



*COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO*

**DIRETORIA DE ENGENHARIA E QUALIDADE  
AMBIENTAL  
DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL  
DIVISÃO DE QUALIDADE DO AR  
EQQA / EQQM / EQQT**

**OPERAÇÃO INVERNO – 2011  
QUALIDADE DO AR**

**Maio/2012**



## **RESUMO**

CETESB publica anualmente, desde 1976, este relatório com a análise dos dados e informações relativas à qualidade do ar durante a então denominada Operação Inverno, que compreende o período de maio a setembro. Neste relatório, são apresentados dados do inverno de 2011 das redes manual e automática compreendendo os seguintes poluentes: partículas inaláveis ( $MP_{10}$ ), partículas totais em suspensão (PTS), partículas inaláveis finas ( $MP_{2.5}$ ), fumaça (FMC), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), monóxido de carbono (CO), ozônio ( $O_3$ ) e dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ), além de dados meteorológicos relativos à passagem de sistemas frontais, precipitação, inversões térmicas, vento e calma. São apresentados a distribuição de qualidade do ar e as tendências das concentrações de cada poluente, nas unidades vocacionais e por UGRHI, e dos parâmetros meteorológicos nos últimos dez anos.

Palavras chaves: Operação Inverno – Qualidade do Ar

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes .....	11
Gráfico 2 – Número de sistemas frontais.....	11
Gráfico 3 – Precipitação Total de 2002 a 2011 e Normal de 1961 a 1990.....	12
Gráfico 4 – Número de ocorrências de inversões térmicas .....	12
Gráfico 5 – Porcentagem de calmaria na RMSP .....	13
Gráfico 6 – Velocidade média do vento na RMSP .....	13
Gráfico 7 – Umidade Relativa às 15h .....	14
Gráfico 9 – MP <sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP .....	17
Gráfico 10 – MP <sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias – RMSP.....	18
Gráfico 11 – MP <sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias – RMSP .....	19
Gráfico 12 – MP <sub>10</sub> - Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHI 7.....	19
Gráfico 13 – MP <sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Cubatão-Centro .....	20
Gráfico 14 – MP <sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Cubatão-V.Parisi.....	20
Gráfico 15 – MP <sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Cubatão-V.Mogi.....	20
Gráfico 16 – MP <sub>10</sub> – Evolução das concentrações diárias médias – UGRHI 7 .....	21
Gráfico 17 – MP <sub>10</sub> - Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHIs 2, 5 e 10 .....	22
Gráfico 18 – MP <sub>10</sub> – Evolução das com concentrações médias – UGRHIs 2, 5 e 10 .....	23
Gráfico 19 – MP <sub>10</sub> – Classificação das concentrações diárias máximas .....	23
UGRHIs 4, 9 e 13 (maio a setembro).....	23
Gráfico 20 – MP <sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias – UGRHIs 4 e 13 .....	24
Gráfico 21 – MP <sub>10</sub> – Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHIs 15, 19, 21 e 22 - (maio a setembro) .....	24
Gráfico 22 – MP <sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias – UGRHIs 15, 19, 21 e 22 .....	25
Gráfico 23 – Fumaça – Classificação das concentrações diárias máximas – RMSP .....	25
Gráfico 24 – PTS – Classificação das concentrações diárias máximas – RMSP .....	26
Gráfico 25 – CO – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP .....	27
Gráfico 26 – CO – Evolução das concentrações médias- média de 8h – RMSP.....	28
Gráfico 27 – SO <sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias – RMSP.....	29
Gráfico 28 – SO <sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias – RMSP.....	29
Gráfico 29 – SO <sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias – Cubatão.....	30
Gráfico 30 – SO <sub>2</sub> – Evolução das com concentrações médias – UGRHIs 2, 5 e 10.....	30
Gráfico 31 – NO <sub>2</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP.....	31
Gráfico 32 – O <sub>3</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP .....	32
Gráfico 33 – O <sub>3</sub> – Classificação do número de dias com ultrapassagem do padrão e do nível de atenção – UGRHI 6 - Rede Automática (janeiro a setembro).....	33
Gráfico 34 – O <sub>3</sub> – Classificação do número de dias com ultrapassagem do padrão e do nível de atenção – UGRHI 7 - Rede Automática (janeiro a setembro).....	33
Gráfico 35 – O <sub>3</sub> – Classificação do número de dias com ultrapassagem do padrão e do nível de atenção - 2011 – UGRHIs 2, 5 e 10 - Rede Automática (janeiro a setembro) .....	34
Gráfico 36 – MP <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) –Classificação das concentrações diárias máximas – RMSP .....	34

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Fontes, características e efeitos dos principais poluentes na atmosfera. ....	2
Tabela 2 – Padrões Nacionais de Qualidade do Ar e Critério para Episódios Críticos de Poluição do Ar. ....	3
Tabela 3 – Estrutura do Índice .....	4
Tabela 4 – Configuração da rede de monitoramento automático da qualidade do ar.....	5
Tabela 5 – Configuração da rede de monitoramento manual da qualidade do ar.....	6
Tabela 6 – Número de eventos por qualidade do ar e poluente – RMSP – 2011 (maio a setembro)..	35

**LISTA DE MAPAS**

Mapa 1 – Classificação das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo .....	8
Mapa 2 – Localização das estações no Estado de São Paulo .....	9



**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CETESB	- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPTEC	- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
FAB	- Força Aérea Brasileira
INMET	- Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEN	- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IQAr	- Índice de Qualidade do Ar
PQAr	- Padrão de Qualidade do Ar
PROCONVE	- Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
QUALAR	- Sistema de Informações de Qualidade do Ar
RMSP	- Região Metropolitana de São Paulo
UGRHI	- Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos
USP	- Universidade de São Paulo

**LISTA DE SÍMBOLOS**

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	- Micrograma por metro cúbico
PPM	- Parte por milhão
CO	- Monóxido de Carbono
DV	- Direção do Vento
ERT	- Enxofre Reduzido Total
FMC	- Fumaça
MP <sub>10</sub>	- Partículas Inaláveis
MP <sub>2,5</sub>	- Partículas Inaláveis Finas
NO	- Monóxido de Nitrogênio
NO <sub>2</sub>	- Dióxido de Nitrogênio
NO <sub>x</sub>	- Óxidos de Nitrogênio
O <sub>3</sub>	- Ozônio
P	- Pressão
PTS	- Partículas Totais em Suspensão
RAD	- Radiação Total e Ultra-violeta A
SO <sub>2</sub>	- Dióxido de Enxofre
TEMP	- Temperatura do Ar
UR	- Umidade Relativa do Ar
VV	- Velocidade do Vento

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR .....	2
2.1 Principais Poluentes .....	2
2.2 Padrões e Índice de Qualidade do Ar .....	2
2.3 Redes de Monitoramento .....	4
2.3.1 Observações sobre o monitoramento .....	7
2.3.2 Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI e Unidade Vocacional.....	7
3. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA .....	10
3.1 Condições Meteorológicas de Dispersão.....	10
3.2 Condições de formação de Ozônio.....	15
4. A QUALIDADE DO AR NO INVERNO DE 2011.....	16
4.1 Evolução da Qualidade do Ar.....	16
4.1.1 Material Particulado.....	16
4.1.1.1 Partículas Inaláveis – MP <sub>10</sub> .....	16
4.1.1.2 Fumaça.....	25
4.1.1.3 Partículas Totais em Suspensão .....	26
4.1.2 Monóxido de Carbono – CO.....	26
4.1.3 Dióxido de Enxofre – SO <sub>2</sub> .....	28
4.1.4 Dióxido de Nitrogênio – NO <sub>2</sub> .....	30
4.1.5 Ozônio .....	31
4.1.6 Outros Poluentes.....	34
4.1.6.1 Partículas Inaláveis Finas – MP <sub>2,5</sub> .....	34
5. CONCLUSÕES .....	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
7. EQUIPE DE TRABALHO .....	37
APÊNDICE A.....	38
APÊNDICE B.....	42

## 1. INTRODUÇÃO

A chamada “Operação Inverno” foi instituída pela CETESB em 1976 como um conjunto de ações preventivas e corretivas a ser desenvolvido durante os meses de inverno, período mais crítico à dispersão dos poluentes primários, visando proteger a saúde da população contra os agravos causados por episódios agudos de poluição do ar na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), e Cubatão. Na RMSP, a avaliação diária da poluição atmosférica realizada pela CETESB mostrava que no inverno, poluentes como o monóxido de carbono e o material particulado, frequentemente atingiam altas concentrações.

Até meados da década de 80, a Operação Inverno enfatizou ações de controle da poluição industrial, uma vez que essas fontes eram consideradas as principais responsáveis pelo problema da poluição atmosférica. Essas ações produziram reduções bastante significativas das emissões industriais ainda na década de 80.

Entretanto, devido ao aumento contínuo da frota de veículos, estes passaram a ser as principais fontes de poluição do ar, sobretudo na RMSP. Assim, novos programas foram sendo implantados para minimizar o impacto da poluição de origem veicular, como a Operação Rodízio e a intensificação da fiscalização de fumaça preta em veículos pesados.

A partir do final dos anos 90, em virtude principalmente dos limites de emissão impostos pelo PROCONVE (Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores), para os veículos novos, observou-se uma queda significativa nos níveis de monóxido de carbono e material particulado. Assim, apesar de ainda haver algumas ultrapassagens dos padrões diários no inverno, estes já não justificam intervenções drásticas no tráfego de veículos. Atualmente, as ações desenvolvidas na Operação Inverno, na RMSP, são focadas, principalmente, na fiscalização da emissão de fumaça preta em veículos pesados e na orientação das pessoas para que reduzam as emissões de poluentes atmosféricos com medidas como a manutenção do veículo, dar preferência ao transporte coletivo, não queimar lixo, etc. Já em Cubatão, ações mais efetivas de controle das fontes estacionárias ainda são tomadas, além das ações preventivas de controle. Em 2011, as ações da Operação Inverno resultaram em cerca de 3.000 veículos autuados por emissão excessiva de fumaça preta na RMSP e cerca de 5.200 veículos autuados em outras regiões do Estado.

O objetivo deste relatório é analisar e divulgar os resultados do monitoramento da qualidade do ar no Estado de São Paulo no período de maio a setembro de 2011, bem como a evolução da qualidade do ar ao longo dos últimos dez anos.

## 2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

Neste item são apresentados os principais poluentes, os padrões e índice de qualidade do ar e as redes de monitoramento da CETESB.

### 2.1 Principais Poluentes

Dentre os poluentes regulamentados que têm suas concentrações ambientais incrementadas no período de inverno e eventualmente ultrapassam os padrões de qualidade do ar, destacam-se as partículas inaláveis, o monóxido de carbono e o dióxido de nitrogênio. Por outro lado, apesar deste período ser menos propício à formação do ozônio, é comum a ocorrência de ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar por este poluente. Na tabela 1 são apresentados os poluentes monitorados pela CETESB, bem como suas características, principais fontes de emissão e efeitos ao meio ambiente.

**Tabela 1 – Fontes, características e efeitos dos principais poluentes na atmosfera.**

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Partículas Inaláveis Finas (MP <sub>2,5</sub> )	Partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem etc, que podem permanecer no ar e percorrer longas distâncias. Faixa de tamanho < 2,5 micra.	Processos de combustão (industrial, veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera) como sulfato e nitrato, entre outros.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade, contaminação do solo e água.
Partículas Inaláveis (MP <sub>10</sub> ) 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), poeira ressuspensa, aerossol secundário (formado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e água.
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.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e água.
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO <sub>3</sub> , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . 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, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à 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.	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.	
Ozônio (O <sub>3</sub> )	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais.

### 2.2 Padrões e Índice de Qualidade do Ar

Os padrões de qualidade do ar (PQAr), estão definidos no Decreto Estadual nº 8468/76 e na Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90. Na tabela 2, são apresentados os padrões de qualidade do ar, bem como os critérios estabelecidos para episódios.

**Tabela 2 – Padrões Nacionais de Qualidade do Ar e Critério para Episódios Críticos de Poluição do Ar.**

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO µg/m <sup>3</sup>	PADRÃO SECUNDÁRIO µg/m <sup>3</sup>	ATENÇÃO µg/m <sup>3</sup>	ALERTA µg/m <sup>3</sup>	EMERGÊNCIA µg/m <sup>3</sup>
partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas <sup>1</sup>	240	150	375	625	875
	MGA <sup>2</sup>	80	60			
partículas inaláveis (MP <sub>10</sub> )	24 horas <sup>1</sup>	150	150	250	420	500
	MAA <sup>3</sup>	50	50			
fumaça (FMC)	24 horas <sup>1</sup>	150	100	250	420	500
	MAA <sup>3</sup>	60	40			
dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	24 horas <sup>1</sup>	365	100	800	1.600	2.100
	MAA <sup>3</sup>	80	40			
dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	1 hora	320	190	1.130	2.260	3.000
	MAA <sup>3</sup>	100	100			
monóxido de carbono (CO)	1 hora <sup>1</sup>	40.000	40.000	15 ppm	30 ppm	40 ppm
		35ppm	35ppm			
	8 horas <sup>1</sup>	10.000	10.000			
		9ppm	9ppm			
ozônio (O <sub>3</sub> )	1 hora <sup>1</sup>	160	160	400	800	1.000
				200 <sup>4</sup>		

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

(2) Média geométrica anual.

(3) Média aritmética anual.

(4) Legislação do Estado de São Paulo

Para simplificar o processo de comunicação dos dados de poluição do ar para a população, a CETESB utiliza o Índice de Qualidade do Ar (IQAr), o qual é obtido através de funções lineares que relacionam as concentrações dos poluentes com os padrões legais de qualidade do ar. Para cada poluente medido é calculado um índice. A qualidade do ar de uma estação é determinada pelo poluente cujo índice for o mais elevado. Na tabela 3 pode-se visualizar a escala utilizada para classificar a qualidade do ar.

Tabela 3 – Estrutura do Índice

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Fumaça (µg/m <sup>3</sup> )	PTS (µg/m <sup>3</sup> )	Significado
Boa	0-50	0-50	0-80	0 - 4,5	0-100	0-80	0-60	0-80	Praticamente não há riscos à saúde.
Regular	51-100	>50-150	>80-160	>4,5 - 9	>100 - 320	>80- 365	>60-150	>80 - 240	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	101-199	>150 e <250	>160 e <200	>9 e <15	>320 e <1130	>365 e <800	>150 e <250	>240 e <375	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	200-299	≥250 e <420	≥200 e <800	≥15 e <30	≥1130 e <2260	≥800 e <1600	≥250 e <420	≥375 e <625	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com problemas cardiovasculares)
Péssima	≥ 300	≥420	≥800	≥30	≥2260	≥1600	≥420	≥625	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Tanto a classificação BOA como REGULAR indicam que a qualidade do ar obedece aos padrões legais, ou seja, abaixo do PQAr primário. Os níveis de qualidade do ar, bem como a previsão das condições meteorológicas de dispersão de poluentes, são divulgados no endereço internet [www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br).

### 2.3 Redes de Monitoramento

Nas tabelas 4 e 5 são apresentadas as configurações das Redes de Monitoramento Automático e Manual de Qualidade do Ar da CETESB, mostrando os respectivos parâmetros monitorados em cada estação.

Tabela 4 – Configuração da rede de monitoramento automático da qualidade do ar

VOCACIONAL	UGRHI	ESTAÇÃO Nº	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS														
				MP <sub>2,5</sub>	MP <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	ERT	UR	TEMP	VV	DV	P	RAD
Industrial	2	54	Jacareí		X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	X
Industrial	2	55	São José dos Campos		X	X					X		X	X	X	X		
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 2</b>				<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		
Em industrialização	4	79	Ribeirão Preto		X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 4</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
Industrial	5	52	Americana		X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
Industrial	5	42	Campinas - Centro		X					X		X	X					
Industrial	5	74	Jundiaí		X		X	X	X		X		X	X	X	X		
Industrial	5	44	Paulínia		X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	
Industrial	5	45	Paulínia - Sul		X		X	X	X		X			X	X	X	X	
Industrial	5	77	Piracicaba		X		X	X	X		X		X	X	X	X		
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 5</b>				<b>6</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Industrial	6	10	Cerqueira César		X	X	X	X	X	X								
Industrial	6	8	Congonhas		X	X	X	X	X	X								
Industrial	6	15	Diadema		X						X							
Industrial	6	5	Ibirapuera		X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
Industrial	6	31	IPEN-USP		X		X	X	X	X	X							
Industrial	6	22	Mauá		X		X	X	X		X							
Industrial	6	3	Moóca		X					X	X			X	X			
Industrial	6	6	Nossa Senhora do Ó		X						X		X	X				
Industrial	6	17	Osasco		X	X	X	X	X	X				X	X			
Industrial	6	29	Parelheiros		X		X	X	X	X	X		X	X				
Industrial	6	1	Parque D. Pedro II		X		X	X	X	X	X							
Industrial	6	27	Pinheiros		X		X	X	X	X	X		X	X	X	X		
Industrial	6	2	Santana		X					X				X	X			
Industrial	6	16	Santo Amaro		X					X	X			X	X			
Industrial	6	18	Santo André - Capuava		X					X				X	X			
Industrial	6	32	Santo André - Paço Municipal		X					X				X	X			
Industrial	6	19	São Bernardo do Campo		X									X	X			
Industrial	6	7	São Caetano do Sul		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
Industrial	6	20	Taboão da Serra		X		X	X	X	X			X	X				
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 6</b>				<b>2</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>2</b>		
Industrial	7	24	Cubatão - Centro		X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	
Industrial	7	25	Cubatão - Vila Parisi		X	X	X	X	X					X	X			
Industrial	7	30	Cubatão - Vale do Mogi		X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	
Industrial	7	82	Santos		X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 7</b>				<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
Industrial	10	51	Sorocaba		X		X	X	X		X		X	X	X			
Industrial	10	94	Tatuí		X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 10</b>				<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
Em industrialização	13	71	Araraquara		X		X	X	X		X		X	X	X			
Em industrialização	13	73	Bauru		X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	
Em industrialização	13	75	Jau		X		X	X	X		X		X	X	X			
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 13</b>				<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
Agropecuária	15	80	São José do Rio Preto		X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	
Agropecuária	15	81	Catanduba		X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 15</b>				<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
Agropecuária	19	72	Araçatuba		X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 19</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
Agropecuária	21	76	Marília		X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 21</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
Agropecuária	22	78	Presidente Prudente		X		X	X	X		X		X	X	X	X	X	
<b>TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 22</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
<b>TOTAL MONITORES FIXOS</b>				<b>2</b>	<b>41</b>	<b>9</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>34</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>13</b>
Industrial	6	49	Estação Móvel I		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X			
Industrial	6	50	Estação Móvel II <sup>1</sup>							X						X		
Industrial	6	47	Estação Móvel III				X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
<b>TOTAL MONITORES MÓVEIS</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL GERAL</b>				<b>2</b>	<b>42</b>	<b>10</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>15</b>	<b>37</b>	<b>1</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>14</b>

1 - Monitoramento em Itaquera (UGRHI 6) a partir de 09/08/2007.

