



Governo do Estado de São Paulo
Geraldo Alckmin • Governador

Secretaria de Estado do Meio Ambiente
José Goldemberg • Secretário

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Dráusio Barreto • Diretor Presidente

FICHA CATALOGRÁFICA

(Preparada pelo Setor de Biblioteca da CETESB)

C418r	CETESB, São Paulo
Relatório de qualidade do ar do Estado de São Paulo 2001. — São Paulo : CETESB, 2002.	
124pp: il. ; 30 cm. — (Série Relatórios / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, ISSN 0103-4103)	
Publicado anteriormente como : Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo e em Cubatão e Relatório de Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo e em Cubatão.	
1. Ar — poluição 2. Controle da qualidade do ar — São Paulo I. Título. II. Série.	
CDD (18. ed.)	614.71
CDU (2.ed. med. port.)	614.71(815.6)

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

Edição de Arte

Vera Severo

Foto da Capa

Odair M. Farias

Mapas

Marise Carrari Chamani

Projeto Gráfico

BBOX design

Impressão

Gráfica CETESB



Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

**Relatório de qualidade do ar
do Estado de São Paulo**

2001

São Paulo

2002

Edição

Coordenação Geral :

Quím. Jesuino Romano

Elaboração Técnica :

Eng.º Manoel Paulo de Toledo

Eng.º Pedro Paulo Chagas Marinho

Quím. Maria Helena R. B. Martins

Quím. Maria Lucia Gonçalves Guardani

Eng.º Milton Norio Sogabe

Fís. Renato Ricardo A. Linke

Met. Ricardo Anazia

Biól. Rodrigo Coelho Fialho

Adm. Silmara Regina da Silva

Coleta de Amostras, Análise e Aquisição de Dados :

Setor de Amostragem e Análise do Ar

Setor de Ecossistemas Terrestres

Setor de Interpretação de Dados

Setor de Meteorologia

Setor de Telemetria

Departamento de Tecnologia de Emissões de Veículos

Regional da Bacia do Rio Grande

Regional da Bacia do Rio Piracicaba

Regional da Bacia do Rio Paraná

Regional das Bacias do Sorocaba, Alto Paranapanema e Litoral Sul

Regional das Bacias do Paraíba do Sul e Litoral Norte

Regional da Bacia da Baixada Santista

Coordenadoria Técnica

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 05459-900 - São Paulo/SP - Brasil

Endereço Internet: Este relatório está disponível também na página da CETESB
<http://www.cetesb.sp.gov.br>

Impresso em agosto / 2002

Tiragem : 250 exemplares

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

Série Relatórios – ISSN 0103-4103

Índice

SUMÁRIO EXECUTIVO	1
1. INTRODUÇÃO	5
2. FONTES DE POLUIÇÃO DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO	7
2.1 Região Metropolitana de São Paulo - RMSP	7
2.2 Cubatão	12
2.3 Interior	13
2.3.1 Sorocaba	13
2.3.2 São José dos Campos	16
2.3.3 Campinas	18
3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	21
3.1 Parâmetros de Qualidade do Ar	21
3.2 Padrões de Qualidade do Ar	23
3.3 Índice de Qualidade do Ar	25
3.4 Redes de Amostragem	28
3.4.1 Rede Automática	28
3.4.2 Redes Manuais	30
3.4.3 Outras Redes	31
3.5 Representatividade de Dados	31
3.5.1 Rede Automática	31
3.5.2 Rede Manual.....	31
4. CLIMA E POLUIÇÃO DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO	33
4.1 Aspectos Climáticos	33
4.1.1 Região Metropolitana de São Paulo	34
4.1.2 Cubatão	35
4.1.3 Região Metropolitana de Campinas	35
4.1.4 Sorocaba	36
4.1.5 São José dos Campos	36
4.2 Aspectos Sazonais da Poluição do Ar em São Paulo	36
5. A QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO EM 2001	41
5.1 Caracterização Meteorológica	41
5.1.1 Umidade Relativa	43
5.1.2 Condições Meteorológica de Dispersão.....	44
5.2 Avaliação da Qualidade do Ar	44
5.2.1 Distribuição Anual do Índice de Qualidade do Ar	45
5.2.2 Partículas Inaláveis (MP ₁₀)	45
5.2.3 Fumaça (FMC)	49
5.2.4 Partículas Totais em Suspensão (PTS)	53
5.2.5 Dióxido de Enxofre (SO ₂)	54
5.2.6 Monóxido de Carbono (CO).....	58
5.2.7 Ozônio (O ₃)	60
5.2.8 Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	67
5.2.9 Outros Poluentes.....	70
5.2.10 Estudos Especiais	73
5.2.11 Outros Estudos - Interior	73
6. CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR	75
6.1 Fontes Estacionárias.....	75
6.2 Fontes Móveis	77
7. BIBLIOGRAFIA	87
ANEXOS	
ANEXO 1 Valores de referência internacionais de qualidade do ar	90
ANEXO 2 Endereços das estações das redes de monitoramento da qualidade do ar	92
ANEXO 3 Dados meteorológicos	97
ANEXO 4 Dados de qualidade do ar	104
ANEXO 5 Distribuição dos índices baseada no boletim diário de qualidade do ar	118
ANEXO 6 Legislação	124

Apresentação

O “Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo”, publicado anualmente pela CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, representa a consolidação dos dados de 29 estações automáticas localizadas na Região Metropolitana de São Paulo, em Cubatão, em 4 municípios do interior e de 19 estações manuais em diversos municípios do Interior. Os resultados obtidos constituem a principal referência para o entendimento da situação da qualidade do ar em nosso Estado, permitindo analisar a influência de fontes de poluição, como indústrias e veículos, na contaminação do ar atmosférico.

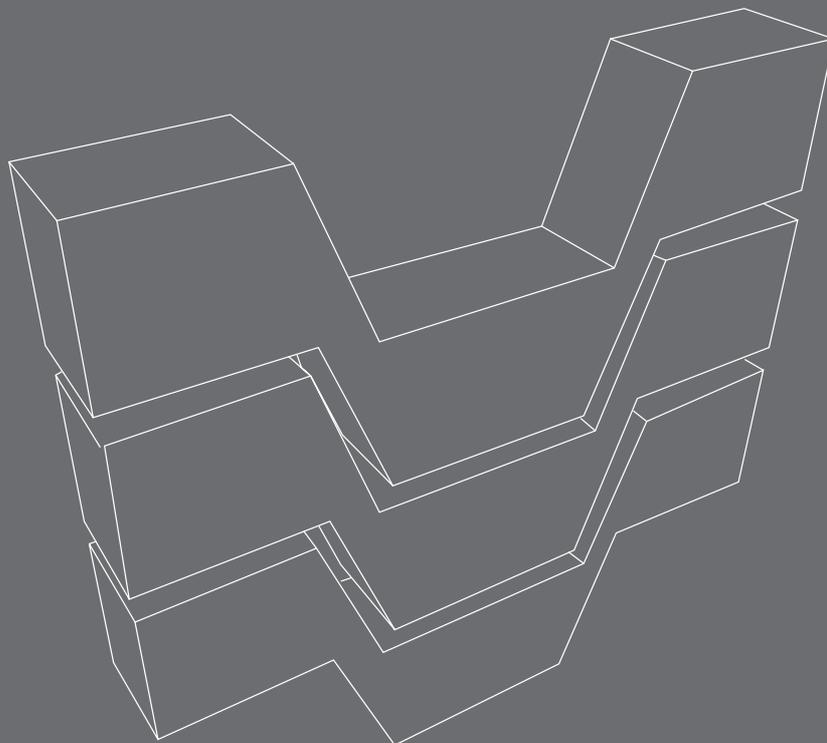
Na Região Metropolitana de São Paulo, como conseqüência positiva do PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores e também, da Operação Caça-Fumaça, confirma-se a tendência de queda dos altos níveis, observada nos últimos anos, dos poluentes monóxido de carbono, fumaça preta e material particulado, embora seus padrões legais de qualidade do ar ainda sejam excedidos em períodos desfavoráveis para a dispersão de poluentes. Assim, é preciso continuar a investir nos planos de redução das concentrações de material particulado, especialmente de origem veicular, e nos programas de controle e manutenção das reduções já alcançadas nas fontes industriais.

O ozônio na RMSP destaca-se, atualmente, como o poluente com maior número de ultrapassagens do padrão. Nesse caso, há necessidade de implementação de ações específicas de controle para seus precursores, especificamente, os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, buscando alcançar níveis aceitáveis.

Em outras regiões, como Cubatão e no Interior, o ozônio também aparece como um poluente preocupante pelo número de violações do padrão. Também em Cubatão, no pólo industrial, os níveis de material particulado são os mais altos de todo o Estado, justificando a continuidade nos programas de controle desse poluente.

Esperamos que as informações deste relatório possibilitem, além do acompanhamento da evolução da qualidade do ar ao longo dos anos, a análise dos efeitos das ações corretivas e preventivas, permitindo a identificação das ações prioritárias no controle da poluição do ar no Estado de São Paulo.

José Goldemberg
Secretário Estadual do Meio Ambiente



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 ($80\mu\text{g}/\text{m}^3$). Atinge-se, 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, o padrão diário ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) é ultrapassado. Em 2001 houve ultrapassagem do nível de atenção ($250\mu\text{g}/\text{m}^3$ – 24 horas).

Partículas Inaláveis (MP_{10}): Os padrões diário ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) e anual ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) são ultrapassados. Quanto ao nível de atenção ($250\mu\text{g}/\text{m}^3$ – 24 horas), não houve ultrapassagens nos últimos dois anos.

Os planos de redução das concentrações de material particulado, contemplam 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. Nesse estudo verificou-se que o material particulado, tanto a PTS quanto o MP_{10} , origina-se principalmente na emissão dos veículos e na res-suspensão da poeira do solo. Verificou-se também a importância dos particulados secundários, tais como sulfatos e material carbonáceo. Ressalte-se que os particulados secundários se formam na atmosfera a partir de reações do dióxido de enxofre ou de compostos orgânicos voláteis.

b. Gases

Dióxido de Enxofre (SO_2): As concentrações sofreram uma redução sensível ao longo dos anos e hoje todas as estações atendem ao padrão de qualidade do ar ($365\mu g/m^3$ em 24h e $80\mu g/m^3$ no ano). Ressalte-se ainda que mesmo o novo limite sugerido pela Organização Mundial da Saúde – OMS – ($125\mu g/m^3$ – 24h) está sendo respeitado em todos os locais monitorados na RMSP.

Monóxido de Carbono (CO): As concentrações de monóxido de carbono excedem o padrão de qualidade do ar para 8 horas (9ppm), principalmente durante o inverno. Ultrapassagens do nível de atenção (15ppm), também ocorrem nos eventos mais críticos, embora não tenham sido registradas desde 1997. Apesar do CO ser um poluente que mereça grande atenção na RMSP, devido ao crescente número de veículos, tem-se observado uma redução de suas concentrações nos últimos anos.

Ozônio (O_3): No caso do ozônio, o padrão de qualidade do ar ($160\mu g/m^3$ – 1h) e também o nível de atenção ($200\mu g/m^3$ – 1h) são freqüentemente ultrapassados, principalmente nos dias de alta insolação. O novo limite sugerido pela OMS ($120\mu g/m^3$ – 8h) também não é respeitado.

Dióxido de Nitrogênio (NO_2): Os dados de dióxido de nitrogênio mostram que o padrão horário ($320\mu g/m^3$) é ultrapassado, valor acima do limite sugerido pela OMS ($200\mu g/m^3$ – 1h). O padrão anual ($100\mu g/m^3$), 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 desse poluente por 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 as 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 na região central 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. A partir de 1995 não mais se atingiu níveis de poluição que exigissem declarações de “Alerta” ou “Emergência”.

Número de estados de Atenção, Alerta e Emergência declarados em Vila Parisi

Ano	Atenção	Alerta	Emergência
1986	66	1	0
1987	51	4	0
1988	37	3	0
1989	15	0	0
1990	5	1	0
1991	31	2	1
1992	1	0	0
1993	12	0	0
1994	57	1	1
1995	34	0	0
1996	0	0	0
1997	3	0	0
1998	0	0	0
1999	0	0	0
2000	0	0	0
2001	1	0	0

Na declaração 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 a partir de 1997 indicam um decréscimo das concentrações com relação aos anos de 1994 e 1995, embora ainda permaneçam acima dos padrões legais.

Estudos realizados, pela técnica do 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 legais de qualidade do ar. 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 às altas concentrações deste poluente, podem causar danos à vegetação.



Os graves danos à vegetação estiveram sob estudo da CETESB 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.

Interior

Desde 1986, a CETESB avalia as concentrações de fumaça e dióxido de enxofre em 17 municípios do Estado de São Paulo. Em 2000, teve início o monitoramento automático de partículas inaláveis em Campinas, Paulínia, Sorocaba e São José dos Campos; ozônio em Paulínia, Sorocaba e São José dos Campos; monóxido de carbono e dióxido de nitrogênio em Campinas e dióxido de enxofre em Sorocaba, Paulínia e São José dos Campos. Constata-se que o ozônio e as partículas inaláveis são os poluentes que violam os padrões de qualidade do ar, indicando a necessidade de programas de controle para os mesmos. O seguinte quadro é apresentado:

Fumaça (FMC): Em 2001, não foram constatadas ultrapassagens dos padrões diário e anual.

Partículas inaláveis (MP₁₀): Em 2001, o padrão diário não foi ultrapassado em nenhum município monitorado.

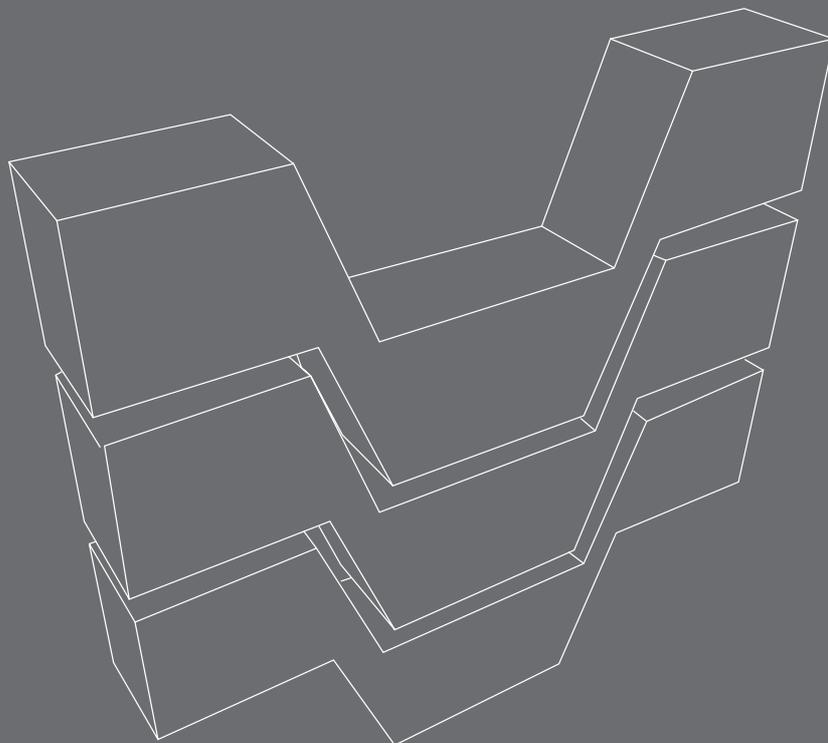
Dióxido de enxofre (SO₂): Em geral, as concentrações observadas foram extremamente baixas. Em Paulínia constatou-se as maiores médias diárias anuais, tanto na rede automática quanto no monitoramento passivo.

Monóxido de carbono (CO): Os níveis verificados na cidade de Campinas são baixos quando comparados ao padrão de 8h.

Ozônio (O₃): Houve ultrapassagens do padrão legal e nível de atenção nos municípios de Paulínia e Sorocaba. A CETESB tem realizado vários estudos de curta duração, em outros municípios, com a instalação de estações móveis e tem-se observado a presença de níveis de ozônio acima dos padrões legais.

Dióxido de nitrogênio (NO₂): Os níveis em Campinas são baixos, tanto no que se refere ao padrão diário, quanto ao anual.





1 Introdução

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

No princípio da era industrial, 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, desde áreas próximas de zonas industriais, grandes centros urbanos, o transporte entre regiões, até a contaminação em escala global, como por exemplo os efeitos sobre a camada de ozônio na estratosfera e o efeito estufa, que podem inclusive provocar alterações climáticas no planeta.

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

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é uma área prioritária, já que apresenta 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.



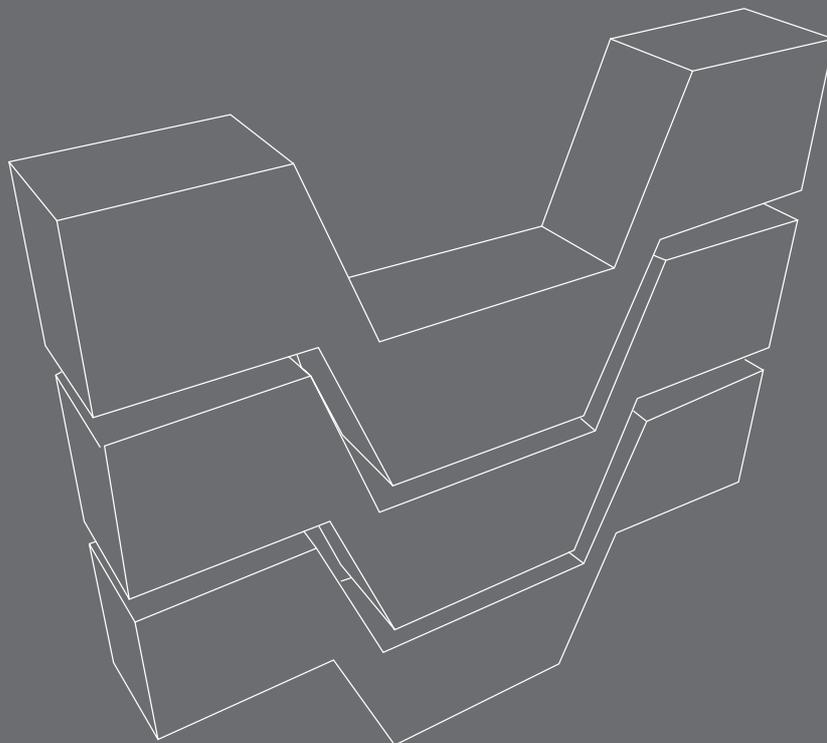
A área de Cubatão é outra região prioritária para efeito de monitoramento e controle da poluição do ar, uma vez que possui em sua área industrial um grande número de fontes em condições topográficas e meteorológicas bastante desfavoráveis à dispersão dos poluentes emitidos.

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, em geral, a situação é diferente e as necessidades estão relacionadas ao acompanhamento da qualidade do ar a longo prazo. Todavia, municípios densamente povoados, áreas próximas de grandes centros urbanos e/ou industriais, regiões próximas de outras fontes poluidoras, como por exemplo, queimadas de palha de cana-de-açúcar, merecem atenção especial e têm sido motivo de novas investigações por parte da CETESB. Pode-se destacar a instalação de estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de Campinas (municípios de Campinas e Paulínia), Sorocaba e São José dos Campos, que começaram a operar em 2000, sendo que em Paulínia o monitoramento teve início em 1999 através de uma estação móvel.

Este relatório apresenta os 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 área aproximada de 249.000km², que correspondem a 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 37 milhões de habitantes), maior desenvolvimento econômico (agrícola, industrial e serviços), maior frota automotiva e, como consequência, apresenta grande alteração na qualidade do ar.

Com relação à poluição atmosférica, destacam-se a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e a área de Cubatão, que possuem alta emissão de poluentes de origem veicular e industrial. 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.

2.1 Região Metropolitana de São Paulo - RMSP

A RMSP possui uma extensão de aproximadamente 8.000km² com altitudes que variam de 650 a 1200m. Caracterizada como um dos maiores conglomerados humanos do mundo, com uma população de aproximadamente 18 milhões de pessoas, a RMSP possui um grande parque industrial além de uma frota em torno de 6 milhões de veículos leves.

As principais fontes de poluição do ar na RMSP são os veículos automotores, seguido por 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 mostrada na tabela 1. Este inventário de emissão para a RMSP é baseado nas informações dis-



poníveis no ano-referência de 2001. 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 os demais foram obtidos de ensaios das próprias fontes.

Tabela 1 - Estimativa de emissão das fontes de poluição do ar na RMSP em 2001

	FONTE DE EMISSÃO		EMIÇÃO (1000 t/ano)				
			CO	HC	NO _x	SO _x	MP ⁴
M Ó V E I S		GASOLINA C ¹	780,8	82,5	44,4	10,2	5,1
	TUBO DE	ÁLCOOL	207,5	23,1	12,7	–	–
	ESCAPAMENTO	DIESEL ²	433,3	70,6	316,5	10,9	19,7
	DE VEÍCULOS	TÁXI	3,5	0,7	0,7	0,4	0,2
		MOTOCICLETA E SIMILARES	217,5	28,7	1,1	0,8	0,6
	CÁRTER	GASOLINA C	–	131,6	–	–	–
	E	ÁLCOOL	–	17,3	–	–	–
	EVAPORATIVA	MOTOCICLETA E SIMILARES	–	15,5	–	–	–
	PNEUS ³	TODOS OS TIPOS	–	–	–	–	8,1
	OPERAÇÕES DE	GASOLINA C	–	12,6	–	–	–
TRANSFERÊNCIA	ÁLCOOL	–	0,4	–	–	–	
DE COMBUSTÍVEL							
F							
I	OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL		38,6 ⁵	12,0 ⁵	14,0 ⁵	17,1 ⁶	31,6 ⁶
X	(Número de indústrias inventariadas)		(750)	(800)	(740)	(245) ⁷	(308) ⁷
A							
TOTAL			1681,2	395,0	389,4	39,4	65,3

1 - Gasolina C: Gasolina contendo 22% de álcool anidro e 800 ppm de enxofre (massa)

2 - Diesel: tipo metropolitano com 1100 ppm de enxofre (massa)

3 - Emissão composta para o ar (partículas) e para o solo (impregnação)

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

5 - Ano de consolidação do inventário: 1990

6 - Ano de consolidação do inventário: 1998

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

CO: Monóxido de carbono

HC: Hidrocarbonetos totais

NO_x: óxidos de nitrogênio

SO_x: 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 totais (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Para os óxidos de enxofre (SO_x), as indústrias e os veículos são importantes fontes e no caso das partículas inaláveis (MP₁₀) 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.

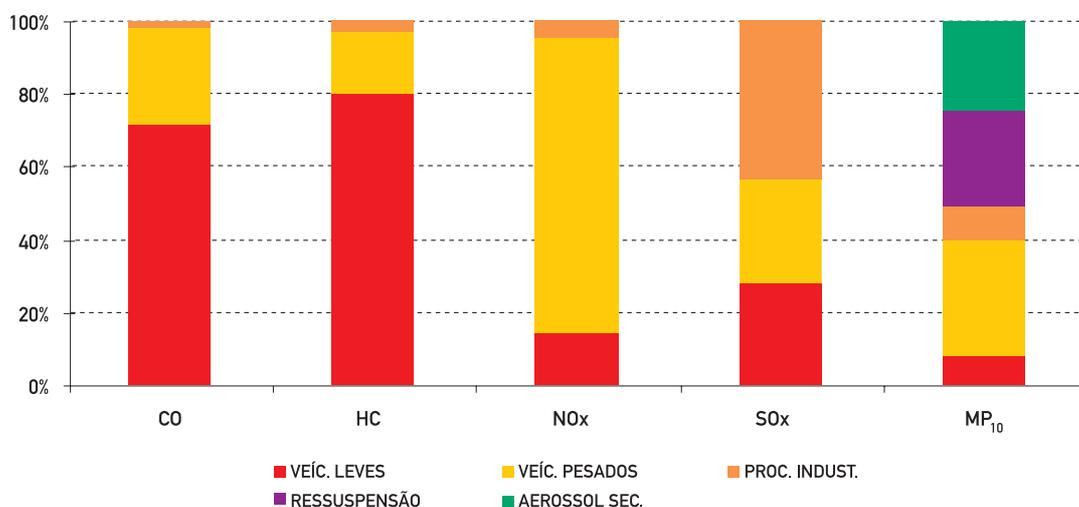
Tabela 2 - Contribuição relativa das fontes de poluição do ar na RMSP em 2001

FONTE DE EMISSÃO		POLUENTES (%)				
		CO	HC	NO _x	SO _x	MP ₁₀ ¹
TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOLINA C	46,4	20,9	11,4	25,9	8,0
	ÁLCOOL	12,4	5,8	3,3	–	–
	DIESEL	25,8	17,9	81,3	27,7	30,8
	TÁXI	0,2	0,2	0,2	1,0	0,3
	MOTOCICLETA E SIMILARES	12,9	7,3	0,3	2,0	0,9
CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOLINA C	–	33,3	–	–	–
	ÁLCOOL	–	4,4	–	–	–
	MOTOCICLETA E SIMILARES	–	3,9	–	–	–
OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOLINA C	–	3,2	–	–	–
	ÁLCOOL	–	0,1	–	–	–
OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (1990)		2,3	3,0	3,5	43,4	10,0
RESSUSPENSÃO DE PARTÍCULAS		–	–	–	–	25,0
AEROSSÓIS SECUNDÁRIOS		–	–	–	–	25,0
TOTAL		100	100	100	100	100

1 - 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 como alteração do perfil da frota (álcool e gasolina), composição dos combustíveis, fatores de emissão dos veículos novos que entram em circulação, onde pesa o avanço tecnológico (como por exemplo, o uso de catalisadores).

Figura 1 – Emissões relativas de poluentes por tipo de fontes - 2001

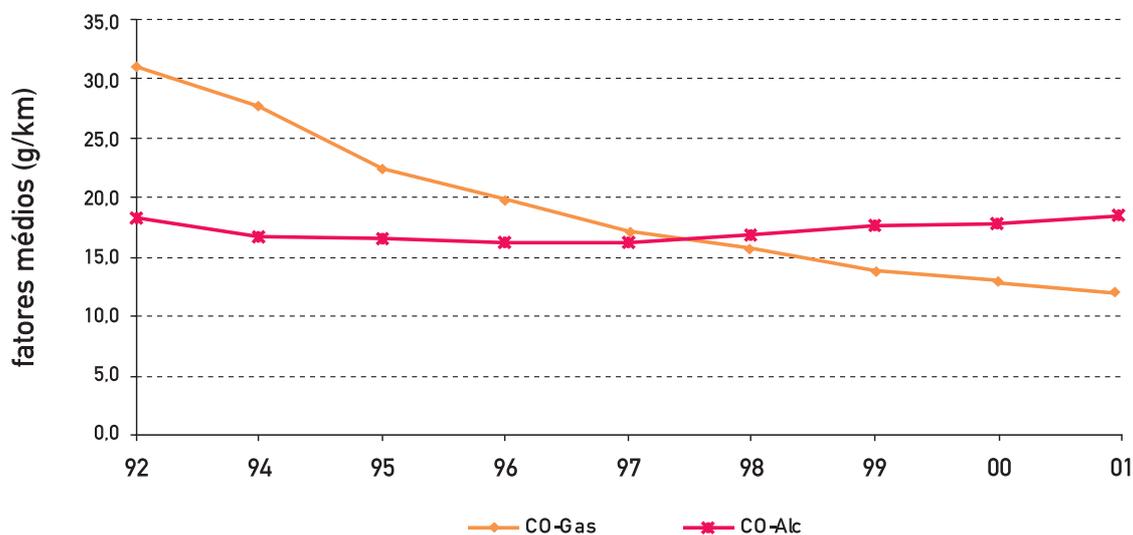


A tabela 3 apresenta os fatores de emissão da frota em 2001 e as figuras 2 e 3 a evolução dos fatores médios de CO, HC e NO_x dos veículos leves, nos últimos 9 anos. A figura 4 apresenta a evolução da frota licenciada na RMSP. Os fatores médios de emissão de veículos leves novos em anos anteriores estão apresentados no item 6.2 – Fontes Móveis, na tabela 31.

Tabela 3 – Fatores médios de emissão dos veículos em uso na RMSP em 2001

FONTES DE EMISSÃO	TIPO DE VEÍCULO	FATOR DE EMISSÃO (g/km)				
		CO	HC	NO _x	SO _x	MP
TUBO DE ESCAPAMENTO	GASOLINA C	12,3	1,3	0,7	0,16	0,08
	ÁLCOOL	18,0	2,0	1,1	–	–
	DIESEL	17,8	2,9	13,0	0,43	0,81
	TÁXI	1,5	0,3	0,3	0,16	0,08
	MOTOCICLETA E SIMILARES	19,7	2,6	0,1	0,07	0,05
EMISSÃO DO CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOLINA C	–	2,0	–	–	–
	ÁLCOOL	–	1,5	–	–	–
	MOTOCICLETA E SIMILARES	–	1,4	–	–	–
PNEUS	TODOS OS TIPOS	–	–	–	–	0,07

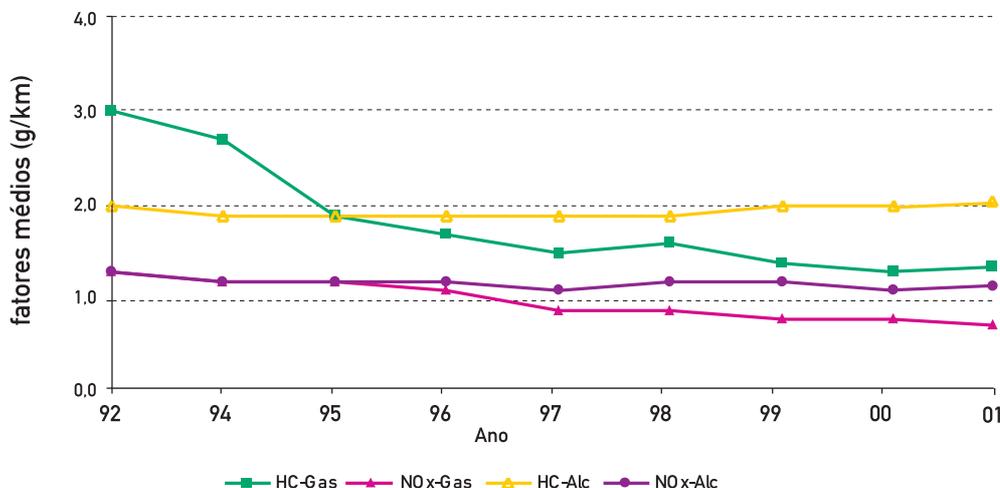
Figura 2 – Evolução dos fatores médios de emissão de CO dos veículos movidos a álcool e Gasolina C da RMSP



Na figura 2, são apresentados os fatores da emissão média de CO das frotas de veículos a gasolina C e a álcool. Nota-se um decréscimo significativo dos fatores para veículos movidos a gasolina C, basicamente devido às mudanças tecnológicas implementadas com base na Resolução PROCONVE, e a significativa modernização da frota movida por esse combustível.

Entretanto, o mesmo não se observa para veículos a álcool, embora representem uma fração bem menor que a dos veículos a gasolina C, sua frota se constitui, em sua maioria, de veículos mais antigos (figura 4).

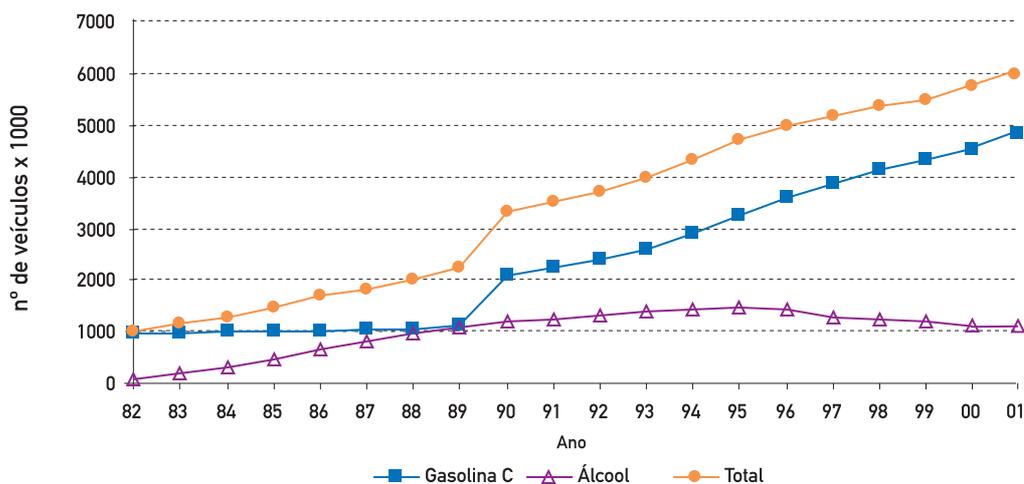
Figura 3 – Evolução dos fatores médios de emissão de HC e NO_x dos veículos movidos a álcool e Gasolina C da RMSP



Na figura 3, são apresentados os fatores médios de emissão de hidrocarbonetos totais (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x) de veículos a gasolina C e a álcool. Observa-se também uma queda acentuada dos fatores de emissão de HC na década de 90.

Como os parâmetros de HC e NO_x são considerados os principais precursores de ozônio, a redução observada pode contribuir para que os níveis de ozônio possam ser reduzidos. Entretanto, é importante lembrar que, além do aumento da frota circulante, outras fontes de precursores de O₃ na RMSP são consideradas importantes, como as emissões evaporativas que ocorrem no momento da recarga dos tanques dos veículos e dos postos de gasolina, bem como de fontes industriais que emitem compostos orgânicos voláteis.

Figura 4 – Evolução da frota de veículos automotores leves na RMSP



É oportuno destacar que os dados apresentados na tabela 3 e na figura 4 foram processados com base no cadastro de registro de veículos do DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito.



2.2 Região Metropolitana da Baixada Santista

A Região Metropolitana da Baixada Santista, com uma área de 2.372km² e 1,5 milhão de habitantes, é composta por nove municípios, entre eles Cubatão, cuja importância industrial o faz singular na região em que está inserido. Cubatão, com uma área de 142km² e aproximadamente 108 mil habitantes, dista cerca de 40 km da cidade de São Paulo. Esse município sempre foi conhecido como uma área afetada por problemas sérios de poluição atmosférica, em função de sua topografia acidentada associada às condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão de poluentes, e das grandes emissões de poluentes industriais.

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 estimativas das emissões de cada empresa estão expressas em toneladas/ano. Para comparação com os fatores de emissão na RMSP, que estão expressos em 1000 tonelada/ano, estes totais acumulados foram divididos por 1.000 (tabela 1). Um mapa da região ilustrando a localização das principais indústrias e das estações medidoras da qualidade do ar é apresentado na figura 5.

Tabela 4 – Estimativa de emissão de processos industriais e queima de combustível em fontes estacionárias em Cubatão

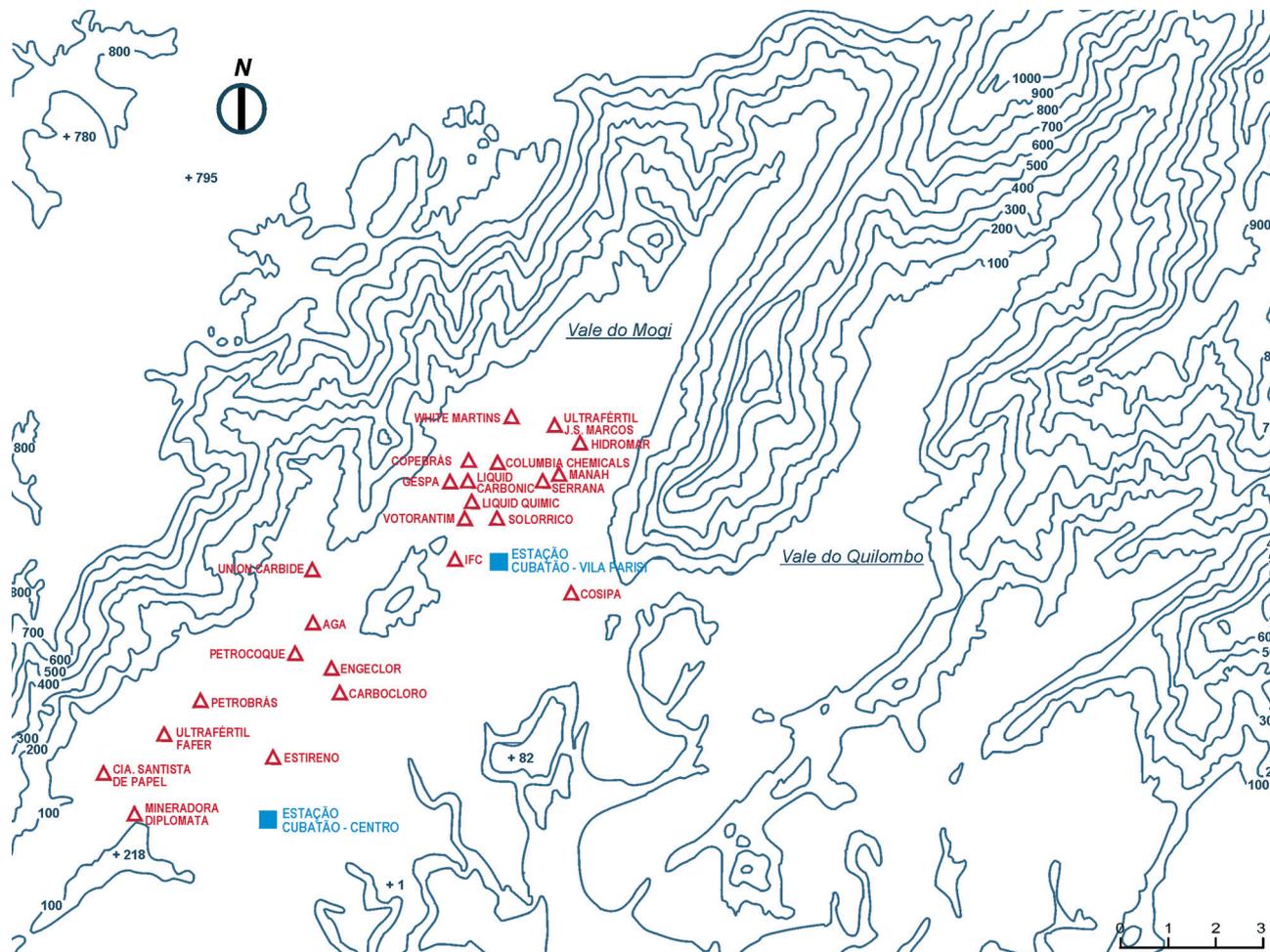
Empresa	Emissões de Poluentes (t/ano) ¹								
	CO	HC	NO _x	SO _x	MP	NH ₃	F ⁻	Cl ⁻	HCl
Carbocloro	6,76	1,40	91,96	196,96	20,66	-	-	0,06	17,37
Columbia	14895,00	550,53	8,37	1610,13	5,06	-	-	-	-
Copebrás	1,69	0,36	22,61	1682,00	70,34	-	9,24	-	-
Cosipa ²	-	1779,40	2988,30	6483,50	52756,40	11,30	-	-	-
DTCS	0,43	0,09	5,71	13,95	1,05	-	-	-	-
Engecolor	-	-	-	-	0,15	0,03	-	-	-
Estireno	15,75	2,17	102,23	0,26	2,59	-	-	-	-
Gespa	-	-	-	-	12,05	-	24,18	-	-
Hidromar	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-
IFC	-	-	-	-	12,80	-	-	-	-
Líquid Química	0,12	0,11	1,56	3,72	1,19	-	-	-	-
Manah	0,48	0,09	5,27	11,15	47,75	1,80	2,88	-	-
Petrocoque	-	-	-	1178,97	505,53	-	-	-	-
RPBC	1982,00	2737,28	13354,00	16659,80	699,23	-	-	-	-
Santista de Papel	6,28	1,31	70,48	170,10	12,81	-	-	-	-
Serrana	0,17	0,04	1,94	804,78	89,61	5,54	14,50	-	-
Solorrico	0,87	0,18	9,58	27,87	61,15	3,13	5,81	-	-
Tecub	-	231,12	-	-	-	-	-	-	-
Ultrafertil Cubatão	5,30	0,87	505,80	0,09	41,68	26,95	-	-	-
Ultrafertil Piaçaguera	103,71	17,17	669,86	970,82	337,34	17,05	9,00	-	-
Union Carbide	16,58	0,73	223,93	152,36	2,26	-	-	-	-
Votorantim	0,92	0,19	10,12	29,44	15,26	-	-	-	-
Total (1000t/ano)	17,04	5,32	18,07	30,00	54,69	0,07	0,07	0,00	0,02

1- Ano de consolidação do inventário: 2000

2 - Ano de consolidação do inventário: 1997



Figura 5 – Mapa esquemático da região de Cubatão mostrando a localização das indústrias e das estações medidoras.



