poluição do ar sobre os receptores.

A determinação sistemática da qualidade do ar deve ser, por problemas de ordem prática, limitada a um restrito número de poluentes, definidos em função de sua importância e dos recursos materiais e humanos disponíveis. De uma forma geral, a escolha recai sempre sobre um grupo de poluentes que servem como indicadores de qualidade do ar, consagrados universalmente: dióxido de enxofre (SO_2), poeira em suspensão, monóxido de carbono (CO), ozônio (O_3) e dióxido de nitrogênio (NO_2). A razão da escolha destes parâmetros como indicadores de qualidade do ar está ligada à sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos que causam ao meio ambiente.

A tabela 5 mostra um quadro geral dos principais poluentes indicadores da qualidade do ar.



TABELA 5 - Fontes, características e efeitos dos principais poluentes na atmosfera

POLUENTE	CARACTERÍSTICAS	FONTES PRINCIPAIS	EFEITOS GERAIS SOBRE A SAÚDE	EFEITOS GERAIS AO MEIO AMBIENTE
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 100 micra	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspenso, queima de biomassa Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.	Quanto menor o tamanho da partícula maior o efeito à saúde. Causam efeitos significativos em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Partículas Inaláveis (MP10) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera).	Aumento de atendimentos hospitalares e mortes prematuras.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO ₃ , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H ₂ SO ₄ . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, polpa e papel.	Desconforto na respiração, doenças respiratórias, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares já existentes. Pessoas com asma, doenças crônicas de coração e pulmão são mais sensíveis ao SO ₂ .	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar a formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Aumento da sensibilidade à asma e à bronquite, baixar a resistência às infecções respiratórias.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	Altos níveis de CO estão associados a prejuízo dos reflexos, da capacidade de estimar intervalos de tempo, no aprendizado, de trabalho e visual.	
Ozônio (O ₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente à atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Irritação nos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar. Exposição a altas concentrações pode resultar em sensações de aperto no peito, tosse e chiado na respiração. O O ₃ tem sido associado ao aumento de	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas, plantas ornamentais



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 o 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 n.º 348 de 14/03/90 o IBAMA estabeleceu os padrões nacionais de qualidade do ar e os respectivos métodos de referência, 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 n.º 03/90.

São estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar : os primários e os 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. Devem ser aplicados à áreas de preservação (por exemplo: parques nacionais, áreas de proteção ambiental, estâncias turísticas, etc.). Não se aplicam, pelo menos a curto prazo, à áreas de desenvolvimento, onde devem ser aplicados os padrões primários. Como prevê a própria Resolução CONAMA n.º 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 n.º 3 de 28/06/90 são apresentados na tabela 6.



TABELA 6 - Padrões nacionais de qualidade do ar

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PADRÃO SECUNDÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MÉTODO DE MEDIÇÃO
partículas totais em suspensão	24 horas ¹	240	150	amostrador de grandes volumes
	MGA ²	80	60	
partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150	separação inercial/filtração
	MAA ³	50	50	
fumaça	24 horas ¹	150	100	refletância
	MAA ³	60	40	
dióxido de enxofre	24 horas ¹	365	100	pararosanilina
	MAA ³	80	40	
dióxido de nitrogênio	1 hora	320	190	quimiluminescência
	MAA ³	100	100	
monóxido de carbono	1 hora ¹	40.000 35 ppm	40.000 35 ppm	infravermelho não dispersivo
	8 horas ¹	10.000 9 ppm	10.000 9 ppm	
ozônio	1 hora ¹	160	160	quimiluminescência

(Resolução CONAMA n° 3 de 28/06/90)

(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. Ressalte-se que a decretação dos estados de Atenção, Alerta e Emergência requer, além dos níveis de concentração atingidos, a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes

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 ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e menos rigorosa para o nível de emergência ($1.200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). O nível de alerta é o mesmo ($800 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

No anexo 01 são também apresentados, como exemplo de níveis de referência internacional, 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 7 - Critérios para episódios agudos de poluição do ar

PARÂMETROS	ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA
partículas totais em suspensão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h	375	625	875
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 enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h	800	1.600	2.100
SO ₂ X PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h	65.000	261.000	393.000
dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 h	1.130	2.260	3.000
monóxido de carbono (ppm) - 8 h	15	30	40
ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 h	400*	800	1.000

(Resolução CONAMA n° 3 de 28/06/90)

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

3.3 Índice de Qualidade do Ar

Os dados de qualidade do ar obtidos pela CETESB em suas estações automáticas de monitoramento, são divulgados diariamente para a imprensa, juntamente com uma previsão meteorológica das condições de dispersão dos poluentes para as 24 horas seguintes. Para simplificar o processo de divulgação dos dados é utilizado um índice de qualidade do ar.

A estrutura do índice de qualidade do ar contempla, conforme Resolução CONAMA n.º 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 tabela 8. Também na tabela 8, estão apresentados os critérios de definição das faixas, 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.

Assim, a ultrapassagem do padrão de qualidade do ar é identificada pela qualidade inadequada (índice maior que 100). A qualidade má (índice maior ou igual a 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.

Cabe esclarecer que a ultrapassagem do nível de atenção não implica necessariamente na decretação do estado de Atenção, medida esta, adotada pela CETESB e que considera também outros fatores, como a previsão das condições de dispersão dos poluentes na atmosfera.



TABELA 8 - Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

Qualificação/ Índice	Nível de Qualidade do Ar	Produto da Média de							Descrição dos Efeitos Sobre a Saúde	
		SO ₂ Média 24 h µg/m ³	PTS Média 24 h µg/m ³	SO ₂ x PTS Média 24 h µg/m ³	PI Média 24 h µg/m ³	Fumaça Média 24 h µg/m ³	CO Média 8 h ppm	O ₃ Média 1 h µg/m ³		NO ₂ Média 1 h µg/m ³
0										
Boa (0 - 50)										
50	50% PQAR	80(a)	80(a)	80(a)	50(a)	60(a)	4,5	80	100(a)	
Regular (51 - 100)										
100	PQAR	365	240	65.000	150	150	9,0	160	320	
Inadequada (101 - 199)										Leve agravamento de sintomas em pessoas suscetíveis, com sintomas de irritação na população sadia.
200	ATENÇÃO	800	375	65.000	250	250	15,0	200	1130	
Má (200 - 299)										Decréscimo da resistência física, e significativo agravamento dos sintomas em pessoas com enfer- midades cardíco-respiratórias, sadia.
300	ALERTA	1600	625	261.000	420	420	30,0	800	2260	
Péssima (300 - 399)										Aparecimento prematuro de certas doenças, além de significativo agravamento de sintomas, em pessoas saudáveis.
400	EMERGÊNCIA	2100	875	393.000	500	500	40,0	1000	3000	
Crítica (> 400)										Morte prematura de pessoas doentes e pessoas idosas. Pessoas saudáveis podem acusar sintomas adversos que afetam sua
500	CRÍTICO	2620	1000	490.000	600	600	50,0	1200	3750	

(a)- PQAR anual

CO - monóxido de carbono
O₃- ozônio
NO₂ - dióxido de nitrogênio

SO₂ - dióxido de enxofre
PTS - partículas totais em suspensão
PI - partículas inaláveis



3.4 Redes de Amostragem

A CETESB vem operando uma rede automática de monitoramento do ar desde 1981. Possui também uma rede manual que mede os teores de dióxido de enxofre e fumaça na RMSP (desde 1973) e interior (desde 1986), e outra que mede as partículas totais em suspensão desde 1983 na RMSP e Cubatão. Possui ainda, uma rede de amostradores passivos que mede os teores mensais de dióxido de enxofre em várias cidades do interior, operando desde 1995.

Rede Automática

A rede automática é composta por 25 estações fixas de amostragem e 2 estações móveis. Vinte e três locais de amostragem estão situados na RMSP e dois na área de Cubatão, conforme ilustrado na figura 4. As duas estações móveis são deslocadas em função da necessidade de monitoramento em locais onde não existem estações de amostragem ou para estudos complementares à própria rede.

A atual 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, temperatura, pressão e radiação solar (global e ultravioleta), conforme distribuição mostrada na tabela 9. Os endereços das estações podem ser encontrados na tabela B do anexo 2.

Figura 4 - Localização das Estações da Rede Automática.

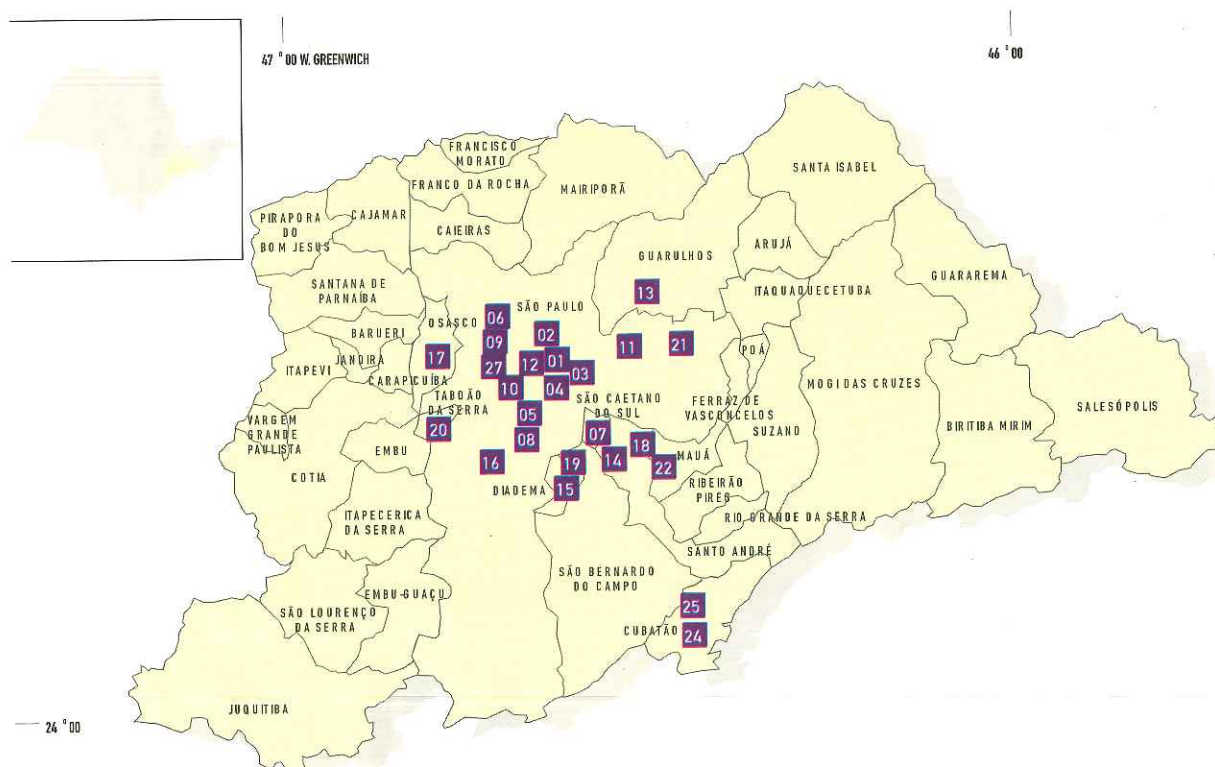


TABELA 9 - Configuração da Rede Automática

ESTAÇÃO Nº	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS													
		PI	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO	CH ₄	HCNM	O ₃	UR	TEMP	VV	DV	P
01	Parque D. Pedro II	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
02	Santana	X								X			X	X	
03	Moóca	X								X			X	X	
04	Cambuci	X													
05	Ibirapuera	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
06	Nossa Senhora do Ó	X													
07	São Caetano do Sul	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
08	Congonhas	X	X	X	X	X	X			X					
09	Lapa	X		X	X	X	X			X			X	X	
10	Cerqueira César	X	X	X	X	X	X								
11	Penha	X													
12	Centro	X	X	X	X	X	X								
13	Guarulhos	X										X	X		
14	Santo André - Centro	X					X					X	X		
15	Diadema	X							X						
16	Santo Amaro	X					X					X	X		
17	Osasco	X	X	X	X	X	X			X		X	X		
18	Santo André - Capuava	X										X	X		
19	São Bernardo do Campo	X										X	X		
20	Taboão da Serra	X													
21	São Miguel Paulista	X								X	X	X	X	X	
22	Mauá	X		X	X	X				X					
24	Cubatão - Centro	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			X
25	Cubatão - Vila Parisi	X	X									X	X		
27	Pinheiros	X	X	X	X	X				X					
49	Lab. Volante I	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	
50	Lab. Volante II	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

PI - Partículas Inaláveis
 HCNM - Hidrocarbonetos menos melano
 VV - Velocidade do Vento
 DV - Direção do Vento

UR - Umidade Relativa
 P - Pressão Atmosférica
 TEMP - Temperatura
 RAD - Radiação Total e Ultravioleta

Na tabela 10 são apresentados os métodos utilizados para determinação dos diversos poluentes amostrados pela rede automática.

TABELA 10 - Métodos de determinação dos poluentes - Rede Automática

PARÂMETRO	MÉTODO
partículas inaláveis	radiação Beta
dióxido de enxofre	fluorescência de pulso (ultravioleta)
óxidos de nitrogênio	quimiluminescência
monóxido de carbono	infravermelho não dispersivo
hidrocarbonetos	cromatografia gasosa / ionização de chama
ozônio	ultravioleta



Rede Manual

A rede manual da RMSP e Cubatão é composta por 8 estações de amostragem, que medem dióxido de enxofre e fumaça, e 11 estações que medem partículas totais em suspensão, sendo todas as medidas efetuadas a cada seis dias. As localizações das estações são apresentadas nas tabelas C e D do anexo 2.

A rede operada no interior e litoral do Estado é composta por 20 estações que medem, a cada seis dias, dióxido de enxofre e fumaça nos seguintes municípios: Campinas, Paulínia, Americana, Limeira, Jundiaí, Araras, Mogi-Guaçu, Taubaté, São José dos Campos, Sorocaba, Votorantim, Itu, Salto, Ribeirão Preto, Franca, Araraquara, São Carlos e Santos. Os endereços podem ser encontrados na tabela E do anexo 2. Os métodos de medição utilizados nas redes manuais estão apresentados na tabela 11.

TABELA 11 - Métodos de determinação dos poluentes - Rede Manual

PARÂMETRO	MÉTODO
fumaça	refletância
dióxido de enxofre	água oxigenada
partículas totais em suspensão	amostrador de grandes volumes

Redes de Amostradores Passivos

A rede de amostradores passivos está instalada no interior do estado desde 1995. É composta por 26 estações de amostragem que medem mensalmente os teores de dióxido de enxofre. Esses amostradores foram desenvolvidos pelo Setor de Amostragem e Análise do Ar da CETESB. A localização das estações é apresentada na tabela F do anexo 2.

Outras Redes

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

3.5 Representatividade de Dados

A adoção de critérios de representatividade de dados é de extrema importância em sistemas de monitoramento. O não atendimento ao critério de representatividade de dados para uma determinada estação, em um determinado período, significa que as falhas de medição ocorridas comprometem significativamente o resultado obtido.

Os critérios de representatividade de dados utilizados pela CETESB e considerados para a elaboração deste relatório são apresentados a seguir:

Rede Automática

- Média horária: 3/4 das medidas válidas na hora
- Média diária: 2/3 das médias horárias válidas no dia
- Média mensal: 2/3 das médias diárias válidas no mês
- Média anual: 1/2 das médias diárias válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro

Rede Manual

- Média mensal: 2/3 das médias diárias válidas no mês
- Média anual: 1/2 das médias diárias válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro



4 Clima e poluição do ar no Estado de São Paulo

4.1 Aspectos Climáticos

Em termos de precipitação, o clima do Estado de São Paulo pode ser dividido em duas estações predominantes: uma estação chuvosa que compreende, normalmente, o período de outubro a abril, e outra estação seca que vai de maio a setembro. A estação chuvosa é influenciada pelo aquecimento continental que associado à convecção tropical, sistemas extratropicais (frentes frias) e áreas de instabilidade continental, favorece a ocorrência de chuvas abundantes. Na estação seca o clima é predominantemente influenciado pela passagem rápida de frentes frias provenientes do sul do continente, sendo esta estação caracterizada não só pela diminuição da precipitação, mas também pela diminuição das temperaturas e ocorrência de períodos de grande estabilidade atmosférica proporcionando com isso condições mais desfavoráveis à dispersão de poluentes na atmosfera.

Além das características gerais observadas nas duas estações, o estado apresenta ainda regiões com fortes contrastes climáticos, resultado das diferentes características geográficas como relevo e vegetação. Entre os fatores geográficos que influenciam na climatologia nas escalas local e regional pode-se destacar a proximidade do mar, a presença de montanhas e depressões, entre outros, que criam fenômenos como brisas marítima e terrestre, circulação de vale-montanha, etc.

A tabela 12 apresenta algumas das normais climatológicas de 30 anos (1961-1990) em municípios com diferentes condições climáticas. Pode-se perceber diferenças significativas entre as regiões. O município de Santos, na região litorânea, possui um clima úmido, quente, altos índices de precipitação e uma insolação menor relativamente às outras áreas. Em contraposição, em Catanduva, no noroeste do estado, o clima é quente e seco, com insolação alta e precipitação mais



baixa. A região de Itapeva, localizada ao sul do estado, apresenta parâmetros climáticos intermediários. O município de Campos do Jordão, localizado na Serra da Mantiqueira é caracterizado por temperaturas mais baixas, umidade e precipitação anual elevadas. Por sua localização, a cidade de São Paulo, sofre influências tanto da circulação terra-mar quanto do aquecimento continental, apresentando valores normalmente intermediários com relação às variáveis meteorológicas. Em adição, alterações no clima de São Paulo foram, todavia, sendo verificadas como efeito da intensa urbanização.

TABELA 12 - Dados climatológicos anuais de alguns municípios do Estado de São Paulo

PARÂMETRO	SÃO PAULO 792 m	SANTOS 14 m	CATANDUVA 536 m	C. DO JORDÃO 1579 m	ITAPEVA 647 m
Temperatura Média (°C)	19,3	21,3	22,4	13,4	18,1
Precipitação Total (mm)	1455	2081	1338	1783	1232
Umidade Rel. Média (%)	78	80	69	83	73
Insol. Total (horas e décimos)	1733	1494	2524	1578	2102
Nebulosidade Média (0-10)	7,2	6,3	4,8	6,4	5,7

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Em termos de poluição do ar, destacam-se a RMSP e a área de Cubatão como prioritárias para ações de controle e monitoramento da qualidade do ar. A seguir, faz-se então uma descrição mais detalhada das condições climáticas dessas regiões.

Região Metropolitana

Durante o período chuvoso, grandes áreas de instabilidade alimentadas pela umidade proveniente do interior do continente se formam na região sul e sudeste que se associam a passagem de frentes frias organizando, dessa forma, intensa atividade convectiva e aumentando sobremaneira a precipitação na faixa leste do estado, onde se encontra a RMSP. Dessa forma, durante este período as condições de dispersão dos poluentes emitidos na atmosfera são bastante favoráveis.

No período seco, a região encontra-se freqüentemente sob o domínio de sistemas de altas pressões (anticiclones subtropicais e polares) e com passagens de sistemas frontais com menor atividade convectiva. Os anticiclones que atuam nesse período são de dois tipos: os anticiclones polares que podem ser continentais ou marítimos e anticiclone subtropical marítimo.

Estudos mostram que quando a RMSP está sob a atuação do anticiclone subtropical marítimo e uma frente fria se encontra ao sul do estado, a condição meteorológica na região provoca uma diminuição da velocidade do vento (normalmente inferior a 1,5m/s), muitas horas de calmaria (velocidade do vento em superfície inferior a 0,5m/s), céu claro, grande estabilidade atmosférica e formação de inversão térmica muito próxima à superfície (abaixo de 200m), condições estas desfavoráveis a dispersão de poluentes na região. Normalmente esta situação de estagnação atmosférica é quebrada com a chegada na região de uma nova massa de ar associada a um sistema frontal, que causa um aumento da ventilação, instabilidade e, em muitos casos, a ocorrência de chuvas. Outra peculiaridade é que no período seco a umidade relativa chega a atingir valores de 15%, principalmente no mês de setembro, acarretando um grande desconforto à população.

Alguns estudos mostram ainda que o desenvolvimento urbano acelerado da região a partir dos anos 50 ocasionou o processo de formação de ilha de calor. Este processo pode ter provocado algumas mudanças no clima da região, tais como a diminuição de nevoeiros no centro da cidade, diminuição da ocorrência da garoa típica que ocorria na região, entre outras.



Cubatão

Em virtude de sua localização, o fluxo de vento e conseqüentemente as condições de dispersão dos poluentes dentro da área de Cubatão são fortemente influenciadas 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.

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.

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 pôr-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. 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.

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

Estudos revelam que, assim como na RMSP, no inverno as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão e diluição dos poluentes na atmosfera. Assim, deve-se objetivar a máxima redução da emissão de poluentes nesta época do ano. 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.

4.2 Aspectos Sazonais da Poluição do Ar em São Paulo

A concentração dos poluentes na atmosfera depende basicamente do volume dos poluentes emitidos pelas fontes e das condições meteorológicas reinantes. O Estado de São Paulo possui, conforme mostrado no item 4.1, variações sazonais significativas das condições atmosféricas, onde distinguem-se nitidamente as condições climáticas de inverno e verão.

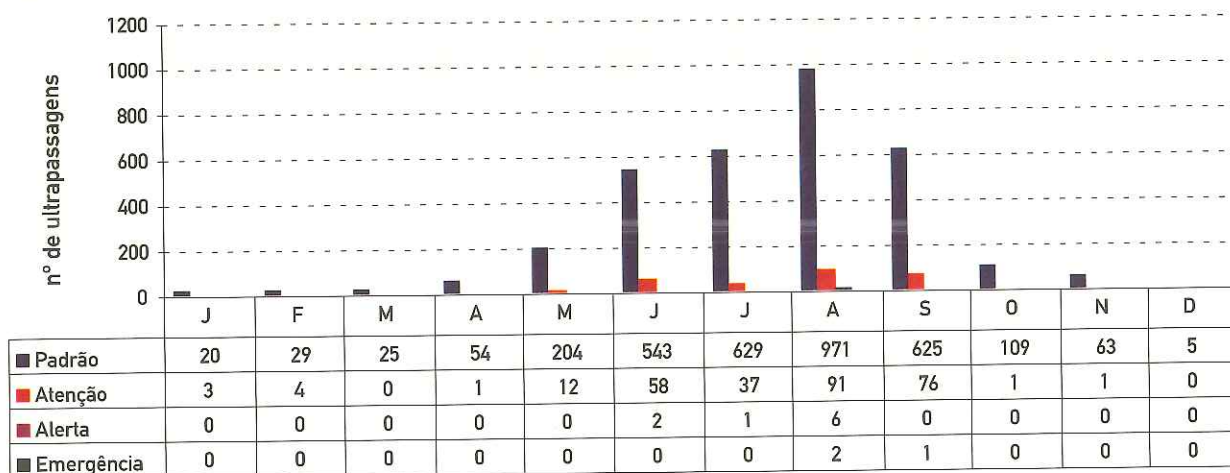
Os resultados obtidos em estudos realizados na RMSP mostram que os episódios mais intensos de poluição do ar, exceção feita aos episódios por ozônio, ocorrem na presença de um sistema de alta pressão (anticiclone) semi-estacionário sobre a região, que provoca condição meteorológica desfavorável à dispersão dos poluentes, com a atuação de ventos fracos e a formação de inversões térmicas próximas à superfície, entre outros fenômenos observados. A mudança desta situação de estagnação ocorre normalmente quando um sistema frontal atinge a região, instabilizando a atmosfera e aumentando a ventilação, o que favorece a dispersão dos poluentes. Além disso, quando um sistema frontal passa sobre São Paulo, a massa de ar poluída é substituída por uma nova massa de ar.

As figuras 5 a 8 mostram a distribuição mensal do número de ultrapassagens do padrão e níveis críticos na RMSP e Cubatão para alguns dos poluentes monitorados. Para elaboração destas análises considerou-se somente as estações que possuem uma série histórica significativa e, por conseguinte, poluentes ou períodos não analisados em determinadas estações devem-se à escassez de dados para este tipo de análise, além dos poluentes em que quase inexistem ultrapassagens do padrão, como é o caso do SO₂.



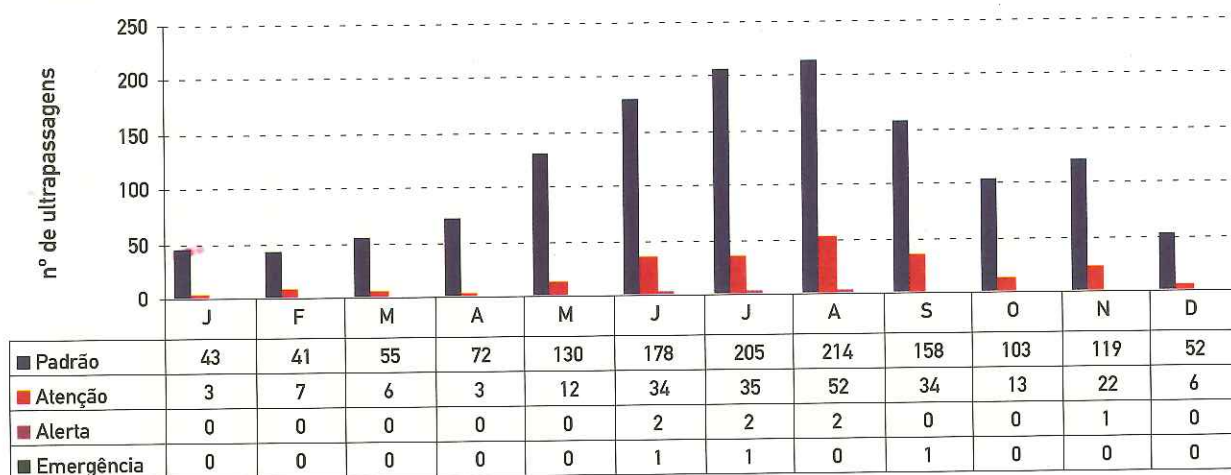
A figura 5 mostra a distribuição mensal do número de ultrapassagens do padrão e níveis críticos para o poluente PI na RMSP. Observa-se claramente que os episódios ocorrem preferencialmente nos meses de inverno, com um máximo de ocorrências de ultrapassagens observado no mês de agosto. Um comportamento semelhante é observado em Cubatão V. Parisi (Figura 6), onde também há uma forte predominância de ocorrência de episódios nos meses de inverno. Nota-se, contudo, um número proporcionalmente maior de ultrapassagens fora do período de inverno em V. Parisi do que na RMSP.

Figura 5 - PI - Total de ultrapassagens do padrão e níveis críticos por mês (1981 a 1999) - RMSP.