MP <sub>10</sub>	Partículas inaláveis	UR	Umidade relativa do ar
SO <sub>2</sub>	Dióxido de enxofre	TEMP	Temperatura
NO	Monóxido de nitrogênio	VV	Velocidade do vento
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrogênio	DV	Direção do vento
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrogênio	P	Pressão atmosférica
CO	Monóxido de carbono	RAD	Radiação Total e LVA
O <sub>3</sub>	Ozônio		
ERT	Compostos de enxofre reduzido total		

Tabela 5 – Configuração da rede de monitoramento manual da qualidade do ar

VOCACIONAIS	UGRHI	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS				
			MP <sub>2,5</sub>	FMC	SO <sub>2</sub>	MP <sub>10</sub>	PTS
Industrial	2	São José dos Campos - S.Dimas		X			
Industrial	2	Taubaté - Centro		X			
<b>TOTAL UGRHI 2</b>				<b>2</b>			
Em industrialização	4	Ribeirão Preto - Campos Elíseos				X	
Em industrialização	4	São José do Rio Pardo		X			
<b>TOTAL UGRHI 4</b>				<b>1</b>		<b>1</b>	
Industrial	5	Americana - Centro		X			
Industrial	5	Cordeirópolis - Módolo					X
Industrial	5	Jundiaí - Centro		X	X		
Industrial	5	Jundiaí - Vila Arens			X		
Industrial	5	Limeira - Centro		X			
Industrial	5	Limeira - Boa Vista				X	
Industrial	5	Paulínia - Bairro Cascata			X		
Industrial	5	Paulínia - Sta. Terezinha			X		
Industrial	5	Piracicaba - Centro		X			
Industrial	5	Piracicaba - Algodão				X	
Industrial	5	Rio Claro				X	
Industrial	5	Salto - Centro		X	X		
Industrial	5	Santa Gertrudes - Jd. Luciana				X	
<b>TOTAL UGRHI 5</b>				<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
Industrial	6	Campos Elíseos		X	X		
Industrial	6	Congonhas					X
Industrial	6	Cerqueira César	X	X	X		X
Industrial	6	Ibirapuera	X	X			X
Industrial	6	Moema		X	X		
Industrial	6	Osasco					X
Industrial	6	Pça. da República		X	X		
Industrial	6	Pinheiros	X	X	X		X
Industrial	6	Santo Amaro					X
Industrial	6	Mogi das Cruzes - Centro		X			
Industrial	6	Santo André - Capuava					X
Industrial	6	São Bernardo do Campo					X
Industrial	6	São Caetano do Sul	X				X
Industrial	6	Tatuapé		X	X		
<b>TOTAL UGRHI 6</b>			<b>4</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>9</b>
Industrial	7	Cubatão - Vila Parisi					X
Industrial	7	Santos - Embaré		X	X		
<b>TOTAL UGRHI 7</b>				<b>1</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
Em industrialização	8	Franca - Centro		X			
<b>TOTAL UGRHI 8</b>				<b>1</b>			
Em industrialização	9	Jaboticabal				X	
Em industrialização	9	Pirassununga				X	
<b>TOTAL UGRHI 9</b>						<b>2</b>	
Industrial	10	Itu - Centro		X			
Industrial	10	Sorocaba - Centro		X			
Industrial	10	Votorantim - Centro		X			
<b>TOTAL UGRHI 10</b>				<b>3</b>			
Em industrialização	13	São Carlos - Centro		X			
<b>TOTAL UGRHI 13</b>				<b>1</b>			
Agropecuária	15	São José do Rio Preto - Centro	X	X			
<b>TOTAL UGRHI 15</b>			<b>1</b>	<b>1</b>			
<b>TOTAL MONITORES</b>			<b>5</b>	<b>23</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>11</b>

MP<sub>10</sub> - Partículas Inaláveis

FMC - Fumaça

SO<sub>2</sub> - Dióxido de enxofre

PTS - Partículas totais em suspensão

MP<sub>2,5</sub> - Partículas inaláveis finas

### **2.3.1 Observações sobre o monitoramento**

O registro das principais ocorrências e observações ao longo do período de monitoramento pode auxiliar a interpretação de tendência de longo prazo. Tais eventos, normalmente, estão associados a estações que tiveram seu monitoramento parcialmente comprometido no ano, quer pela impossibilidade de monitorar durante certos períodos, quer pelo aparecimento de interferências temporárias no entorno da estação, que faz com que as medidas não reflitam, de forma abrangente, a qualidade do ar da região.

Foram iniciados monitoramentos, em 2011, nas seguintes estações das Redes Automática e Manual:

- Tatuí (UGRHI 10): automático a partir de 01/01/11;
- Jacareí (UGRHI 2): automático a partir de 01/01/11;
- Jaboticabal (UGRHI 9): manual a partir de 26/01/11;
- Rio Claro (UGRHI 5): manual a partir de 23/05/11;
- Santos (UGRHI 7): automático a partir de 07/06/11.

Em 2011, foram observadas as seguintes ocorrências:

- Piracicaba (UGRHI 5): alteração no entorno da estação Piracicaba-Algodal de monitoramento de  $MP_{10}$ , devido à construção de um viaduto, de abril até setembro de 2011.
- RMSP (UGRHI 6): obras civis no entorno da estação do Parque Dom Pedro II que perduraram por todo o ano de 2011.
- RMSP (UGRHI 6) - Parelheiros: finalização da intensa movimentação de caminhões, com carga de terra na avenida em frente à estação, em função das obras do Rodoanel Trecho Sul, que vinha acontecendo desde junho de 2009.
- RMSP (UGRHI 6) - Mauá: obras de interligação Rodoanel/Complexo Jacu Pêssego até o segundo semestre de 2011.
- RMSP (UGRHI 6) - Congonhas: desde 02/08/10, restrição de circulação de veículos pesados na Avenida dos Bandeirantes.

Cabe destacar que, em 2011, no município de São Paulo foram regulamentadas as restrições ao trânsito de caminhões em diversas avenidas que fazem importantes ligações entre regiões da cidade, denominadas de Vias Estruturais Restritas – VER (vide <http://www.cetesp.com.br/consultas/caminhoes.aspx>). Também foram estabelecidas regras específicas para a atividade de fretamento na cidade e delimitada a Zona de Máxima Restrição de Fretamento – ZMRF (vide <http://www.cetesp.com.br/consultas/fretados.aspx>).

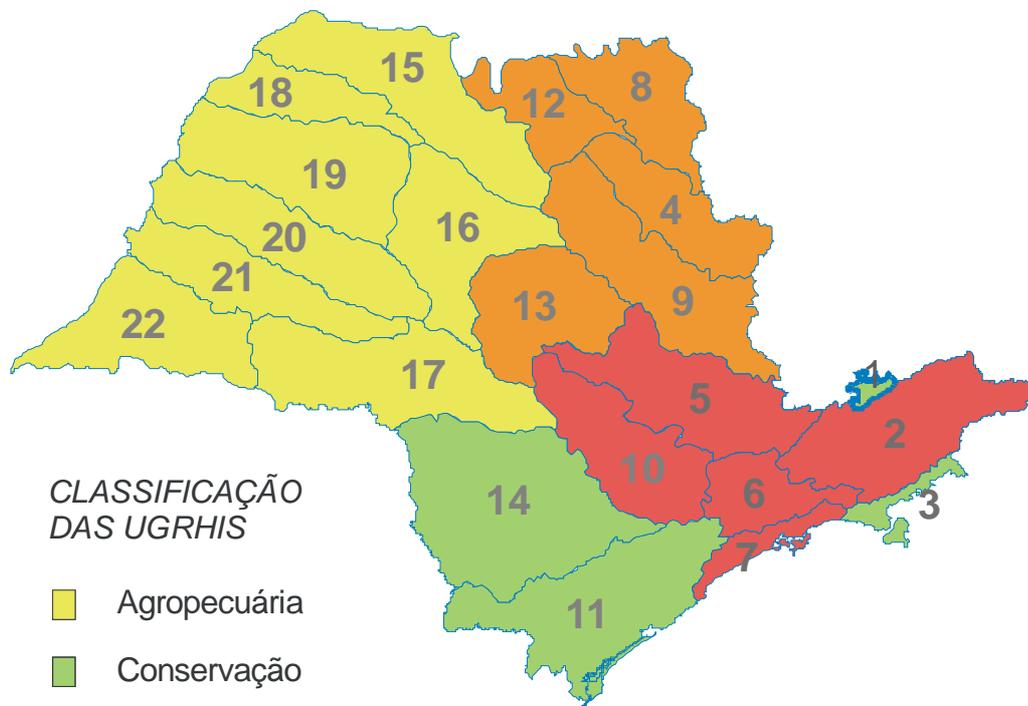
### **2.3.2 Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI e Unidade Vocacional**

O Estado de São Paulo está dividido, de acordo com a Lei Estadual nº 9.034/94 de 27 de dezembro de 1994, em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs. A UGRHI está estruturada no conceito de bacia hidrográfica, onde os recursos hídricos convergem para um corpo d'água principal.

As UGRHIs estão agrupadas em quatro unidades vocacionais, que são: INDUSTRIAL, EM INDUSTRIALIZAÇÃO, AGROPECUÁRIA E CONSERVAÇÃO. O mapa 1 apresenta, esquematicamente, o Estado de São Paulo contendo as 22 UGRHIs, com a classificação que foi designada pelo Anexo III da Lei Estadual nº 9.034/94 – Plano Estadual de Recursos Hídricos, em termos das atividades prioritárias (Unidades Vocacionais).

O mapa 2 apresenta a localização das estações de monitoramento da qualidade do ar no Estado de São Paulo, nas respectivas Unidades Vocacionais.

Mapa 1 – Classificação das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo

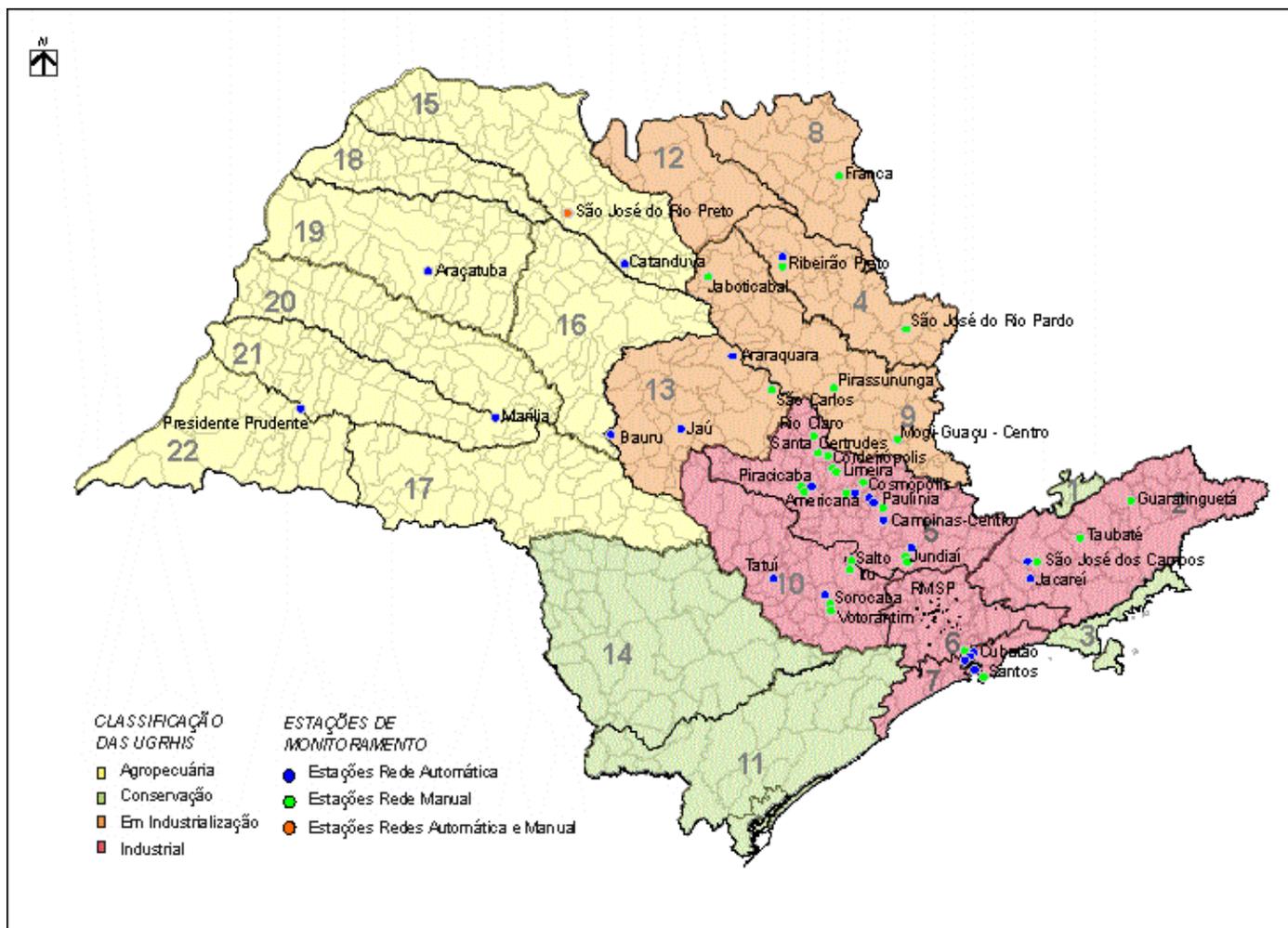


CLASSIFICAÇÃO  
DAS UGRHIS

- Agropecuária
- Conservação
- Em Industrialização
- Industrial

- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| ① Mantiqueira                 | ⑫ Baixo Pardo/Grande     |
| ② Paraíba do Sul              | ⑬ Tietê/Jacaré           |
| ③ Litoral Norte               | ⑭ Alto Paranapanema      |
| ④ Pardo                       | ⑮ Turvo/Grande           |
| ⑤ Piracicaba/Capivari/Jundiaí | ⑯ Tietê/Batalha          |
| ⑥ Alto Tietê                  | ⑰ Médio Paranapanema     |
| ⑦ Baixada Santista            | ⑱ São José dos Dourados  |
| ⑧ Sapucaí/Grande              | ⑲ Baixo Tietê            |
| ⑨ Mogi-Guaçu                  | ⑳ Aguapeí                |
| ⑩ Tietê/Sorocaba              | ㉑ Peixe                  |
| ⑪ Ribeira de Iguape/Litoral   | ㉒ Pontal do Paranapanema |

Mapa 2 – Localização das estações no Estado de São Paulo



### 3. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

São inúmeros os fatores meteorológicos que determinam o comportamento dos poluentes primários na atmosfera sendo que, dentre eles, o comportamento da precipitação pluviométrica permite verificar qualitativamente se a atmosfera esteve mais ou menos estável, favorecendo ou não a dispersão desses poluentes. Para a caracterização das condições de dispersão dos poluentes primários e de formação de poluentes secundários no Estado de São Paulo, foram utilizadas as informações sobre precipitação pluviométrica e de outras variáveis meteorológicas, disponíveis nas páginas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)) e da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de São Paulo – CEDEC/SP ([www.defesacivil.sp.gov.br](http://www.defesacivil.sp.gov.br)), para as estações meteorológicas de Santos (Baixada Santista), Taubaté e São José dos Campos (Vale do Paraíba), Mirante de Santana, Santo André, Guarulhos e Osasco (RMSP), São Carlos, Bauru, Araraquara e Campinas (Central), Barretos, Franca e Ribeirão Preto (Norte), Sorocaba, Registro e Itapeva (Sul), Marília e Presidente Prudente (Sudoeste), Araçatuba, Votuporanga, São José do Rio Preto e Catanduva (Oeste-Noroeste). Também foram utilizadas as informações de variáveis meteorológicas medidas pela rede de estações automáticas da qualidade do ar da CETESB ([www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar\\_qualar.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_qualar.asp)). É necessário esclarecer que, a análise das condições meteorológicas ocorridas durante o ano de 2011, é efetuada de maneira qualitativa.

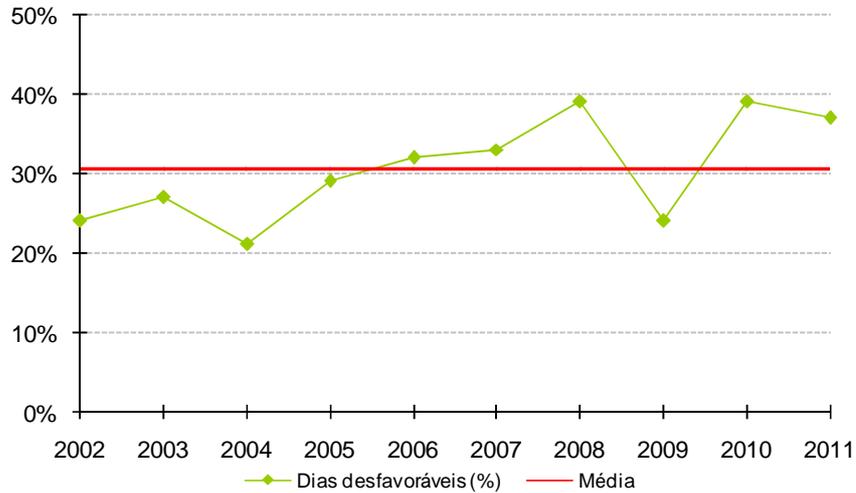
O período de maio a setembro, que é o mais desfavorável para a dispersão de poluentes primários no Estado de São Paulo, pode ser considerado como influenciado pelo fenômeno de escala planetária conhecido como La Niña (vide <http://infoclima1.cptec.inpe.br/>), como no ano de 2010. A atuação deste fenômeno favoreceu um escoamento em altos níveis da atmosfera, sobre as regiões Central e Sudeste brasileiro, ocasionando a diminuição das precipitações praticamente em todo o Estado e, conseqüentemente, a ocorrência de baixos valores de umidade relativa, principalmente entre os meses de julho e setembro, em que o período de estiagem foi o mais longo. Entretanto, em superfície, nos meses de maio a agosto, houve a incursão de três massas de ar frio com boas condições de ventilação sobre o Sudeste e Centro-Oeste do país, o que pode ter favorecido a dispersão de poluentes primários no Estado, principalmente na RMSP, onde os ventos provenientes do oceano favoreceram bastante a dispersão do material particulado. Mesmo assim, o inverno de 2011 esteve entre os mais desfavoráveis à dispersão de poluentes dos últimos anos, conforme descrito na análise a seguir. Com relação às queimadas, mesmo havendo períodos de estiagem durante os meses analisados, foram observadas reduções dos focos em Áreas de Proteção Ambiental (APAs), rodovias, áreas de cultivo de cana e de pastagens em todo o Estado de São Paulo, quando comparadas com 2010 (vide <http://infoclima1.cptec.inpe.br/>).

A seguir é apresentada uma análise dos principais parâmetros meteorológicos medidos na RMSP, pela CETESB e outras instituições, no período de maio a setembro. De modo geral, esta análise das condições meteorológicas pode ser extrapolada para as demais regiões do Estado.

#### 3.1 Condições Meteorológicas de Dispersão

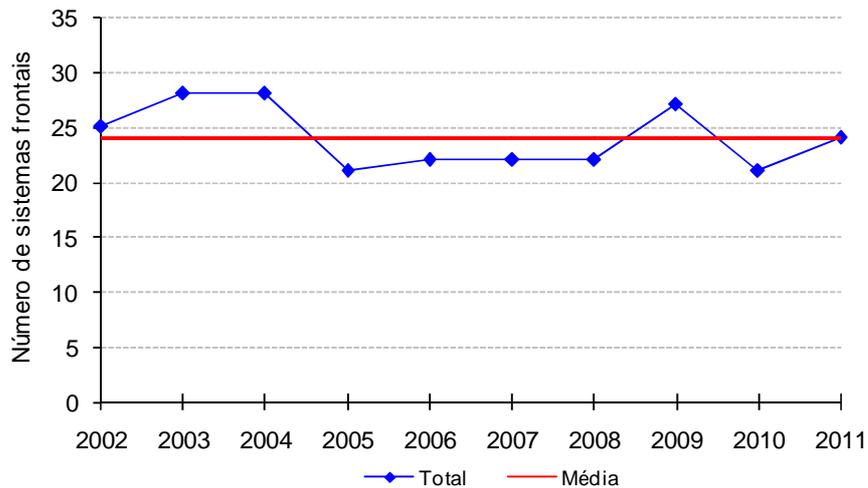
No gráfico 1 é apresentada a porcentagem de dias em que as condições meteorológicas foram desfavoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos, nos meses de maio a setembro, no período de 2002 a 2011. A porcentagem de dias desfavoráveis no inverno de 2011 esteve acima da média dos últimos dez anos, com a ocorrência de 37% de dias no período, percentual inferior apenas aos ocorridos em 2008 e 2010. A maioria dos dias desfavoráveis ocorreu nos meses de junho e julho, em dias com ocorrência de altas porcentagens de calmaria (vide Tabela E do Apêndice A) e ausência de chuvas.

**Gráfico 1 – Porcentagem de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes (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. O gráfico 2 mostra o número de passagens de sistemas frontais e a respectiva média no período de maio a setembro de 2002 a 2011, onde se observa que a quantidade de frentes que passaram pela RMSP em 2011 esteve na média dos últimos dez anos, sendo superior ao número de frentes que passaram em 2010.