2.3 Interior

No ano de 2000, foram instaladas estações automáticas nos municípios de Sorocaba, São José dos Campos, Campinas e Paulínia, com o objetivo de melhor caracterizar as principais fontes responsáveis pela poluição do ar local, é mostrado, a seguir, uma estimativa das emissões nesses municípios.

2.3.1 Sorocaba

O município de Sorocaba, com uma área de 443 Km², localiza-se a 90 quilômetros a oeste da capital do Estado de São Paulo e, segundo o último censo, possui uma população em torno de 500 mil habitantes. Devido a sua localização com fácil acesso rodoviário e ferroviário, possui atualmente cerca de 1.400 estabelecimentos industriais, dos quais 150 são de médio a grande porte.

A estimativa de emissão por tipo de fonte é apresentada na tabela 5 e a contribuição relativa de cada fonte, na tabela 6. Como o município de Votorantim fica somente a poucos quilômetros de Sorocaba e em processo de conurbação, é apresentada a estimativa total dos municípios.



Tabela 5 – Estimativa de emissão das fontes de poluição do ar no município de Sorocaba e Votorantim em 2001¹

FONTE DE EMISSÃO			EMISSÃO (1000 t/ano)					
			CO	HC	NOx	SOx	MP	
M Ó V E I S	GASOLINA C ²		20,70	2,20	1,20	0,27	0,13	
	TUBO DE	ÁLCOOL	6,40	0,70	0,40	–	–	
	ESCAPAMENTO	DIESEL ³	14,50	2,40	10,60	1,34	0,66	
	DE VEÍCULOS	TÁXI	nd	nd	nd	nd	nd	
		MOTOCICLETA E SIMILARES		11,90	1,60	0,10	0,04	0,03
	CÁRTER	GASOLINA C		–	3,40	–	–	–
		ÁLCOOL		–	0,50	–	–	–
		EVAPORATIVA	MOTOCICLETA E SIMILARES	–	0,80	–	–	–
	PNEUS ⁴	TODOS OS TIPOS	–	–	–	–	0,24	
	OPERAÇÕES DE	GASOLINA C		–	0,40	–	–	–
TRANSFERÊNCIA		ÁLCOOL	–	0,02	–	–	–	
DE COMBUSTÍVEL								
F I X A	OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (20 indústrias inventariadas)		0,45	0,07	6,21	5,09	0,83	
TOTAL			53,95	12,09	18,51	6,74	1,89	

- 1 – Utiliza-se o mesmo perfil de idade da frota da RMSP
 2 - Gasolina C: gasolina contendo 22% de álcool anidro e 800ppm de enxofre (massa)
 3 - Diesel: teor de enxofre de 0,45% (massa)
 4 - Emissão composta para o ar (partículas) e para o solo (impregnação)
 nd = não disponível

Tabela 6 – Contribuição relativa das fontes de poluição do ar nos municípios de Sorocaba e Votorantim em 2001.

FONTE DE EMISSÃO			POLUENTES (%)			
			CO	HC	NOx	SOx
TUBO DE	GASOLINA C		38,37	18,19	6,48	4,01
	ESCAPAMENTO	ÁLCOOL	11,86	5,79	2,16	–
	DE VEÍCULOS	DIESEL	26,88	19,86	57,27	19,88
		TÁXI	–	–	–	–
		MOTOCICLETA E SIMILARES	22,06	13,23	0,54	0,59
CÁRTER	GASOLINA C		–	28,12	–	–
	ÁLCOOL		–	4,14	–	–
	EVAPORATIVA	MOTOCICLETA E SIMILARES	–	6,62	–	–
PNEUS	TODOS OS TIPOS	–	–	–	–	
OPERAÇÕES DE	GASOLINA C		–	3,31	–	–
	TRANSFERÊNCIA	ÁLCOOL	–	0,17	–	–
DE COMBUSTÍVEL						
OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL			0,83	0,58	33,55	75,52
TOTAL			100	100	100	100

Obs.: A contribuição relativa do material particulado não foi calculada pela falta de estimativa da contribuição das fontes ressuspensão de poeira do solo e aerossóis secundários.

Tabela 7 – Estimativa de emissões atmosféricas relativas à queima de combustíveis nas fontes estacionárias em Sorocaba e Votorantim

Empresa	Município	Emissão dos poluentes (t/ano) ¹				
		CO	HC	NOx	SOx	MP
Copenor - Cia. Petr. do Nordeste	Sorocaba	53,24	42,69	np	np	np
Resicontrol S/A	Sorocaba	np	0,04	np	np	np
Cimento Rio Branco - Unid. Santa Helena	Votorantim	94,83	17,42	6015,02	4625,08	603,88
SPL - Construtora e Pavimentadora Ltda.	Sorocaba	0,27	0,04	2,49	12,95	66,90
Companhia Nacional de Estamparia CIANÊ-SP	Sorocaba	157,44	1,42	20,53	13,12	33,82
Campari do Brasil Ltda.	Sorocaba	4,86	1,17	50,79	148,14	28,08
Borcol Indústria de Borracha Ltda.	Sorocaba	32,79	0,31	5,02	7,58	21,64
Giannone & Cia. Ltda.	Sorocaba	31,22	0,28	3,46	0,22	20,20
Seiren do Brasil Indústria Têxtil Ltda.	Sorocaba	53,05	0,47	5,94	0,65	16,39
Aços Villares - Usina Sorocaba	Sorocaba	5,96	0,88	54,68	189,16	14,26
YKK do Brasil Ltda.	Sorocaba	nd	nd	11,86	27,18	10,43
Avicultura Granja Céu Azul Ltda.	Sorocaba	7,96	0,09	2,07	6,31	5,50
Holdercim Brasil S/A	Sorocaba	0,46	0,07	4,33	22,50	1,57
Sorocaba Refrescos Ltda.	Sorocaba	0,36	0,05	2,89	13,04	0,92
Fiação Alpina Ltda.	Votorantim	3,63	0,40	10,47	0,01	0,90
Indústria Têxtil Metidieri S/A	Votorantim	0,21	0,03	1,99	10,36	0,72
Cooper Tools Industrial Ltda.	Sorocaba	0,31	0,05	2,29	9,48	0,67
Hartmann Mapol do Brasil Ltda.	Sorocaba	4,86	0,72	19,25	np	0,46
Refrigerantes Vedete Ltda. (Refriso)	Sorocaba	0,06	0,01	0,58	3,00	0,21
Grain Mills Ltda.	Sorocaba	0,33	0,05	1,29	0,00	0,03
TOTAL (1000t/ano)		0,45	0,07	6,21	5,09	0,83

1 – Ano de consolidação do inventário: 2001

Observações:

Os dados referem-se à emissões decorrentes da queima de combustível. Exceções devem ser feitas às emissões de material particulado pelas empresas Cimento Rio Branco e SPL, e hidrocarbonetos pelas empresas Copenor, Resicontrol, que incluem as decorrentes do processo produtivo.

Dados obtidos com o uso de fatores de emissão usuais, considerando eficiência mínima de remoção nos equipamentos de controle existentes.

Para as emissões de MP e SO_x da Cimento Rio Branco foram utilizados dados obtidos em amostragens em chaminés.

np = não pertinente

nd = não determinado



2.3.2 São José dos Campos

O município de São José dos Campos possui uma área de 1.102km² e população em torno de 540 mil habitantes. Atualmente, possui um parque industrial com cerca de 900 empresas e a frota é constituída de, aproximadamente, 190 mil veículos. Localizado na porção média do Rio Paraíba do Sul, distante cerca de 70 quilômetros a nordeste da capital do Estado, ladeando a Rodovia Presidente Dutra, que liga os dois maiores centros produtores e consumidores do país que são a Região Metropolitana de São Paulo e a do Rio de Janeiro.

A estimativa de emissão por tipo de fonte é apresentada na tabela 8 e a contribuição relativa de cada fonte, na tabela 9.

Tabela 8 – Estimativa de emissão das fontes de poluição do ar no município de São José dos Campos em 2001¹

FONTE DE EMISSÃO			EMISSÃO (1000 t/ano)					
			CO	HC	NOx	SOx	MP	
M Ó V E I S		GASOLINA C ²	20,40	2,20	1,20	0,27	0,13	
	TUBO DE	ÁLCOOL	5,90	0,70	0,40	–	–	
	ESCAPAMENTO	DIESEL ³	10,60	1,70	7,80	0,26	0,48	
	DE VEÍCULOS	TÁXI	nd	nd	nd	nd	nd	
		MOTOCICLETA E SIMILARES	9,30	1,20	0,10	0,03	0,02	
		CÁRTER	GASOLINA C	–	3,30	–	–	–
		E	ÁLCOOL	–	0,50	–	–	–
		EVAPORATIVA	MOTOCICLETA E SIMILARES	–	0,70	–	–	–
		PNEUS ⁴	TODOS OS TIPOS	–	–	–	–	0,21
		OPERAÇÕES DE	GASOLINA C	–	0,39	–	–	–
	TRANSFERÊNCIA	ÁLCOOL	–	0,02	–	–	–	
	DE COMBUSTÍVEL							
F I X A		OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (4 indústrias inventariadas)	0,20	0,80	3,70	12,70	2,00	
TOTAL			46,40	11,51	13,20	13,26	2,84	

1- Utiliza-se o mesmo perfil de idade da frota da RMSP

2- Gasolina C: gasolina contendo 22% de álcool anidro e 800 ppm de enxofre (massa)

3- Diesel: tipo metropolitano com 1100ppm de enxofre (massa)

4- Emissão composta para o ar (partículas) e para o solo (impregnação)

nd: não disponível

Tabela 9 – Contribuição relativa das fontes de poluição do ar no município de São José dos Campos em 2001

FONTE DE EMISSÃO		POLUENTES (%)			
		CO	HC	NO _x	SO _x
TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOLINA C	43,97	19,13	9,09	2,04
	ÁLCOOL	12,72	6,09	3,03	–
	DIESEL	22,84	14,78	59,09	1,96
	TÁXI	nd	nd	nd	nd
	MOTOCICLETA E SIMILARES	20,04	10,43	0,76	0,23
CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOLINA C	–	28,70	–	–
	ÁLCOOL	–	4,35	–	–
	MOTOCICLETA E SIMILARES	–	6,09	–	–
PNEUS	TODOS OS TIPOS	–	–	–	–
OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOLINA C	–	3,38	–	–
	ÁLCOOL	–	0,17	–	–
OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL		0,43	6,96	28,03	95,77
TOTAL		100	100	100	100

Obs.: A contribuição relativa do material particulado não foi calculada pela falta de estimativa da contribuição das fontes ressuspensão de poeira do solo e aerossóis secundários.

Na tabela 10 são apresentadas as estimativas individuais das empresas que representam mais de 90% do total das emissões.

Tabela 10 – Estimativa de emissões atmosféricas relativas à queima de combustíveis nas fontes estacionárias em São José dos Campos

Empresa	Emissão dos poluentes (t/ano) ¹				
	CO	HC	NO _x	SO _x	MP
Petróleo Brasileiro S. A. - Petrobrás / REVAP ²	212,5	820,1	3508,4	11887,6	1778,8
General Motors do Brasil	–	17,7	12,3	372,0	218,4
Crylor Ind. e Com. de Fibras Têxteis Ltda.	–	–	148,0	430,0	33,0
Monsanto do Brasil Ltda.	–	0,4	–	–	2,9
TOTAL (1000t/ano)	0,21	0,84	3,67	12,69	2,03

1 – Ano de consolidação do inventário: 2000

2 – Ano de consolidação do inventário de MP, SO_x e CO: 2001



2.3.3 Região Metropolitana de Campinas

A Região Metropolitana de Campinas com uma área de 3.348km² e 2,3 milhões de habitantes, é composta por 19 municípios, incluindo Paulínia, sendo hoje um moderno parque industrial. A Região conta com um grande sistema viário, tendo como eixos principais as rodovias Anhangüera e Bandeirantes. Esse sistema permitiu uma ocupação urbana ao redor de cidades de médio e grande porte, ocasionando intensa atividade industrial e de serviços ao lado de grande atividade agro-industrial e, conseqüentemente, problemas de ordem ambiental. A cidade de Campinas, com uma população em torno de 970 mil habitantes, considerada como a sede da região, é responsável por cerca de 17% da produção industrial do Estado. Assim como a RMSP, a cidade hoje conta com uma frota de veículos que é responsável por uma parte significativa da poluição atmosférica.

A estimativa de emissão por tipo de fonte é apresentada na tabela 11 e a contribuição relativa de cada fonte, na tabela 12.

Tabela 11 – Estimativa de emissão das fontes de poluição do ar na Região Metropolitana de Campinas em 2001¹

FONTE DE EMISSÃO			EMISSÃO (1000 t/ano)					
			CO	HC	NOx	SOx	MP	
M Ó V E I S	TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOLINA C ²	109,20	11,50	6,20	1,42	0,71	
		ÁLCOOL	31,80	3,50	1,90	–	–	
		DIESEL ³	79,70	13,00	58,20	1,85	3,63	
		TÁXI	nd	nd	nd	nd	nd	
		MOTOCICLETA E SIMILARES	61,30	8,10	0,30	0,22	0,16	
	CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOLINA C	–	17,80	–	–	–	
		ÁLCOOL	–	2,60	–	–	–	
		MOTOCICLETA E SIMILARES	–	4,40	–	–	–	
		PNEUS ⁴	TODOS OS TIPOS	–	–	–	–	1,19
		OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOLINA C	–	2,30	–	–	–
		ÁLCOOL	–	0,10	–	–	–	
F I X A	OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (30 indústrias inventariadas)		0,50	11,80	17,80	28,20	5,60	
TOTAL			282,50	75,10	84,40	31,69	11,29	

Com referência às fontes móveis tem-se as seguintes considerações:

- 1 - Utiliza-se o mesmo perfil de idade da frota da RMSP
 - 2 - Gasolina C: gasolina contendo 22% de álcool anidro e 800 ppm de enxofre (massa)
 - 3 - Diesel: tipo metropolitano com 1100ppm de enxofre (massa)
 - 4 - Emissão composta para o ar (partículas) e para o solo (impregnação)
- nd - não disponível

Tabela 12 – Contribuição relativa das fontes de poluição do ar na Região Metropolitana de Campinas em 2001

FONTE DE EMISSÃO		POLUENTES (%)			
		CO	HC	NOx	SOx
TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOLINA C	38,65	15,31	7,35	4,48
	ÁLCOOL	11,26	4,66	2,25	–
	DIESEL	28,21	17,31	68,96	5,84
	TÁXI	nd	nd	nd	nd
	MOTOCICLETA E SIMILARES	21,70	10,79	0,36	0,69
CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOLINA C	–	23,70	–	–
	ÁLCOOL	–	3,46	–	–
	MOTOCICLETA E SIMILARES	–	5,86	–	–
PNEUS	TODOS OS TIPOS	–	–	–	–
OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOLINA C	–	3,06	–	–
	ÁLCOOL	–	0,13	–	–
OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL		0,18	15,71	21,09	88,99
TOTAL		100	100	100	100

Obs.: A contribuição relativa do material particulado não foi calculada pela falta de estimativa da contribuição das fontes ressuspensão de poeira do solo e aerossóis secundários.

Na tabela 13 são apresentadas as estimativas individuais das empresas inventariadas para o “Projeto Paulínia” em 2001.

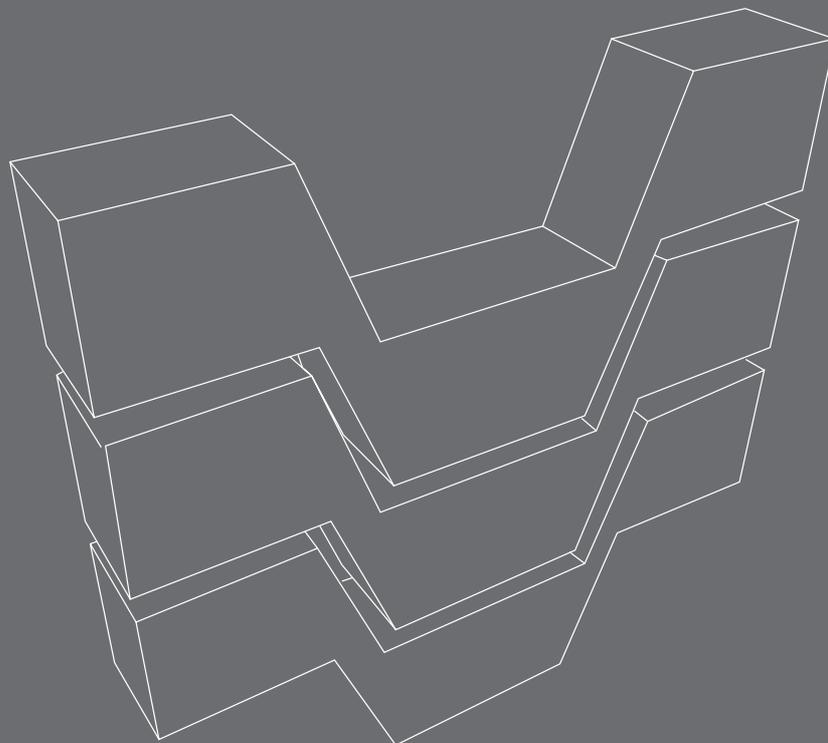


Tabela 13 – Estimativa de emissões atmosféricas relativas à queima de combustíveis nas fontes estacionárias na Região Metropolitana de Campinas

Empresa	Município	Emissões de Poluentes (t/ano) ¹				
		MP	SO ₂	NO _x	CO	HC
Ajinomoto	Limeira	53,3	741,1	171,7	nd	4,0
Ashland	Campinas	3,2	51,0	4,8	0,4	nd
BannQuímica	Paulínia	15,2	180,4	232,8	49,5	3,2
Basf	Paulínia	3,5	44,2	18,9	1,4	0,2
Ceralit	Campinas	517,8	594,5	120,0	4,2	0,4
CPFL-Carioba	Americana	625,6	1777,9	72,9	121,0	25,1
CRBS	Paulínia	1,2	15,6	7,1	0,5	0,1
DuPont	Paulínia	3,9	31,8	12,0	nd	23,3
EliLilly	Cosmópolis	4,6	62,7	25,6	nd	0,4
Ester	Cosmópolis	424,0	nd	nd	nd	nd
Fibra	Americana	65,9	261,8	292,3	nd	6,8
Fripal	Paulínia	5,1	nd	1,1	11,7	0,2
Galvani	Paulínia	197,4	241,4	23,0	1,8	0,3
Goodyear	Americana	23,7	317,5	105,1	nd	2,5
Hercules	Paulínia	1,7	21,5	9,3	0,7	0,1
KratonPolymers	Paulínia	11,4	238,3	93,7	nd	0,6
Miracema	Campinas	33,0	34,0	11,0	70,4	1,1
Orsa	Paulínia	20,0	375,8	159,1	11,9	1,8
Papirus	Limeira	21,6	300,6	69,6	nd	1,5
Petrobrás-Replan	Paulínia	1228,2	17776,7	13360,8	nd	10941,2
Pirelli	Campinas	16,6	204,0	91,3	6,9	1,0
Poliamida	Americana	nd	nd	1095,0	nd	nd
Polienka	Americana	25,9	420,3	37,1	nd	0,7
Rhodia	Paulínia	331,7	3076,3	1328,4	167,2	222,7
Rhodiaco	Paulínia	nd	nd	nd	50,5	575,5
Ripasa	Limeira	1786,8	1033,2	368,7	nd	5,6
Santista-Textil	Americana	186,7	245,2	30,8	nd	0,7
Syngeta	Paulínia	0,8	10,2	4,3	0,4	nd
Teka	Artur Nogueira	9,5	132,3	30,7	nd	0,6
Textil-Tabacow	Americana	3,8	48,7	16,7	nd	0,4
Total		5622,0	28236,9	17793,8	498,3	11820,0

1- Ano de consolidação do inventário: 2001

nd = não disponível



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 das condições meteorológicas que determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes. É por isso que a qualidade do ar piora com relação aos parâmetros CO, MP e SO₂ durante os meses de inverno, quando as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes. Já em relação à formação do ozônio, este poluente tem ultrapassagem do padrão durante o ano inteiro, sendo que suas maiores ocorrências se dão na primavera e verão, devido a maior intensidade da luz solar. 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 questões de ordem prática, limitada a um restrito número de poluentes, definidos em função de sua importância e dos recursos materiais e humanos disponíveis. De uma forma geral, a escolha recai sempre sobre um grupo de poluentes que servem como indicadores de qualidade do ar, consagrados universalmente: dióxido de enxofre (SO₂), material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃) e dióxido de nitrogênio (NO₂). A razão da escolha desses parâmetros como indicadores de qualidade do ar está ligada a sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos que causam ao meio ambiente.

A tabela 14 mostra um quadro geral dos principais poluentes considerados indicadores da qualidade do ar.

Tabela 14 – 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 ressuspensa, 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 (MP ₁₀) 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, reduz 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 às altas concentrações pode resultar em sensações de aperto no peito, tosse e chiado na respiração. O O ₃ tem sido associado ao aumento de admissões hospitalares.	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 às alterações nas emissões dos poluentes.

Para atingir esses 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 às áreas de preservação (por exemplo: parques nacionais, áreas de proteção ambiental, estâncias turísticas, etc.). Não se aplicam, pelo menos a curto prazo, às 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 03 de 28/06/90 são apresentados na tabela 15.



Tabela 15 – Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90)

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

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 16. Ressalte-se que a declaração 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 (200µg/m³).

No anexo 1 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 16 – Critérios para episódios agudos de poluição do ar
(Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90)

PARÂMETROS	ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA
partículas totais em suspensão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 horas	375	625	875
partículas inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 horas	250	420	500
fumaça ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 horas	250	420	500
dióxido de enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 horas	800	1.600	2.100
SO ₂ X PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 horas	65.000	261.000	393.000
dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 hora	1.130	2.260	3.000
monóxido de carbono (ppm) - 8 horas	15	30	40
ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 hora	400*	800	1.000

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

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 nº 03 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 conforme figura 6. 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 17. Também nesta tabela, 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 (índice maior ou igual a 300) indica a ultrapassagem do nível de alerta e a crítica (índice maior que 400), a ultrapassagem do nível de emergência.



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

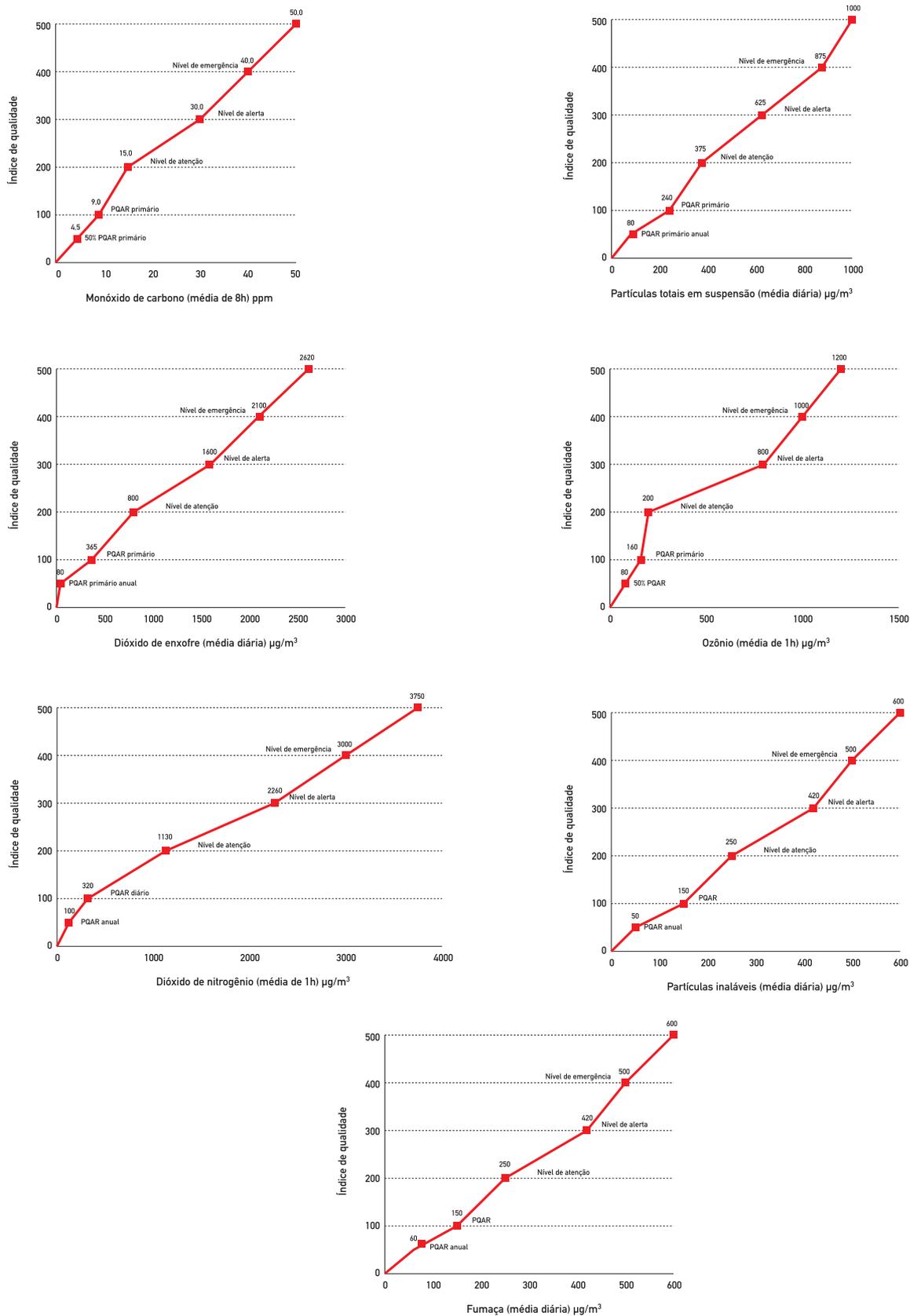
Tabela 17 – Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

Qualificação/ Índice	Nível de Qualidade do Ar	SO ₂		PTS		Produto da Média de SO ₂ x PTS		MP ₁₀		Fumaça		CO		O ₃		NO ₂		Descrição dos Efeitos Sobre a Saúde	
		Média 24 h µg/m ³	Média 24 h µg/m ³	Média 24 h µg/m ³	Média 24 h µg/m ³	Média 8 h ppm	Média 24 h µg/m ³	Média 1 h µg/m ³											
0																			
Boa (0 - 50)																			
50	50% PQAR	80(a)	80(a)	80(a)	80(a)	6400	50(a)	60(a)	4,5	80	100(a)								
Regular (51 - 100)																			
100	PQAR	365	240	240	240	8760	150	150	9,0	160	320								
Inadequada (101 - 199)																			
200	ATENÇÃO	800	375	375	375	150000	250	250	15,0	200	1130								
Má (200 - 299)																			
300	ALERTA	1600	625	625	625	261000	420	420	30,0	800	2260								
Pésima (300 - 399)																			
400	EMERGÊNCIA	2100	875	875	875	393000	500	500	40,0	1000	3000								
Crítica (> 400)																			
500	CRÍTICO	2620	1000	1000	1000	490000	600	600	50,0	1200	3750								

(a) - PQAR anual
 SO₂ - dióxido de enxofre
 PTS - partículas totais em suspensão
 MP₁₀ - partículas inaláveis
 CO - monóxido de carbono
 O₃ - ozônio
 NO₂ - dióxido de nitrogênio



Figura 6 – Relação entre concentração do poluente e o valor índice de qualidade



3.4 Redes de Amostragem

A CETESB vem operando uma rede automática de monitoramento da qualidade do ar desde 1981 na RMSP. 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. As medições de SO₂ no interior (rede manual), a partir de 2000, passaram a ser avaliadas pela rede de amostradores passivos.

3.4.1 Rede Automática

A rede automática é composta por 29 estações fixas de amostragem e 2 estações móveis distribuídas como segue: RMSP (23 estações), Cubatão (2 estações), Paulínia (1 estação), Campinas (1 estação), Sorocaba (1 estação) e São José dos Campos (1 estação), conforme ilustrado na figura 7. 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 totais não metano, metano, direção do vento, velocidade do vento, umidade relativa, temperatura, pressão atmosférica e radiação solar (global e ultravioleta), conforme distribuição mostrada na tabela 18. Os endereços das estações podem ser encontrados na tabela B do anexo 2.

Figura 7 – Localização das Estações da Rede Automática.

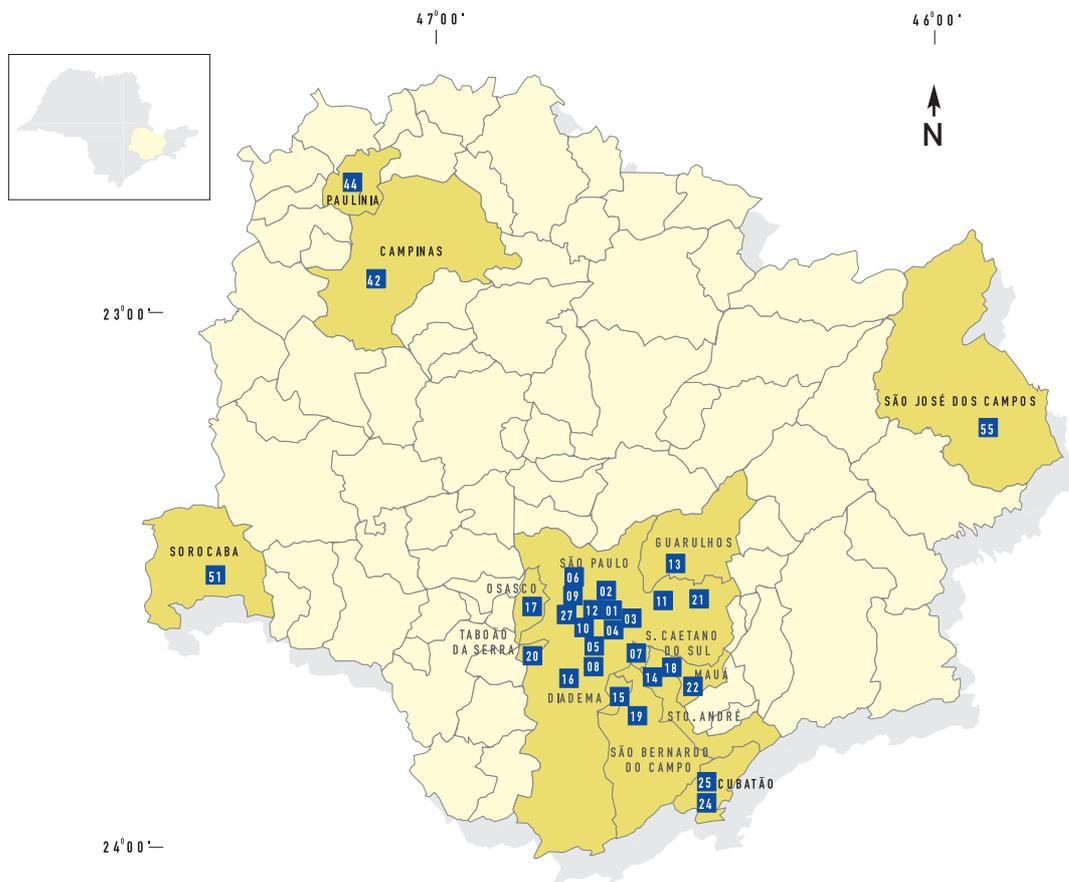


Tabela 18 – Configuração da Rede Automática

ESTAÇÃO N ^o	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS														
		MP ₁₀	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO	CH ₄	HCNM	O ₃	UR	TEMP	VV	DV	P	RAD
01	Parque D. Pedro II	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
02	Santana ¹	X								X			X	X		
03	Moóca ²	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 ³	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									
09	Lapa	X		X	X	X	X					X	X			
10	Cerqueira César	X	X	X	X	X	X									
11	Penha ⁴	X														
12	Centro ⁵	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 ⁶	X	X	X	X	X	X			X		X	X			
18	Santo André - Capuava	X								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			
22	Mauá	X		X	X	X				X						
27	Pinheiros ⁷	X	X	X	X	X				X						
TOTAL MONITORES RMSP		23	8	10	10	10	11	2	2	11	4	4	13	13	2	1
24	Cubatão - Centro	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
25	Cubatão - Vila Parisi	X	X									X	X			
TOTAL MONITORES LITORAL		2	2	1	1	1	0	1	1	1	1	2	2	1	0	
42	Campinas - Centro	X		X	X	X	X				X	X				
44	Paulínia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
51	Sorocaba	X	X							X	X	X	X	X		
55	São José dos Campos	X	X							X	X	X	X	X		
TOTAL MONITORES INTERIOR		4	3	2	2	2	2	1	1	3	4	4	3	3	1	1
49	Estação Móvel I	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
50	Estação Móvel II	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
TOTAL GERAL		29	13	13	13	13	13	4	4	15	9	9	18	18	4	2

MP₁₀ Partículas inaláveis
 SO₂ Dióxido de enxofre
 NO Monóxido de nitrogênio
 NO₂ Dióxido de nitrogênio
 NO_x Óxidos de nitrogênio
 CO Monóxido de carbono
 CH₄ Metano
 HCNM Hidrocarbonetos totais menos metano

O₃ Ozônio
 VV Velocidade do Vento
 DV Direção do Vento
 UR Umidade Relativa do Ar
 P Pressão Atmosférica
 TEMP Temperatura
 RAD Radiação Total e Ultra-violeta

1- equipamento MP₁₀ - operação até 18/12/00
 2- equipamento MP₁₀ - operação até 24/04/01
 3- equipamento MP₁₀ - operação até 10/12/00
 4- equipamento MP₁₀ - operação até 28/12/00
 5- equipamento NO_x - operação até 13/07/01
 6- equipamento NO_x - operação até 14/08/01
 7- equipamento CO - operação até 18/09/01



Na tabela 19, são apresentados os métodos utilizados para determinação dos diversos poluentes amostrados pela rede automática.

Tabela 19 – 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 (GFC)
hidrocarbonetos	cromatografia gasosa / ionização de chama
ozônio	ultravioleta

3.4.2 Redes Manuais

- A rede manual da RMSP e Cubatão é composta por 8 estações de amostragem, que medem dióxido de enxofre e fumaça, 11 estações que medem partículas totais em suspensão e 3 estações que medem partículas inaláveis finas (MP_{2,5}), sendo todas as medidas efetuadas por 24 horas 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 19 estações que medem a fumaça nos seguintes municípios: Campinas, Paulínia, Americana, Limeira, Piracicaba, Jundiá, 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.

- 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, além das 19 estações amostradoras de fumaça. A partir de 1999 foi instalada, dentro do Projeto Entre Serras e Águas, uma rede composta por mais 6 estações. 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.

Os métodos de medição utilizados nas redes manuais estão apresentados na tabela 20.

Tabela 20 – Métodos de determinação dos poluentes – Rede Manual

PARÂMETRO	MÉTODO
fumaça	refletância
partículas totais em suspensão	amostrador de grandes volumes
partículas inaláveis finas	amostrador dicotômico
dióxido de enxofre	passivo e peróxido de hidrogênio*

* utilizado somente nas estações da RMSP

3.4.3 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:

3.5.1 Rede Automática

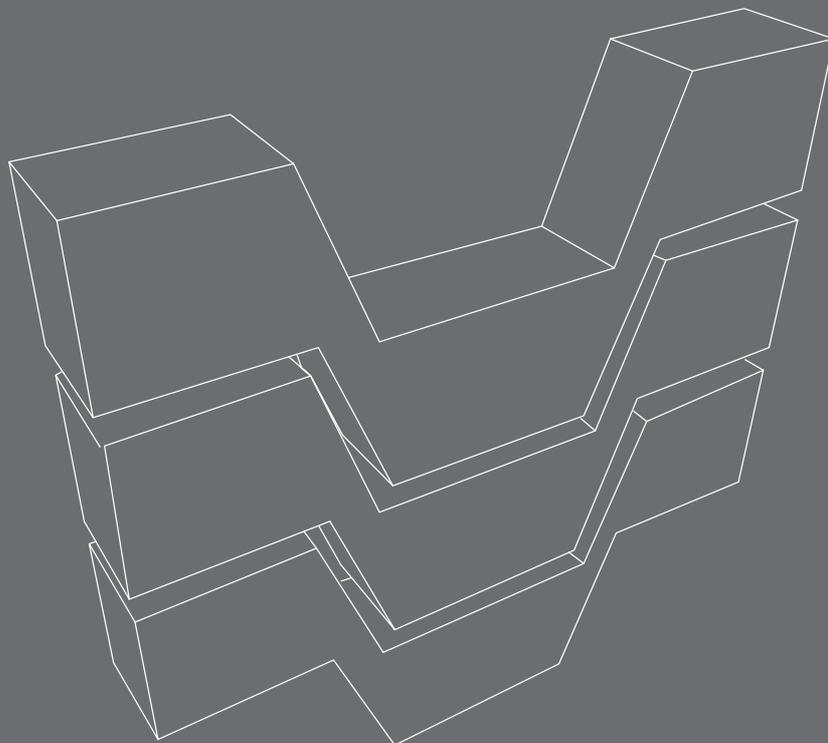
- Média horária: 3/4 das medidas válidas na hora
- Média diária: 2/3 das médias horárias válidas no dia
- Média mensal: 2/3 das médias diárias válidas no mês
- Média anual: 1/2 das médias diárias válidas para os quadrimestres janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro

3.5.2 Rede Manual

- Média diária: pelo menos 22 horas de amostragem
- 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 essa 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.