Base: 21 estações na RMSP

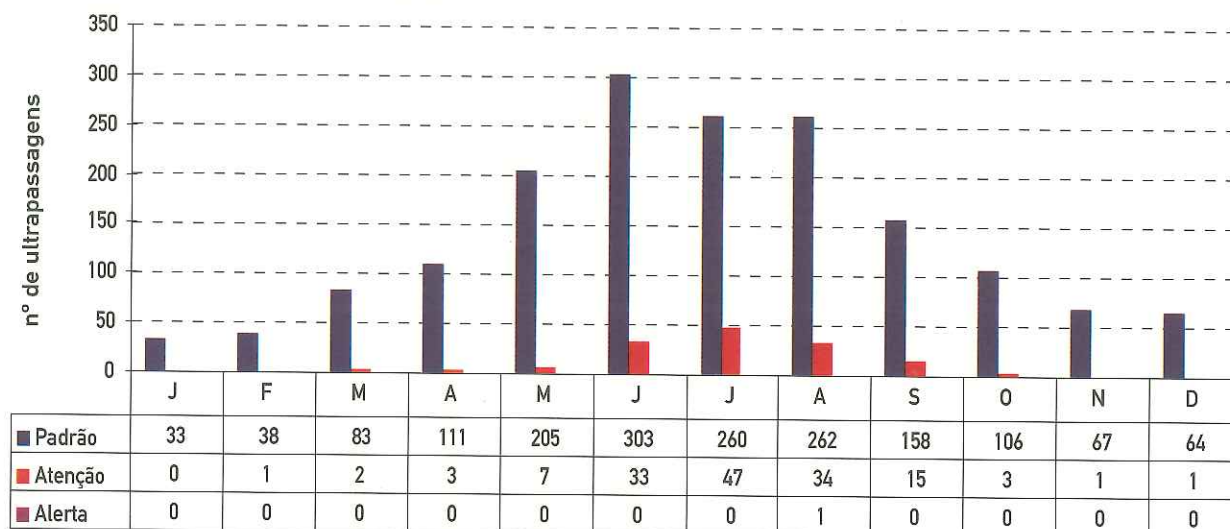
Figura 6 - PI - Total de ultrapassagens do padrão e níveis críticos por mês (1982 a 1999) - Cubatão- V. Parisi.



A figura 7 ilustra a distribuição dos episódios de ultrapassagens do padrão e níveis críticos por CO (médias de 8 horas) durante os meses do ano na RMSP. Também para o CO, observa-se que os episódios ocorrem principalmente nos meses de inverno, com maior frequência nos meses de junho, julho e agosto.



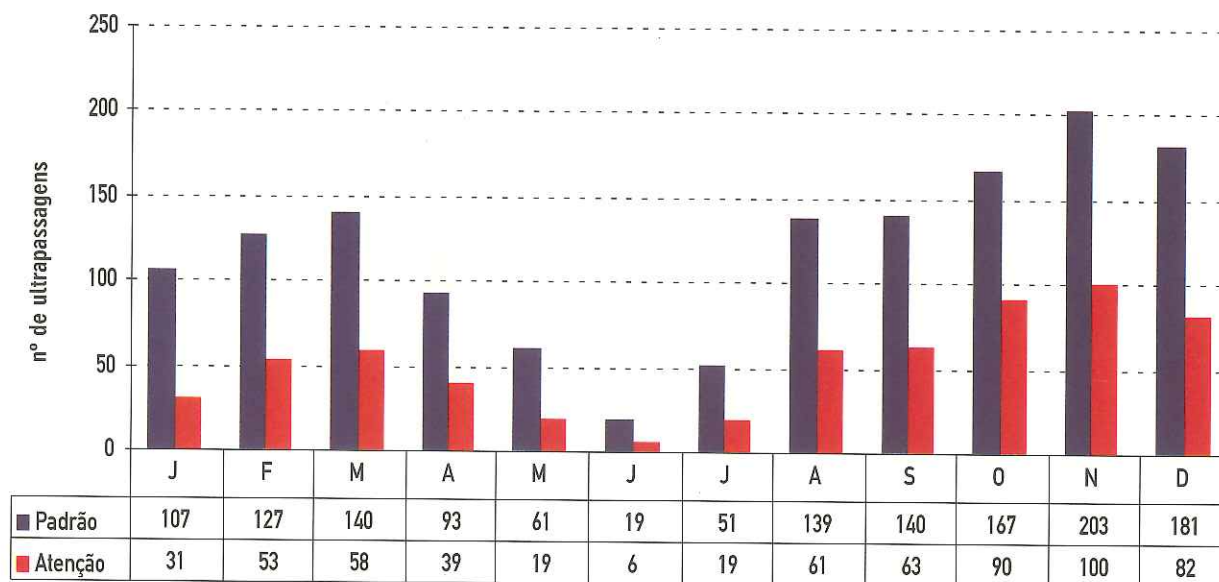
Figura 7 - CO - Total de ultrapassagens do padrão e níveis críticos por mês (1981 a 1999) - RMSP - (médias de 8 horas).



Base: Estações P.D. Pedro II, Congonhas e C. César até 1995
Estações P.D. Pedro II, Ibirapuera, S. Caetano do Sul, Congonhas, Centro e S. André-Centro a partir de 1996

O ozônio apresenta uma distribuição de episódios ao longo dos meses totalmente distinta dos poluentes primários. Podemos observar na figura 8 que a menor frequência de episódios na RMSP ocorrem justamente no período de inverno, época de menor incidência de radiação solar. A maior frequência foi observada durante os meses de outubro, novembro e dezembro.

Figura 8 - O₃ - Total de ultrapassagens do padrão e níveis críticos por mês (1981 a 1999) - RMSP



Base: Estações P. D. Pedro II, Moóca, Congonhas e Lapa





5 A qualidade do ar no Estado de São Paulo

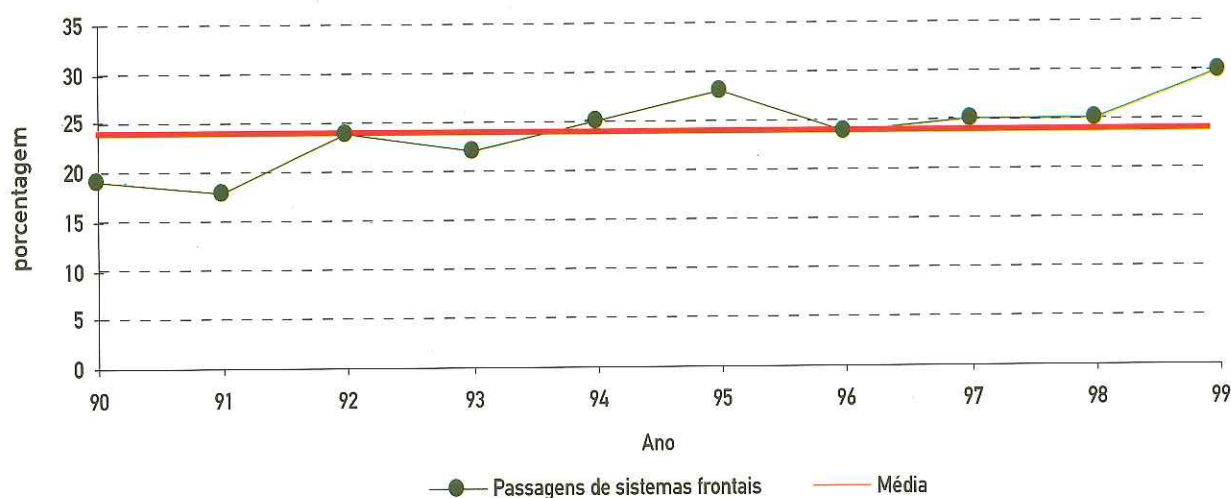
5.1 Caracterização Meteorológica

As condições meteorológicas na RMSP e em Cubatão são monitoradas pela CETESB através de dados recebidos de diversas instituições como o INMET/MARA, FAB/MAER, INPE/MCT, as quais fornecem informações meteorológicas como, por exemplo, dados sinóticos de superfície e ar superior, dados horários de aeroportos, radiossonda do Aeroporto de Congonhas, imagens de satélite. Além dessas informações a CETESB possui treze anemógrafos ligados ao sistema telemétrico que fornecem dados horários de direção e velocidade do vento, quatro estações para medidas de umidade relativa do ar e temperatura, um ponto com medidas de radiação (global e ultravioleta) e dois pontos com medidas de pressão, dados estes importantes para o monitoramento das condições locais.

Com base nos dados meteorológicos e na análise de modelos meteorológicos de previsão (atualmente são utilizados produtos meteorológicos disponibilizados nos "sites" do CPTEC/INPE, INMET/MARA, IPMET/UNESP, NSW/NOAA/USA, entre outros), a CETESB elabora um boletim meteorológico diário com a previsão das condições de dispersão de poluentes para as 24 horas seguintes. Nos meses de maio a setembro, considerado "período de inverno", as condições meteorológicas são menos favoráveis à dispersão de poluentes na atmosfera, o que faz com que a maioria dos episódios, exceção feita ao ozônio, ocorram neste período. A análise feita a seguir refere-se aos parâmetros meteorológicos observados durante os períodos de inverno para os poluentes primários (PI, SO₂, NO₂, CO). Posteriormente será analisado as condições de formação de ozônio durante o ano de 1999. Os dados anuais (1995 a 1999) dos parâmetros meteorológicos são apresentados no anexo 3.



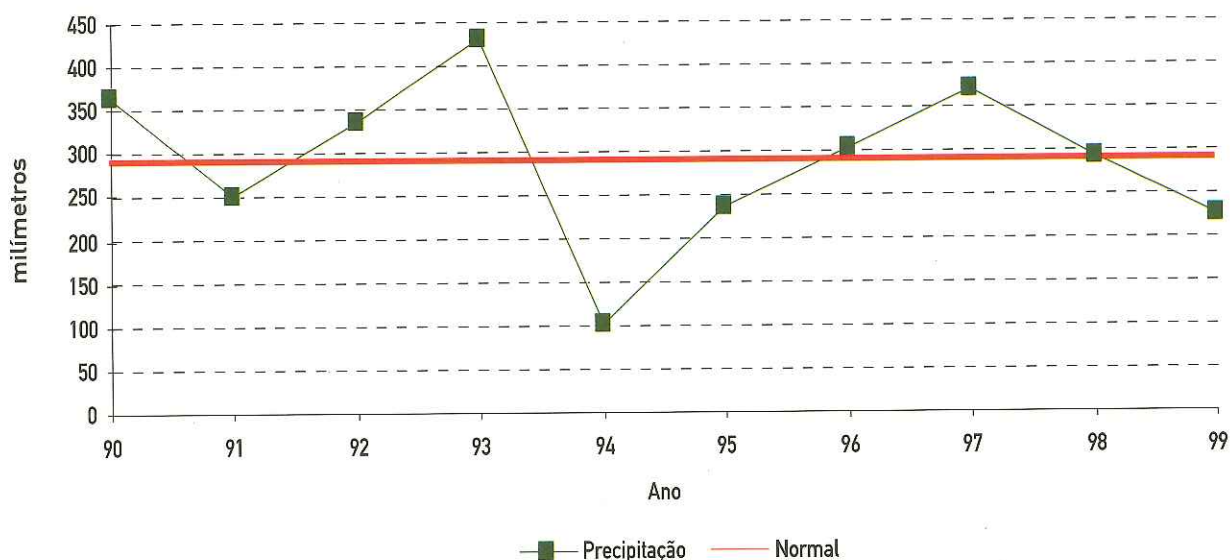
Figura 9 - Frequência de Sistemas Frontais que passaram sobre São Paulo - período de maio a setembro.



A figura 9 mostra o número de passagens de sistemas frontais sobre São Paulo. Em 1999 a frequência de passagens de sistemas frontais foi bem superior à média dos últimos 10 anos.

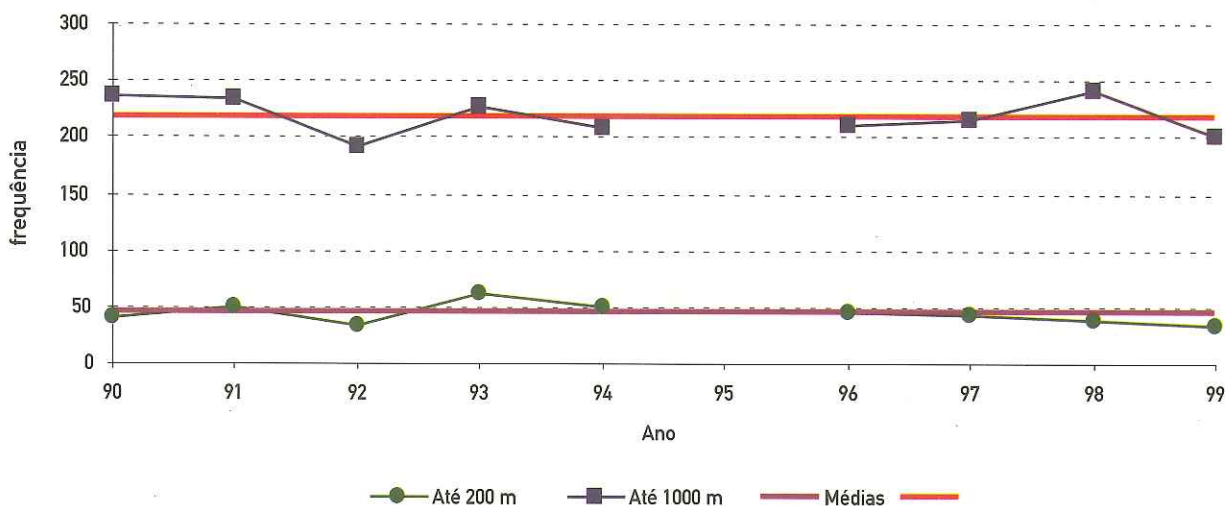
Outro parâmetro analisado é a precipitação. A ocorrência de precipitação indica que a atmosfera está instável, ocasionando movimentos ascendentes de ar, que não só favorecem a dispersão dos poluentes nos baixos níveis da atmosfera, mas também promovem a remoção de poluentes da atmosfera, uma vez que parcela significativa dos poluentes emitidos são incorporados à água de chuva. Ainda, o solo úmido evita que haja ressuspensão das partículas para a atmosfera. No inverno de 1999 a precipitação esteve abaixo da normal de 30 anos, conforme pode ser observado na figura 10.

Figura 10 - Precipitação total da Estação Mirante de Santana - período de maio a setembro e normal de 1961 a 1990.



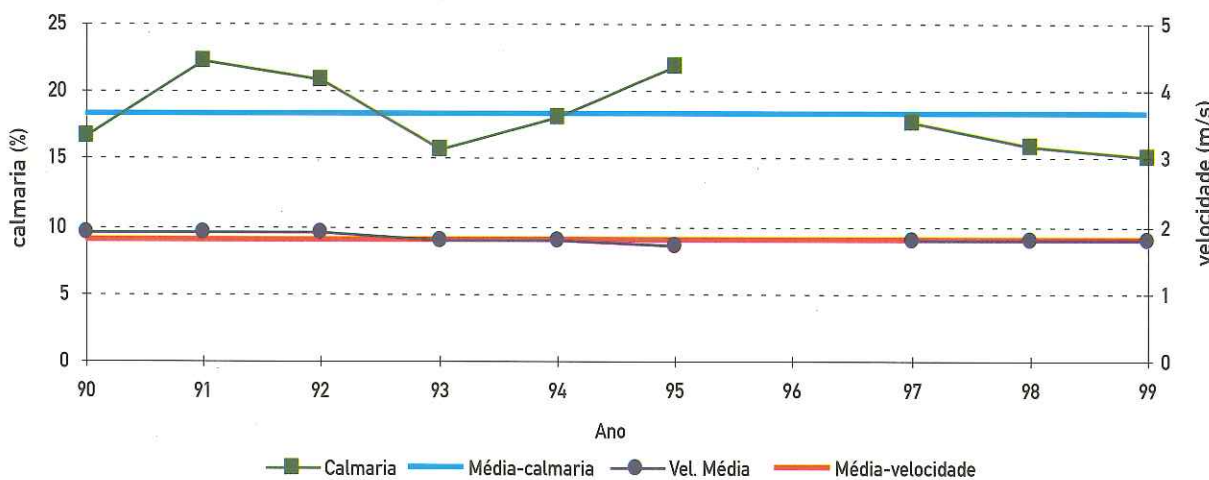
A figura 11 mostra a frequência total de inversões térmicas com base até 1000 metros e a frequência de inversões térmicas com base até 200 metros. As inversões térmicas mais próximas da superfície impedem a dispersão dos poluentes para os níveis mais altos da atmosfera, provocando normalmente elevados níveis de concentração de poluentes. Observa-se que em 1999, o número de ocorrências de inversões térmicas (até 200 e 1000m) foi ligeiramente inferior à média dos últimos dez anos.

Figura 11 - Distribuição de frequência da altura da base das inversões térmicas - período de maio a setembro.



A figura 12 mostra a evolução nos últimos dez anos da porcentagem de calmaria e da velocidade média do vento em superfície na RMSP, respectivamente. No inverno de 1999, a porcentagem de calmaria foi inferior à média dos últimos dez anos, enquanto que a velocidade média do vento foi igual à média no período.

Figura 12 - Porcentagem de calmaria e velocidade média do vento na RMSP - período de maio a setembro.



A umidade relativa do ar é um parâmetro meteorológico que caracteriza o tipo de massa de ar que está atuando sobre a região. Encontram-se na tabela H do anexo 3 os valores umidade relativa às 15h, horário do dia em que a umidade normalmente apresenta os valores mais baixos. Destaca-se o período seco de 29 de agosto a 7 de setembro, quando ocorreram valores de umidade relativa abaixo de 20%, agravando ainda mais a condição já desfavorável para a dispersão dos poluentes. A ocorrência de baixa umidade relativa pode agravar doenças e quadros clínicos das pessoas, além de causar desconforto nas pessoas saudáveis, um quadro que possui semelhança com os sintomas da poluição do ar e que muitas vezes leva o leigo a confundir os dois fenômenos. Convém ressaltar que desde 1996, a CETESB tem alertado, com divulgação insistente durante o período do inverno, sobre os valores de umidade relativa, principalmente quando estes encontram-se em níveis muito baixos.

Figura 13 - Percentual de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos na Região de São Paulo e Cubatão - período de maio a setembro.



Para os poluentes primários, durante os meses de maio a setembro de 1999, observou-se a mais baixa porcentagem de condições desfavoráveis à dispersão de poluentes dos últimos dez anos (figura 13). Estas condições são avaliadas diariamente através da análise dos parâmetros meteorológicos analisados.

Analisando as figuras 9, 11 e 12 observa-se que estes parâmetros foram mais favoráveis à dispersão de poluentes quando comparados com a média. Os meses de maio a julho de 1999 foram os mais favoráveis dos últimos cinco anos (ver tabela F do anexo 3), fato este que pode ser explicado através do número de passagens de sistemas frontais nos primeiros três meses do "inverno", que foi o maior dos últimos cinco anos (ver tabela A do anexo 3), caracterizando um período de intensa atuação de frentes frias, instabilizando a atmosfera e a atuação de massas de ar polares, que sempre atuam de forma favorável à dispersão dos poluentes na RMSP e em Cubatão.

Neste período, os dias compreendidos entre o final de agosto e início de setembro merecem um enfoque especial, uma vez que foram desfavoráveis à dispersão de poluentes devido à atuação da crista do anticiclone subtropical do Atlântico Sul, situação esta que não permitiu a penetração de sistemas frontais na região provocando condições de estabilidade atmosférica e baixa umidade relativa, conforme pode-se verificar na tabela H do anexo 3.



Quanto ao ozônio, as altas concentrações deste poluente, ocorrem principalmente nos meses de janeiro a março e setembro a dezembro, meses estes em que as condições meteorológicas para dispersão dos poluentes primários são muito boas.

No ano de 1999 na RMSP, o ozônio ultrapassou o padrão de qualidade do ar em 79 dias, valor este extremamente elevado, uma vez que representa 1/5 dos dias do ano. Ao analisarmos os meses de janeiro a março e de setembro a dezembro (212 dias), os quais pode-se considerar como crítico para o ozônio, as ultrapassagens representam cerca de 29,3% dos dias, conforme pode-se verificar na Tabela 13 do item 5.2.1.7.

Convém ressaltar que no período de 29 de agosto a 07 de setembro a qualidade do ar esteve comprometida não só pelo ozônio que ultrapassou o padrão todos esses dias com vários desses dias atingindo a qualidade má mas, também, pelo poluente PI devido às condições meteorológicas acima descritas.

5.2 Avaliação da Qualidade do Ar

Com base no conhecimento acumulado através do monitoramento da qualidade do ar e de estudos especiais é possível fazer um diagnóstico da situação para os poluentes estudados pela análise comparativa com os padrões de qualidade do ar. Nas análises aqui apresentadas, as concentrações são comparadas tanto com os padrões de longo prazo, normalmente médias anuais, quanto com os padrões de curto tempo de exposição, em prazos menores ou igual a 24 horas.

É interessante lembrar que os resultados obtidos pelo monitoramento refletem não somente as variações na emissão, mas também as condições meteorológicas observadas no ano. Assim, os resultados obtidos em 1999 em termos de concentração foram influenciados por uma condição meteorológica média mais favorável à dispersão dos poluentes do que nos anos anteriores (ver capítulo 5.1).

Os dados de monitoramento que serviram de base para este diagnóstico estão contidos nas tabelas A a I no anexo 4.

5.2.1 Região Metropolitana de São Paulo e Cubatão

5.2.1.1 Distribuição Anual do Índice de Qualidade do Ar

Nas tabelas A a F do anexo 5 são apresentados os índices de qualidade do ar por poluente e por estação divulgados no ano de 1999.

É importante salientar que a distribuição dos índices pode apresentar pequenas diferenças com relação ao número de ultrapassagens apresentados no anexo 4, uma vez que a origem da distribuição do índice é o boletim diário de qualidade do ar, cujo período de medição é das 16h do dia anterior às 15h do dia em questão, enquanto que no anexo 4, as estatísticas diárias dos dados de qualidade do ar são efetuadas considerando medições da 1h às 24h.

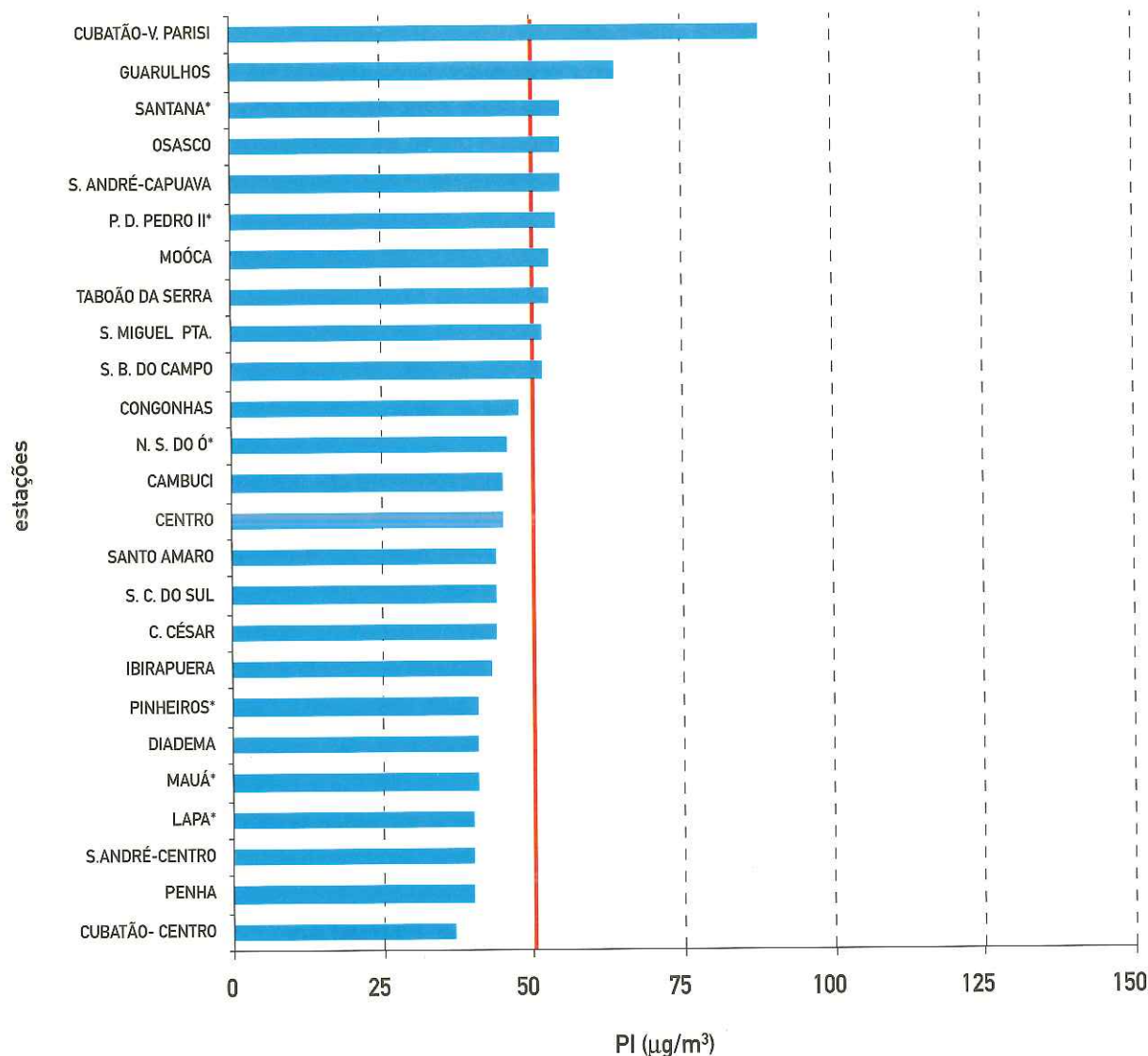
5.2.1.2 Partículas Inaláveis ($d_{50} = 10 \mu\text{m}$)

Exposição de longo prazo

A figura 14 mostra as médias aritméticas anuais de PI medidas no ano de 1999 em todas as estações da rede telemétrica de amostragem da RMSP e Cubatão. Observa-se que a maior média entre as estações na RMSP foi observada em Guarulhos ($64 \mu\text{g}/\text{m}^3$), muito embora em várias estações tenha havido ultrapassagem do padrão anual de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (linha vermelha). Em Cubatão, a maior média foi observada em Vila Parisi ($88 \mu\text{g}/\text{m}^3$), na região industrial, enquanto que na região central de Cubatão a média anual de concentração foi mais baixa do que em qualquer das estações na RMSP.



Figura 14 - PI - Médias aritméticas anuais - 1999.