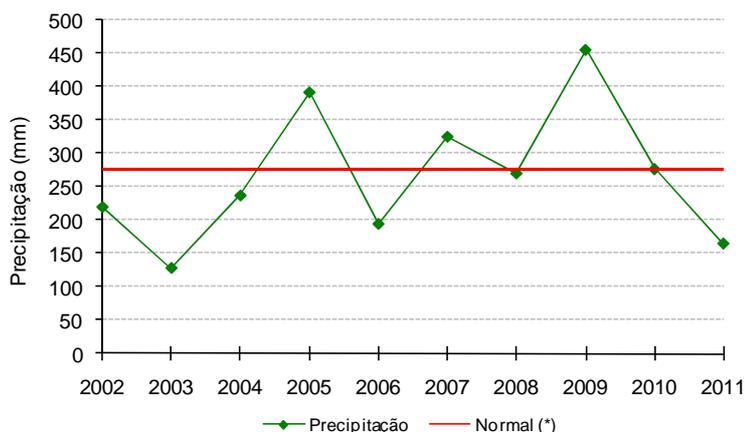
**Gráfico 2 – Número de sistemas frontais (maio a setembro)**



A ocorrência de precipitação pluviométrica, além de ser um indicador de que a atmosfera está instável, ou seja, com movimentos de ar que favorecem a dispersão de poluentes, promove a remoção dos mesmos, pois uma parcela significativa desses poluentes é incorporada à água da chuva. O gráfico 3 mostra as precipitações ocorridas no período de maio a setembro de 2002 a 2011 e a normal climatológica de 1961-1990.

Em 2011, o total de chuva entre maio e setembro ficou bem abaixo da normal climatológica do período, ficando entre os anos mais secos dos últimos dez anos, sendo superado apenas por 2003. Os meses de julho e setembro foram particularmente muito secos, com precipitação mensal muito abaixo da normal climatológica dos respectivos meses. Já os meses de junho e agosto apresentaram valores acima das respectivas médias climatológicas mensais, contudo, no mês de junho, que apresentou o maior volume de precipitação do período, as chuvas se concentraram em poucos dias. O inverno de 2011 teve ocorrência de longos períodos de estiagem, o que contribuiu para a ocorrência de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes acima da média dos últimos dez anos (vide Tabela C do Apêndice A).

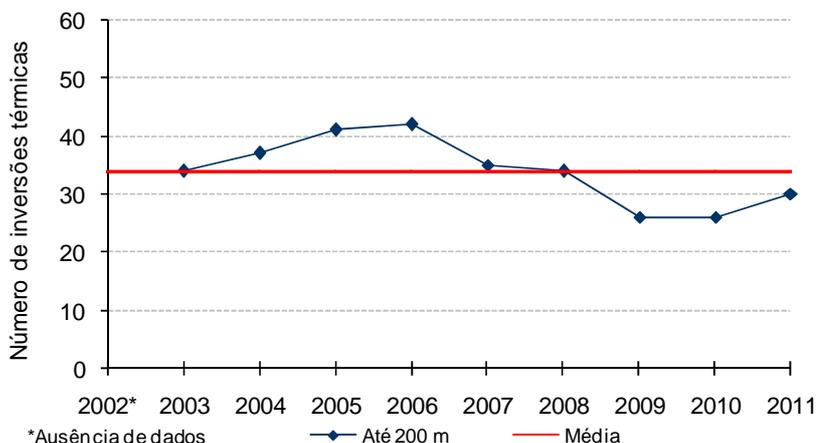
**Gráfico 3 – Precipitação Total de 2002 a 2011 e Normal de 1961 a 1990  
Estação Mirante de Santana – INMET (maio a setembro)**



(\*) Normal corrigida de acordo com a revisão publicada em 2009.

A ocorrência de inversão térmica próxima à superfície dificulta a dispersão de poluentes para níveis mais altos da atmosfera, provocando um aumento da concentração dos poluentes próximo à superfície. O gráfico 4 mostra o número de ocorrências de inversões térmicas com altura da base de até 200 metros e o número médio de inversões térmicas, com base até 200 metros, ocorridas entre 2002 e 2011. Observa-se que, em 2011, o número de ocorrências de inversões térmicas em baixos níveis esteve abaixo da média dos últimos dez anos, essas inversões ocorreram principalmente naqueles dias de estiagem, provocando maior estabilidade atmosférica e, conseqüentemente, contribuindo para as condições desfavoráveis à dispersão de poluentes observadas no período.

**Gráfico 4 – Número de ocorrências de inversões térmicas  
Força Aérea Brasileira – Campo de Marte (maio a setembro)**



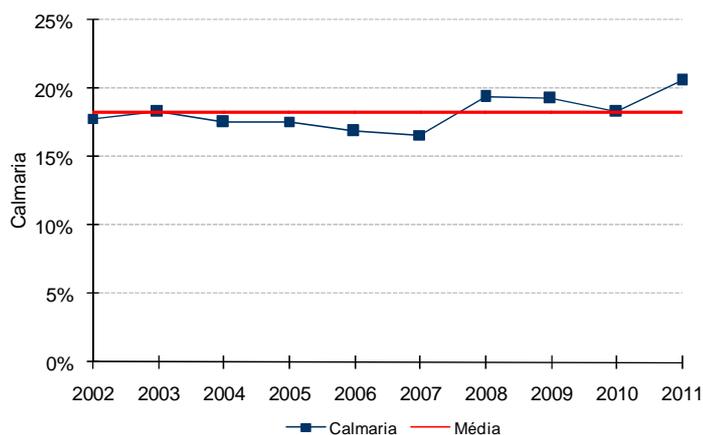
\*Ausência de dados

Até 200 m

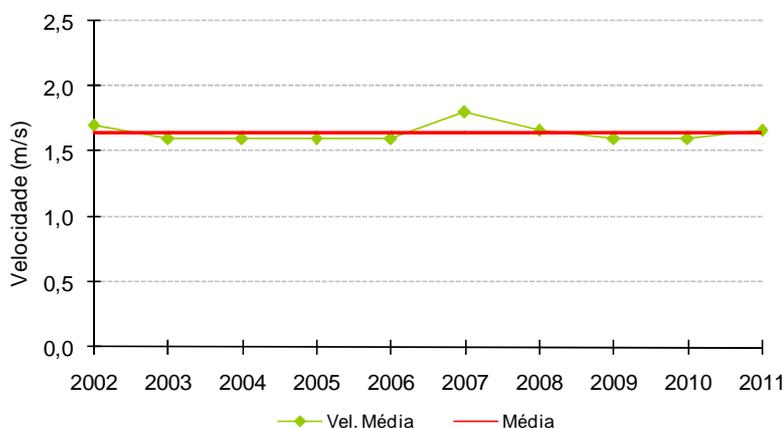
Média

Estudos mostram que a alta porcentagem de calmaria (velocidade do vento inferior a 0,5 m/s) e ventos fracos favorecem o aumento da concentração de poluentes na superfície. Os gráficos 5 e 6 mostram, respectivamente, a porcentagem de calmaria e velocidade média do vento para os meses de maio a setembro de 2002 a 2011. Em 2011 a porcentagem de calmaria no período foi a maior dos dez últimos anos, sendo que nos dias desfavoráveis foram observadas porcentagens de calmaria acima de 25%, com ocorrência em alguns dias sequenciais, em especial nos meses de junho e julho em que ocorreram altos percentuais de horas de calmaria e ventos fracos (vide Tabela E do Apêndice A).

**Gráfico 5 – Porcentagem de calmaria na RMSP  
CETESB – (maio a setembro)**



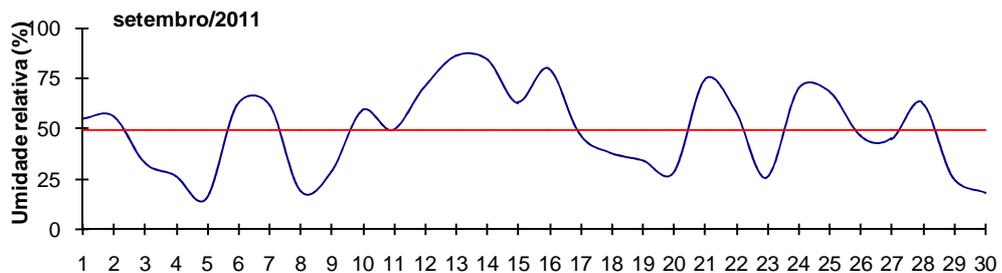
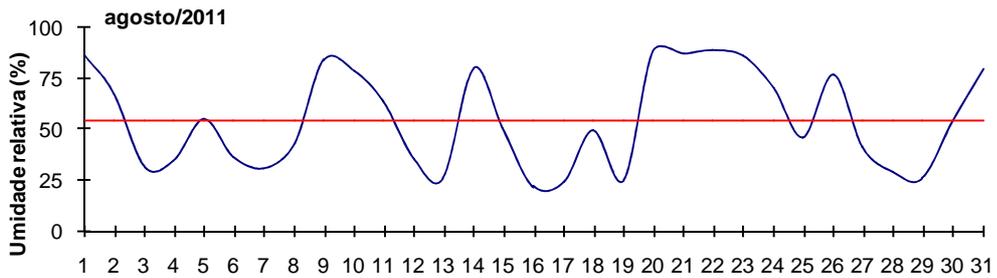
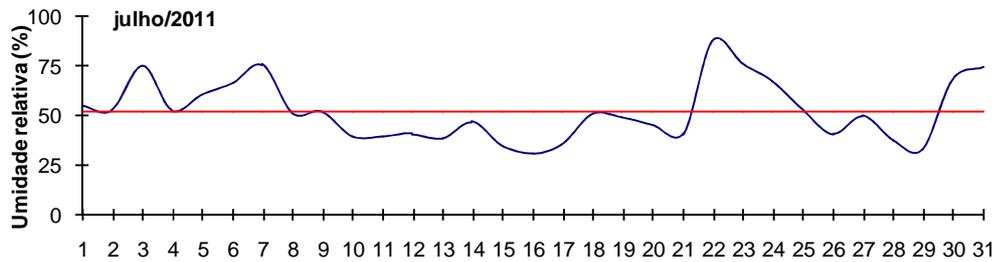
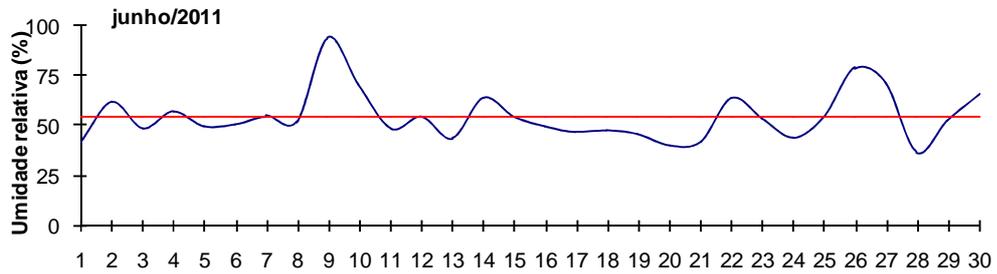
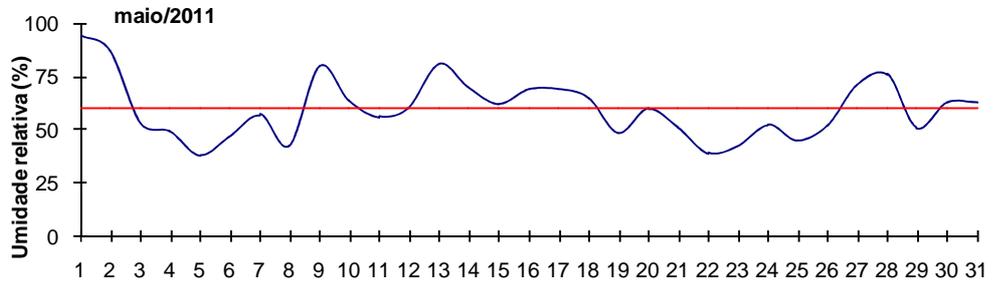
**Gráfico 6 – Velocidade média do vento na RMSP  
CETESB – (maio a setembro)**



A umidade relativa do ar é um parâmetro meteorológico que caracteriza o tipo de massa de ar que está atuando sobre a região. A ocorrência de baixa umidade relativa pode agravar doenças e quadros clínicos, além de causar desconforto à população. Este quadro se assemelha àquele decorrente dos efeitos da poluição do ar, o que torna muitas vezes difícil a distinção entre ambos os efeitos.

O gráfico 7 mostra o comportamento da umidade relativa às 15h, horário do dia em que, geralmente, a umidade apresenta os valores mais baixos. A linha reta em cada gráfico representa as médias de umidade relativa do ar às 15 horas de cada mês do período. Em 2011, a umidade às 15 horas no período de inverno pode ser considerada como próxima da média do respectivo mês, apresentando alguns períodos mais secos, porém com poucos dias de umidade abaixo de 30%, que ocorreram em agosto e setembro. O mês de julho apresentou um período mais longo de umidade abaixo da média, no entanto, estes valores estiveram em torno de 40% de umidade. Este período coincidiu com dias de alta porcentagem de calmaria, ventos fracos e inversão térmica em baixos níveis.

**Gráfico 7 – Umidade Relativa às 15h  
Estação Mirante de Santana – INMET (maio a setembro)**



### 3.2 Condições de formação de Ozônio

O ozônio apresenta, ao longo do ano, uma distribuição de episódios totalmente distinta dos poluentes primários, uma vez que este poluente é formado na atmosfera através de reações fotoquímicas que dependem da radiação solar, dentre outros fatores.

Desta forma, o ozônio ocorre com maior frequência no período de primavera e verão, época em que os meses são mais quentes e com maior incidência de radiação solar no topo da atmosfera, com menos frequência nos meses de maio a julho. Assim, neste relatório, diferente dos poluentes primários, a análise do ozônio compreenderá os meses de janeiro a setembro de 2011.

No interior, em 2011, foi observada a ocorrência de muitos dias de precipitação pluviométrica nos meses de janeiro a março, o que pode ter acarretado horas de nebulosidade, reduzindo, dessa forma, a radiação solar incidente, que tem um papel fundamental na formação deste poluente. Essas precipitações, e o consequente aumento da nebulosidade estiveram associadas com a formação de linhas de instabilidade decorrentes de episódios de atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS, principalmente nas regiões oeste, noroeste, norte e centro do Estado, propiciando uma ligeira diminuição das ultrapassagens do padrão de ozônio no interior do Estado, quando comparado com o ano de 2010.

Na RMSP, apesar das chuvas registradas no primeiro trimestre terem sido próximas às normais climatológicas, com exceção de janeiro que foi mais chuvoso, essas chuvas podem ter ocorrido no final da tarde, após o período do dia propício à formação do ozônio, uma vez que foram observadas diversas ultrapassagens do padrão neste trimestre, principalmente, nos meses de janeiro e fevereiro. No período de inverno também foi constatada a ocorrência de episódios de ozônio e uma possível explicação para este comportamento reside no fato que, nos meses de julho, agosto e, em especial, em setembro, houve longos períodos de estiagem na RMSP, nos quais a temperatura máxima, em muitos dias, foi superior à média climatológica, sendo possível inferir que houve muitas horas de insolação, acarretando em violações do padrão de qualidade. Consequentemente, foi observado, na RMSP, um aumento de episódios de ultrapassagem do padrão de ozônio em relação a 2010.

## 4. A QUALIDADE DO AR NO INVERNO DE 2011

A seguir é apresentada uma análise da evolução das concentrações dos poluentes ao longo dos últimos dez anos, considerando os padrões de qualidade do ar de curto e longo prazo. As análises serão agrupadas por poluente.

As tabelas com os dados de qualidade do ar (valores médios, primeira e segunda máxima), do período de maio a setembro de 2011, para todas as estações das redes automática e manual, separadas por Unidade Vocacional e UGRHI, são apresentadas no Apêndice B. Os resultados mais relevantes destas tabelas serão comentados no item a seguir.

### 4.1 Evolução da Qualidade do Ar

Neste item são analisadas as variações das concentrações dos poluentes no período de maio a setembro, dos últimos dez anos. As análises do período de exposição de curto prazo são feitas com base em dados diários – entre 1:00 e 24:00 horas – e são apresentadas nos gráficos de concentração diária máxima e nos de evolução da distribuição de qualidade. Para período de exposição longa são apresentados os gráficos de evolução das concentrações médias, calculadas com os dados do período de maio a setembro. Caso a estação não satisfaça o critério de representatividade (mínimo de 50% de dados diários válidos no período), os dados são destacados em tom mais claro, ou não são apresentados no caso dos gráficos de concentrações médias.

Por se tratar de um relatório que objetiva avaliar a qualidade do ar em período crítico à dispersão de poluentes, as análises de longo prazo se concentram na avaliação dos poluentes: material particulado, monóxido de carbono, dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio. A análise do ozônio será feita para o período de janeiro a setembro, uma vez que as maiores ocorrências de episódios agudos por este poluente acontecem, geralmente, nos meses de primavera e verão, com pouca ocorrência nos meses de outono e inverno.

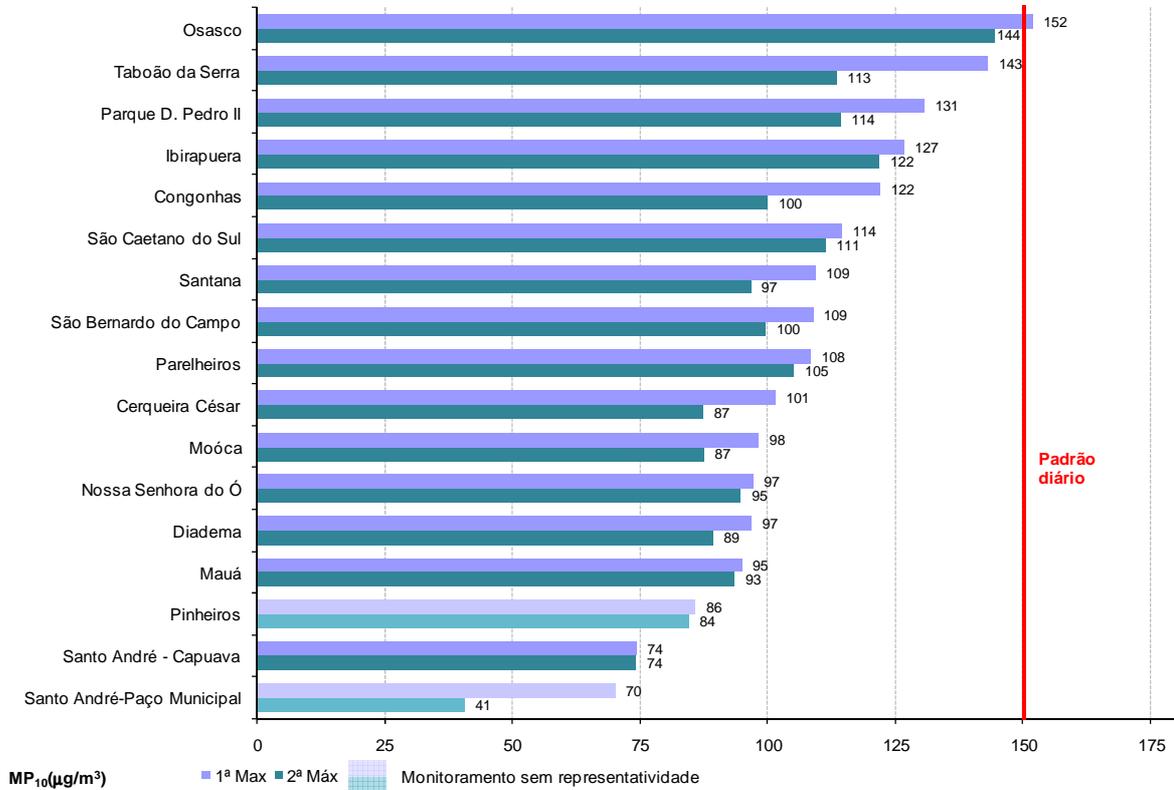
Na avaliação de longo prazo foram utilizados somente os dados da rede automática uma vez que as amostragens da rede manual são realizadas uma vez a cada seis dias e, muitas vezes, as tendências de evolução da qualidade do ar observadas em períodos de poucos meses não coincidem com as observadas na rede automática, que tem medições contínuas e ininterruptas. Ou seja, por sua característica de amostragem, quando se considera o período curto de tempo, os dados da rede manual sofrem maior influência das condições específicas do dia de coleta, o que pode não refletir o comportamento global do período.