Tabela 21 – Dados climatológicos anuais de alguns municípios do Estado de São Paulo

PARÂMETRO	SÃO PAULO 792m	SANTOS 14m	CATANDUVA 536m	C. DO JORDÃO 1579m	ITAPEVA 647m
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

A tabela acima 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 e apresenta valores normalmente intermediários com relação às variáveis meteorológicas.

Em termos de poluição do ar, destacam-se a RMSP, Cubatão, Sorocaba, Campinas e São José dos Campos 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.

4.1.1 Região Metropolitana de São Paulo

Durante o período chuvoso, grandes áreas de instabilidade alimentadas pela umidade proveniente do interior do continente se formam na região sul e sudeste e se associam à 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 sob o domínio dos anticiclones (sistemas de altas pressões) subtropical e polar. Os anticiclones que atuam nesse período são de dois tipos: os anticiclones polares que podem ser continentais ou marítimos e anticiclone subtropical marítimo. Os sistemas frontais, provenientes do extremo sul do continente, atuam de maneira rápida na região, causando pouca precipitação.

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 à dispersão dos poluentes emitidos na RMSP. Normalmente, essa situação de estagnação atmosférica é interrompida com a chegada na região de uma nova massa de ar associada a um sistema



frontal, aumentando a ventilação, instabilidade e, em muitos casos, provocando a ocorrência de precipitação. 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. Esse processo pode ter provocado algumas mudanças no clima da região, tais como a diminuição de nevoeiros no centro da cidade e diminuição da garoa típica que ocorria na região.

4.1.2 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 área urbana de Cubatão, 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 a área urbana de Cubatão.

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 RMS, 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.

4.1.3 Região Metropolitana de Campinas

A Região Metropolitana de Campinas localiza-se a 100 quilômetros a noroeste da Capital do Estado, em uma região geologicamente de contato entre os terrenos do cristalino do Planalto Paulista a leste e a oeste com a Depressão Periférica Paulista de terrenos sedimentares. Seu relevo é ligeiramente ondulado com altitudes variando de 680 a 690 metros. O município de Campinas apresenta temperatura média entre 18 e 22°C nos meses de maio a setembro e entre 22 e 24°C nos meses de outubro a abril. A precipitação média anual é de 1.470mm, sendo que cerca de 80% ocorre no período de outubro a março. Os ventos predominantes são do quadrante este a sul. Assim



como na RMSP, durante o período seco, a umidade relativa chega a atingir valores de 15%, principalmente no mês de setembro, acarretando um grande desconforto à população.

4.1.4 Sorocaba

O município de Sorocaba situa-se em uma região cujo relevo pode ser caracterizado como levemente ondulado a ondulado com altitude média de 600 metros, sendo que seu ponto mais alto chega a 1.028 metros. Com relação a seu clima a cidade apresenta uma temperatura média das máximas em torno de 30°C no verão e média das temperaturas mínimas de 12°C no inverno. A precipitação média anual é de 1.350mm das quais cerca de 80% ocorre no período de outubro a março. Os ventos predominantes são do quadrante este a sul. Saliente-se que, assim como em outras regiões do Estado a umidade relativa do ar, no período seco, chega a atingir valores de 15%, principalmente no mês de setembro.

4.1.5 São José dos Campos

Seu relevo pode ser descrito em duas partes: uma porção ao norte, cerca de 45% do município, confronta-se com a Serra da Mantiqueira, cujas altitudes variam de 900 a 2.082 metros e com atividade basicamente pastoril. A outra porção ao sul, onde fica a cidade, possui um relevo brando e suave, com altitudes variando de 550 a 690 metros, composto por uma série de platôs entrecortados de pequenos vales. Ressalta-se as extensas planícies marginais ao Rio Paraíba do Sul. Seu clima classificado como tropical de altitude apresenta uma temperatura média anual de 20°C, temperatura média das máximas no verão em torno de 30°C e a média das temperaturas mínimas no inverno de 12°C. Cerca de 72% de sua precipitação anual ocorre no período de novembro a março. Os ventos predominantes são de nordeste a sudeste.

4.2 Aspectos Sazonais da Poluição do Ar em São Paulo

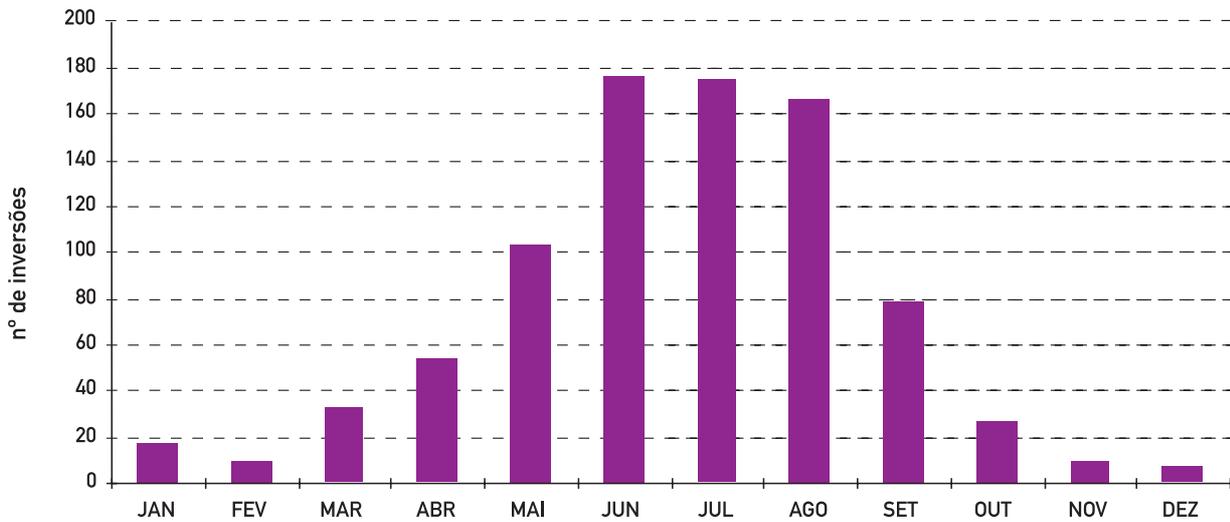
A concentração dos poluentes na atmosfera depende, basicamente, da quantidade dos poluentes emitidos pelas fontes e das condições meteorológicas reinantes. O Estado de São Paulo possui, conforme mostrado no item 4.1, variações sazonais significativas das condições atmosféricas, distinguindo-se nitidamente 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.

A figura 8 mostra o perfil da ocorrência de inversões térmicas abaixo de 200 metros. Estas inversões são as que mais contribuem para o aumento da concentração de poluentes mais próxima à superfície. Nesta figura pode-se observar que a frequência das inversões aumenta consideravelmente a partir de maio e se mantém até setembro, com máximas em junho, julho e agosto. Conforme se verá mais adiante, verifica-se que na RMSP, este gráfico tem um perfil semelhante aos gráficos de CO e MP₁₀.



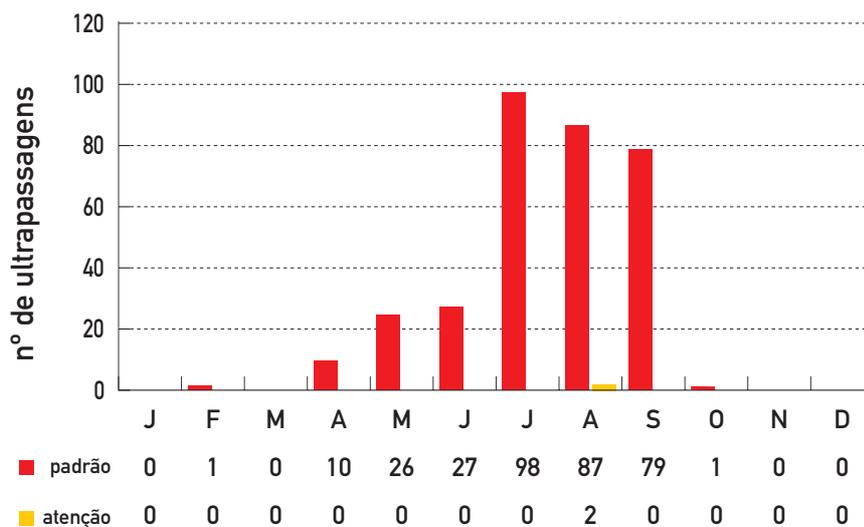
Figura 8 – Número de Inversões Térmicas abaixo de 200m de 1985 a 2001 – RMSP
Aeroporto de Congonhas e Campo de Marte – Força Aérea Brasileira



As figuras 9 a 12 mostram a distribuição mensal do número de ultrapassagens do padrão e nível de atenção na RMSP e Cubatão para alguns dos poluentes monitorados. Para elaboração das análises, consideraram-se todas as estações que possuem dados representativos no período.

A figura 9 mostra a distribuição mensal do número de ultrapassagens do padrão e nível de atenção para o poluente MP₁₀ na RMSP. Observa-se claramente que os episódios ocorrem preferencialmente nos meses de inverno, com ocorrência de nível de atenção no mês de agosto. Um comportamento semelhante é observado em Cubatão V. Parisi (figura 10), 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.

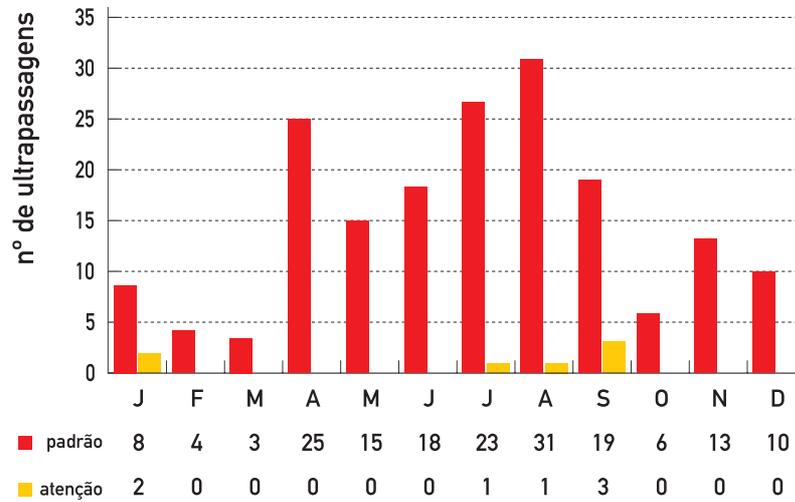
Figura 9 – MP₁₀ – Número de ultrapassagens do padrão e nível de atenção por mês (1997 a 2001) RMSP



Base: todas as estações que monitoram este poluente na RMSP

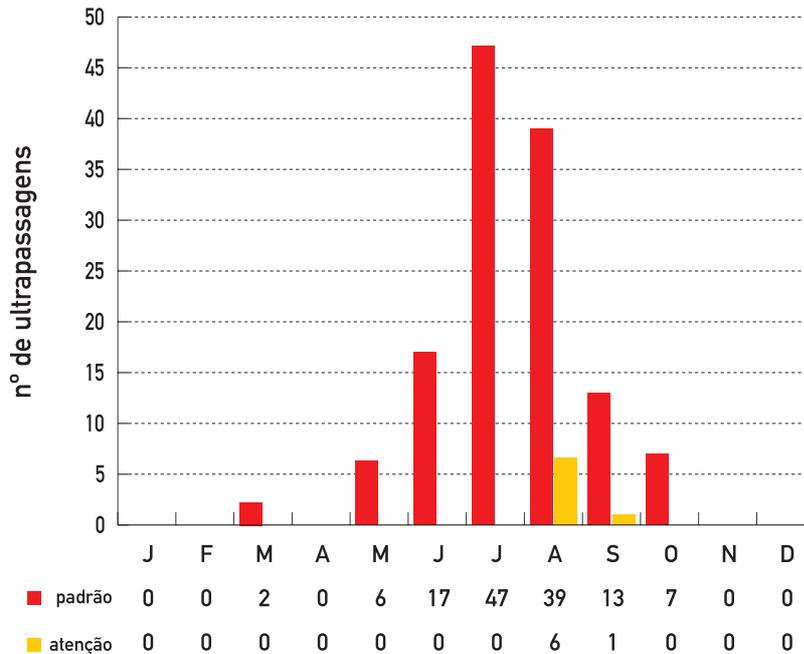


Figura 10 – MP₁₀ – Número de ultrapassagens do padrão e nível de atenção por mês (1997 a 2001) – Cubatão/V. Parisi



A figura 11 ilustra a distribuição dos episódios de ultrapassagens do padrão e nível de atenção 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.

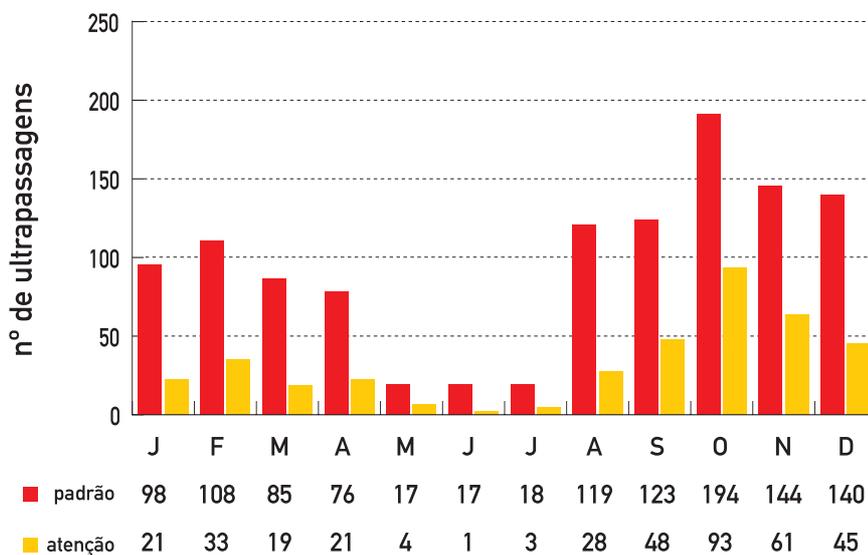
Figura 11 – CO – Número de ultrapassagens do padrão e nível de atenção por mês (1997 a 2001) – RMSP (médias de 8 horas)



Base: todas as estações que monitoram este poluente na RMSP

O ozônio apresenta uma distribuição de episódios ao longo dos meses totalmente distinta dos poluentes primários (figura 12). Como este poluente é formado na atmosfera por reações fotoquímicas que dependem da intensidade da radiação solar, dentre outros fatores, podemos observar na figura 12 que a menor frequência de episódios na RMSP ocorrem nos meses de maio a julho, época de menores temperaturas e radiação solar. A partir de agosto, com o aumento da temperatura e da radiação, a frequência de episódios de ozônio aumenta. De janeiro a abril, embora as temperaturas sejam elevadas, não se observa um número tão grande de ultrapassagens quanto no período de agosto a dezembro, o que pode ser justificado pelo aumento da nebulosidade no decorrer do dia, que reduz a radiação incidente nos baixos níveis da atmosfera.

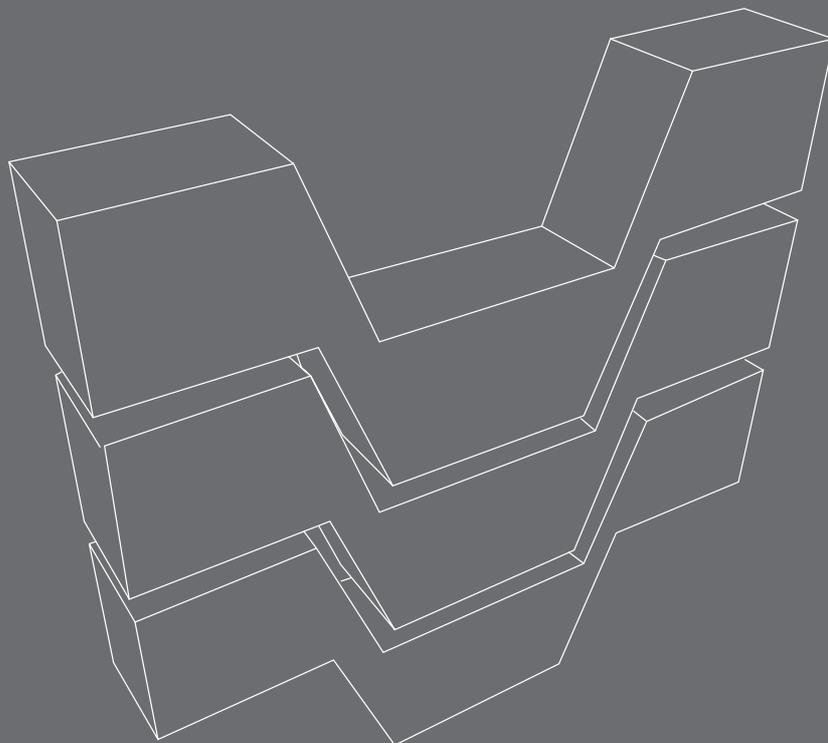
Figura 12 – O₃ – Número de ultrapassagens do padrão e níveis críticos por mês (1997 a 2001) – RMSP



Base: todas as estações que monitoram este poluente na RMSP







5 Qualidade do ar no Estado de São Paulo em 2001

5.1 Caracterização Meteorológica

As condições meteorológicas na RMSP, Cubatão, Campinas, Paulínia, Sorocaba e São José dos Campos são monitoradas pela CETESB através de 18 pontos com anemógrafos ligados ao sistema telemétrico que fornecem dados horários de direção e velocidade do vento, 9 pontos para medidas de umidade relativa do ar e temperatura, 2 pontos com medidas de radiação (global e ultravioleta) e 2 pontos com medidas de pressão atmosférica, dados estes importantes para o monitoramento das condições locais. Além dessas informações, a CETESB recebe dados de diversas instituições como o Instituto Nacional de Meteorologia/INMET, Força Aérea Brasileira/FAB, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE, as quais fornecem informações como, dados sinóticos de superfície e ar superior, dados horários de aeroportos, radiossonda do Aeroporto de Campo de Marte, imagens de satélite, etc.

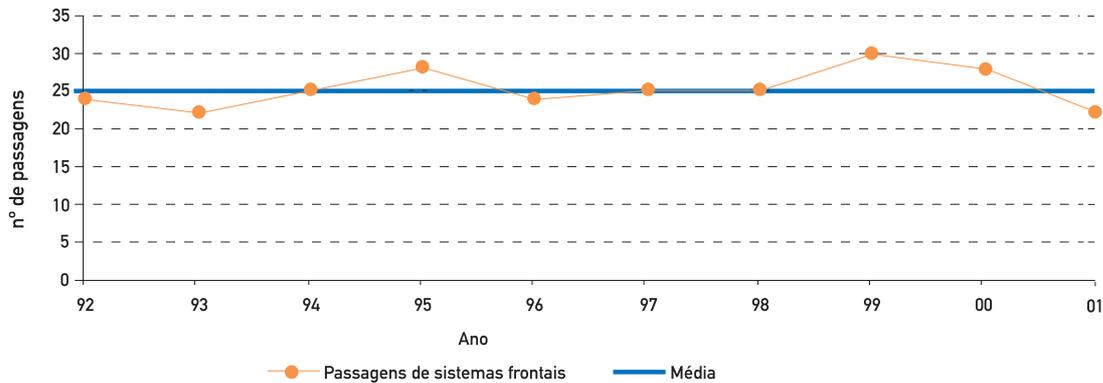
Com base nos dados meteorológicos e na análise de modelos meteorológicos de previsão (atualmente são utilizados produtos meteorológicos disponibilizados nas páginas da Internet do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/CPTEC do INPE, INMET, Instituto de Pesquisas Meteorológicas/IPMET da UNESP, National Service Weather/NSW dos Estados Unidos, 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 de ultrapassagens do padrão de qualidade do ar, exceção feita ao ozônio, ocorra nesse período. A análise feita a seguir refere-se aos parâmetros meteorológicos observados durante os períodos de inverno para os poluentes primários



(MP₁₀, SO₂, NO₂, CO). Com relação ao ozônio serão analisadas as condições de sua formação no ano de 2001, no item 5.2.7. Os dados anuais (1997 a 2001) dos parâmetros meteorológicos são apresentados no anexo 3.

A seguir é feita uma análise dos principais parâmetros meteorológicos medidos na RMSP e que, de maneira geral, servem de base para outras localidades do Estado.

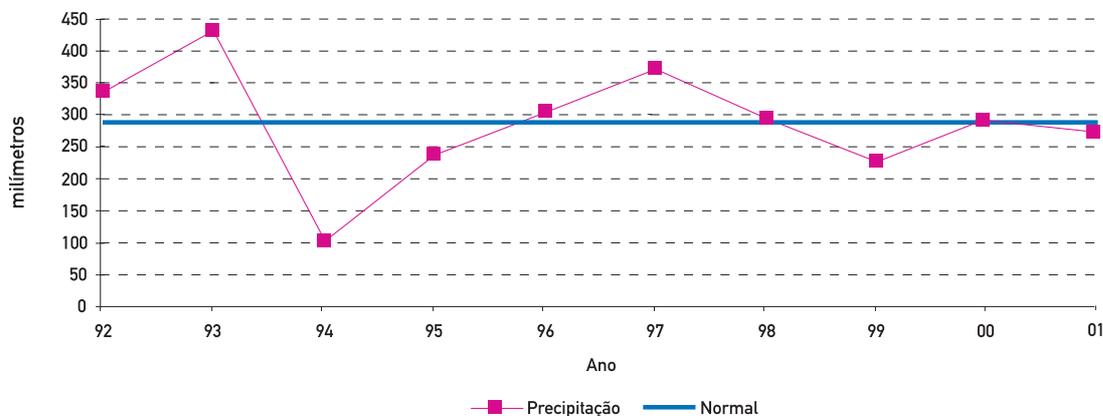
Figura 13 – Freqüência de Sistemas Frontais que passaram sobre São Paulo – período de maio a setembro



A mudança de uma situação desfavorável para favorável à dispersão de poluentes ocorre normalmente quando um sistema frontal atinge a RMSP, uma vez que torna instável a atmosfera e aumenta a ventilação. A figura 13 mostra o número de passagens de sistemas frontais sobre São Paulo. Em 2001, a freqüência de passagens de sistemas frontais foi inferior à média dos últimos 10 anos.

Outro parâmetro analisado é a precipitação. A ocorrência de precipitação pluviométrica, além de ser um indicador de que a atmosfera está instável, ou seja, com movimentos de ar que favorecem à dispersão de poluentes, promove a remoção dos mesmos, pois uma parcela significativa desses poluentes são incorporados à água da chuva. Além disso, o solo úmido evita que haja ressuspensão das partículas para a atmosfera. No inverno de 2001, a precipitação foi ligeiramente abaixo da normal climatológica de 30 anos, conforme pode ser observado na figura 14.

Figura 14 – Precipitação total da Estação Mirante de Santana – período de maio a setembro e normal de 1961 a 1990

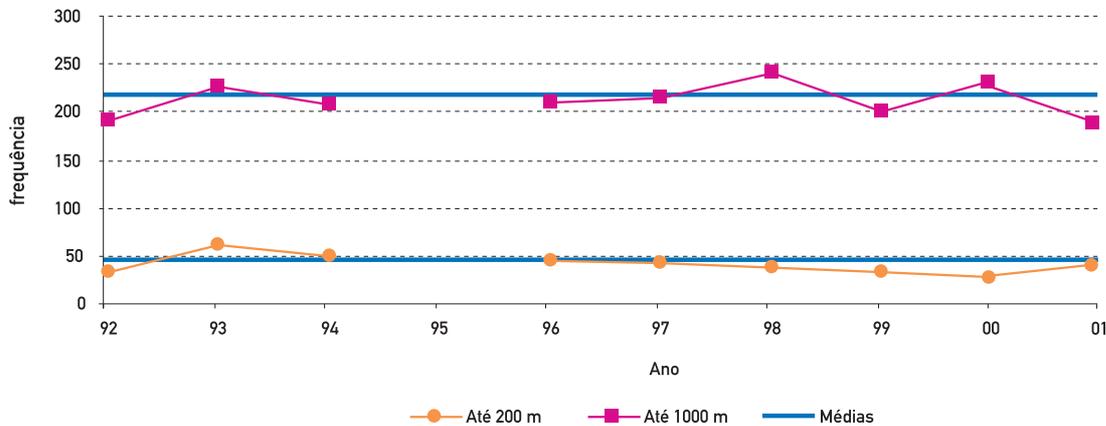


A figura 15 mostra a freqüência total de inversões térmicas com base até 1000 metros e a fre-



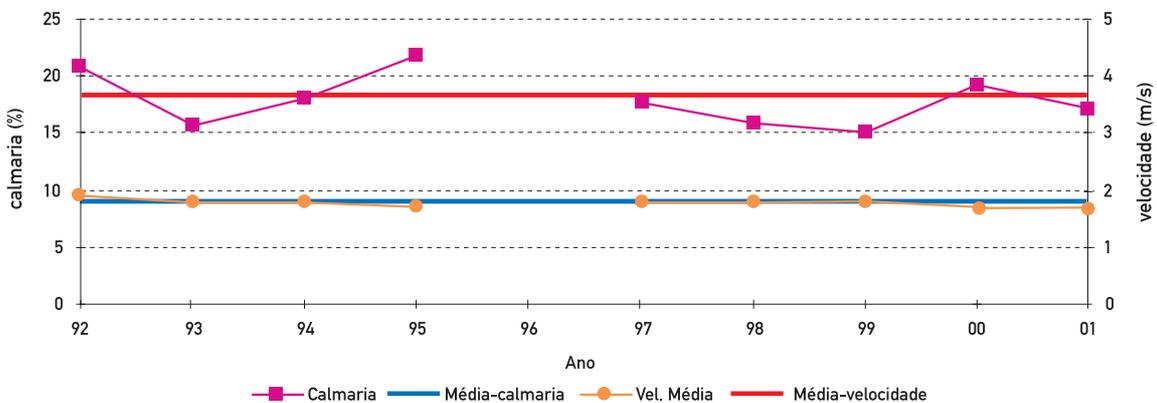
quência de inversões térmicas com base até 200 metros. As inversões térmicas mais próximas da superfície impedem a dispersão dos poluentes para os níveis mais altos da atmosfera, provocando normalmente elevados níveis de concentração de poluentes. Observa-se que em 2001 o número de ocorrências de inversões térmicas até 200m e 1000m foram inferior à média dos últimos dez anos.

Figura 15 – Distribuição de freqüência da altura da base das inversões térmicas – período de maio a setembro



A figura 16 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 2001, a porcentagem de calmaria, bem como, a velocidade média foram ligeiramente inferiores à média dos últimos dez anos.

Figura 16 – Porcentagem de calmaria e velocidade média do vento na RMSP -- Período de maio a setembro



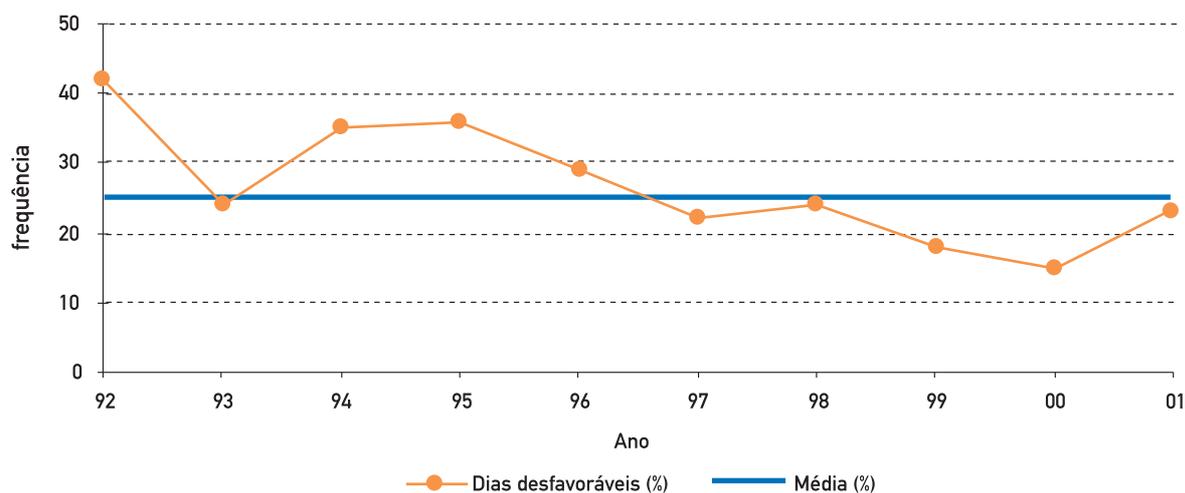
5.1.1 Umidade Relativa

A umidade relativa do ar é um parâmetro meteorológico que caracteriza o tipo de massa de ar que está atuando sobre a região. A tabela H do anexo 3 mostra o comportamento da umidade relativa às 15h, horário do dia em que a umidade apresenta os valores mais baixos, durante o inverno de 2001. Destaca-se o período seco de 13 a 19 de agosto, quando ocorreram valores de umidade relativa em torno de 30%. A ocorrência de baixa umidade relativa pode agravar doenças e quadros clínicos da população, 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.

5.1.2 Condições Meteorológicas de Dispersão

Na figura 17, é apresentada a porcentagem de dias em que as condições meteorológicas foram desfavoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos, nos meses de maio a setembro, no período de 1992 a 2001.

Figura 17 – Percentual de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos na RMSP – período de maio a setembro



Nos meses de janeiro a abril e de setembro a dezembro, em que as condições meteorológicas são muito boas para a dispersão dos poluentes primários, o mesmo não se pode dizer do ozônio, devido às freqüentes ultrapassagens do padrão de qualidade, conforme pode-se verificar na figura 12. À seguir é feita uma análise das condições meteorológicas de dispersão para os poluentes primários, durante os meses de maio a setembro de 2001. Observou-se que a porcentagem de condições desfavoráveis à dispersão dos poluentes primários ficou abaixo da média dos últimos dez anos, fato que vem acontecendo desde 1996. Estas condições são avaliadas diariamente através da análise dos parâmetros meteorológicos.

Analisando as figuras 15 e 16, observa-se que os parâmetros indicados nessas figuras, foram favoráveis à dispersão de poluentes. Em 2001 outro fator a ser analisado é o número de dias de ocorrência de precipitação (tabela C do anexo 3), que foi bem superior quando comparado com os anos anteriores.

5.2 Avaliação da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo

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 2001 em termos de concentração foram influenciados por uma condição meteorológica média favorável à dispersão dos poluentes.

Os dados de monitoramento que serviram de base para o diagnóstico a seguir estão contidos nas tabelas A até N no anexo 4, incluindo, a partir desta edição, o cálculo do percentil 98. O percentil é uma técnica estatística para classificar segundo a posição na distribuição de frequência. O percentil 98 significará uma posição alta, ou seja, 98% dos casos estão abaixo desse valor.

5.2.1 Distribuição Anual do Índice de Qualidade do Ar

Nas tabelas A até F do anexo 5 são apresentados os índices de qualidade do ar por poluente e por estação, divulgados no boletim diário de avaliação da qualidade do ar da CETESB em 2001.

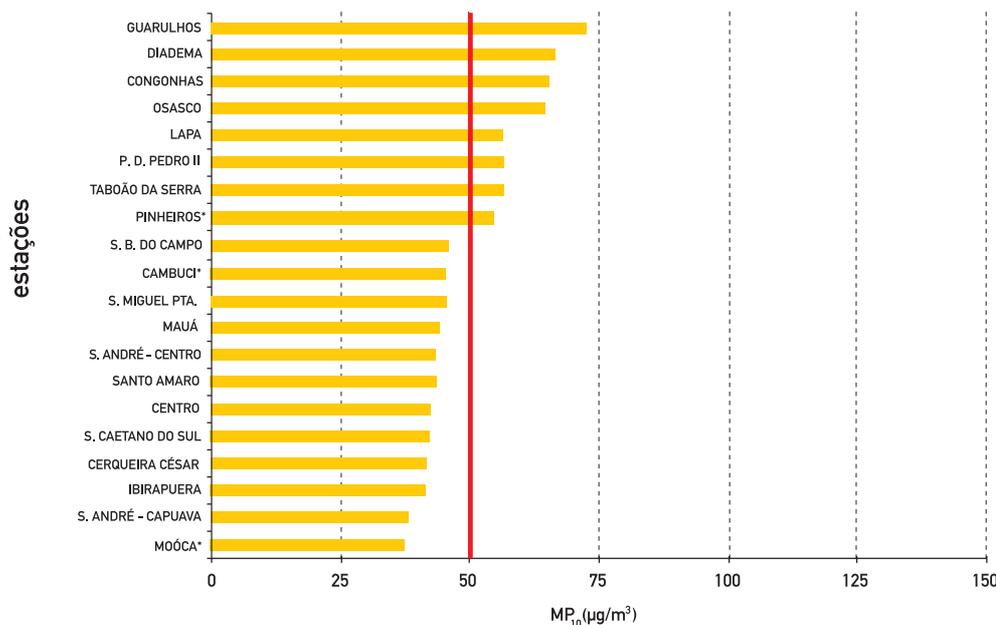
É importante salientar que a distribuição dos índices pode apresentar pequenas diferenças com relação ao número de ultrapassagens apresentados no anexo 4, uma vez que a origem da distribuição do índice é o boletim diário de qualidade do ar, cujo período de medição é das 16h do dia anterior às 15h do 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.

5.2.2 Partículas Inaláveis (MP₁₀)

Exposição de longo prazo

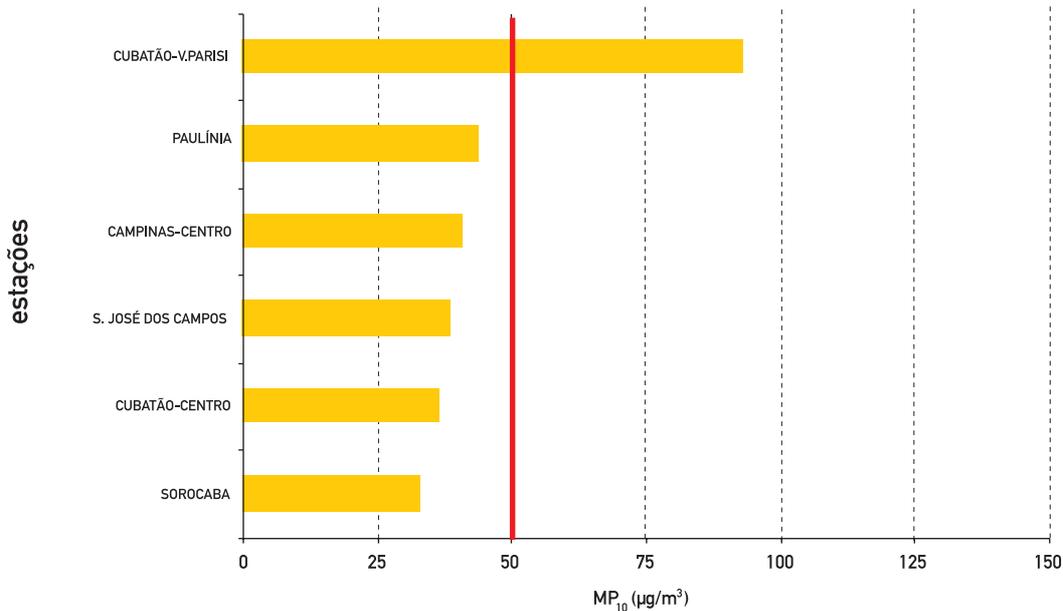
A figura 18 mostra as médias aritméticas anuais de MP₁₀ medidas em 2001 em todas as estações da rede automática de amostragem da RMSP e a figura 19 os valores obtidos nas estações localizadas em Cubatão e interior do Estado. As maiores médias entre as estações na RMSP foram observadas em Guarulhos (72µg/m³) e Diadema (66µg/m³), muito embora em outras estações tenha havido ultrapassagem do padrão anual de 50µg/m³ (linha vermelha). Em Cubatão, a maior média foi observada em Vila Parisi (93µg/m³) e no interior, o maior valor foi encontrado no município de Paulínia (44µg/m³).

Figura 18 – MP₁₀ – Médias aritméticas anuais na RMSP – 2001



*Não atendeu ao critério de representatividade

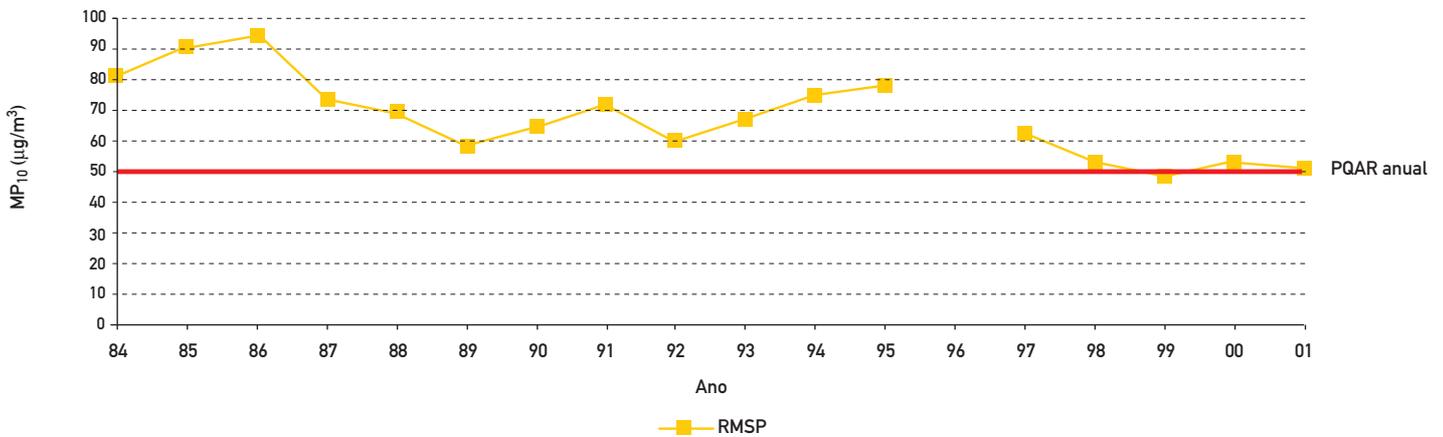
Figura 19 – MP₁₀ – Médias aritméticas anuais no Interior e Cubatão – 2001



As figuras 20 e 21 mostram a evolução das concentrações médias anuais na RMSP e no Interior/Cubatão, respectivamente. Nota-se um decréscimo das concentrações nos últimos quatro anos na RMSP, porém a média dos valores, considerando todas as estações, ainda está acima do padrão. Em Cubatão, os valores encontram-se muito acima do padrão na área industrial (Vila Parisi) e próximos ao padrão na região urbana.