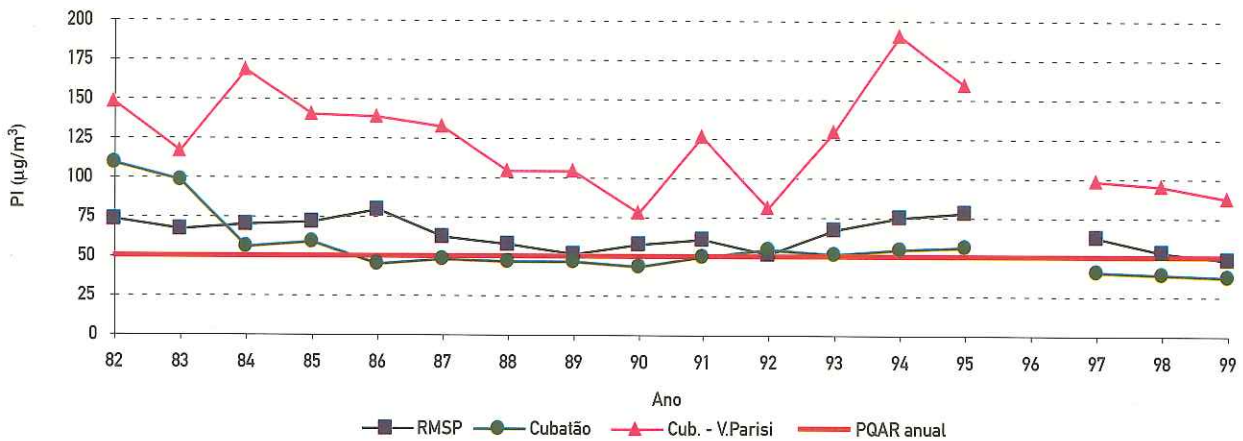
* Não atendeu ao critério de representatividade

A tendência das concentrações médias anuais (Figura 15) mostra que tanto na RMSP quanto em Cubatão houve um decréscimo das concentrações nos últimos três anos. Na RMSP os valores médios, considerando todas as estações, estão um pouco acima do padrão. Em Cubatão os valores encontram-se bem acima do padrão na área industrial e próximos ao padrão na região urbana.

Para o cálculo dos valores anuais médios referentes a RMSP considerou-se todos os dados das estações que monitoraram este poluente em cada ano. No caso de Cubatão, foram consideradas as estações Centro e Vila Nova até o ano de 1995. A partir de 1996, considerou-se somente a estação Centro, uma vez que não houve medições na estação Vila Nova. Optou-se por manter na análise histórica de tendências a estação Vila Nova, por possuir níveis de concentração semelhantes em grandeza aos observados na estação Centro. A análise individual para a estação Vila Parisi foi necessária devido ao comportamento diferenciado das concentrações nessa estação. Em 1996 nenhuma das estações, na RMSP e Cubatão, atendeu ao critério de representatividade, devido a interrupção por um período aproximado de cinco meses, para a renovação da rede automática.



Figura 15 - PI - Evolução das concentrações médias anuais na RMSP e Cubatão

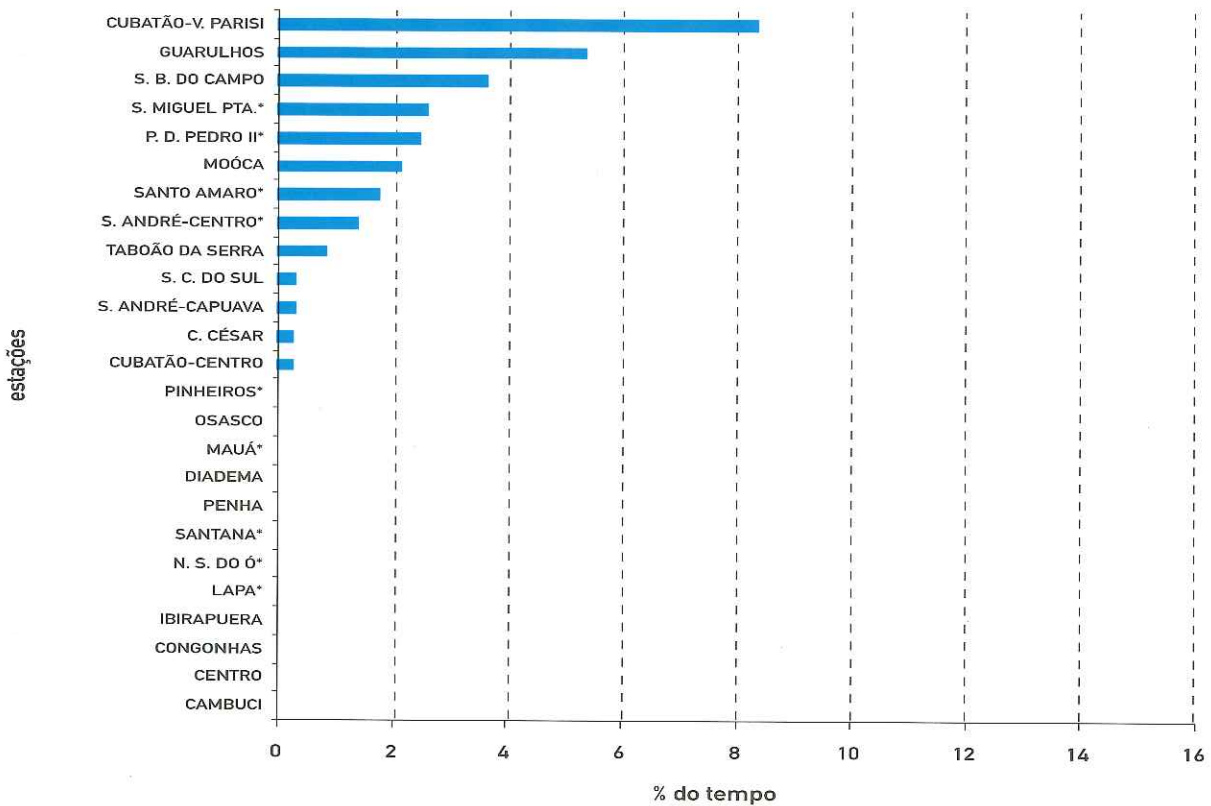


Base: Todas as estações que mediram PI na RMSP e Cubatão

Exposição de curto prazo

Com relação ao padrão de curto prazo (média de 150 µg/m³ em 24 horas), é ilustrado na figura 16 a porcentagem do tempo em que este padrão foi ultrapassado em cada uma das estações em 1999, dando uma idéia do grau de exposição de curto prazo ao qual a população esteve submetida durante o ano.

Figura 16 - PI - Porcentagem do tempo em que o padrão diário foi ultrapassado na RMSP e Cubatão em 1999.



* Não atendeu ao critério de representatividade



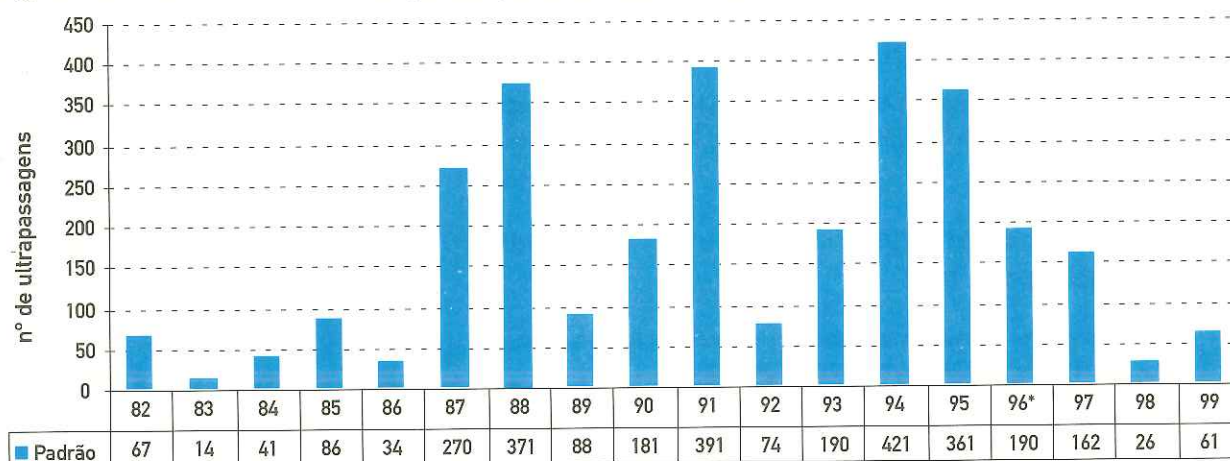
Na RMSP, Guarulhos, seguida por São Bernardo do Campo foram as estações, dentre as que atenderam ao critério de representatividade de dados, apresentaram maior porcentagem do tempo de ultrapassagem do padrão diário. Com relação a estação Santo Amaro, cabe ressaltar que a mesma esteve influenciada por obras do metrô no local durante alguns períodos no ano.

Observa-se que em Vila Parisi, na região industrial de Cubatão, o tempo de ultrapassagens do padrão de PI é bem maior que em qualquer das estações da RMSP. Por outro lado, na região central de Cubatão o número de ultrapassagens do padrão é comparável à estações com poucas ultrapassagens na RMSP.

Em 1999, houve uma ultrapassagem do nível de atenção na RMSP, na estação Guarulhos e duas ultrapassagens em Cubatão, sendo uma na estação Centro e outra na estação Cubatão-Vila Parisi.

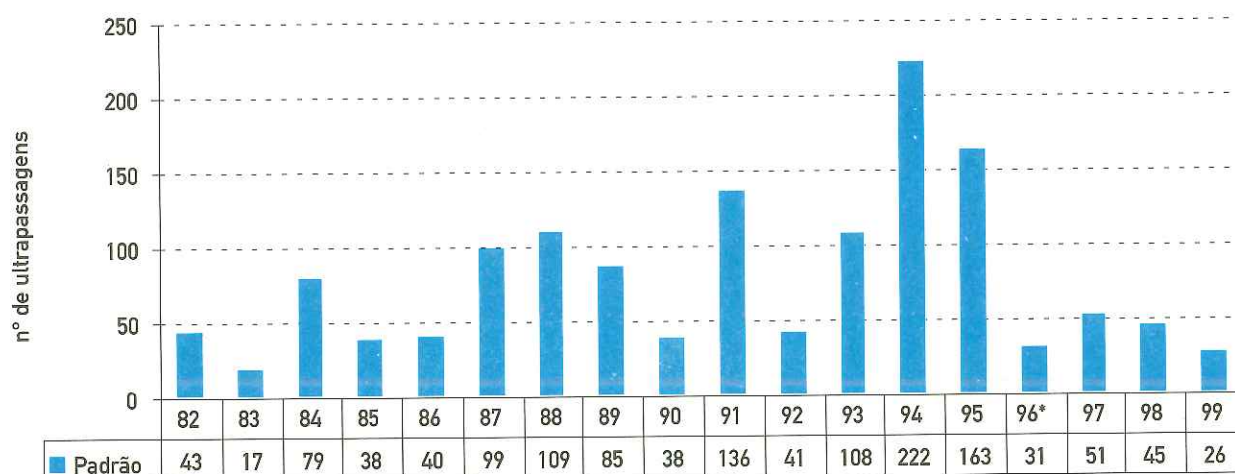
As figuras a seguir mostram a freqüência do número de ultrapassagens do padrão para a RMSP e Cubatão nos últimos 18 anos de dados. Na RMSP (Figura 17), observa-se uma tendência significativa de decréscimo registrada nos últimos 5 anos. Comportamento semelhante observou-se nas ultrapassagens em Cubatão-V. Parisi (Figura 18).

Figura 17 - PI - Total de ultrapassagens do padrão por ano - RMSP.



* Nenhuma estação atendeu ao critério de representatividade

Figura 18 - PI - Total de ultrapassagens do padrão por ano - Cubatão- V. Parisi.



* A estação não atendeu ao critério de representatividade

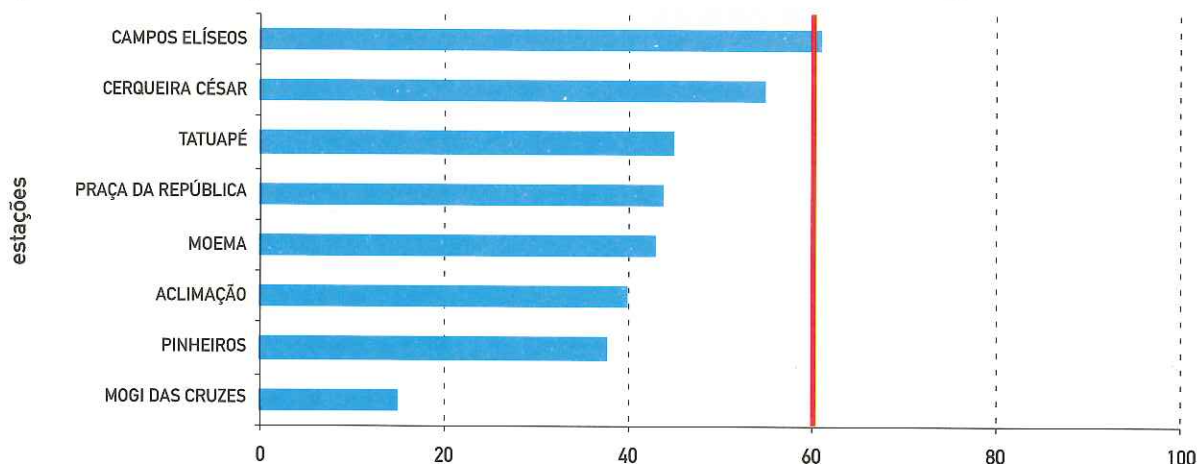


5.2.1.3 Fumaça

Exposição de longo prazo

Na Região Metropolitana de São Paulo o parâmetro fumaça (FMC) é amostrado em oito estações, sendo sete no município de São Paulo. Os resultados obtidos durante 1999 podem ser observados na figura 19. O padrão primário de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (média aritmética anual) foi ultrapassado na estação Campos Elíseos.

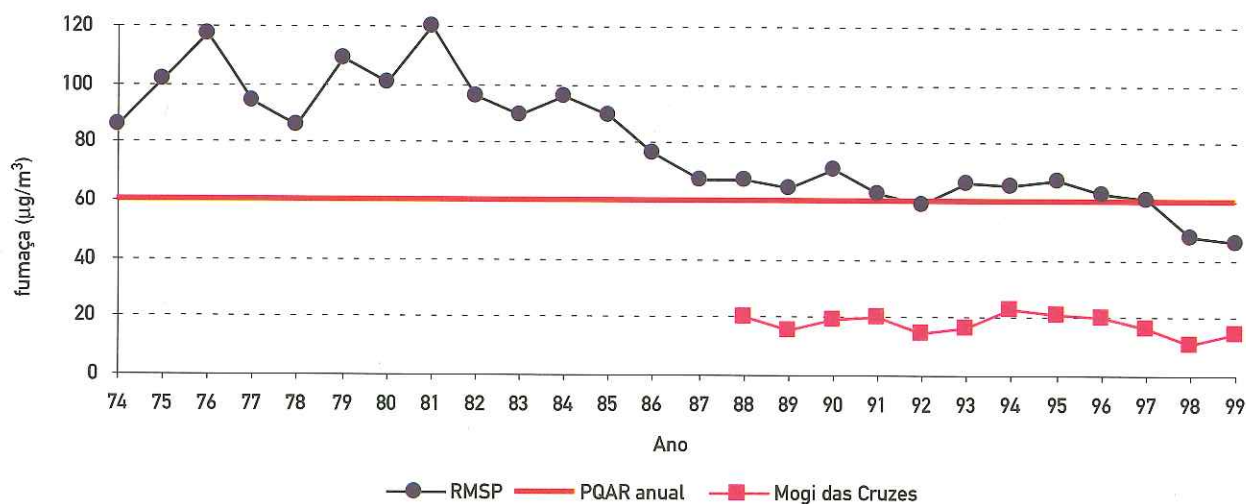
Figura 19 - Fumaça - Médias aritméticas anuais na RMSP em 1999.



A figura 20 mostra a evolução das concentrações médias anuais de fumaça. Nesta figura nota-se uma redução das concentrações médias nos últimos anos. A média anual obtida em 1999 para o município de São Paulo ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi a mais baixa observada nos 26 anos de amostragem apresentados.

A análise das concentrações no município de Mogi das Cruzes foi colocada separadamente porque as concentrações nesta estação são significativamente mais baixas que nas demais estações.

Figura 20 - Fumaça - Evolução das concentrações na RMSP.



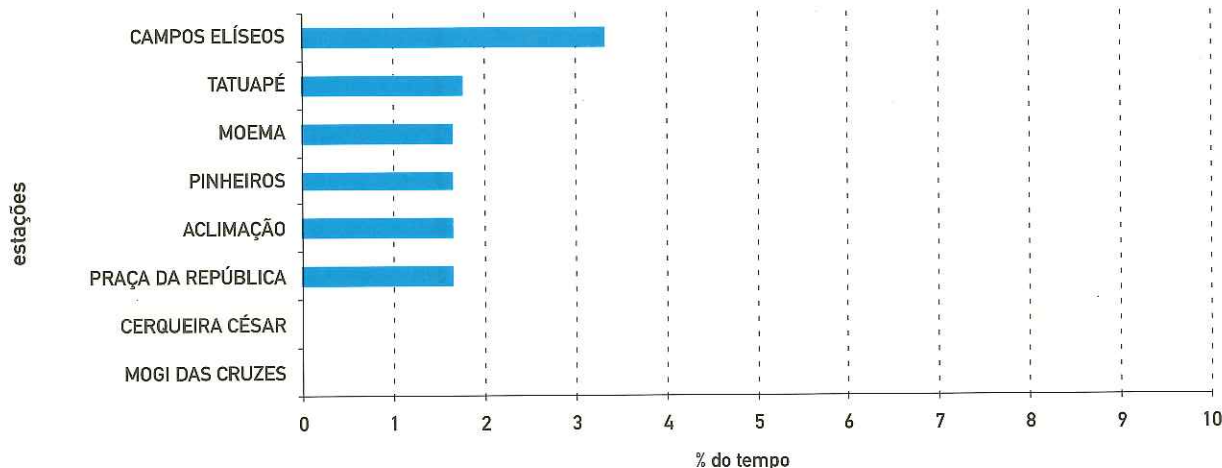
Base: São Paulo - 5 estações comuns em todo o período.
A estação Mogi das Cruzes mudou de endereço em fevereiro/95



Exposição de curto prazo

Com respeito ao padrão diário ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), somente nas estações Mogi das Cruzes e Cerqueira César não foi verificada nenhuma ultrapassagem deste valor (Figura 21). A maior porcentagem do tempo acima do padrão (em torno de 3%) foi observada na estação Campos Elíseos.

Figura 21 - Fumaça - Porcentagem do tempo em que o padrão primário diário ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi ultrapassado na RMSP em 1999.



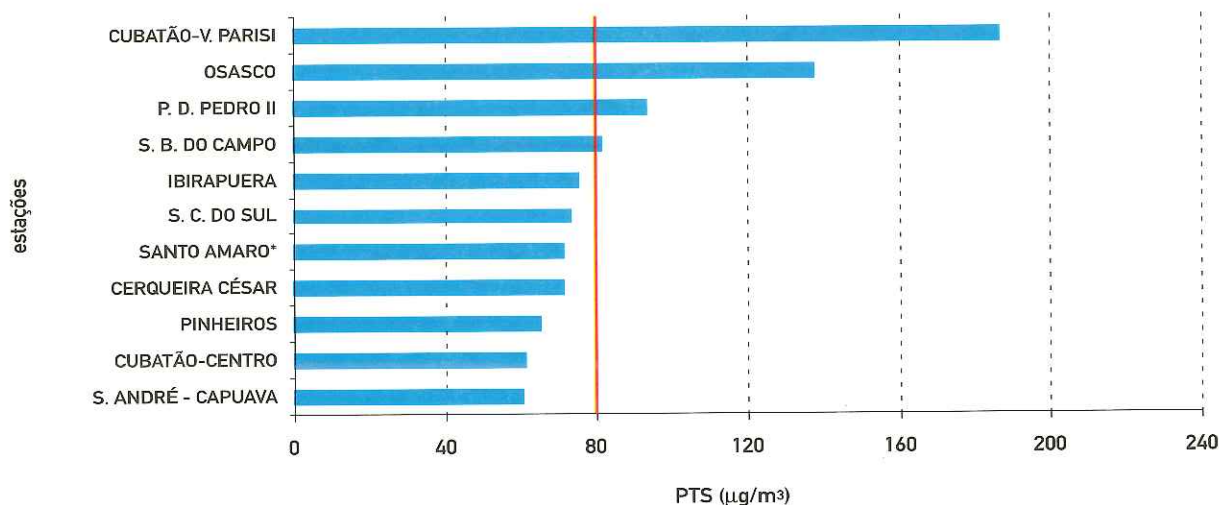
5.2.1.4 Partículas Totais em Suspensão

Exposição de longo prazo

Na figura 22 são mostradas as médias geométricas anuais de partículas totais em suspensão (PTS). Das 8 estações que atenderam ao critério de representatividade, localizadas na RMSP, quatro se encontram acima do padrão primário de qualidade do ar ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - média geométrica anual). Em Cubatão, o comportamento é semelhante ao que ocorre com as partículas inaláveis, ou seja, valores bem acima do padrão em V. Parisi, e abaixo do padrão na região central.

Conforme descrito anteriormente, a estação de Santo Amaro esteve sob influência das obras do metrô o que ocasionou inúmeras falhas e a não representatividade da média anual observada.

Figura 22 - PTS - Médias geométricas anuais na RMSP e Cubatão em 1999.

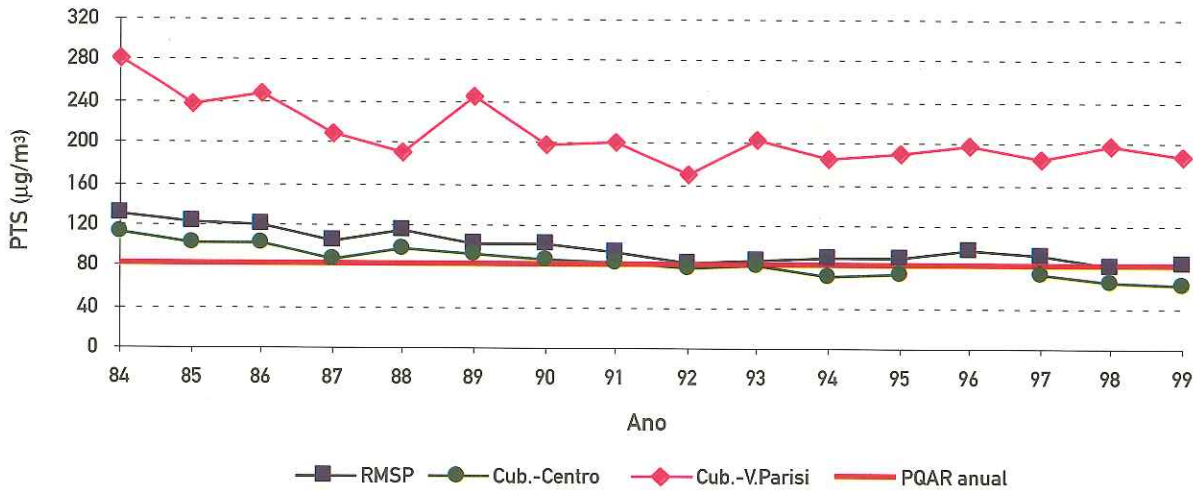


* não atendeu ao critério de representatividade



A figura 23 apresenta a evolução das concentrações (médias geométricas anuais) de PTS, observa-se de maneira geral na RMSP uma redução das médias anuais que eram observadas no início da década de 80, e uma posterior estabilização um pouco acima do padrão primário ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Esta aparente estabilização dos níveis médios de concentração também é observada em Cubatão, sendo que em Vila Parisi os níveis médios de concentração estão bem acima do padrão, enquanto que em Cubatão Centro encontram-se um pouco abaixo do padrão.

Figura 23 - PTS - Evolução das concentrações na RMSP e Cubatão.

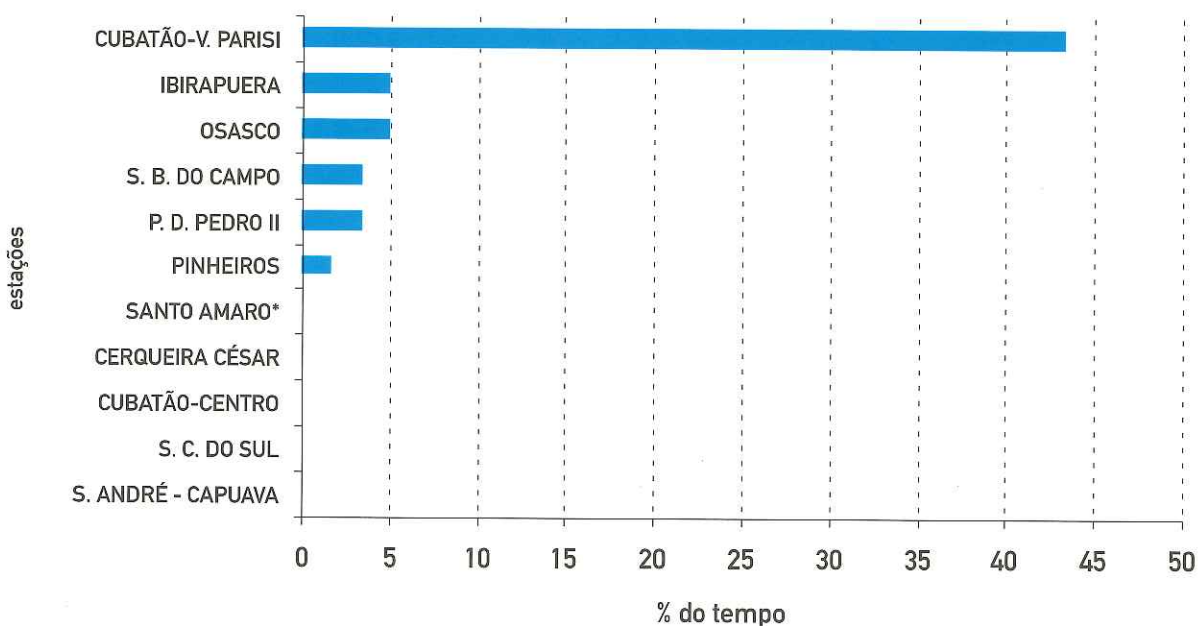


Base : RMSP - estações com dados representativos no ano (mínimo de cinco estações)

Exposição de curto prazo

Em relação ao padrão diário ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), seis estações apresentaram concentrações superiores a este padrão, conforme pode-se observar na figura 24. Destaca-se V. Parisi com quase metade do período acima do padrão diário de PTS.

Figura 24 - PTS - Porcentagem do tempo em que as concentrações ficaram acima do padrão diário em 1999.



