



**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

**DIRETORIA DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E QUALIDADE AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DO AR**

**DIVISÃO DE TECNOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR**

**ETQA / ETQI / ETQM / ETQT**

**OPERAÇÃO INVERNO - 2006**  
**QUALIDADE DO AR**

**dezembro – 2006**



## COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

## ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR .....	1
2.1. Principais Poluentes.....	1
2.2. Padrões e Índice de Qualidade do Ar .....	2
2.3. Redes de Amostragem - histórico.....	3
3. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA.....	6
3.1. Condições Meteorológicas de Dispersão.....	6
3.2. Passagem de Sistemas Frontais .....	6
3.3. Precipitação Pluviométrica.....	7
3.4. Inversões Térmicas.....	8
3.5. Vento .....	8
3.6. Umidade Relativa do Ar .....	9
4. A QUALIDADE DO AR NO INVERNO DE 2006 .....	13
4.1. 1ª Parte - Índice de Qualidade do Ar.....	13
Material Particulado .....	13
Dióxido de Enxofre .....	16
Monóxido de Carbono .....	17
Ozônio .....	19
Dióxido de Nitrogênio .....	20
4.2. 2ª Parte - Evolução da Qualidade do Ar .....	20
Material Particulado .....	21
Dióxido de Enxofre .....	31
Monóxido de Carbono .....	33
Dióxido de Nitrogênio .....	35
Ozônio .....	36
5. ESTADOS DECLARADOS .....	37
6. CONCLUSÕES .....	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39
8. EQUIPE DE TRABALHO .....	39
ANEXO .....	40

## ÍNDICES DE TABELAS

Tabela 1 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar e Critérios para Episódios Críticos de Poluição do Ar.....	2
Tabela 2 - Estrutura do Índice .....	3
Tabela 3 - Configuração da rede de monitoramento da qualidade do ar .....	4
Tabela 4 - Distribuição da Qualidade do Ar - RMSP - Período (01/05 a 30/09/06) .....	13
Tabela 5 - Partículas Inaláveis (MP <sub>10</sub> ) - Rede Automática - Média de 24h .....	14
Tabela 6 - Partículas Totais em Suspensão (PTS) - Rede Manual.....	15
Tabela 7 - Fumaça (FMC) - Rede manual.....	15
Tabela 8 - Partículas Inaláveis Finas (MP <sub>2,5</sub> ) - Rede Manual - Média de 24h .....	16
Tabela 9 - Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> ) - Rede Automática - Média de 24h .....	16
Tabela 10 - Monóxido de Carbono (CO) - Rede Automática - Média de 8 horas .....	17
Tabela 11 - Monóxido de Carbono (CO) - Rede Automática - Média de 1 hora .....	18
Tabela 12 - Ozônio (O <sub>3</sub> ) - Rede Automática - Média de 1 hora.....	19
Tabela 13 - Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> ) - Rede Automática - Média de 1 hora .....	20
Tabela 14 - CO - Nº de ultrapassagens do padrão (média de 8h).....	33
Tabela 15 - Estados Atingidos e/ou Declarados .....	37

## ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 01 - Porcentagem de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes .....	6
Figura 02 - Frequência de sistemas frontais que passaram sobre São Paulo.....	7
Figura 03 - Precipitação Total de 1997 a 2006 e Normal de 1961 a 1990 .....	7
Figura 04 - Distribuição de frequência da altura da base das inversões térmicas .....	8
Figura 05 - Porcentagem de calmaria na Região Metropolitana de São Paulo.....	8
Figura 06 - Velocidade média do vento na Região Metropolitana de São Paulo .....	9
Figura 07 - Umidade Relativa às 15h .....	12
Figura 08 - MP <sub>10</sub> - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - RMSP .....	21
Figura 09 - MP <sub>10</sub> - Concentrações médias- Centro/Zona Norte .....	22
Figura 10 - MP <sub>10</sub> - Concentrações médias - Zona Leste .....	22
Figura 11 - MP <sub>10</sub> - Concentrações médias - Zona Sul.....	23
Figura 12 - MP <sub>10</sub> - Concentrações médias - Zona Oeste .....	23
Figura 13 - MP <sub>10</sub> - Concentrações médias - ABCD/Mauá .....	24
Figura 14 - MP <sub>10</sub> - Concentrações médias por Região.....	24
Figura 15 - MP <sub>10</sub> - Concentrações médias - RMSP.....	25
Figura 16 - MP <sub>10</sub> - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - Cubatão-V.Parisi .....	26
Figura 17 - MP <sub>10</sub> - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - Cubatão-Centro.....	26
Figura 18 - MP <sub>10</sub> - Concentrações médias - Cubatão e Interior .....	27
Figura 19 - MP <sub>2,5</sub> - Concentrações médias.....	28
Figura 20 - Fumaça - Concentrações médias - Rede Manual (Região Central) .....	28
Figura 21 - Fumaça - Concentrações médias de fumaça - Rede Manual (Zona Sul, Oeste, Leste) .....	29
Figura 22 - PTS - Concentrações médias - Rede Manual - RMSP (Centro, Zona Oeste e Leste) .....	29
Figura 23 - PTS - Concentrações médias - Rede Manual - RMSP (Zona Sul e ABC) .....	30
Figura 24 - PTS - Concentrações médias - Rede Manual - Cubatão .....	30
Figura 25 - SO <sub>2</sub> - Concentrações médias - Centro/Zona Norte.....	31
Figura 26 - SO <sub>2</sub> - Concentrações médias - Zona Sul e ABCD .....	31
Figura 27 - SO <sub>2</sub> - Concentrações médias - Zona Oeste.....	32
Figura 28 - SO <sub>2</sub> - Concentrações médias - Cubatão e Interior .....	32
Figura 29 - CO - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - Média de 8 horas .....	33
Figura 30 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Região Central).....	34
Figura 31 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Zona Sul e ABC).....	34
Figura 32 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Zona Oeste).....	35
Figura 33 - NO <sub>2</sub> - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar.....	35
Figura 34 - O <sub>3</sub> - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar .....	36

## **1. INTRODUÇÃO**

O chamada “Operação Inverno”<sup>(1)</sup> foi instituída pela CETESB em 1976 como um conjunto de ações preventivas e corretivas a serem desenvolvidas durante os meses de inverno, período mais crítico à dispersão dos poluentes primários, visando proteger a saúde da população contra agravos causados por episódios agudos de poluição do ar na RMSP e Cubatão. Na RMSP, a avaliação diária da poluição atmosférica realizada pela CETESB, mostrava que no inverno alguns poluentes freqüentemente atingiam altas concentrações, tais como o monóxido de carbono e o material particulado.

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, onde podemos citar 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 para os veículos novos, observou-se uma queda significativa nos níveis de monóxido de carbono e material particulado. Assim, apesar de ainda no inverno haver algumas ultrapassagens dos padrões diários, 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 tomando medidas como: manter regulado o veículo, preferir o uso de 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.

No inverno de 2006, uma novidade foi a modificação na forma de divulgação da qualidade do ar, que passou a incorporar cores associadas ao índice de qualidade e mensagens de saúde relacionadas com a classificação da qualidade do ar.

O objetivo deste relatório é analisar e divulgar os resultados do monitoramento da qualidade do ar no Estado de São Paulo no período de inverno de 2006, bem como da evolução da qualidade do ar ao longo dos anos.

## **2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR**

### **2.1. Principais Poluentes**

Dentre os poluentes regulamentados que ultrapassam os padrões de qualidade do ar e têm suas concentrações ambientais incrementadas no período de inverno, destacam-se as partículas inaláveis e o monóxido de carbono. Apresentam ainda ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar no inverno da RMSP, os poluentes dióxido de nitrogênio e ozônio.

De forma simplificada, partículas inaláveis são aquelas com diâmetro menor que 10µm. Estas partículas penetram profundamente no trato respiratório. Estudos realizados pela CETESB na RMSP<sup>(3)</sup> demonstram que cerca de 40% dessas partículas são emitidas por veículos automotores (principalmente por veículos diesel). Outra fonte considerada importante são as poeiras ressuspensas das ruas, que correspondem a cerca de 25% da concentração desse poluente. Ainda com partículas inaláveis, pode-se destacar as chamadas partículas inaláveis finas, com o diâmetro inferior a 2,5µm, que embora não existam limites legais nacionais para sua concentração, possuem bastante importância em termos de saúde, pois são as que penetram mais profundamente no aparelho respiratório.

O monóxido de carbono é proveniente da queima incompleta dos combustíveis e é encontrado principalmente nas cidades, sendo os veículos os principais emissores desse poluente. Além de emitirem mais do que as indústrias, os veículos praticamente lançam esse gás na altura do sistema respiratório. As concentrações de CO são encontradas em maiores níveis nas áreas de intensa circulação de veículos. Na RMSP, estima-se que 98% da emissão de CO seja proveniente dos veículos automotores<sup>(4)</sup>.

O dióxido de nitrogênio é emitido em processo de combustão envolvendo veículos automotores, principalmente diesel e processos industriais. Além de causar efeitos sobre a saúde, o dióxido de nitrogênio é também um dos precursores do ozônio troposférico.

O ozônio é um poluente secundário, isto é, não é emitido diretamente por qualquer fonte, mas produzido na atmosfera através da reação dos hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio em presença de luz solar. Medições efetuadas pela CETESB mostram que as concentrações de ozônio não só ultrapassam o PQAR (Padrão de Qualidade do Ar), mas também atingem a qualidade Má. Altas concentrações são mais frequentemente observadas nos meses mais quentes, na primavera e verão.

## 2.2. Padrões e Índice de Qualidade do Ar

Os padrões de qualidade do ar (PQAR) estão definidos no Decreto Estadual 8468/76<sup>(5)</sup> e na Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90<sup>(6)</sup>. Na tabela 1, são apresentados os padrões de qualidade do ar, bem como os critérios estabelecidos para episódios.

**Tabela 1 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar e Critérios 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	24 horas <sup>1</sup>	240	150	375	625	875
	MGA <sup>2</sup>	80	60			
partículas inaláveis	24 horas <sup>1</sup>	150	150	250	420	500
	MAA <sup>3</sup>	50	50			
fumaça	24 horas <sup>1</sup>	150	100	250	420	500
	MAA <sup>3</sup>	60	40			
dióxido de enxofre	24 horas <sup>1</sup>	365	100	800	1.600	2.100
	MAA <sup>3</sup>	80	40			
dióxido de nitrogênio	1 hora <sup>1</sup>	320	190	1.130	2.260	3.000
	MAA <sup>3</sup>	100	100			
monóxido de carbono	1 hora <sup>1</sup>	40.000	40.000			
		35ppm	35ppm			
	8 horas <sup>1</sup>	10.000	10.000	15	30	40
		9ppm	9ppm			
ozônio	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 um Índice de Qualidade do Ar obtido através de uma função relacionando 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 2 pode-se visualizar a escala utilizada para classificar a qualidade do ar.

**Tabela 2 - Estrutura do Índice**

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</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> )
<b>Boa</b>	<b>0-50</b>	<b>0-50</b>	<b>0-80</b>	<b>0-80</b>	<b>0 - 4,5</b>	<b>0-100</b>
<b>Regular</b>	<b>51-100</b>	<b>50-150</b>	<b>80- 365</b>	<b>80-160</b>	<b>4,5 - 9</b>	<b>100 - 320</b>
<b>Inadequada</b>	<b>101-199</b>	<b>150 - 250</b>	<b>365 - 800</b>	<b>160 - 200</b>	<b>9 - 15</b>	<b>320 - 1130</b>
<b>Má</b>	<b>200-299</b>	<b>250- 420</b>	<b>800 - 1600</b>	<b>200 - 800</b>	<b>15 - 30</b>	<b>1130 - 2260</b>
<b>Péssima</b>	<b>&gt;299</b>	<b>&gt;420</b>	<b>&gt; 1600</b>	<b>&gt; 800</b>	<b>&gt; 30</b>	<b>&gt; 2260</b>

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 de dispersão de poluentes, são divulgados no "site" [www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br).

### 2.3. Redes de Amostragem - histórico

A CETESB possui uma rede automática de monitoramento da qualidade do ar que funciona na RMSP e Cubatão desde 1981 e nos municípios de Paulínia, São José dos Campos, Sorocaba e Campinas a partir de 2000. Em 2006, uma nova estação na área insutrial de Cubatão (Estação Vale do Mogi), passou a monitorar a qualidade do ar. A rede manual de monitoramento mede os teores de dióxido de enxofre e fumaça na RMSP (desde 1973) e no interior (desde 1986), além das partículas totais em suspensão na RMSP e Cubatão (desde 1983). Em 1999, iniciou-se o monitoramento sistemático de partículas inaláveis finas (MP<sub>2,5</sub>) em alguns pontos da RMSP. Dispõe ainda de duas estações móveis que são deslocadas em função da necessidade de monitoramento em locais onde não existem estações de amostragem ou para estudos complementares à própria rede.