Para o cálculo da média na RMSP, consideraram-se os valores médios anuais das estações que atenderam ao critério de representatividade em cada ano. 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. A partir de 2000, foram incluídas as estações Campinas-Centro, Sorocaba, São José dos Campos e Paulínia, onde todos os valores de médias anuais se encontram abaixo do padrão anual de qualidade do ar (50µg/m³).

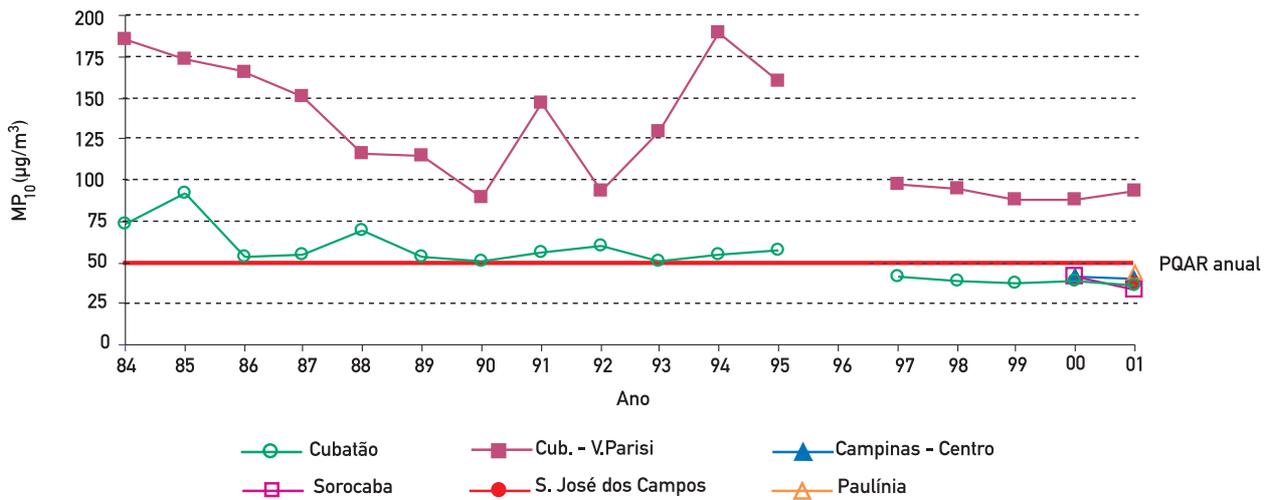
Figura 20 – MP₁₀ – Evolução das concentrações médias anuais na RMSP



Base: Todas as estações que atenderam ao critério de representatividade na RMSP



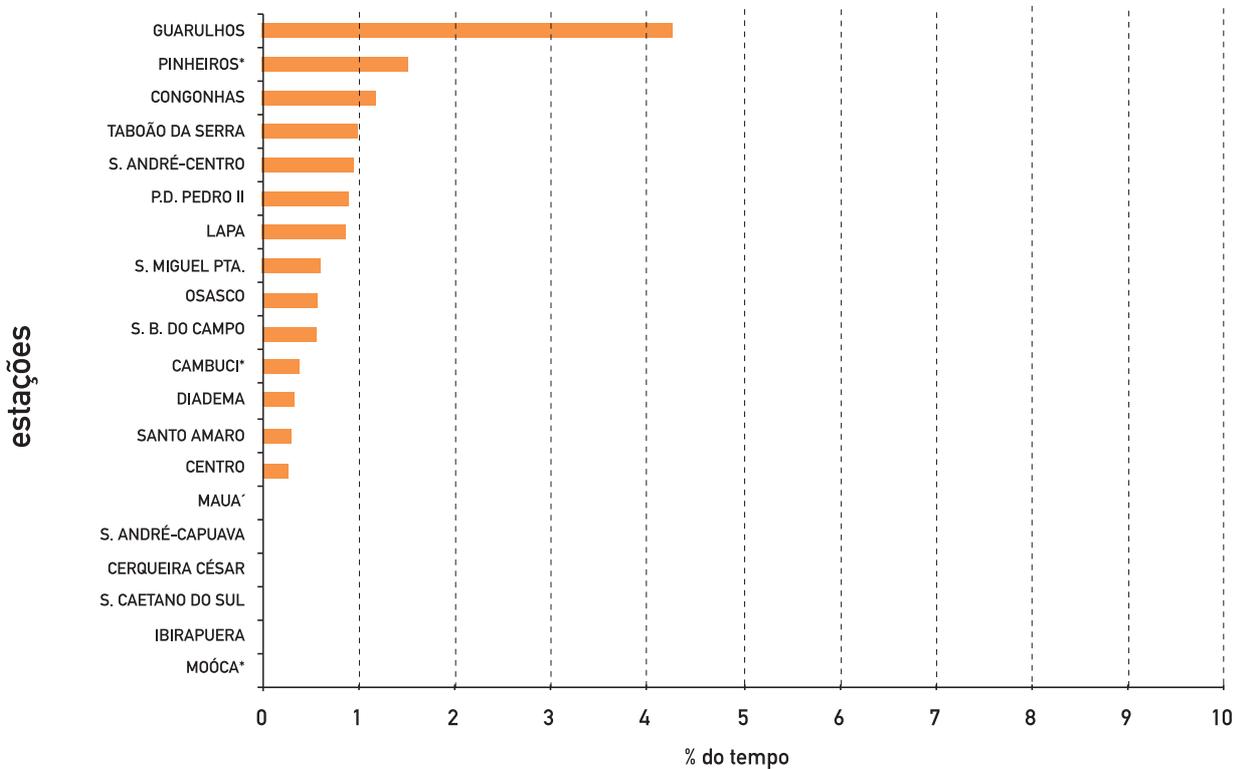
Figura 21 – MP₁₀ – Evolução das concentrações médias anuais no Interior e Cubatão



Exposição de curto prazo

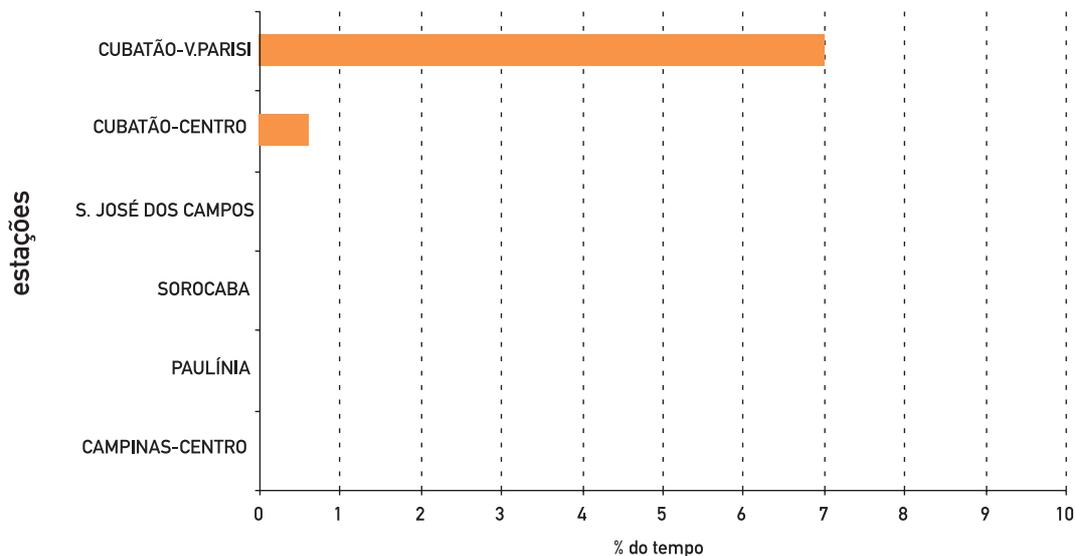
Com relação ao padrão de curto prazo (média de 150 µg/m³ em 24 horas), são ilustradas nas figuras 22 e 23 a porcentagem do tempo em que este padrão foi ultrapassado em cada uma das estações em 2001, dando uma idéia do grau de exposição de curto prazo ao qual a população esteve submetida durante o ano.

Figura 22 – MP₁₀ – Porcentagem do tempo em que o padrão diário foi ultrapassado na RMSP em 2001



* Não atendeu ao critério de representatividade

Figura 23 – MP₁₀ – Porcentagem do tempo em que o padrão diário foi ultrapassado no Interior e Cubatão em 2001

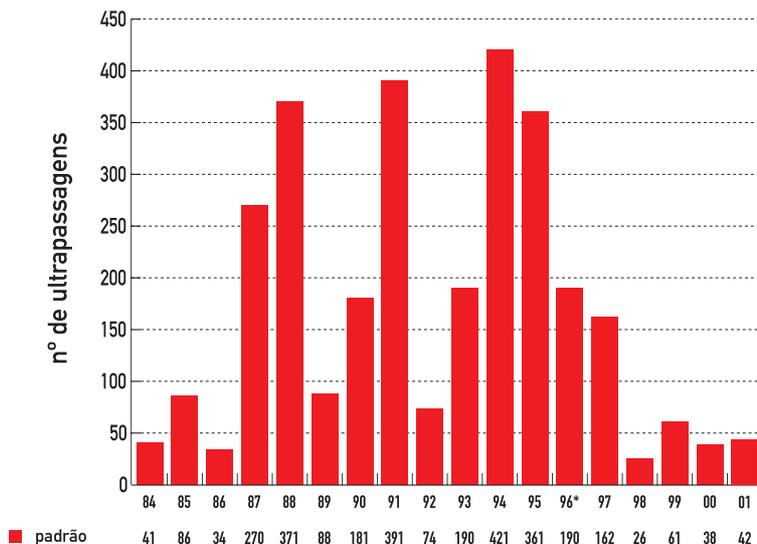


Na RMSP, destaca-se Guarulhos como a estação que apresentou maior porcentagem do tempo de ultrapassagem do padrão diário, não sendo observados níveis de atenção em qualquer estação.

Em Vila Parisi, na região industrial de Cubatão, o tempo de ultrapassagens do padrão de MP₁₀ 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.

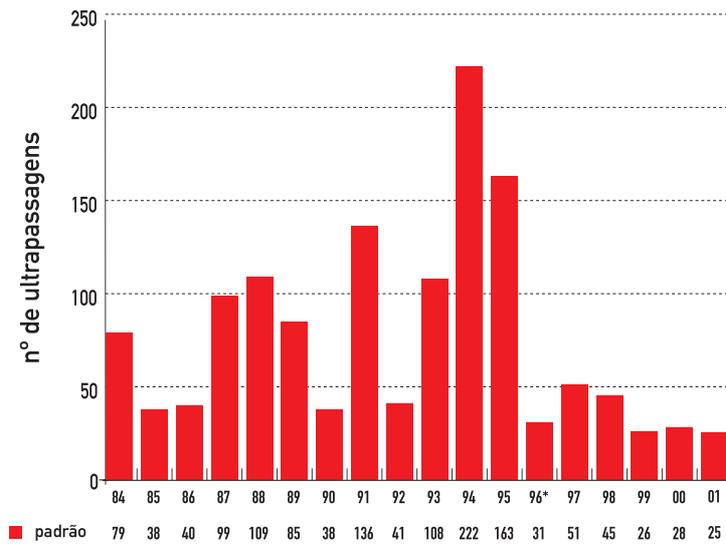
As figuras a seguir mostram a freqüência do número de ultrapassagens do padrão para a RMSP e Cubatão nos últimos 18 anos de dados. Na RMSP (figura 24), observa-se uma tendência significativa de decréscimo nos últimos anos. Comportamento semelhante observou-se nas ultrapassagens em Cubatão-Vila Parisi (figura 25).

Figura 24 – MP₁₀ – Número de ultrapassagens do padrão por ano - RMSP



*Nenhuma estação atendeu ao critério de representatividade
Base: todas as estações que monitoram esse poluente

Figura 25 – MP₁₀ – Número de ultrapassagens do padrão por ano - Cubatão- V. Parisi



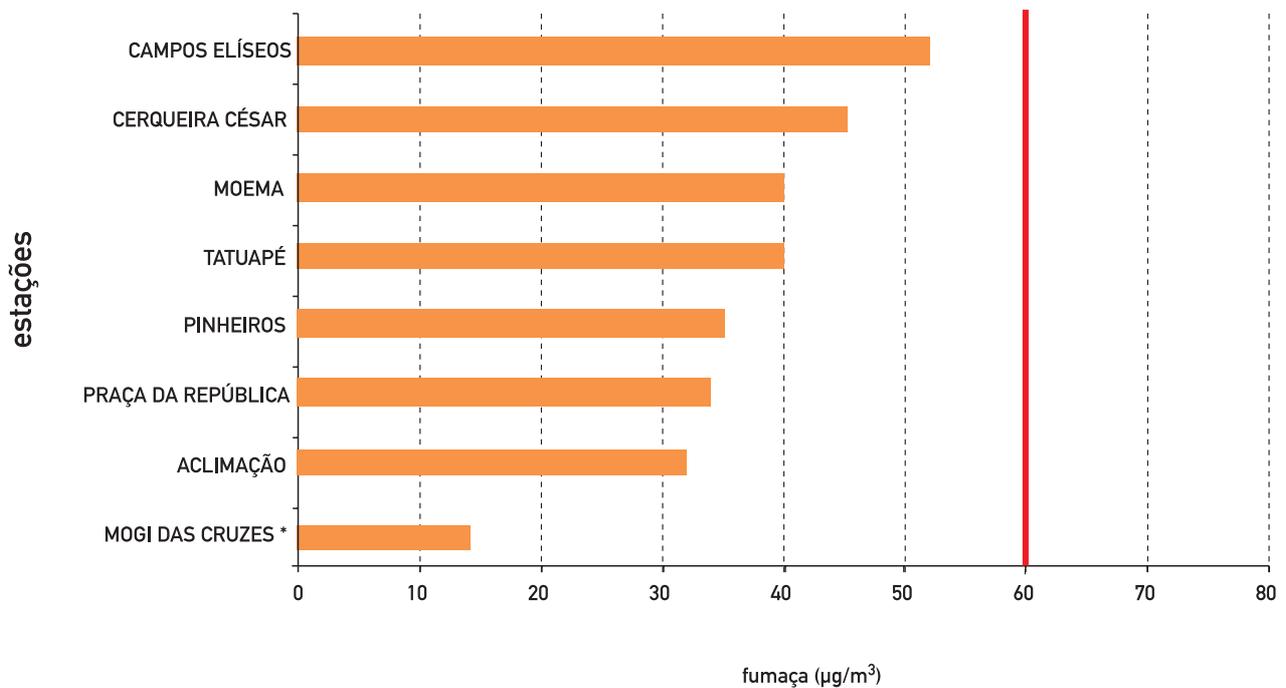
* A estação não atendeu ao critério de representatividade

5.2.3 Fumaça (FMC)

Exposição de longo prazo

O parâmetro fumaça é avaliado em 8 estações na RMSP, 18 no interior e uma em Santos. Os resultados obtidos durante 2001 podem ser observados nas figuras 26 e 27. O padrão primário de 60µg/m³ (média aritmética anual) não foi ultrapassado em nenhuma estação. Campos Elíseos na RMSP e Ribeirão Preto no interior são as que apresentam maiores médias.

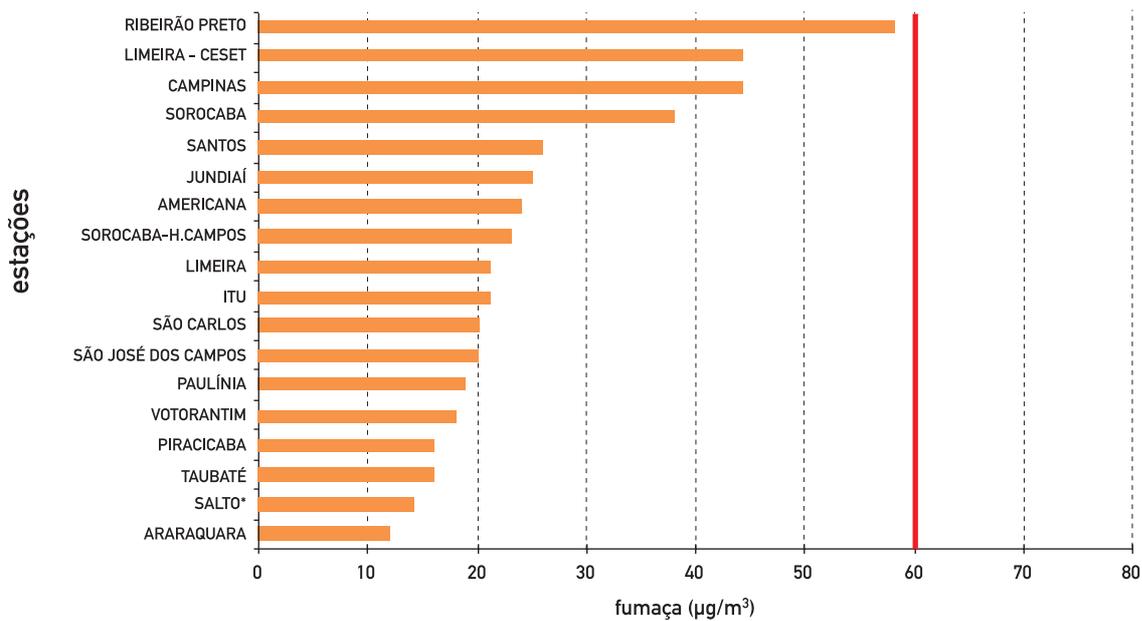
Figura 26 – Fumaça – Médias aritméticas anuais na RMSP em 2001



* Não atendeu ao critério de representatividade



Figura 27 – Fumaça – Médias aritméticas anuais – 2001 – Rede Interior e Santos

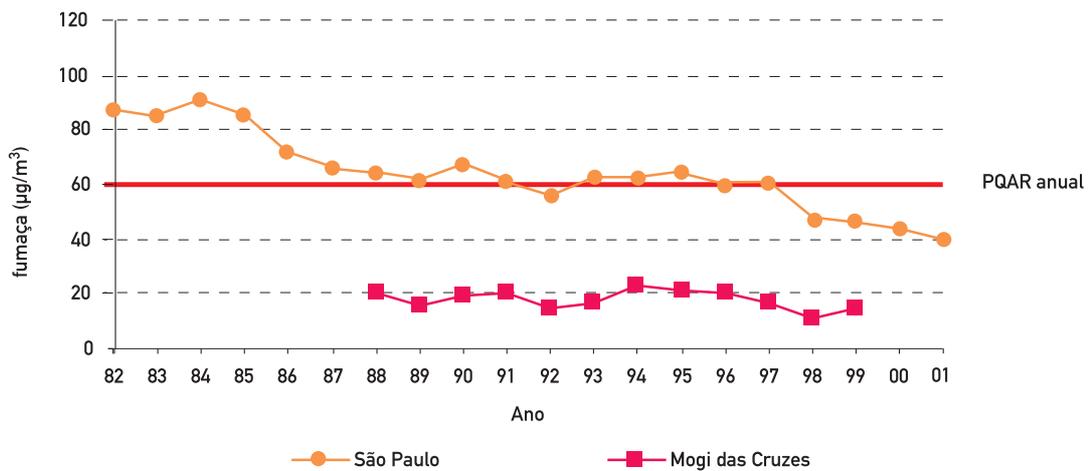


* Não atendeu ao critério de representatividade

A figura 28 mostra a evolução das concentrações médias anuais de fumaça, obtidas a partir dos valores de seis estações comuns em todo o período. Nesta figura nota-se uma redução significativa das concentrações médias nos últimos anos. A média anual obtida em 2001 para o município de São Paulo (40µg/m³) foi a mais baixa observada nos 28 anos de amostragem. Tal fato é justificado pela intensificação da Operação Caça-Fumaça, que levou a redução de 45% em 1995, de veículos a diesel desregulados para 7,6% em 2001.

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 28 – Fumaça – Evolução das concentrações na RMSP



Base: São Paulo – 6 estações comuns em todo o período – A estação Mogi das Cruzes mudou de endereço em fevereiro/95



As figuras 29 a 32 ilustram a evolução das concentrações de fumaça nos municípios monitorados. Nos gráficos de tendências, somente utilizaram-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 há estações com tendência de aumento das concentrações, como Ribeirão Preto (figura 30) e outras com tendência de decréscimo, como Sorocaba (figura 32).

Figura 29 – Fumaça – Evolução das concentrações médias nos municípios de São José dos Campos, Taubaté e Santos

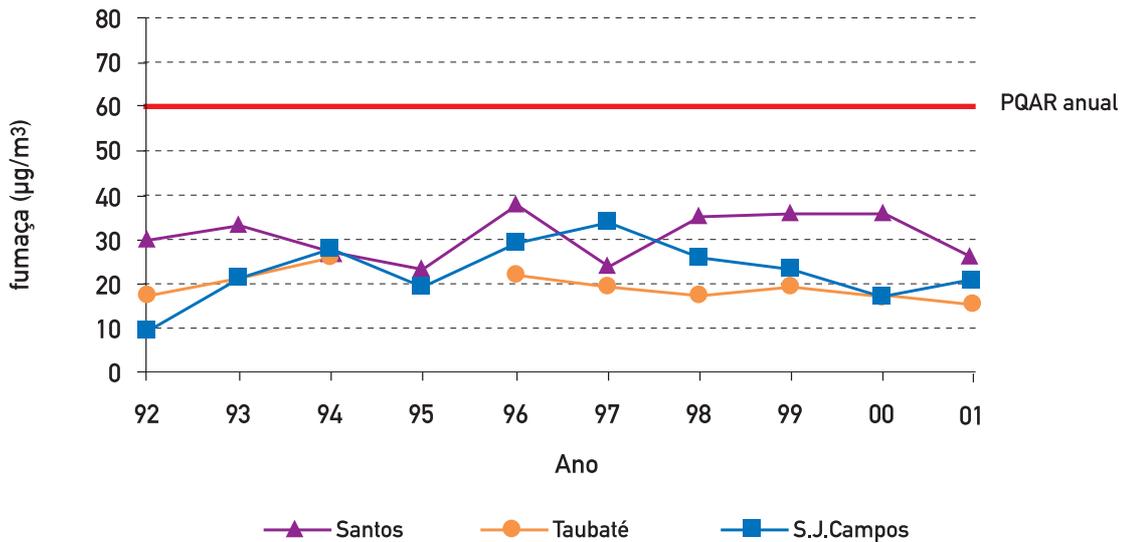


Figura 30 – Fumaça – Evolução das concentrações médias nos municípios de Araraquara, Ribeirão Preto, São Carlos e Franca

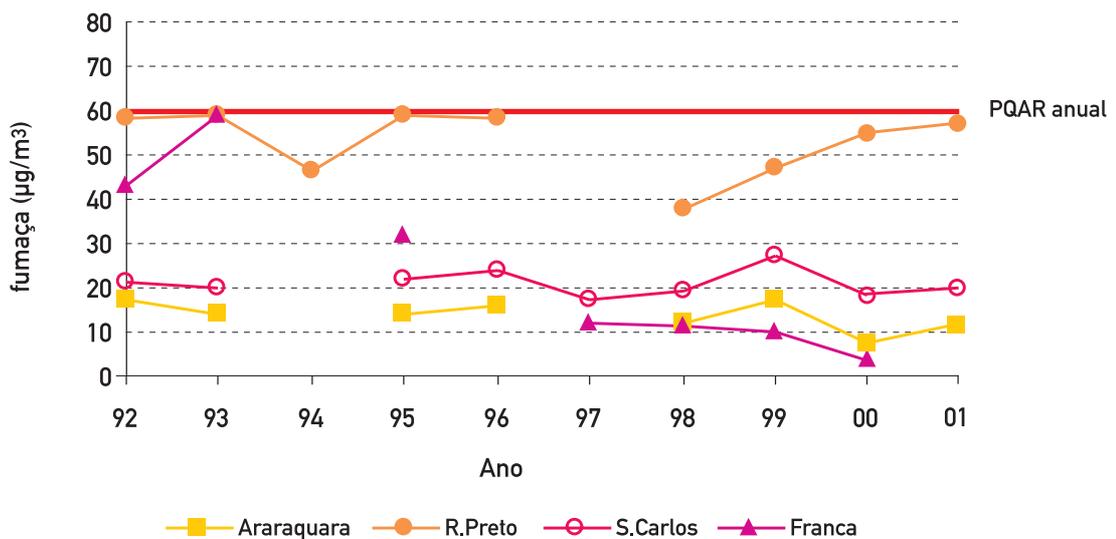


Figura 31 – Fumaça – Evolução das concentrações médias nos municípios de Campinas, Araras, Americana, Limeira, Mogi Guaçu e Paulínia

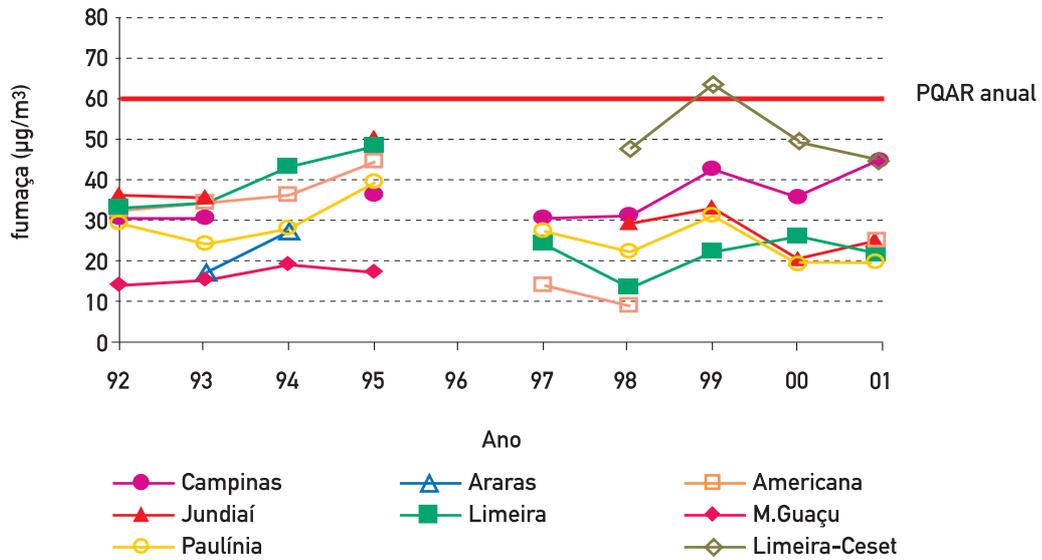
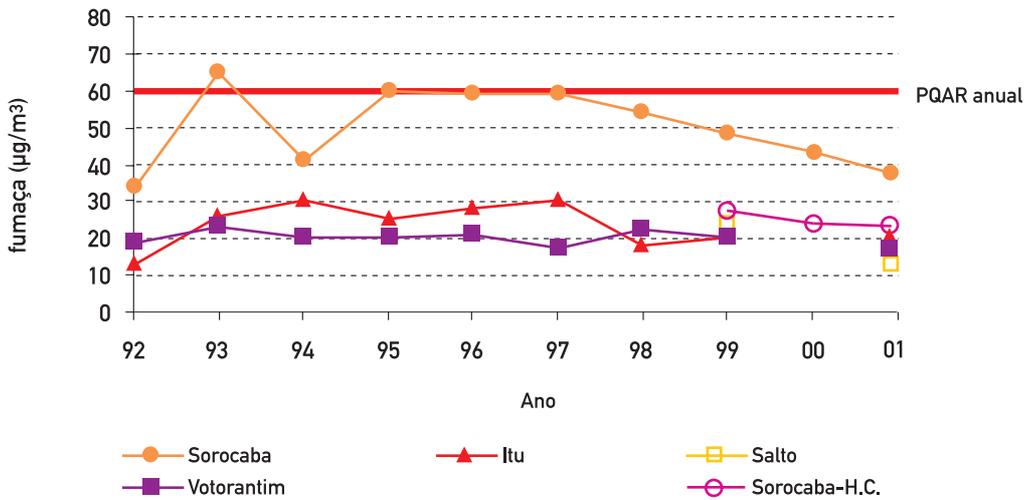


Figura 32 – Fumaça – Evolução das concentrações médias nos municípios de Sorocaba, Itu, Salto e Votorantim



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

Exposição de curto prazo

Com respeito ao padrão diário (150µg/m³) na RMSP, embora as amostragens sejam realizadas a cada 6 dias, foram verificadas ultrapassagens desse valor nas estações Campos Elíseos, Pinheiros, Tatuapé e Moema, sendo que nessa última o maior valor encontrado foi de 268µg/m³, ultrapassando o nível de atenção (250µg/m³).

Quanto às cidades do interior e litoral, não foi observada nenhuma ultrapassagem do padrão diário.

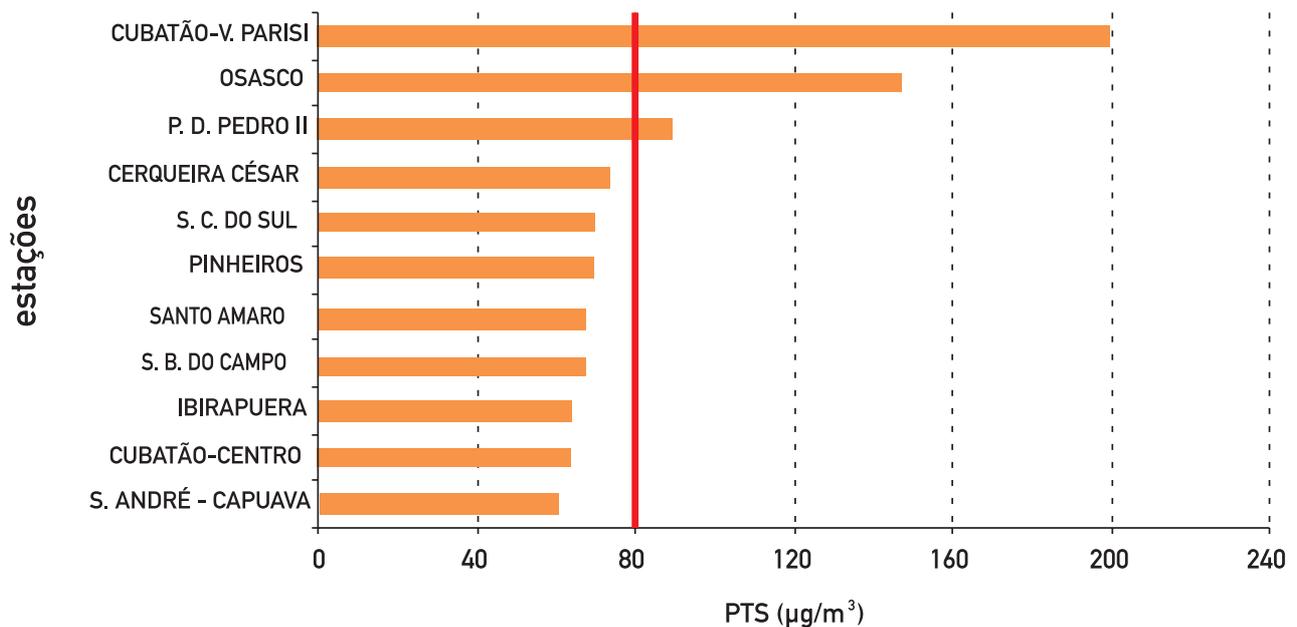


5.2.4 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Exposição de longo prazo

Na figura 33 são mostradas as médias geométricas anuais de partículas totais em suspensão (PTS). Das nove estações localizadas na RMSP, três 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 urbana.

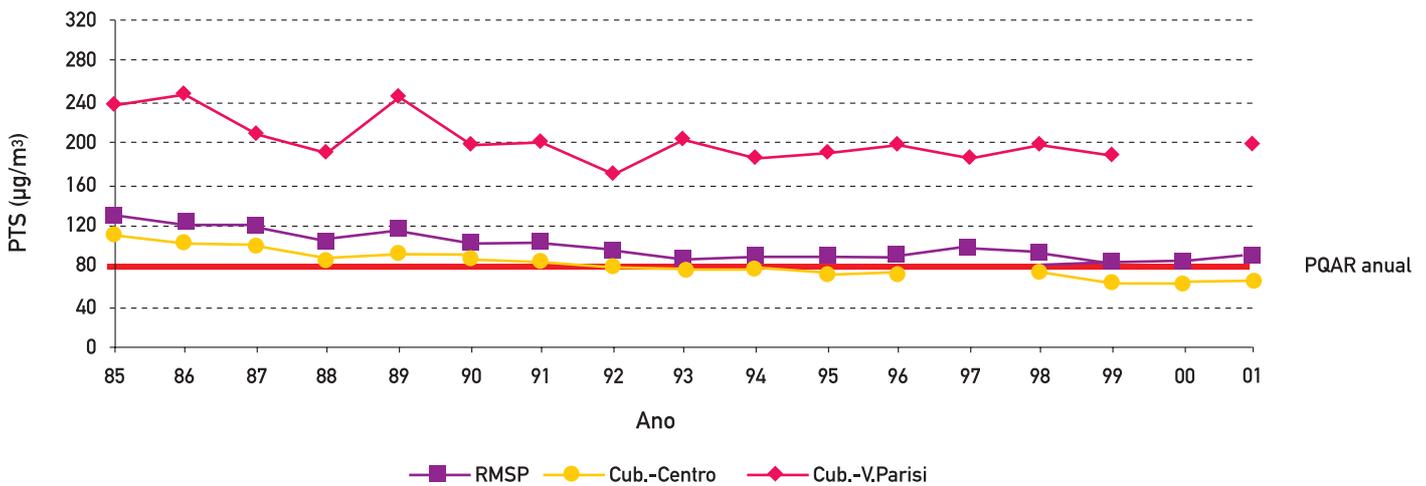
Figura 33 – PTS – Médias geométricas anuais na RMSP e Cubatão em 2001



A figura 34 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 34 – PTS – Evolução das concentrações na RMSP e Cubatão



Base: RMSP - estações com dados representativos no ano

Exposição de curto prazo

Em relação ao padrão diário (240µg/m³), quatro estações apresentaram concentrações superiores a este padrão. Destaca-se V. Parisi com 23 ultrapassagens do padrão diário, onde o maior valor observado foi de 587µg/m³ (nível de atenção: 375µg/m³).

5.2.5 Dióxido de Enxofre (SO₂)

Exposição de longo prazo

Na figura 35, são mostradas as médias aritméticas anuais de dióxido de enxofre da rede automática na RMSP. Na figura 36, interior e Cubatão e na figura 37, são apresentadas as médias aritméticas da rede manual. Em nenhuma estação o padrão anual de qualidade do ar (80µg/m³) foi ultrapassado. Além disso, em todas as estações as médias anuais estiveram abaixo de 30µg/m³.