* Não atendeu ao critério de representatividade

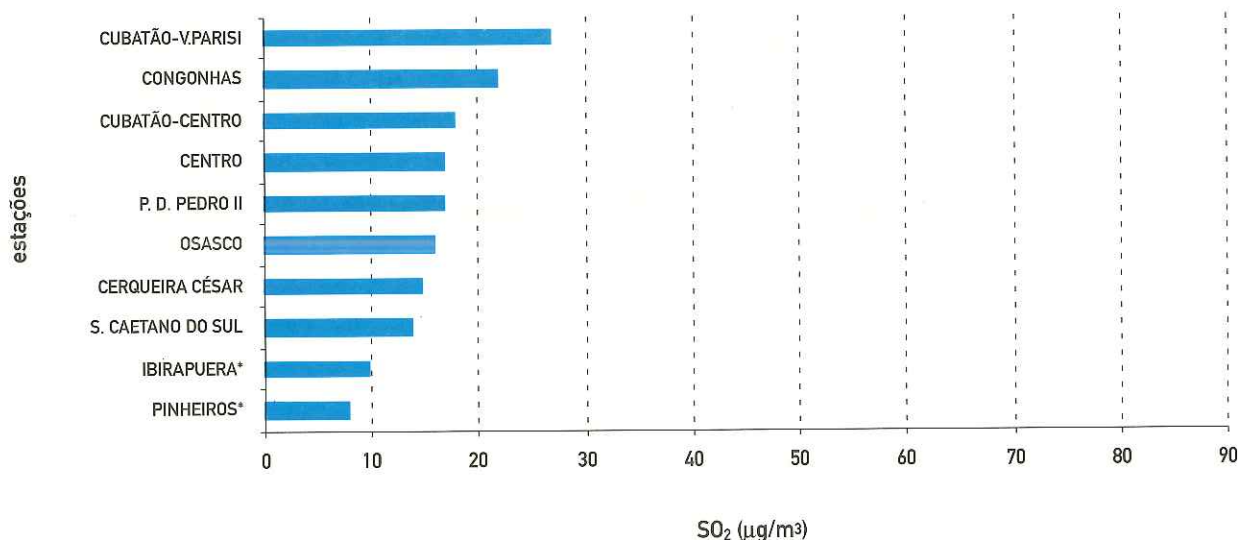


5.2.1.5 Dióxido de Enxofre

Exposição de longo prazo

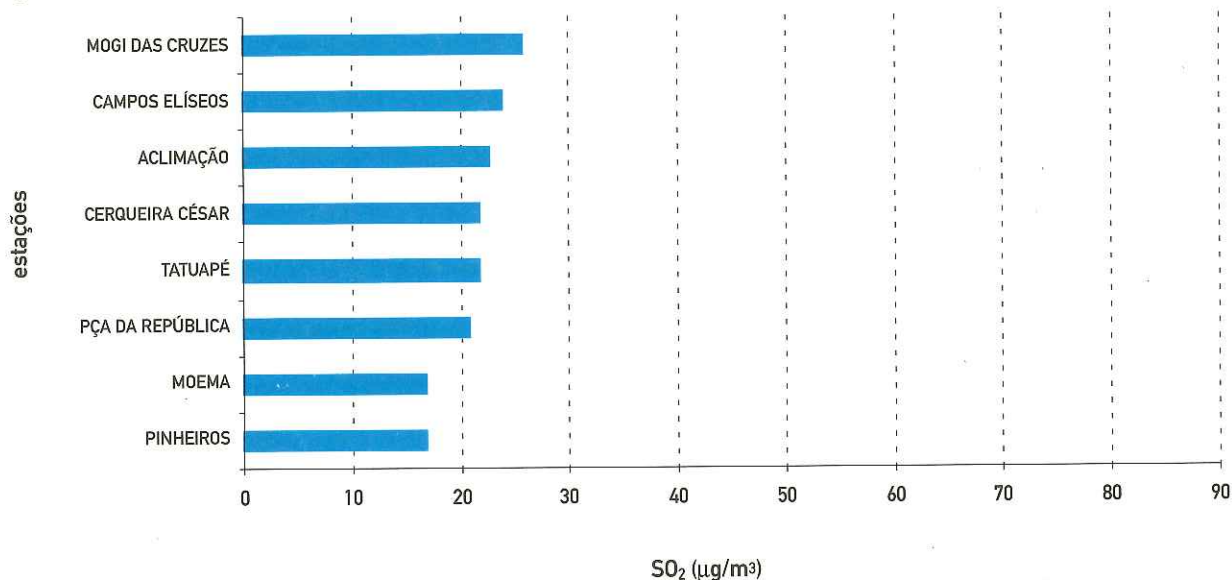
Nas figuras 25 e 26 são mostradas as médias aritméticas anuais de dióxido de enxofre das redes automática e manual, respectivamente. Em nenhuma estação monitorada o padrão anual de qualidade do ar ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi ultrapassado. Além disso, em todas as estações as médias estiveram abaixo de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 25 - SO_2 - Médias aritméticas anuais na RMSP e Cubatão em 1999 - Rede Automática.



* Não atendeu ao critério de representatividade

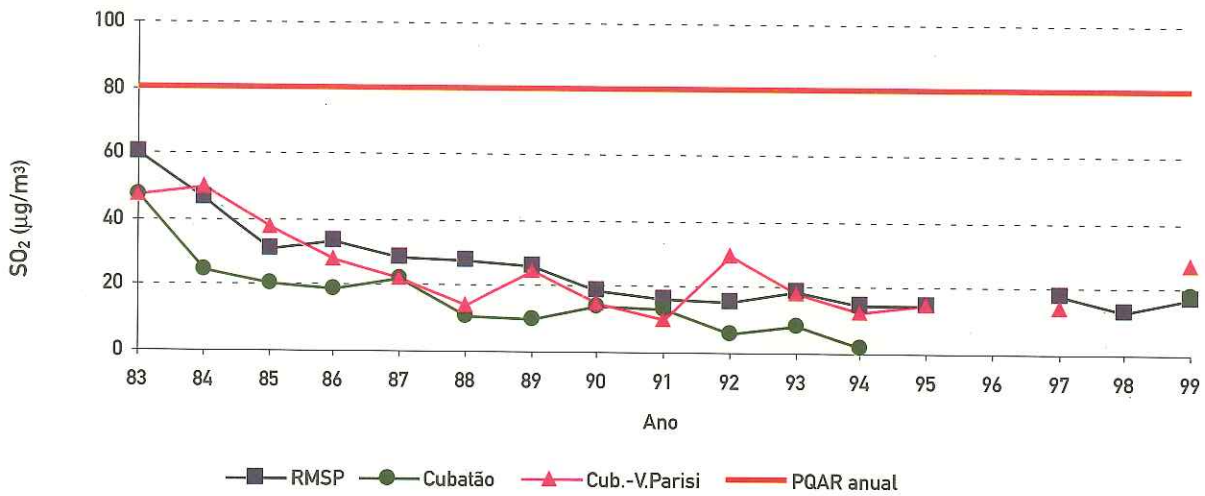
Figura 26 - SO_2 - Médias aritméticas anuais na RMSP em 1999 - Rede Manual.



Com relação à tendência ao longo dos anos, as concentrações de dióxido de enxofre foram decrescendo, resultado principalmente do controle exercido sobre as fontes e da redução do teor de enxofre nos combustíveis automotivos, e hoje tendem a se estabilizar em níveis bem inferiores aos padrões de qualidade como pode ser visto nas figuras 27 e 28.

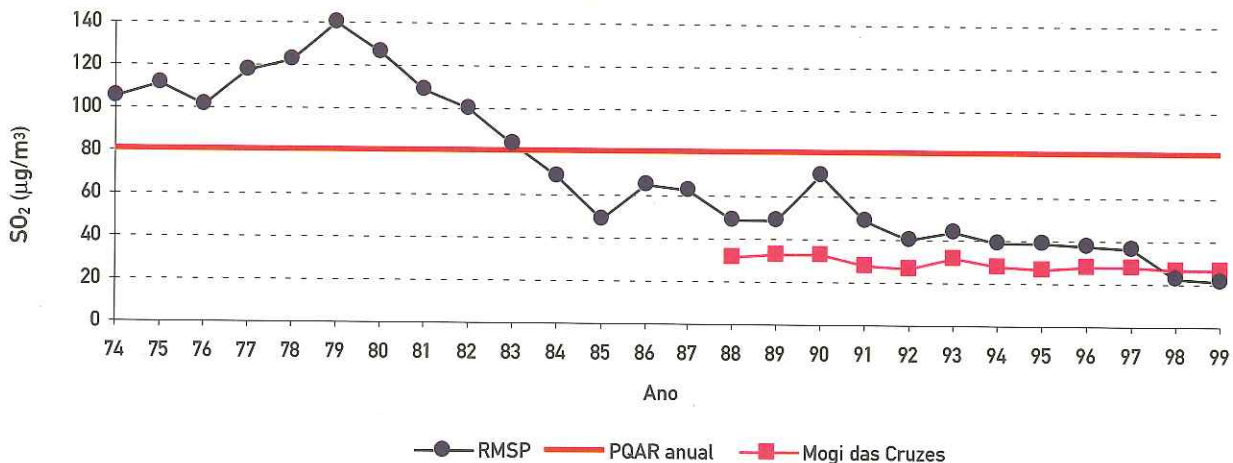


Figura 27 - SO₂ - Evolução das concentrações médias anuais na RMSP e Cubatão - Rede Automática.



Base: RMSP- todas as estações que monitoram este poluente

Figura 28 - SO₂ - Evolução das concentrações médias anuais na RMSP - Rede Manual.



A estação Mogi das Cruzes mudou de endereço em fevereiro/95

Exposição de curto prazo

Não houve ultrapassagens do padrão de 24 horas por SO₂ (365 µg/m³) em nenhuma das estações na RMSP e Cubatão no ano de 1999, uma vez que os maiores valores diários observados no ano foram de 122 µg/m³ na estação V. Parisi, em Cubatão e 105 µg/m³ na estação Centro, na RMSP. Estes valores estão apresentados na tabela D do anexo 4.

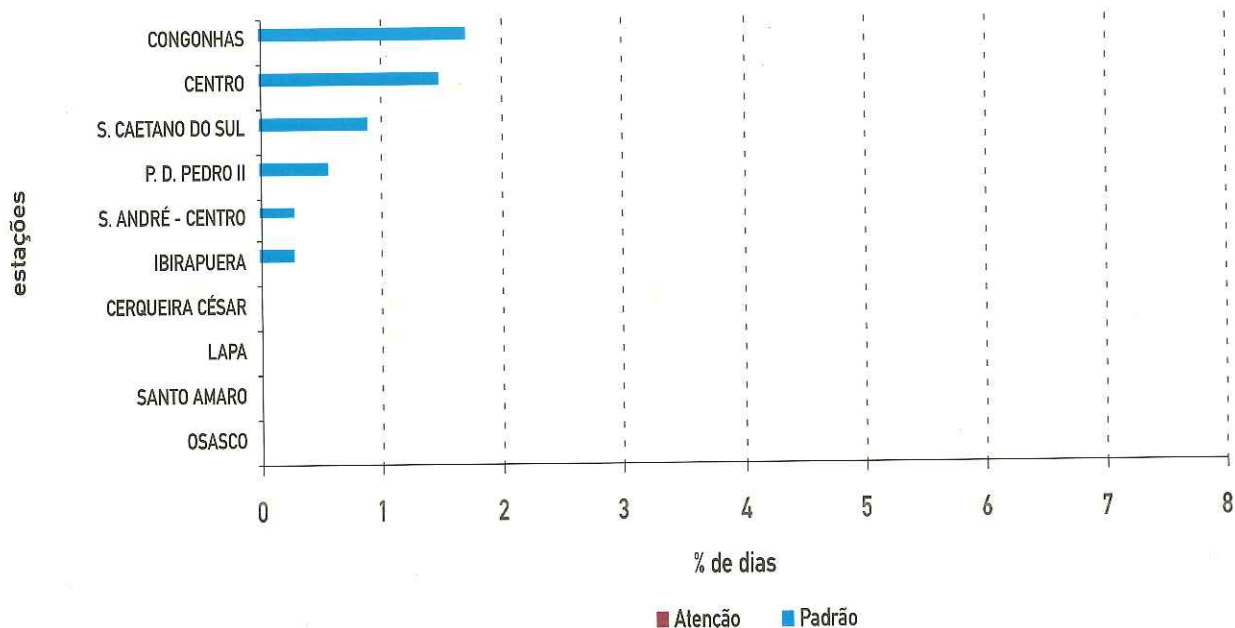
5.2.1.6 Monóxido de Carbono

Exposição de curto prazo

Na figura 29 podemos verificar a porcentagem de dias em que o padrão de 8 horas (9 ppm) e o nível de atenção (15 ppm) por CO foram excedidos em 1999. Observa-se que 6 estações apresentaram ultrapassagens do padrão. As estações com mais ultrapassagens foram Congonhas e Centro, sendo que em nenhuma delas foi atingido o estado de atenção. Não houve ultrapassagens do padrão de 1 hora (35 ppm) em 1999, fato que tem se repetido nos últimos anos.



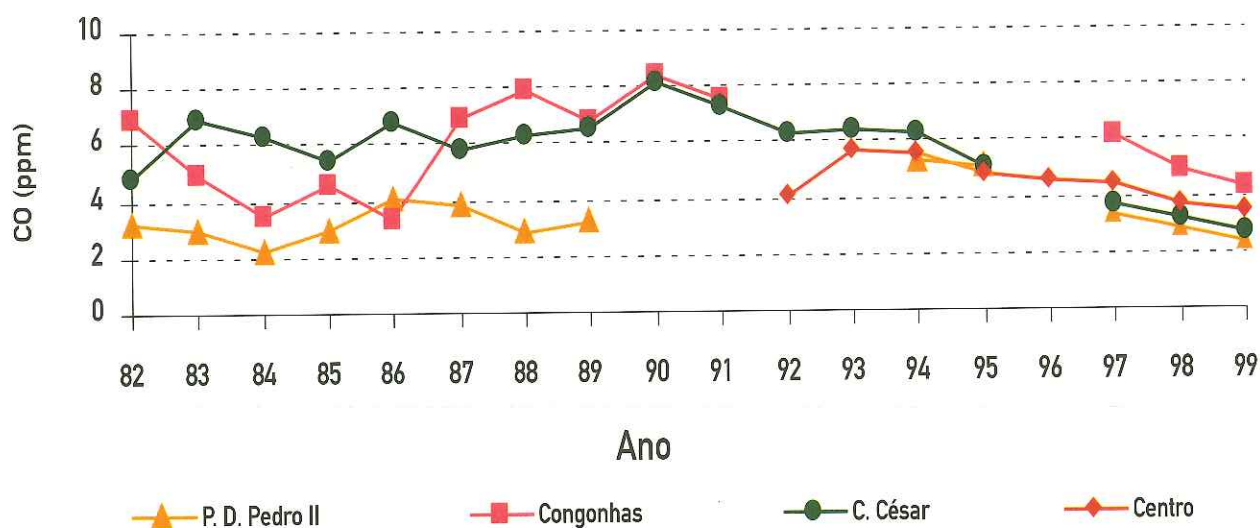
Figura 29 - CO - Porcentagem de dias em que o padrão e nível de atenção foram excedidos em 1999 (médias de 8 horas)



*Não atendeu ao critério de representatividade

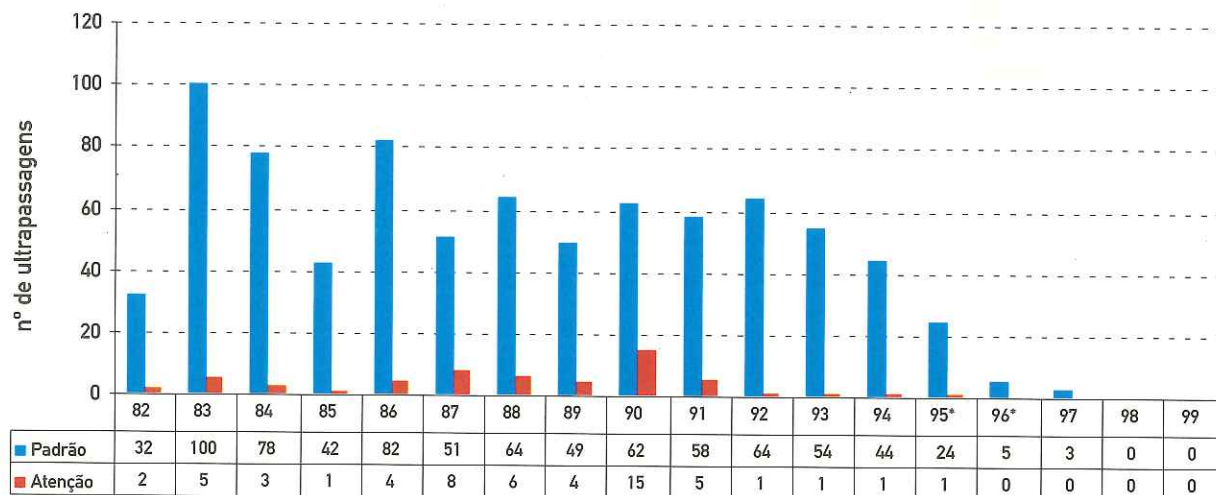
Na figura 30 é mostrada a evolução das concentrações médias anuais das médias máximas de 8 horas de monóxido de carbono. Nesta figura apresenta-se os dados por estação amostradora, para que se verifique o comportamento de forma individualizada. Foram incluídas somente as estações que possuem mais de três anos de dados. É importante esclarecer que este gráfico serve apenas para avaliar a tendência dos níveis de concentração de curto prazo, uma vez que não existe padrão anual para monóxido de carbono. Em 1999, observou-se a continuidade de queda nas concentrações médias com relação aos anos anteriores.

Figura 30 - CO - Evolução das concentrações médias das máximas (média de 8 horas).



A figura 31 ilustra o total de ultrapassagens do padrão e níveis críticos de concentração de CO na estação Cerqueira César ao longo dos anos. Observa-se uma tendência de decréscimo significativo no número de ultrapassagens do padrão nos últimos anos, culminando com a não ocorrência em 1998 e 1999, em que pese as condições meteorológicas mais favoráveis à dispersão dos poluentes observadas nestes anos. Deve-se destacar como fatores importantes na redução das concentrações nos últimos anos, a renovação da frota e as " Operações Rodízio". Considerou-se somente a estação Cerqueira César, por possuir mais dados representativos ao longo dos anos.

Figura 31 - CO - Total de ultrapassagens do padrão e níveis críticos por ano - Cerqueira César (médias de 8 horas).



* Não atendeu ao critério de representatividade

5.2.1.7 Ozônio

Exposição de curto prazo

Na tabela 13 podemos observar o número de dias de ultrapassagem do padrão de ozônio, mês a mês em 1999, destacando que a partir de maio de 1999, a rede automática de monitoramento da Qualidade do Ar, passou a contar com o monitoramento de O₃ nas estações Santana e Diadema e a partir de setembro na estação Pinheiros.

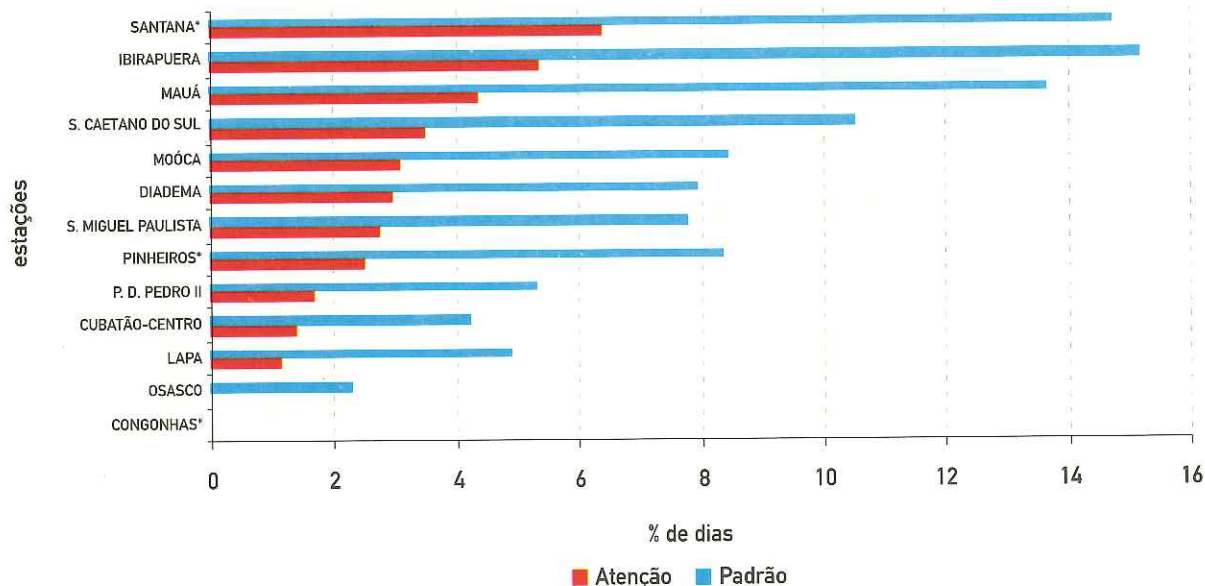
TABELA 13 - Número de dias de ultrapassagem do padrão de ozônio na RMSP em 1999

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Total de dias com ultrapassagem	11	9	6	6	-	2	-	9	14	5	7	10	79

Na figura 32 é possível verificar a porcentagem de dias em que o padrão de 1 hora (160 µg/m³) e o nível de atenção (200 µg/m³) por ozônio foram ultrapassados. Nesta figura observa-se que nas estações com maior número de ultrapassagens em 1999 (Santana e Ibirapuera), o padrão foi ultrapassado em torno de 15% dos dias do ano e em cerca de 4 a 5% dos dias o nível de atenção.



Figura 32 - O₃ - Porcentagem de dias em que as concentrações ultrapassaram o padrão e o nível de atenção em 1999 (médias de 1 hora).

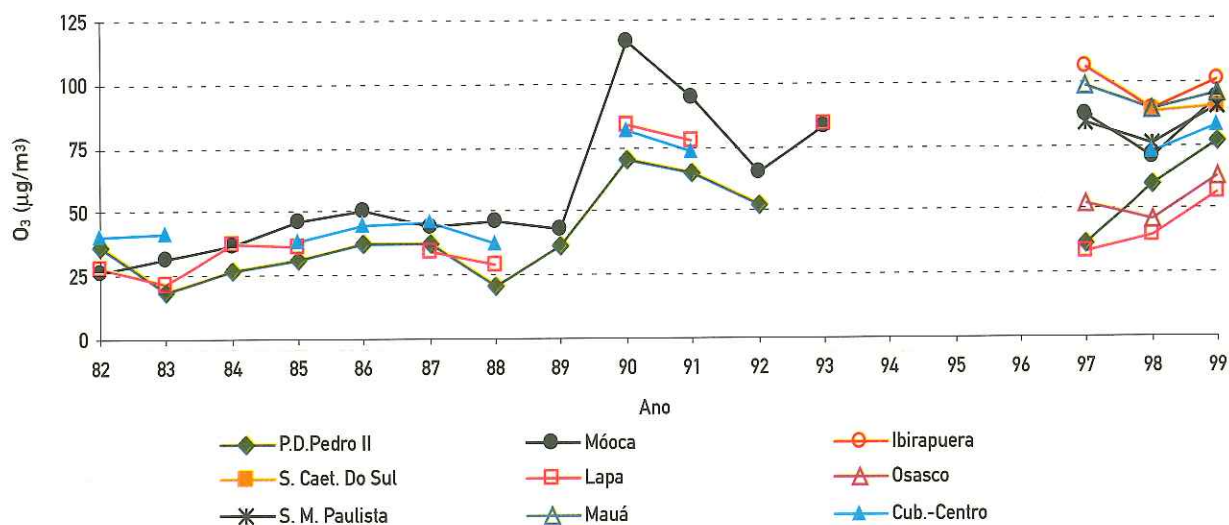


* Não atendeu ao critério de representatividade

Dentre os 79 dias em que houve ultrapassagens do padrão de ozônio, destacam-se alguns dias em que praticamente todas as estações apresentaram concentrações elevadas, como ocorrido nos dias 04/09, 14/10 e 29/12. Destaca-se também que muitos dos dias de altas concentrações ocorreram em feriados ou finais de semana, ou seja, em dias em que há uma significativa redução da frota circulante.

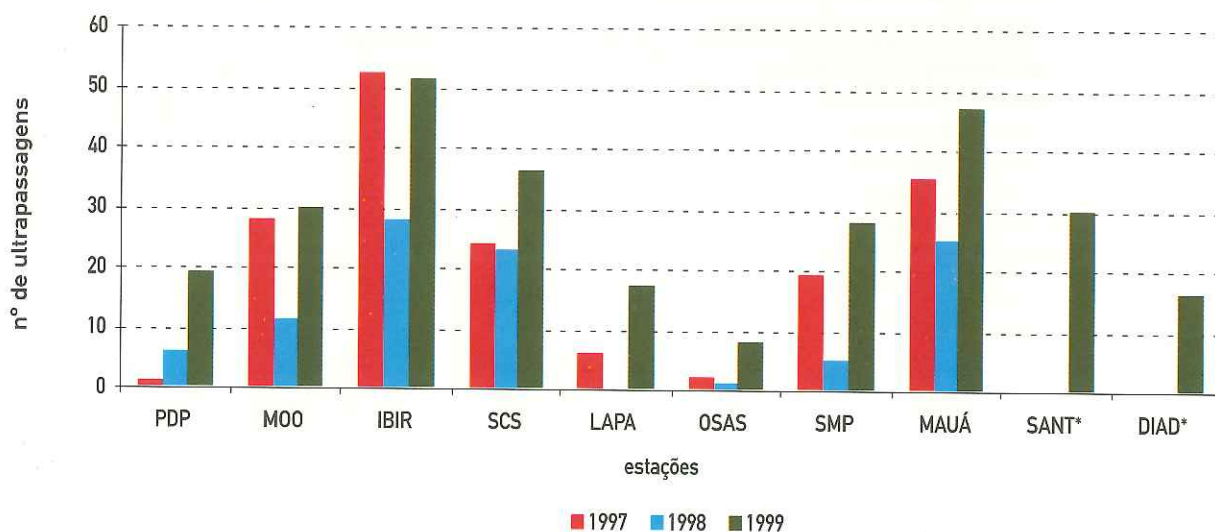
A figura 33 apresenta a evolução das concentrações médias anuais das máximas de ozônio (médias de 1 hora). Os dados são apresentados por estação amostradora, por não observar-se uma tendência homogênea na região para o comportamento deste poluente. Tomando-se por base a estação Moóca, que possui uma série histórica mais consistente que as outras, podemos observar um aumento significativo das concentrações médias horárias a partir de 1990, mantendo-se então em um patamar mais elevado.

Figura 33 - O₃ - Evolução das concentrações médias das máximas (médias de 1 hora).



A figura 34 apresenta o total de ultrapassagens de O₃ por estação de 1997 a 1999.

Figura 34 - O₃ - Total de ultrapassagens do padrão por estação - RMSP - 1997 a 1999.