A rede automática mede, atualmente, os seguintes parâmetros: partículas inaláveis, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono, direção do vento, velocidade do vento, umidade relativa, temperatura, pressão atmosférica e radiação solar (global e ultravioleta), conforme distribuição mostrada na tabela 3.

**Tabela 3 – Configuração da rede de monitoramento da qualidade do ar**
**Rede Automática**

ESTAÇÃO Nº	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS														
		MP <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	HCNM	O <sub>3</sub>	UR	TEMP	VV	DV	P	RAD
01	Parque D. Pedro II	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
02	Santana	X								X			X	X		
03	Moóca	X								X			X	X		
04	Cambuci	X														
05	Ibirapuera	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
06	Nossa Senhora do Ó	X								X	X	X				
07	São Caetano do Sul	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
08	Congonhas	X	X	X	X	X	X									
09	Lapa	X		X	X	X	X									
10	Cerqueira César	X	X	X	X	X	X									
12	Centro	X					X									
13	Guarulhos	X											X	X		
14	Santo André - Centro	X					X						X	X		
15	Diadema	X								X						
16	Santo Amaro	X					X			X			X	X		
17	Osasco	X	X	X	X	X	X			X			X	X		
18	Santo André - Capuava	X								X			X	X		
19	São Bernardo do Campo	X											X	X		
20	Taboão da Serra	X		X	X	X	X				X	X				
21	São Miguel Paulista	X								X	X	X	X	X		
22	Mauá	X		X	X	X				X						
27	Pinheiros	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
TOTAL MONITORES RMSP		22	7	10	10	10	12	2	2	13	7	7	13	13	1	1
24	Cubatão - Centro	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
25	Cubatão - Vila Parisi	X	X										X	X		
30	Cubatão - Vale do Mogi	X		X	X	X				X	X	X	X	X		X
TOTAL MONITORES LITORAL		3	2	2	2	2	0	1	1	2	2	2	3	3	1	1
42	Campinas-Centro	X					X				X	X				
44	Paulínia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
51	Sorocaba	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X		
55	São José dos Campos	X	X							X	X	X	X	X		
TOTAL MONITORES INTERIOR		4	3	2	2	2	2	1	1	3	4	4	3	3	1	1
TOTAL MONITORES ESTAÇÕES FIXAS		29	12	14	14	14	14	4	4	18	13	13	19	19	3	3
47	Estação Móvel			X	X	X				X	X	X	X	X		X
49	Estação Móvel	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
50	Estação Móvel	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
TOTAL GERAL		31	14	17	17	17	16	4	4	21	16	16	22	22	3	4

MP<sub>10</sub> Partículas inaláveis

SO<sub>2</sub> Dióxido de enxofre

NO Monóxido de nitrogênio

NO<sub>2</sub> Dióxido de nitrogênio

NO<sub>x</sub> Óxidos de nitrogênio

CO Monóxido de carbono

CH<sub>4</sub> Metano

HCNM Hidrocarbonetos totais menos Metano

O<sub>3</sub> Ozônio

VV Velocidade do Vento

DV Direção do Vento

UR Umidade Relativa do Ar

P Pressão Atmosférica

TEMP Temperatura do Ar

RAD Radiação Total e Ultra-violeta



**Continuação da Tabela 3 – Configuração da rede de monitoramento da qualidade do ar**
**Rede Manual**

DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS			
	FMC	SO <sub>2</sub>	MP <sub>10</sub>	PTS
Americana	X	X		
Araçatuba		X		
Araraquara	X	X		
Bauru		X		
Campinas	X	X		
Cordeirópolis				X
Cosmópolis		X		
Franca	X	X		
Guaratinguetá		X		
Itu	X	X		
Jacareí		X		
Jundiaí	X	X		
Jundiaí - Vila Arens		X		
Limeira	X	X		
Limeira - Ceset		X		
Limeira - Boa Vista			X	
Paulínia - Bairro Cascata		X		
Paulínia - Sta. Terezinha		X		
Piracicaba	X	X		
Piracicaba - Algodão			X	
Presidente Prudente		X		
Ribeirão Preto		X	X	
Salto	X	X		
Santa Gertrudes			X	
São Carlos	X	X		
São José dos Campos	X	X		
Sorocaba	X	X		
Taubaté	X	X		
Votorantim	X	X		
<b>TOTAL - INTERIOR</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

FMC Fumaça

PTS Partículas totais em suspensão

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

SO<sub>2</sub> Dióxido de enxofre

MP<sub>10</sub> Partículas inaláveis

LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS			
	MP <sub>2,5</sub>	FMC	PTS	SO <sub>2</sub>
Campos Elíseos <sup>1</sup>		X		X
Cerqueira César	X	X	X	X
Ibirapuera	X	X	X	
Moema <sup>1</sup>		X		X
Mogi das Cruzes <sup>1</sup>		X		X
Osasco			X	
Parque D. Pedro II			X	
Pinheiros	X	X	X	X
Pça. da República <sup>1</sup>		X		X
Santo Amaro			X	
Santo André - Capuava			X	
São Bernardo do Campo			X	
São Caetano do Sul	X		X	
Tatuapé <sup>1</sup>		X		X
<b>TOTAL RMSP</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>7</b>
Cubatão - Vila Parisi			X	
Santos		X		X
<b>TOTAL LITORAL</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

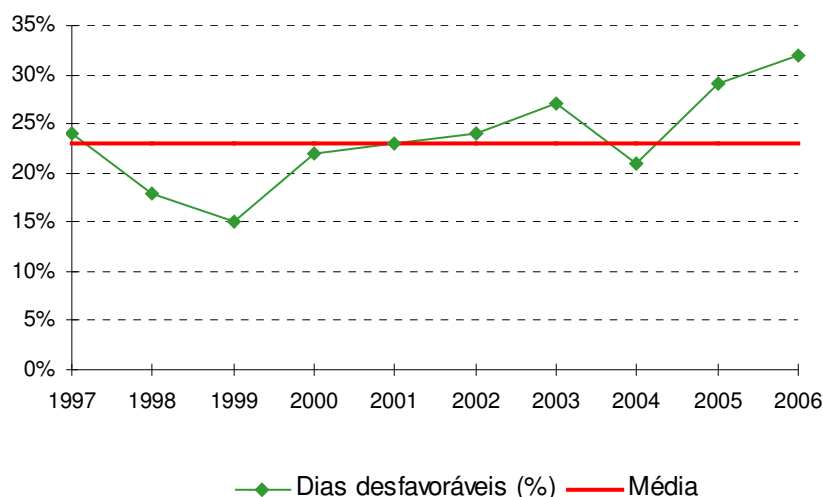
1 - Início de monitoramento de SO<sub>2</sub> com amostrador passivo:  
janeiro/2003

### 3. CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

São inúmeros os fatores meteorológicos que determinam o comportamento das concentrações dos poluentes na atmosfera. A seguir é apresentada uma análise dos principais parâmetros meteorológicos monitorados pela CETESB na RMSP.

#### 3.1. Condições Meteorológicas de Dispersão

Na figura 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 1997 a 2006.

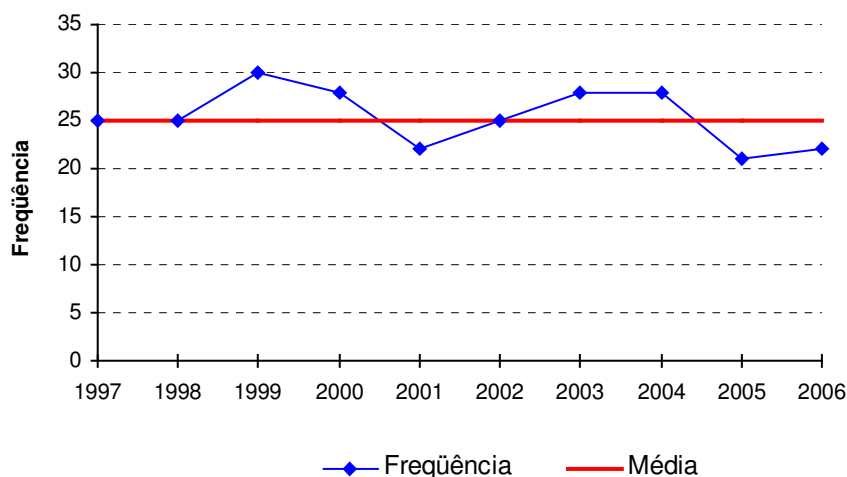


**Figura 01 - Porcentagem de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes  
Período maio a setembro**

Considerando a análise dos aspectos meteorológicos, pode-se observar que o inverno de 2006 foi o mais desfavorável dos últimos dez anos. Os meses de julho e agosto contribuíram com cerca de 61% dos dias desfavoráveis, em função da ocorrência de vários dias seguidos com altas porcentagens de calmaria (vide Tabela E do Anexo), ausência de chuvas e baixa umidade relativa do ar.

#### 3.2. Passagem de Sistemas Frontais

A mudança de uma situação desfavorável para favorável à dispersão de poluentes ocorre normalmente quando um sistema frontal atinge a RMSP, uma vez que torna instável a atmosfera e aumenta a ventilação. A figura 2 mostra o número de passagens de sistemas frontais e a respectiva média no período de maio a setembro de 1997 a 2006.

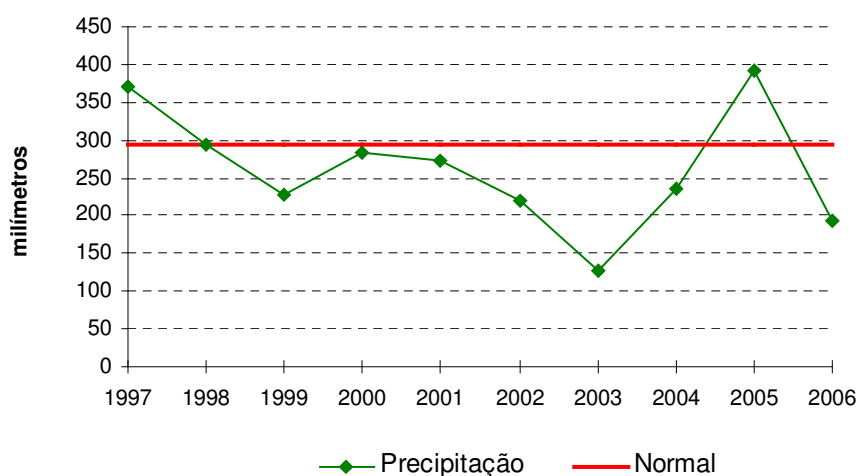


**Figura 02 - Frequência de sistemas frontais que passaram sobre São Paulo  
Período de maio a setembro**

### 3.3. Precipitação Pluviométrica

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 são incorporados à água da chuva. A figura 3 mostra as precipitações ocorridas no período de maio a setembro de 1997 a 2006 e a normal climatológica de 1961-1990.

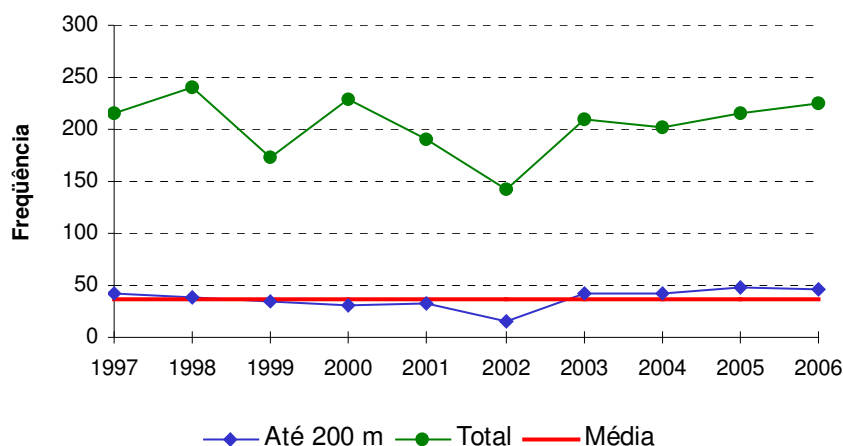
Em 2006, o total de chuva ficou muito abaixo da média climatológica para o período. As médias mensais também ficaram abaixo da respectiva média climatológica mensal, com exceção do mês de julho (vide Tabela C) que ficou acima da média, porém com chuvas se concentrando praticamente em dois dias.