Figura 35 – SO₂ – Médias aritméticas anuais na RMSP em 2001 – Rede Automática

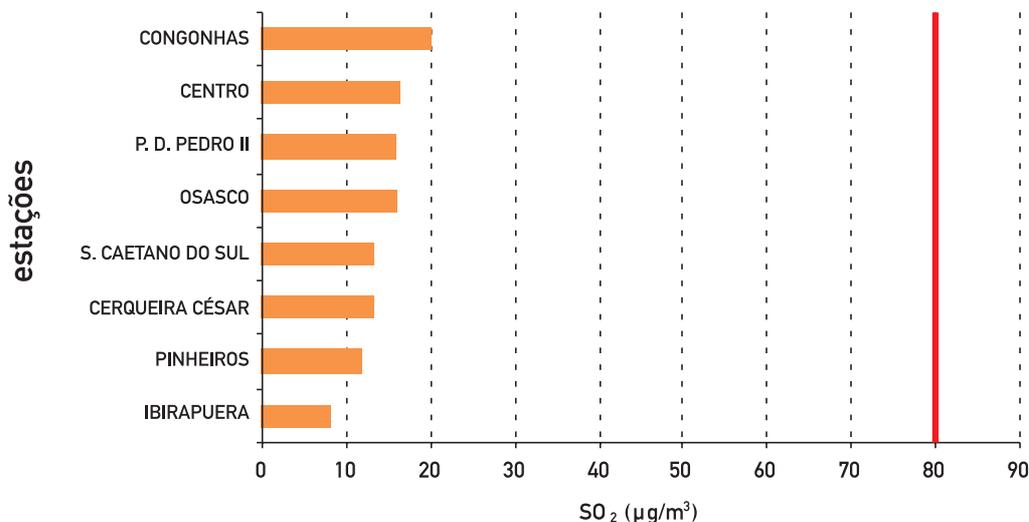


Figura 36 – SO₂ – Médias aritméticas anuais no Interior e Cubatão em 2001 – Rede Automática

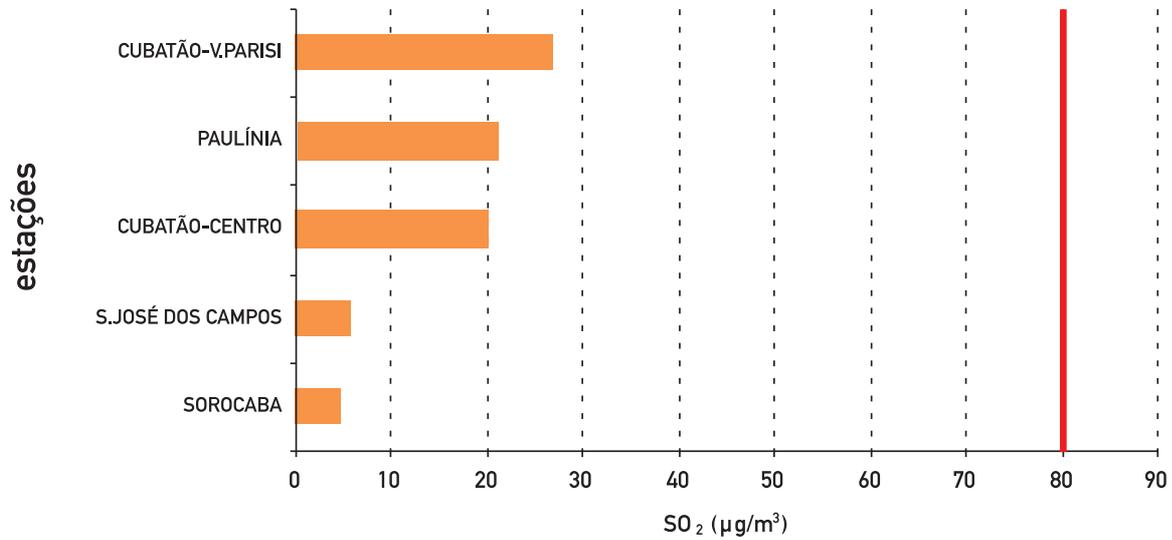
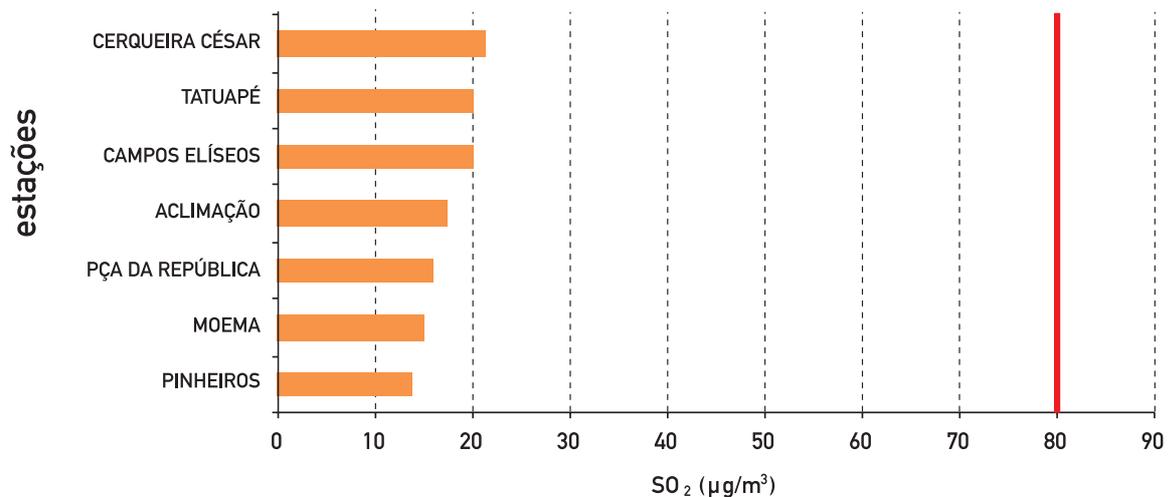


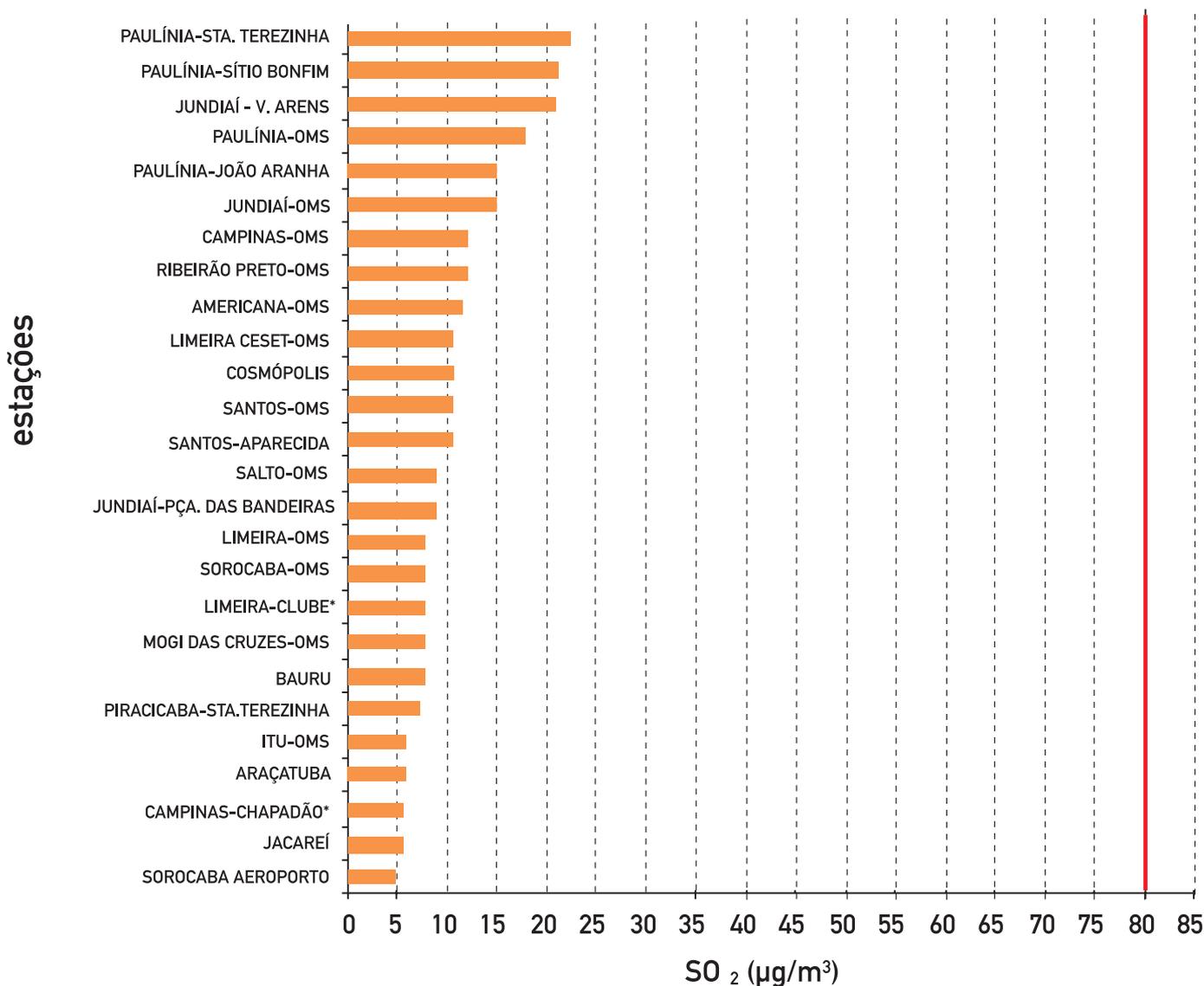
Figura 37 – SO₂ – Médias aritméticas anuais na RMSP em 2001 - Rede Manual



Na figura 38 observamos as médias aritméticas anuais obtidas durante o ano de 2001, através dos amostradores passivos. Os resultados mostraram, em todos os municípios monitorados, médias aritméticas anuais de SO₂ abaixo do padrão secundário anual de qualidade do ar (40µg/m³). As estações de Guaratinguetá, Pindamonhangaba, Taubaté-OMS, Atibaia, Bragança Paulista, Joanópolis, Nazaré Paulista, Vargem, Mairiporã, Suzano, Franca-OMS, Sertãozinho, Sorocaba-Edem, Barretos, Itirapina, São Carlos-OMS, Catanduva, São José do Rio Preto, Matão, Marília, Presidente Prudente, Votorantim-OMS, Piracicaba-OMS, Araraquara-OMS, São José dos Campos-OMS e Sorocaba-OMS não estão representadas na figura 40, uma vez que as médias aritméticas anuais estão abaixo de 5µg/m³ (limite de detecção do método). Os valores das médias aritméticas anuais de 1997 a 2001 encontram-se na tabela G do anexo 4.



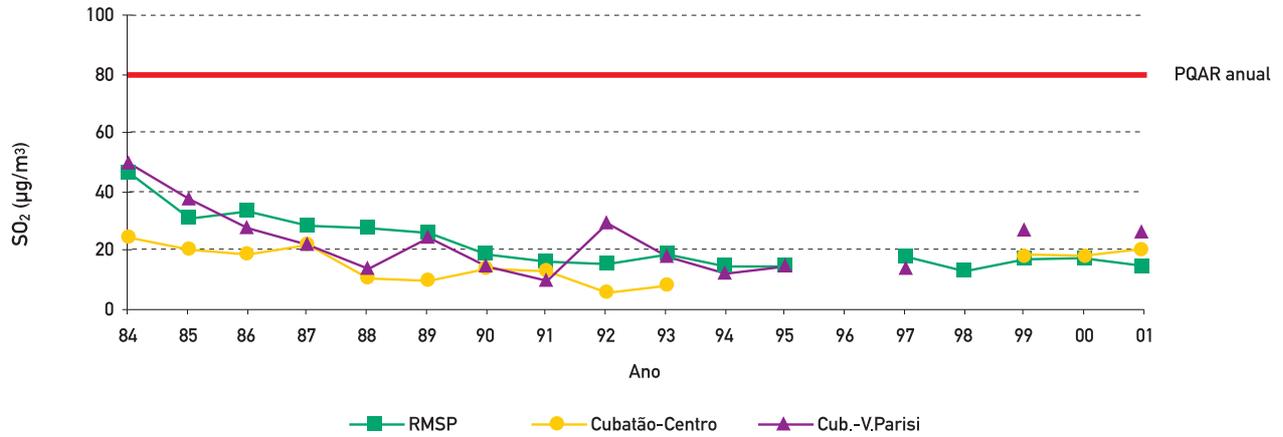
Figura 38 – SO₂ – Médias aritméticas anuais no Interior em 2001 – Rede de Amostradores Passivos



* Não atendeu ao critério de representatividade

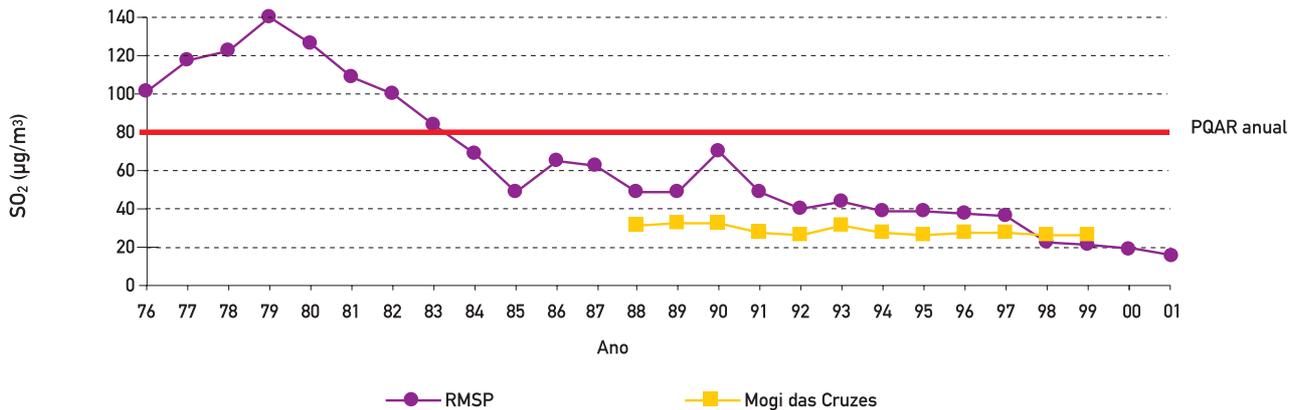
Com relação à tendência ao longo dos anos, as concentrações de dióxido de enxofre decresceram como resultado principalmente do controle exercido sobre as fontes e da redução do teor de enxofre nos combustíveis tanto industrial quanto automotivos. Hoje tendem a se estabilizar em níveis bem inferiores aos padrões de qualidade como pode ser visto nas figuras 39 e 40.

Figura 39 – SO₂ – Evolução das concentrações médias anuais na RMSP e Cubatão – Rede Automática



Base: RMSP- todas as estações que monitoram este poluente

Figura 40 – SO₂ – Evolução das concentrações médias anuais na RMSP - Rede Manual.



Exposição de curto prazo

Não houve ultrapassagens do padrão de 24 horas por SO₂ (365µg/m³) em nenhuma das estações na RMSP e Cubatão no ano de 2001, uma vez que os maiores valores diários observados no ano foram de 112µg/m³ nas duas estações de Cubatão e 62µg/m³ na estação Parque D. Pedro II, na RMSP. Esses valores estão apresentados na tabela E do anexo 4.

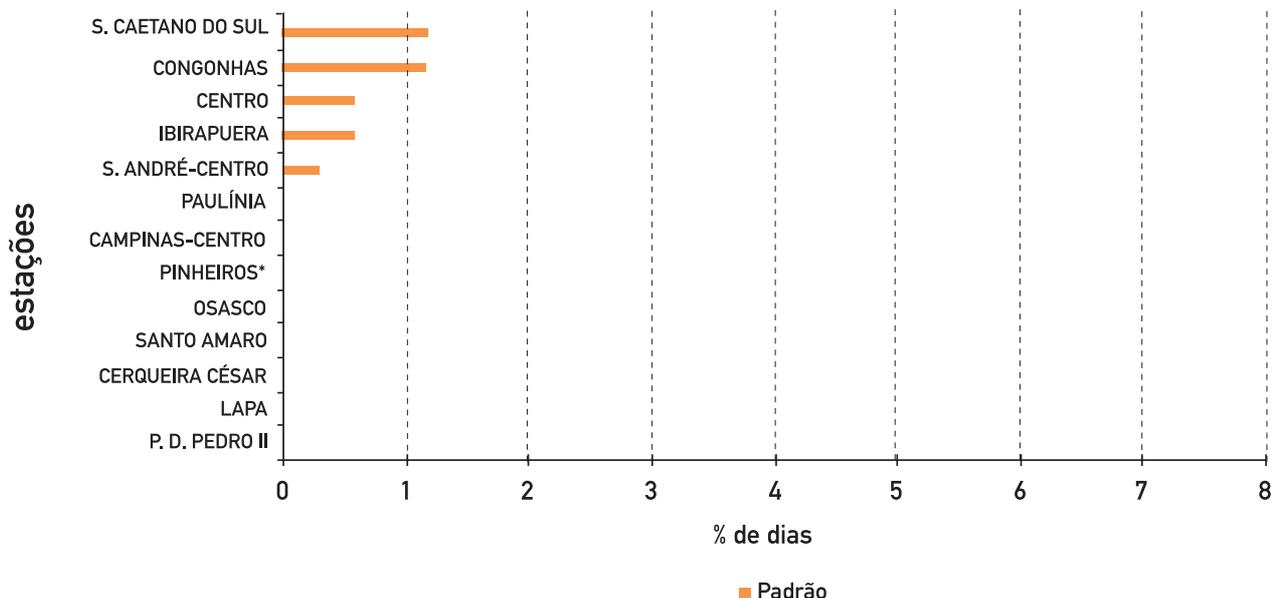


5.2.6 Monóxido de Carbono (CO)

Exposição de curto prazo

Na figura 41 podemos verificar a porcentagem de dias em que o padrão de 8 horas (9ppm) por CO foi excedido em 2001. Observa-se que cinco estações apresentaram ultrapassagens do padrão. As estações com mais ultrapassagens foram São Caetano do Sul e Congonhas, sendo que em nenhuma delas foi atingido o nível de atenção. Não houve ultrapassagens do padrão de 1 hora (35ppm) em 2001, fato que tem se repetido há vários anos.

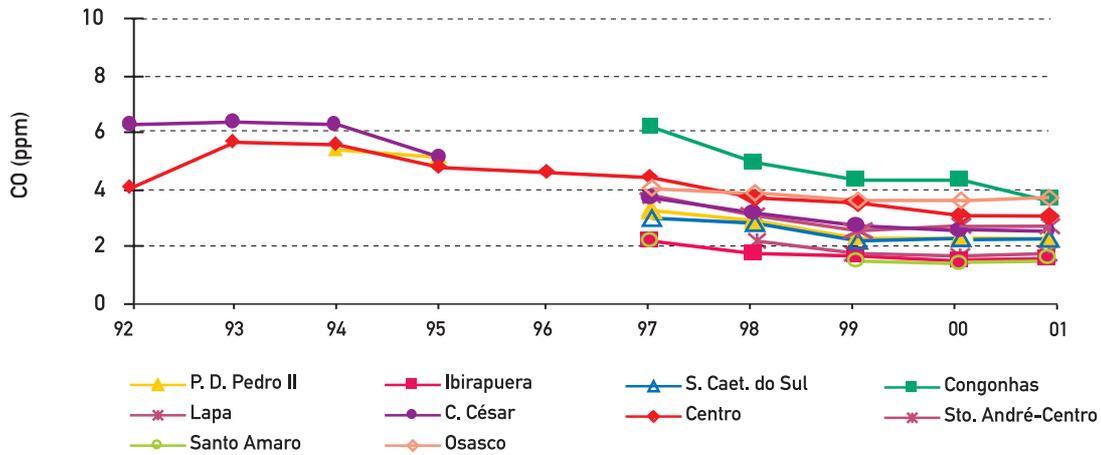
Figura 41 – CO – Porcentagem de dias em que o padrão foi excedido em 2001 (médias de 8 horas) – RMSP e Interior



* Não atendeu ao critério de representatividade

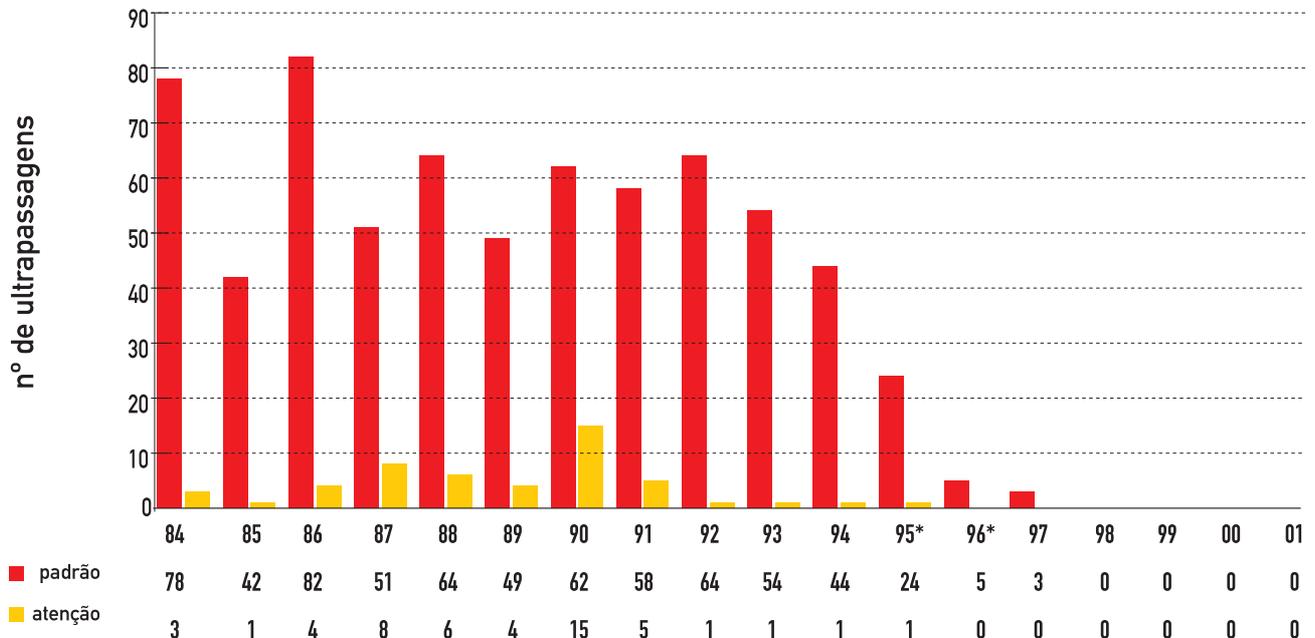
Na figura 42, é mostrada a evolução das concentrações médias anuais das médias máximas de 8 horas de monóxido de carbono. Nesta figura, apresentam-se os dados por estação amostradora, para que se verifique o comportamento de forma individualizada. Foram incluídas somente as estações que atenderam ao critério de representatividade e 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 2001, observa-se uma confirmação dos resultados que indicam um decréscimo das concentrações médias nos últimos anos.

Figura 42 – CO – Evolução das concentrações médias das máximas (média de 8 horas)



A figura 43 ilustra o número de ultrapassagens do padrão e atenção 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 nos últimos quatro anos. Deve-se destacar como fator importante na redução das concentrações nos últimos anos, a renovação da frota de veículos. Considerou-se somente a estação Cerqueira César, por possuir dados mais representativos ao longo dos anos.

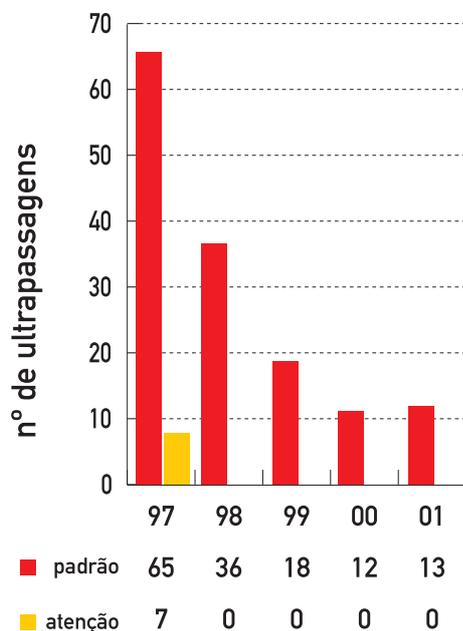
Figura 43 – CO – Número de ultrapassagens do padrão e nível de atenção por ano - Cerqueira César (médias de 8 horas)



* Não atendeu ao critério de representatividade

A figura 44 mostra o número de ultrapassagens do padrão em todas as estações que mediram CO na RMSP. Podemos observar o decréscimo significativo no número de ultrapassagens desde 1997.

Figura 44 – CO – Número de ultrapassagens do padrão e nível de atenção por ano – RMSP (médias de 8h).



Base: Todas as estações que monitoram este poluente

5.2.7 Ozônio (O₃)

Exposição de curto prazo

Na RMSP, no ano de 2001, o ozônio ultrapassou o padrão de qualidade do ar por 78 dias, frequência que representa 21,4% dos dias do ano. Ao analisarmos a distribuição mensal (tabela 22), observa-se que os meses de maio a julho são os que apresentam o menor número de ultrapassagens, cerca de 5% dos últimos três anos.

Tabela 22 – Número de dias de ultrapassagem do padrão de ozônio na RMSP

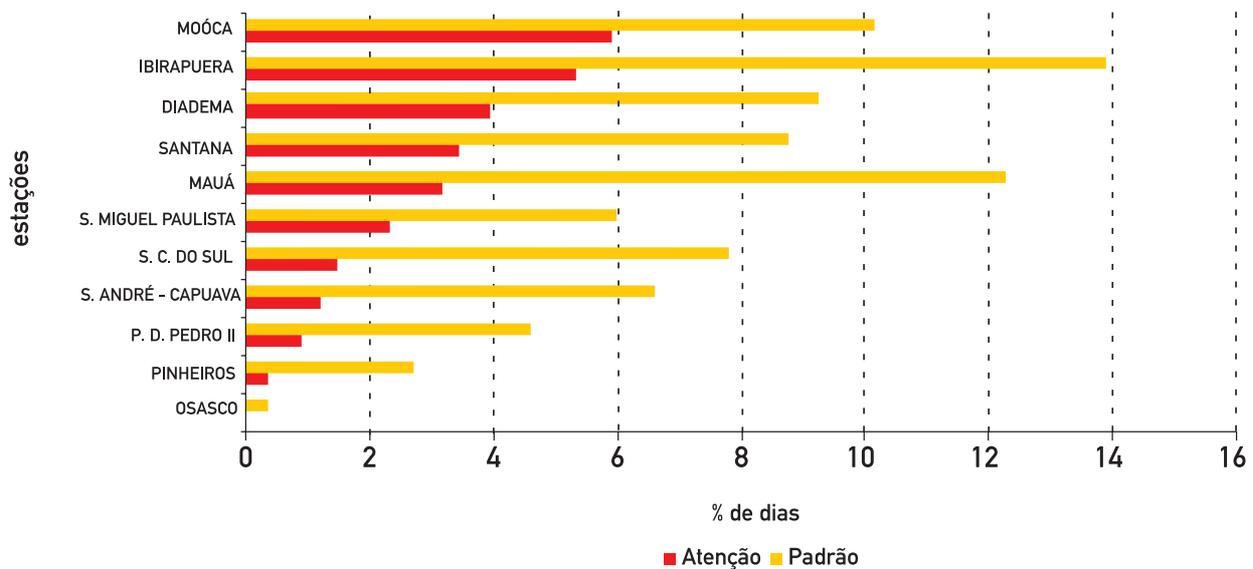
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1999	12	8	7	6	0	3	0	8	14	5	7	10	80
2000	5	2	1	8	0	2	2	4	4	17	12	10	67
2001	9	8	17	1	0	2	3	5	7	11	11	4	78

Base: IQAR (Inadequada + Má)



Na figura 45 é possível verificar a porcentagem de dias em que o padrão de 1 hora ($160\mu\text{g}/\text{m}^3$) e o nível de atenção ($200\mu\text{g}/\text{m}^3$) foram ultrapassados em 2001. Nesta figura destacam-se as estações Moóca, Ibirapuera e Diadema com os maiores números de estados de atenção atingidos, seguidas por Santana e Mauá também com grande frequência de ultrapassagens do padrão.

Figura 45 – O_3 – Porcentagem de dias em que as concentrações ultrapassaram o padrão e o nível de atenção em 2001 (médias de 1 hora) - RMSP

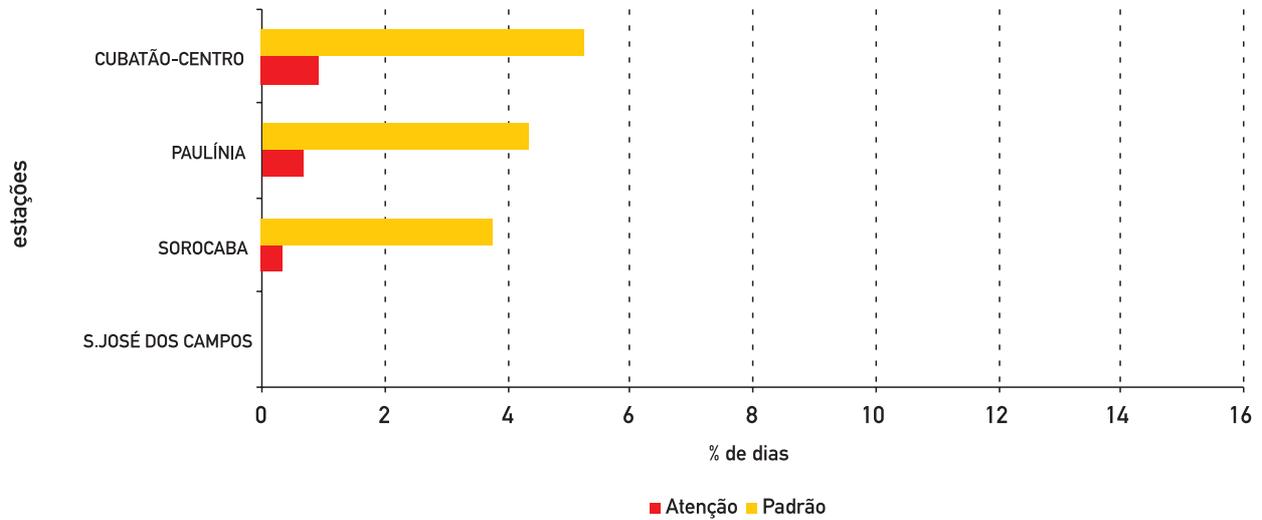


Dentre os 78 dias em que houve ultrapassagem do padrão de ozônio, destacam-se os períodos de 27/10 a 31/10 e 05/11 a 10/11, onde praticamente todas as estações da RMSP apresentaram concentrações elevadas por dias consecutivos. Esses episódios ocorreram na primavera, período mais favorável à formação de ozônio (figura 12), em dias com altas temperaturas, céu claro e sem a ocorrência de precipitação, ou seja, com características que favorecem a formação de O_3 , conforme estudo anteriormente realizado pela CETESB. 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, indicando que medidas corretivas tipo “Operação Rodízio”, não teriam eficácia para a redução dos níveis deste poluente, caso fossem adotadas.

A porcentagem de dias em que o padrão de ozônio foi excedido nos municípios de Cubatão, Paulínia e Sorocaba é menor que na RMSP, entretanto, demonstra que uma atenção especial deve ser dada a estas e outras áreas do Estado de São Paulo.



Figura 46 – O₃ – Porcentagem de dias em que as concentrações ultrapassaram o padrão e o nível de atenção em 2001 (médias de 1 hora) – Interior e Cubatão



As figuras 47 e 48 apresentam a evolução das concentrações médias anuais das máximas de ozônio (médias de 1 hora). Os dados são apresentados por estação amostradora, por não se observar uma tendência homogênea na região para o comportamento deste poluente.

Figura 47 – O₃ – Evolução das concentrações médias das máximas diárias – RMSP (médias de 1 hora)

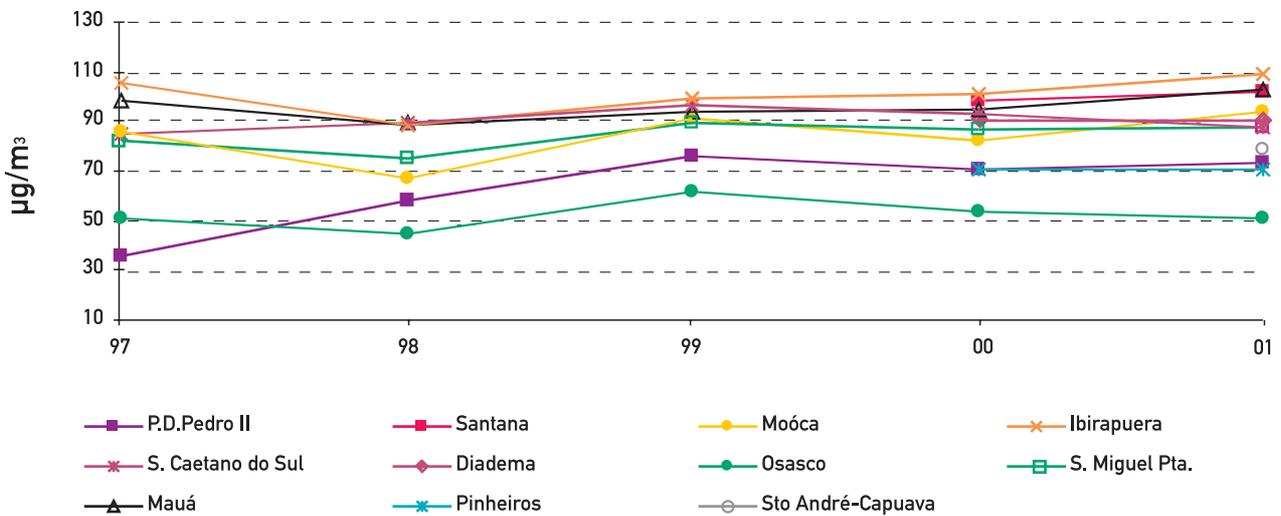
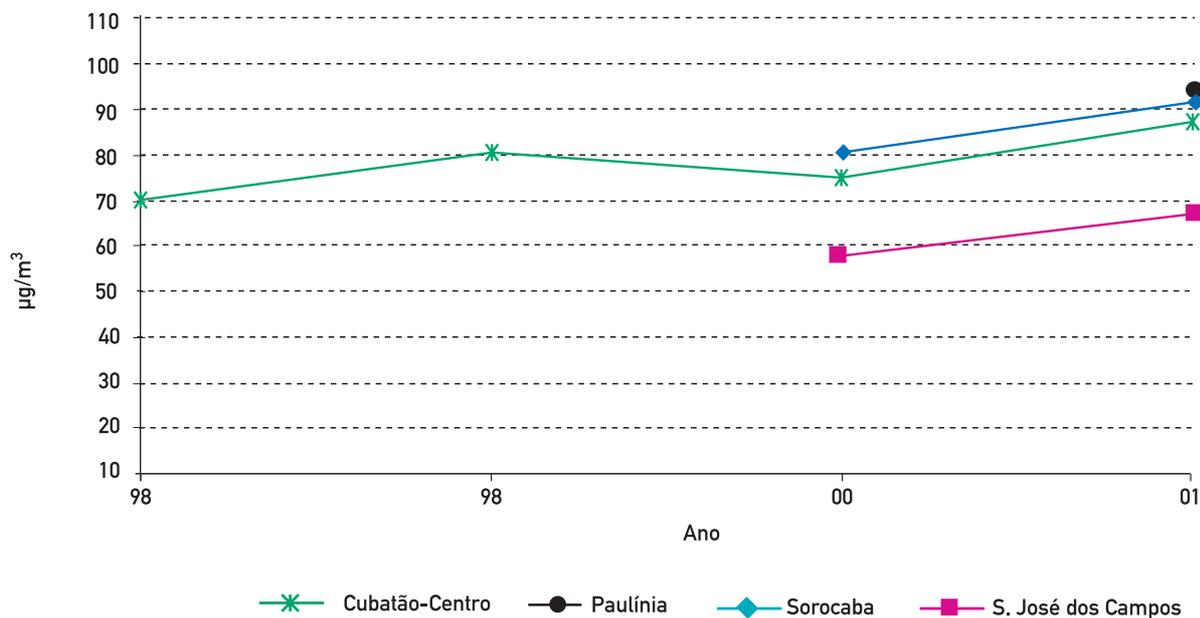


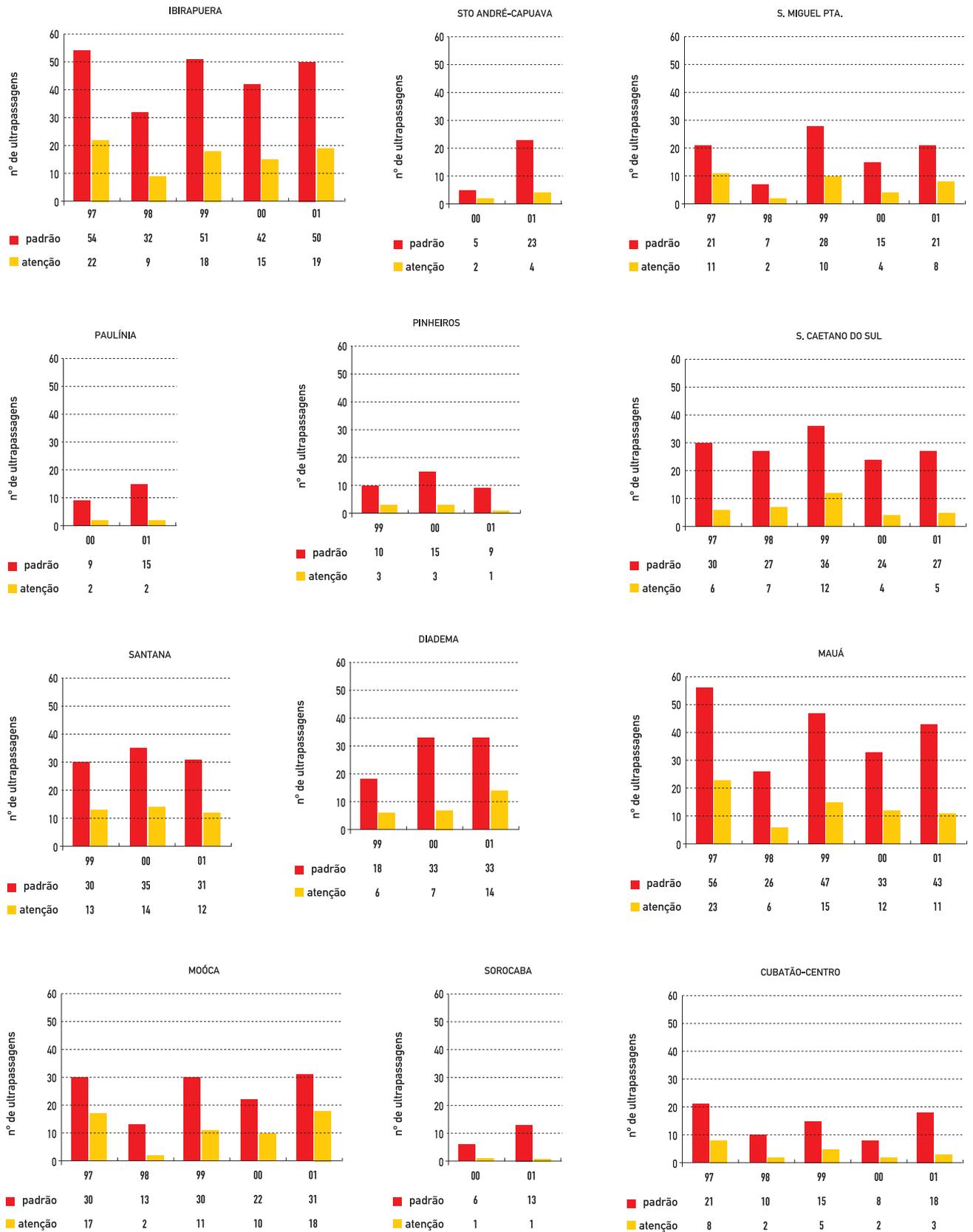
Figura 48 – O3 – Evolução das concentrações médias das máximas diárias– Interior e Cubatão (médias de 1 hora).



A figura 49 apresenta o número de ultrapassagens de O₃ na RMSP, separada por estação, de 1997 a 2001. Não se observa uma tendência clara nesses quatro anos reportados e as variações refletem, principalmente, condições meteorológicas distintas entre os anos.



Figura 49 – O₃ – Número de ultrapassagens do padrão por estação na RMSP, Cubatão e Interior – 1997 a 2001



Valores de referência para a proteção da vegetação

O ozônio, por seu caráter altamente oxidante, é capaz de modificar o equilíbrio ambiental de ecossistemas ou alterar a bioquímica das plantas. Pode, inclusive, afetar a produção agrícola, reduzindo a safra de forma discreta, mas economicamente significativa.