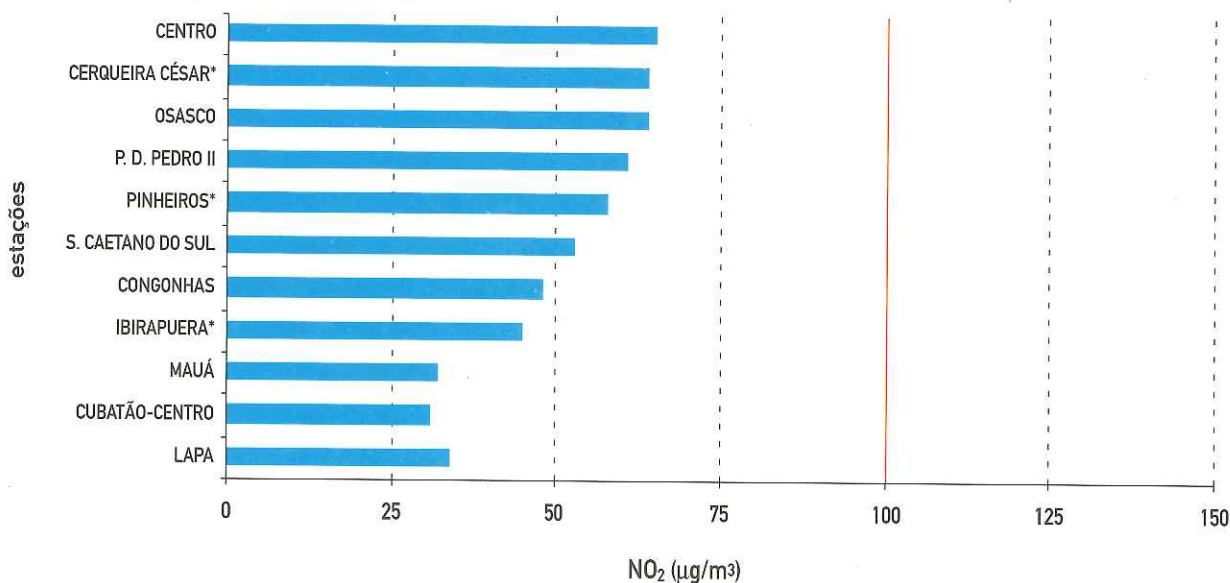
* início de operação: maio/99 / não atendeu ao critério de representatividade

5.2.1.8 Dióxido de Nitrogênio

Exposição de longo prazo

Em 1999, nenhuma das estações que monitoram o NO₂ apresentou ultrapassagem do padrão anual, como pode ser observado na figura 35. Todavia, em determinadas estações, as médias anuais oscilam próximas ao padrão, tendo sido inclusive ultrapassado em anos anteriores, conforme pode ser visto na figura 36. Um fato a ser destacado com relação ao monitoramento do NO₂ na RMSP é o incremento de novos monitores a partir de 1996, o que tem permitido uma melhor avaliação dos níveis deste poluente.

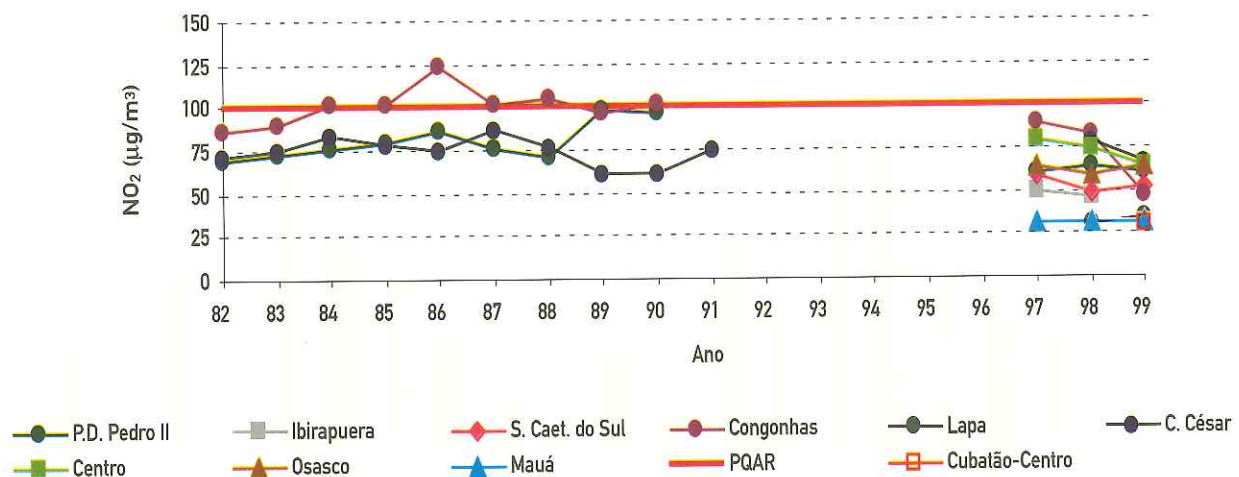
Figura 35 - NO₂ - Médias Aritméticas Anuais na RMSP - 1999.



* Não atendeu ao critério de representatividade



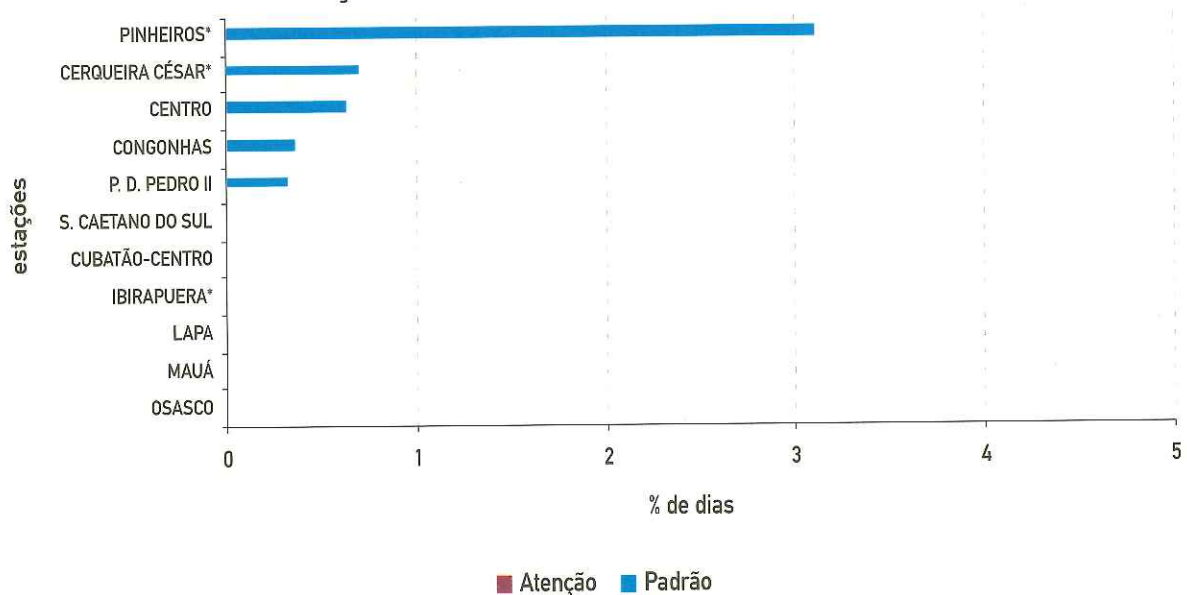
Figura 36 - NO₂ - Evolução das concentrações médias na RMSP.



Exposição de curto prazo

Com relação ao padrão de 1 hora (320 µg/m³), em 1999 houve ultrapassagens do padrão em cinco estações na RMSP, com destaque para Pinheiros com cerca de 3% dos dias monitorados (figura 37).

Figura 37 - NO₂ - Porcentagem de dias em que as concentrações ultrapassaram o padrão e o nível de atenção em 1999 (médias de 1 hora).



* Não atendeu ao critério de representatividade

5.2.1.9 Outros Poluentes

Além dos parâmetros legais, a CETESB faz também o monitoramento de outros poluentes de forma sistemática ou em períodos e locais que julgue oportuno para um melhor diagnóstico da poluição do ar. Medições de aldeídos foram feitas na RMSP em 81, 85, 90, 93 e 97. 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.

Na tabela 14 são apresentados os resultados dos estudos efetuados no período de julho a setembro de 1993 e na tabela 14, os resultados do estudo efetuado em 1996/1997. Em 1993, foram calculadas as relações entre acetaldeído e formaldeído para cada amostragem individual resultando numa média de 1,8 na Moóca e 1,7 em Cerqueira César. Em 1996/1997 estes valores foram 2,1 na Cidade Universitária-USP e 1,6 em Cerqueira César. Comparando-se estes valores com os obtidos em cidades dos Estados Unidos, como Los Angeles, Atlanta e Chicago, que apresentam relações entre 0,18 a 0,96, verifica-se que as obtidas na cidade de São Paulo são muito maiores, indicando um excesso de acetaldeído em relação ao formaldeído devido ao uso intensivo do etanol como combustível, o que não ocorre nestes outros locais citados.

TABELA 14 - Principais observações do estudo de aldeídos - 1993

	Moóca		Cerqueira César	
	Formaldeído	Acetaldeído	Formaldeído	Acetaldeído
Nº de Amostras	179	179	180	180
% de Detecções	72	93	86	93
1ª Máxima (ppb)	25	24	33	40
2ª Máxima (ppb)	19	21	31	39
Média (ppb)	4,2	6,1	7,6	10,6

TABELA 15 - Principais observações do estudo de aldeídos - 1996/1997

	Cerqueira César				Cidade Universitária - USP			
	out/96-jan/97		julh/97-set/97		out/96-jan/97		julh/97-set/97	
	Form.	Acet.	Form.	Acet.	Form.	Acet.	Form.	Acet.
Nº de Amostras	132	132	155	155	60	60	132	132
% de Detecções	82	87	94	99	12	55	75	100
1ª Máxima (ppb)	22	30	27	40	5	8	77	28
2ª Máxima (ppb)	16	24	20	33	4	7	12	24
Média (ppb)	5,5	7,5	7,0	11,7	1,3	2,8	4,2	9,2

5.2.2 Outras áreas do Estado de São Paulo, Litoral e Interior

São avaliados os níveis de concentração de fumaça e dióxido de enxofre em 17 municípios fora da RMSR, compondo a denominada "Rede de Avaliação de Qualidade do Ar do Interior".

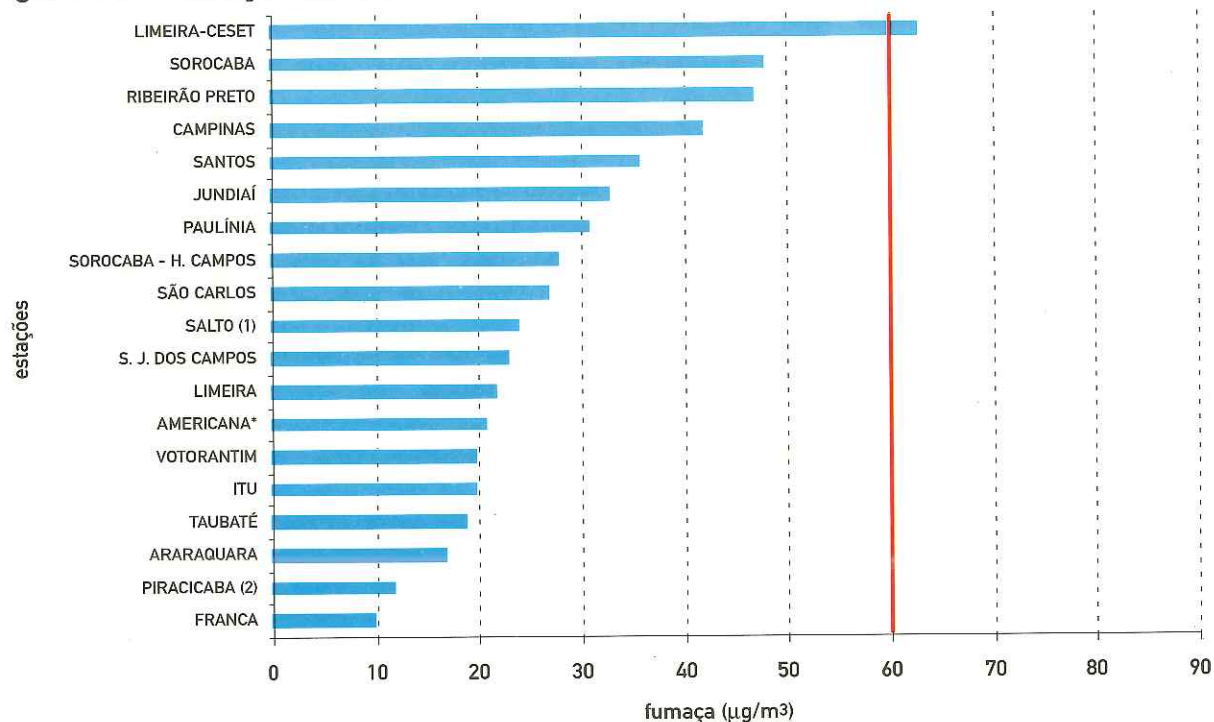
5.2.2.1 Fumaça

Exposição de longo prazo

Na figura 38 são apresentadas as médias aritméticas anuais de FMC calculadas a partir dos registros efetuados pela rede do interior. A estação Limeira-Ceset ultrapassou o padrão primário de 60 µg/m³.



Figura 38 - Fumaça - Médias aritméticas anuais - 1999 - Rede Interior.



1 - Início da operação: 06/01/99

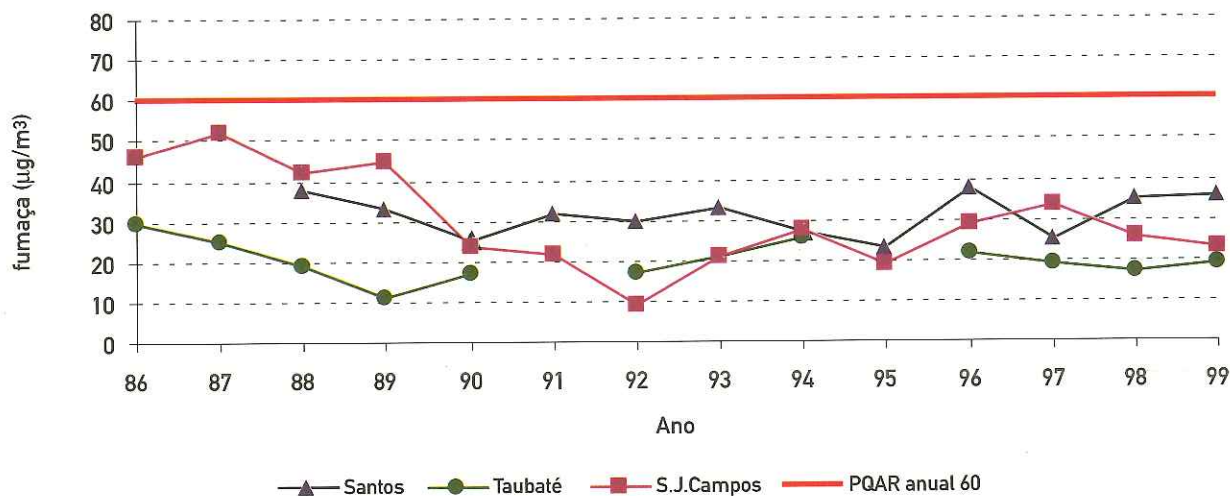
2 - Início da operação: 22/10/99

* - Não atendeu ao critério de representatividade

As figuras 39 a 42 ilustram a evolução das concentrações de fumaça nos municípios monitorados. Nos gráficos de tendências, somente utilizou-se as médias anuais que atenderam ao critério de representatividade quadrimestral (mínimo de 50% de valores válidos).

A análise em muitas das estações ficou comprometida em função de falhas consecutivas nas medições. Todavia, pode-se observar que em Limeira, Sorocaba e em Ribeirão Preto as médias anuais têm se mantido muito próximas do padrão legal de qualidade do ar para fumaça.

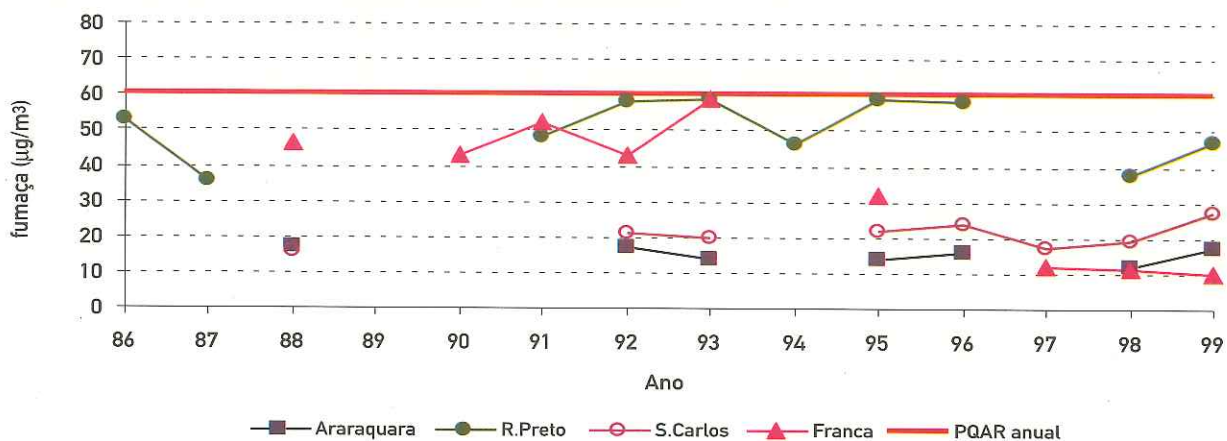
Figura 39 - Fumaça - Evolução das concentrações médias nos municípios de São José dos Campos, Taubaté e Santos.



Obs.: A estação São José dos Campos mudou de endereço em dezembro/89

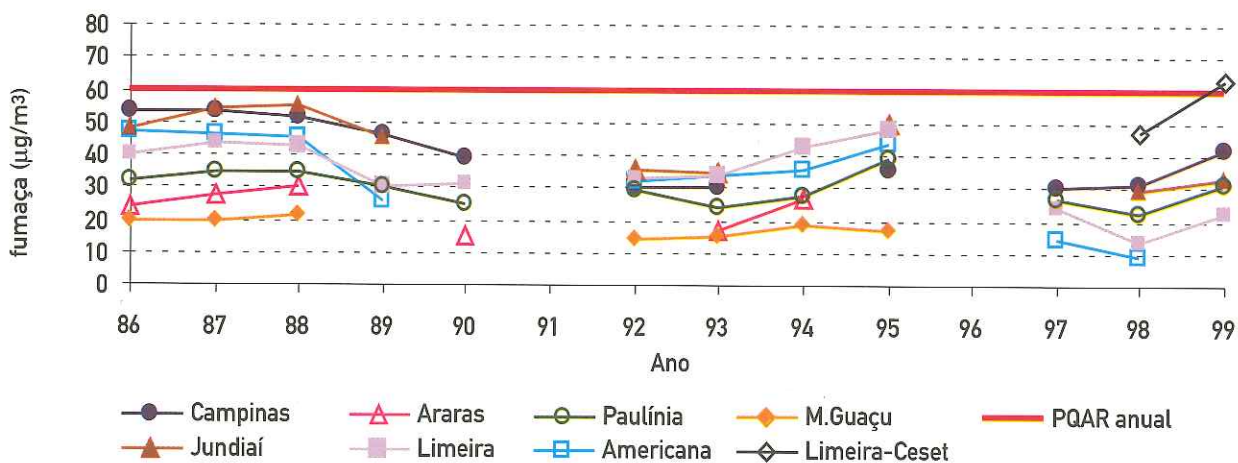


Figura 40 - Fumaça - Evolução das concentrações médias nos municípios de Araraquara, Rib. Preto, São Carlos e Franca.



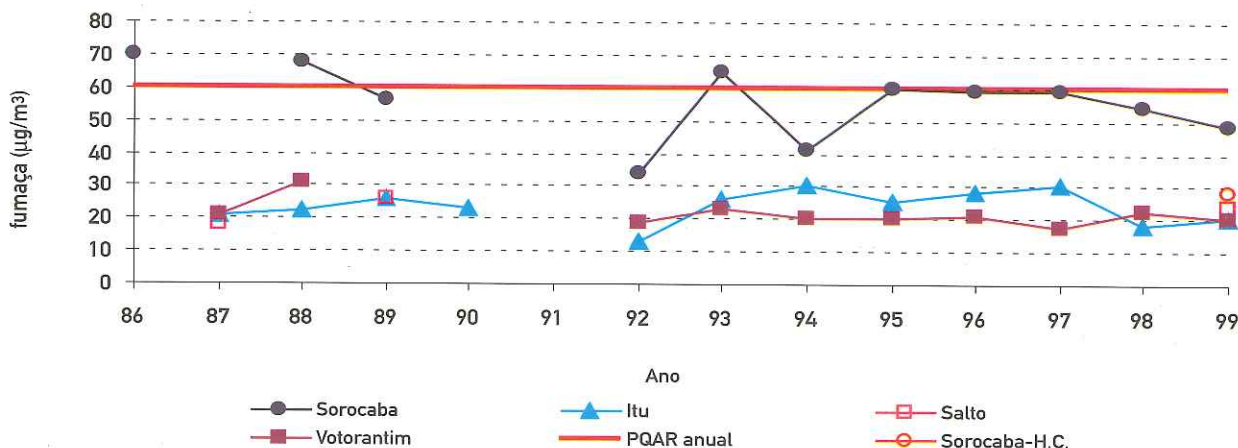
Obs.: A estação em Franca mudou de endereço em outubro/1996

Figura 41 - Fumaça - Evolução das concentrações médias nos municípios de Campinas, Araras, Americana, Jundiaí, Limeira, Mogi Guaçu e Paulínia.



Obs.: A estação em Jundiaí mudou de endereço em julho/1997
Início das medições na estação Limeira-Ceset em junho/1997

Figura 42 - Fumaça - Evolução das concentrações médias nos municípios de Sorocaba, Itu, Salto e Votorantim.



Obs. Início das medições na estação Sorocaba - H. Campos em outubro/1999



Exposição de curto prazo

Em 1999, não foi registrada nenhuma ultrapassagem do padrão de 24 horas ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sendo o maior valor ($138 \mu\text{g}/\text{m}^3$) observado em duas estações em Sorocaba.

Os valores máximos de concentração diários de FMC e a frequência de ultrapassagens por estação estão apresentados na tabela J do anexo 4.

5.2.2.2 Dióxido de Enxofre - Rede OPS/OMS

Exposição de longo prazo

As médias anuais de SO_2 ficaram abaixo do padrão primário anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em todas as estações do interior, sendo a maior média registrada na estação Sorocaba (ver tabela K do anexo 4).

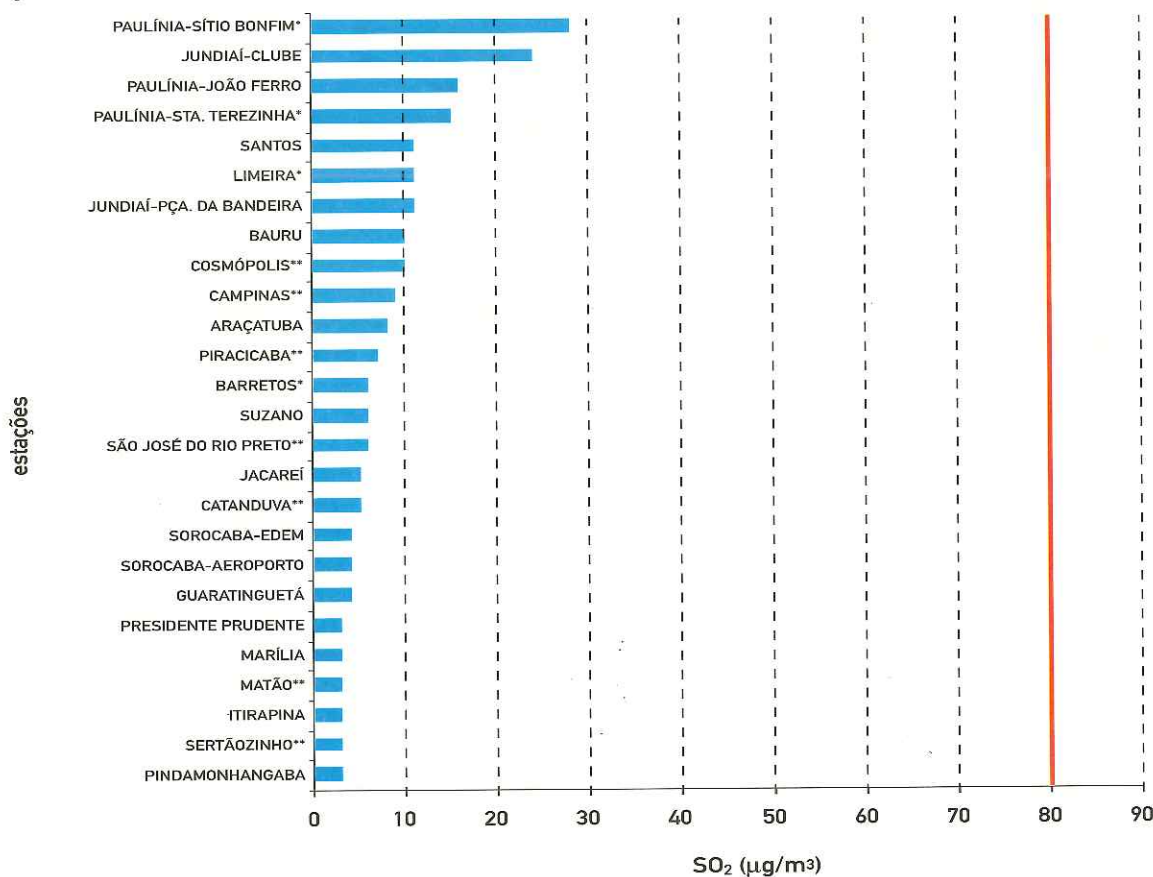
Exposição de curto prazo

Com relação ao padrão diário (média de 24 horas), o máximo valor observado foi de $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no município de Salto, bastante inferior ao padrão de $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os valores máximos observados para cada estação estão apresentados na tabela K do anexo 4.

5.2.2.3 Dióxido de Enxofre - Rede de Amostradores Passivos

Na figura 42 observamos as médias aritméticas anuais obtidas durante o ano de 1999. Os resultados mostraram, em todos os municípios monitorados, médias aritméticas anuais de SO_2 abaixo do padrão secundário anual de qualidade do ar. Os valores das médias aritméticas anuais de 1995 a 1999 encontram-se na tabela L do anexo 4.

Figura 43 - SO_2 - Médias Aritméticas Anuais - 1999



* Não atendeu ao critério de representatividade

** Houve alteração no local de amostragem no período



5.2.2.4 Outros Estudos - Interior

Em função de solicitações ou pela necessidade de um melhor diagnóstico da poluição, visando posteriores ações de controle, são efetuados estudos específicos também em determinados municípios fora da RMSP e Cubatão. Em 1999, podemos destacar a seguinte avaliação realizada:

Avaliação da Qualidade do Ar no município de Ribeirão Pires/SP - dezembro/1997 a março/1998

Foi realizada a avaliação da qualidade do ar no município de Ribeirão Pires, localizado na RMSP à sudeste do Município de São Paulo, através de uma estação móvel da Rede Telemétrica. Os seguintes parâmetros foram medidos: partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, ozônio, direção e velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar. Constatou-se durante o período de estudo, a ultrapassagem do padrão de qualidade de ozônio, $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em 7 dias, sendo que em 2 destes dias, a qualidade foi considerada "Má". Os demais poluentes medidos apresentaram valores de concentração significativamente abaixo dos padrões legais. Observou-se que nos dias em que o padrão de ozônio foi ultrapassado, o vento predominante foi de direção NE/NW, indicando que as altas concentrações foram resultantes do transporte deste poluente e de seus precursores emitidos no aglomerado urbano da RMSP, que em função das trajetórias das massas de ar, foram transportadas para a região de Ribeirão Pires.