#### 4.1.1 Material Particulado

##### 4.1.1.1 Partículas Inaláveis – MP<sub>10</sub>

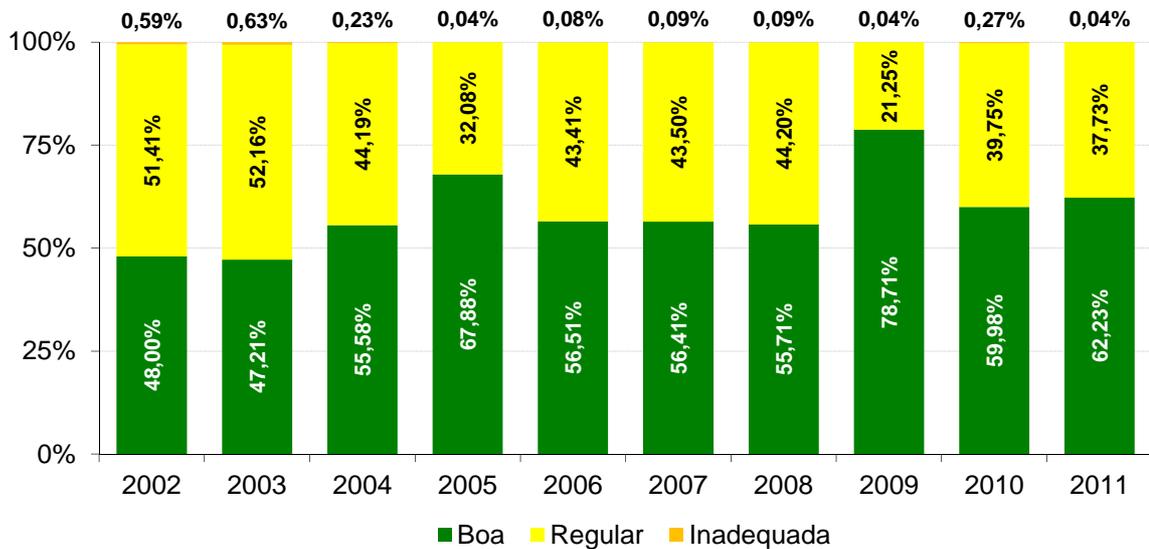
O gráfico 8 apresenta a classificação das máximas concentrações diárias de partículas inaláveis das estações automáticas da RMSP (UGRHI 6) observadas em 2011 quando apenas a estação Osasco registrou uma única ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de curto prazo (150 µg/m<sup>3</sup>).

**Gráfico 8 – MP<sub>10</sub> - Classificação das concentrações diárias máximas - RMSP (maio a setembro)**



A evolução da distribuição percentual da qualidade do ar de 2002 a 2011, para as estações automáticas da RMSP, com dados representativos, no período de maio a setembro, é apresentada no gráfico 9. Observa-se que o percentual de qualidade REGULAR em 2011 esteve muito próximo ao ocorrido em 2010. Estes percentuais estão acima do ocorrido em 2009, ano em que as condições meteorológicas foram mais favoráveis à dispersão de poluentes.

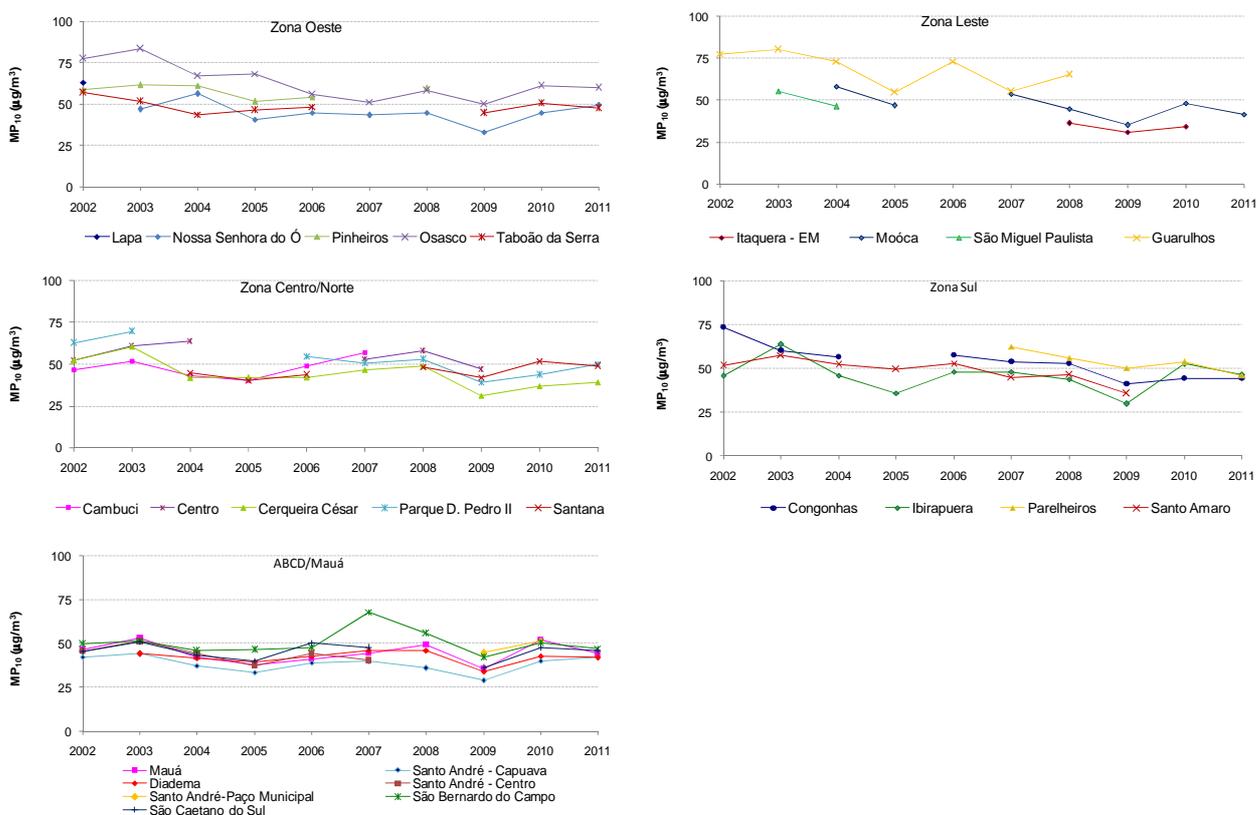
**Gráfico 9 – MP<sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP (maio a setembro)**



Base RMSP: Todas as estações fixas com representatividade, exceto Cambuci, Lapa e São Miguel Paulista.

As evoluções das concentrações médias de MP<sub>10</sub> no período de maio a setembro são apresentadas a seguir, onde cada gráfico representa uma região da RMSP com o conjunto das respectivas estações de monitoramento. A RMSP foi separada, para facilitar a visualização, nas regiões Centro/Zona Norte, Zona Leste, Zona Sul, Zona Oeste e Região do ABCD/Mauá. Na análise das concentrações pode-se observar que as médias da maioria das estações, em 2011, mantiveram-se nos mesmos níveis de 2010, porém, as estações Moóca, Ibirapuera, Parelheiros e Mauá apresentaram valores um pouco inferiores. Conforme apontado no item 2.3.1, houve alterações no entorno destas duas últimas estações, que podem ter influenciado na redução das concentrações médias.

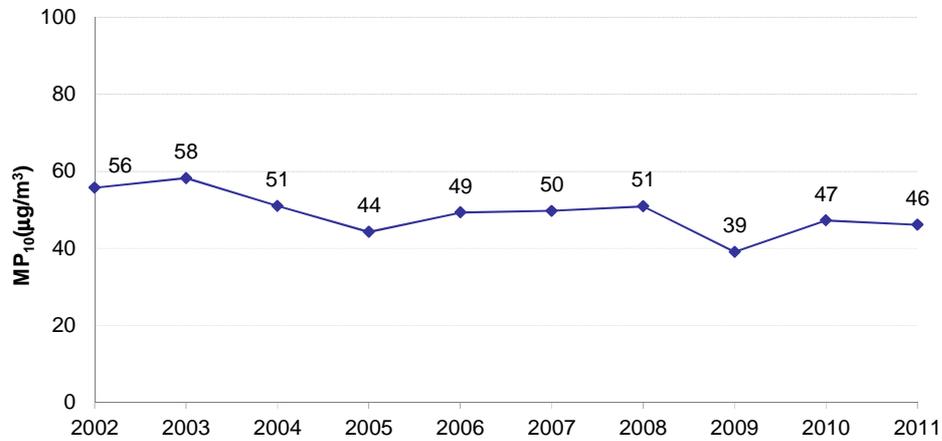
**Gráfico 10 – MP<sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias – RMSP Rede Automática (maio a setembro)**



Assim como observado na análise de curto prazo, a média do período de maio a setembro, representada no gráfico 11, para as estações com dados representativos nos últimos dez anos, indica que, em 2011, a concentração média de MP<sub>10</sub> foi muito próxima à ocorrida em 2010 e maior do que em 2009, ano em que as condições atmosféricas foram bastante favoráveis à dispersão dos poluentes.

Em função dos diversos programas de controle de emissão desenvolvidos pela CETESB, dentre os quais se destacam o PROCONVE e o programa de fiscalização de veículos pesados que emitem fumaça preta em excesso, e por ter em grande parte sua origem nas emissões veiculares, houve uma redução deste poluente na atmosfera em comparação aos valores que eram encontrados no final da década de 90 e início dos anos 2000. Entretanto, a partir de 2006, houve uma interrupção na tendência de queda dos níveis de MP<sub>10</sub>, sendo que a estabilidade observada nos últimos anos parece indicar que, mesmo com as emissões veiculares cada vez mais baixas, estas são suficientes apenas para compensar o aumento da frota e o comprometimento das condições de tráfego.

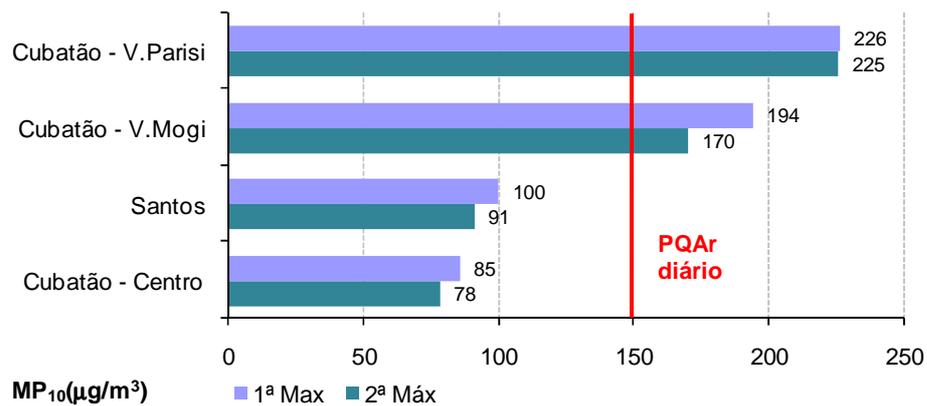
**Gráfico 11 – MP<sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias – RMSP (maio a setembro)**



Base RMSP: Todas as estações fixas com representatividade, exceto Cambuci, Lapa e São Miguel Paulista.

No gráfico 12 é apresentada a classificação das concentrações máximas diárias registradas nas estações da UGRHI 7. Houve 48 ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de curto prazo (150µg/m<sup>3</sup>), sendo quatro em Cubatão-Vale do Mogi e 44 em Cubatão-Vila Parisi. Apesar de terem ocorridas mais ultrapassagens do padrão em 2011 do que em 2010, o nível de atenção (250µg/m<sup>3</sup>) não foi ultrapassado em nenhuma ocasião.

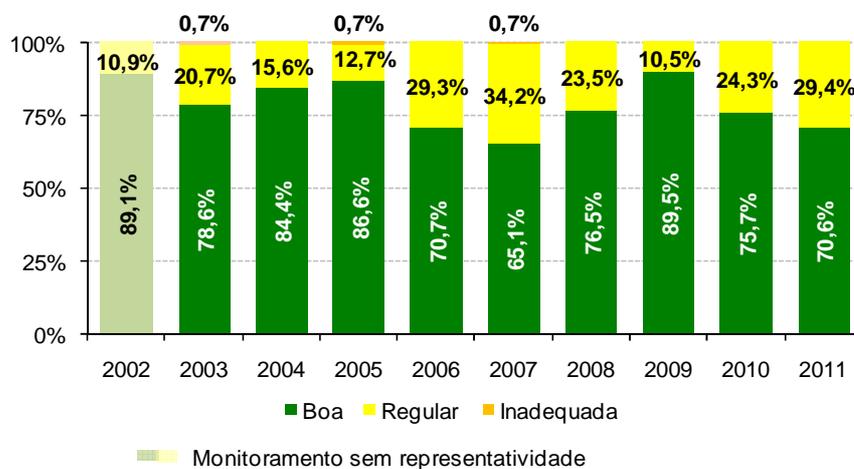
**Gráfico 12 – MP<sub>10</sub> - Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHI 7 Rede automática (maio a setembro)**



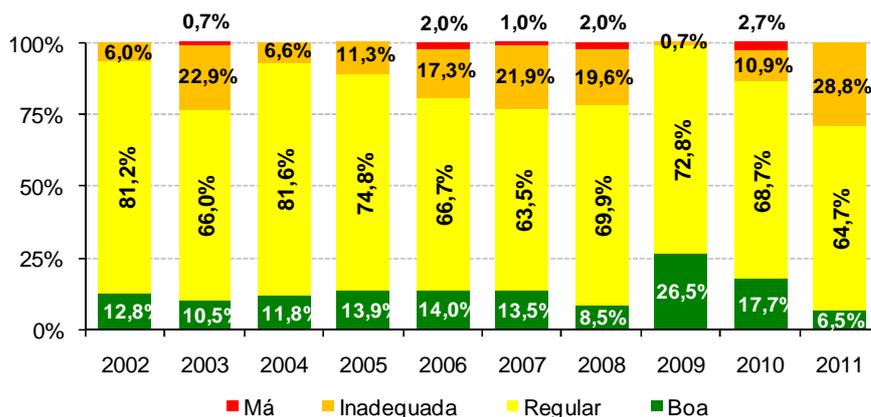
Os gráficos 13 a 15 ilustram a tendência da distribuição percentual da qualidade do ar, em termos das partículas inaláveis, nas estações de Cubatão.

Na região central de Cubatão (gráfico 13), em 2011, houve uma diminuição da qualidade do ar BOA, em relação aos últimos três anos, atingindo níveis semelhantes aos de 2006. Na área industrial de Cubatão (gráficos 14 e 15), nota-se também um percentual menor de qualidade BOA em relação aos anos anteriores, no entanto, não foi observada a ocorrência da qualidade MÁ em nenhuma ocasião. Na estação de Santos, que teve início de operação em junho, a distribuição da qualidade do ar foi de 64% BOA e 36% REGULAR, não sendo registrada nenhuma ultrapassagem do PQAr de MP<sub>10</sub>.

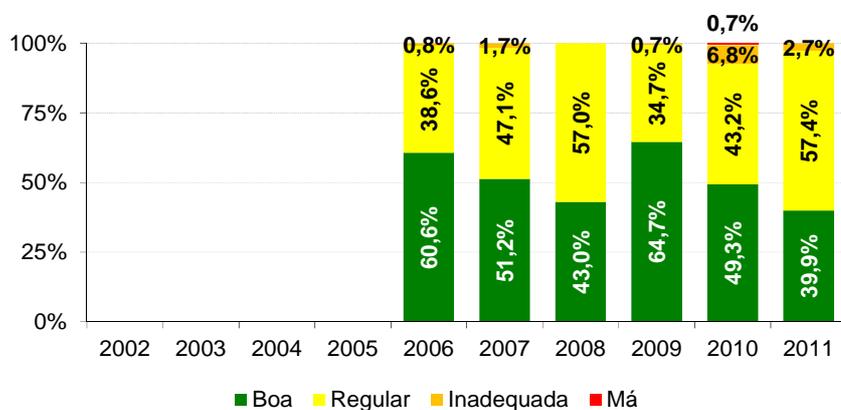
**Gráfico 13 – MP<sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Cubatão-Centro Rede Automática (maio a setembro)**



**Gráfico 14 – MP<sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Cubatão-V.Parisi Rede Automática (maio a setembro)**



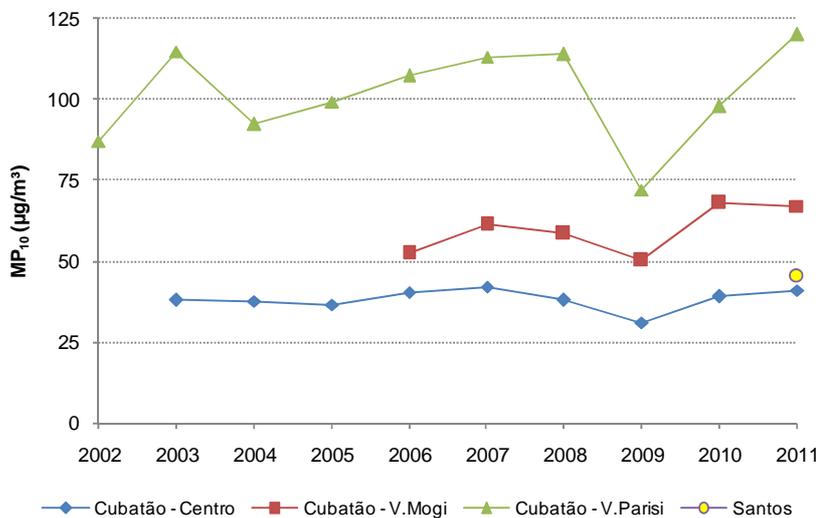
**Gráfico 15 – MP<sub>10</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – Cubatão-V.Mogi Rede Automática (maio a setembro)**



O gráfico 16 mostra a tendência da concentração média no período de maio a setembro em Cubatão. Em Vila Parisi observa-se que as concentrações têm se mantido, ao longo dos anos, bem acima das observadas nas demais estações, em função, principalmente, das emissões do pólo industrial. Em 2011, houve um aumento das concentrações médias, que estão associadas às atividades industriais e às condições meteorológicas desfavoráveis ocorridas no período de inverno, atingindo nível superior ao de 2008, ocasião em que foi realizada a pavimentação do estacionamento de caminhões e a conclusão da alça de acesso à rodovia nas proximidades da estação.

As estações Cubatão-Centro e Vale do Mogi apresentaram, em 2011, concentrações médias próximas às de 2010. A estação Vale do Mogi, que está inserida na área industrial, apresentou concentrações mais elevadas do que as observadas na área central. A estação Santos apresentou nível semelhante ao da estação Cubatão-Centro.