No que se refere aos valores de referência para proteção da vegetação, busca-se o conhecimento da dose mais baixa de ozônio capaz de produzir um efeito mensurável. O valor de $80\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$ de ozônio (aproximadamente 40ppb) é citado, por diversos autores, como aquele a partir do qual injúrias podem ocorrer nas plantas de clima temperado.

No desenvolvimento, na Europa, de uma abordagem de níveis críticos para proteger a vegetação da injúria por ozônio, tem sido aplicado o índice referente à exposição acumulada acima de 40ppb (AOT40). Tal índice é a soma de todos os valores horários que excedem 40ppb (por exemplo: o valor de 45ppb observado em uma hora, significa $\text{AOT40} = 5\text{ppb}$).

O conceito AOT40 é usado na Europa para mapear, geograficamente, áreas onde o ozônio ambiental excede níveis críticos. Esta abordagem é delineada para implementar estratégias de controle para reduções de emissões dos poluentes precursores de ozônio.

A Organização Mundial da Saúde indica a AOT40 de 3000ppb de ozônio (ou aproximadamente $6000\mu\text{g}/\text{m}^3$), acumulados durante o período de 3 meses, como valor de referência para proteção da produtividade agrícola e 200ppb, acumulados durante o período de 5 dias, como valor de referência para o aparecimento de injúrias visíveis em plantas sensíveis.

Por fim, ilustrativamente, há que se destacar a importância econômica dos efeitos do ozônio sobre a produtividade agrícola. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) estimou as perdas agrícolas, em 1998, de 2 a 3 bilhões de dólares, sem incluir prejuízos às florestas.

A medição do ozônio com vistas à proteção da Vegetação

As figuras abaixo apresentam os valores trimestrais acumulados de AOT40 durante o ano de 2001, nas diferentes estações medidoras de ozônio pertencentes à Rede Automática da CETESB, onde se destaca (linha negra) o valor de $6000\mu\text{g}/\text{m}^3$, que é equivalente a 3000ppb recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

A figura 50 apresenta os valores pertencentes àquelas estações que ultrapassaram pouca ou nenhuma vez, durante o ano de 2001, o valor de referência da OMS.

A figura 51 apresenta valores das estações que ultrapassaram o valor de referência da OMS destacando-se as estações de Mauá e Ibirapuera, que no trimestre de janeiro a março atingiram valores próximos a $20.000\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $15.000\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. As estações Santana, Moóca e Ibirapuera no período de setembro a novembro atingiram valores acima de $15.000\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figura 50 – O₃ – Valores trimestrais acumulados acima de 78,4µg/m³ (AOT40) nas estações que ultrapassaram pouca ou nenhuma vez o valor de referência da OMS (nov/2000 a dez/2001)

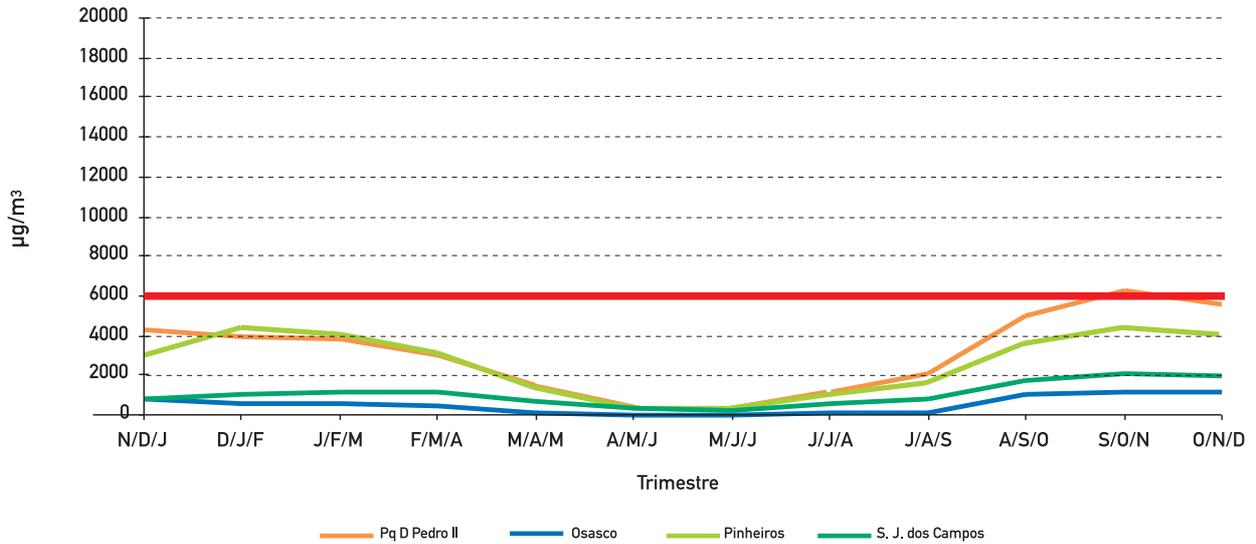
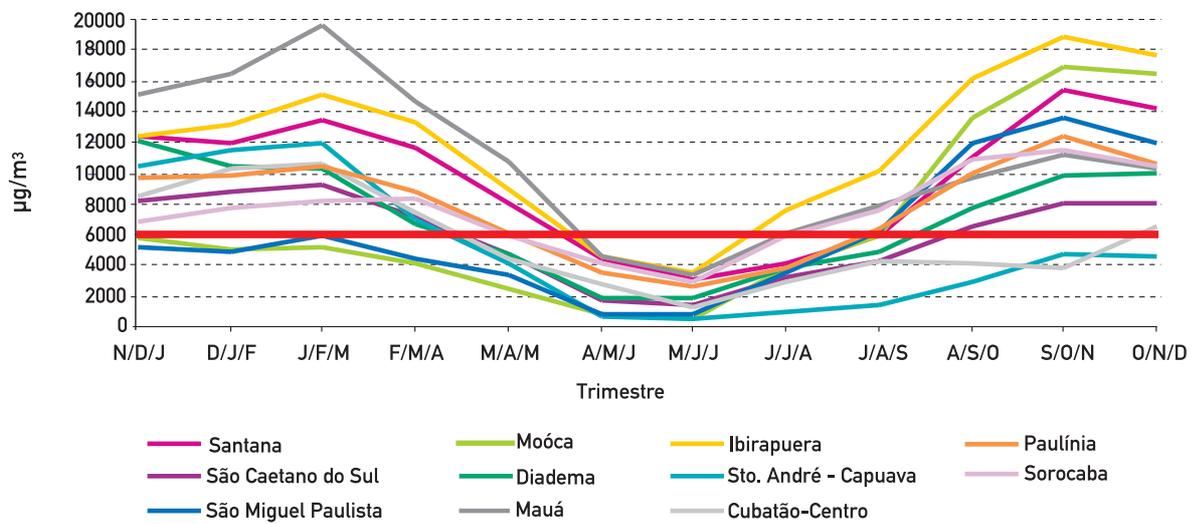


Figura 51 – O₃ – Valores trimestrais acumulados acima de 78,4mg/m³ (AOT40) nas estações que ultrapassaram o valor de referência da OMS (nov/2000 a dez/2001)

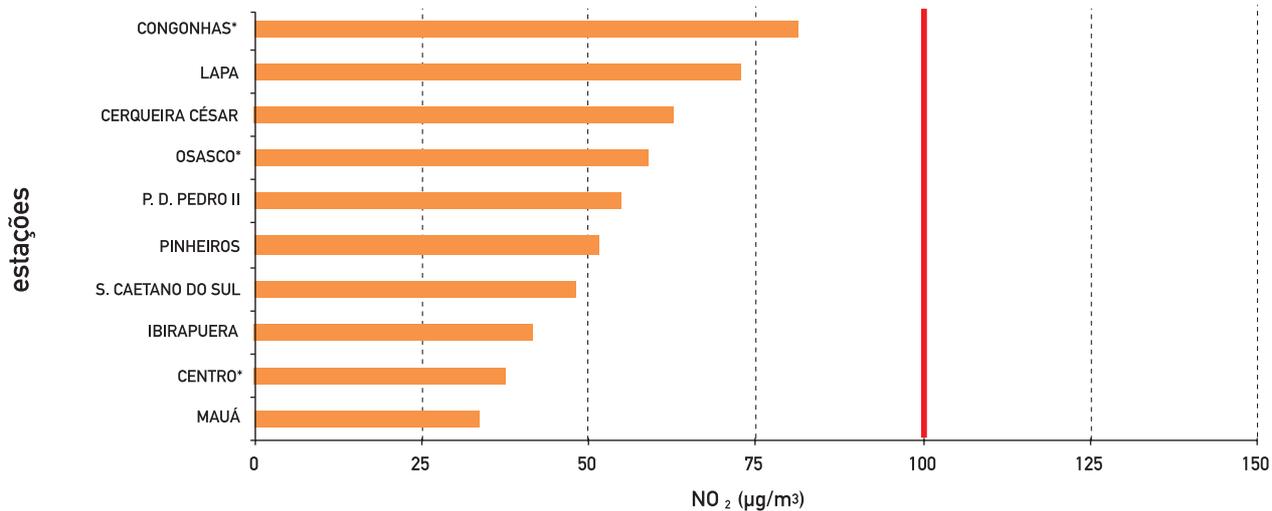


5.2.8 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

Exposição de longo prazo

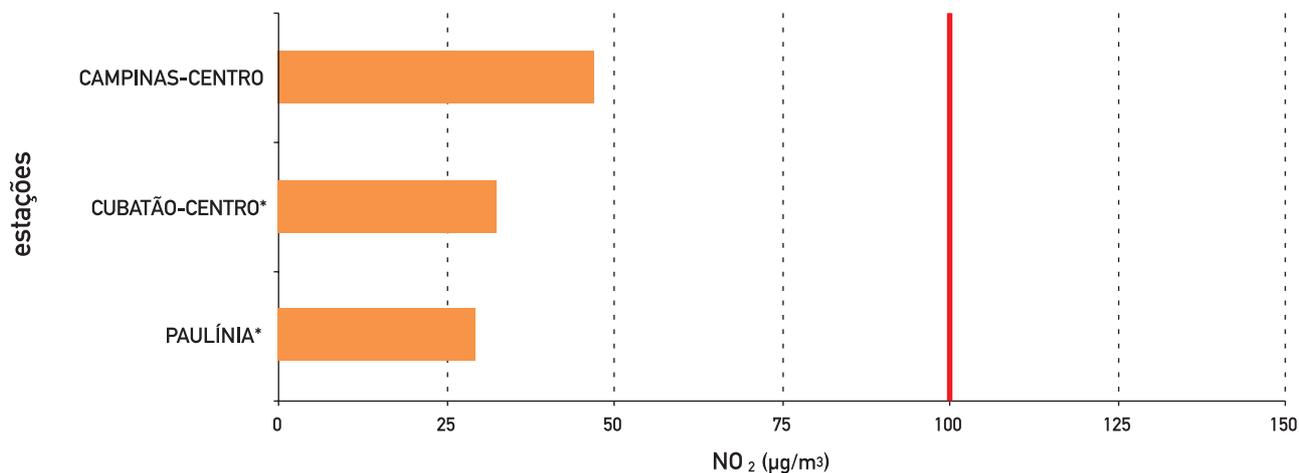
Em 2001, nenhuma das estações que monitoram o NO₂ apresentou ultrapassagem do padrão anual, como pode ser observado nas figuras 52 e 53.

Figura 52 – NO₂ – Médias aritméticas anuais na RMSP - 2001



* Não atendeu ao critério de representatividade

Figura 53 – NO₂ – Médias aritméticas anuais em Cubatão e Interior - 2001

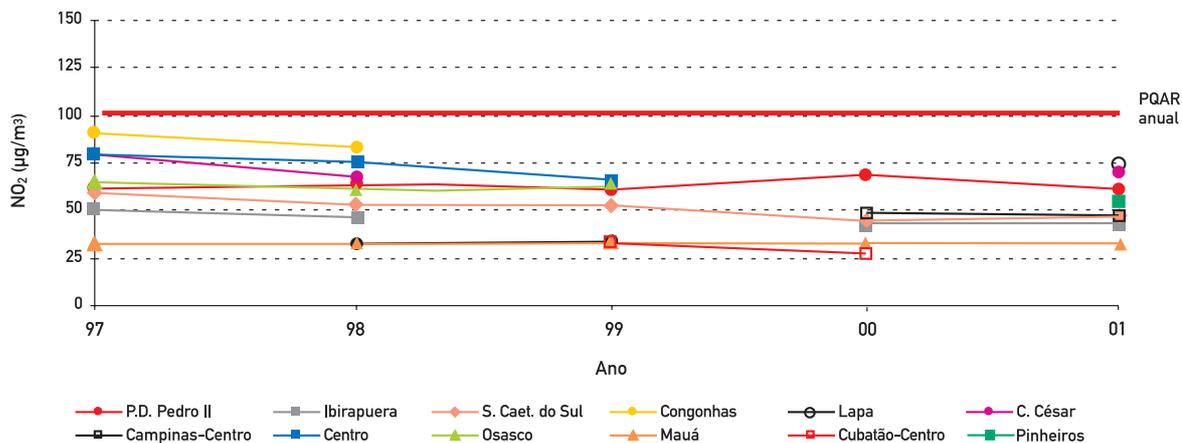


* Não atendeu ao critério de representatividade



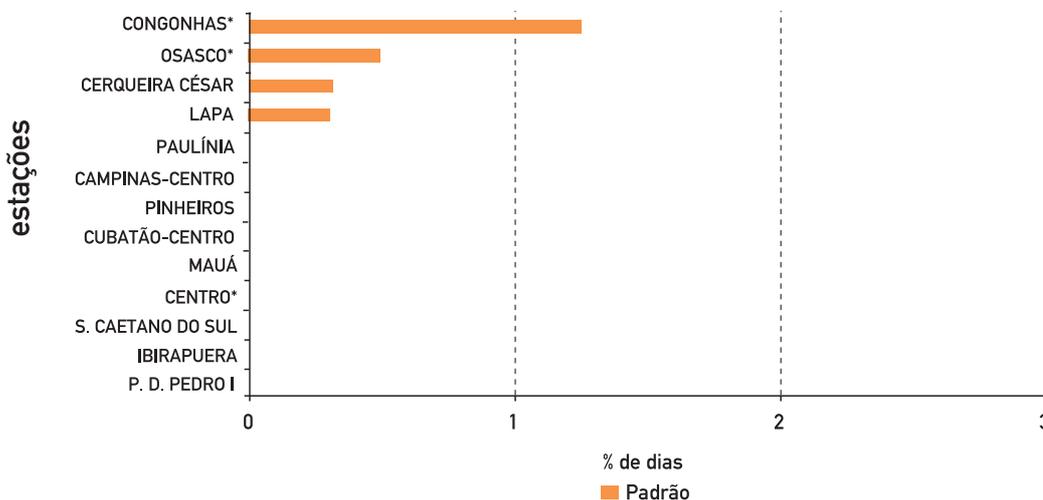
A figura 54 apresenta a evolução das concentrações médias de NO₂ nos últimos quatro anos, mostrando que nesse período não há uma tendência clara de redução ou elevação das concentrações desse poluente.

Figura 54 – NO₂ – Evolução das concentrações médias na RMSP, Cubatão e Interior
Exposição de curto prazo



Com relação ao padrão de 1 hora (320µg/m³), em 2001 houve ultrapassagens do padrão em quatro estações na RMSP (figura 55), destacando-se Congonhas com um valor máximo de 332µg/m³.

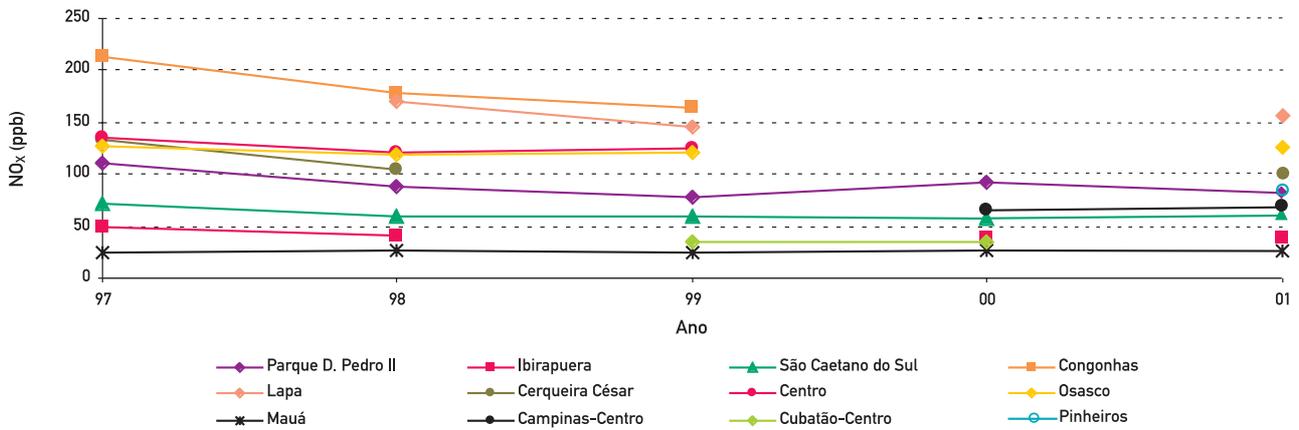
Figura 55 – NO₂ – Porcentagem de dias em que as concentrações ultrapassaram o padrão e o nível de atenção em 2001 – RMSP, Cubatão e Interior (médias de 1 hora)



* Não atendeu ao critério de representatividade

Apresentamos na figura 56 as médias anuais de NO_x (NO + NO₂) dos últimos cinco anos. Apesar de a medida de NO_x não possuir padrão legal, é importante pois auxilia na interpretação dos dados de qualidade, visto que a maior parte do NO é convertido em NO₂.

Figura 56 – NO_x – Evolução das concentrações médias na RMSP e Cubatão



Na figura acima observa-se que também no caso do NO_x é difícil identificar uma tendência clara das concentrações no período analisado.

O monóxido de nitrogênio (NO) não possui padrão legal de qualidade, porém é um poluente importante no ciclo fotoquímico de formação do ozônio. Na tabela 23 apresenta-se as concentrações de NO observadas no período das 7h às 9h, uma vez que é neste horário que as concentrações são normalmente mais elevadas.

Tabela 23 – Concentrações de monóxido de nitrogênio em 2001 (média das 7h às 9h) - Rede Automática

Estação	Média 7h às 9h µg/m ³	1ª Máx. 7h às 9h µg/m ³	2ª Máx. 7h às 9h µg/m ³
Lapa	250	895	888
Osasco*	228	513	467
Congonhas	166	902	806
Cerqueira César	137	625	482
Centro*	120	372	356
Pinheiros	120	1008	812
P. D. Pedro II	110	617	548
Campinas - Centro	92	204	184
São Caetano do Sul	75	593	535
Cubatão - Centro	67	194	173
Paulínia*	39	227	193
Ibirapuera	33	482	320
Mauá	27	290	236

* Não atendeu ao critério de representatividade



5.2.9 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.

São apresentados os monitoramentos dos hidrocarbonetos totais menos metano, aldeídos e as partículas inaláveis finas ($MP_{2,5}$).

Hidrocarbonetos totais menos metano

As concentrações médias das 7h às 9h de hidrocarbonetos totais menos metano, estão apresentadas na tabela 24. Embora não haja padrão legal para os hidrocarbonetos, a avaliação das concentrações, sobretudo no período da manhã, quando os níveis são mais elevados, é extremamente importante, uma vez que são precursores na formação do ozônio. Os dados desse período, assim como os de NO_x são importantes nos estudos que utilizam modelos matemáticos para ozônio.

Tabela 24 – Concentrações de hidrocarbonetos totais menos metano em 2001
(média das 7h às 9h)– Rede Automática

Estação	Média 7h às 9h ppmC	1ª Máx. 7h às 9h ppmC	2ª Máx. 7h às 9h ppmC
São Caetano do Sul	1,02	9,33	5,32
Cubatão - Centro	0,72	4,20	2,56
P. D. Pedro II	0,71	2,84	2,19
Paulínia*	0,27	1,51	1,41

*Não atendeu ao critério de representatividade

Partículas Inaláveis Finas ($MP_{2,5}$)

A distribuição do tamanho das partículas é ditada pelo processo que gera o aerossol. As partículas inaláveis podem ser classificadas como partículas inaláveis finas - $MP_{2,5}$ ($<2,5\mu m$) e partículas inaláveis grossas ($2,5\mu m$ a $10\mu m$). As partículas inaláveis grossas na atmosfera são, sobretudo, o resultado de processos mecânicos, operações de moagem e ressuspensão de poeira. Materiais geológicos tendem a dominar essa moda. As partículas inaláveis finas são, geralmente, emitidas por atividades tais como: combustão industrial e residencial, exaustão de veículos automotores, etc. As partículas finas também se formam na atmosfera a partir de gases como SO_2 , NO_x e compostos orgânicos voláteis, que são emitidos em atividades de combustão, transformando-se em partículas como resultado de reações químicas na atmosfera.

As partículas inaláveis finas penetram mais profundamente no trato respiratório, sendo que, as partículas menores que $0,5\mu m$ podem se depositar nos alvéolos pulmonares.

Estudos realizados na RMSP em 1987/1993/1997/2000 e 2001 mostram que a fração fina predomina no material particulado inalável (MP_{10}), correspondendo a cerca de 60% desse material.

A tabela 25 apresenta um resumo dos dados do monitoramento de $MP_{2,5}$ realizado nas estações de Cerqueira César, Pinheiros e São Caetano do Sul.

Tabela 25 – Resumo dos dados de MP_{2,5}

Estação	1999				2000				2001			
	N	Média µg/m ³	1ª Máx. µg/m ³	2ª Máx. µg/m ³	N	Média µg/m ³	1ª Máx. µg/m ³	2ª Máx. µg/m ³	N	Média µg/m ³	1ª Máx. µg/m ³	2ª Máx. µg/m ³
Cerqueira César	24	35*	119	91	58	24	65	60	67	23	56	51
Pinheiros ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	44	21	66	47
São Caetano do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	54	23	48	42

N = Nº de dados válidos

* Não atendeu ao critério de representatividade

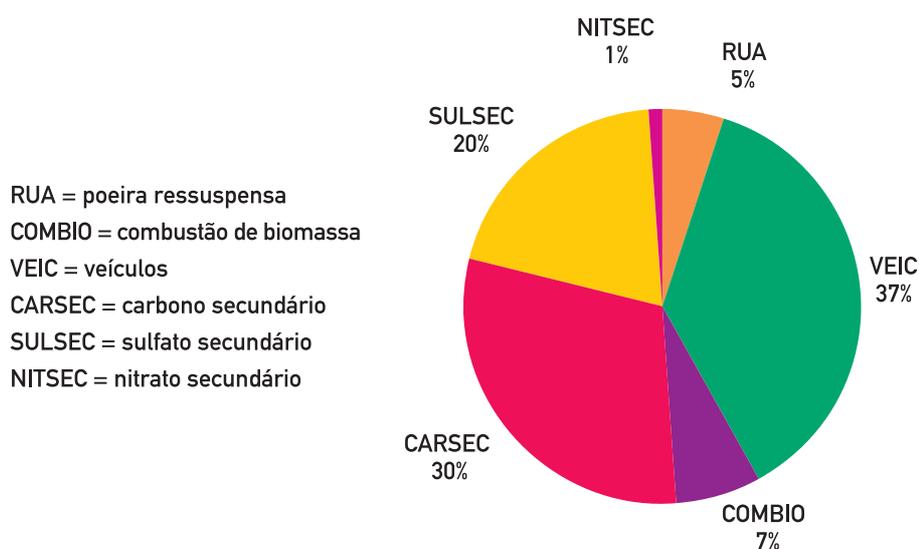
1- Início da operação em 07/03/01

Não existe na legislação nacional padrão para MP_{2,5}. Os valores propostos pela EPA-EUA são: a média aritmética das médias anuais (calculadas a partir das médias de 24 horas) dos últimos três anos consecutivos não pode ultrapassar 15µg/m³ e a média de três anos dos percentis 98 de cada ano não pode ultrapassar 65µg/m³ para nenhuma estação da região. Tais considerações são importantes quando da avaliação dos resultados obtidos. Assim, embora não tenham sido realizadas amostragens diárias e lembrando que os valores de padrão mencionados não foram, até o momento, implantados, observa-se que o valor proposto como padrão diário foi ultrapassado uma única vez (66µg/m³ em Pinheiros). Em 2001, as médias aritméticas anuais encontradas nos três locais de amostragem foram superiores ao valor do padrão proposto pela EPA-EUA.

O modelo receptor é uma técnica que permite, através de medidas de composição do aerossol e das fontes, que sejam estudadas as contribuições das diversas fontes na formação do material particulado.

A figura 57 apresenta o resultado do estudo de Modelo Receptor – Balanço Químico de Massa, realizado em 1996/1997 em Cerqueira César, onde são estimadas as contribuições das diversas fontes na formação do particulado.

Figura 57 – Resultado do Modelo Receptor – MP_{2,5} – Cerqueira César



Observa-se significativa a contribuição de emissão veicular (VEIC) na fração fina (37%).

O carbono secundário (CARSEC) corresponde a 30% da massa total de finos. Sabe-se pela literatura que grande parte do carbono secundário é proveniente de veículos, formando-se a partir de compostos orgânicos voláteis que são emitidos em atividades de combustão, e que se transformam em partículas como resultado de reações químicas no ar.

A contribuição dos sulfatos secundários (SULSEC) foi significativa nestas amostras, correspondendo a 20%. Estes aerossóis secundários se formam na atmosfera a partir do SO₂ emitido em atividades de combustão, como é o caso da queima de combustíveis em veículos automotores, sobretudo em veículos movidos a diesel e tem um efeito importante sobre a degradação da visibilidade.

Além destas emissões relacionadas às fontes de combustão mencionadas, mostra-se importante também a emissão de fontes aqui identificadas como combustão de biomassa (COMBIO) - 7% -. Essa fonte corresponde à emissões de chaminés de estabelecimentos comerciais, como: padarias, pizzarias, etc., que existem nas imediações da estação de amostragem e utilizam madeira como combustível, além de emissões de queima de vegetais, como grama, folhas, gravetos, etc.

Nesta fração observou-se, ainda, que o aporte de aerossóis provenientes de ressuspensão de poeira de rua (RUA) não foi muito significativo, correspondendo a 5%.

Aldeídos

Medições de aldeídos foram feitas na RMSP em 1981, 1985, 1990, 1993 e 1997. Nos estudos de 1981 e 1985, 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 26, são apresentados 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 26 – 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	
	Formaldeído	Acetaldeído	Formaldeído	Acetaldeído	Formaldeído	Acetaldeído	Formaldeído	Acetaldeído
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

5.2.10 Estudos Especiais

Desenvolvimento de Tecnologia para Previsão de Ozônio na Baixa Atmosfera.

Os processos químicos e físicos responsáveis pelas concentrações de ozônio na atmosfera são bastante complexos, e portanto de difícil simulação, mesmo em modelos fotoquímicos e de transporte mais complexos. Na Região Metropolitana de São Paulo, as características climáticas e a diversidade de fontes de precursores do ozônio, em especial a grande frota de veículos automotores, dificultam a implantação de modelos para previsão. Tal dificuldade, pode ser em parte contornada pela aplicação de modelos baseados em Redes Neurais, que apresentam grande capacidade de simular o comportamento por um processo de “aprendizado”. Para o ajuste dos modelos matemáticos estão sendo utilizados dados de concentrações de poluentes da atmosfera e meteorológicos das estações medidoras da Rede Telemétrica da CETESB. O trabalho está sendo desenvolvido em parceria com a Escola Politécnica da USP, com recursos da FAPESP. A análise estatística foi concluída e os técnicos estão testando a Rede Neural, propriamente dita.

5.2.11 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 2001, podemos destacar as atividades:

Diagnóstico e novas formas de gerenciamento ambiental para a Região de Paulínia – Relatório Parcial – dez/2001

O município de Paulínia pertence a região de Campinas, que é considerada a segunda maior em termos de desenvolvimento econômico e densidade demográfica no Estado de São Paulo, e caracteriza-se pelo número significativo de indústrias químicas e petroquímicas. Por ser uma área que apresenta alto potencial de atração de novas indústrias é necessário o seu planejamento ambiental de forma mais abrangente. Para tanto, foi criado na Secretaria de Meio Ambiente um projeto para avaliar a capacidade de suporte da região e subsidiar um novo modelo de gestão ambiental para avaliação do impacto de novos empreendimentos industriais, baseado em indicadores para os recursos ambientais ar, água, solo, água subterrânea e vegetação. Com relação ao módulo ar, até o final do projeto é previsto o diagnóstico da qualidade do ar resultante dos empreendimentos já instalados e a implantação de modelos matemáticos de dispersão de poluentes no suporte ao gerenciamento ambiental. Até o final de 2001, foram realizadas as seguintes atividades: consolidação do inventário de emissões da maioria das fontes industriais e veiculares, diagnóstico da qualidade do ar a partir de estudos desenvolvidos desde a década de 80; aquisição de dados meteorológicos e identificação dos aspectos climáticos da região; implantação do Sistema Integrado de Gestão da Poluição do Ar – SIGPAR.

Adquirido pela CETESB, o SIGPAR é um sistema computacional que integra informações relativas à poluição do ar, o qual permite o armazenamento geograficamente referenciado de dados de qualidade ambiental, meteorológicos e de emissões industriais, a elaboração de análises estatísticas e a modelagem matemática da dispersão de poluentes. Embora tenham sido coletadas e analisadas amostras de fontes de emissão e de ar ambiente, a calibração do modelo de dispersão ainda demanda um aperfeiçoamento dos dados inventariados de emissão de poluentes atmosféricos, o que deverá ser realizado em 2002.



Com relação aos poluentes monitorados pela estação automática constatou-se que dióxido de enxofre, monóxido de carbono e dióxido de nitrogênio apresentaram suas concentrações sempre abaixo dos padrões legais em todos os períodos de medição. As análises de material particulado foram realizadas por diversas metodologias que constataram níveis elevados de partículas totais em suspensão e de fumaça, inclusive com algumas ultrapassagens de padrão. As partículas inaláveis apresentaram um quadro diferenciado, visto que, entre julho de 1999 e novembro de 2000 foram registradas 10 ultrapassagens do padrão. O ozônio é o poluente de maior preocupação, uma vez que em todas as campanhas de amostragens da qualidade do ar e, mais recentemente, através do monitoramento contínuo, freqüentemente foram registradas concentrações superiores ao padrão legal ($160\mu\text{g}/\text{m}^3$), chegando a atingir valores tão altos quanto $284\mu\text{g}/\text{m}^3$, bem acima do nível de atenção ($200\mu\text{g}/\text{m}^3$). Em 2001, foram registradas 15 ultrapassagens do padrão, sendo 2 delas superiores ao nível de atenção.

Avaliação de Partículas Totais em Suspensão na Atmosfera do Município de Cordeirópolis

No município de Cordeirópolis, estão instaladas diversas indústrias de pisos cerâmicos cujas atividades provocam a emissão de material particulado para a atmosfera, por exemplo nas operações com argila em pátios externos de secagem, em setores de beneficiamento, carga e descarga e transporte.

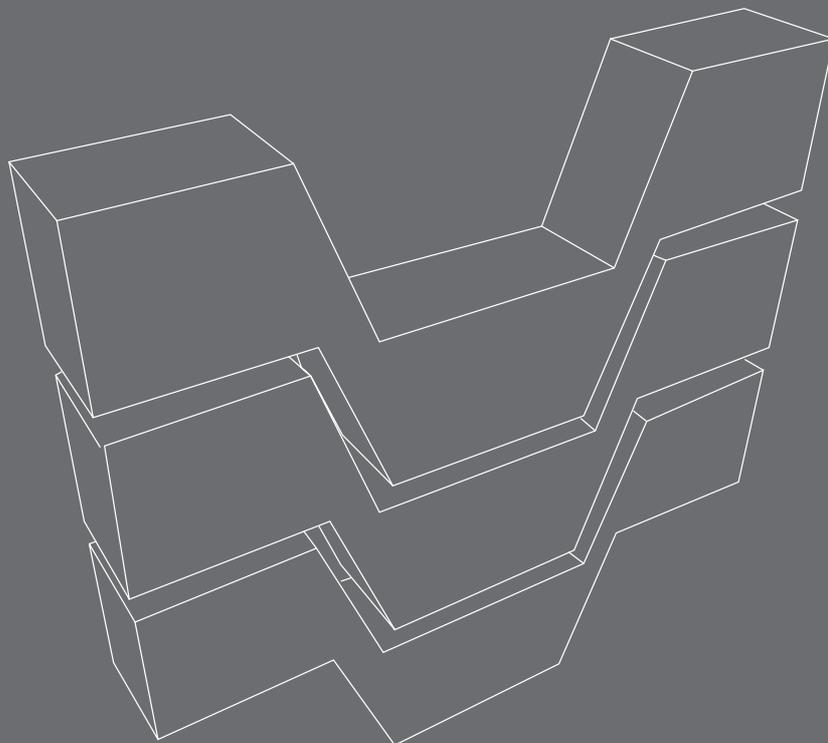
No período de agosto de 1998 a dezembro foi realizado o monitoramento de partículas totais em suspensão (PTS) na atmosfera da região, empregando-se Amostrador de Grandes Volumes.

Os resultados mostraram que houve ultrapassagem do padrão anual de qualidade do ar ($80\mu\text{g}/\text{m}^3$, média geométrica) em 1999 ($88\mu\text{g}/\text{m}^3$) e em 2000 ($86\mu\text{g}/\text{m}^3$). Quanto às medições de 24 horas, embora o padrão primário não tenha sido ultrapassado, e considerando-se que as amostragens foram realizadas uma vez a cada 6 dias, os valores diários máximos encontrados estiveram próximos deste valor, mostrando indícios de deterioração da qualidade do ar na região.

Avaliação de Fluoretos Gasosos na Atmosfera de Cubatão

Com o objetivo de verificar os níveis de fluoretos na atmosfera da região de Cubatão, realizou-se o monitoramento da qualidade do ar no período de 14 de agosto a 25 de setembro de 2000. Para tanto, utilizaram-se plantas bioindicadoras de fluoretos, expondo-se indivíduos reconhecidamente sensíveis ao poluente em questão e coletando-se amostras de vegetais nativos, bem representativos na região, paralelamente, expondo-se placas para medições de taxas de fluoretos. Os locais de amostragem compreenderam o Vale dos Pilões, Caminho do Mar, Vila Parisi e Vale do Mogi.

Foram observados valores de taxas bastante elevados na estação Vila Parisi e, principalmente, no Vale do Mogi. As concentrações de fluoretos encontradas nas plantas por análise foliar, tanto no que se refere ao monitoramento ativo como passivo, indicaram um alto nível de contaminação por fluoretos na atmosfera da região, destacando-se o Vale do Mogi, onde os valores encontrados foram muito elevados. Na Vila Parisi, os valores encontrados nas análises foliares também se mostraram bem altos, indicando a presença de uma grande quantidade do poluente nesta região.



6 Controle da poluição do ar

6.1 Fontes Estacionárias

Programas de controle na RMSP

Para manter as concentrações ambientais com a mesma tendência de baixa, no caso das partículas totais em suspensão e de dióxido de enxofre, a CETESB mantém na RMSP alguns programas de controle, tomando por base ações preventivas e corretivas, cuja execução está a cargo das Agências Ambientais de Guarulhos, Osasco, Ipiranga, 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 consideradas em não atendimento 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 desse 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 autuados pela CETESB para, dentro de um período de cinco anos, adequarem-se aos requisitos formulados. Atualmente, apesar do atendimento por parte das



indústrias aos requisitos de controle, persistem violações do padrão de qualidade do ar para particulados em alguns pontos da RMSP. Estudos realizados apontam significativa influência dos veículos automotores nessas 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 e seleciona reclamações da população de casos de poluição e encaminha para verificação/controle por parte das áreas técnicas. Em 2001, em todo o Estado de São Paulo, foram registradas 18.425 reclamações, sendo 7.289 novas.

Controle para dióxido de enxofre

O início do problema de poluição do ar por dióxido de enxofre (SO_2) na RMSP teve origem no 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 o 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 20kg de SO_2 por tonelada de óleo queimado para fontes novas e 40kg 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 dentro da RMSP, atendem ao padrão de qualidade do ar para dióxido de enxofre.

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, especificavam-se equipamentos, instalações e procedimentos de produção para que cada fonte atendesse aos padrões estabelecidos (ver tabela 27). 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 27 - Padrão de emissão para processos industriais de Cubatão.

POLUENTE	PADRÃO DE EMISSÃO (valores típicos)
Material Particulado	75mg/Nm ³ (base seca)
Fluoretos Totais ¹	0,10kgF/t P ₂ O ₅ (alimentado no processo)
Fluoretos Totais ²	0,03kgF/t P ₂ O ₅ (alimentado no processo)
Amônia Total ³	0,02kg/t (de fertilizante produzido)
Óxido de Nitrogênio ⁴	250ppm

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, basicamente, com amparo da Lei 997/76 e seu Regulamento aprovado pelo Decreto 8468/76 e suas alterações, 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

O Brasil, como todo país em desenvolvimento, apresenta um crescimento explosivo de suas regiões metropolitanas. O Estado de São Paulo enfrenta uma situação particularmente preocupante por deter aproximadamente 40% da frota automotiva do país. Segundo dados da PRODESP, a frota motorizada no Estado de São Paulo, em dezembro de 2001, é de aproximadamente 13,2 milhões de veículos. A frota da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) representa cerca de 7 milhões de veículos. A frota de veículos do ciclo Diesel (caminhões, ônibus, microônibus, caminhonetes e vans), no Estado de São Paulo, é composta por 988,5 mil veículos e na RMSP por 419,4 mil veículos.

Nas áreas metropolitanas, o problema da poluição do ar tem-se constituído numa das mais graves ameaças à qualidade de vida de seus habitantes. As emissões causadas por veículos carregam diversas substâncias tóxicas que, em contato com o sistema respiratório, podem produzir vários efeitos negativos sobre a saúde. Essa emissão é composta de gases como: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SO_x), material particulado (MP), etc.

Em 1979, iniciou-se o Programa Nacional do Álcool – PROALCOOL e 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. A partir da metade da década de 70, 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, visto que essa era a realidade dos últimos anos e não havia perspectiva de alteração da mesma. Essa proporção foi ratificada pela Lei Federal 8723, de outubro de 1993. Entretanto, em 1990, devido à 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 a etanol. Essa mistura obedeceu à determinação da CETESB, que por meio 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.

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, posteriormente complementada por outras Resoluções CONAMA. A Lei Federal nº 8723 de 28 de outubro de 93 (republicada no Diário Oficial da União por incorreções em 29 de outubro de 1993) definiu os limites de emissão para veículos leves e pesados resumidos nas tabelas 28, 29 e 30.