**Figura 03 - Precipitação Total de 1997 a 2006 e Normal de 1961 a 1990  
Período de maio a setembro (Estação Mirante de Santana - INMET)**

### 3.4. Inversões Térmicas

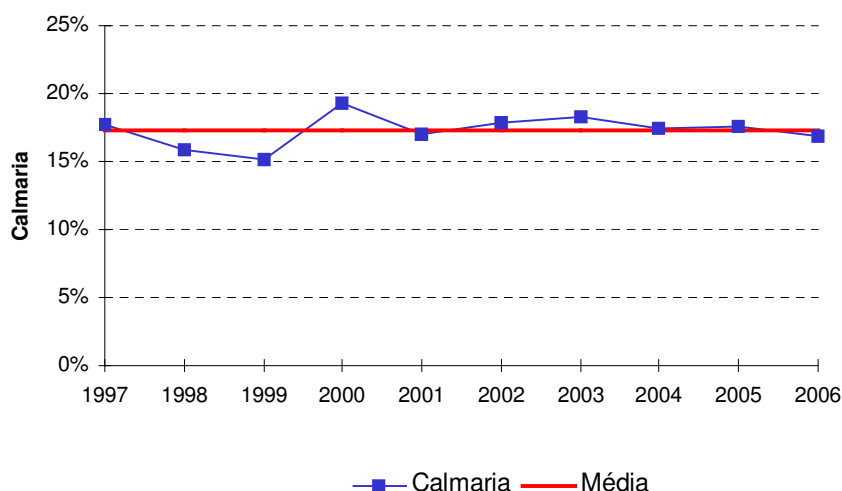
A ocorrência de inversão térmica próxima à superfície dificulta a dispersão de poluentes para níveis mais altos da atmosfera, provocando um aumento da concentração do poluente próximo à superfície. A figura 4 mostra a frequência total e de inversões térmicas ocorridas até 200 metros bem como a média no período de maio a setembro de 1997 a 2006.



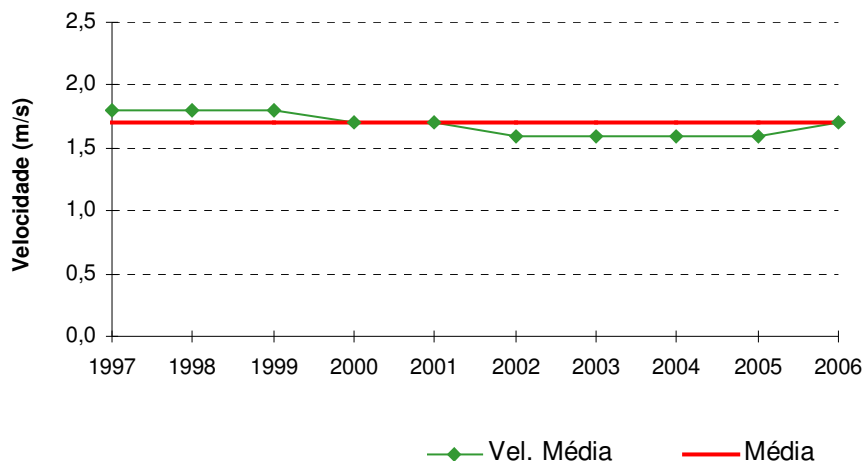
**Figura 04 - Distribuição de frequência da altura da base das inversões térmicas  
Período maio a setembro (Força Aérea Brasileira - Campo de Marte)**

### 3.5. Vento

Estudos mostram que a alta porcentagem de calmaria (velocidade do vento em superfície inferior a 0,5m/s) e ventos fracos favorecem o aumento da concentração de poluentes na superfície. As figuras 5 e 6 mostram respectivamente a porcentagem de calmaria e velocidade média para os meses de maio a setembro de 1997 a 2006. Contudo, foram observados nos meses de julho e agosto dias consecutivos com porcentagem de calmaria acima de 25% (vide tabela E), e velocidade média de vento abaixo de 1,5m/s, condições estas que ocasionaram a maior frequência de dias desfavoráveis.



**Figura 05 - Porcentagem de calmaria na Região Metropolitana de São Paulo  
Período maio a setembro (Rede Automática - CETESB)**



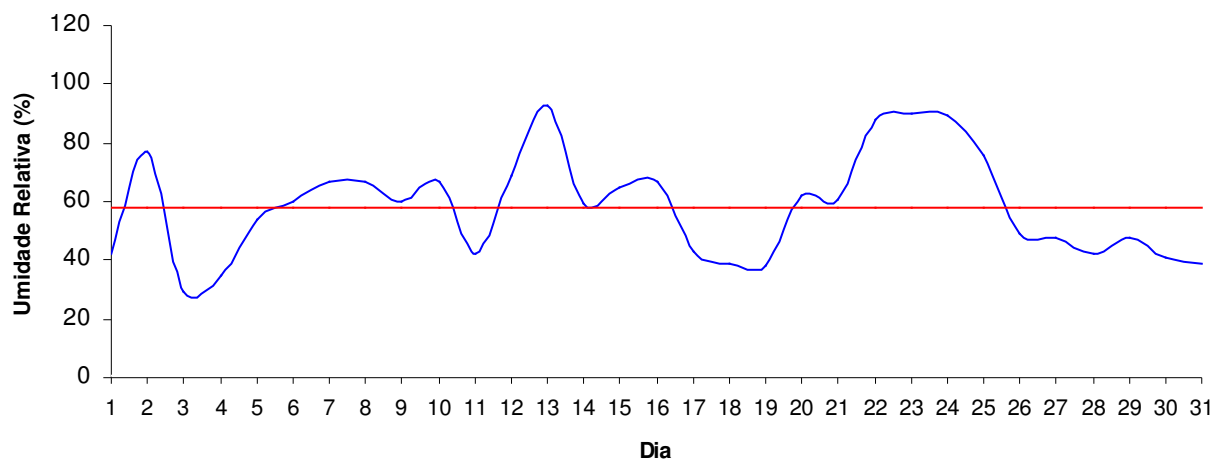
**Figura 06 - Velocidade média do vento na Região Metropolitana de São Paulo  
Período maio a setembro (Rede Automática - CETESB)**

### 3.6. Umidade Relativa do Ar

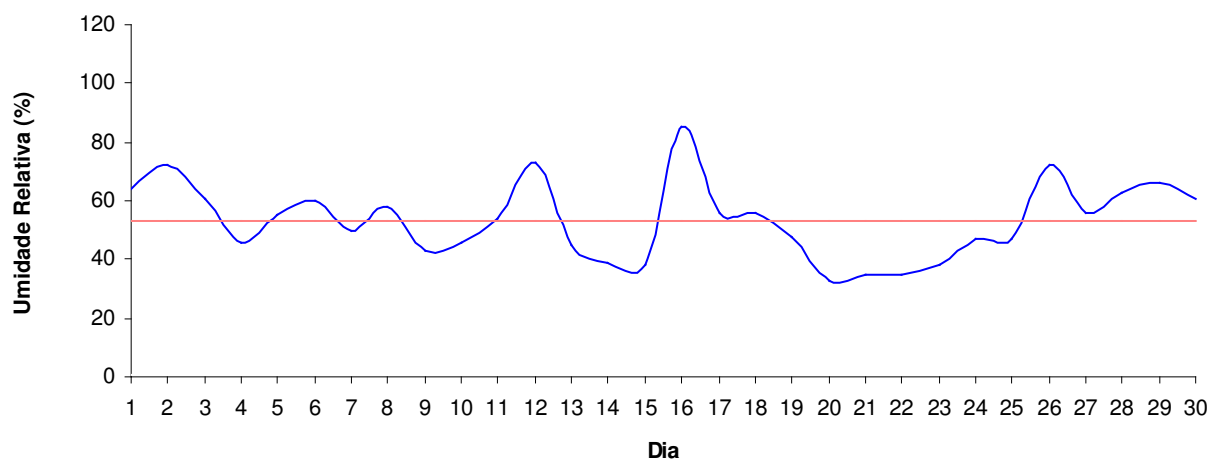
A umidade relativa do ar é um parâmetro meteorológico que caracteriza o tipo de massa de ar que está atuando sobre a região. A ocorrência de baixa umidade relativa pode agravar doenças e quadros clínicos da população, além de causar desconforto nas pessoas saudáveis, um quadro que possui semelhança com os sintomas da poluição do ar e que muitas vezes nos leva a confundir os dois fenômenos.

A figura 7 mostra o comportamento da umidade relativa, às 15h, horário do dia em que, geralmente, a umidade apresenta os valores mais baixos, e a linha reta em cada gráfico representa as médias de umidade relativa do ar de cada mês, referentes ao período de maio a setembro de 2006. Pode-se observar que os meses de julho e agosto tiveram longas seqüências de dias com umidade baixa, que coincidiram com a seqüência de vários dias com ausência de precipitação e alta porcentagem de calmaria.