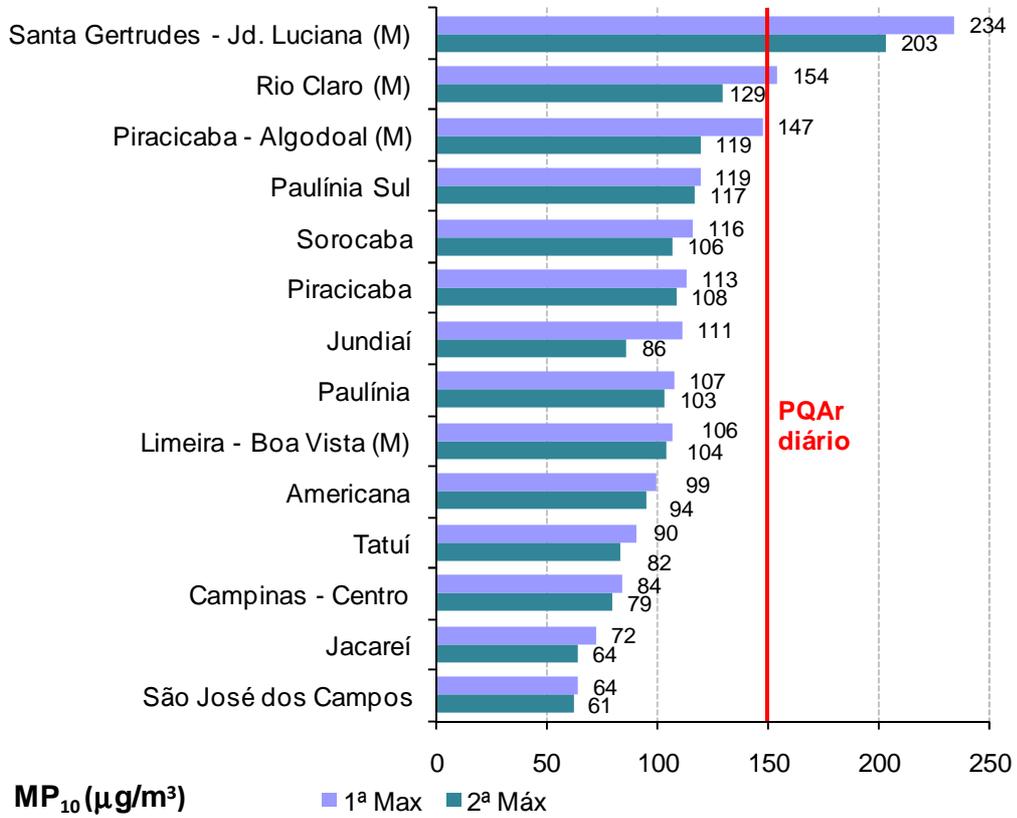
**Gráfico 16 – MP<sub>10</sub> – Evolução das concentrações diárias médias – UGRHI 7 Rede Automática (maio a setembro)**



O gráfico 17 apresenta a classificação das máximas concentrações diárias observadas em 2011, nas UGRHs 2, 5 e 10. Além das estações automáticas são também apresentados os valores obtidos, nas estações manuais (M).

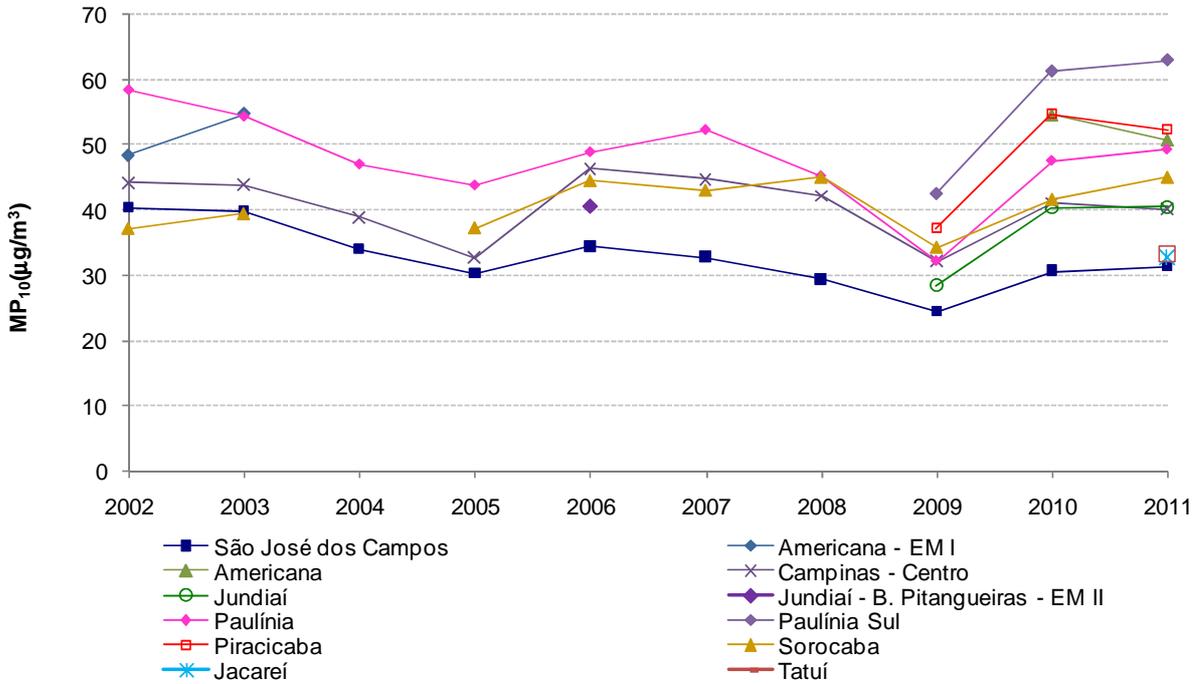
Houve uma ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de curto prazo (150 µg/m³) na estação de Rio Claro (M) e nove ultrapassagens na estação Santa Gertrudes (M), onde as atividades do pólo de indústrias de piso cerâmico são fontes potenciais de emissão de material particulado para a atmosfera. Nas demais estações não houve nenhuma ocorrência, entretanto, a estação Piracicaba-Algoal (M) atingiu valor muito próximo ao padrão, provavelmente em função das obras no entorno desta estação.

Gráfico 17 – MP<sub>10</sub> - Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHs 2, 5 e 10 (maio a setembro)



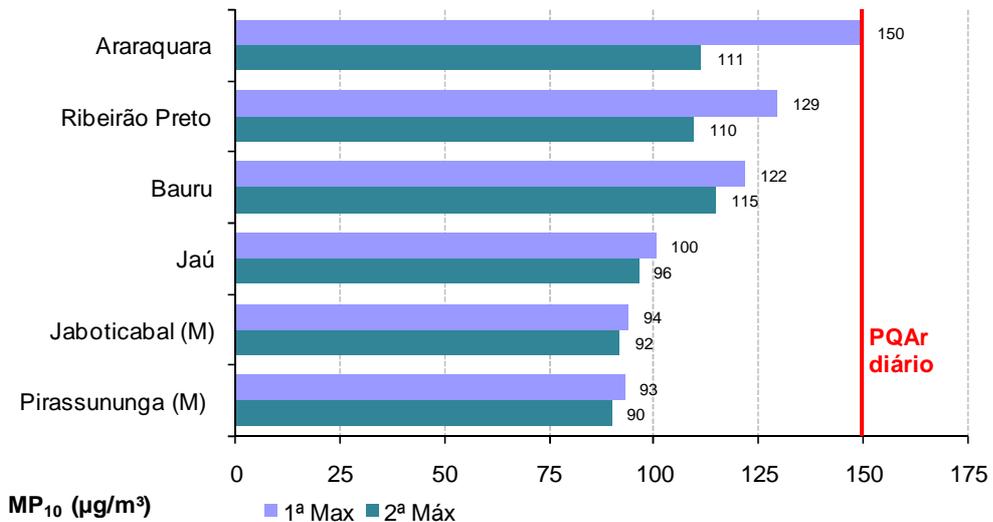
O gráfico 18 apresenta a evolução da concentração média de partículas inaláveis nas estações das UGRHs 2, 5 e 10. Observa-se, nas estações que apresentaram séries de dados representativas, que o ano de 2011, de maneira geral, foi semelhante ao ano de 2010, sendo que as estações Paulínia, Paulínia Sul e Sorocaba apresentaram leve aumento nas concentrações; Piracicaba e Americana, uma pequena redução. Em termos de porcentagem de dias desfavoráveis à dispersão de poluente, 2010 e 2011 foram bastante semelhantes, bem diferentes de 2009 que foi um ano atípico, com um inverno muito chuvoso.

Gráfico 18 – MP<sub>10</sub> – Evolução das com concentrações médias – UGRHIs 2, 5 e 10 Rede Automática (maio a setembro)



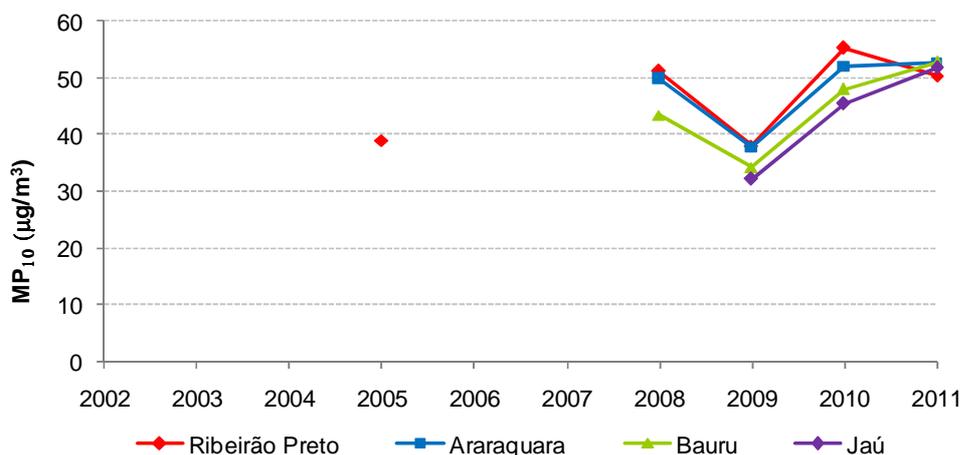
No gráfico 19 é apresentada a classificação das concentrações máximas diárias registradas nas estações das UGRHIs 4, 9 e 13. Não foi observada nenhuma ultrapassagem do padrão de curto prazo, porém, a estação de Araraquara atingiu o valor limite do padrão (150 µg/m<sup>3</sup>).

Gráfico 19 – MP<sub>10</sub> – Classificação das concentrações diárias máximas UGRHIs 4, 9 e 13 (maio a setembro)



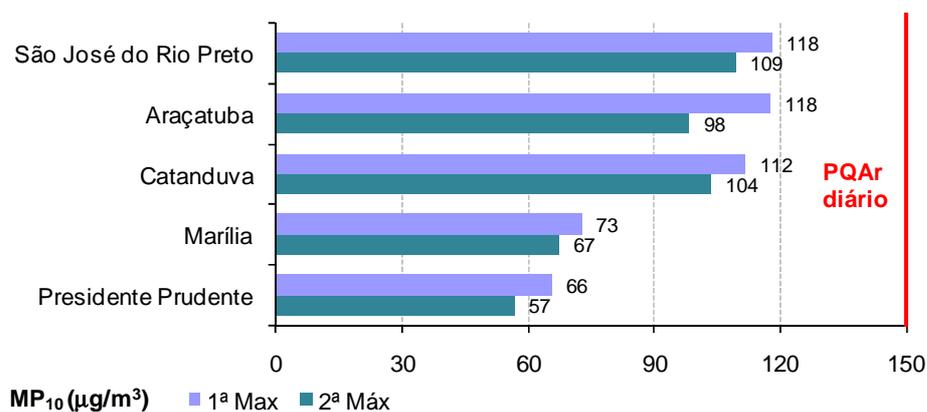
O gráfico 20 apresenta a evolução da concentração média de partículas inaláveis nas estações das UGRHIs 4 e 13.

**Gráfico 20 – MP<sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias – UGRHIs 4 e 13 Rede Automática (maio a setembro)**



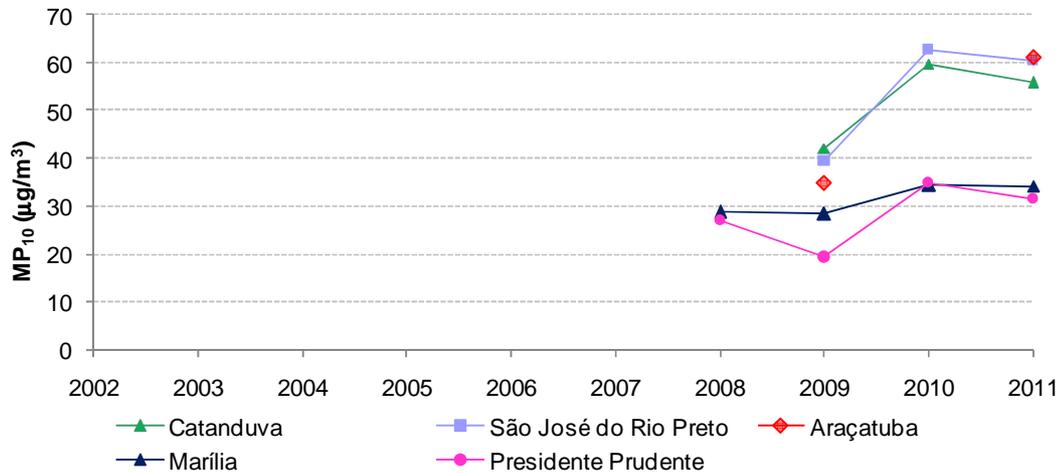
Nas estações das UGRHIs 15, 19, 21 e 22 não houve ultrapassagem do padrão de curto prazo, conforme se observa no gráfico 21.

**Gráfico 21 – MP<sub>10</sub> – Classificação das concentrações diárias máximas – UGRHIs 15, 19, 21 e 22 - (maio a setembro)**



O gráfico 22 apresenta a evolução das concentrações médias nas estações das UGRHIs 15, 19 e 22, onde se observa que, em 2011, as concentrações médias de todas as estações foram próximas às observadas em 2010, influenciadas também pelas condições meteorológicas semelhantes nestes anos.

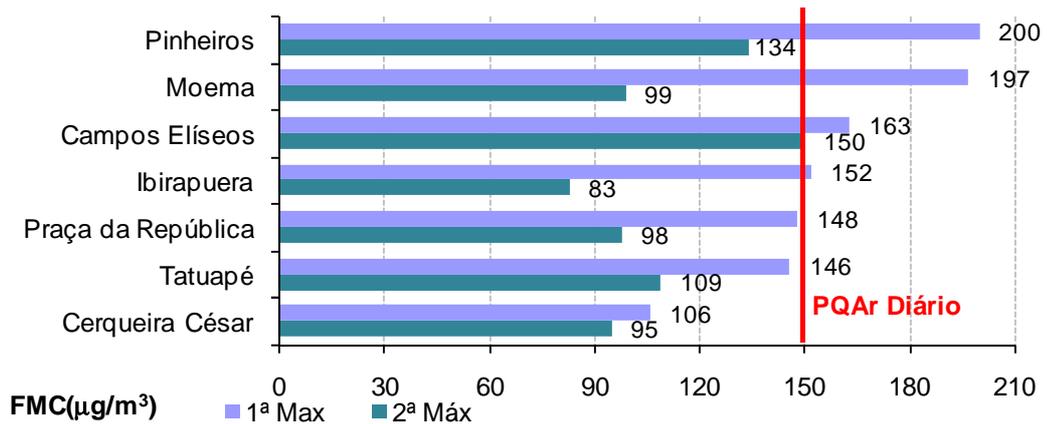
**Gráfico 22 – MP<sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias – UGRHs 15, 19, 21 e 22 Rede Automática (maio a setembro)**



#### 4.1.1.2 Fumaça

A classificação das concentrações máximas diárias de fumaça nas estações manuais da RMSP é apresentada no gráfico 23. Foram observadas quatro ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de curto prazo ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nas estações Pinheiros, Moema, Campos Elíseos e Ibirapuera, todos ocorridos no dia 13/07, quando as condições meteorológicas de dispersão de poluentes foram bastante desfavoráveis.

**Gráfico 23 – Fumaça – Classificação das concentrações diárias máximas – RMSP Rede Manual (maio a setembro)**

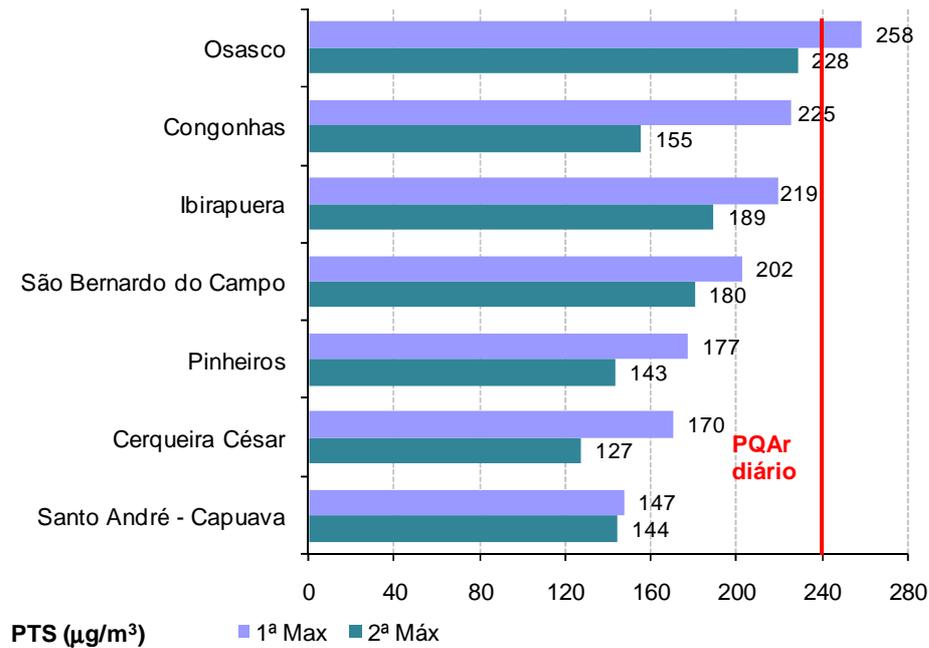


Nas estações das demais UGRHs não houve ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de curto prazo ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), sendo que as máximas diárias ficaram abaixo de  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4.1.1.3 Partículas Totais em Suspensão

No gráfico 24 é apresentada a classificação das concentrações máximas diárias de partículas totais em suspensão observadas nas estações manuais da RMSP. Foi observada uma única ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de curto prazo ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), na estação Osasco.

**Gráfico 24 – PTS – Classificação das concentrações diárias máximas – RMSP Rede Manual (maio a setembro)**



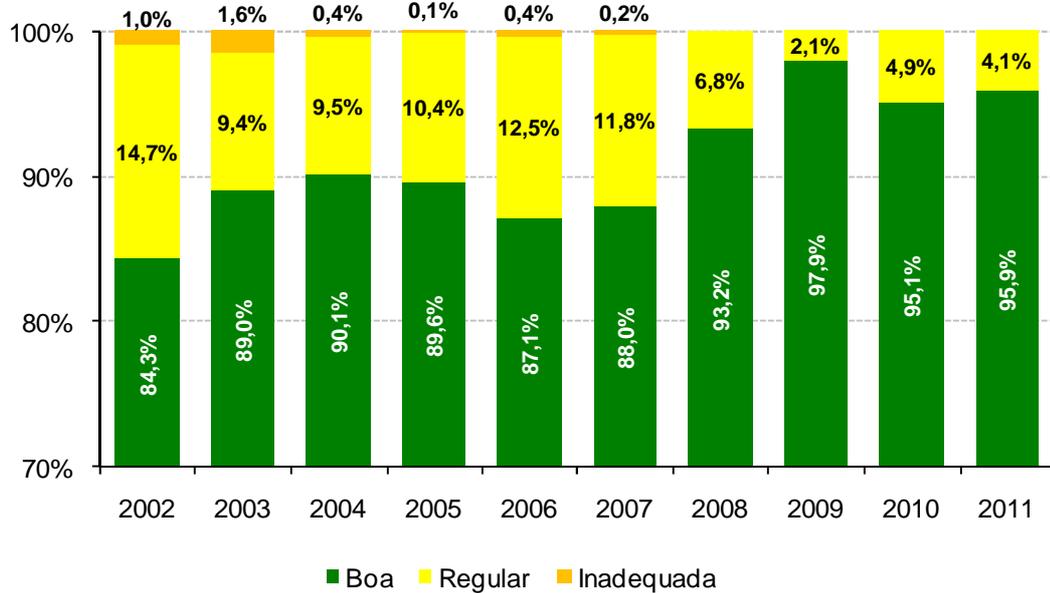
Na estação manual de Cubatão-Vila Parisi, UGRHI 7, foram registradas 13 ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de curto prazo ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), sendo que em quatro dessas ocorrências o nível de atenção ( $375 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi ultrapassado, com valor máximo registrado de  $556 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Em Cordeirópolis não foi registrada nenhuma ultrapassagem do PQAr de curto prazo, sendo o maior valor diário de  $221 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4.1.2 Monóxido de Carbono – CO

O gráfico 25 apresenta a distribuição percentual da qualidade do ar obtida a partir das máximas médias de 8 horas de CO, para as estações da RMSP que monitoraram este parâmetro entre 2002 e 2011. O percentual de qualidade BOA se manteve elevado em 2011, ficando entre os maiores dos últimos dez anos, diferentemente do início da década em que, mesmo com percentuais menores de dias desfavoráveis (vide gráfico 1), se observou maiores percentuais de qualidade REGULAR e INADEQUADA. Esta melhoria da qualidade do ar se deve aos programas de controle de emissão veicular que têm sido implementados ao longo da década.