Avaliação da Qualidade do Ar em Paulínia/SP - junho a agosto/1998

O município de Paulínia está localizado próximo ao município de Campinas e possui significativas fontes industriais de poluição atmosférica. Neste município foi instalada uma estação móvel da Rede Telemétrica para avaliação da qualidade do ar, tendo sido medidos os seguintes parâmetros: partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, ozônio, direção e velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar. Os poluentes medidos apresentaram valores de concentração significativamente abaixo dos padrões de qualidade do ar, com exceção dos parâmetros partículas inaláveis e ozônio que mostraram haver uma degradação da qualidade do ar referente a estes poluentes, tendo o ozônio atingido a qualidade "Má" em um dia. Nos dias em que os níveis de ozônio estiveram mais elevados, observou-se que ocorreram sob condições de estagnação atmosférica, indicando que a poluição está relacionada às condições de emissão da região, proveniente, principalmente, das indústrias. Também foi efetuado um levantamento de todas as reclamações de odores ocorridas no período, em Paulínia e Campinas e comparou-se com as condições de direção e velocidade do vento associadas. As análises mostraram que em Paulínia as reclamações ocorreram, na maioria das vezes, em dias de vento fraco, caracterizando como origem dos odores as fontes localizadas na própria região. Quanto a Campinas, elas ocorreram principalmente nos dias em que o vento era proveniente da região de Paulínia.

Monitoramento da Qualidade do Ar no Município de Araraquara/SP - Comparação entre os períodos de safra e entressafra de cana-de-açúcar.

Com o objetivo de obter subsídios para avaliar a degradação ambiental causada pela prática da queima de palha de cana-de-açúcar, em cidades do interior do Estado de São Paulo, foram medidas as concentrações dos poluentes atmosféricos regulamentados como: PI ($<10 \mu\text{m}$), CO, O₃, NO_x e SO₂ e outros considerados importantes para o entendimento dos efeitos da queima da palha de cana sobre a atmosfera como: material carbonáceo, sujidade e teor de potássio na poeira inalável. O monitoramento foi efetuado em Araraquara, município escolhido como área modelo para o estudo, em dois períodos diferentes, o primeiro de 02 de setembro a 20 de outubro de 1997, durante o período em que ocorrem as queimadas de palha de cana-de-açúcar, e o segundo de 4 de abril a 26 de maio de 1998, época da entressafra. Não foram observadas ultrapassagens do padrão para SO₂, CO, PI e NO₂ nos dois períodos monitorados com exceção de O₃, que violou o padrão de qualidade em quatro ocasiões no período da safra. Os resultados da análise de alguns poluentes não regulamentados, realizadas nos períodos de safra e entressafra, sugerem que as queimadas são responsáveis por parte do particulado inalável coletado no período da safra.





6 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 8 agências ambientais de controle, situadas em Guarulhos, Osasco, Santo André, Mogi das Cruzes, Pinheiros, Santana, Santo Amaro 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 até o 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 atuados 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 significativa 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. Em 1999, foram registradas 7.200 queixas da população.

Controle para dióxido de enxofre

O problema de poluição do ar por dióxido de enxofre (SO_2) na RMSP foi originado devido ao consumo de óleos combustíveis com altos teores de enxofre. Assim, as medidas de controle se concentraram basicamente nos processos de combustão, responsáveis por mais de 74% de todo SO_2 emitido na RMSP à época do início do programa (1982). A estratégia fundamental para controle do SO_2 era a busca de combustíveis mais limpos, feita através de contatos com a Petrobrás e pela exigência de medidas de controle junto às indústrias. O padrão de emissão para SO_2 foi estabelecido em 20 kg de SO_2 por tonelada de óleo queimado para fontes novas e 40 kg de SO_2 por tonelada de óleo queimado para as fontes existentes. As 363 maiores fontes de emissão do poluente foram autuadas pela CETESB e, no prazo de 5 anos adequaram-se aos padrões. Atualmente todas as áreas atendem ao padrão de qualidade do ar para dióxido de enxofre 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 indústrias 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 16). De 1984 a 1994, foram investidos cerca de 700 milhões de dólares por parte das indústrias no controle da poluição ambiental, com resultados altamente positivos. Atualmente, a CETESB desenvolve um programa de aperfeiçoamento do controle de fontes existentes, com ênfase no estabelecimento de novos padrões de emissão de poluentes para a região, com vistas à proteção da vegetação da Serra do Mar, bem como no ataque às fontes ainda não controladas, constituídas basicamente por áreas contaminadas que exigem estudo e remediação. 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, além de implementar ações objetivando assegurar a contínua melhoria da qualidade ambiental.



TABELA 16 - 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 P ₂ O ₅ (alimentado no processo)
Fluoretos Totais ²	0.03 kgF/t P ₂ O ₅ (alimentado no processo)
Amônia Total ³	0.02 kg/t (de fertilizante produzido)
Óxido de Nitrogênio ⁴	250 ppm

(1) Fabricação de super-fosfato triplo.

(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 através do Decreto 8468 de 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 adequar 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 de plantões de atendimento, inclusive, em fins de semana e feriados.

6.2 Fontes Móveis

A partir da metade da década de 70, através da avaliação da qualidade do ar, a CETESB detectou altos níveis de CO na área central do município de São Paulo. A análise do tipo de fonte diagnosticou uma contribuição significativamente alta dos veículos automotores. Ainda a partir da metade desta década, a CETESB passou a desenvolver estudos para avaliar as emissões veiculares, provenientes da adição de etanol à gasolina, verificando que o etanol contribuía para a diminuição da emissão de CO.

Em 1979, iniciou-se o Programa Nacional do Álcool - PRÓÁLCOOL, quando a partir de então, ocorreram novas importantes modificações nas composições dos combustíveis utilizados pelos veículos automotores. Neste mesmo ano, foi iniciado o fornecimento da mistura da gasolina com o álcool anidro, com 15% de etanol, chegando-se a 22% nos anos seguintes e, ainda iniciada a produção de veículos movidos à etanol.

A porcentagem de 22% de etanol em volume de gasolina, foi adotado pelo CONAMA em 1990, por recomendação do setor energético, visto que esta era a realidade dos últimos anos e não havia perspectiva de alteração da mesma. Esta proporção foi ratificada pela Lei Federal 8723, de outubro de 1993. Entretanto, em 1990, devido a escassez de etanol anidro no mercado brasileiro, foi introduzida, em caráter emergencial, a mistura gasolina-etanol-metanol (7% - 60% - 33% em volume, respectivamente), para utilização em veículos movidos à etanol. Esta mistura obedeceu a determinação da CETESB, que através de testes de ensaio, chegou a esta composição com a participação da indústria automobilística, que efetuou a avaliação do desempenho, o que permitiu a manutenção dos parâmetros de emissão e consumo nos veículos em uso.

Em 1998, o Governo Federal através da Medida Provisória nº 1662-3, de 25 de agosto, elevou o teor de álcool etílico anidro na gasolina para 24% em volume. Esta elevação com relação aos 22%



anteriores não acarreta alterações sensíveis no perfil de emissão dos veículos em circulação, uma vez que os veículos fabricados nestes últimos anos com tecnologia mais avançada, como injeção eletrônica, sensores de oxigênio, possuem capacidade para auto compensação na relação ar/combustível para variações desta ordem de etanol.

PROCONVE - programa de controle da poluição do ar por veículos automotores

Constatada a gravidade da poluição gerada pelos veículos, a CETESB, durante a década de 80, desenvolveu as bases técnicas que culminaram com a Resolução nº 18/86 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabeleceu o PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, o qual, complementado por outras Resoluções CONAMA posteriores e a Lei Federal nº 8723 de out/93, define os limites de emissão para veículos leves e pesados resumidos nas tabelas 17,18 e 20 .

O PROCONVE foi baseado na experiência internacional dos países desenvolvidos e exige que os veículos e motores novos atendam a limites máximos de emissão, em ensaios padronizados e com combustíveis de referência. O programa impõe ainda a certificação de protótipos e de veículos da 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 do IBAMA para assuntos de homologação de veículos, tendo a responsabilidade pela implantação e operacionalização do PROCONVE no país. Assim, todos os novos modelos de veículos e motores nacionais e importados, são submetidos obrigatoriamente à homologação quanto à emissão de poluentes. Para tal, são analisados 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 exigências legais, tendo-se atingido a redução média da ordem de 90% na emissão de poluentes dos veículos leves novos de 1998, em relação ao início do programa. Este segmento foi priorizado pelo PROCONVE porque a grande quantidade destes veículos e sua intensa utilização, os caracterizam como o maior problema a serem enfrentados.

TABELA 17 - Limites máximos de emissão para veículos leves novos(1).

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

(1) Medição de acordo com a Norma NBR6601 (FTP US-75).

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

(3) Apenas para veículos a Diesel.

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

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

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



TABELA 18 - Limites máximos de emissão para veículos leves comerciais novos⁽¹⁾.

Data Efetivação	M.T.M (kg) ²	M.V.E (kg) ³	Ciclo Teste	Limites das emissões (g/km)					CO ⁴ Marcha Lenta %	Cárter	Evap. ⁷ (g/teste)
				CO	HC	NOx	RHO ⁴	MP ⁵			
01/01/98	-	≤1700	FTP 75	2,0	0,3	0,6	0,03	0,12	0,5	nula	6,0
01/01/98	-	>1700	FTP 75	6,2	0,5	1,4	0,06	0,16	0,5	nula	6,0
01/01/1996 ⁸	>2000	-	13 ⁹ pontos	4,9	1,2	9,0	-	10	-	nula	-
01/01/2000 ⁸	>2000	-	13 ⁹ pontos	4,0	1,1	7,0	-	0,15	-	nula	-

- (1) conforme Resolução Conama nº 15/95
 (2) M.T.M. = Massa Total Máxima
 (3) M.V.E. = Massa de Veículo para Ensaio
 (4) RHO = total de formaldeído e acetaldeído, apenas para veículos com motor Otto
 (5) Apenas para veículos com motor diesel
 (6) Apenas para veículos com motor Otto
 (7) Apenas para veículos com motor Otto, exceto para os movidos a gás metano veicular
 (8) procedimento opcional, válido apenas para veículos ciclo diesel
 (9) procedimento opcional, sendo a emissão expressa em (g/kWh)
 (10) 0,7 g/kWh para motores até 85 kw e 0,4 g/kWh para motores com mais de 85 kw

TABELA 19 - Limites de emissão para veículos pesados novos⁽¹⁾.

TIPO DE EMISSÃO	DATA DE VIGÊNCIA	APLICAÇÃO	LIMITES DE EMISSÃO				
			k ² FUMAÇA	CO	HC	NOx	PARTÍCULAS
E S C A P A M E N T O	01/10/87	Ônibus urbanos diesel		-	-	-	-
	01/01/89	Todos os veículos diesel					
	01/01/94	Todos os veículos importados ⁵		4,9	1,23	9,0	0,7/0,4 ³
		80% dos ônibus urbanos nacionais ⁵	2,5				
	01/03/94	20% dos ônibus urbanos e					
		80% dos demais veículos diesel nacionais		11,2	2,45	14,4	-
		20% dos veículos nacionais ⁵					
	01/01/96	80% dos veículos nacionais ⁵		4,9	1,23	9,0	0,7/0,4 ³
		20% dos ônibus urbanos nacionais ⁵					
	01/01/98	80% dos ônibus urbanos nacionais ⁵					
C Á R T E R		Todos os veículos importados ⁵		4,0 ⁴	1,10 ⁴	7,0 ⁴	0,25/0,15 ⁴
	01/01/00	80% dos veículos nacionais ⁵		4,9	1,23	9,0	0,7/0,4 ³
		20% dos veículos nacionais ⁵		4,0 ⁴	1,10 ⁴	7,0 ⁴	0,15 ⁴
	01/01/02	Todos os veículos ⁵		4,0 ⁴	1,10 ⁴	7,0 ⁴	0,15 ⁴
	01/01/88	Ônibus urbanos diesel					
	01/01/89	Todos os veículos Otto	Emissão nula em qualquer condição de operação do motor				
	01/07/89	Todos os veículos diesel de aspiração natural	Emissão nula em qualquer condição de operação do motor ou incorporada à emissão de HC do escapamento				
	01/01/93	Todos os veículos diesel turboalimentados	Emissão nula em qualquer condição de operação do motor				
	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) 0,25 g/kWh para motores até 0,7 dm³/cilindro com rotação máxima acima de 3000 RPM e 0,15 g/kWh para os demais. Aplicável apenas aos veículos diesel.
 5) Veículos Otto e diesel

A tabela 20 permite uma comparação mais detalhada dos resultados obtidos nos diversos estágios de desenvolvimento tecnológico exigidos pelo PROCONVE em relação aos veículos ano-modelo 1985, que representam a situação sem controle de emissão. Nestes resultados, o termo "Gasool"



caracteriza a gasolina com 22% de álcool, que é o combustível adequado aos veículos fabricados a partir de 1982.

Ainda referente às fontes móveis, tem-se observado nos últimos anos um aumento significativo da frota de motocicletas na RMSP, devido à grande intensificação do uso destas associadas às atividades comerciais e prestadoras de serviços. Este aumento elevou a contribuição relativa deste segmento no total de poluentes atmosféricos emitidos por fontes móveis, tornando-se prioritário estabelecer, a curto prazo, um programa federal de controle específico para as emissões de motocicletas e similares.

TABELA 20 - Fatores médios de emissão de veículos leves novos⁽¹⁾.

ANO MODELO	COMBUSTÍVEL	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	RCHO (g/km)	EMIÇÃO EVAPORATIVA DE COMBUSTÍVEL (g/teste)
PRÉ - 80	Gasolina	54	4,7	1,2	0,05	nd
80 - 83	Gasool	33	3	1,4	0,05	nd
	Álcool	18	1,6	1	0,16	nd
84 - 85	Gasool	28	2,4	1,6	0,05	23
	Álcool	16,9	1,6	1,2	0,18	10
86 - 87	Gasool	22	2	1,9	0,04	23
	Álcool	16	1,6	1,8	0,11	10
88	Gasool	18,5	1,7	1,8	0,04	23
	Álcool	13,3	1,7	1,4	0,11	10
89	Gasool	15,2 (-46%)	1,6 (-33%)	1,6 (0%)	0,040 (-20%)	23,0 (0%)
	Álcool	12,8 (-24%)	1,6 (0%)	1,1 (-8%)	0,110 (-39%)	10,0 (0%)
90	Gasool	13,3 (-53%)	1,4 (-42%)	1,4 (-13%)	0,040 (-20%)	2,7 (-88%)
	Álcool	10,8 (-36%)	1,3 (-19%)	1,2 (0%)	0,110 (-39%)	1,8 (-82%)
91	Gasool	11,5 (-59%)	1,3 (-46%)	1,3 (-19%)	0,040 (-20%)	2,7 (-88%)
	Álcool	8,4 (-50%)	1,1 (-31%)	1,0 (-17%)	0,110 (-39%)	1,8 (-82%)
92	Gasool	6,2 (-78%)	0,6 (-75%)	0,6 (-63%)	0,013 (-74%)	2,0 (-91%)
	Álcool	3,6 (-79%)	0,6 (-63%)	0,5 (-58%)	0,035 (-81%)	0,9 (-91%)
93	Gasool	6,3 (-77%)	0,6 (-75%)	0,8 (-50%)	0,022 (-56%)	1,7 (-93%)
	Álcool	4,2 (-75%)	0,7 (-56%)	0,6 (-50%)	0,040 (-78%)	1,1 (-89%)
94	Gasool	6,0 (-79%)	0,6 (-75%)	0,7 (-56%)	0,036 (-28%)	1,6 (-93%)
	Álcool	4,6 (-73%)	0,7 (-56%)	0,7 (-42%)	0,042 (-77%)	0,9 (-91%)
95	Gasool	4,7 (-83%)	0,6 (-75%)	0,6 (-62%)	0,025 (-50%)	1,6 (-93%)
	Álcool	4,6 (-73%)	0,7 (-56%)	0,7 (-42%)	0,042 (-77%)	0,9 (-91%)
96	Gasool	3,8 (-86%)	0,4 (-83%)	0,5 (-69%)	0,019 (-62%)	1,2 (-95%)
	Álcool	3,9 (-77%)	0,6 (-63%)	0,7 (-42%)	0,040 (-78%)	0,8 (-92%)
97	Gasool	1,2 (-96%)	0,2 (-92%)	0,3 (-81%)	0,007 (-86%)	1,0 (-96%)
	Álcool	0,9 (-95%)	0,3 (-84%)	0,3 (-75%)	0,012 (-93%)	1,1 (-82%)
98	Gasool	0,79 (-97%)	0,14 (-94%)	0,23 (-86%)	0,004 (-92%)	0,81 (-96%)
	Álcool	0,67 (-96%)	0,19 (-88%)	0,24 (-80%)	0,014 (-92%)	1,33 (-87%)
99	Gasool	0,74 (-97%)	0,14 (-94%)	0,23 (-86%)	0,004 (-92%)	0,79 (-96%)
	Álcool	0,60 (-96%)	0,17 (-88%)	0,22 (-80%)	0,013 (-92%)	1,64 (-84%)

(1) médias ponderadas de cada ano-modelo pelo volume de produção
 (2) refere-se à variação verificada em relação aos veículos 1985, antes da atuação do PROCONVE.
 (nd) não disponível (*) dados preliminares
 (Gasool) 78% gasolina + 22% álcool RCHO formaldeído + acetaldeído



Além das características da qualidade do combustível utilizado, o PROCONVE considera também a concepção tecnológica do motor como os principais fatores da emissão dos 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" (baixo potencial poluidor). O Brasil, pelo fato de ter adicionado 22% de álcool à gasolina, passou a produzir um dos melhores combustíveis do mundo sob o ponto de vista ambiental e nos colocou como pioneiros na utilização em larga escala na adição de compostos oxigenados à gasolina. 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 para a melhoria do desempenho, dirigibilidade, consumo de combustível e manutenção mecânica. Ainda a disponibilidade do etanol hidratado e da mistura gasool, no mercado nacional desde o princípio da década de 80, trouxe benefícios para o meio ambiente e para a saúde pública, destacando-se a redução drástica das concentrações de chumbo na atmosfera, visto que o etanol é também um antidetonante substituto dos aditivos a base de chumbo, totalmente retirados do mercado nacional. Além disso, a adição de etanol à gasolina trouxe imediatamente reduções na ordem de 50% na emissão de CO da frota antiga dos veículos. A tabela 21 mostra as diferentes emissões para as diferentes adições de etanol.

TABELA 21 - 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	120	0
CO	100	120	150	200 - 450
HC	100	105	110	140
NOx	100	95	80	60

Há uma tendência mundial para a adição de alguns compostos oxigenados à gasolina, visando a redução do impacto poluidor. A experiência internacional neste sentido tem demonstrado a superioridade da utilização de álcoois, notadamente do etanol como no caso brasileiro, em relação aos éteres, sob o ponto de vista ambiental e de saúde pública.

Em termos gerais, podemos dizer que a introdução do álcool como combustível, causa uma diminuição nas emissões de CO, hidrocarbonetos, partículas, óxido de enxofre e eliminação da emissão de chumbo. Entretanto, aumenta as emissões de aldeído acético e modifica a composição dos combustíveis não queimados. É importante ressaltar que o resultado destas alterações das emissões na qualidade do ar, depende das contribuições relativas das mesmas. No caso dos poluentes secundários, como o ozônio e outros, depende também das alterações qualitativas que podem ocorrer na mistura dos precursores, sendo por isso mesmo, difícil de prever o resultado final da qualidade do ar decorrente das alterações nas emissões.

Fiscalização de rua da fumaça preta em veículos diesel em uso na RMSP

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



A ação de fiscalização foi aumentada a partir de 1995, através da intensificação desta, do aumento do valor real das multas, vistorias em garagens, treinamento do pessoal de manutenção das empresas transportadoras e o estabelecimento de Protocolos de Intenção e de Termos de Ajustamento de Conduta Ambiental com empresas do setor de transportes e de fabricação de veículos, para a implantação de programas de gestão ambiental ou de auto fiscalização.

Em 1995, foram autuados 20.790 veículos equivalendo, aproximadamente, ao total de 22.440 multas do período 1991/1994. Nos anos de 1996, 1997 e 1998 ocorreram, respectivamente, 74.837, 98.163 e 82.178 autuações, representando, em valores médios, um aumento de 380% em relação aos resultados do período 1991/1994. Em 1999, foram aplicadas 62.305 autuações.

Esse esforço concentrado culminou em significativa melhora na frota diesel em circulação, cujo índice de desregulagem caiu de 45% em janeiro/95 para 10% em janeiro/99, sendo que a meta até o final do século é reduzir esse índice para um valor máximo de 5%. Ainda com relação aos veículos a óleo diesel, o setor energético reduziu o teor de enxofre do óleo automotivo em 1997, passando a ter no máximo 0,2% em massa de enxofre na RMSP e 0,5% em massa no território nacional, exceto as regiões metropolitanas. Esta redução deve contribuir na redução da emissão de material particulado provenientes dos veículos movidos a diesel, possibilitando a obtenção de patamares de emissão mais reduzidas com o advento, primeiramente nos ônibus urbanos, de motores com concepção tecnológica mais avançada.

Inspeção e manutenção periódica dos veículos 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 nos grandes centros urbanos, o que foi regulamentado em 1993, através da Resolução CONAMA nº 07/93, complementada pela Resolução CONAMA nº 18/95 e alterada pela Resolução CONAMA nº 227/97.

Com base nestas resoluções, originadas de propostas técnicas elaboradas pela CETESB, criaram-se condições para o estabelecimento do Programa de Inspeção Veicular (PIV) no Estado de São Paulo.

Baseado na experiência internacional, espera-se que o Programa de PIV reduza as emissões totais médias da frota circulante em até 30%, dependendo do poluente em questão e das características técnicas de implementação a serem adotadas.

Além dos benefícios ambientais, programas como o PIV contribuem para a redução do consumo de combustível da frota em até 7%, redução dos congestionamentos provocados por falhas mecânicas dos veículos em circulação e melhoria da segurança rodoviária, com a possibilidade de integração com programas de inspeção dos itens de segurança.

Operação Rodízio

Uma vez que os veículos automotores são os principais causadores da poluição na RMSP, a SMA e CETESB realizaram programa de restrição ao uso de veículos, com o objetivo de reduzir os níveis de concentração de poluentes, principalmente de monóxido de carbono nos anos de 1995 a 1998.

Em 1999, não foi realizada a Operação Rodízio em conseqüência, principalmente, da redução dos níveis de CO observados nos últimos anos. Assim, em 1999 foi mantida somente a restrição veicular implantada pela Prefeitura do Município de São Paulo para o ano todo, exceto para os meses de janeiro e julho. A restrição à circulação de veículos foi realizada por final de placa nos horários de pico (7h às 10h e 17h às 20h) na área interna do chamado "mini anel viário".

Tráfego urbano e medidas não tecnológicas para a redução da poluição atmosférica

A organização do tráfego urbano e a política de transportes são determinantes na 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 dos órgãos de planejamento da cidade, do trânsito, do meio ambiente, de saúde etc., que deve ser articulada em 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.

Nesse sentido, a CETESB e a SMA vêm desenvolvendo em conjunto com outras instituições o Projeto de Transporte Sustentável enviado, como anteprojeto de lei, para apreciação na Assembléia Legislativa do Estado.

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 30 de setembro e abrange não somente ações sobre as indústrias como também sobre os veículos automotores e as chamadas fontes não convencionais (queima de resíduos ao ar livre, obras civis, áreas de solo exposto, etc.). No que tange às ações relacionadas com a indústria, a CETESB requer medidas complementares de controle que vão desde o uso de óleos combustíveis com teores reduzidos de enxofre, até a redução da atividade produtiva em caso de episódio crítico. Quanto aos veículos automotores, várias campanhas educativas são desencadeadas pela CETESB no período, buscando conscientizar a população da importância dos veículos no contexto global da poluição e solicitando que se restrinja seu uso nas áreas mais afetadas.

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

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

Dentre as atividades da Operação Inverno a CETESB também efetua a fiscalização dos teores de enxofre, tanto no óleo diesel quanto no combustível visando avaliar se estão sendo obedecidos os padrões estabelecidos para o enxofre no óleo diesel utilizado na RMSR. Durante a Operação Inverno/99, de maio a setembro, a CETESB coletou e analisou 12 amostras de óleo diesel, tendo sido encontrado o teor médio de enxofre de 0,13%. O limite máximo de 0,20% foi ultrapassado uma vez, com o valor de 0,31%.



7 Bibliografia

- 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. *São Paulo aerosol characterization study*. Journal of the Air & Waste Management Association, v. 47, p. 642-645, 1997.
- CETESB. *A participação dos veículos automotores na poluição atmosférica*. São Paulo, 1985.
- CETESB. *Inventário de emissão veicular - Metodologia de cálculo*. São Paulo, 1994.
- CETESB. *Episódios de alta concentração de partículas inaláveis na Região Metropolitana de São Paulo no inverno de 1993*. São Paulo, 1995.
- CETESB. *Comportamento sazonal da poluição do ar em São Paulo - análise de 14 anos de dados da RMSP e Cubatão - 1981 a 1994*. São Paulo, 1996.
- CETESB. *Efeitos da Operação Rodízio/98 na qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo*. São Paulo, 1998.
- CETESB. *Levantamento estatístico do índice de adesão à Operação Rodízio/98*. São Paulo, 1998.
- CETESB. *Relatório Operação Inverno 1999*. São Paulo, 1999.
- CETESB. *Relatório de Qualidade do ar no Estado de São Paulo 1998*. São Paulo, 1999
- CETESB. *Monitoramento da Qualidade do Ar no município de Araraquara/SP - Comparação entre os períodos de safra e entressafra de cana-de-açúcar*. São Paulo, 1999.
- CETESB. *Avaliação da qualidade do ar no município de Ribeirão Pires/SP dez/97 a mar/98*. São Paulo, 1999.
- CETESB. *Avaliação da qualidade do ar em Paulínia/SP - jun a ago/98*. São Paulo, 1999.
- CETESB. *Monitoramento passivo de SO₂ no Estado de São Paulo*. São Paulo, 1999.
- DETRAN/PRODESP (Depto. de Análises) *Arquivo: Frota Circulante - 1999*, São Paulo, 2000.
- GUARDANI, M.L.G; FERREIRA, V.A.O; ROMANO, J.; MARTINS, M.H.R.B.; ALONSO, C.D. *Aldeídos na atmosfera de São Paulo*. São Paulo, CETESB, 1994. (Apres. na 5a Conferência Regional da IUAPPA).
- GUARDANI, R.; NASCIMENTO, C.A.O.; GUARDANI, M.L.G.; MARTINS, M.H.R.B.; ROMANO. *Study of atmospheric ozone formation by means of a neural network - based model*. Journal of the Air & Waste Management Association, v. 49, p. 316-323, 1999.
- 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, 1991 - Vol. 2, Tomo IV - pp 261-265.
- SEADE. *Anuário Estatístico do Estado de São Paulo 1994*. São Paulo, 1995.



Anexos

Anexo 1

Valores de referência internacionais de qualidade do ar

TABELA A - Padrões de qualidade do ar adotados pela EPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos.