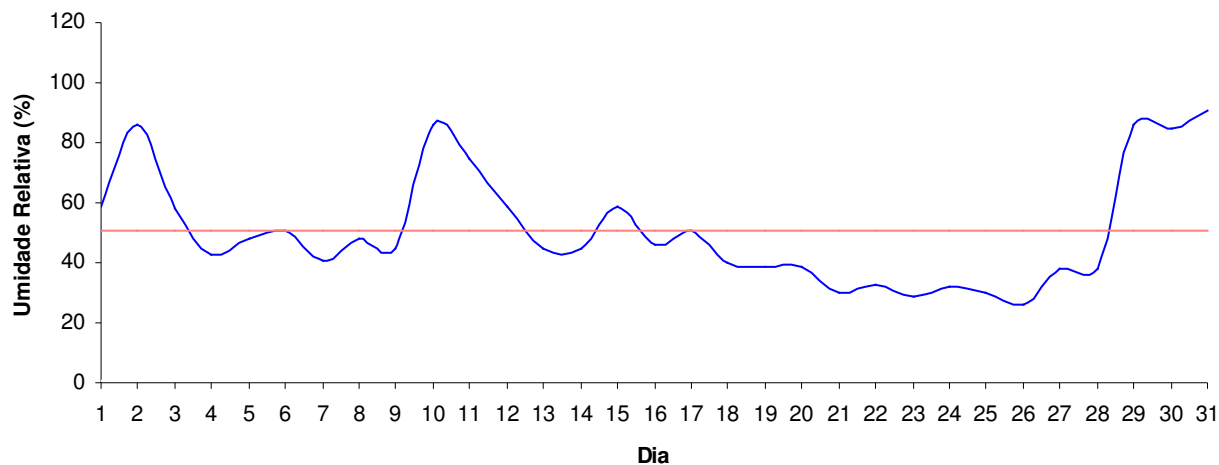
**maio/2006**



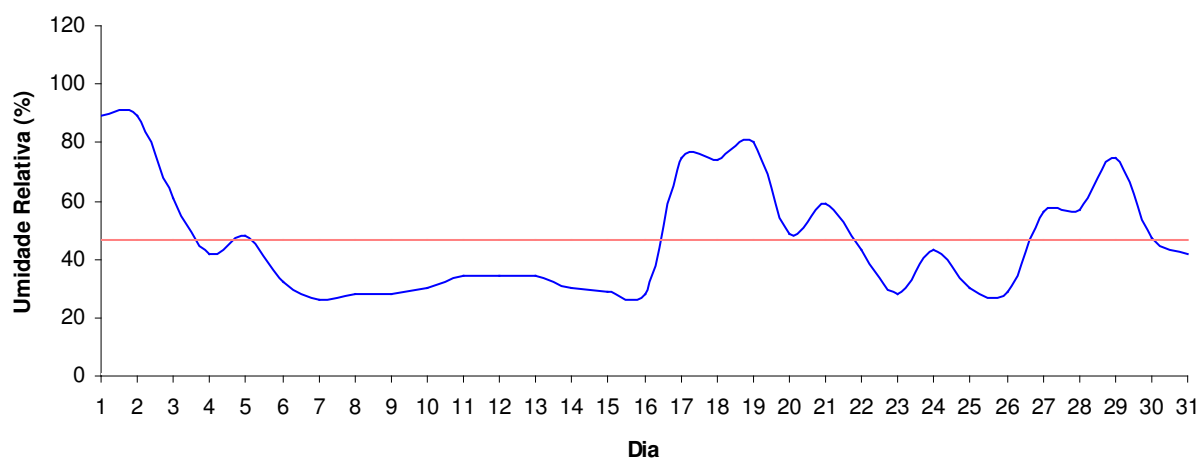
**junho/2006**



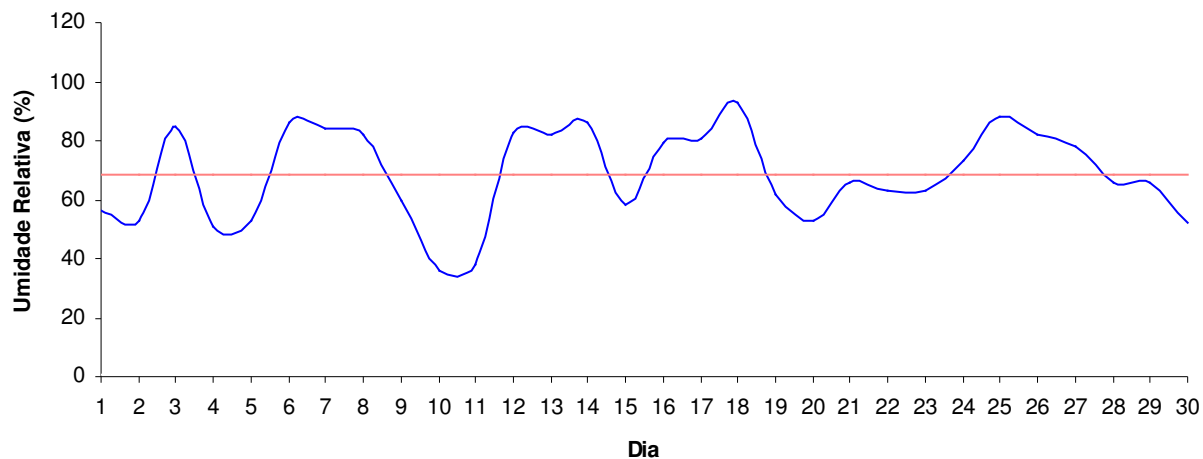
julho/2006



agosto/2006



setembro/2005



**Figura 07 - Umidade Relativa às 15h**  
**Período maio a setembro (Estação Mirante de Santana – INMET)**



#### 4. A QUALIDADE DO AR NO INVERNO DE 2006

Neste relatório, o diagnóstico da qualidade do ar está dividido em duas partes. A primeira apresenta, em tabelas, a distribuição do índice diário de qualidade do ar obtido no período de maio a setembro de 2006, inclusive para as estações do interior do Estado. Esta distribuição é obtida a partir dos boletins de qualidade do ar divulgados diariamente pela CETESB. A segunda parte apresenta uma análise da evolução das concentrações dos poluentes ao longo dos últimos anos, considerando os padrões de curto prazo, expressos através da distribuição da qualidade do ar, e de longo prazo, através dos valores médios observados nos períodos de inverno.

##### 4.1. 1ª Parte - Índice de Qualidade do Ar

A tabela 4 mostra a distribuição percentual da qualidade do ar por poluente (baseada nos boletins diários de qualidade do ar), durante o inverno de 2006, somente na RMSP. A base de dados considerada para a tabela 4 compreende 23 estações que correspondem a 20 monitores de MP<sub>10</sub>, 11 de CO, 9 de NO<sub>2</sub>, 7 de SO<sub>2</sub> e 12 de O<sub>3</sub>.

O critério de representatividade dos dados, utilizado neste relatório, é de no mínimo 50% de valores válidos no período.

**Tabela 4 - Distribuição da Qualidade do Ar - RMSP - Período (01/05 a 30/09/06)**

	<b>Boa</b>	<b>Regular</b>	<b>Inadequada</b>	<b>Má</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>CO</b>	90,3	9,3	0,4	0,0
<b>MP<sub>10</sub></b>	57,2	42,7	0,1	0,0
<b>O<sub>3</sub></b>	55,2	43,3	1,2	0,3
<b>NO<sub>2</sub></b>	45,5	54,3	0,2	0,0
<b>SO<sub>2</sub></b>	100,0	0,0	0,0	0,0

Os resultados mostram que o SO<sub>2</sub> é o único poluente em que o PQAR de curto prazo não foi excedido em 2006. Mesmo o inverno não sendo a estação preferencial para o ozônio, este se apresenta como o pior caso, onde 1,2% das medições ultrapassaram o PQAR e 0,3% atingiram a qualidade do ar Má.

Na tabelas a seguir apresenta-se um resumo da qualidade do ar por poluente e por estação de monitoramento, inclusive as estações do interior do Estado. Estas tabelas são baseadas no índices diários de qualidade do ar divulgados pela CETESB.

##### **Material Particulado**

Nas tabelas 5, 6 e 7 são apresentados, respectivamente, os resultados do monitoramento de partículas inaláveis (MP<sub>10</sub>), partículas totais em suspensão (PTS) e fumaça (FMC), realizado pelas redes automática e manual. Na tabela 8 estão apresentados os resultados do monitoramento das partículas inaláveis finas (MP<sub>2,5</sub>).

**Tabela 5 - Partículas Inaláveis (MP<sub>10</sub>) - Rede Automática – Média de 24h**  
**Período: 01/05/06 a 30/09/06**

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA µg/m³	1ª MÁXIMA µg/m³	2ª MÁXIMA µg/m³
		PQAR 150 µg/m³	ATENÇÃO 250 µg/m³	ALERTA 420 µg/m³	EMERGÊNCIA 500 µg/m³			
PARQUE D. PEDRO II	133	2	0	0	0	53	165	160
SANTANA	149	0	0	0	0	44	84	84
MOÓCA	15	0	0	0	0	50*	116	78
CAMBUCI	150	0	0	0	0	49	114	106
IBIRAPUERA	132	0	0	0	0	48	118	116
NOSSA SENHORA DO Ó	152	0	0	0	0	45	98	92
S. CAETANO DO SUL	134	0	0	0	0	50	124	122
CONGONHAS	145	0	0	0	0	57	140	132
CERQUEIRA CÉSAR	150	0	0	0	0	43	104	94
CENTRO	9	0	0	0	0	44*	70	56
GUARULHOS	114	0	0	0	0	73	148	146
S. ANDRÉ - CENTRO	150	0	0	0	0	44	126	124
DIADEMA	151	0	0	0	0	43	114	102
SANTO AMARO	151	1	0	0	0	54	155	146
OSASCO	151	0	0	0	0	56	122	122
S. ANDRÉ - CAPUAVA	147	0	0	0	0	38	84	80
S. BERNARDO DO CAMPO	150	0	0	0	0	47	134	128
TABOÃO DA SERRA	134	0	0	0	0	48	112	112
MAUÁ	146	0	0	0	0	41	98	96
PINHEIROS	152	0	0	0	0	54	138	134
CUBATÃO - CENTRO	151	0	0	0	0	41	122	98
CUBATÃO - VILA PARISI	153	29	2	0	0	107	269	253
CUBATÃO - VALE DO MOGI	126	1	0	0	0	53	159	150
CAMPINAS - CENTRO	143	0	0	0	0	47	104	83
PAULÍNIA	82	0	0	0	0	49	89	84
JUNDIAÍ (E.M.)	87	0	0	0	0	41	74	72
SOROCABA	103	0	0	0	0	45	95	90
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	151	0	0	0	0	34	81	77

\* Não atendeu ao critério de representatividade

E.M.: Estação Móvel

**Tabela 6 - Partículas Totais em Suspensão (PTS) – Rede Manual**
**Período : 01/05/06 a 30/09/06**

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA GEOMÉTRICA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1ª MÁXIMA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª MÁXIMA $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		PQAR $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ATENÇÃO $375 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ALERTA $625 \mu\text{g}/\text{m}^3$	EMERGÊNCIA $875 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
CERQUEIRA CÉSAR	23	-	-	-	-	92	192	138
IBIRAPUERA	19	-	-	-	-	79	202	129
OSASCO	22	1	-	-	-	138	267	233
PINHEIROS	23	1	-	-	-	104	250	195
SANTO AMARO	25	1	-	-	-	76	242	153
SANTO ANDRÉ-CAPUAVA	23	-	-	-	-	73	145	133
SÃO BERNARDO DO CAMPO	24	-	-	-	-	102	211	194
SÃO CAETANO DO SUL	24	-	-	-	-	83	168	157
CUBATÃO-V. PARISI	25	17	6	1	-	300	641	530

Tempo de amostragem: 24 horas

**Tabela 7 - Fumaça (FMC) - Rede manual**
**Período : 01/05/06 a 30/09/06**

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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 $420 \mu\text{g}/\text{m}^3$	EMERGÊNCIA $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
CAMPOS ELÍSEOS	24	-	-	-	-	56	110	100
CERQUEIRA CÉSAR	25	-	-	-	-	49	92	88
IBIRAPUERA	19	-	-	-	-	33	70	70
MOEMA	25	1	-	-	-	51	170	119
MOGI DAS CRUZES	24	-	-	-	-	17	44	39
PINHEIROS	22	-	-	-	-	48	103	101
PRAÇA DA REPÚBLICA	25	-	-	-	-	50	106	103
TATUAPÉ	25	-	-	-	-	48	141	95

Tempo de amostragem: 24 horas

**Tabela 8 - Partículas Inaláveis Finas (MP<sub>2,5</sub>) – Rede Manual – Média de 24h**  
**Período: 01/05/06 a 30/09/06**

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	MÉDIA ARITMÉTICA µg/m³	1ª MÁXIMA µg/m³	2ª MÁXIMA µg/m³
CERQUEIRA CÉSAR	21	27	46	45
IBIRAPUERA	17	25	42	37
PINHEIROS	21	29	67	53
SÃO CAETANO DO SUL	22	28	51	45

### ***Dióxido de Enxofre***

Na tabela 9 são apresentados os dados de dióxido de enxofre obtidos pelas estações da rede automática no período de maio a setembro.

**Tabela 9 – Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>) – Rede Automática – Média de 24h**  
**Período : 01/05/06 a 30/09/06**

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA µg/m³	1ª MÁXIMA µg/m³	2ª MÁXIMA µg/m³
		PQAR 365 µg/m³	ATENÇÃO 800 µg/m³	ALERTA 1600 µg/m³	EMERGÊNCIA 2100 µg/m³			
IBIRAPUERA	26	0	0	0	0	4*	10	10
S. CAETANO DO SUL	108	0	0	0	0	13	30	27
CONGONHAS	141	0	0	0	0	15	30	29
CERQUEIRA CÉSAR	151	0	0	0	0	9	35	22
GUARULHOS	111	0	0	0	0	10	22	19
OSASCO	125	0	0	0	0	7	16	16
CUBATÃO - CENTRO	146	0	0	0	0	16	58	50
CUBATÃO - VILA PARISI	67	0	0	0	0	36*	126	103
PAULÍNIA	73	0	0	0	0	7*	23	16
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	150	0	0	0	0	5	21	15

\* Não atendeu ao critério de representatividade

**Monóxido de Carbono**

Nas tabelas 10 e 11 são apresentados os dados de monóxido de carbono obtidos no período de maio a setembro na rede automática.

**Tabela 10 - Monóxido de Carbono (CO) - Rede Automática - Média de 8 horas**  
**Período : 01/05/06 a 30/09/06**

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA DAS MÁXIMAS M. MÓVEIS DE 8h ppm	1ª MÁXIMA ppm	2ª MÁXIMA ppm
		PQAR 9 ppm	ATENÇÃO 15 ppm	ALERTA 30 ppm	EMERGÊNCIA 40 ppm			
PARQUE D. PEDRO II	117	0	0	0	0	1,6	5,1	4,7
IBIRAPUERA	105	0	0	0	0	1,9	6,5	6,4
SÃO CAETANO DO SUL	119	3	0	0	0	2,6	11,0	9,5
CONGONHAS	143	0	0	0	0	3,1	8,7	7,8
CERQUEIRA CÉSAR	152	0	0	0	0	1,9	5,2	4,8
CENTRO	149	0	0	0	0	2,3	6,7	5,8
S. ANDRÉ - CENTRO	143	0	0	0	0	1,8	7,4	7,0
SANTO AMARO	149	0	0	0	0	1,6	6,0	5,1
OSASCO	142	0	0	0	0	3,1	5,6	5,3
TABOÃO DA SERRA	147	3	0	0	0	3,1	9,9	9,4
PINHEIROS	152	0	0	0	0	2,6	8,7	7,9
CAMPINAS-CENTRO	136	0	0	0	0	2,1	5,0	4,0
JUNDIAÍ (E.M.)	68	0	0	0	0	1,3*	5,0	4,0

\* Não atendeu ao critério de representatividade

E.M.: Estação Móvel

**Tabela 11 - Monóxido de Carbono (CO) - Rede Automática - Média de 1 hora**

**Período: 01/05/06 a 30/09/06**

<b>ESTAÇÃO</b>	<b>Nº DE ULTRAPASSAGENS DO PQAR HORÁRIO 35 ppm</b>	<b>MÉDIA ARITMÉTICA DAS MÁX. DE 1 hora ppm</b>	<b>1ª MÁXIMA ppm</b>	<b>2ª MÁXIMA ppm</b>
<b>P.D.PEDRO II</b>	0	2,4	7,6	6,7
<b>IBIRAPUERA</b>	0	2,7	9,7	8,8
<b>SÃO CAETANO DO SUL</b>	0	4,1	16,7	12,6
<b>CONGONHAS</b>	0	4,2	11,0	11,0
<b>CERQUEIRA CÉSAR</b>	0	2,7	6,8	6,6
<b>CENTRO</b>	0	3,0	9,6	8,5
<b>S. ANDRÉ - CENTRO</b>	0	2,8	10,8	10,0
<b>SANTO AMARO</b>	0	2,4	7,6	7,1
<b>OSASCO</b>	0	4,4	10,1	9,4
<b>TABOÃO DA SERRA</b>	0	4,6	11,8	11,7
<b>PINHEIROS</b>	0	3,8	10,5	9,2
<b>CAMPINAS-CENTRO</b>	0	3,3	9,5	9,5
<b>JUNDIAÍ (E.M.)</b>	0	1,8	8,1	7,4

**Ozônio**

Na tabela 12 são apresentados os dados de ozônio obtidos durante o período de maio a setembro na rede automática.