Em 2011, as duas maiores máximas das médias de 8 horas foram de 8,5 e 7,2 ppm, ambas registradas na estação São Caetano do Sul, seguidas pela estação Congonhas com o valor de 7,0 ppm.

**Gráfico 25 – CO – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP  
Rede Automática (maio a setembro)**



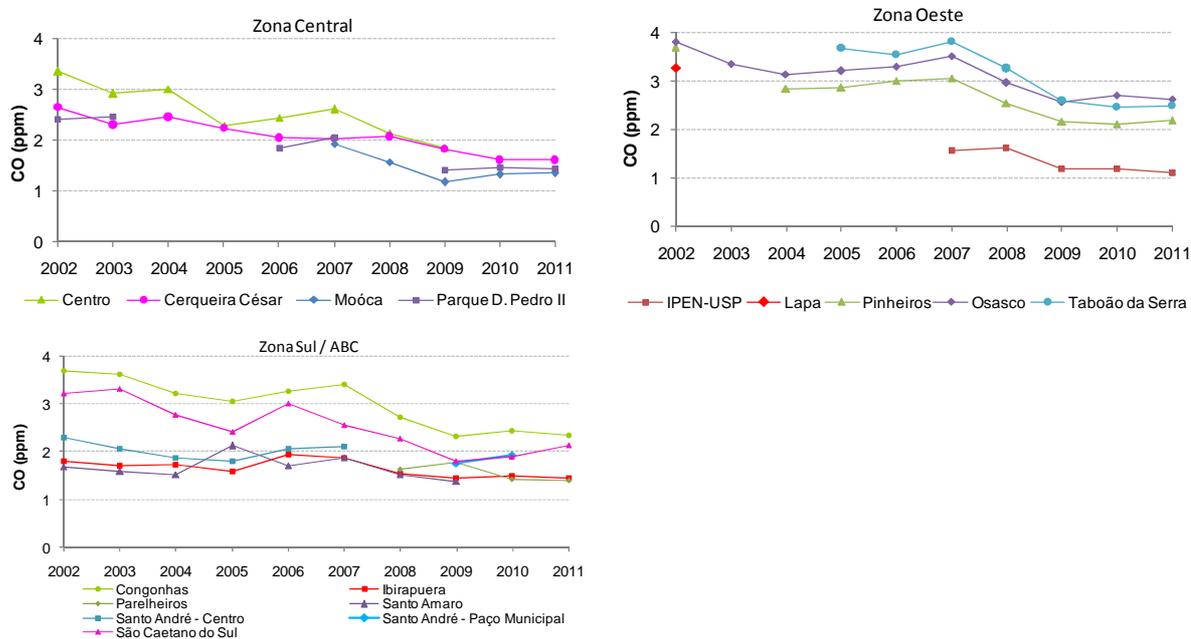
Base RMSP: Todas as estações fixas com representatividade, exceto Lapa.

Vale destacar que as concentrações atuais, apesar do aumento da frota, são bem menores que as observadas na década de 90, principalmente, devido à redução das emissões dos veículos leves novos, em atendimento aos limites cada vez mais rígidos do PROCONVE e PROMOT, associada à renovação da frota existente.

Embora não exista, no caso de CO, um padrão de qualidade do ar para períodos maiores que 8 horas, as médias de inverno das máximas concentrações médias de 8 horas são úteis para analisar a tendência das concentrações. No gráfico 26 estão apresentadas as tendências nas estações da RMSP. As estações de Congonhas, Osasco e Taboão da Serra apresentaram as maiores médias em 2011.

Em estações próximas de vias de tráfego intenso, como é o caso de Congonhas, Pinheiros e Osasco, a redução das concentrações de 2011 em relação a 2002 é mais significativa do que em estações que estão mais distantes deste tipo de via e medem concentrações de CO representativas de áreas maiores.

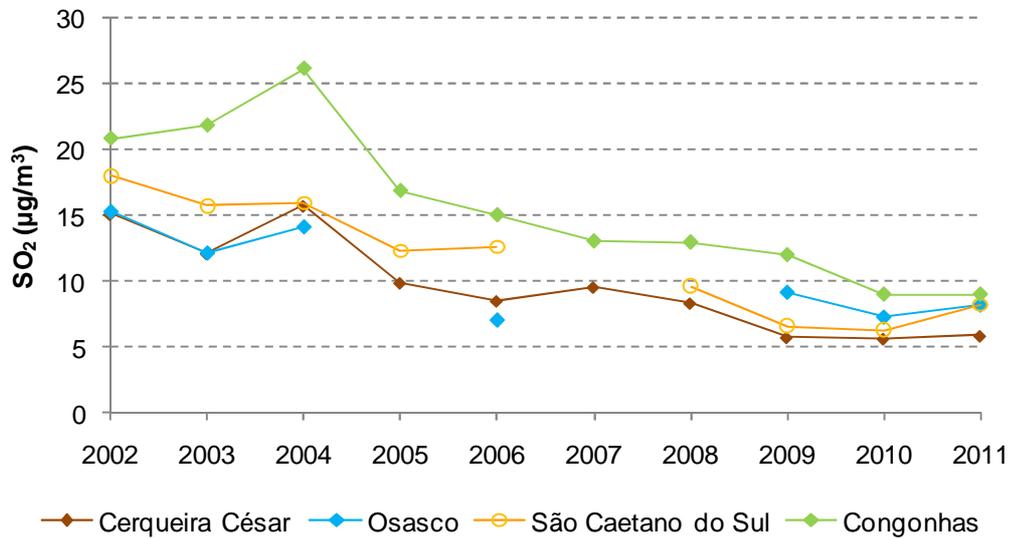
**Gráfico 26 – CO – Evolução das concentrações médias - média de 8h – RMSP (maio a setembro)**



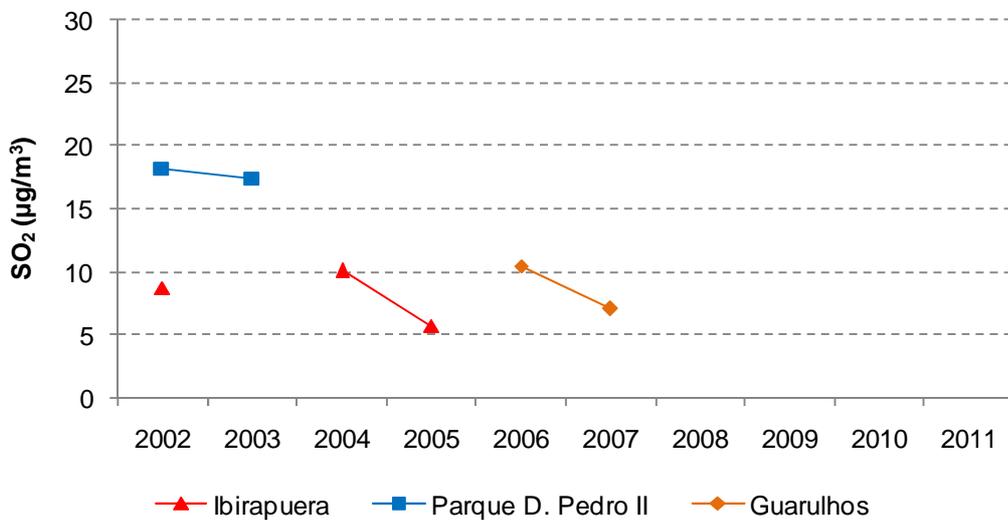
#### 4.1.3 Dióxido de Enxofre – SO<sub>2</sub>

No gráfico 27 é apresentada a evolução das concentrações médias de dióxido de enxofre para as estações localizadas na RMSP que tiveram médias representativas no período de maio a setembro, em mais de seis dos últimos dez anos, de forma que se possa avaliar comparativamente a tendência do conjunto das estações. O gráfico 28 exibe os resultados para as outras estações com médias representativas em até seis anos. Observa-se que os níveis de SO<sub>2</sub> vêm diminuindo lentamente nos últimos anos, principalmente em função do controle exercido sobre as fontes fixas e redução do teor de enxofre nos combustíveis. Deve-se também considerar os baixos níveis observados nas concentrações de SO<sub>2</sub>, nos últimos anos na RMSP, que estão associados ao fornecimento, embora de maneira limitada, de um óleo diesel contendo menor teor de enxofre. A partir de 01/01/2009, passou a ser fornecido, para as frotas cativas da cidade de São Paulo, um diesel contendo no máximo 50 ppm de enxofre (diesel S50), em substituição ao diesel S500 (com até 500 ppm de enxofre). A partir de 01/01/2010 essa oferta foi estendida para as frotas cativas de toda a RMSP.

**Gráfico 27 – SO<sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias – RMSP  
Rede Automática (maio a setembro)**

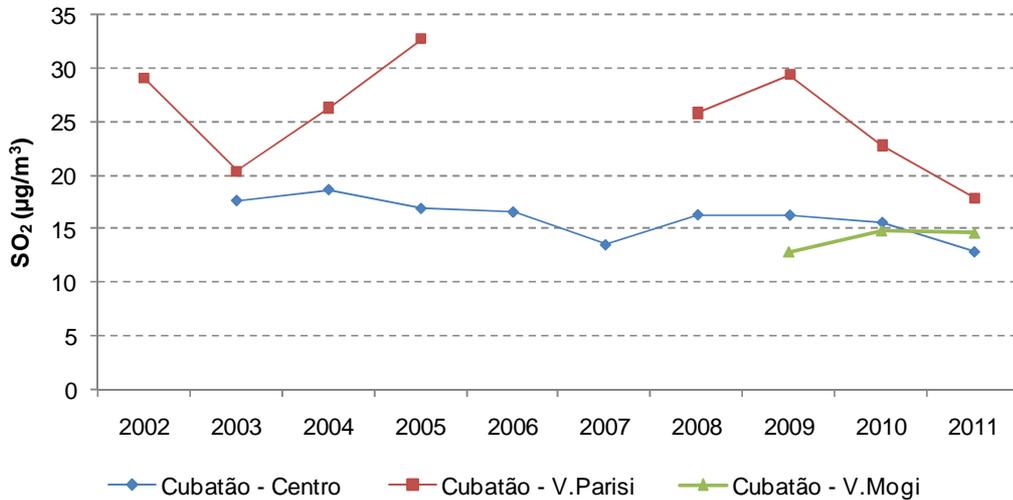


**Gráfico 28 – SO<sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias – RMSP  
Rede Automática (maio a setembro)**



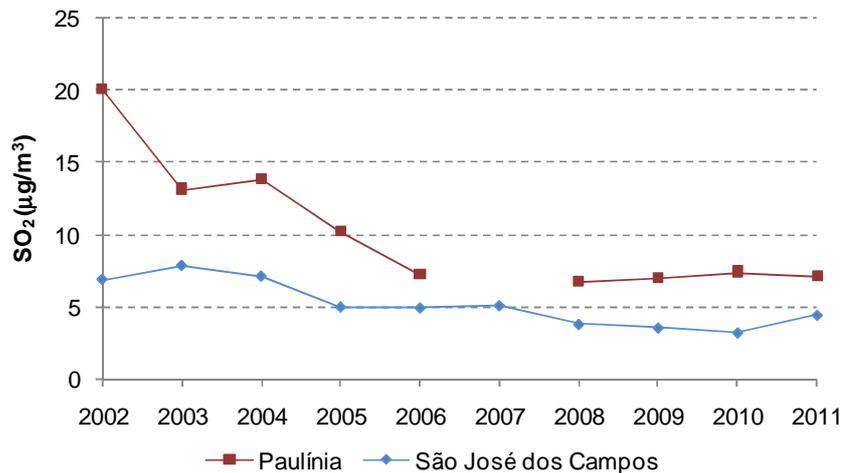
O gráfico 29, mostra a evolução das concentrações médias de SO<sub>2</sub> na região de Cubatão, onde se observa uma redução dos níveis de SO<sub>2</sub> em Vila Parisi nos últimos dois anos, apesar das condições meteorológicas terem sido mais desfavoráveis quando comparadas a 2009.

**Gráfico 29 – SO<sub>2</sub> – Evolução das concentrações médias – Cubatão  
Rede Automática (maio a setembro)**



O gráfico 30 apresenta a evolução das concentrações médias de dióxido de enxofre nas estações das UGRHs 2, 5 e 10, onde se observa que nas estações de Paulínia e São José dos Campos, os valores têm se mantido praticamente estáveis nos últimos anos.

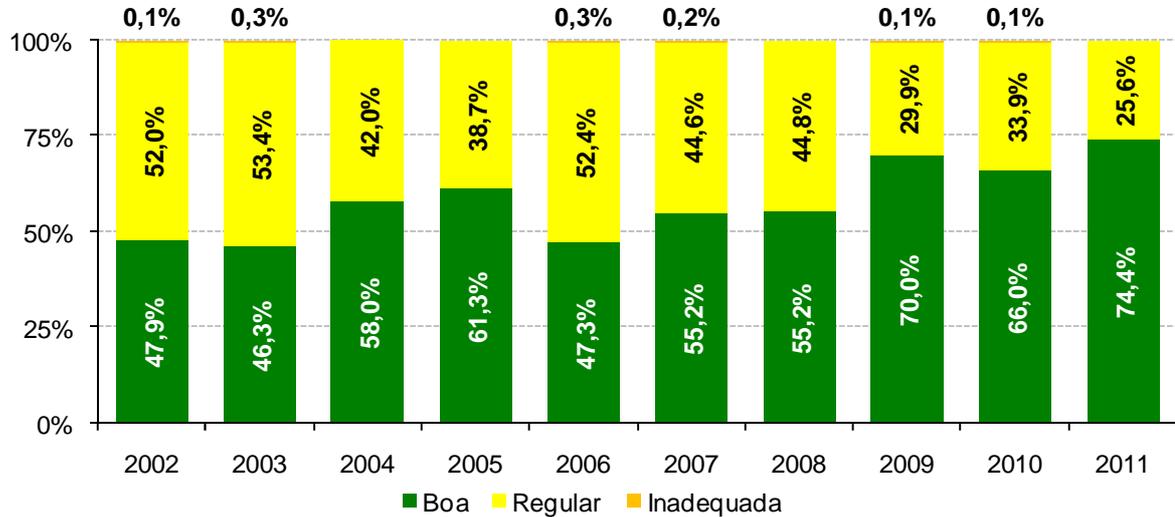
**Gráfico 30 – SO<sub>2</sub> – Evolução das com concentrações médias – UGRHs 2, 5 e 10  
Rede Automática (maio a setembro)**



#### 4.1.4 Dióxido de Nitrogênio – NO<sub>2</sub>

O gráfico 31 apresenta a distribuição percentual da qualidade do ar para NO<sub>2</sub>, entre 2002 e 2011, considerando as estações fixas da RMSP com monitoramento representativo entre maio e setembro. As estações Cerqueira Cesar e Ibirapuera não tiveram monitoramento representativo em 2005, o que pode influenciar no percentual de BOA e REGULAR. O ano de 2011 apresenta o maior percentual de qualidade BOA e sem apresentar ultrapassagem do padrão de curto prazo (320 µg/m³) no período de inverno.

Gráfico 31 – NO<sub>2</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP Rede Automática (maio a setembro)



Base RMSP: Todas as estações fixas com representatividade.

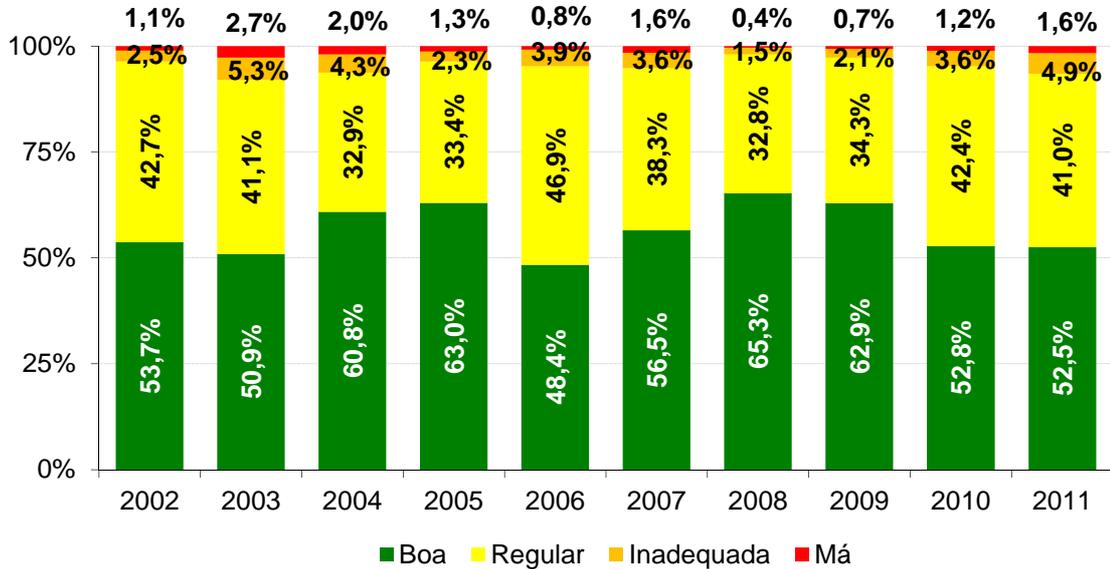
As concentrações de NO<sub>2</sub> nas estações do interior e Baixada Santista também se mantiveram abaixo do padrão de curto prazo. As maiores concentrações das máximas horárias foram observadas em Araraquara (185 µg/m<sup>3</sup>) na UGRHI 13 e Cubatão-Vila Parisi (179 µg/m<sup>3</sup>) na UGRHI 7.

#### 4.1.5 Ozônio

O ozônio, que é um poluente formado através de reações fotoquímicas que dependem da radiação solar e, diferente dos outros poluentes, ocorre com maior frequência no período de verão e primavera, por este motivo, a análise deste poluente será feita considerando os meses de janeiro até setembro.

O gráfico 32 apresenta a distribuição percentual da qualidade do ar por O<sub>3</sub> na RMSP, no período de janeiro a setembro, dos últimos dez anos, considerando todas as estações fixas e móveis com representatividade no período. O ano de 2011 está entre os que apresentaram maior número ultrapassagens do padrão de qualidade do ar (160 µg/m<sup>3</sup>), bem como do nível de atenção (200 µg/m<sup>3</sup>), estas ultrapassagens ocorreram, principalmente, nos meses de janeiro, fevereiro e setembro, como já descrito no item 3.2.