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 as exigências legais, o que resultou na obtenção de redução média da ordem de 93% na emissão de poluentes dos veículos leves novos de 2001, em relação ao início do programa. Os veículos leves foram considerados prioritários pelo PROCONVE, devido a sua grande quantidade e intensa utilização, que os caracterizaram como o maior problema a ser enfrentado.

Atualmente, discutem-se juntamente com as montadoras e os refinadores de petróleo, os avanços do PROCONVE, para o estabelecimento de novas fases do controle de veículos automotores. O cronograma de implantação, com limites progressivamente mais restritivos, em suas diversas fases, está previsto até 2011. Os avanços do PROCONVE abrangem veículos leves e pesados, tanto os do ciclo Diesel como os do ciclo Otto.

Tabela 28 - Limites máximos de emissão para veículos leves novos¹

ANO	CO (g/km)	HC (g/km)	NO _x (g/km)	RCHO ² (g/km)	MP ³ (g/km)	EVAP. ⁴ (g/teste) ⁵	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 (US-FTP75).

2 - Apenas para veículos do ciclo Otto. Aldeídos totais detectados pelo método DNPH.

3 - Apenas para veículos do ciclo Diesel.

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

5 - Expresso como propano quando o combustível for gasolina C ou corrigido como etanol para veículos a álcool.

6 - Apenas para veículos leves não derivados de automóveis.

Tabela 29 - Limites máximos de emissão para veículos leves comerciais novos¹

Data Efetivação	M.T.M (kg) ²	M.V.E (kg) ³	Ciclo Teste	Limites das emissões (g/km)					CO ⁶ Marcha Lenta %	Cárter	Evap. ⁷ (g/teste)
				CO	HC	NO _x	RCHO ⁴	MP ⁵			
01/01/1998	–	≤1700	FTP 75	2,0	0,3	0,6	0,03	0,12	0,5	nula	6,0
01/01/1998	–	>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 - RCHO = total de formaldeído e acetaldeído, apenas para veículos do ciclo Otto

5 - Apenas para veículos do ciclo Diesel

6 - Apenas para veículos do ciclo Otto

7 - Apenas para veículos do ciclo Otto, exceto para os movidos a gás natural veicular

8 - procedimento opcional, válido apenas para veículos do 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 30 - Limites de emissão para veículos pesados novos¹

TIPO DE EMISSÃO	DATA DE VIGÊNCIA	APLICAÇÃO	k ² FUMAÇA	LIMITES DE EMISSÃO g/kWh			
				CO	HC	NO _x	PARTÍCULAS
E S C A P A M E N T O	01/10/87	Ônibus urbanos diesel	2,5	-	-	-	-
	01/01/89	Todos os veículos diesel		4,9	1,23	9,0	0,7/0,4 ³
	01/01/94	Todos os veículos importados ⁵					
	01/03/94	80% dos ônibus urbanos nacionais ⁵		11,2	2,45	14,4	-
		20% dos ônibus urbanos e					
	01/01/96	80% dos demais veículos diesel nacionais		4,9	1,23	9,0	0,7/0,4 ³
		20% dos veículos nacionais ⁵					
	01/01/98	80% dos veículos nacionais ⁵		4,0 ⁴	1,10 ⁴	7,0 ⁴	0,25/0,15 ⁴
		20% dos ônibus urbanos nacionais ⁵					
	01/01/00	80% dos veículos importados ⁵		4,9	1,23	9,0	0,7/0,4 ³
20% dos veículos nacionais ⁵							
01/01/02	Todos os veículos ⁵	4,0 ⁴	1,10 ⁴	7,0 ⁴	0,15 ⁴		
C Á R T E R	01/01/88	Ônibus urbanos diesel	Emissão nula em qualquer condição de operação do motor				
01/01/89	Todos os veículos Otto						
01/07/89	Todos os veículos diesel de aspiração natural						
01/01/93	Todos os veículos diesel turboalimentados	Emissão nula em qualquer condição de operação do motor ou incorporada à emissão de HC do escapamento					
01/01/96	Todos os veículos diesel turboalimentados	Emissão nula em qualquer condição de operação do motor ⁴					

1 - medição de acordo com a Norma NBR 14489

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

5 - Veículos dos ciclos Otto e Diesel

A tabela 30 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. O termo "Gasolina C" caracteriza a gasolina com 22% de álcool, que é o combustível adequado aos veículos fabricados a partir de 1982.



Tabela 31 – Fatores médios de emissão de veículos leves novos¹

ANO MODELO	COMBUSTÍVEL	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	RCHO (g/km)	EMIÇÃO EVAPORATIVA DE COMBUSTÍVEL (g/teste)
PRÉ - 1980	Gasolina	54,0	4,7	1,2	0,05	nd
1980-1983	Gasolina C	33,0	3,0	1,4	0,05	nd
	Álcool	18,0	1,6	1,0	0,16	nd
1984- 1985	Gasolina C	28,0	2,4	1,6	0,05	23
	Álcool	16,9	1,6	1,2	0,18	10
1986 - 1987	Gasolina C	22,0	2,0	1,9	0,04	23
	Álcool	16,0	1,6	1,8	0,11	10
1988	Gasolina C	18,5	1,7	1,8	0,04	23
	Álcool	13,3	1,7	1,4	0,11	10
1989	Gasolina C	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%)
1990	Gasolina C	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%)
1991	Gasolina C	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%)
1992	Gasolina C	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%)
1993	Gasolina C	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%)
1994	Gasolina C	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%)
1995	Gasolina C	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%)
1996	Gasolina C	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%)
1997	Gasolina C	1,2 (-96%)	0,2 (-92%)	0,3 (-84%)	0,007 (-86%)	1,0 (-96%)
	Álcool	0,9 (-95%)	0,3 (-84%)	0,3 (-75%)	0,012 (-93%)	1,1 (-82%)
1998	Gasolina C	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%)
1999	Gasolina C	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%)
2000	Gasolina C	0,73 (-97%)	0,13 (-95%)	0,21 (-87%)	0,004 (-92%)	0,73 (-97%)
	Álcool	0,63 (-96%)	0,18 (-89%)	0,21 (-83%)	0,014(-92%)	1,35 (-87%)
2001	Gasolina C	0,48 (-98%)	0,11 (-95%)	0,14 (-91%)	0,004 (-92%)	0,68 (-97%)
	Álcool	0,66 (-96%)	0,15 (-91%)	0,08 (-93%)	0,017 (-91%)	1,31 (-87%)

1 - médias ponderadas de cada ano-modelo pelo volume de produção

nd - não disponível

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

Gasolina C - 78% gasolina + 22% álcool anidro (v/v)

RCHO - formaldeído + acetaldeído



O PROCONVE considera a qualidade do combustível e 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 combustível de elevada qualidade sob o ponto de vista ambiental e nos colocou como pioneiros na utilização em larga escala na adição de compostos oxigenados à gasolina e no uso de combustíveis renováveis. 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 Gasolina C, 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 do aditivo a base de chumbo, totalmente retirado do combustível nacional desde 1991. Além disso, a adição de etanol à gasolina trouxe imediatamente reduções da ordem de 50% na emissão de CO da frota antiga dos veículos.

Há uma tendência mundial para a adição de alguns compostos oxigenados à gasolina, visando a redução do impacto poluidor. A experiência internacional nesse 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.

Novos Programas de Controle

A ação das diretrizes do PROCONVE sobre a frota de veículos de quatro rodas que circula na RMSP, tem propiciado ganhos ambientais notáveis nesta região de interesse pois, embora a frota de automóveis, ônibus e caminhões tenha crescido de forma surpreendente nos últimos anos, a qualidade do ar não tem sido prejudicada e os períodos de inverno mais recentes passaram sem a ocorrência de episódios críticos de poluição do ar causados por fontes móveis.

Vencido este primeiro desafio, a atenção está voltada ao segmento emergente das motocicletas e veículos similares, cuja frota na RMSP vem crescendo de forma notável nos últimos anos e seu perfil de utilização, predominante no segmento econômico de prestação de serviços de entregas em regiões urbanas. Sendo assim, tornou-se necessário o estabelecimento de um programa específico para o controle das emissões desses veículos, tendo em vista os elevados fatores de emissão dos mesmos em relação aos dos automóveis novos.

Assim, a CETESB elaborou, juntamente com as montadoras, uma proposta para o controle otimizado dessa categoria de fontes móveis, com o estabelecimento de um Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares - PROMOT, com datas e metas pré estabelecidas. Esta proposta foi baseada nas legislações vigentes na Europa, principalmente na Diretiva das Comunidades Européias nº 97/24/EC, sendo os primeiros limites de emissão propostos para vigorar a partir de 01 de janeiro de 2003, (limites EURO I) considerando que o atual estágio tecnológico da indústria nacional possibilita o atendimento desta meta de controle.

A proposta prevê, a partir de janeiro de 2005, uma redução significativa nas emissões (limites EURO II), contudo, concedeu-se um período de tempo suficiente para o aprimoramento tecnológico dos veículos, dada a necessidade de transferir sistemas de controle utilizados no exterior, para os veículos nacionais.



Novo Laboratório de Veículos

A CETESB, agente técnico do IBAMA, com recursos advindos da contrapartida ambiental do Projeto PITU – Programa Integrado de Transportes Urbanos, gerenciado pelo Governo do Estado de São Paulo, realizou a concorrência para aquisição e montagem de um novo laboratório de emissões veiculares com a finalidade de se capacitar para realizar ensaios de emissão para a homologação de veículos e motores comercializados no Brasil. Esse laboratório permitirá ensaiar motocicletas, veículos e motores do ciclo Otto e do ciclo Diesel, movidos a gás, gasolina, etanol e óleo diesel.

Combustíveis - Histórico e Perspectivas

Em 1979, iniciou-se o Programa Nacional do Álcool – PROALCOOL e a partir de então, ocorreram novas e importantes modificações na composição 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 a etanol. A porcentagem de 22% de etanol em volume de gasolina foi adotada pelo CONAMA em 1990, por recomendação do setor energético.

Em 1998, o Governo Federal, com a Medida Provisória nº 1662-3, de 25 de agosto, elevou o teor de álcool etílico anidro na gasolina para 24% em volume. Essa 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 e sensores de oxigênio, são dotados de sistema de auto compensação da relação ar/combustível para variações dessa ordem de etanol.

Os novos limites de emissão a serem cumpridos pelas montadoras exigem adequação dos combustíveis, por essa razão, se discute atualmente com a ANP - Agencia Nacional do Petróleo, os refinadores de petróleo e as montadoras de veículos, as especificações mínimas necessárias ao atendimento dos requisitos ambientais. O cronograma de implantação das especificações dos combustíveis está incluído na nova fase do PROCONVE e do PROMOT, de forma a permitir o uso de tecnologias capazes de atender às exigências ambientais, com melhora significativa na emissão de material particulado por caminhões e ônibus com motores do ciclo Diesel.

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

A fuligem (partículas sólidas e líquidas), sob a denominação geral de material particulado (MP), devido ao seu pequeno tamanho se mantém suspensa na atmosfera e pode penetrar nas defesas do organismo, atingir os alvéolos pulmonares e ocasionar mal estar, irritação dos olhos, garganta, pele, dor de cabeça, enjôo, asma, bronquite e, potencialmente, câncer, conforme manifestação da OMS.

Outro fator a ser considerado é que essas emissões causam grande incômodo aos pedestres próximos às vias de tráfego. No caso da fuligem (fumaça preta), a coloração intensa e o profundo mau cheiro desta emissão causa de imediato uma atitude de repulsa e pode ainda ocasionar diminuição da segurança e aumento de acidentes de trânsito pela redução da visibilidade.

A CETESB, na qualidade de órgão delegado do Governo do Estado de São Paulo, para controle e preservação do Meio Ambiente, desde a década de 70 trabalha pela melhoria da qualidade ambiental e conseqüente melhoria da qualidade de vida, pois o problema da poluição do ar tem-se constituído numa das mais graves ameaças à qualidade de vida de seus habitantes.

Em função disto, desenvolve rotineiramente, a fiscalização da emissão excessiva de fumaça preta, oriunda dos veículos automotores a óleo diesel. Durante os meses de inverno (maio à setembro), devido à dificuldade de dispersão de poluentes na atmosfera, essa fiscalização é intensificada pela Operação Caça-Fumaça. Nessa operação, os agentes credenciados e capacitados para a atividade de fiscalização realizam o controle repressivo da poluição por emissão veicular de fumaça



preta com grau de enegrecimento superior aos padrões normativos, de acordo com o Decreto Estadual nº 8.468/76, em seu artigo 32.

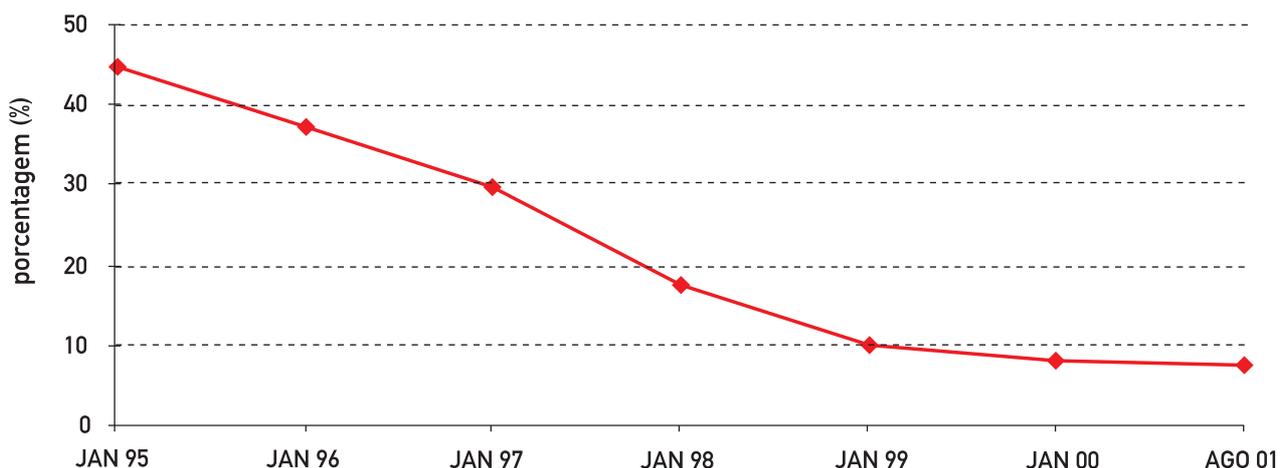
Além do controle repressivo, a CETESB desenvolve outros trabalhos de caráter preventivo, como por exemplo:

- orientação aos proprietários/operadores de veículos automotores a óleo diesel e/ou os diversos sindicatos a que se relacionam, alertando-os de que, a emissão de poluentes na atmosfera, principalmente nas ocasiões em que as condições meteorológicas são desfavoráveis à dispersão de poluentes, propicia o agravamento da poluição do ar e de suas conseqüências indesejáveis – como o aumento da incidência de doenças respiratórias –, donde é imprescindível que os cuidados com a manutenção do motor e regulagem dos respectivos dispositivos que influenciam a queima do combustível sejam redobrados, para minimizar a emissão de fumaça preta superior aos padrões normativos;

- a busca da capacitação técnica e desenvolvimento de rotinas de gestão ambiental e auto-fiscalização, envolvendo o segmento de transporte de passageiros e cargas que, por meio de Protocolos de Intenções (procedimento consensuado de controle preventivo das diversas formas de poluição veicular), visam a implantação de “Programa de Gestão Ambiental e Auto-fiscalização”, onde a CETESB “fornecerá todos os subsídios necessários” - “no sentido de orientar, dar treinamento, apoiar as ações adotadas pelas empresas, de modo a atender ao seu objetivo e auditará o processo de auto fiscalização” - e, por outro lado, as empresas “farão o diagnóstico técnico de suas frotas de veículos, procedendo aos reparos necessários e realizando a auto-fiscalização do índice de fumaça como parte do plano de manutenção preventiva, para assegurar a redução da emissão de poluentes, conforme a legislação vigente”.

De todo esse esforço, obtivemos significativa melhora na frota diesel em circulação, com o índice de veículos desregulados caindo da ordem de 45% (1995) para 7,6% (agosto/2001) – figura 58. Essa redução teve repercussão nos níveis de fumaça preta, conforme figura 28 que mostra a tendência de queda nos últimos anos.

Figura 58 – Índice de desconformidade da frota circulante – veículos diesel



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 nessas 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, segundo dados internacionais, 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.

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

As ações Governamentais para a redução da poluição causada pelo Sistema de Transportes, passa por diversas ações como:

- articulação do planejamento de uso e ocupação do solo e melhoria do sistema viário;
- melhoria do sistema de transportes;
- redução das emissões de veículos automotores;
- melhoria dos sistemas de circulação e fiscalização do tráfego;
- melhoria da qualidade dos combustíveis e alternativas energéticas de baixo potencial poluidor;
- instrumentos econômicos e fiscais;
- desenvolvimento social.

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 aumentam muito a emissão de cada veículo.

De uma forma geral, devemos trabalhar em busca do factível. Desta forma, devemos incentivar a produção e o uso de veículos movidos por energia com menor potencial poluidor (energia elétrica, gás natural, álcool etc.), especialmente aqueles a serem aplicados nos sistemas de transporte coletivo, bem como, promover ainda a antecipação da produção de óleo diesel de melhor qualidade, especialmente no que se refere à redução do teor de enxofre e outras características relacionadas com a formação de fumaça preta e de precursores da formação de ozônio.

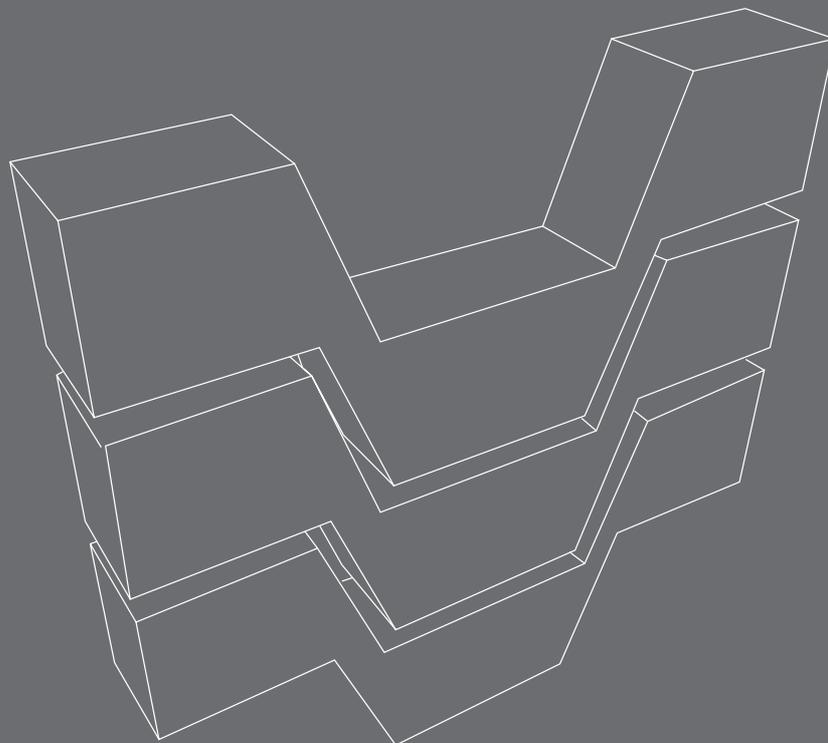
A experiência tem demonstrado que não existem fórmulas para a solução destes problemas de grande complexidade, que variam em perfil e severidade, conforme o caso e a região, de acordo com as suas características específicas. As soluções podem ser muito dispendiosas para a sociedade se as medidas não 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 nos níveis 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.





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. In: 16º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 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. Monitor Passivo de dióxido de enxofre – construção e testes de validação. São Paulo, 1998.
- CETESB. Relatório Operação Inverno 2001. São Paulo, 2001.



- CETESB. Relatório de Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2000. São Paulo, 2001.
- CETESB. Diagnóstico e novas formas de gerenciamento ambiental para a Região de Paulínia – Relatório Parcial – dez/2001. São Paulo, 2002.
- CETESB. Estudo do comportamento do ozônio na RMSP. São Paulo, 2001.
- COLON, MARIBEL et al. “Survey of Volatile Organic Compounds Associated with Automotive Emissions in the Urban Airshed of São Paulo, Brazil”. *Atmospheric Environment*, 2001, 35, 4017-4031.
- DETRAN/PRODESP (Depto. de Análises) Arquivo: Frota Circulante- 2001, São Paulo, 2002.
- 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, J. 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 Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1991, Goiânia - Vol 2, Tomo IV - pp 261-265.



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})	24h	150	Separação Inercial/ Filtro Gravimétrico
	Média Aritmética Anual	50	
(MP _{2,5})	24h ^{(1)*}	65	Separação Inercial/ Filtro Gravimétrico
	Média Aritmética Anual	15	
dióxido de enxofre	24h ⁽²⁾	365	Pararosanilina
	Média Aritmética Anual	80	
dióxido de nitrogênio	Média Aritmética Anual ⁽²⁾	100	Quimiluminescência
monóxido de carbono	1h ⁽²⁾	40.000 35ppm	Infravermelho não Dispersivo
	8h ⁽²⁾	10.000 9ppm	
	1h ⁽²⁾	235 0,12ppm	
ozônio	8h ^{(3)*}	157 0,08ppm	Quimiluminescência
chumbo	Média Aritmética Trimestral	1,5	Absorção Atômica

1 - A média aritmética das médias anuais (calculadas a partir das médias de 24 horas) dos últimos três anos consecutivos não pode ultrapassar $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ e a média de três anos dos percentis 98 de cada ano não pode ultrapassar $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ para nenhuma estação da região.

2 - Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

3 - Uma região atende ao padrão de 8h de O_3 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.

* Esses padrões são apresentados apenas como informação, uma vez que ainda não foram implementados.



Valores de referência internacionais de qualidade do ar

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 (9ppm)	8 horas
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
01	Mantiqueira
02	Paraíba do Sul
03	Litoral Norte
04	Pardo
05	Piracicaba, Capivari e Jundiá
06	Alto Tietê
07	Baixada Santista
08	Sapucaí/Grande
09	Mogi-Guaçu
10	Sorocaba/Médio Tietê
11	Ribeira de Iguape/Litoral Sul
12	Baixo Pardo/Grande
13	Tietê/Jacaré
14	Alto Paranapanema
15	Turvo/Grande
16	Tietê/Batalha
17	Médio Paranapanema
18	São José dos Dourados
19	Baixo Tietê
20	Aguapeí
21	Peixe
22	Pontal do Paranapanema



Endereços das estações das redes de monitoramento da qualidade do ar

TABELA B – Estações da Rede Automática

Nº	NOME	ENDEREÇO	UGRHI	COORD. UTM
01	Parque D. Pedro II	Parque D. Pedro II, 319 - Centro - São Paulo	6	23K 0333681 7395258
02	Santana	Parque de Material Aeronáutico Av. Santos Dumont, 1019 - Santana - São Paulo	6	23K 0333718 7399568
03	Moóca	Administração Regional da Moóca e Centro Educacional e Esportivo Municipal Rua Bresser, 2341 - Moóca - São Paulo	6	23K 0336882 7394758
04	Cambuci	IV COMAR (Comando Aéreo Regional) Av. D. Pedro I, 100 - Cambuci - São Paulo	6	23K 0335506 7392757
05	Ibirapuera	Parque Ibirapuera, 1985 (setor 25) - São Paulo Próximo à Av. IV Centenário - Ibirapuera - São Paulo	6	23K 0330592 7390026
06	Nossa Senhora do Ó	Escola Estadual Cacilda Becker Rua Capitão José Amaral, 80 - Freguesia do Ó - São Paulo	6	23K 0327241 7402366
07	São Caetano do Sul	Escola Municipal Infantil Fernando Pessoa Rua Aurélia s/n (em frente ao 144) - Vila Paula - São Caetano do Sul	6	23K 0341269 7387273
08	Congonhas	Escola Municipal "Prof. J. C. da Silva Borges" Al. dos Tupiniquins, 1571 - Congonhas - São Paulo	6	23K 0330336 7387310
09	Lapa	Unidade de Depósito e Oficina "AR-LA" Av. Embaixador Macedo Soares, 7995 - Lapa- São Paulo	6	23K 0326299 7399107
10	Cerqueira César	Faculdade de Saúde Pública - USP Av. Dr Arnaldo, 725 - Cerqueira César - São Paulo	6	23K 0329309 7394249
11	Penha	Escola Estadual de 2º Grau "Prof. Gabriel Ortiz" Av. Amador Bueno da Veiga, 2932 - Penha - São Paulo	6	23K 0345125 7397755
12	Centro	Esquina da Av. São Luiz com a Rua da Consolação Centro - São Paulo	6	23K 0332370 7394934
13	Guarulhos	Escola Estadual de 1º Grau Francisco Antunes Filho Parque CECAP - Guarulhos	6	23K 0347250 7404440
14	Santo André - Centro	Parque Municipal Duque de Caxias Rua das Caneleiras, 101-C - Santo André	6	23K 0343350 7384203
15	Diadema	Prefeitura Municipal de Diadema Rua Benjamin Constant, 3 - Diadema	6	23K 0335700 7379661
16	Santo Amaro	Centro Educacional e Esportivo Municipal "Joerg Brüder" Rua Padre José Maria, 355 - Santo Amaro - São Paulo	6	23K 0325639 7382974
17	Osasco	Esquina da Av. dos Autonomistas c/ Rua São Maurício - Osasco	6	23K 0317089 7397071
18	Santo André - Capuava	Posto de Puericultura do Alto de Capuava Rua Managua, 02 - Santo André	6	23K 0347898 7384904
19	São Bernardo do Campo	Escola Municipal de Ensino Básico - Vicente de Carvalho - Rua Cásper Líbero, 340 - Vila Paulicéia - São Bernardo do Campo	6	23K 0338443 7381310
20	Taboão da Serra	Praça Nicola Vivilechio, 99 - Taboão da Serra	6	23K 0320649 7387971
21	São Miguel Paulista	Escola de Educação Infantil Antonio Lapenna Rua Diego Calado, 166 - São Miguel Paulista	6	23K 0352518 7400602
22	Mauá	Escola Estadual de 1º e 2º Grau "Prof. Terezinha Sartori" Rua Vitorino Del'Antonia, 150 - Mauá	6	23K 0350568 7381698
24	Cubatão - Centro	Centro Social Urbano de Cubatão Rua Salgado Filho, 121 - Cubatão	7	23K 0355640 7358433
25	Cubatão - V. Parisi	Rua Prefeito Armando Cunha, 70 Vila Parisi - Cubatão	7	23K 0358622 7361797
27	Pinheiros	CETESB - Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 Alto de Pinheiros - São Paulo	6	23K 0326324 7393337
42	Campinas - Centro	Escola Estadual "Carlos Gomes" Av. Anchieta, 42 - Centro - Campinas	5	23K 0289010 7465832
44	Paulínia	Praça Oadil Pietrobrum, s/nº Vila Bressani - Paulínia	5	23K 0278829 7480128
51	Sorocaba	Escola Estadual "Monsenhor João Soares" Rua Nonhô Pires, 260 - Santa Terezinha - Sorocaba	10	23K 0246863 7398684
55	São José dos Campos	Obra Social Célio Lemos - Rua Ana Gonçalves Cunha, 40 Jd. Jussara - São José dos Campos	2	23K 0410883 7435461



Anexo 2

Endereços das estações das redes de monitoramento da qualidade do ar

TABELA C – Estações da Rede Manual PMSP - Fumaça e SO₂

NOME	ENDEREÇO	UGRHI	COORD. UTM
Aclimação	Rua Tamandaré, 649 - Aclimação - São Paulo	6	23K 0333152 7393086
Campos Elíseos	Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Av. Rio Branco, 1210 - Campos Elíseos - São Paulo	6	23K 0332155 7396534
Moema	Centro de Transmissores do Aeroporto de Congonhas Av. dos Imarés, 111 - Moema - São Paulo	6	23K 0329898 7387901
Praça da República	EScola Municipal de Ensino Infantil Armando de Arruda Pereira Praça da República - Centro - São Paulo	6	23K 0332336 7395483
Tatuapé	Biblioteca Infantil "Hans Cristian Andersen" Av. Celso Garcia, 4142 - Tatuapé - São Paulo	6	23K 0339564 7396272
Pinheiros	Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 - Alto de Pinheiros - São Paulo	6	23K 0326324 7393337
Cerqueira César	Faculdade de Saúde Pública - USP Av. Dr. Arnaldo, 725 - Cerqueira César - São Paulo	6	23K 0329309 7394249
Mogi das Cruzes	Escola Estadual de 1º e 2º Grau Deodato Wertheimer Rua Engº Gualberto, 150 - Mogi das Cruzes	6	23K 0377496 7398168

TABELA D – Estações da Rede Manual - Partículas Totais em Suspensão

NOME	ENDEREÇO	UGRHI	COORD. UTM
Parque D. Pedro II	Parque D. Pedro II, 319 - Centro - São Paulo	6	23K 0333681 7395258
Parque Ibirapuera	Parque Ibirapuera, 1985 (setor 25) - São Paulo	6	23K 0330592 7390026
São Caetano do Sul	Escola Municipal de Ensino Infantil Fernando Pessoa Rua Aurélia s/nº (em frente ao nº 144) - V. Paula São Caetano do Sul	6	23K 0341269 7387273
Cerqueira César	Faculdade de Saúde Pública - USP Av. Dr. Arnaldo, 725 - Cerqueira César - São Paulo	6	23K 0329309 7394249
Santo Amaro	Centro Educacional e Esportivo Municipal "Joerg Brüder" Rua Padre José Maria, 355 - Santo Amaro - São Paulo	6	23K 0325639 7382974
Osasco	Esquina da Av. dos Autonomistas c/ Rua São Maurício - Osasco	6	23K 0317089 7397071
Santo André - Capuava	Posto de Puericultura do Alto de Capuava Rua Managua, 2 - Santo André	6	23K 0347898 7384904
São Bernardo do Campo	Escola Municipal de Ensino Básico Vicente de Carvalho Rua Cásper Líbero, 340 - São Bernardo do Campo	6	23K 0338443 7381310
Pinheiros	Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 - Pinheiros - São Paulo	6	23K 0326324 7393337
Cubatão - Centro	Centro Social Urbano de Cubatão Rua Salgado Filho, 121 Centro - Cubatão	7	23K 0355640 7358433
Cubatão - V. Parisi	Rua Prefeito Armando Cunha, 70 - V. Parisi Cubatão	7	23K 0358622 7361797



Endereços das estações das redes de monitoramento da qualidade do ar

TABELA E – Estações da Rede Manual no Interior do Estado - Fumaça e SO₂ (Monitoramento Passivo)

NOME	ENDEREÇO	UGRHI	COORD. UTM
Taubaté	Praça Monsenhor Silva Barros - Taubaté	2	23K 0443414 7453861
São José dos Campos	Parque Santos Dumont – São José dos Campos	2	23K 0408752 7434028
Ribeirão Preto	Praça na Avenida dos Bandeirantes com Jerônimo Gonçalves Ribeirão Preto	4	23K 0207704 7655850
Americana	Praça Comendador Müller – Americana	5	23K 0260713 7483444
Campinas	Escola Estadual Carlos Gomes – Av. Anchieta, 42 - Campinas End. anterior a 17/03/2000: Largo do Pará	5	23K 0289010 7465832
Jundiaí	Av. Antônio Frederico Ozanan (Praça Américo Bruno) - Jundiaí	5	23K 0307561 7435676
Limeira	Praça do Poder Legislativo – Limeira	5	23K 0253240 7502404
Limeira - Ceset	Campus Unicamp - Av. Cônego Manuel Alves - Limeira	5	23K 0250939 7502957
Piracicaba	Praça José Bonifácio – Piracicaba	5	23K 0227903 7484510
Paulínia	Praça 28 de Fevereiro – Paulínia	5	
Santos	Praça Cel. Fernando Prestes - Santos	7	23K 0366641 7349036
Franca	Av. Dr. Flávio Rocha, 4551 Praça N. Sra. Da Conceição - Franca	8	23K 0249656 7727093
Sorocaba	Praça Dr. Artur Fajardo (antiga Praça do Canhão) Sorocaba	10	23K 0246863 7398684
Sorocaba - Humberto Campos	Instituto Humberto Campos Rua Humberto de Campos, 541 Vila Radio Clube – Sorocaba	10	23K 0246581 7398791
Itu	Praça D. Pedro I – Itu	10	23K 0264410 7425714
Salto	Rua Prudente de Moraes, 580 – Pátio da Casa do Parque – Salto	10	23K 0265751 7431968
Votorantim	Praça Padre Luiz Trentini – Votorantim	10	23K 0249941 7394654
Araraquara	Praça Maestro José Tescari (Praça da Matriz) – Araraquara	13	22K 0792080 7587206
São Carlos	Praça dos Voluntários da Pátria – São Carlos	13	22K 0201650 7562124



Anexo 2

Endereços das estações das redes de monitoramento da qualidade do ar

TABELA F – Estações da Rede Monitoramento passivo - SO₂

NOME	ENDEREÇO	UGRH
Guaratinguetá	Praça Santo Antonio – Guaratinguetá	2
Jacareí	Praça dos Três Poderes – Centro – Jacareí	2
Pindamonhangaba	Praça Monsenhor Marcondes – Centro - Pindamonhangaba	2
Atibaia	Ginásio Municipal de Esportes “Dr. José Aparecido Ferreira Franco” Av. Atibaia com Dr. Joviano Alvim - Atibaia	5
Bragança Paulista	EEPSG “Cásper Líbero” - Av. Cândido Fontoura da Silveira, 65 - Bragança Paulista	5
Campinas - Chapadão	EEPSG Dom João Neri - Rua Erasmo Braga, 555 – Jd. Chapadão - Campinas A partir de out/2001: Rua Padre Camargo Lacerda, 650	5
Cosmópolis	Praça Major Arthur Nogueira – Centro – Cosmópolis	5
Joanópolis	Sta. Casa de Joanópolis - Rua Francisco Wolhers - Joanópolis	5
Jundiaí – Pça das Bandeiras	Praça da Bandeira – Centro – Jundiaí	5
Jundiaí - Vila Arens	Clube Nacional– R. Leonardo Scarpim, s/nº – Vila Arens - Jundiaí	5
Limeira - Clube	Av. Souza Queiroz, 214 - Limeira (end. anterior a dez/2000: Praça Toledo de Barros)	5
Nazaré Paulista	Rua Francisco Pinheiro com Rua Maria Tereza e Rua Coronel Benedito Bueno Nazaré Paulista	5
Paulínia – João Aranha	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 – Santa Terezinha	Travessa Dona Antonia, 27 - Santa Terezinha - Piracicaba (end. anterior a 01/04/00 - Praça Moraes de Barros)	5
Vargem	Praça Khalil Chedid - Vargem	5
Mairiporã	Esporte Clube de Mairiporã - Av. Antonio Oliveira - Mairiporã	6
Suzano	EEPSG “Batista Renzi” - Rua Concórdia, 44 – Centro – Suzano	6
Santos - Aparecida	Colégio Afonso Pena - Av. Liberdade, 630 – Bairro Aparecida – Santos	7
Sertãozinho	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	E.E.P.G. “Paulo de Lima Correia - Rua 13 de Maio, 761 - Centro – Catanduva a partir de jul/01 - Praça Monsenhor Albino	15
São José do Rio Preto	Praça Rui Barbosa - Centro - São José do Rio Preto	15
Matão	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



Dados meteorológicos

**TABELA A – Freqüência Mensal dos Sistemas
Frontais que Passaram sobre São Paulo - 1977 a 2001**

M Ê S	ANO				
	1997	1998	1999	2000	2001
JANEIRO	4	5	6	5	4
FEVEREIRO	4	8	7	6	4
MARÇO	4	7	5	5	4
ABRIL	4	5	4	4	4
MAIO	5	4	7	5	5
JUNHO	5	4	7	5	4
JULHO	4	6	6	7	4
AGOSTO	4	5	4	5	4
SETEMBRO	7	6	6	6	4
OUTUBRO	5	5	4	6	6
NOVEMBRO	5	6	4	7	7
DEZEMBRO	6	7	5	6	8
TOTAL	57	68	65	67	58



Anexo 3

Dados meteorológicos

TABELA B - Dados pluviométricos - 2001

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE SÃO PAULO (Mirante de Santana) - ESTADO DE SÃO PAULO												
	LAT.: 23° 30W			LONG.: 46° 37W			ALT.: 792,059m		ANO: 2001			
	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)											
DIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	0,1	18,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,9
2	0,0	0,0	0,0	27,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70,2	0,0	0,0
3	0,0	0,0	48,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
5	0,6	3,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
6	0,0	66,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
7	0,0	21,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,4
8	0,0	0,0	13,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	2,5
9	9,4	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,2	0,0	23,6
10	0,2	7,4	1,8	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,4
11	0,0	14,3	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	12,9
12	0,0	4,4	0,0	0,0	6,7	0,0	4,5	0,0	0,1	9,6	24,5	0,0
13	1,8	8,9	0,0	0,0	47,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	4,0	5,8
14	11,3	38,1	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	6,4	7,9
15	60,8	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,0	0,0	9,9	15,0
16	2,9	14,8	4,5	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,1	9,6
17	0,0	0,0	0,0	0,0	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	11,0
18	3,9	3,0	3,4	0,0	0,4	2,1	0,0	0,0	0,3	4,3	0,0	0,0
19	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	3,3	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0
20	0,0	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,0	0,0	0,0
21	0,0	0,7	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
22	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	12,0	0,4	23,0	0,0	4,4
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	13,3	2,9	5,5	35,7	16,5
24	9,1	50,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	23,2	0,0	0,1	15,0
25	4,2	30,6	2,0	0,0	0,0	0,0	2,2	4,0	0,0	0,0	16,7	0,0
26	4,6	4,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	10,9	0,0	0,0	16,0	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	17,6	0,0	0,5	0,0	7,2	0,1	22,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	13,2	-	16,0	-	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	66,5	3,4
30	0,0	-	10,8	-	0,0	0,0	0,0	2,6	0,3	0,0	0,0	16,7
31	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0	4,8	0,0	-	2,0
TOTAL	144,2	290,1	138,5	32,9	86,1	24,5	41,0	32,8	88,5	204,3	185,2	187,0
FREQ.	16	17	15	3	11	5	9	5	12	9	13	18



Dados meteorológicos

TABELA C - Precipitação mensal e frequência de dias de chuva da estação Mirante de Santana de 1997 a 2001 e Normal de 1961 a 1990.