**Tabela 12 - Ozônio (O<sub>3</sub>) - Rede Automática - Média de 1 hora**  
**Período : 01/05/06 a 30/09/06**

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA DAS MÁXIMAS DE 1 HORA µg/m³	MÁXIMAS DE 1h	
		PQAR 160 µg/m³	ATENÇÃO 200 µg/m³	ALERTA 800 µg/m³	EMERGÊNCIA 1000 µg/m³		1ª µg/m³	2ª µg/m³
PARQUE D. PEDRO II	120	2	0	0	0	83	192	166
SANTANA	54	1	1	0	0	82*	230	155
MOÓCA	52	0	0	0	0	73*	141	125
IBIRAPUERA	114	3	0	0	0	86	192	187
NOSSA SENHORA DO Ó	152	1	1	0	0	73	212	146
SÃO CAETANO DO SUL	109	4	0	0	0	89	171	170
DIADEMA	145	2	0	0	0	78	174	161
SANTO AMARO	150	3	1	0	0	85	206	185
SANTO ANDRÉ-CAPUAVA	130	2	0	0	0	80	182	169
MAUÁ	136	2	1	0	0	80	224	193
PINHEIROS	132	0	0	0	0	54	106	102
HORTO FLORESTAL (E.M.)	112	5	1	0	0	90	261	175
CUBATÃO - CENTRO	112	1	1	0	0	62	224	147
CUBATÃO - VALE DO MOGI	113	1	0	0	0	58	163	131
PAULÍNIA	79	2	1	0	0	101	260	171
JUNDIAÍ (E.M.)	84	0	0	0	0	89	157	151
SOROCABA	145	3	0	0	0	94	168	167
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	149	0	0	0	0	78	159	140

\* Não atendeu ao critério de representatividade

E.M.: Estação Móvel

### ***Dióxido de Nitrogênio***

Na tabela 13 são apresentados os dados de dióxido de nitrogênio medidos pelas estações da rede automática no período de maio a setembro.

**Tabela 13 - Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>) - Rede Automática - Média de 1 hora**  
**Período : 01/05/06 a 30/09/06**

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA DAS MÁXIMAS DE 1 HORA µg/m³	MÁXIMAS DE 1h	
		PQAR 320 µg/m³	ATENÇÃO 1130 µg/m³	ALERTA 2260 µg/m³	EMERGÊNCIA 3000 µg/m³		1ª µg/m³	2ª µg/m³
IBIRAPUERA	35	0	0	0	0	115*	250	245
SÃO CAETANO DO SUL	127	1	0	0	0	118	344	294
CONGONHAS	84	0	0	0	0	155	267	258
CERQUEIRA CESAR	152	0	0	0	0	108	206	201
CENTRO	134	0	0	0	0	145	245	232
TABOÃO DA SERRA	110	0	0	0	0	100	210	206
MAUÁ	144	1	0	0	0	68	328	166
PINHEIROS	131	0	0	0	0	114	258	228
HORTO FLORESTAL (E.M.)	41	0	0	0	0	53*	136	115
CUBATÃO - VALE DO MOGI	18	0	0	0	0	64*	115	95
JUNDIAÍ (E.M.)	22	0	0	0	0	79*	135	135
SOROCABA	152	0	0	0	0	61	128	119

\* Não atendeu ao critério de representatividade

E.M.: Estação Móvel

### **4.2. 2ª Parte - Evolução da Qualidade do Ar**

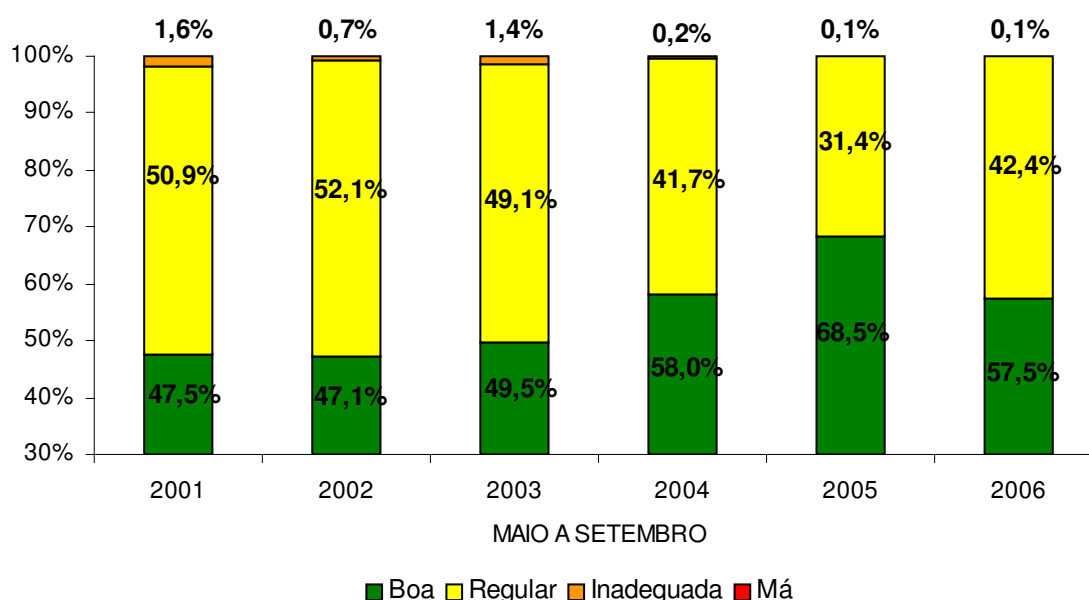
Neste item é dado enfoque à evolução, nos últimos anos, dos níveis de concentração dos poluentes no período de inverno. As análises foram divididas em: frequência da qualidade do ar observada, baseada nos boletins diários, isto é, uma análise considerando os níveis de exposição de curto prazo; evolução das médias de inverno, que nos dão um indicativo dos níveis de exposição de longo prazo. Caso a estação não atenda ao critério de representatividade, que neste caso, é de no mínimo 50% dos dados válidos no período, a mesma não é apresentada nos gráficos de evolução. Não é feita nenhuma avaliação da evolução do ozônio no período de inverno em virtude de ser esse período do ano o menos propício para ocorrência de altas concentrações e que, portanto, pode indicar falsas tendências.



### Material Particulado

A figura 8 mostra a evolução da distribuição da qualidade do ar para  $MP_{10}$  desde 2001. Em 2006, observou-se na comparação com 2005 um pequeno aumento de dias com qualidade do ar REGULAR e redução dos dias com qualidade BOA. O percentual de ocorrência de qualidade INADEQUADA se manteve o mesmo observado em 2005, somente 0,1%, considerando todas as estações que monitoram este poluente na RMSP. A principal explicação para essa pequena piora da qualidade do ar na RMSP é que o ano de 2006 apresentou mais dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes que em 2005 (32% contra 29%).

A análise mostra também, no entanto, que as concentrações observadas em 2006, sob as piores condições de dispersão dos últimos anos, são mais baixas que as observadas em anos anteriores a 2004.

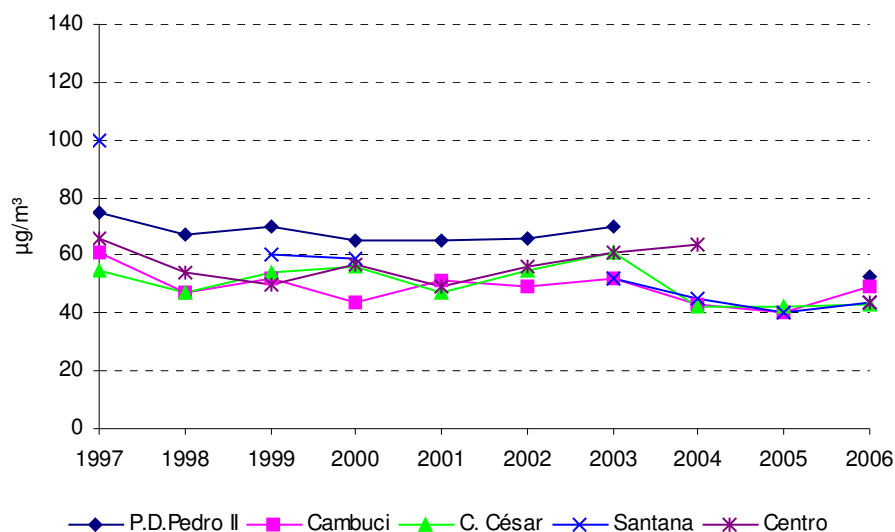


Base: todas estações da RMSP, exceto Pinheiros

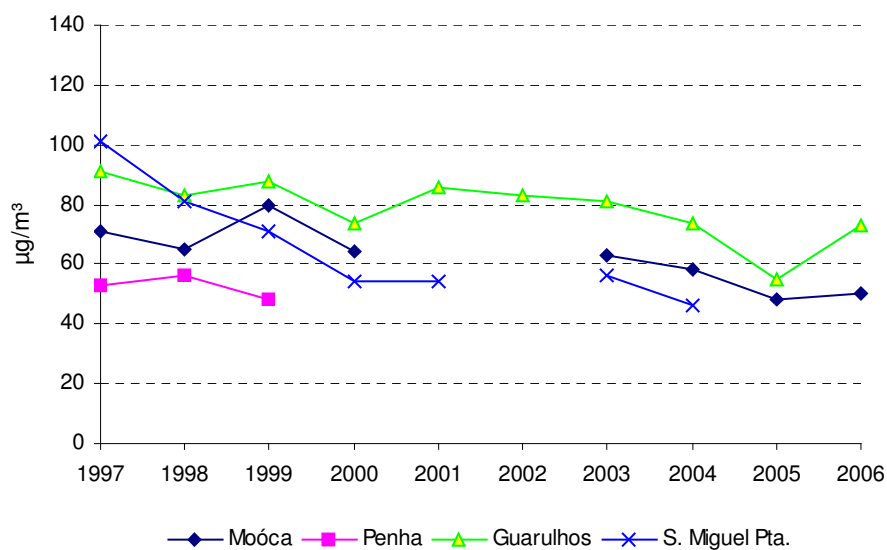
**Figura 08 -  $MP_{10}$  – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - RMSP**  
**Período de maio a setembro**

As figuras 09 a 15 apresentam a evolução das concentrações médias anuais de  $MP_{10}$ , por estação na RMSP, observadas no período de maio a setembro e foram construídas de forma a possibilitar a observação das variações desses poluente em diferentes locais de uma mesma região. Para tanto, as estações de monitoramento foram agrupadas da seguinte forma: Centro/Zona Norte, Zona Leste, Zona Sul, Zona Oeste e Região do ABCD/Mauá.

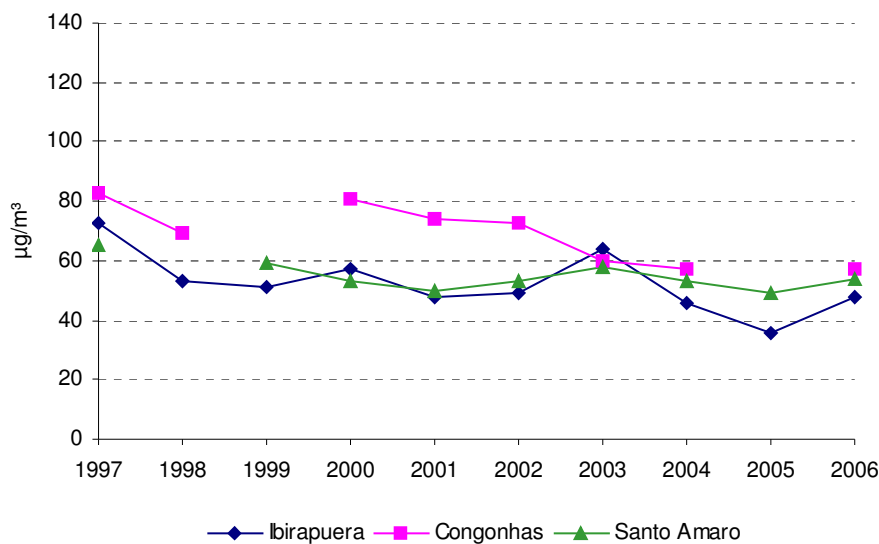
Assim como observado na análise de período de 24 horas, as exposições de longo prazo (médias anuais), indicam que os níveis de  $MP_{10}$  na RMSP em 2006 foram mais altos que os observados em 2005, invertendo uma tendência que vinha sendo observada nos últimos anos.