**Gráfico 32 – O<sub>3</sub> – Distribuição percentual da qualidade do ar – RMSP  
Rede Automática (janeiro a setembro)**

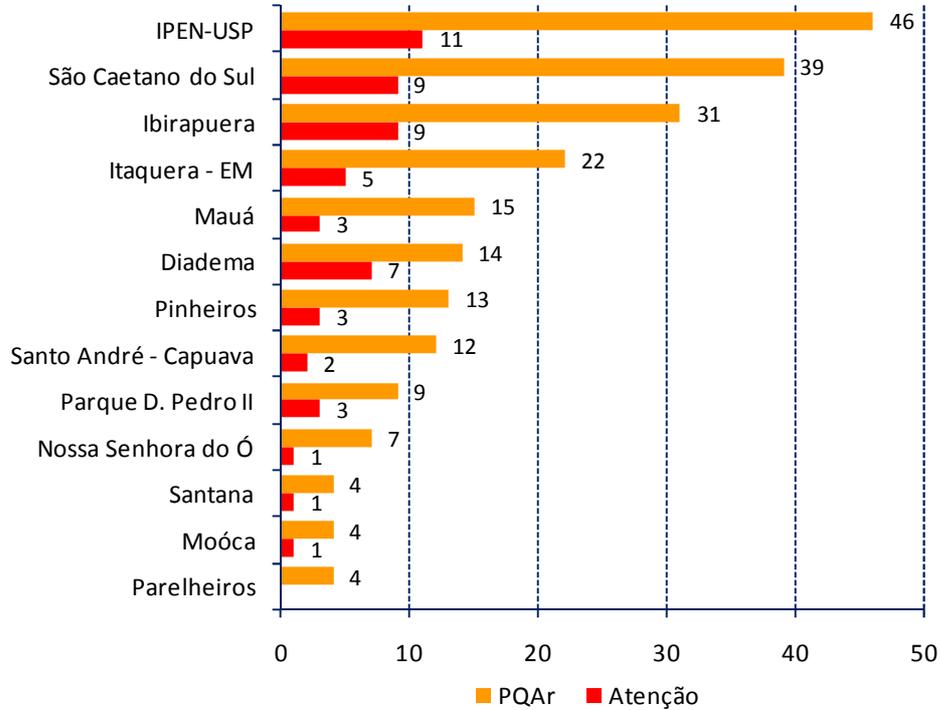


Base RMSP: Todas as estações fixas e móveis com representatividade, exceto Lapa e São Miguel Paulista.

Como a formação do ozônio próximo à superfície é extremamente influenciada pelas condições meteorológicas, tais como: variação da nebulosidade, quantidade de radiação solar incidente, altas temperaturas, transporte atmosférico dos precursores; bem como transporte do próprio ozônio de uma região para outra, e também pelas diferentes características topográficas das estações, há uma grande variabilidade do número de ocorrências de ultrapassagens do padrão para este poluente, de uma estação para outra.

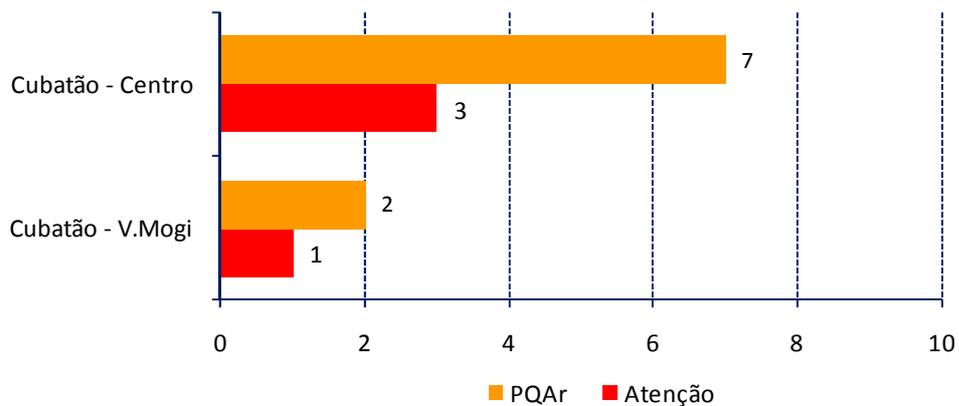
Assim, no gráfico 33 observa-se que na UGRHI 6, a estação IPEN foi a que mais apresentou ultrapassagens do padrão, seguida por São Caetano do Sul. A estação IPEN-USP está situada em um ponto onde não existem, próximo ao seu entorno, muitas fontes de emissão de precursores, sendo possível afirmar que o ozônio medido nesta estação é resultado do transporte deste poluente ou de seus precursores oriundos de outras localidades da RMSP, uma vez que as ultrapassagens do padrão se dão com ventos soprando de praticamente todas as direções, sendo que, na maioria das vezes, estão relacionadas com ventos provenientes do quadrante Este-Sul, seguidas de ventos provenientes do quadrante Norte-Oeste. Na estação de São Caetano do Sul a maior parte das violações de padrão ocorreu quando a direção do vento foi proveniente do quadrante Norte-Oeste.

**Gráfico 33 – O<sub>3</sub> – Classificação do número de dias com ultrapassagem do padrão e do nível de atenção – UGRHI 6 - Rede Automática (janeiro a setembro)**



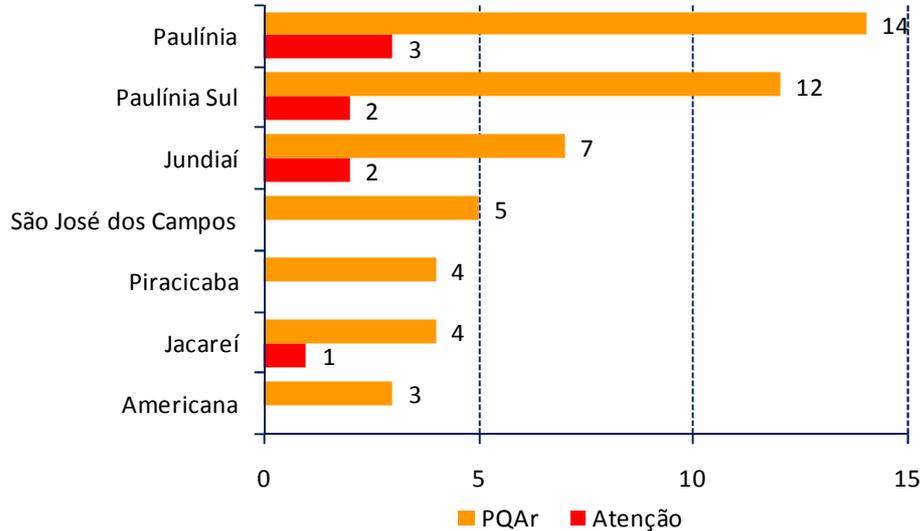
Na estação Cubatão-Centro ocorreram sete ultrapassagens do padrão de 160µg/m<sup>3</sup>, em três dessas ocasiões foi ultrapassado o nível de atenção. Na estação Vale do Mogi ocorreram duas ultrapassagens do padrão, sendo que em uma delas o nível de atenção também foi atingido, conforme gráfico 34.

**Gráfico 34 – O<sub>3</sub> – Classificação do número de dias com ultrapassagem do padrão e do nível de atenção – UGRHI 7 - Rede Automática (janeiro a setembro)**



Até setembro de 2011 as estações da UGRHI 10 não apresentaram ultrapassagem do padrão de ozônio; já nas estações das UGRHIs 2 e 5, as que tiveram mais dias em que o padrão foi ultrapassado foram Paulínia, Paulínia Sul e Jundiá, como pode ser observado no gráfico 35.

**Gráfico 35 – O<sub>3</sub> – Classificação do número de dias com ultrapassagem do padrão e do nível de atenção - 2011 – UGRHs 2, 5 e 10 - Rede Automática (janeiro a setembro)**



Das estações das UGRHs 4 e 13, apenas a estação Jaú apresentou uma única ultrapassagem do padrão de curto prazo (160 µg/m<sup>3</sup>).

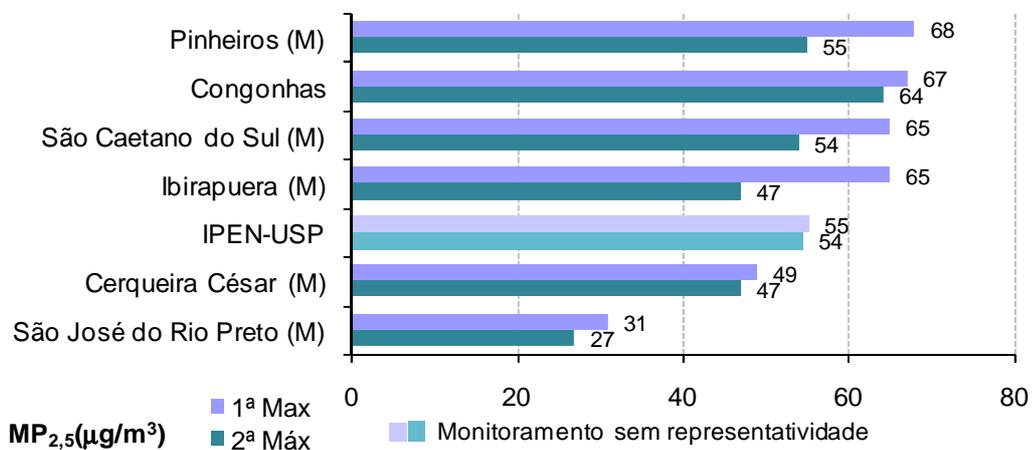
Não foram observadas ultrapassagens do padrão (160 µg/m<sup>3</sup>) em nenhuma das estações das UGRHs 15, 19, 21 e 22.

#### 4.1.6 Outros Poluentes

##### 4.1.6.1 Partículas Inaláveis Finas – MP<sub>2,5</sub>

No gráfico 36 é apresentada a classificação das concentrações máximas diárias de partículas inaláveis finas medidas nas estações de monitoramento da RMSP e em São José do Rio Preto (UGRHI 13). Não existe padrão de qualidade do ar estabelecido para o MP<sub>2,5</sub> na legislação nacional.

**Gráfico 36 – MP<sub>2,5</sub> – Classificação das concentrações diárias máximas RMSP e UGRHI 13 (maio a setembro)**



#### 4.1.7 Resumo da UGRHI 6

A seguir é apresentada uma análise resumida para os poluentes monitorados na UGRHI 6 (Alto Tietê), a qual abrange a RMSP, no período de maio a setembro de 2011.

A tabela 6 apresenta um resumo do número de eventos e a distribuição do percentual em cada faixa de qualidade por poluente medido nas estações das redes automática e manual. Neste resumo estão totalizados 15 monitores de MP<sub>10</sub>, 4 de SO<sub>2</sub>, 11 de CO, 11 de NO<sub>2</sub> e 13 de O<sub>3</sub> das estações automáticas; 7 monitores de FMC e 7 de PTS das manuais. Nota-se que para estes dois últimos poluentes a amostragem é realizada a cada 6 dias.

Na RMSP, em relação ao material particulado, ocorreram seis ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de curto prazo, sendo uma por MP<sub>10</sub>, quatro por FMC e uma por PTS. Pelo poluente secundário O<sub>3</sub> ocorreram 101 ultrapassagens do padrão, sendo que em 21 destes eventos a qualidade do ar atingiu o índice MÁ.

**Tabela 6 – Número de eventos por qualidade do ar e poluente – RMSP – 2011 (maio a setembro)**

Qualidade	UGRHI 6 - RMSP													
	Número de eventos							% de eventos						
	MP <sub>10</sub>	FMC	PTS	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	MP <sub>10</sub>	FMC	PTS	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>
Boa	1401	121	44	591	1614	1214	1105	62,2%	75,6%	28,2%	100,0%	95,9%	74,4%	57,2%
Regular	851	35	111	0	67	418	726	37,8%	21,9%	71,2%	0,0%	4,1%	25,6%	37,6%
Inadequada	1	4	1	0	0	0	80	0,1%	2,5%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	4,1%
Má	0	0	0	0	0	0	21	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%
Péssima	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Total</b>	2253	160	156	591	1681	1632	1932	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

## 5. CONCLUSÕES

Considerando a análise dos aspectos meteorológicos, observou-se que o inverno de 2011 esteve entre os mais desfavoráveis à dispersão de poluentes dos últimos 10 anos, comparando-se a 2010 e 2008. Com relação à concentração dos poluentes observou-se que:

- partículas inaláveis – Nas estações da rede automática, as ultrapassagens do PQAr foram registradas nas estações da UGRHI 6: Osasco (1); na UGRHI 7: Cubatão-Vale do Mogi (4) e Cubatão-Vila Parisi (44), sem ocorrência do nível de atenção. Nas estações da rede manual, ocorreram ultrapassagens do PQAr em Santa Gertrudes – Jd. Luciana (9) e em Rio Claro (1), ambas na UGRHI 5. De modo geral, as concentrações médias deste poluente foram semelhantes às de 2010.
- fumaça – Na RMSF foram registradas quatro ultrapassagens do PQAr para este poluente, nas estações Pinheiros, Moema, Campos Elíseos e Ibirapuera.
- partículas totais em suspensão – Nas estações da UGRHI 6 houve uma única ultrapassagem do PQAr, observada na estação Osasco. Em Cubatão-Vila Parisi foram observadas 13 ultrapassagens do PQAr, com quatro ocorrências do nível de atenção.
- dióxido de enxofre – As concentrações se mantiveram abaixo do PQAr e foram semelhantes à 2010, a exceção de Cubatão - Vila Parisi, onde se observou uma redução das concentrações.
- monóxido de carbono – Não houve nenhuma ultrapassagem do PQAr para este poluente.
- dióxido de nitrogênio – Não houve nenhuma ultrapassagem do PQAr para este poluente.
- ozônio – Este foi o poluente que apresentou o maior número de ultrapassagens do padrão de qualidade. Foram registradas as seguintes ultrapassagens do padrão horário, no período de janeiro a setembro:
  - UGRHI 6: 220 ultrapassagens do PQAr, dos quais 55 excederam o nível de atenção;
  - UGRHI 7: sete ultrapassagens do PQAr em Cubatão-Centro, das quais três ultrapassaram o nível de atenção e duas ultrapassagens do PQAr em Cubatão-Vale do Mogi, sendo que uma excedeu o nível de atenção;
  - UGRHI 2: cinco ultrapassagens em São José dos Campos, sem atingir o nível de atenção; quatro ultrapassagens em Jacareí, sendo uma única ultrapassagem do nível de atenção.
  - UGRHI 5: três ultrapassagens em Americana, sem ocorrência para o nível de atenção; 14 ultrapassagens em Paulínia, sendo três do nível de atenção; 12 em Paulínia-Sul, com duas do nível de atenção; quatro ultrapassagens em Piracicaba, sem ocorrência do nível de atenção; e sete ultrapassagens em Jundiaí, com duas do nível de atenção;
  - UGRHI 10: não houve nenhuma ultrapassagem do PQAr para este poluente;
  - UGRHI 13: houve uma única ultrapassagem em Jaú, sem atingir o nível de atenção;
  - UGRHIs 15, 19 e 21: não houve nenhuma ultrapassagem do PQAr para este poluente.

Assim, deve-se observar que o inverno continua sendo um período crítico para a poluição atmosférica no Estado de São Paulo e que é necessário avançar nas políticas de controle de emissão de poluentes, principalmente, no que se refere às fontes de emissão de material particulado e precursores de ozônio.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. CETESB. Relatório “Operação Inverno” – Projeto. 1976.
2. CETESB. Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2010. 2011.
3. Lei Estadual nº 997, 1976.
4. Decreto Estadual nº 8468, 1976.
5. Resolução CONAMA nº 003/90, de 28/06/90.
6. Lei Estadual nº 9034, 1994.

## **7. EQUIPE DE TRABALHO**

Setor de Amostragem e Análise do Ar – EQQA

Setor de Meteorologia e Interpretação de Dados – EQQM

Setor de Telemetria - EQQT

# **APÊNDICE A**

## **DADOS METEOROLÓGICOS**

Tabela A – Distribuição mensal do número de dias em que as condições foram favoráveis e desfavoráveis à dispersão dos poluentes na atmosfera, na Região da Grande São Paulo e Interior (2009 a 2011)

		FAVORÁVEIS			DESFAVORÁVEIS		
MÊS	ANO	2009	2010	2011	2009	2010	2011
		MAIO	22	25	24	9	6
JUNHO	23	16	12	7	14	18	
JULHO	25	15	16	6	16	15	
AGOSTO	20	16	20	11	15	11	
SETEMBRO	26	22	25	4	8	5	
<b>Total</b>		116	94	97	37	59	56

Tabela B – Frequência de inversões térmicas, por faixa, nos anos de 2009 a 2011  
Aeroporto de Marte – São Paulo

ALTURA (m)	0 - 200			>200 - 500			>500			Total			Total de dias sem sondagem		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
MAIO	7	4	4	11	11	9	10	12	12	28	27	25	0	1	2
JUNHO	7	8	7	7	8	10	13	12	12	27	28	29	0	1	0
JULHO	3	4	10	13	12	8	11	10	8	27	26	26	0	2	2
AGOSTO	6	8	7	11	6	6	11	16	13	28	30	26	0	0	0
SETEMBRO	3	2	2	7	7	12	16	15	16	26	24	30	0	2	0
<b>TOTAL</b>	26	26	30	49	44	45	61	65	61	136	135	136	0	6	4

OBS.: Não houve sondagem nos seguintes dias:  
Em 2010: 05/05, 12/06, 24 e 25/07, 25 e 26/09.  
Em 2011: 01/05, 03/05, 18/07 e 20/07

Tabela C – Precipitação mensal e frequência de dias de chuva da Estação Mirante de Santana  
Período de 2009 a 2011 e Normal de 1961 a 1990.

MÊS	ANO						
	1961 A 1990	2009		2010		2011	
	mm	mm	dias	mm	dias	mm	dias
MAIO	73,6	62,8	9	63,8	10	30,4	5
JUNHO	55,7	43,8	5	13,1	4	81,6	4
JULHO	44,1	149,9	15	93,5	5	4,5	2
AGOSTO	38,9	110,0	9	0,4	2	46,3	7
SETEMBRO	80,5	88,8	16	105,2	10	1,2	1
<b>TOTAL</b>	292,8	455,3	54	276	31	164,0	19

Tabela D – Frequência de sistemas frontais que passaram sobre a Região de São Paulo durante os meses de maio a setembro de 2009 a 2011.