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MÉTODO DE MEDIÇÃO
partículas inaláveis (MP 10)	24 h*	150	Separação Inercial/
	Média Aritmética Anual	50	Filtro Gravimétrico
(MP 2,5)	24 h*	65	Separação Inercial/Filtro
	Média Aritmética Anual	15	Gravimétrico
dióxido de enxofre	24 h ⁽¹⁾		Pararosanilina
	Média Aritmética Anual	365	
dióxido de nitrogênio	Média Aritmética Anual	80	Quimiluminescência
		100	
monóxido de carbono	1 h ⁽¹⁾	40.000	Infravermelho não Dispersivo
		35 ppm	
	8 h ⁽¹⁾	10.000	
ozônio	1 h ⁽¹⁾	235	Quimiluminescência
		0,12 ppm	
	8 h ⁽²⁾	157	
		0,08 ppm	
hidrocarbonetos (menos metano)	3 h	160	Cromatografia gasosa/ ionização de chama
	(6h às 9h)	0,24 ppmC	
chumbo	Média Aritmética Trimestral	1,5	Absorção Atômica

(*) a partir de 1999 o novo critério é o percentil 99 (PM10) e percentil 98 (PM 2.5)

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

(2) Uma região atende ao padrão de 8h de O3 se a média de 3 anos do 4o valor mais alto (máximas diárias da média de 8h) de cada ano for menor ou igual a 0,08 ppm.

TABELA B - Níveis máximos recomendados pela Organização Mundial da Saúde - 1995

Poluentes	Concentração	Tempo de Amostragem
dióxido de enxofre	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 horas
dióxido de nitrogênio	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora
monóxido de carbono	10 mg/m^3	8 horas
	(9 ppm)	
ozônio	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 horas

Anexo 2

Endereços das estações das redes de monitoramento da qualidade do ar

TABELA A - Relação de códigos e nomes das UGRHI - Inciso II DE 36.787 de 18/05/93 e DE 38.455 de 21/03/94.

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

TABELA B – Estações da Rede Telemétrica

NÚMERO	NOME	ENDEREÇO	UGRHI
01	Parque D. Pedro II	Parque D. Pedro II, 319 - Centro - São Paulo	6
02	Santana	Parque de Material Aeronáutico Av. Santos Dumont, 1019 - Santana - São Paulo	6
03	Moóca	Administração Regional da Moóca e Centro Educacional e Esportivo Municipal Rua Bresser, 2341 - Moóca - São Paulo	6
04	Cambuci	IV COMAR (Comando Aéreo Regional) Av. D. Pedro I, 100 - Cambuci - São Paulo	6
05	Ibirapuera	Parque Ibirapuera, 1985 (setor 25) - São Paulo Próximo à Av. IV Centenário - Ibirapuera - São Paulo	6
06	Nossa Senhora do Ó	Escola Estadual Cacilda Becker Rua Capitão José Aranha do Amaral, 80 Nossa Senhora do Ó - São Paulo	6
07	São Caetano do Sul	EMI Fernando Pessoa Rua Aurélia s/n (em frente ao 144) - Vila Paula São Caetano do Sul	6
08	Congonhas	Escola Municipal "Prof. J. C. da Silva Borges" Al. dos Tupiniquins, 1571 - Congonhas - São Paulo	6
09	Lapa	Unidade de Depósito e Oficina "AR-LA" Av. Embaixador Macedo Soares, 7995 - Lapa São Paulo	6
10	Cerqueira César	Faculdade de Saúde Pública - USP Av. Dr Arnaldo, 725 - Cerqueira César - São Paulo	6
11	Penha	Escola Estadual de 2º Grau "Prof. Gabriel Ortiz" Av. Amador Bueno da Veiga, 2932 - Penha - São Paulo	6
12	Centro	Esquina da Av. São Luiz com a Rua da Consolação Centro - São Paulo	6
13	Guarulhos	E. E. de 1º Grau do Bairro de São Roque Parque CECAP - Guarulhos	6
14	Santo André - Centro	Parque Municipal Duque de Caxias Rua das Caneleiras, 101-C - Santo André	6
15	Diadema	Prefeitura Municipal de Diadema Rua Benjamin Constant, 3 - Diadema	6
16	Santo Amaro	Centro Educacional e Esportivo Municipal "Joerg Bruder" Av. Padre José Maria, 355 - Santo Amaro - São Paulo	6
17	Osasco	Esquina da Av. dos Autonomistas c/ Rua São Maurício - Osasco	6
18	Santo André - Capuava	Posto de Puericultura do Alto de Capuava Rua Manágua, 02 - Santo André	6
19	São Bernardo do Campo	Rua Cásper Libero, 340 São Bernardo do Campo	6
20	Taboão da Serra	Praça Nicola Vivilechio, 99 - Taboão da Serra	6
21	São Miguel Paulista	Escola de Educação Infantil de Vila Pedroso Rua Diego Calado, 166 - São Miguel Paulista	6
22	Mauá	Escola Estadual de 1º e 2º Grau "Prof. Terezinha Sartori" Rua Vitorino Del'Antonia, 150 - Mauá	6
23	Cubatão - V. Nova	Esquina da Av. Martins Fontes c/ Av. N. S. da Lapa Vila Nova - Cubatão	7
24	Cubatão - Centro	Centro Social Urbano de Cubatão Rua Salgado Filho, 121 - Cubatão	7
25	Cubatão - V. Parisi	Rua Prefeito Armando Cunha, 70 - Vila Parisi - Cubatão	7
27	Pinheiros	Rua Frederico Hermann Jr., 345 Alto de Pinheiros - São Paulo/SP - início operação: 01/09/99	6

TABELA C – Estações da Rede Manual na Grande São Paulo

ESTAÇÃO	ENDEREÇO	UGRHI
Aclimação	Rua Tamandaré, 649 - Aclimação - São Paulo	6
Campos Elíseos	Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Av. Rio Branco, 1210 - Campos Elíseos - São Paulo	6
Moema	Centro de Transmissores do Aeroporto de Congonhas Av. dos Imarés, 111 - Moema - São Paulo	6
Praça da República	EMEI Armando de Arruda Pereira Praça da República - Centro - São Paulo	6
Tatuapé	Biblioteca Infantil "Hans Cristian Andersen" Av. Celso Garcia, 4142 - Tatuapé - São Paulo	6
Pinheiros	Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 - Pinheiros - São Paulo	6
Cerqueira César	Faculdade de Saúde Pública - USP Av. Dr. Arnaldo, 725 - Cerqueira César - São Paulo	6
Mogi das Cruzes	Até 01/95: Rua Profa. Leonor ° Mello, 201 A partir de 02/95: E. E. 1° e 2° Grau Deodato Wertheimer Rua Eng° Gualberto, 150 - Mogi das Cruzes	6
Lapa	Unidade de Depósito e Oficina "AR-LA" Av. Embaixador Macedo Soares, 7995 - Lapa São Paulo - início operação: 18/01/99	6

TABELA D – Estações da Rede de Amostradores de Grandes Volumes

ESTAÇÃO	ENDEREÇO	UGRHI
Parque D. Pedro II	Parque D. Pedro II, 319 - Centro - São Paulo	6
Parque Ibirapuera	Parque Ibirapuera, 1985 (setor 25) - São Paulo	6
São Caetano do Sul	EMI Fernando Pessoa Rua Aurélia s/n° (em frente ao n° 144) - V. Paula São Caetano do Sul	6
Penha	E. E. 2° Grau "Prof. Gabriel Ortiz" Av. Amador Bueno da Veiga, 2932 - Penha - São Paulo	6
Cerqueira César	Faculdade de Saúde Pública - USP Av. Dr. Arnaldo, 725 - Cerqueira César - São Paulo	6
Santo Amaro	Centro Educacional e Esportivo Municipal "Joerg Bruder" Rua Padre José Maria, 355 - Santo Amaro - São Paulo	6
Osasco	Esquina da Av. dos Autonomistas c/ Rua São Maurício Osasco	6
Santo André - Capuava	Posto de Puericultura do Alto de Capuava Rua Manágua, 2 - Santo André	6
S. Bernardo do Campo	Escola Municipal de Vila Paulicéia Rua Casper Libero, 340 - São Bernardo do Campo	6
Pinheiros	Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 - Pinheiros - São Paulo	6
Cubatão Centro	Centro Social Urbano de Cubatão Rua Salgado Filho, 121 Centro - Cubatão	7
Cubatão - V. Parisi	Rua Prefeito Armando Cunha, 70 - V. Parisi Cubatão	7

TABELA E – Estações da Rede Manual no Interior do Estado

ESTAÇÃO	ENDEREÇO	UGRHI
Taubaté	Praça Mons. Silva Barros - Taubaté	2
São José dos Campos	Até 09/89: Praça Maurício Cury A partir de 01/90: Parque Santos Dumont São José dos Campos	2
Sorocaba	Praça Dr. Artur Fajardo (antiga Praça do Canhão) Sorocaba	10
Sorocaba- Jd. Europa	Rua Américo Carvalho – Sorocaba Término da operação: 09/98	10
Sorocaba – Humberto Campos	Instituto Humberto Campos Rua Humberto de Campos. 541 Vila Radio Clube – Sorocaba Início da operação: 10/98	10
Itu	Praça D. Pedro I – Itu	10
Salto	Rua Prudente de Moraes, 580 – Pátio da Casa do Parque – início da operação: 06.01.99	
Votorantim	Praça Padre Luiz Trentini – Votorantim	10
Americana	Praça Comendador Müller – Americana	5
Araras	Parque Fábio da Silva Prado – Araras	9
Campinas	Largo do Pará – Campinas	5
Jundiaí	Até 03/96: Praça da Bandeira A partir de 07/97: Av. Antônio Frederico Ozanã (Praça Américo Bruno) - Jundiaí	5
Limeira	Praça do Poder Legislativo – Limeira	5
Limeira - Ceset	Campus Unicamp - Av. Cônego Manuel Alves - Limeira Início da operação: 06/97	5
Piracicaba	Praça José Bonifácio – Piracicaba início da operação: 22/10/99	5
Mogi Guaçu	Rua Raul P. Harris – Mogi Guaçu	9
Paulínia	Praça 28 de Fevereiro – Paulínia	5
Araraquara	Praça Maestro José Tescari (Praça da Matriz) – Araraquara	13
São Carlos	Praça dos Voluntários da Pátria – São Carlos	13
Ribeirão Preto	Praça na Avenida dos Bandeirantes com Jerônimo Gonçalves – Ribeirão Preto	4
Franca	Até 03/96: Av. Champanhat A partir de 11/96: Av. Dr. Flávio Rocha, 4551 Pça. N. Sra. Da Conceição - Franca	8
Santos	Praça Cel. Fernando Prestes - Santos	7

TABELA F – Estações da Rede Monitoramento Passivo

ESTAÇÃO	ENDEREÇO	UGRHI
Guaratinguetá	Praça Conselheiro Rodrigues Alves	
	A partir de maio de 1998 – Praça Santo Antonio – Guaratinguetá	2
Jacareí	Praça Conde de Frontin – Centro – Jacareí	2
Pindamonhangaba	Praça Monsenhor Marcondes – Centro - Pindamonhangaba	2
Campinas	Rua Santo Antonio Claret, 458 – Jd. Chapadão	
	A partir de agosto/99 – EEPSP Dom João Neri	
	Rua Erasmo Braga, 555 – Jd. Chapadão - Campinas	5
Cosmópolis	Rua Campinas, 61 – Centro	
	A partir de setembro/99 – Praça Major Arthur Nogueira – Centro – Cosmópolis	5
Jundiaí – Pça das Bandeiras	Praça das Bandeiras – Centro – Jundiaí	
Jundiaí – Clube	Clube Nacional- R. Leonardo Scarpim, s/no – Vila Arens - Jundiaí	5
Limeira	Praça Toledo de Barros – Centro – Limeira	5
Paulínia – João Ferro	Unidade Básica de Saúde Planalto	
	Rua Adolpho Botasso, s/no - Bairro João Aranha	
	Paulínia	5
Paulínia – Santa Terezinha	Av. José Paulino, 4205 – Bairro Santa Terezinha – Paulínia	5
Paulínia – Sítio Bonfim	Sítio Bonfim – Bairro Cascata – Paulínia	5
Piracicaba	Rua do Rosário – Centro	
	A partir de setembro/99 – Praça Moraes Barros – Centro – Piracicaba	5
Suzano	EEPSG Batista Renzi - Rua Concórdia, 44 – Centro – Suzano	6
Santos	Colégio Afonso Pena - Av. Liberdade, 630 – Bairro Aparecida – Santos	7
Sertãozinho	Rua Barão do Rio Branco, 233 – Centro	
	A partir de setembro/99 – Praça 21 de Abril – Centro – Sertãozinho	9
Sorocaba – Edem	Serviço Autônomo de Águas e Esgotos (SAAE) – Distrito Edem – Sorocaba	9
Sorocaba – Aeroporto	Serviço Autônomo de Águas e Esgotos (SAAE) – Aeroporto – Sorocaba	10
Barretos	Praça Francisco Barreto – Centro – Barretos	12
Bauru	Praça República do Líbano – Centro – Bauru	13
Itirapina	Praça da Matriz – Centro – Itirapina	13
Catanduva	Rua Bahia, 600 – Centro	
	A partir de setembro/99 – EEPG Paulo de Lima Correia Rua 13 de Maio, 761	
	Centro – Catanduva	15
São José do Rio Preto	Rua Siqueira Campos, 3247 – Centro	
	A partir de setembro/99 – Praça Rui Barbosa - Centro - São José do Rio Preto	15
Matão	Rua José Bonifácio, 1186 – Centro	
	A partir de setembro/99 – Praça da Bandeira – Centro – Matão	16
Araçatuba	Praça Joaquim Dibo – Centro – Araçatuba	19
Marília	DAEM – Rua Rio Branco com Rua São Luiz – Centro – Marília	21
Presidente Prudente	Praça 9 de Julho – Centro - Presidente Prudente	22

Anexo 3

Dados meteorológicos

TABELA A - Frequência Mensal dos Sistemas Frontais que passaram sobre São Paulo - 1995 a 1999

MÊS	ANO				
	1995	1996	1997	1998	1999
JANEIRO	8	4	4	5	6
FEVEREIRO	4	6	4	8	7
MARÇO	7	5	4	7	5
ABRIL	4	5	4	5	4
MAIO	7	4	5	4	7
JUNHO	6	4	5	4	7
JULHO	5	5	4	6	6
AGOSTO	4	5	4	5	4
SETEMBRO	6	6	7	6	6
OUTUBRO	6	6	5	5	4
NOVEMBRO	4	5	5	6	4
DEZEMBRO	5	5	6	7	5
TOTAL	66	60	57	68	65

TABELA B - Dados Pluviométricos - 1999.

ESTACÃO CLIMATOLÓGICA DE SÃO PAULO (Mirante de Santana) - ESTADO DE SÃO PAULO												
LAT. 23° 30'S		LOG. 46° 37'S		ALT. 792,059m		ANO. 1999						
PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)												
DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0,0	0,0	30,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	48,9	3,6	50,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	0,0
3	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	1,0
5	0,8	68,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
6	37,2	1,0	0,0	0,0	0,0	4,0	13,4	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0
7	20,7	9,8	0,0	0,0	29,9	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,9
8	33,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	10,8	0,0	0,4
9	13,4	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	31,2	2,9	9,4	9,5
10	12,8	19,0	25,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,7	3,6	0,1
11	0,0	58,1	19,6	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
12	10,0	0,0	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	0,0	0,8	0,2
13	3,6	0,0	0,6	1,6	0,4	0,3	0,0	0,0	2,6	0,0	26,4	1,1
14	0,2	1,0	0,0	18,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	16,3
15	47,6	5,8	0,0	6,0	0,0	24,3	0,0	0,0	8,5	0,0	0,3	2,2
16	3,5	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	1,4	1,1	0,7	0,0	0,0
17	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0
19	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
20	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	35,2	0,0	0,0	0,0	0,0	39,7	0,0
22	3,2	11,0	1,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	13,2	12,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,6	5,3
24	0,0	45,0	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,2
25	0,0	27,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3
26	0,0	43,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,1
27	40,6	40,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,2
28	25,5	13,0	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	0,0	2,1
29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0
30	0,0	0,0	1,7	0,0	2,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	3,2	0,0	36,0	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	8,7	0,0	0,0	0,0
TOTAL	319,1	369,8	187,3	35,8	35,5	84,3	25,6	1,4	80,1	62,0	101,4	69,0
FREQ.	19	20	11	8	6	8	6	1	8	13	13	16

TOTAL ANUAL : 1371,3 mm

FREQ. ANUAL : 129 dias

FONTE : 7º DISME/INMET

TABELA C - Precipitação Mensal e Frequência de Dias de Chuva da Estação Mirante de Santana de 1995 a 1999 e Normal de 1961 a 1990.

ANO	1961 A 1990		1995		1996		1997		1998		1999	
	mm	dias	mm	dias	mm	dias	mm	dias	mm	dias	mm	dias
JANEIRO	238,7	20	379,0	20	354,9	21	313,3	23	200,6	18	319,1	19
FEVEREIRO	217,4	20	445,5	20	305,6	19	181,1	16	394,2	23	369,8	20
MARÇO	159,8	16	304,1	16	396,8	21	76,0	8	252,9	18	187,3	11
ABRIL	75,8	8	64,9	8	81,7	11	71,6	8	92,8	11	35,8	8
MAIO	73,6	11	74,4	11	33,1	5	75,0	7	130,0	13	35,5	6
JUNHO	55,7	5	58,7	5	54,1	8	122,5	11	16,1	3	84,3	8
JULHO	44,1	6	47,1	6	7,2	11	10,0	3	10,1	7	25,6	6
AGOSTO	38,9	2	16,7	2	31,6	5	22,3	4	42,5	7	1,4	1
SETEMBRO	80,5	9	41,5	9	178,9	13	140,9	11	95,0	15	80,1	8
OUTUBRO	123,6	14	229,9	14	154,0	12	96,1	14	216,4	14	62,0	13
NOVEMBRO	145,8	12	97,7	12	93,9	10	220,1	21	38,6	8	101,4	13
DEZEMBRO	200,9	17	202,0	17	331,4	22	255,4	13	241,2	14	69,0	16

TABELA D - Frequência de inversões térmicas, por faixa, nos anos de 1995 a 1999. Aeroporto de Congonhas - São Paulo

ALTURA(m)	0 - 200					201 - 400					401 - 600					> 601					TOTAL				
	ANO	95	96	97	98	99	95	96	97	98	99	95	96	97	98	99	95	96	97	98	99	95	96	97	98
JANEIRO	1	1	2	5	*	6	4	1	2	5	3	*	5	9	6	8	6	10	10	10	18	11*	18*	26	21
FEVEREIRO	*	*	2	3	*	3	3	5	2	6	1	3	6	4	5	11	6	9	8	7	15	12*	22	17	18
MARÇO	*	*	1	2	2	*	7	3	11	3	1	3	9	3	3	*	2	14	18	14	1*	12*	27*	34*	22*
ABRIL	*	2	4	1	2	*	4	7	8	6	*	4	3	6	8	*	16	22	26	17	*	26	36*	41*	33*
MAIO	*	6	5	7	3	*	9	7	8	9	*	3	4	3	4	*	25	32	34	17	*	43	48	52	33
JUNHO	*	12	8	9	6	*	4	3	7	7	*	2	6	3	4	*	29	28	34	22	*	47	45	53	39
JULHO	*	10	11	10	9	*	5	6	8	3	*	5	2	5	2	*	30	27	29	20	*	50	46*	52	34*
AGOSTO	*	13	11	9	9	*	3	7	8	11	*	4	1	5	4	*	12	20	21	25	*	32	39	43	49
SETEMBRO	*	4	8	3	7	*	8	2	7	7	*	4	5	7	2	*	22	22	23	29	*	38	37*	40	45*
OUTUBRO	*	3	2	1	*	3	7	6	3	8	1	5	8	6	3	15	23	21	32	26	19*	38	37	42*	35*
NOVEMBRO	1	*	*	1	2	2	6	5	3	2	2	3	6	5	6	12	21	11	24	20	17*	30	22*	33*	30*
DEZEMBRO	*	3	*	1	2	1	3	2	4	4	2	10	2	4	5	26	13	19	17	16	29*	29*	23*	26*	26*
TOTAL	2	54	54	52	42	15	63	54	71	71	10	46	57	60	52	72	205	235	276	223	378	99	368	400	385

*OBS : NÃO HOUE SONDAGEM NOS DIAS:

MARÇO/95 - 02 A 31
 ABRIL/95 01 A 30
 MAIO/95 - 01 A 31
 JUNHO/95 - 01 A 30
 JULHO/95 01 A 31
 AGOSTO/95 - 01 A 31
 SETEMBRO/95 - 01 A 30
 OUTUBRO/95 - 06, 08, 11 A 18, 23, 24, 26 E 29
 NOVEMBRO/95 - 04, 09 10, 12 15 E 30
 DEZEMBRO/95 - 08 E 30

JANEIRO/96 - 21 E 27
 FEVEREIRO/96 - 20 A 28
 MARÇO/96 - 01 A 15
 DEZEMBRO/96 - 03
 JANEIRO/97 - 04, 05, 18, 21 E 26
 MARÇO/97 - 09 E 30
 ABRIL/97 - 26
 JULHO/97 - 11
 SETEMBRO/97 - 13
 NOVEMBRO/97 - 11, 23, 25 A 30
 DEZEMBRO/97 - 1 A 3, 21 E 25

MARÇO/98 - 06
 ABRIL/98 - 19
 OUTUBRO/98 - 05
 NOVEMBRO/98 - 08, 07, 14, 15, 21, 28
 DEZEMBRO/98 - 05
 MARÇO/99 - 11
 ABRIL/99 - 10
 JULHO/99 - 02, 24, 30
 SETEMBRO/99 - 20
 OUTUBRO/99 - 02, 24
 NOVEMBRO/99 - 11, 14
 DEZEMBRO/99 - 09

TABELA E - Velocidade Média do Vento e Porcentagem de Calmaria na RMSP - 1999

MÊS	JANEIRO		FEBREIRO		MARÇO		ABRIL		MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO		OUTUBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO	
	CALM (m/s)	VEL (%)	CALM (m/s)	VEL (%)	CALM (m/s)	VEL (%)	CALM (m/s)	VEL (%)	CALM (m/s)	VEL (%)	CALM (m/s)	VEL (%)	CALM (m/s)	VEL (%)	CALM (m/s)	VEL (%)	CALM (m/s)	VEL (%)	CALM (m/s)	VEL (%)	CALM (m/s)	VEL (%)	CALM (m/s)	VEL (%)
01	9,7	2,1	25,5	1,5	17,7	1,6	3,2	1,9	22,0	1,4	14,8	1,6	0,0	2,3	0,0	2,1	37,5	1,5	4,5	1,8	1,7	0,4	2,6	
02	42,7	1,2	14,1	1,5	25,8	1,3	6,1	1,8	9,2	1,9	25,1	1,4	0,5	2,1	5,6	1,4	40,7	1,5	18,4	2,0	0,7	0,0	2,4	
03	40,2	1,1	17,6	1,7	25,9	1,5	42,0	1,5	9,6	1,8	4,6	1,7	14,8	1,9	12,2	1,4	44,8	1,1	2,8	0,7	6,6	1,3	2,2	
04	7,2	2,0	12,1	1,7	3,8	2,2	4,6	1,9	19,8	1,5	30,7	1,6	8,5	1,7	1,0	1,0	30,4	1,5	0,0	2,7	16,1	1,8	2,1	
05	14,3	1,7	12,3	1,8	5,7	2,1	5,2	1,7	32,3	1,5	3,2	1,7	1,4	1,9	3,5	2,0	4,3	1,7	2,4	1,3	4,5	2,8	1,97	
06	20,4	1,5	13,6	1,8	5,8	2,0	4,9	1,8	24,6	1,9	3,6	1,6	0,0	2,1	16,0	1,5	20,5	1,6	0,0	2,3	2,8	2,3	1,8	
07	14,4	1,5	18,3	1,7	14,1	1,9	4,4	2,0	5,4	2,2	0,7	2,0	0,0	2,0	25,4	1,6	35,9	1,6	3,9	2,1	9,6	2,1	1,9	
08	34,9	1,4	4,6	2,3	11,9	1,9	16,0	1,9	7,3	1,7	1,1	1,8	10,5	1,4	16,3	2,2	17,5	2,3	8,7	2,1	23,6	1,9	2,0	
09	17,3	1,4	12,9	1,8	24,7	1,7	22,7	2,4	3,9	1,8	1,1	2,1	5,8	1,7	0,4	1,8	5,7	2,8	17,0	1,8	3,5	2,0	1,8	
10	13,9	1,7	7,8	1,6	23,7	1,7	1,3	2,3	2,8	2,1	11,8	1,9	0,8	1,8	17,1	1,2	11,0	2,0	2,9	2,5	2,4	1,2	2,5	
11	6,3	2,0	21,9	1,6	12,9	1,9	2,3	2,2	12,9	1,7	12,0	1,7	0,0	2,2	43,0	1,2	0,0	2,6	20,8	1,5	0,0	2,3	2,5	
12	11,7	1,7	10,3	2,0	12,2	2,0	18,8	1,7	37,3	1,4	4,6	1,5	5,0	2,0	47,9	1,4	8,5	2,2	2,4	2,2	7,6	1,7	2,4	
13	15,3	1,6	0,3	2,4	8,7	2,3	32,1	1,5	4,2	2,1	24,7	1,6	15,3	1,8	42,9	1,3	27,9	1,3	0,7	2,2	29,1	1,3	0,7	
14	8,1	1,5	16,5	1,8	10,8	2,5	32,9	1,6	1,3	2,1	0,0	1,8	18,8	1,6	0,7	2,5	9,2	1,5	16,4	1,4	13,4	1,6	7,5	
15	16,8	1,7	6,4	1,6	8,7	1,9	15,9	1,7	4,5	2,0	28,9	1,1	22,1	1,3	0,0	3,0	10,3	1,8	18,8	1,7	3,2	2,4	2,3	
16	13,8	1,6	3,7	1,8	9,0	2,1	10,5	1,9	17,1	1,8	25,4	1,3	37,0	1,5	2,6	0,4	2,6	2,0	15,7	1,8	7,0	2,3	7,8	
17	15,7	1,3	6,9	2,0	3,9	2,1	5,2	2,1	17,0	1,5	45,3	1,3	40,3	1,3	4,2	2,5	1,0	2,1	16,6	1,5	5,4	2,3	21,2	
18	7,7	1,5	7,3	1,6			20,7	1,7	39,5	1,2	31,8	1,3	0,0	1,9	2,3	2,1	0,3	2,3	16,4	1,5	0,0	2,4	14,4	
19	50,0	1,5	14,8	1,7	7,7	1,9	28,5	1,3	34,6	1,7	57,1	1,5	8,1	1,7	1,7	1,8	21,8	1,7	0,0	2,4	8,3	1,3	12,0	
20	27,7	1,5	13,8	1,6	10,3	1,8	19,5	1,3	4,6	2,4	18,7	1,3	14,8	1,6	3,8	2,1	1,6	2,3	0,4	2,2	8,2	1,7	43,5	
21	14,4	1,6	15,4	1,4	33,3	1,5	15,5	1,5	16,8	1,6	32,4	1,6	23,2	1,7	4,2	1,8	11,6	2,0	17,4	2,1	25,7	1,6	6,5	
22	11,1	1,6	25,0	1,5	18,9	1,5	15,4	1,7	19,4	1,5	17,2	1,4	0,0	1,9	14,9	1,3	10,3	2,1	4,2	1,9	32,6	1,3	5,6	
23	9,2	1,7	32,6	1,5	8,7	1,6	3,8	1,9	9,9	1,8	47,4	0,9	0,9	1,8	31,2	1,5	0,0	3,0	4,2	2,3	25,5	1,8	2,3	
24	2,1	2,0	14,4	1,8	27,6	1,6	12,9	1,6	35,4	1,5	35,4	1,1	8,8	1,5	6,1	2,0	0,0	2,7	12,5	2,2	3,5	2,3	2,3	
25	5,2	1,9	8,7	1,7	26,0	1,7	6,1	1,6	37,1	1,5	31,4	1,0	32,9	1,1	7,0	2,0	1,3	2,4	0,0	1,8	16,7	1,6	1,9	
26	19,3	1,7	20,8	1,6	27,3	1,5	11,8	1,8	5,4	1,7	12,8	1,4	42,4	1,2	4,2	2,8	8,3	2,0	0,0	2,0	27,5	2,1	11,3	
27	18,4	1,5	16,7	1,5	15,0	1,6	16,4	1,8	29,3	1,7	0,0	1,9	44,7	1,6	21,5	1,3	30,1	1,9	1,9	1,6	25,4	1,7	30,1	
28	29,6	1,5	15,4	1,5	18,8	1,9	2,1	2,1	7,5	1,8	38,0	1,6	13,9	1,7	2,0	1,6	5,1	2,2	23,8	1,3	12,5	2,0	40,7	
29	15,8	1,9			9,9	2,1	8,9	1,8	4,2	2,1	21,5	2,0	0,8	1,9	32,4	1,6	38,8	1,8	22,9	1,6	3,5	2,3	22,8	
30	4,9	2,2			21,9	1,5	35,8	1,4	3,6	2,3	2,2	2,1	12,5	1,5	6,3	1,5	3,2	2,3	0,4	2,5	0,7	2,4	11,9	
31	4,6	2,1			5,0	2,0			5,0	2,0			7,1	2,6	25,0	1,5			0,0	3,2				
MED	16,9	1,7	13,9	1,7	15,5	1,8	14,2	1,8	15,6	1,8	19,4	1,6	12,6	1,8	12,9	1,7	14,7	2,0	8,3	1,9	10,9	2,0	11,1	2,0