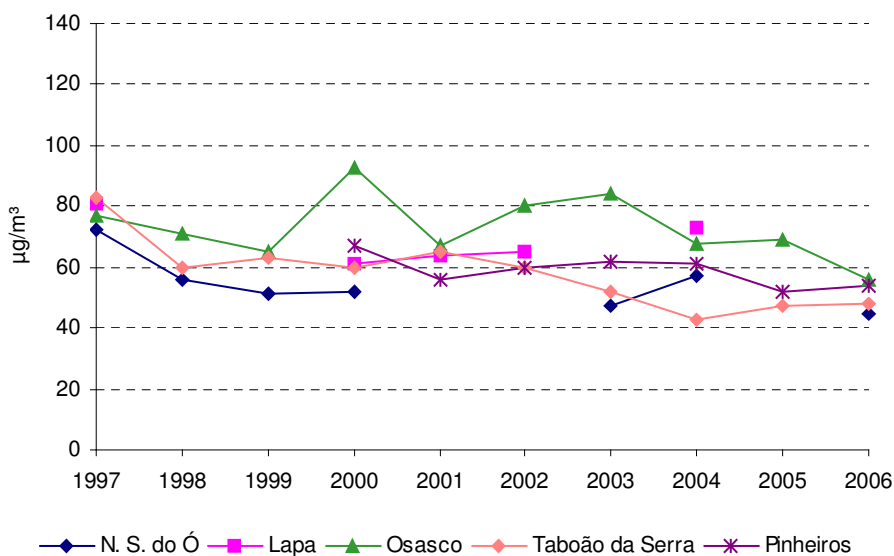
**Figura 09 - MP<sub>10</sub> - Concentrações médias- Centro/Zona Norte**  
Período de maio a setembro



**Figura 10 - MP<sub>10</sub> - Concentrações médias - Zona Leste**  
Período de maio a setembro

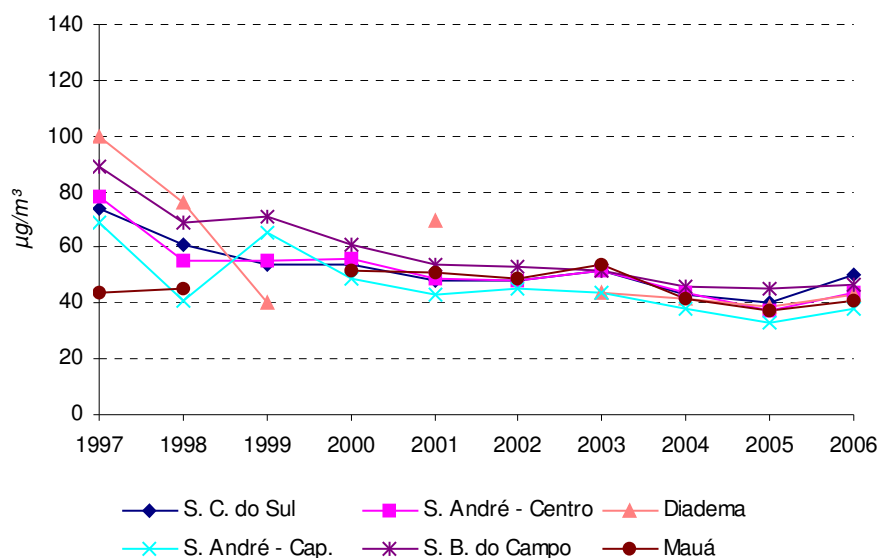


**Figura 11 - MP<sub>10</sub> - Concentrações médias - Zona Sul**  
Período de maio a setembro

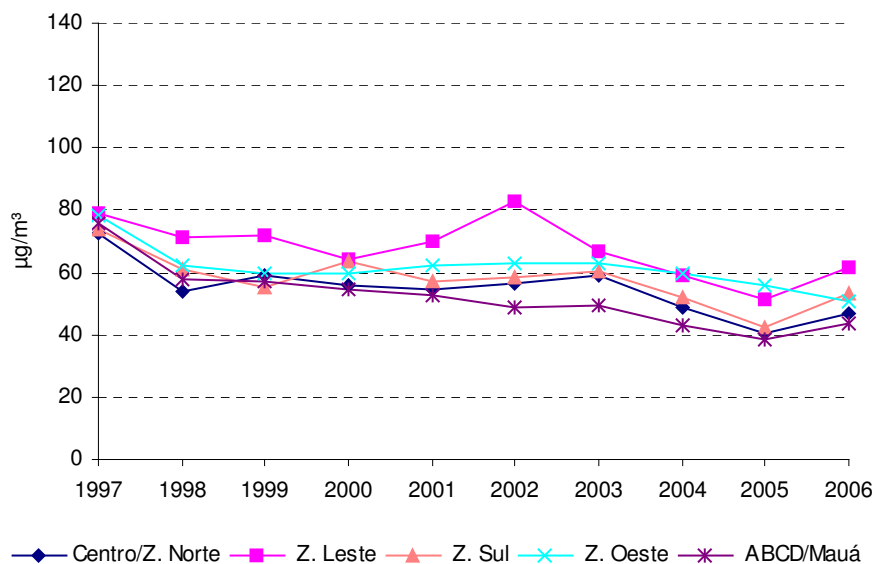


Obs.: O aumento da média de Osasco em 2000 deveu-se possivelmente às obras de duplicação da Rodovia Castelo Branco e em 2002 e 2003 às obras do Rodoanel.

**Figura 12 - MP<sub>10</sub> - Concentrações médias - Zona Oeste**  
Período de maio a setembro

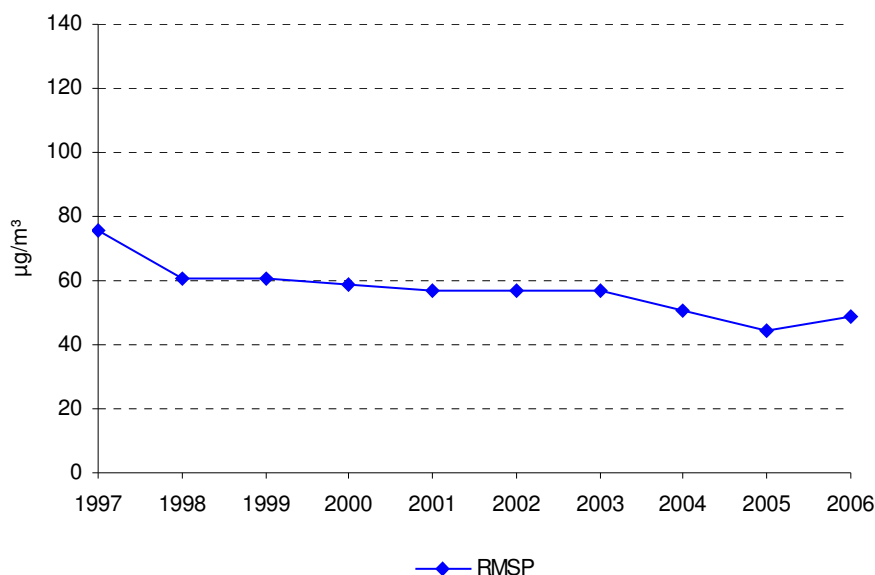


**Figura 13 - MP<sub>10</sub> - Concentrações médias - ABCD/Mauá**  
Período de maio a setembro



Obs.: Zona Oeste: não foi considerada a estação Osasco em 2000  
Zona Leste: somente estação Guarulhos em 2002

**Figura 14 - MP<sub>10</sub> - Concentrações médias por Região**  
Período de maio a setembro

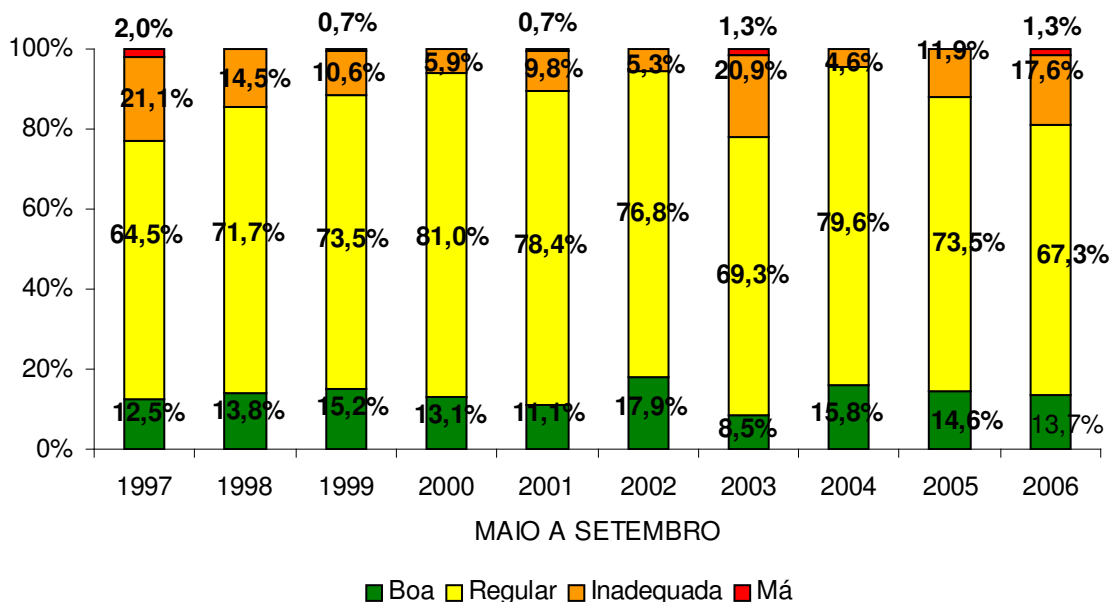


\*Não foi considerada a estação Osasco (2000).

**Figura 15 - MP<sub>10</sub> - Concentrações médias - RMSP**  
**Período de maio a setembro**

Nas demais áreas onde se monitoram partículas inaláveis, cabe destaque ao município de Cubatão, cujas concentrações, principalmente na área industrial, merecem maior atenção. As figuras 16 e 17 ilustram a distribuição da qualidade do ar nas estações em Cubatão, enquanto que a figura 18 apresenta as médias anuais de concentração em Cubatão e em outros municípios do Estado.

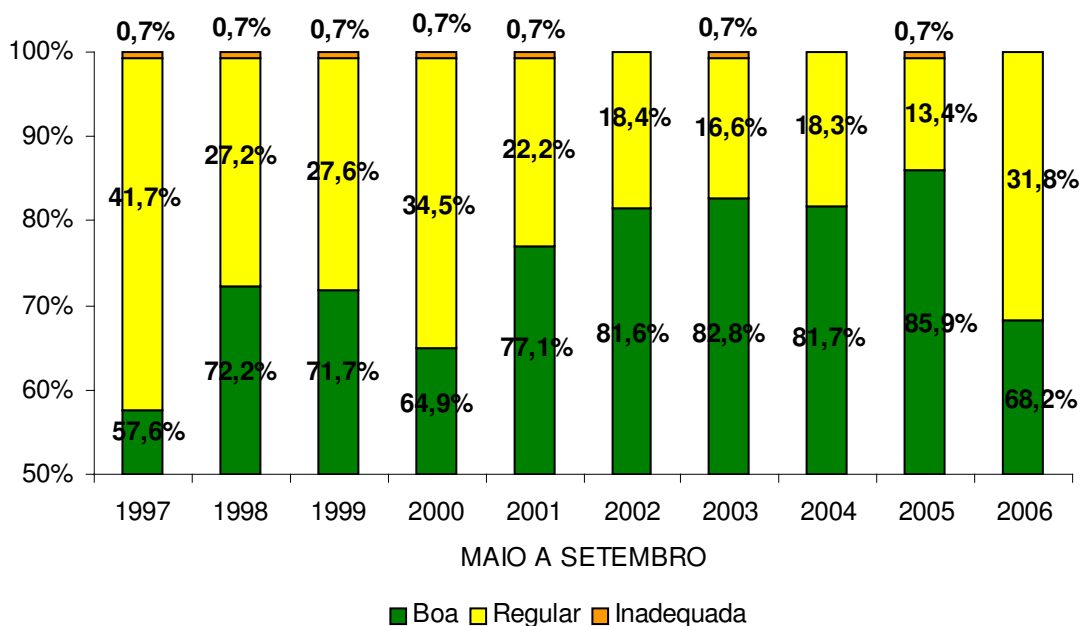
Na área industrial de Cubatão (figura 16), a análise baseada na distribuição da qualidade do ar de 1997 a 2006 indica que os níveis atuais não são muito diferentes dos que eram observados no final dos anos 90. Deve-se destacar, no entanto, que grande parte do particulado registrado na estação se deve à emissão proveniente do fluxo intenso de caminhões no entorno da estação, inclusive da ressuspensão de poeira pelos mesmos.