ANO	1961 a 1990	1997		1998		1999		2000		2001	
	mm	mm	dias								
MÊS											
JANEIRO	238,7	313,3	23	200,6	18	319,1	19	328,3	19	144,2	16
FEVEREIRO	217,4	181,1	16	394,2	23	369,8	20	246,6	16	290,1	17
MARÇO	159,8	76,0	8	252,9	18	187,3	11	100,1	16	138,5	15
ABRIL	75,8	71,6	8	92,8	11	35,8	8	6,3	6	32,9	3
MAIO	73,6	75,0	7	130,0	13	35,5	6	9,3	5	86,1	11
JUNHO	55,7	122,5	11	16,1	3	84,3	8	12,1	3	24,5	5
JULHO	44,1	10,0	3	10,1	7	25,6	6	65,6	3	41,0	9
AGOSTO	38,9	22,3	4	42,5	7	1,4	1	86,3	9	32,8	5
SETEMBRO	80,5	140,9	11	95,0	15	80,1	8	111,1	11	88,5	12
OUTUBRO	123,6	96,1	14	216,4	14	62,0	13	59,0	10	204,3	9
NOVEMBRO	145,8	220,1	21	38,6	8	101,4	13	186,0	10	185,2	13
DEZEMBRO	200,9	255,4	13	241,2	14	69,0	16	249,7	17	187,0	18



Anexo 3

Dados meteorológicos

TABELA D - Frequência de inversões térmicas, por faixa, nos anos de 1997 a 2001.
Aeroporto de Congonhas - SP

ALTURA (m)	0 - 200					201 - 400					401 - 600					> 601					TOTAL					
	ANO	97	98	99	00	01	97	98	99	00	01	97	98	99	00	01	97	98	99	00	01	97	98	99	00	01
JANEIRO		2	5	*	2	3	1	2	5	3	3	5	9	6	5	7	10	10	10	16	12	18*	26	21	26*	22
FEVEREIRO		2	3	*	*	5	5	2	6	5	5	6	4	5	5	8	9	8	7	16	2	22	17	18	26	15
MARÇO		1	2	2	3	*	3	11	3	5	7	9	3	3	6	5	14	18	14	10	4	27*	34*	22*	24*	16
ABRIL		4	1	2	2	6	7	8	6	14	7	3	6	8	4	3	22	26	17	28	14	36*	41*	33*	48	30
MAIO		5	7	3	3	3	7	8	9	12	5	4	3	4	5	3	32	34	17	29	21	48	52	33	49	32
JUNHO		8	9	6	9	7	3	7	7	9	12	6	3	4	4	4	28	34	22	27	11	45	53	39	45	34
JULHO		11	10	9	7	14	6	8	3	5	8	2	5	2	3	5	27	29	20	35	18	46*	52	34*	50*	45
AGOSTO		11	9	9	9	7	7	8	11	7	11	1	5	4	5	10	20	21	25	31	20	39	43	49	52	48
SETEMBRO		8	3	7	3	1	2	7	7	6	8	5	7	2	6	5	22	23	29	18	18	37*	40	45*	33	32
OUTUBRO		2	1	*	4	*	6	3	8	8	9	8	6	3	9	11	21	32	26	24	12	37	42*	37*	45*	32*
NOVEMBRO		*	1	2	1	1	5	3	2	1	5	6	5	6	8	4	11	24	20	16	15	22*	33*	30*	26*	25*
DEZEMBRO		*	1	1	1	*	2	4	4	1	4	2	4	5	5	3	19	17	16	20	16	23*	26*	26*	27*	27
TOTAL		54	52	41	44	39	54	71	71	76	84	57	60	52	65	68	235	276	223	270	163	400	459	387	455	358

*OBS: NÃO HOUVE SONDAGEM NOS DIAS:

JANEIRO/97 - 04, 05, 18, 21 E 26	MARÇO/98 - 06	JANEIRO/2000 - 18, 19, 21, 23
MARÇO/97 - 09 E 30	ABRIL/98 - 19	MARÇO/2000 - 04, 05
ABRIL/97 - 26	OUTUBRO/98 - 05	JULHO/2000 - 08, 13
JULHO/97 - 11	NOVEMBRO/98 - 08, 07, 14, 15, 21, 28	OUTUBRO/2000 - 28
SETEMBRO/97 - 13	DEZEMBRO/98 - 05	NOVEMBRO/2000 - 20, 26
NOVEMBRO/97 - 11, 23, 25 A 30	MARÇO/99 - 11	DEZEMBRO/2000 - 11
DEZEMBRO/97 - 1 A 3, 21 E 25	ABRIL/99 - 10	OUTUBRO/2001 - 07
	OUTUBRO/99 - 02, 24	NOVEMBRO/2001 - 10
	NOVEMBRO/99 - 11, 14	
	DEZEMBRO/99 - 09	

NOTA: A partir de 29/10/2000 a radiossondagem passou a ser feita no Campo de Marte.



TABELA E - Velocidade média de vento e porcentagem de calmaria na RMSP - 2001

MÊS	JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO		ABRIL		MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO		OUTUBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO	
	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)
01	11,7	1,8	12,6	1,6	7,5	2,1	23,4	1,6	7,1	1,8	23,5	1,4	37,2	1,1	43,8	1,0	28,5	1,3	4,4	2,2	0,0	2,1	2,4	1,9
02	11,4	1,9	25,0	2,0	3,8	1,9	14,5	1,7	18,6	1,6	46,7	1,0	45,8	1,2	43,9	1,2	28,3	1,7	4,9	1,9	0,4	2,2	19,5	2,2
03	3,5	1,8	14,5	1,8	28,8	1,6	37,2	1,6	37,6	1,4	38,1	1,3	42,0	1,2	22,4	1,5	27,2	1,5	0,7	3,1	0,0	2,4	3,8	2,1
04	11,7	1,8	29,8	1,3	23,0	1,7	18,0	1,8	25,6	1,5	25,8	1,2	53,2	0,9	19,9	1,4	31,6	1,5	9,3	2,6	1,6	5,1	2,4	2,1
05	16,4	1,9	27,8	1,6	12,3	1,6	5,2	1,8	3,3	2,2	43,6	1,2	50,7	1,2	34,3	1,4	0,0	2,4	26,3	1,8	11,1	1,3	1,1	2,2
06	28,8	1,7	10,2	1,8	14,4	1,8	14,3	1,6	12,0	1,9	20,2	1,5	2,8	2,0	4,2	1,8	0,4	2,3	8,3	1,9	7,0	1,7	9,1	1,7
07	34,5	1,8	13,6	1,7	12,1	2,0	11,3	1,7	5,2	1,9	33,3	1,2	9,0	1,9	18,2	1,6	0,0	2,6	0,0	2,5	17,0	1,7	1,5	2,4
08	19,1	1,5	16,1	1,5	9,0	1,6	12,2	1,8	6,1	1,7	11,6	1,6	31,4	1,3	34,5	1,4	1,8	2,0	0,0	2,6	21,5	1,7	10,1	1,7
09	11,4	1,8	11,1	2,0	16,1	1,4	6,2	1,9	21,2	1,5	18,3	1,3	30,1	1,2	8,7	1,5	26,4	1,6	7,1	1,8	0,0	2,3	16,3	1,4
10	6,2	1,9	35,1	1,3	8,0	1,6	20,8	1,7	40,7	1,3	36,8	1,2	44,0	1,1	20,5	1,4	9,1	1,6	2,6	1,6	0,0	2,3	26,0	1,4
11	2,8	2,4	17,3	1,9	26,5	1,4	25,7	1,4	18,8	1,4	5,8	1,7	41,2	1,8	4,0	1,9	2,4	2,0	19,1	1,5	19,0	1,5	14,2	2,2
12	14,3	1,8	8,5	1,8	13,3	1,9	3,1	2,0	13,7	1,3	13,5	1,8	7,8	2,2	6,7	2,1	0,0	2,6	0,0	2,0	16,8	1,4	30,4	1,4
13	10,5	1,8	8,9	1,7	10,8	1,6	11,2	1,9	15,3	1,3	21,4	1,4	0,0	2,4	5,2	2,0	0,0	2,5	23,4	1,5	4,2	1,7	15,3	1,5
14	29,1	1,5	8,7	1,6	18,9	1,6	5,5	2,1	3,9	1,9	35,6	1,2	3,0	2,1	12,2	1,7	10,0	1,5	11,8	1,6	2,6	1,8	14,6	1,6
15	29,3	1,5	16,7	2,4	26,3	1,7	12,5	2,0	8,4	2,2	36,7	1,5	33,4	1,3	6,1	1,8	10,4	1,6	13,4	1,6	19,6	1,8	24,7	1,4
16	30,0	1,4	12,1	1,8	27,1	1,5	17,4	1,9	7,1	1,8	44,1	1,8	32,2	1,4	6,7	2,0	27,9	1,7	2,6	2,1	14,1	1,6	27,1	1,4
17	15,7	1,5	9,4	1,5	28,6	1,4	17,1	1,9	21,6	1,8	14,5	1,7	47,1	1,5	9,7	1,7	5,8	2,4	0,6	2,1	2,2	1,9	22,0	1,7
18	22,8	1,5	21,2	1,7	33,7	1,4	10,0	1,8	2,6	1,3	2,7	1,9	41,4	2,0	21,0	1,7	0,8	2,2	9,7	1,6	0,0	2,4	21,5	2,0
19	22,2	1,7	24,0	1,6	15,7	1,6	13,1	1,7	16,3	1,4	8,6	1,4	16,9	1,9	17,8	1,6	0,7	2,2	4,5	1,8	6,4	1,9	24,3	1,8
20	13,9	1,8	11,5	2,9	29,2	1,4	34,0	1,8	15,4	1,8	28,3	1,8	34,4	2,1	20,4	1,5	6,1	1,9	8,7	1,5	9,4	2,0	11,8	1,7
21	16,3	2,0	9,8	1,9	17,7	1,4	24,0	1,7	6,1	1,9	16,4	1,9	21,1	2,3	5,5	1,7	12,2	1,7	11,9	1,5	10,9	2,0	26,4	1,7
22	16,1	1,7	16,4	1,6	28,7	1,4	10,1	1,8	26,2	1,5	13,4	1,6	0,4	2,1	1,0	2,0	2,0	2,6	15,2	1,6	19,2	1,9	2,8	2,3
23	8,7	1,8	25,5	1,2	30,0	1,6	25,5	1,9	32,3	1,7	30,5	1,4	0,0	2,7	3,2	1,9	6,2	1,5	12,2	1,4	16,1	1,8	1,7	2,4
24	18,0	1,4	38,1	1,3	38,4	1,4	35,0	1,7	8,4	1,8	10,3	1,5	1,7	1,9	5,1	1,8	3,9	1,6	3,3	2,2	16,7	1,8	1,0	2,5
25	19,8	1,3	26,2	1,4	24,9	1,4	8,1	1,8	7,1	1,8	5,8	1,6	8,8	1,4	26,4	1,6	24,6	1,7	0,0	2,4	24,4	1,8	1,0	2,3
26	28,4	1,8	25,0	1,5	30,6	1,6	7,1	1,9	10,7	1,7	17,6	1,7	14,1	1,3	28,5	1,4	12,2	1,8	1,6	2,3	5,8	2,4	5,2	2,1
27	18,8	1,7	11,5	2,0	13,5	1,6	32,5	1,4	8,5	1,6	0,0	2,8	35,1	1,5	11,0	1,5	6,4	2,0	5,1	1,9	7,4	2,1	9,1	2,0
28	15,7	1,9	9,2	2,2	12,7	1,7	27,9	1,3	24,1	1,4	7,7	1,8	1,4	2,1	15,8	1,7	0,0	2,2	10,7	1,6	18,2	1,5	7,0	1,8
29	2,3	1,8			22,7	1,3	44,2	1,6	18,3	1,8	7,4	1,6	10,8	1,6	7,7	1,7	4,2	2,2	23,1	1,7	8,8	1,5	31,6	1,4
30	2,9	1,9			19,3	1,7	5,9	2,1	40,1	1,7	7,4	1,6	11,0	2,0	9,3	1,6	0,0	2,2	18,1	1,7	7,6	1,9	33,7	1,5
31	28,1	1,6							13,0	1,4	7,4	1,6	3,9	1,6	19,0	1,3			20,4	1,7			26,7	1,5
MED	16,8	1,7	17,7	1,7	20,1	1,6	17,8	1,8	16,0	1,6	20,4	1,5	23,0	1,7	15,9	1,6	9,0	1,9	9,0	1,9	9,6	2,0	14,3	1,8



Anexo 3

Dados meteorológicos

TABELA F - Distribuição mensal do número de dias favoráveis e desfavoráveis a dispersão dos poluentes na atmosfera, na RMSP e Cubatão - 1997 a 2001

MÊS	FAVORÁVEIS					DESFAVORÁVEIS					
	ANO	97	98	99	00	01	97	98	99	00	01
JANEIRO		31	31	30	31	31	-	-	1	-	-
FEVEREIRO		28	28	28	29	28	-	-	-	-	-
MARÇO		31	31	31	31	31	-	-	-	-	-
ABRIL		30	27	30	30	28	-	3	-	-	2
MAIO		27	21	31	30	29	4	10	-	1	2
JUNHO		27	26	29	16	21	3	4	1	14	9
JULHO		21	22	27	23	18	10	9	4	8	13
AGOSTO		17	28	21	22	23	14	3	10	9	8
SETEMBRO		25	28	22	28	27	5	2	8	2	3
OUTUBRO		31	31	31	31	31	-	-	-	-	-
NOVEMBRO		29	30	30	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				
	1997	1998	1999	2000	2001
FAVORÁVEIS	76	82	85	88	77
DESFAVORÁVEIS	24	18	15	22	23



Dados meteorológicos

TABELA H - Umidade relativa às 15 horas -
maio a setembro de 2001 (Estação Mirante de Santana)

Dia	maio	junho	julho	agosto	setembro
1	37	43	50	30	36
2	41	40	43	32	41
3	34	52	43	37	30
4	46	46	35	19	26
5	24	52	30	26	66
6	46	45	62	39	79
7	71	81	49	31	63
8	50	59	45	55	39
9	47	50	38	40	42
10	48	60	36	41	54
11	89	64	34	61	75
12	84	51	86	51	48
13	94	44	72	32	46
14	84	43	53	36	88
15	69	36	52	33	79
16	94	35	52	37	77
17	65	45	30	30	77
18	46	91	30	33	64
19	54	86	44	35	39
20	55	87	30	59	37
21	48	40	36	49	59
22	51	57	78	88	87
23	68	61	77	64	66
24	68	73	80	49	48
25	74	46	66	40	65
26	60	82	65	45	56
27	86	45	84	49	82
28	64	73	81	82	73
29	45	63	52	85	75
30	43	50	56	44	59
31	46		34	38	



Dados de qualidade do ar

TABELA D - Partículas totais em suspensão

ANO	1997										1998										1999										2000										2001									
	U G R DE H I	LOCAL	N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Perc.	Nº de Ultrapassagens		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Perc.	Nº de Ultrapassagens		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Perc.	Nº de Ultrapassagens		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Perc.	Nº de Ultrapassagens		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Perc.	Nº de Ultrapassagens														
1ª µg/m³					2ª µg/m³	90		POAR	AT			1ª µg/m³	2ª µg/m³		90	POAR			AT	1ª µg/m³		2ª µg/m³	90			POAR	AT		1ª µg/m³	2ª µg/m³			90	POAR		AT	1ª µg/m³	2ª µg/m³	90	POAR	AT	1ª µg/m³	2ª µg/m³	90	POAR	AT				
			53	116	349	310	211	4	0	53	93	249	228	177	1	0	59	94	292	248	157	2	0	58	101	254	248	177	2	0	59	89	251	243	141	2	0													
			55	77	308	301	197	2	0	55	65	171	150	130	0	0	56	67	211	184	131	0	0	59	65	181	175	115	0	0	59	65	181	175	115	0	0													
			56	78	255	211	163	1	0	58	68	216	167	120	0	0	59	74	233	190	138	0	0	58	76	232	176	124	0	0	57	69	199	168	116	0	0													
			53	88	309	252	171	2	0	58	85	208	185	159	0	0	58	72	232	227	126	0	0	58	78	197	185	133	0	0	59	74	174	165	118	0	0													
6			55	91	295	291	160	4	0	29	94*	459*	350*	276	4	1	17	72*	214*	136*	140	0	0	55	83	269	240	167	2	0	57	68	229	181	122	0	0													
			51	151	362	338	256	7	0	58	125	313	284	210	4	0	60	138	366	304	211	3	0	57	173	391	381	307	11	3	60	147	323	282	212	4	0													
			56	72	237	234	170	0	0	53	68	195	162	131	0	0	56	61	188	143	110	0	0	52	63	173	135	117	0	0	56	61	137	134	104	0	0													
			56	79	338	322	172	3	0	56	76	251	248	172	2	0	57	82	280	272	153	2	0	56	82	351	309	184	3	0	59	68	202	196	140	0	0													
			54	77	318	312	192	4	0	56	67	226	194	145	0	0	59	66	280	175	125	1	0	58	71	220	214	140	0	0	57	69	208	173	122	0	0													
			Total de ultrapassagens RMSFP			27	0	11	1	11	1	11	1	11	1	11	1	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3	18	3											
7			53	74	342	205	125	1	0	55	64	157	151	112	0	0	59	62	202	172	99	0	0	57	66	271	225	106	1	0	59	65	265	134	115	1	0													
			55	186	569	449	367	15	5	57	199	469	448	374	26	6	53	187	521	437	330	23	3	40	184*	557*	368*	330	14	1	58	199	587	409	326	23	4													

N = Nº de Dias Válidos

POAR = Padrão Nacional de Qualidade do Ar

AT = Atenção

Obs.: o nº de ultrapassagens do nível de atenção também foi considerado no nº de ultrapassagens do POAR

* Não atendeu ao critério de representatividade



Anexo 4

Dados de qualidade do ar

TABELA G - Dióxido de enxofre - rede de amostradores passivos

U R H I	ANO	1997				1998				1999				2000				2001			
		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas médias mensais		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas médias mensais		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas médias mensais		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas médias mensais		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas médias mensais	
				1ª	2ª			1ª	2ª			1ª	2ª			1ª	2ª			1ª	2ª
2	Guaratinguetá	10	<5	7	6	10	7	18	10	12	<5	6	5	10	<5	6	5	12	<5	5	<5
2	Jacaré	12	8	23	9	12	7	12	8	12	6	10	9	12	6	10	8	12	6	7	7
2	Pindamonhangaba	11	<5	6	5	11	5	19	6	12	<5	5	5	9	<5*	6*	<5*	11	<5	5	5
2	S. José dos Campos-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	6	13	8	12	5	9	6
2	Taubaté-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	<5	5	5	12	<5	<5	<5
4	Ribeirão Preto-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	20	15	12	12	13	13
5	Americana-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	14	19	18	10	12	16	14
5	Atibaia1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	<5	5	<5	12	<5	<5	<5	12	<5	<5	<5
5	Bragança Paulista1	-	-	-	-	-	-	-	-	10	<5	5	<5	9	<5*	<5*	<5*	6	<5*	9*	7*
5	Campinas-Chapadão	12	9	16	14	12	9	11	10	11	9	13	12	7	6*	8*	7*	6	6*	7*	6*
5	Campinas-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	11	12	12	12	12	21	12
5	Cosmópolis	11	10	15	14	12	9	13	12	11	10	22	14	10	8	13	10	10	11	21	16
5	Joanópolis1	-	-	-	-	-	-	-	-	11	<5	<5	<5	11	<5	<5	<5	12	<5	8	<5
5	Jundiaí-Vila Arens	-	-	-	-	12	25	41	40	11	24	45	40	12	27	>60	55	12	21	34	33
5	Jundiaí-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	21	>60	31	12	15	23	21
5	Jundiaí-Pça Bandeira	11	17	35	32	12	13	20	20	8	11*	16*	16*	12	11	22	16	11	9	12	12
5	Limeira-Pça Toledo	10	27	54	52	11	18	26	25	8	11*	16*	12*	8	12*	21*	15*	-	-	-	-
5	Limeira-Clube2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8*	11*	9*
5	Limeira-Ceset-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	16	14	10	11	14	14
5	Limeira-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	16	15	10	8	10	10
5	Nazaré Paulista1	-	-	-	-	-	-	-	-	9	<5*	<5*	<5*	4	<5*	<5*	<5*	4*	<5*	<5*	<5*
5	Paulínia-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	16	22	20	12	18	29	23
5	Paulínia-João Aranha	12	23	38	32	12	21	27	25	11	16	24	19	12	15	19	19	12	15	27	18
5	Paulínia-S.Bonfim	-	-	-	-	5	60*	>60*	>60*	8	28*	39*	38*	11	28	49	46	7	21	42	23
5	Paulínia-Sta. Terezinha	11	27	37	35	12	21	24	23	9	15*	21*	18*	12	20	33	28	11	23	32	30
5	Piracicaba-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	6	11	8	10	<5	6	6
5	Piracicaba-Sta. Terezinha	12	10	18	16	9	10*	14*	12*	9	7	9	8	9	10*	19*	13*	10	7	9	8
5	Vargem1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	<5	<5	<5	12	<5	<5	<5	12	<5	<5	<5
6	Mairiporã1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	<5	6	5	10	<5	5	<5	11	<5	5	<5
6	Mogi das Cruzes-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	9*	10*	10*	11	8	12	11
6	Suzano	11	7	11	10	12	6	8	8	12	6	10	8	7	<5*	6*	5*	12	<5	7	6
7	Santos-Aparecida	12	12	17	16	11	11	15	14	12	11	14	14	9	10	13	13	12	11	13	12
7	Santos-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	10	13	13	12	11	13	12
8	Franca-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	<5	<5	<5	11	<5	5	<5
9	Sertãozinho	12	<5	6	5	12	<5	9	5	12	<5	<5	<5	12	<5	<5	<5	11	<5	<5	<5
10	Itu-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	6	9	7	12	6	9	8
10	Salto-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	16	14	12	9	12	11
10	Sorocaba-Aeroporto	12	6	11	11	12	5	8	7	11	<5	6	6	12	5	8	6	12	5	7	7
10	Sorocaba-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	11	10	12	8	11	10
10	Sorocaba-Edem	12	<5	6	5	12	<5	5	5	12	<5	6	5	12	<5	5	5	12	<5	<5	<5
10	Sorocaba-H. Campos-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	5	8	7	12	5	9	6
10	Votorantim-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	<5	6	5	11	<5	6	5
12	Barretos	12	5	12	8	12	6	21	7	9	6*	11*	7*	7	<5*	5*	<5*	8*	<5*	5*	5*
13	Araraquara-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	5	8	6	12	5	6	6
13	Bauru	12	11	15	15	12	10	14	14	11	10	23	11	9	9	11	11	12	8	10	10
13	Itirapina	12	<5	6	6	12	<5	6	6	12	<5	5	5	12	<5	5	<5	12	<5	<5	<5
13	São Carlos-OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	<5	6	5	12	<5	5	5
15	Catanduva	12	11	19	14	12	8	16	9	12	5	7	6	11	<5	6	6	8	<5	6	6
15	São José do Rio Preto	12	8	11	11	10	7	9	8	12	5	7	7	12	<5	<5	<5	11	<5	<5	<5
16	Matão	12	<5	8	6	12	<5	6	6	12	<5	5	5	12	<5	6	<5	11	<5	<5	<5
19	Araçatuba	12	10	25	21	12	10	15	15	12	8	14	10	12	7	10	9	10	6	8	7
21	Marília	11	<5	<5	<5	12	<5	5	<5	12	<5	6	5	10	<5	<5	<5	11	<5	<5	<5
22	Presidente Prudente	12	<5	<5	<5	12	<5	5	5	11	<5	5	5	12	<5	6	<5	12	<5	<5	<5

N = Nº de Dias Válidos

* Não atendeu ao critério de representatividade

1 - Início da operação em fevereiro / 1999

2 - Início da operação em dezembro / 2000

3 - Início da operação em maio / 2000



Dados de qualidade do ar

TABELA K - Monóxido de nitrogênio - rede automática

ANO	U G LOCAL R DE H AMOSTRAGEM I	1997				1998				1999				2000				2001					
		N	Média Aritmética µg/m³	Máximas Horárias		N	Média Aritmética µg/m³	Máximas Horárias		N	Média Aritmética µg/m³	Máximas Horárias		N	Média Aritmética µg/m³	Máximas Horárias		N	Média Aritmética µg/m³	Máximas Horárias			
				1ª	2ª			1ª	2ª			1ª	2ª			1ª	2ª			1ª	2ª		
	Parque D. Pedro II	325	95	715	1063	862	55	851	759	315	315	55	851	759	315	336	69	1117	800	343	64	782	741
	Ibirapuera	362	29	909	575	541	25*	922*	772*	259	259	25*	922*	772*	339	21	21	595	564	352	20	863	830
	São Caetano do Sul	329	51	931	979	829	38	836	788	304	304	38	836	788	303	44	44	750	716	336	46	820	783
	Congonhas	330	205	1581	1005	992	175	1156	1139	342	342	175	1156	1139	255	174*	174*	1399*	1219*	324	154	1257	1255
	Lapa	279	234*	1247*	1333	1258	135	1123	1056	349	349	135	1123	1056	121	77*	77*	593*	568*	339	156	991	981
	Cerqueira César	332	114	884	717	681	68*	436*	427*	145	145	68*	436*	427*	180	79*	79*	734*	612*	322	77	1028	951
	Centro ⁴	361	117	872	848	816	107	928	925	314	314	107	928	925	189	91*	91*	934*	783*	190*	94*	967*	948*
	Osasco ⁵	352	117	779	668	664	109	675	623	343	343	109	675	623	121	94*	94*	583*	468*	217*	120*	770*	733*
	Mauá	286	9	471	451	413	10	499	498	328	328	10	499	498	334	11	11	446	357	348	11	336	318
	Pinheiros ¹	--	--	--	--	--	49*	1163*	1153*	123	123	49*	1163*	1153*	213	90*	90*	1268*	1195*	314	70	1269	1206
	Campinas-Centro ²	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	297	50	50	551	530	346	55	509	502
	Paulínia ³	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	200	22*	22*	410*	341*	273*	14*	325*	260*
	Cubatão-Centro	176	27*	328*	254*	241*	22	229	228	316	316	22	229	228	354	25	25	276	242	270	29	294	267

N = Nº de Dias Válidos

* Não atendeu ao critério de representatividade

1 - Início da operação: 18/08/1999

2 - Início da operação: 02/02/2000

3 - Início da operação: 15/02/2000



Dados de qualidade do ar

TABELA L - Óxidos de nitrogênio - rede automática

ANO	1997				1998				1999				2000				2001			
	N	Média Aritmética	Máximas Horárias		N	Média Aritmética	Máximas Horárias		N	Média Aritmética	Máximas Horárias		N	Média Aritmética	Máximas Horárias		N	Média Aritmética	Máximas Horárias	
U		ppb	1ª	2ª		ppb	1ª	2ª		ppb	1ª	2ª		ppb	1ª	2ª		ppb	1ª	2ª
G	Parque D. Pedro II	325	110	666	653	89	973	804	315	77	799	717	766	343	82	729	624			
R	Ibirapuera	362	50	838	831	42	554	504	259	45*	860*	727*	503	352	38	763	729			
H	São Caetano do Sul	331	72	862	834	59	883	753	304	59	752	709	640	336	61	738	696			
I	Congonhas	330	214	1406	1386	179	921	881	112	148*	553*	539*	-	242*	176*	1125*	1105*			
6	Lapa	275	218*	1034*	978*	283	1097	1013	349	146	988	950	517*	339	156	879	866			
	Cerqueira César	338	134	811	790	105	655	604	145	89*	434*	410*	680*	322	99	917	867			
	Centro	361	136	800	757	121	785	769	314	126	896	871	738*	189	115*	891*	882*			
	Osasco	352	128	661	593	118	605	591	343	121	617	535	407*	217	130	657	621			
	Mauá	293	24	452	415	27	419	382	329	25	453	434	328	348	26	329	296			
	Pinheiros ¹	-	-	-	-	-	-	-	129	75*	1116*	1116*	1063*	314	84	1172	1062			
5	Campinas-Centro ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	510	297	65	464	456			
	Paulínia ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	395*	200	37*	286*	284*			
7	Cubatão-Centro	184	42*	276*	260*	36*	252*	219*	315	35	213	212	238	354	35	268	235*			

N = Nº de Dias Válidos

* Não atendeu ao critério de representatividade

1 - Início da operação: 18/08/1999

2 - Início da operação: 02/02/2000

3 - Início da operação: 15/02/2000



Dados de qualidade do ar

TABELA N - Metano

ANO	1997				1998				1999				2000				2001				
	U G R D E H I	N	Média Aritmét.	Máximas Horárias		N	Média Aritmét.	Máximas Horárias		N	Média Aritmét.	Máximas Horárias		N	Média Aritmét.	Máximas Horárias					
				1ª ppmC	2ª ppmC			1ª ppmC	2ª ppmC			1ª ppmC	2ª ppmC			1ª ppmC	2ª ppmC				
6	Parque D. Pedro II São Caetano do Sul	133 16	7,05* 4,46*	22,86* 7,86*	21,06* 6,91*	91 -	7,12* -	25,59* -	24,34* -	266 186	2,12* 2,11*	8,21* 4,58*	7,38* 4,35*	282 271	2,46 1,98	7,84 3,81	7,72 3,63	278 242	2,18 2,02	7,50 4,47	6,69 3,85
5	Paulínia ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	2,10*	6,76*	4,71*	192*	1,92*	8,57*	5,81*
7	Cubatão-Centro	87	5,07*	11,01*	9,48*	-	-	-	-	146	1,75*	4,33*	4,25*	212	1,87*	4,55*	4,49*	286	2,11	6,97	5,47

N = N° de Dias Válidos

* Não atendeu ao critério de representatividade

1 - Início da operação: 15/02/2000



Anexo 5

Distribuição dos índices baseada no boletim diário de qualidade do ar

TABELA A - Distribuição do índice - partículas inaláveis - 2001

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	176	51,9	159	46,9	4	1,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Moóca*	93	93,9	6	6,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cambuci*	192	47,4	101	51,5	2	1,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	263	68,3	89	31,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Caetano do Sul	255	73,9	92	25,8	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	114	52,7	223	46,1	6	1,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	172	59,2	172	39,9	4	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	203	63,0	67	37,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Penha*	6	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	260	66,8	100	32,9	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	102	2,6	209	90,1	17	7,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo André - Centro	242	75,6	79	23,0	5	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Diadema	75	30,2	235	69,5	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	247	71,2	97	28,5	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	112	23,7	241	76,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo André - Capuava	289	77,2	73	22,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Bernardo do Campo	250	50,0	108	48,2	4	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	182	67,1	140	32,5	2	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Miguel Paulista	233	69,6	107	29,8	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá	240	62,1	110	37,5	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pinheiros*	88	57,5	64	41,8	1	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro	304	84,7	54	15,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Parisi	49	13,7	283	79,1	25	7,0	1	0,3	0	0,0	0	0,0
TOTAL	4147	58,94	2809	39,92	79	1,12	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.



Distribuição dos índices baseada no boletim diário de qualidade do ar

TABELA B - Distribuição do índice - dióxido de enxofre - 2001

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	345	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	285	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Caetano	307	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	351	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	345	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	342	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	340	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pinheiros	328	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro	344	99,1	3	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Parisi	340	99,4	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	3327	99,8	5	0,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

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

*Não atendeu ao critério de representatividade.

TABELA C - Distribuição do índice - monóxido de carbono - 2001

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	338	96,0	13	3,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	356	97,5	7	1,9	2	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Caetano	318	93,5	18	5,3	4	1,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	308	88,3	37	10,6	4	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	321	91,2	31	8,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	338	96,6	12	3,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	328	94,0	20	5,7	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo André - Centro	330	95,9	13	3,8	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	338	97,7	8	2,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	301	85,8	50	14,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pinheiros*	100	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	3376	93,8	209	5,8	13	0,4	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.



Anexo 5

Distribuição dos índices baseada no boletim diário de qualidade do ar

TABELA D - Distribuição do índice - ozônio - 2001

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	227	64,5	113	32,1	9	2,6	3	0,9	0	0,0	0	0,0
Santana	117	32,1	221	60,7	16	4,4	10	2,7	0	0,0	0	0,0
Mooca	163	48,7	146	43,6	11	3,3	15	4,5	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	114	31,3	201	55,2	31	8,5	18	4,9	0	0,0	0	0,0
São Caetano do Sul	170	48,2	160	45,3	18	5,1	5	1,4	0	0,0	0	0,0
Diadema	175	48,3	158	43,6	16	4,4	13	3,6	0	0,0	0	0,0
Osasco	298	92,3	24	7,4	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo André - Capuava	216	61,0	118	33,3	17	4,8	3	0,8	0	0,0	0	0,0
São Miguel Paulista	179	50,6	156	44,1	13	3,7	6	1,7	0	0,0	0	0,0
Mauá	120	34,2	196	55,8	27	7,7	8	2,3	0	0,0	0	0,0
Pinheiros	238	67,4	108	30,6	5	1,4	2	0,6	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro	168	46,5	177	49,0	13	3,6	3	0,8	0	0,0	0	0,0
TOTAL	2185	51,7	1778	42,1	177	4,2	86	2,0	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.



Distribuição dos índices baseada no boletim diário de qualidade do ar

TABELA E - Distribuição do índice - dióxido de nitrogênio - 2001

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	195	56,9	148	43,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	293	83,2	59	16,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Caetano do Sul	258	76,1	81	23,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Congonhas	123	37,8	199	61,2	3	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	119	34,1	229	65,6	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	139	42,9	184	56,8	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro*	184	95,8	8	4,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco*	110	50,0	109	49,5	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Mauá	317	92,2	27	7,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Pinheiros	220	67,9	104	32,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro*	266	98,2	5	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
TOTAL	2224	65,7	1153	34,1	6	0,2	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.



Anexo 5

Distribuição dos índices baseada no boletim diário de qualidade do ar

TABELA F - Distribuição do índice geral - 2001

ESTAÇÃO	BOA		REGULAR		INADEQUADA		MÁ		PÉSSIMA		CRÍTICA	
	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%	FREQ	%
P. D. Pedro II	112	30,9	234	64,6	13	3,6	3	0,8	0	0,0	0	0,0
Santana	117	32,1	221	60,7	16	4,4	10	2,7	0	0,0	0	0,0
Moóca	165	49,0	146	43,3	11	3,3	15	4,5	0	0,0	0	0,0
Cambuci	192	65,1	101	34,2	2	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Ibirapuera	100	27,4	215	58,9	32	8,8	18	4,9	0	0,0	0	0,0
São Caetano do Sul	126	35,3	204	57,1	22	6,2	5	1,4	0	0,0	0	0,0
Congonhas	86	24,2	261	73,5	8	2,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lapa	110	30,5	247	68,4	4	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Cerqueira César	159	44,9	194	54,8	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Penha	6	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Centro	262	71,8	101	27,7	2	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Guarulhos	102	31,1	209	63,7	17	5,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo André - Centro	264	75,9	79	22,7	5	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Diadema	85	23,3	250	68,5	17	4,7	13	3,6	0	0,0	0	0,0
Santo Amaro	253	72,1	97	27,6	1	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Osasco	103	28,6	254	70,6	3	0,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Santo André - Capuava	188	51,5	157	43,0	17	4,7	3	0,8	0	0,0	0	0,0
São Bernardo do Campo	250	69,1	108	29,8	4	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Taboão da Serra	182	56,2	140	43,2	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
São Miguel Paulista	140	39,2	196	54,9	15	4,2	6	1,7	0	0,0	0	0,0
Mauá	106	29,5	217	60,4	28	7,8	8	2,2	0	0,0	0	0,0
Pinheiros	162	44,8	192	53,0	6	1,7	2	0,6	0	0,0	0	0,0
Cubatão - Centro	153	42,1	193	53,2	14	3,9	3	0,8	0	0,0	0	0,0
Cubatão - V. Parisi	54	14,9	283	78,0	25	6,9	1	0,3	0	0,0	0	0,0
TOTAL	3477	42,8	4299	52,9	265	3,3	87	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.



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 500m e para frotas com circulação restrita à área urbana em qualquer altitude, o limite é o Ringelmann nº 2 (40%).

- Resolução 507/1976 - Ministério da Justiça: estabelece os limites de emissão do cárter para os novos veículos a gasolina.

- Resolução CONAMA nº 018/86, de 06.05.86, que estabelece os limites máximos de emissão para motores e veículos novos, bem como as regras e exigências para o licenciamento para fabricação de uma configuração de veículo ou motor e para a verificação da conformidade da produção.

- Resolução CONAMA nº 003/90 de 28/06/90, na qual o IBAMA estabelece os padrões primários e secundários de qualidade do ar e ainda os critérios para episódios agudos de poluição do ar.

- Resolução CONAMA nº 008/90 de 06/12/90, que estabelece limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão externa em fontes novas fixas com potências nominais até 70 MW e superiores.

- Portaria IBAMA nº 1937/90, que disciplina o controle de emissão para veículos importados.

- Lei Federal nº 8723 de out/93, que estabelece os critérios básicos, prazos e limites de emissão para veículos novos e convertidos, define o percentual de álcool na gasolina e incentiva o planejamento dos transportes como meio de controle ambiental.

- Resolução CONAMA nº 03/89, que estabelece os métodos de medição e os limites de emissão de aldeídos para veículos leves novos a álcool.

- Resolução CONAMA nº 04/89, que estabelece metas para o desenvolvimento do método de medição da emissão de álcool em veículos.

- Resolução CONAMA nº 06/93, que estabelece a obrigatoriedade dos fabricantes e importadores de veículos disporem de procedimentos e infra-estrutura para a divulgação sistemática das especificações de regulagem e manutenção dos motores e sistemas de controle de poluição.

- Resolução CONAMA nº 07/93, que estabelece os padrões de emissão e procedimentos de inspeção para veículos em uso, bem como os critérios para a implantação dos Programas de I/M.

- Resolução CONAMA nº 08/93, que estabelece novos prazos e limites de emissão para veículos novos (pesados em geral, leves a diesel e importados), bem como recomenda as especificações do óleo diesel comercial necessárias ao controle ambiental.

- Resolução CONAMA nº 16/93, que regulamenta a Lei nº 8723, ratificando as exigências das Resoluções CONAMA emitidas anteriormente sobre o assunto.



2. Legislação do Estado de São Paulo

- Lei nº 977 e Decreto nº 8.468, 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 de junho de 1997, regulamentada pelo Decreto no 41858 de 12 de junho de 1997, 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.