Mês \ Ano	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Total
2009	6	5	5	5	6	27
2010	6	3	4	3	5	21
2011	5	6	4	6	3	24

Tabela E – Velocidade média do vento e porcentagem média de calmaria da Região Metropolitana de São Paulo – 2011

MÊS	MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO	
DIA	CALM (%)	VEL (m/s)								
01	41,7	1,4	31,3	1,3	51,0	1,2	10,4	1,8	9,4	2,3
02	24,0	1,2	31,3	1,4	27,1	1,5	18,8	2,1	0,0	2,8
03	7,3	1,4	18,8	1,4	29,2	1,2	2,2	2,4	3,2	2,6
04	17,7	1,5	36,5	1,4	0,0	1,9	0,0	2,2	19,8	1,4
05	17,7	1,5	10,4	2,0	16,8	1,6	24,0	1,7	41,7	1,3
06	34,4	1,3	7,3	1,9	34,4	1,3	19,8	1,2	31,3	2,0
07	24,0	1,4	24,0	1,8	10,4	1,4	51,0	1,2	6,3	2,3
08	15,6	1,5	1,1	2,5	19,8	1,3	56,3	1,3	22,9	1,7
09	37,5	1,4	38,5	1,3	18,3	1,6	4,2	1,7	15,6	1,7
10	10,4	1,8	30,0	1,2	30,0	1,0	11,5	1,6	5,2	1,9
11	10,4	1,6	37,9	1,3	59,4	1,1	2,1	2,2	22,9	1,5
12	39,6	1,3	12,5	1,8	46,9	1,1	4,2	1,6	0,0	2,3
13	5,3	1,9	41,7	1,0	54,2	1,0	38,5	1,3	5,2	1,7
14	8,3	1,8	20,8	1,5	57,3	0,9	26,4	1,6	0,0	2,7
15	17,7	1,5	3,3	2,3	56,7	1,0	4,2	2,1	1,0	2,5
16	0,0	1,7	7,3	1,7	44,2	1,1	15,6	1,5	4,2	2,3
17	1,0	2,1	49,0	1,4	47,9	1,2	31,3	1,6	3,1	2,2
18	4,2	1,9	49,0	1,4	20,8	1,5	1,0	1,8	4,2	2,0
19	11,5	1,8	44,8	1,0	24,0	1,2	12,5	1,7	21,4	1,7
20	14,6	1,7	51,0	1,1	14,6	1,4	24,0	1,4	20,8	1,5
21	12,5	1,8	52,1	1,4	21,9	1,6	0,0	2,4	19,8	1,6
22	6,3	1,7	30,2	1,4	25,0	1,6	1,0	2,4	5,2	2,0
23	43,8	1,3	9,4	1,6	0,0	2,3	9,4	1,6	8,3	1,9
24	43,8	1,3	30,2	1,1	4,2	2,2	12,5	1,3	10,4	2,0
25	25,0	1,4	13,5	1,4	5,2	2,1	9,4	1,9	2,1	2,7
26	40,6	1,1	25,0	1,4	7,3	1,5	25,0	1,6	3,1	2,7
27	1,0	1,7	7,3	1,4	49,0	1,2	8,3	2,1	10,4	1,8
28	1,0	1,9	32,3	1,4	18,8	1,4	24,0	1,5	3,1	2,2
29	15,6	1,7	22,9	1,3	51,1	1,7	40,6	1,6	4,2	2,0
30	9,4	1,7	35,4	1,2	28,7	1,4	47,5	1,5	31,3	1,4
31	15,6	1,7	--	--	27,1	1,3	12,5	2,4	--	--
<b>MÉDIA</b>	18,0	1,6	26,8	1,5	29,1	1,4	17,7	1,8	11,2	2,0

**APÊNDICE B**

**DADOS DE QUALIDADE DO AR**

**(MAIO A SETEMBRO DE 2011)**

Fonte: CETESB - QUALAR

**Tabela A – Partículas Inaláveis (MP<sub>10</sub>) – Rede Automática – Média de 24h**

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Representatividade	Número de dias amostrados	ULTRAPASSAGENS			Média Aritm. (µg/m³)	1ª Máxima (µg/m³)	2ª Máxima (µg/m³)	
					PQAr 150 µg/m³	Atenção 250 µg/m³	Alerta 420 µg/m³				
Industrial	2	Jacareí	R	115	0	0	0	33	72	64	
		São José dos Campos	R	153	0	0	0	31	64	61	
	5	Americana	R	149	0	0	0	51	99	94	
		Campinas-Centro	R	153	0	0	0	40	84	79	
		Jundiaí	R	146	0	0	0	40	111	86	
		Paulínia	R	153	0	0	0	49	107	103	
		Paulínia Sul	R	150	0	0	0	63	119	117	
		Piracicaba	R	133	0	0	0	52	113	108	
		Cerqueira César	R	149	0	0	0	39	101	87	
		Congonhas	R	151	0	0	0	44	122	100	
		Ibirapuera	R	151	0	0	0	46	127	122	
		Moóca	R	153	0	0	0	41	98	87	
		Nossa Senhora do Ó	R	153	0	0	0	49	97	95	
		Parelheiros	R	141	0	0	0	46	108	105	
		Parque D. Pedro II	R	139	0	0	0	50	131	114	
		Pinheiros	NR	65	0	0	0	42	86	84	
		6	Santana	R	153	0	0	0	49	109	97
			Diadema	R	153	0	0	0	42	97	89
			Mauá	R	153	0	0	0	44	95	93
			Osasco	R	151	1	0	0	60	152	144
	Santo André - Capuava		R	150	0	0	0	42	74	74	
	Santo André - Paço Municipal		NR	3	0	0	0	50	70	41	
	São Bernardo do Campo		R	150	0	0	0	47	109	100	
	São Caetano do Sul		R	153	0	0	0	46	114	111	
	Taboão da Serra		R	153	0	0	0	47	143	113	
	Cubatão - Centro		R	153	0	0	0	41	85	78	
	7	Cubatão - V.Mogi	R	148	4	0	0	67	194	170	
		Cubatão - V.Parisi	R	153	44	0	0	120	226	225	
		Santos	R	116	0	0	0	45	100	91	
	10	Sorocaba	R	144	0	0	0	45	116	106	
Tatui		R	153	0	0	0	33	90	82		
Em industrialização	4	Ribeirão Preto	R	149	0	0	0	50	129	110	
		Araraquara	R	153	0	0	0	52	150	111	
	13	Bauru	R	153	0	0	0	53	122	115	
		Jaú	R	151	0	0	0	52	100	96	
Agropecuária	15	Catanduva	R	99	0	0	0	56	112	104	
	15	São José do Rio Preto	R	149	0	0	0	61	118	109	
	19	Araçatuba	R	141	0	0	0	61	118	98	
	21	Marília	R	144	0	0	0	34	73	67	
	22	Presidente Prudente	R	141	0	0	0	31	66	57	

*N.R.: Monitoramento não representativo*

**Tabela B – Partículas Inaláveis (MP<sub>10</sub>) – Rede Manual – Média de 24h**

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Representatividade	Número de dias amostrados	ULTRAPASSAGENS			Média Aritm. (µg/m <sup>3</sup> )	1ª Máxima (µg/m <sup>3</sup> )	2ª Máxima (µg/m <sup>3</sup> )
					PQAr 150 µg/m <sup>3</sup>	Atenção 250 µg/m <sup>3</sup>	Alerta 420 µg/m <sup>3</sup>			
Industrial	5	Limeira - Boa Vista	R	24	0	0	0	70	106	104
		Piracicaba - Algodão	R	26	0	0	0	83	147	119
		Rio Claro	R	18	1	0	0	91	154	129
		Santa Gertrudes - Jd. Luciana	R	21	9	0	0	135	234	203
Em industrialização	9	Jaboticabal	R	26	0	0	0	60	94	92
		Pirassununga	R	24	0	0	0	54	93	90

**Tabela C – Partículas Totais em Suspensão (PTS) – Rede Manual – Média de 24h**

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Representatividade	Número de dias amostrados	ULTRAPASSAGENS			Média Geom. (µg/m <sup>3</sup> )	1ª Máxima (µg/m <sup>3</sup> )	2ª Máxima (µg/m <sup>3</sup> )
					PQAr 240 µg/m <sup>3</sup>	Atenção 375 µg/m <sup>3</sup>	Alerta 625 µg/m <sup>3</sup>			
Industrial	5	Cordeirópolis - Módolo	R	25	0	0	0	121	221	210
		Cerqueira César	R	23	0	0	0	84	170	127
	6	Congonhas	R	26	0	0	0	104	225	155
		Ibirapuera	R	24	0	0	0	94	219	189
		Osasco	R	24	1	0	0	147	258	228
		Pinheiros	R	24	0	0	0	88	177	143
		Santo André - Capuava	R	24	0	0	0	93	147	144
		São Bernardo do Campo	R	25	0	0	0	108	202	180
		7	Cubatão - Vila Parisi	R	22	13	4	0	260	556

Obs.: o número de ultrapassagens do nível de Atenção é considerado no número de ultrapassagens do PQAr.

**Tabela D – Fumaça (FMC) – Rede Manual – Média de 24h**

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Representatividade	Número de dias amostrados	ULTRAPASSAGENS			Média Aritm. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1ª Máxima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2ª Máxima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
					PQAr 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Atenção 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Alerta 420 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Industrial	2	S. José dos Campos - S. Dimas	R	26	0	0	0	21	55	49
		Taubaté - Centro	R	23	0	0	0	21	47	37
	5	Americana - Centro	R	18	0	0	0	20	52	33
		Jundiaí - Centro	R	26	0	0	0	37	89	59
		Limeira - Centro	R	26	0	0	0	28	52	42
		Piracicaba - Centro	R	26	0	0	0	25	57	43
		Salto - Centro	R	25	0	0	0	34	65	58
	6	Campos Elíseos	R	22	1	0	0	56	163	150
		Cerqueira César	R	25	0	0	0	49	106	95
		Ibirapuera	R	26	1	0	0	31	152	83
		Moema	R	26	1	0	0	46	197	99
		Pinheiros	R	23	1	0	0	52	200	134
		Praça da República	R	25	0	0	0	48	148	98
	7	Tatuapé	R	26	0	0	0	44	146	109
		Santos - Embaré	R	25	0	0	0	34	66	62
10	Itu - Centro	R	24	0	0	0	17	28	25	
	Sorocaba - Centro	R	23	0	0	0	43	84	75	
	Votorantim - Centro	R	24	0	0	0	22	37	37	
Em Industrialização	4	São José do Rio Pardo	R	23	0	0	0	11	21	19
	8	Franca - Centro	R	25	0	0	0	13	23	21
	13	São Carlos - Centro	R	26	0	0	0	25	46	38
Agropecuária	15	São José do Rio Preto	R	26	0	0	0	26	57	50

**Tabela E – Partículas Inaláveis Finas ( $\text{MP}_{2,5}$ ) – Rede Manual – Média de 24h**

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Representatividade	Número de dias amostrados	Média Aritm. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1ª Máxima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2ª Máxima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Industrial	6	Cerqueira César	R	24	27	49	47
		Ibirapuera	R	18	27	65	47
		Pinheiros	R	21	29	68	55
		São Caetano do Sul	R	25	30	65	54
Agropecuária	15	São José do Rio Preto	R	24	20	31	27

Tabela F – Partículas Inaláveis Finas (MP<sub>2,5</sub>) – Rede Automática – Média de 24h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Representatividade	Número de dias amostrados	Média Aritm. (µg/m³)	1ª Máxima (µg/m³)	2ª Máxima (µg/m³)
Industrial	6	Congonhas	R	148	28	67	64
		IPEN - USP	NR	59	25	55	54

N.R.: Monitoramento não representativo

Tabela G – Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>) – Rede Automática – Média de 24h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Representatividade	Número de dias amostrados	ULTRAPASSAGENS			Média Aritm. (µg/m³)	1ª Máxima (µg/m³)	2ª Máxima (µg/m³)
					PQAr 365 µg/m³	Atenção 800 µg/m³	Alerta 1600 µg/m³			
Industrial	2	São José dos Campos	R	143	0	0	0	4	18	17
	5	Paulínia	R	151	0	0	0	7	18	17
	6	Cerqueira César	R	148	0	0	0	6	12	12
	6	Congonhas	R	150	0	0	0	9	18	17
	6	Osasco	R	144	0	0	0	8	18	15
	6	São Caetano do Sul	R	149	0	0	0	8	31	21
	7	Cubatão - Centro	R	151	0	0	0	13	48	48
	7	Cubatão - V. Parisi	R	153	0	0	0	18	46	44
7	Cubatão - V.Mogi	R	153	0	0	0	15	53	46	

Tabela H – Monóxido de Carbono (CO) – Rede Automática – Média de 8h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Representatividade	Número de dias amostrados	ULTRAPASSAGENS			Média Aritm. das Máximas de 8 horas (ppm)	Máximas de 8 horas	
					PQAr 9 ppm	Atenção 15 ppm	Alerta 30 ppm		1ª Máx (ppm)	2ª Máx (ppm)
Industrial	5	Campinas-Centro	R	152	0	0	0	1,1	3,0	2,8
	6	Cerqueira César	R	146	0	0	0	1,1	3,9	3,9
		Congonhas	R	147	0	0	0	1,5	7,0	6,8
		Ibirapuera	R	152	0	0	0	0,9	5,6	4,8
		IPEN-USP	R	136	0	0	0	0,5	4,1	3,8
		Moóca	R	153	0	0	0	0,8	3,5	3,5
		Parelheiros	R	126	0	0	0	0,9	4,0	3,8
		Parque D. Pedro II	R	147	0	0	0	0,9	4,3	4,1
		Pinheiros	R	149	0	0	0	1,3	6,9	6,5
		Osasco	R	146	0	0	0	1,7	5,3	4,9
		Santo André-Paço Municipal	NR	29	0	0	0	0,7	2,7	2,6
		São Caetano do Sul	R	153	0	0	0	1,1	8,5	7,2
		Taboão da Serra	R	145	0	0	0	1,4	6,7	6,5

N.R.: Monitoramento não representativo

Tabela I – Monóxido de Carbono (CO) – Rede Automática – Máximas de 1h

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Nº de ultrapassagens do padrão horário (35 ppm)	Máximas de 1 hora	
				1ª Máx (ppm)	2ª Máx (ppm)
Industrial	5	Campinas-Centro	0	6,6	6,1
	6	Cerqueira César	0	5,1	4,8
		Congonhas	0	8,8	8,0
		Ibirapuera	0	6,4	6,3
		IPEN-USP	0	5,2	5,0
		Moóca	0	4,8	4,6
		Parelheiros	0	5,5	5,0
		Parque D. Pedro II	0	5,8	5,3
		Pinheiros	0	7,7	7,2
		Osasco	0	8,1	7,6
		Santo André - Paço Municipal	0	4,1	4,1
		São Caetano do Sul	0	9,8	9,3
		Taboão da Serra	0	8,2	7,7

**Tabela J – Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>) – Rede Automática – Média de 1h**

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Representatividade	Número de dias amostrados	ULTRAPASSAGENS			Média Aritm. (µg/m <sup>3</sup> )	1ª Máxima (µg/m <sup>3</sup> )	2ª Máxima (µg/m <sup>3</sup> )
					PQAr 320 µg/m <sup>3</sup>	Atenção 1130 µg/m <sup>3</sup>	Alerta 2260 µg/m <sup>3</sup>			
Industrial	2	Jacareí	R	102	0	0	0	18	105	89
	5	Jundiaí	R	153	0	0	0	40	163	147
		Paulínia	R	153	0	0	0	30	131	127
		Paulínia Sul	R	150	0	0	0	29	135	133
		Piracicaba	R	96	0	0	0	29	128	128
	6	Cerqueira César	R	145	0	0	0	54	191	183
		Congonhas	R	151	0	0	0	61	209	204
		Ibirapuera	R	150	0	0	0	49	211	208
		IPEN-USP	R	142	0	0	0	30	286	235
		Parelheiros	R	140	0	0	0	14	91	70
		Parque D. Pedro II	R	145	0	0	0	59	194	184
		Pinheiros	R	150	0	0	0	46	239	189
		Mauá	R	145	0	0	0	30	164	157
		Osasco	R	140	0	0	0	62	238	214
		São Caetano do Sul	R	122	0	0	0	41	205	186
	Taboão da Serra	R	150	0	0	0	43	209	188	
	7	Cubatão - Centro	R	145	0	0	0	39	167	155
		Cubatão - V.Mogi	R	139	0	0	0	43	161	154
		Cubatão - V. Parisi	R	138	0	0	0	57	179	153
		Santos	R	108	0	0	0	38	157	153
	10	Sorocaba	R	153	0	0	0	32	146	140
		Tatuí	R	112	0	0	0	14	121	112
	Em industrialização	4	Ribeirão Preto	R	141	0	0	0	26	97
13		Araraquara	R	130	0	0	0	29	185	157
		Bauru	R	153	0	0	0	28	121	120
		Jaú	R	150	0	0	0	24	144	127
Agropecuária	15	Catanduva	R	142	0	0	0	26	123	114
		São José do Rio Preto	R	153	0	0	0	31	134	130
	19	Araçatuba	R	147	0	0	0	14	109	98
	21	Marília	R	116	0	0	0	20	131	120
	22	Presidente Prudente	R	141	0	0	0	20	135	127

N.R.: Monitoramento não representativo

Obs: Até 2007, era apresentada nesta tabela, a Média Aritmética das Máximas de 1 hora. A partir de 2008, considera-se a Média Aritmética das Médias de 24 horas.

**Tabela K – Ozônio (O<sub>3</sub>) – Rede Automática – Média de 1h**

VOCACIONAL	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Representatividade	Número de dias amostrados	ULTRAPASSAGENS			Máximas de 1 hora	
					PQAr 160 µg/m <sup>3</sup>	Atenção 200 µg/m <sup>3</sup>	Alerta 800 µg/m <sup>3</sup>	1ª Máx (µg/m <sup>3</sup> )	2ª Máx (µg/m <sup>3</sup> )
Industrial	2	Jacareí	R	118	2	1	0	232	182
		São José dos Campos	R	152	1	0	0	188	156
	5	Americana	R	149	3	0	0	187	163
		Jundiaí	R	153	7	2	0	246	224
		Paulínia	R	153	13	3	0	219	203
		Paulínia Sul	R	150	11	2	0	213	200
		Piracicaba	R	129	4	0	0	194	182
	6	Ibirapuera	R	144	7	1	0	267	196
		IPEN-USP	R	151	26	5	0	275	223
		Itaquera - EM	R	139	19	4	0	252	249
		Moóca	R	129	2	1	0	247	165
		Nossa Senhora do Ó	R	153	5	1	0	217	172
		Parelheiros	R	129	0	0	0	129	128
		Parque D. Pedro II	R	148	3	1	0	235	162
		Pinheiros	R	150	5	1	0	220	174
		Santana	R	147	2	1	0	203	176
		Diadema	R	151	4	2	0	213	204
		Mauá	R	150	4	0	0	178	177
		Santo André - Capuava	R	151	5	0	0	197	195
		São Caetano do Sul	R	147	19	4	0	284	237
	7	Cubatão - Centro	R	152	0	0	0	146	146
		Cubatão - V.Mogi	R	140	0	0	0	143	121
		Santos	R	116	0	0	0	144	136
10	Sorocaba	R	153	0	0	0	154	139	
	Tatuí	R	149	0	0	0	149	149	
Em industrialização	4	Ribeirão Preto	R	149	0	0	0	122	117
		Araraquara	R	153	0	0	0	134	130
	13	Bauru	R	153	0	0	0	134	134
		Jauá	R	153	1	0	0	168	157
Agropecuária	15	Catanduva	R	152	0	0	0	159	133
		São José do Rio Preto	R	151	0	0	0	155	148
	19	Araçatuba	R	133	0	0	0	156	156
	21	Marília	R	144	0	0	0	151	143
	22	Presidente Prudente	R	120	0	0	0	133	124

N.R.: Monitoramento não representativo

E.M.: Estação Móvel

Obs.: o número de ultrapassagens do nível de Atenção é considerado no número de ultrapassagens do PQAr.

**Tabela L – Ozônio (O<sub>3</sub>) – Rede Automática – Média de 1h  
(janeiro a setembro)**

	U G R H I	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Representatividade	Número de dias amostrados	ULTRAPASSAGENS			Máximas de 1 hora	
					PQAr 160 µg/m <sup>3</sup>	Atenção 200 µg/m <sup>3</sup>	Alerta 800 µg/m <sup>3</sup>	1ª Máx (µg/m <sup>3</sup> )	2ª Máx (µg/m <sup>3</sup> )
Industrial	2	Jacareí	R	210	4	1	0	232	182
		São José dos Campos	R	260	5	0	0	196	189
	5	Americana	R	264	3	0	0	187	163
		Jundiaí	R	271	7	2	0	246	224
		Paulínia	R	268	14	3	0	219	203
		Paulínia Sul	R	253	12	2	0	213	200
		Piracicaba	R	244	4	0	0	194	182
	6	Ibirapuera	R	263	31	9	0	272	267
		IPEN-USP	R	263	46	11	0	307	275
		Itaquera - EM	R	248	22	5	0	252	249
		Moóca	R	242	4	1	0	247	195
		Nossa Senhora do Ó	R	272	7	1	0	217	173
		Parelheiros	R	222	4	0	0	181	176
		Parque D. Pedro II	R	249	9	3	0	235	215
		Pinheiros	R	260	13	3	0	262	220
		Santana	R	267	4	1	0	203	182
		Diadema	R	264	14	7	0	247	233
		Mauá	R	256	15	3	0	239	235
	7	Santo André - Capuava	R	254	12	2	0	223	217
		São Caetano do Sul	R	264	39	9	0	284	249
		Cubatão - Centro	R	252	7	3	0	251	230
		Cubatão - V.Mogi	R	254	2	1	0	250	183
		Santos	NR	117	0	0	0	144	136
10		Sorocaba	R	269	0	0	0	154	142
		Tatuí	R	223	0	0	0	149	149
Em industrialização	4	Ribeirão Preto	R	269	0	0	0	122	117
		Araraquara	R	269	0	0	0	134	130
	13	Bauru	R	273	0	0	0	134	134
		Jaú	R	273	1	0	0	168	157
Agropecuária	15	Catanduba	R	259	0	0	0	159	133
		São José do Rio Preto	R	271	0	0	0	155	148
	19	Araçatuba	R	252	0	0	0	156	156
	21	Marília	R	232	0	0	0	151	143
	22	Presidente Prudente	R	215	0	0	0	133	124

N.R.: Monitoramento não representativo

E.M.: Estação Móvel

Obs.: o número de ultrapassagens do nível de Atenção é considerado no número de ultrapassagens do PQAr.