Base: Todas as estações RMSP, exceto Pinheiros

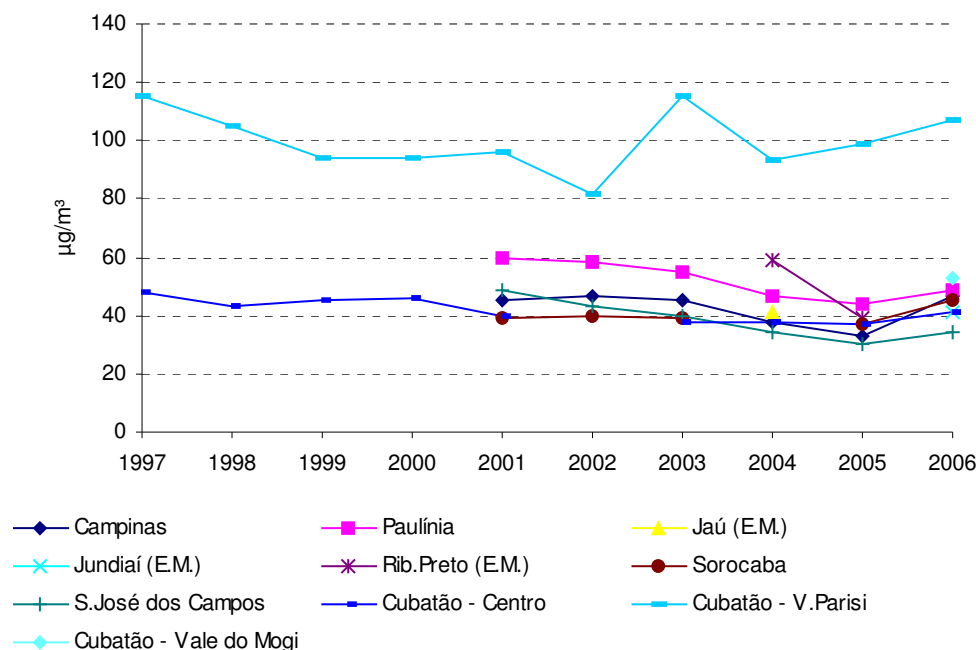
**Figura 16 - MP<sub>10</sub> – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar – Cubatão-V.Parisi**  
Período de maio a setembro

Na região central de Cubatão, embora não tenha havido ultrapassagem do padrão legal, a análise demonstra um aumento em 2006 da qualidade do ar Regular e diminuição dos dias com qualidade Boa, invertendo uma tendência que vinha ocorrendo nos últimos anos de melhora na qualidade do ar.



**Figura 17 - MP<sub>10</sub> – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar – Cubatão-Centro**  
Período de maio a setembro

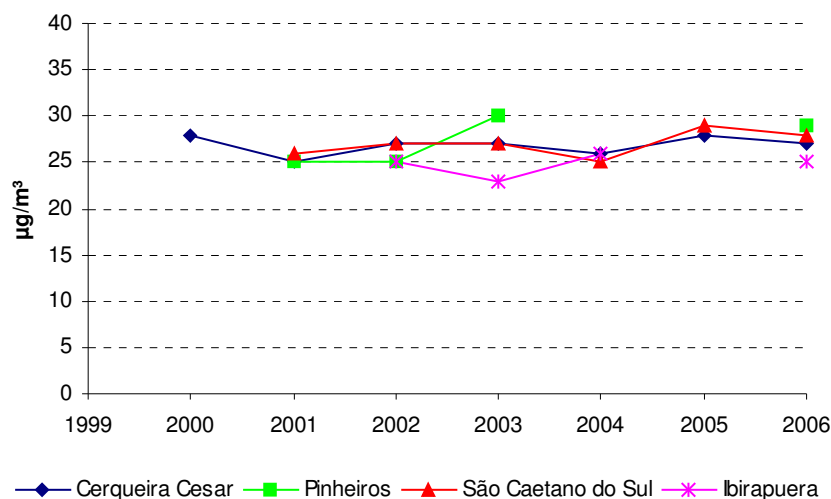
Conforme apresentado na figura 18, as concentrações médias do período de inverno em Cubatão Vila Parisi são bastante superiores às observadas em Cubatão Centro e mesmo às concentrações que foram registradas no Vale do Mogi. Nos demais municípios do interior monitorados, as concentrações mais altas são observadas em Paulínia. Assim como o ocorrido na RMSP, 2006 apresentou um ligeiro aumento das concentrações em virtude das condições meteorológicas, invertendo uma tendência de queda nas concentrações de partículas inaláveis.



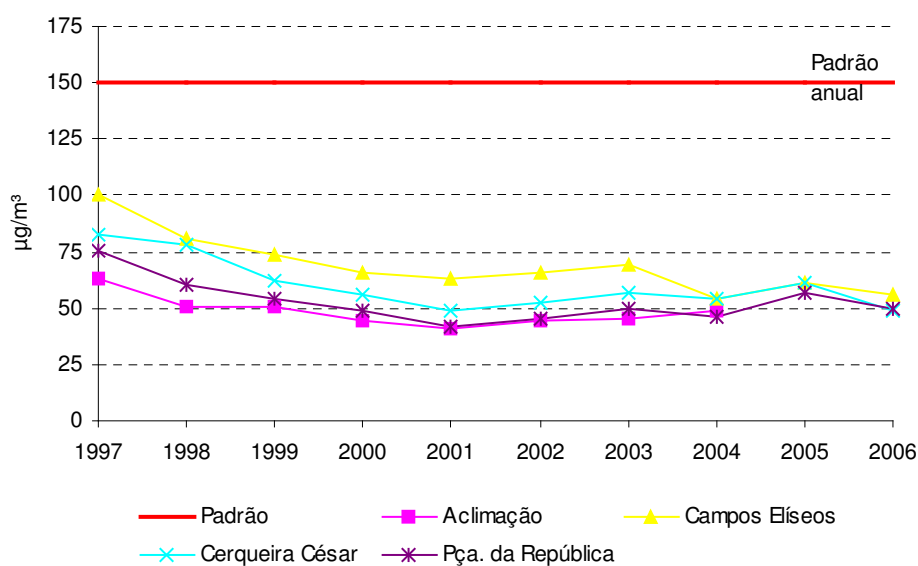
**Figura 18 - MP<sub>10</sub> - Concentrações médias – Cubatão e Interior**  
**Período de maio a setembro**

A figura 19 apresenta a evolução das concentrações médias anuais de MP<sub>2,5</sub>, por estação na RMSP, observadas no período de maio a setembro, onde, apesar das falhas de medição, observa-se que os níveis de concentração vem se mantendo entre 20 e 30µg/m³. O ano de 2006 apresenta discreta redução, resultado este que é aparentemente contraditório com o de MP<sub>10</sub>, cujas medidas englobam também as partículas até 2,5 micra. Todavia, essa pequena discrepância, já observada em anos anteriores, ocorre em função principalmente pela diferente freqüência de amostragens, que no caso do MP<sub>2,5</sub> é de somente uma medição de 24 horas a cada 6 dias, enquanto o MP<sub>10</sub> é medido diariamente.

Esse mesmo comportamento de pequena redução das concentrações foi também observado nos parâmetros FMC e PTS, conforme apresentado nas figuras 20, 21, 22 e 23, já que apresentam a mesma metodologia de amostragem do MP<sub>2,5</sub>.

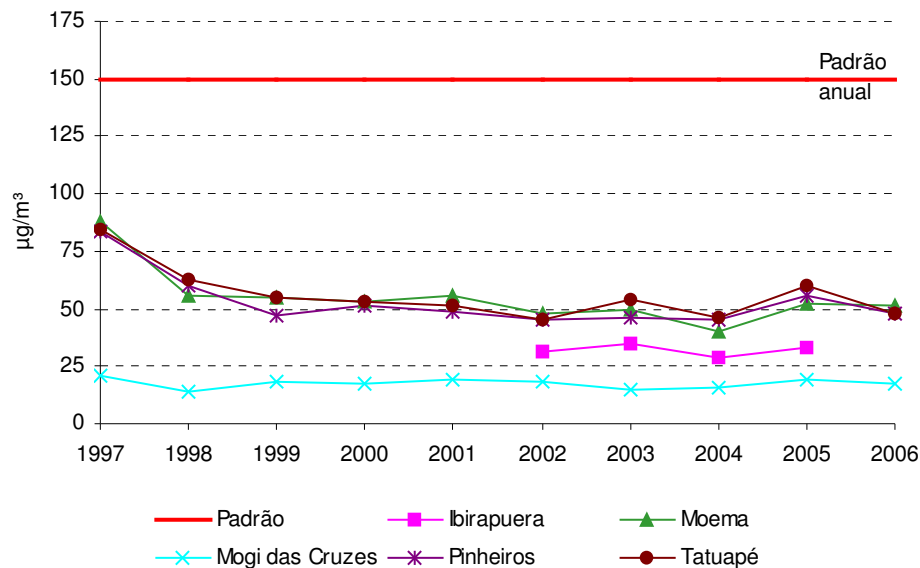


**Figura 19 - MP<sub>2,5</sub> - Concentrações médias**  
**Período de maio a setembro**

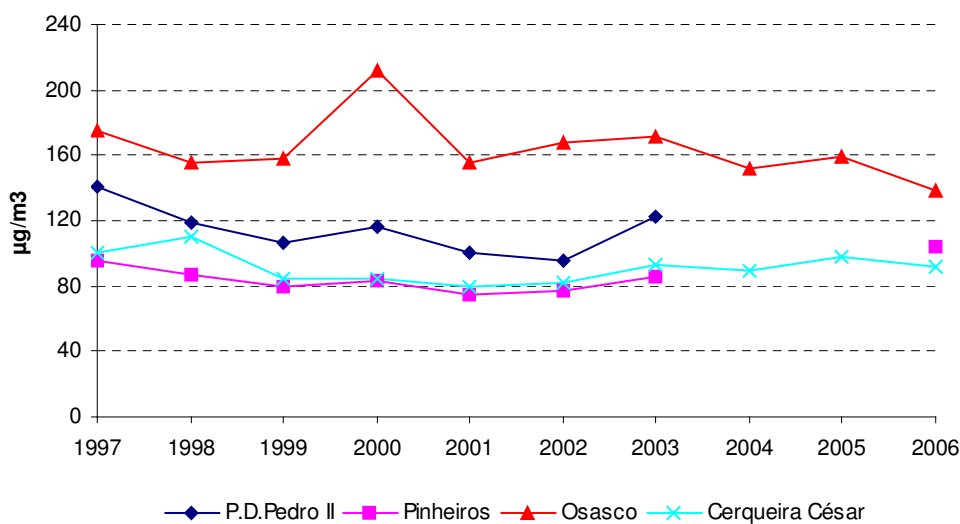


**Figura 20 - Fumaça - Concentrações médias - Rede Manual (Região Central)**  
**Período de maio a setembro**



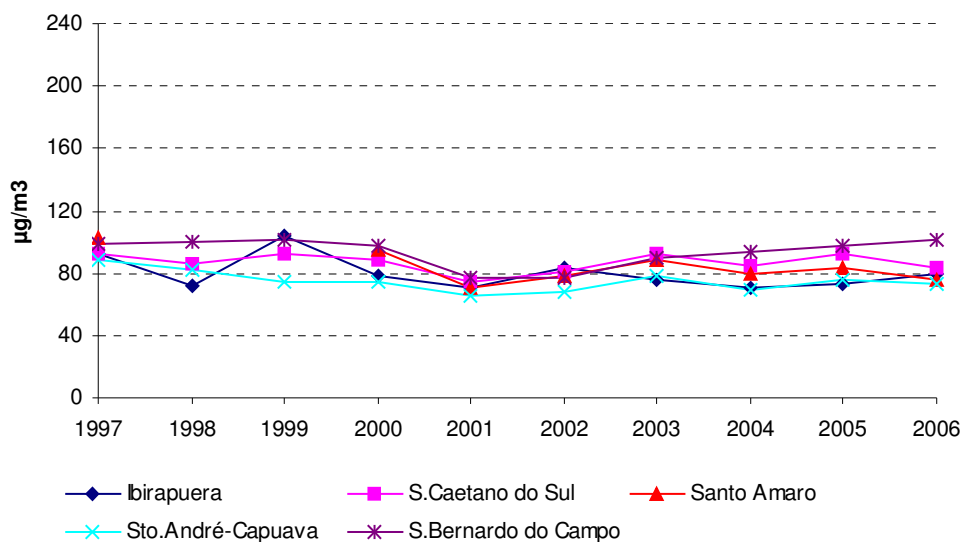


**Figura 21 - Fumaça - Concentrações médias de fumaça - Rede Manual (Zona Sul, Oeste, Leste) Período de maio a setembro**