TABELA F - Distribuição mensal do número de dias favoráveis e desfavoráveis à dispersão dos poluentes na atmosfera, na Região de São Paulo e Cubatão - 1995 a 1999

MÊS	ANO	FAVORÁVEIS					DESFAVORÁVEIS				
		95	96	97	98	99	95	96	97	98	99
JANEIRO		31	31	31	31	30					1
FEVEREIRO		28	29	28	28	28					
MARÇO		31	31	31	31	31					
ABRIL		30	29	30	27	30		1		3	
MAIO		29	25	27	21	31	2	6	4	10	
JUNHO		20	21	27	26	29	10	9	3	4	1
JULHO		23	25	21	22	27	8	6	10	9	4
AGOSTO		13	20	17	28	21	18	11	14	3	10
SETEMBRO		23	28	25	28	22	7	2	5	2	8
OUTUBRO		30	31	31	31	31	1				
NOVEMBRO		30	30	29	30	30			1		
DEZEMBRO		31	31	31	31	31					

TABELA G - Porcentagem de dias favoráveis e desfavoráveis à dispersão de poluentes - maio a setembro

CONDIÇÕES	ANOS				
	1995	1996	1997	1998	1999
FAVORÁVEIS	70,6	77,8	76,5	81,7	85
DESFAVORÁVEIS	29,4	22,2	23,5	18,3	15

**TABELA H - Umidade Relativa - 15 horas
Estação: Mirante de Santana - 1999**

Dia	maio	junho	julho	agosto	setembro
1	56	50	58	67	20
2	47	54	55	60	19
3	44	42	51	42	18
4	42	67	79	49	18
5	36	79	93	51	32
6	61	85	77	33	47
7	66	78	86	26	22
8	59	69	87	74	40
9	61	57	58	48	72
10	43	55	56	15	85
11	49	79	63	37	81
12	55	42	41	24	87
13	81	72	49	23	58
14	51	94	42	82	41
15	52	60	32	63	80
16	46	67	41	61	56
17	34	49	34	50	70
18	39	57	79	45	44
19	39	71	58	40	65
20	36	95	32	36	71
21	58	52	45	30	84
22	45	69	67	26	75
23	56	60	62	33	62
24	40	43	48	43	40
25	55	43	36	25	33
26	54	55	32	21	21
27	52	40	31	26	58
28	78	39	86	52	32
29	43	37	54	27	81
30	34	67	38	35	60
31	78		81	21	

Anexo 4

Dados de qualidade do ar

TABELA A - Partículas Inaláveis - Rede Automática

ANO	LOCAL	1995					1996					1997					1998					1999															
		N	Média Aritmética µg/m³	1ª µg/m³	2ª µg/m³	Nº de Ultrapassagens	N	Média Aritmética µg/m³	1ª µg/m³	2ª µg/m³	Nº de Ultrapassagens	N	Média Aritmética µg/m³	1ª µg/m³	2ª µg/m³	Nº de Ultrapassagens	N	Média Aritmética µg/m³	1ª µg/m³	2ª µg/m³	Nº de Ultrapassagens	N	Média Aritmética µg/m³	1ª µg/m³	2ª µg/m³	Nº de Ultrapassagens											
	Parque D. Pedro II	288	89	230	220	29	0	64*	203*	195*	8*	0*	342	60	182	180	0	338	55	160	154	2	0	240	54*	185*	172*	6*	0*	240	54*	185*	172*	6*	0*		
	Santana	210	84*	186*	179*	2*	0*	92*	214*	203*	11*	0*	350	84	151	151	2	37	62*	84*	78*	0*	0*	200	55*	112*	107*	0*	0*	200	55*	112*	107*	0*	0*		
	Moóca	311	90	230	225	22	0	225	206*	196*	8*	0*	321	59	155	151	2	240	52*	127*	116*	0*	0*	274	53	182	161	6	0	274	53	182	161	6	0		
	Cambuci	149	97*	298*	240*	24*	1*	74*	227*	222*	12*	0*	293	59	187	173	6	241	48*	135*	132*	0*	0*	341	45	147	138	0	0	341	45	147	138	0	0		
	Itirapuera	237	63*	271*	217*	11*	1*	53*	172*	168*	2*	0*	363	60	260	211	8	359	44	124	121	0	0	292	43	128	124	0	0	292	43	128	124	0	0		
	N. Senhora do Ó	272	64	190	177	6	0	64*	166*	158*	3*	0*	305	57	143	139	0	307	47	118	116	0	0	249	44*	108*	108*	0*	0*	249	44*	108*	108*	0*	0*		
	São Caselano do Sul	289	78	200	189	15	0	208	202*	188*	8*	0*	337	58	199	196	14	315	56	149	145	0	0	276	48	126	120	0	0	276	48	126	120	0	0		
	Congonhas	252	85*	214*	205*	16	0*	238	205*	194*	9*	0*	364	67	199	180	14	315	56	149	145	0	0	94	40*	109*	108*	0*	0*	94	40*	109*	108*	0*	0*		
	Lapa	252	64	196	188	7	0	242	225*	198*	10*	0*	315	74	238	232	13	20	65*	98*	90*	0*	0	333	44	192	149	1	0	333	44	192	149	1	0		
	Carqueira César	235	61*	184*	138*	1*	0*	244	174*	166*	2*	0*	357	40	150	147	0	354	41	150	136	1	0	280	45	131	124	0	0	280	45	131	124	0	0		
	Penha	290	71	209	204	7	0	227	257*	239*	4*	0*	364	53	149	146	0	363	46	127	123	0	0	363	40	137	130	0	0	363	40	137	130	0	0		
	Centro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Guarulhos	276	105	230	227	35	0	237	257*	239*	31*	1*	347	86	185	181	14	280	85	162	145	1	0	276	64	270	221	15	1	276	64	270	221	15	1		
	Sto. André - Centro	260	67*	235*	235*	22*	0*	54*	248*	213*	8*	0*	256	59	238	221	10	276	48*	192*	183*	5*	0*	283	40	177	175	4	0	283	40	177	175	4	0		
	Diadema	270	72	213	212	22	0	196	211*	208*	17*	0*	266	80	170	157	2	303	73	159	147	1	0	315	41	116	112	0	0	315	41	116	112	0	0		
	Santo Amaro	254	71*	201*	199*	17*	0*	49*	163*	162*	4*	0*	342	51	163	160	3	125	59*	224*	222*	5*	0*	277	44	196	180	5	0	277	44	196	180	5	0		
	Osasco	284	95	246	236	47	0	248	266*	196*	11*	0*	355	62	179	166	8	363	57	177	169	4	0	299	55	142	141	0	0	299	55	142	141	0	0		
	Sto. André-Capuaeva	296	76	242	162	4	0	55*	188*	127*	0*	0*	202	70*	191*	153*	3*	338	50	99	99	0	0	300	55	160	140	1	0	300	55	160	140	1	0		
	S. B. do Campo	249	93	282	279	33	5	205	265*	236*	13*	1*	350	74	220	211	21	302	58	165	160	3	0	297	52	231	213	11	0	297	52	231	213	11	0		
	Taboão de Serra	292	91	233	232	33	0	77*	242*	234*	21*	0*	353	58	190	189	22	323	51	156	147	1	0	347	53	172	163	3	0	347	53	172	163	3	0		
	S. Miguel Paulista	282	61	225	194	7	0*	67*	208*	189*	3*	0*	332	86	191	184	12	286	66*	134*	133*	0*	0*	302	52	186	178	8	0	302	52	186	178	8	0		
	Mauá	145	60*	186*	134*	1*	0*	35*	111*	110*	0*	0*	357	34	143	129	0	294	40	151	136	1	0	175	41*	95*	94*	0*	0*	175	41*	95*	94*	0*	0*		
	Pinheiros¹	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Cubaão-Vila Nova	188	57*	261*	158*	2*	1*	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	7. Cubaão-Centro	293	57	185	179	3	0	243	106*	102*	0*	0*	347	41	223	124	1	314	39	216	125	1	0	364	37	260	137	1	1	364	37	260	137	1	1		
	Cubaão-Vila Parisi	324	140	344	329	169	31	273	365*	273*	31*	2*	361	98	326	259	51	329	95	250	207	45	0	309	88	306	224	26	26	309	88	306	224	26	26		

N = Nº de Dias Válidos
 POAR = Padrão Nacional de Qualidade do Ar
 AT = Atenção (declarados e não declarados)
 * Não atendeu ao critério de representatividade
 1 - Início da operação: 01/09/99

TABELA B - Fumaça - Rede Manual

U R LOCAL G DE H AMOSTRAGEM	ANO	1995										1996										1997										1998										1999									
		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média															
		1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT															
		48	119	57	0	0	57	50	193	188	2	0	57	45	218	127	1	0	60	39	150	135	1	0	60	40	152	109	1	0	60	40	152	109	1	0	60	40													
		103	245	57	7	0	57	89	259	233	6	1	57	76	220	186	4	0	60	64	189	176	2	0	60	61	183	151	2	0	60	61	183	151	2	0	60	61													
		—	—	—	—	—	40	83*	255*	247*	5*	1*	55	72	200	179	3	0	59	61	160	157	2	0	60	55	140	136	0	0	60	55	140	136	0	0	60	55													
		57	213	57	2	0	54	59	248	167	3	0	56	57	245	200	5	0	59	44	156	155	2	0	60	43	189	134	1	0	60	43	189	134	1	0	60	43													
		21	64	56	0	0	51	20	101	81	0	0	48	17	49	42	0	0	43	11	30	20	0	0	58	15	50	46	0	0	58	15	50	46	0	0	58	15													
		53	201	58	4	0	54	43	163	124	1	0	55	55	214	190	6	0	60	42	209	165	2	0	60	38	182	105	1	0	60	38	182	105	1	0	60	38													
		60	154	58	1	0	57	59	189	185	3	0	55	56	192	188	3	0	60	46	145	144	0	0	60	44	160	123	1	0	60	44	160	123	1	0	60	44													
		228	195	60	3	0	53	59	190	186	3	0	57	62	249	187	3	1	60	47	219	169	3	0	56	45	174	110	1	0	56	45	174	110	1	0	56	45													

N = Nº de Dias Válidos

POAR = Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT = Atenção

AL = Alerta

* Não atendeu ao critério de representatividade

(1) Início da operação em 03/05/96

TABELA C - Partículas Totais em Suspensão

U R LOCAL G DE H AMOSTRAGEM	ANO	1995										1996										1997										1998										1999									
		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média		Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		Média															
		1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT	1ª	2ª	N	POAR	AT															
		316	269	54	5	0	53	112	317	313	4	0	53	116	349	310	4	0	53	93	249	228	1	0	59	94	292	248	2	0	59	94	292	248	2	0	59	94													
		85	279	38	4	0	54	81	333	306	4	0	55	77	308	301	2	0	55	65	171	150	0	0	59	76	416	315	3	1	59	76	416	315	3	1	59	76													
		209	199	85	0	0	48	83	250	242	2	0	56	78	255	211	1	0	58	68	216	167	0	0	59	74	233	190	0	0	59	74	233	190	0	0	59	74													
		243	186	56	1	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—														
		—	—	—	—	—	44	87*	289*	253*	2*	0*	44	88	309	252	2	0	58	85	208	185	0	0	58	72	232	227	0	0	58	72	232	227	0	0	58	72													
		245	210	43	1	0	46	91	281	267	3	0	55	91	295	291	4	0	55	94*	459*	350*	4*	1*	57	72*	214*	136*	0*	0*	57	72*	214*	136*	0*	0*	57	72*													
		348	335	51	10	0	50	158	405	405	7	2	51	151	362	338	7	0	58	125	313	284	4	0	60	138	366	304	3	0	60	138	366	304	3	0	60	138													
		179	177	56	0	0	32	71*	184*	170*	0*	0	56	72	237	234	0	0	53	68	195	162	0	0	56	61	188	143	0	0	56	61	188	143	0	0	56	61													
		387	268	59	3	1	0	47	88	466	275	3	1	56	79	338	322	3	0	56	76	251	248	2	0	57	82	280	272	2	0	57	82	280	272	2	0	57	82												
		200	189	57	0	0	54	66	223	201	0	0	54	77	318	312	4	0	56	57	226	194	0	0	56	66	280	175	1	0	56	66	280	175	1	0	56	66													
		220	197	55	0	0	34	76*	188*	148*	0*	0	53	74	362	205	1	0	55	64	157	151	0	0	59	62	202	172	0	0	59	62	202	172	0	0	59	62													
		571	443	55	189	20	6	197	493	451	20	4	55	186	569	449	15	5	57	199	469	448	26	6	53	187	521	437	23	3	53	187	521	437	23	3	53	187													

N = Nº de Dias Válidos

POAR = Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT = Atenção

AL = Alerta

* Não atendeu ao critério de representatividade

(1) Início da operação em 27/04/96

TABELA G - Ozônio - Rede Automática

U R G H I	LOCAL	1995				1996				1997				1998				1999							
		N	1ª µg/m³	2ª µg/m³	Nº de Ultrapassagens	N	1ª µg/m³	2ª µg/m³	Nº de Ultrapassagens	N	1ª µg/m³	2ª µg/m³	Nº de Ultrapassagens	N	1ª µg/m³	2ª µg/m³	Nº de Ultrapassagens	N	1ª µg/m³	2ª µg/m³	Nº de Ultrapassagens	N	1ª µg/m³	2ª µg/m³	Nº de Ultrapassagens
	Parque D. Pedro II	183	269*	186*	1*	199	220*	217*	7*	2*	342	178	160	2	0	313	195	195	9	0	356	249	243	19	6
	Santana I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	203	335*	318*	30*	13*
	Moóca	83	218*	108*	1*	212	302*	273*	20*	10*	346	312	303	30	17	319	239	226	13	2	354	321	257	30	11
	Ibirapuera	—	—	—	—	224	374*	272*	44*	19*	362	403	330	54	22	353	346	287	32	9	335	322	318	51	18
	São Caetano do Sul	—	—	—	—	150	273*	253*	22*	7*	328	272	267	30	6	341	381	219	27	7	341	306	275	36	12
6	Congonhas	121	131*	129*	0*	211	204*	147*	1*	1*	344	123	118	0	0	325	214	185	2	1	176	130*	124*	0*	0*
	Lapa	152	763*	414*	6*	143	307*	245*	6*	4*	332	229	189	6	1	307	179	178	3	0	346	264	245	17	4
	Diadema2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	232	276*	231*	18*	6*	
	Osasco	—	—	—	—	198	339*	192*	9*	1*	354	278	255	2	2	363	199	163	2	0	344	196	195	8	0
	S. Miguel Paulista	—	—	—	—	139	215*	207*	10*	4*	311	254	234	21	11	348	250	217	7	2	359	261	247	28	10
	Mauá	—	—	—	—	147	255*	240*	16*	7*	360	323	286	56	23	325	282	259	26	6	343	326	293	47	15
	Pinheiros3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	119	267*	228*	10*	3*	
7	Cubatão-Vila Nova	60	43*	43*	0*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Cubatão-Centro	—	—	—	—	150	197*	179*	6*	0*	259	329*	289*	21*	8*	297	227	205	10	2	351	264	253	15	5

N = Nº de Dias Válidos

PQAR = Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT = Atenção (declarados e não declarados)

* Não atendeu ao critério de representatividade

1 - Início da operação: 01/05/99

2 - Início da operação: 01/05/99

3 - Início da operação: 01/09/99

TABELA K - Dióxido de Enxofre - Rede do Interior

U R C H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO														
		1995		1996		1997		1998		1999						
		Máximas 24h µg/m³	Nº de Ultrapassagens	Máximas 24h µg/m³	Nº de Ultrapassagens	Máximas 24h µg/m³	Nº de Ultrapassagens	Máximas 24h µg/m³	Nº de Ultrapassagens	Máximas 24h µg/m³	Nº de Ultrapassagens					
		Média Aritmética	N	AT	PQAR	AT	Média Aritmética	N	AT	PQAR	AT	Média Aritmética	N	AT	PQAR	AT
2	São José dos Campos	11	56	0	0	0	15	55	0	0	0	12	59	0	0	0
2	Taubaté	14*	36	0*	0	0	14	53	0	0	0	10	58	0	0	0
4	Ribeirão Preto	25	60	0	0	0	18*	39	0*	0*	0*	12	56	0	0	0
5	Americana	53	54	0	0	0	44*	39	0*	0*	0*	31	24	0	0*	0*
5	Campinas	38	58	0	0	0	34*	43	0	0	0	37	44	0	0	0
5	Jundiaí	49	49	0	0	0	71*	29	0*	0*	0*	125	47	0	0	0
5	Limeira	59	58	0	0	0	63*	50	0*	0*	0*	35	56	0	0	0
5	Limeira-Ceset1	---	---	---	---	---	50*	8	0*	0*	0*	36	60	0	0	0
5	Paulínia	53	56	0	0	0	47*	33	0*	0*	0*	37	60	0	0	0
7	Santos	31	60	0	0	0	58	49	0*	0*	0	42	61	0	0	0
8	Franca	51	41	0	0	0	37	57	0*	0*	0	8	58	0	0	0
9	Aranas	32*	37	0*	0	0	81*	13	0*	0*	0*	5*	28	0*	0*	0*
9	Mogi Guaçu	21	52	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	Itu	32	52	0	0	0	50	49	0	0	0	37	55	0	0	0
10	Sorocaba	74	59	0	0	0	121	57	0	0	0	49	57	0	0	0
10	Sorocaba-Jd.Europa*	48	57	0	0	0	73	55	0	0	0	43	43	0	0	0
10	Sorocaba-H.Campos ³	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	Salto4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10	Votorentim	40	59	0	0	0	55	56	0	0	0	38	45	0	0	0
13	Araraquara	38	48	0	0	0	45	46	0	0	0	9	54	0	0	0
13	São Carlos	34	57	0	0	0	34	51	0	0	0	9	52	0	0	0

N = Nº de Dias Válidos

PQAR = Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT = Atenção

* Não atendeu ao critério de representatividade

1 - Início da operação em 11/06/97

2 - Fim da operação em 29/09/98

3 - Início da operação em 05/10/98

4 - Início da operação em 06/01/99

Anexo 5

Distribuição dos índices baseada no boletim diário de qualidade do ar

TABELA A - Distribuição do Índice - partículas inaláveis - 1999

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Cubatão-V.Parisi	78	23,6	225	68,2	26	7,9	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	110	40,0	151	54,9	14	5,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Bernardo Campo	195	65,0	95	31,7	10	3,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. Miguel Paulista	178	58,4	120	39,3	7	2,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	182	61,7	106	35,9	7	2,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II*	140	57,9	95	39,3	7	2,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André-Centro	228	78,4	57	19,6	6	2,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	189	54,5	153	44,1	5	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	209	75,2	64	23,0	5	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	248	72,5	91	26,6	3	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão-Centro	303	83,7	57	15,7	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André-Capuava	128	42,4	174	57,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	143	47,2	160	52,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	161	58,1	116	41,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santana*	86	43,7	111	56,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Diadema	230	72,8	86	27,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	202	70,6	84	29,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	214	71,8	84	28,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Caetano do Sul	205	72,4	78	27,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cambuci	268	77,5	78	22,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Nossa Sra. do Ó	178	69,8	77	30,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Penha	281	78,5	77	21,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá*	147	77,8	42	22,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa*	72	75,0	24	25,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pinheiros*	44	69,8	19	30,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	4419	63,71	2424	34,95	92	1,33	1	0,01	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.

* Não atendeu ao critério de representatividade.

TABELA B - Distribuição do Índice - dióxido de enxofre - 1999

ESTACÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Cubatão-V.Parisi*	272	98,2	5	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	337	99,4	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão-Centro*	333	99,4	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	348	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	344	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II	342	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Caetano do Sul*	341	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
Ibirapuera	245	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pinheiros	99	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	3001	97,7	9	0,3	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.

* Não atendeu ao critério de representatividade.

TABELA C - Distribuição do Índice - monóxido de carbono - 1999

ESTACÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Congonhas	236	67,6	109	31,2	4	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Caetano	316	94,3	16	4,8	3	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	291	85,3	48	14,1	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo André-Centro	341	95,5	15	4,2	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II	332	96,5	11	3,2	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	328	97,0	9	2,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	293	85,7	49	14,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	333	93,0	25	7,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	324	92,8	25	7,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	311	97,2	9	2,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	3106	90,4	316	9,2	12	0,3	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.

* Não atendeu ao critério de representatividade.

TABELA D - Distribuição do Índice - ozônio - 1999

ESTACÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Ibirapuera	137	41,0	157	47,0	27	8,1	13	3,9	0	0,0	0	0,0
Santana	65	41,1	66	41,8	15	9,5	12	7,6	0	0,0	0	0,0
Mauá	162	49,1	132	40,0	26	7,9	10	3,0	0	0,0	0	0,0
São Caetano do Sul	154	46,2	147	44,1	22	6,6	10	3,0	0	0,0	0	0,0
Moóca	184	52,0	144	40,7	16	4,5	10	2,8	0	0,0	0	0,0
S. Miguel Paulista	196	54,6	141	39,3	14	3,9	8	2,2	0	0,0	0	0,0
Diadema	83	49,1	70	41,4	10	5,9	6	3,6	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II	226	63,8	113	31,9	9	2,5	6	1,7	0	0,0	0	0,0
Lapa	269	79,4	58	17,1	8	2,4	4	1,2	0	0,0	0	0,0
Cubatão-Centro	201	57,4	136	38,9	10	2,9	3	0,9	0	0,0	0	0,0
Pinheiros	55	46,2	55	46,2	6	5,0	3	2,5	0	0,0	0	0,0
Osasco	266	76,7	74	21,3	7	2,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas*	150	83,3	30	16,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	2149	57,6	1323	35,5	170	4,6	85	2,3	0	0,0	0	0,0

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

* Não atendeu ao critério de representatividade.

TABELA E - Distribuição do Índice - dióxido de nitrogênio - 1999

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Ibirapuera	193	73,4	67	25,5	3	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pinheiros	78	66,1	37	31,4	3	2,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	141	44,3	176	55,3	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	209	61,1	132	38,6	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II	181	58,0	130	41,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	171	49,4	175	50,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Caetano do Sul	202	66,0	104	34,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César*	67	46,2	78	53,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá	268	84,3	50	15,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	318	91,1	31	8,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão-Centro	296	95,8	13	4,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	2124	67,9	993	31,8	9	0,3	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.

* Não atende ao critério de representatividade.

TABELA F - Distribuição do Índice Geral - 1999

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
Ibirapuera	119	34,2	188	54,0	28	8,0	13	3,7	0	0,0	0	0,0
Santana*	54	26,9	120	59,7	15	7,5	12	6,0	0	0,0	0	0,0
Mauá	160	46,2	150	43,4	26	7,5	10	2,9	0	0,0	0	0,0
São Caetano do Sul	131	36,8	191	53,7	24	6,7	10	2,8	0	0,0	0	0,0
Moóca	139	39,0	185	52,0	22	6,2	10	2,8	0	0,0	0	0,0
S. Miguel Paulista	150	41,4	188	51,9	16	4,4	8	2,2	0	0,0	0	0,0
P. D. Pedro II	128	35,7	208	57,9	17	4,7	6	1,7	0	0,0	0	0,0
Diadema	181	54,0	138	41,2	10	3,0	6	1,8	0	0,0	0	0,0
Lapa	238	66,7	107	30,0	8	2,2	4	1,1	0	0,0	0	0,0
Cubatão-Centro	196	53,8	153	42,0	12	3,3	3	0,8	0	0,0	0	0,0
Pinheiros*	39	32,8	69	58,0	8	6,7	3	2,5	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	211	57,8	151	41,4	3	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão-V.Parisi	80	24,1	225	67,8	26	7,8	1	0,3	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	110	40,0	151	54,9	14	5,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Bernardo Campo	195	65,0	95	31,7	10	3,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	107	30,6	236	67,4	7	2,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André-Centro	281	80,7	61	17,5	6	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	116	32,6	235	66,0	5	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	189	54,5	153	44,1	5	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	268	79,5	64	19,0	5	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	146	41,4	205	58,1	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S. André-Capuava	128	42,4	174	57,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cambuci	268	77,5	78	22,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Nossa Sra. do Ó	178	69,8	77	30,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Penha	281	78,5	77	21,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	4093	50,4	3679	45,3	269	3,3	86	1,1	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.

* Não atendeu ao critério de representatividade.

Anexo 6

Legislação

1. Legislação Federal

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

a) Ringelmann nº 1 é o limite de emissão para fumaça preta emitida por fontes estacionárias;

b) Ringelmann nº 2, 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.

- Lei no 9690 de 02/06/97, regulamentada pelo Decreto no 41858 de 12/06/97, que autoriza o Poder Executivo a implantar o Programa de Restrição à Circulação de Veículos Automotores na Região Metropolitana da Grande São Paulo nos anos de 1997 e 1998.





SECRETARIA DE
ESTADO DO
MEIO AMBIENTE