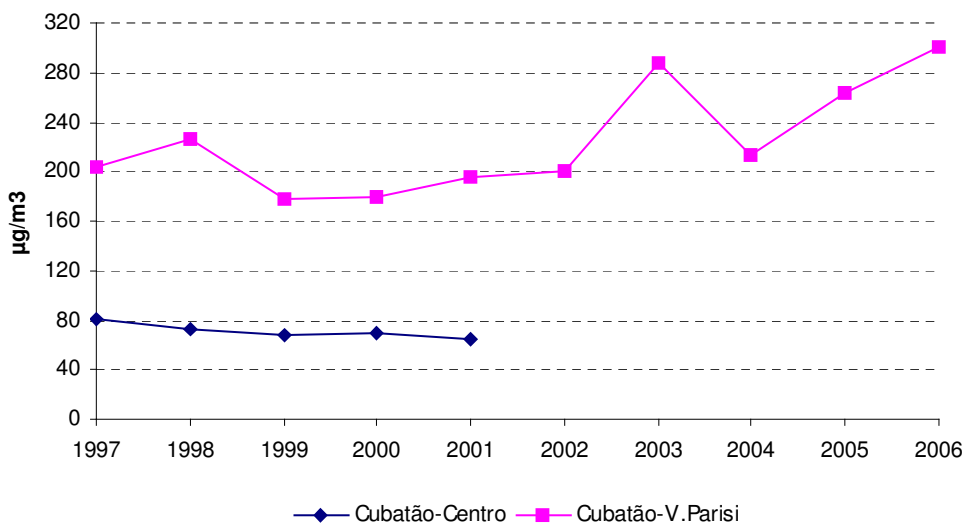
Obs.: O aumento da média de Osasco em 2000 deveu-se, possivelmente, às obras de duplicação da Rodovia Castelo Branco e em 2002 e 2003 às obras do Rodoanel.

**Figura 22 - PTS - Concentrações médias - Rede Manual - RMSP (Centro, Zona Oeste e Leste) Período de maio a setembro**



**Figura 23 - PTS - Concentrações médias - Rede Manual – RMSP (Zona Sul e ABC)**  
Período de maio a setembro

Em Cubatão - Vila Parisi, observa-se tendência de aumento das concentrações de PTS. Deve-se ponderar, no entanto, que as concentrações a partir de 2003 resultam também do impacto do trânsito de caminhões no entorno da estação, e não devem refletir as condições médias da área industrial.



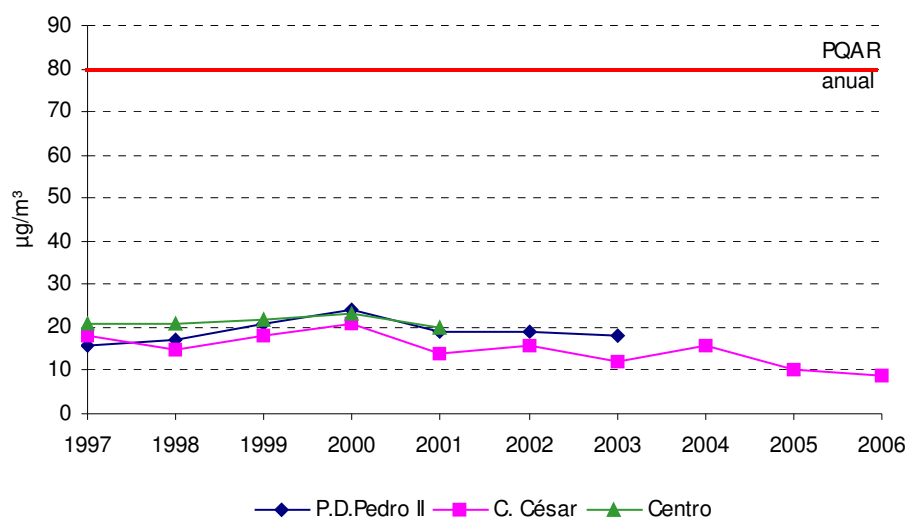
Obs.: Estação Cubatão-Centro desativada

**Figura 24 - PTS - Concentrações médias - Rede Manual – Cubatão**  
Período de maio a setembro

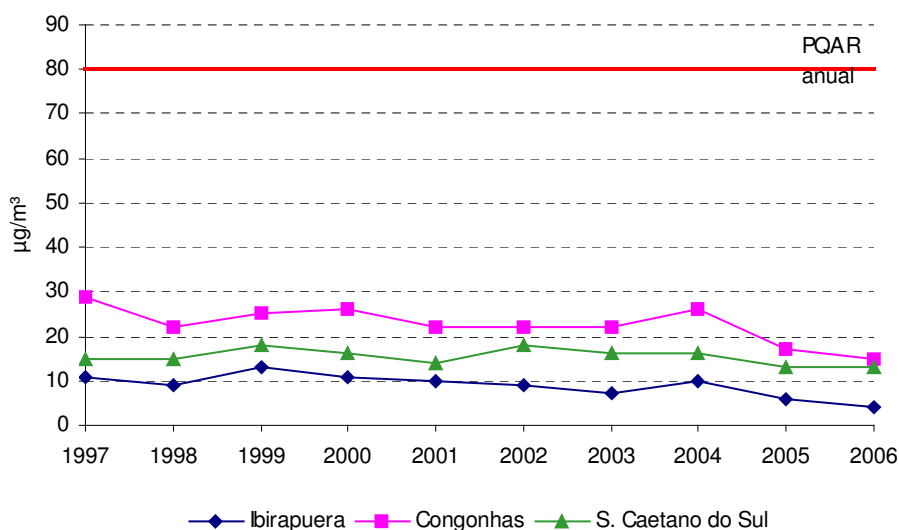
### ***Dióxido de Enxofre***

As figuras 25 a 30 apresentam a evolução das concentrações médias de dióxido de enxofre no período de maio a setembro, medidas pela rede automática, para as estações localizadas na RMSP, Cubatão e interior. Na RMSP observa-se que os níveis de concentração de SO<sub>2</sub> apresentam-se bastante estáveis nos últimos anos e significativamente abaixo do padrão de 24h (365µg/m<sup>3</sup>), o que permitiu uma redução do número de monitores, efetuada nos últimos anos.

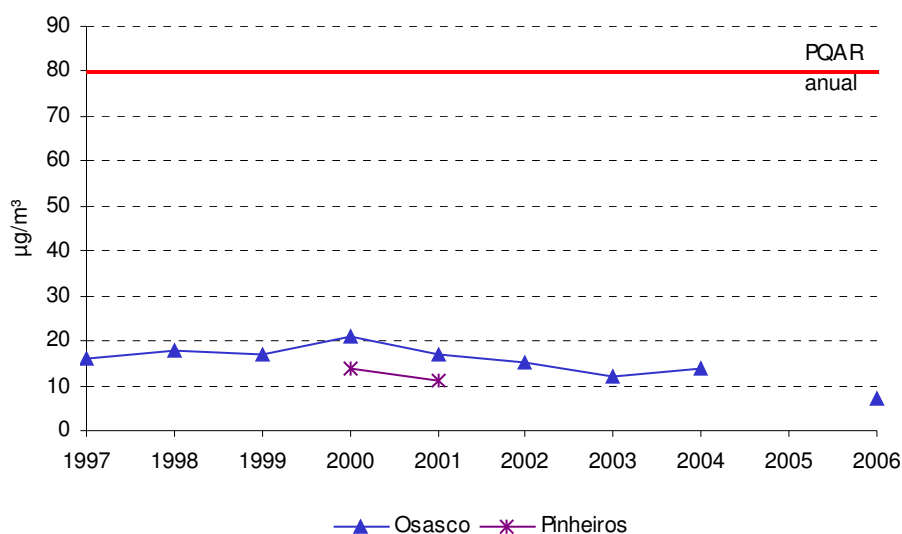
Ao contrário do material particulado MP<sub>10</sub>, mesmo o inverno sendo considerado o pior dos últimos 10 anos quanto às condições de dispersão, houve pequena redução dos níveis de SO<sub>2</sub> na RMSP.



**Figura 25 - SO<sub>2</sub> - Concentrações médias - Centro/Zona Norte**  
Período de maio a setembro

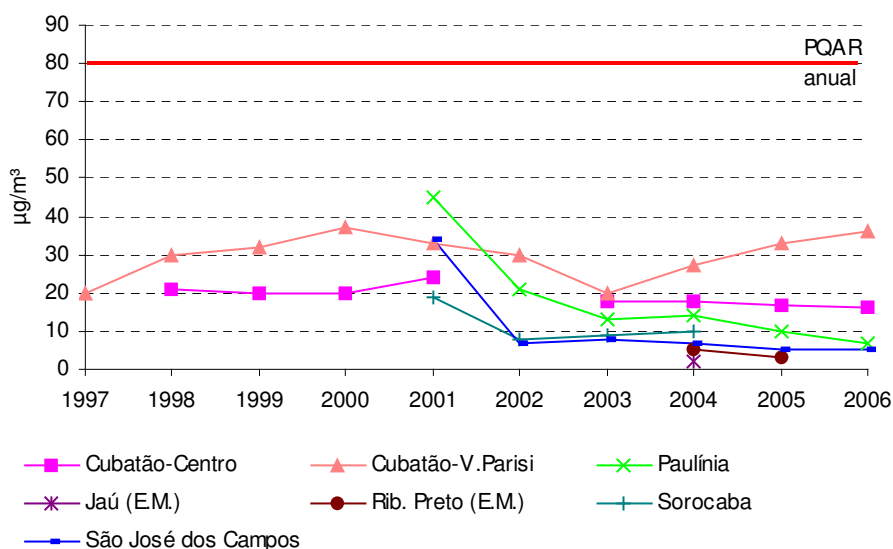


**Figura 26 - SO<sub>2</sub> - Concentrações médias - Zona Sul e ABCD**  
Período de maio a setembro



**Figura 27 -  $\text{SO}_2$  - Concentrações médias - Zona Oeste**  
Período de maio a setembro

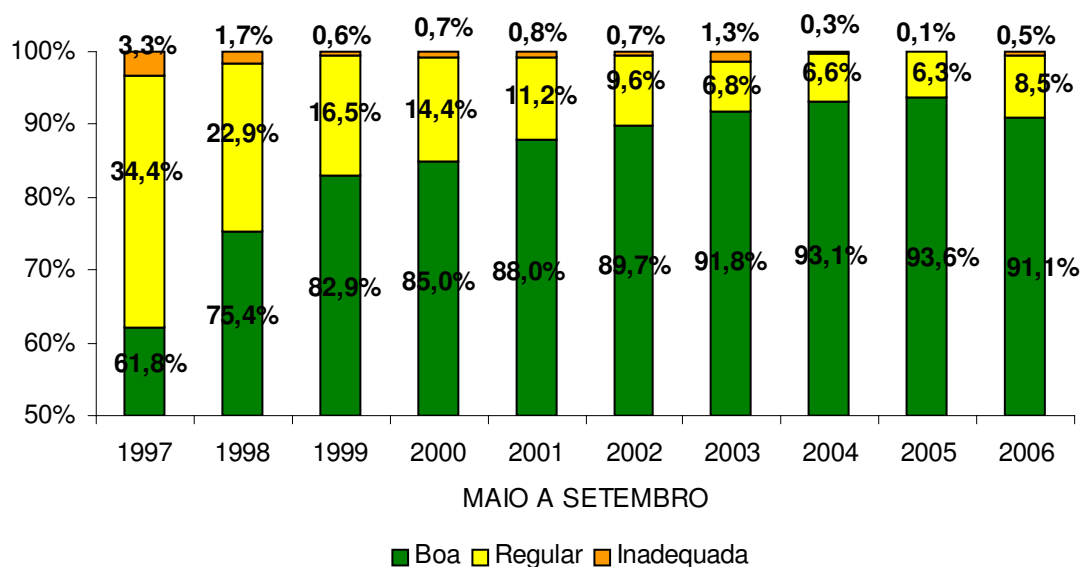
Também em outras regiões do Estado, as concentrações médias de  $\text{SO}_2$  encontram-se em patamares bem abaixo do PQAR, conforme apresentado na figura 28, porém é possível observar que, com exceção de Cubatão – Vila Parisi, os níveis de concentração tem se mantido estáveis nos últimos anos.



**Figura 28 -  $\text{SO}_2$  - Concentrações médias – Cubatão e Interior**  
Período de maio a setembro

### Monóxido de Carbono

A figura 29 apresenta a distribuição da qualidade do ar do CO na RMSP de 1997 a 2006. Observa-se nesse período um significativo aumento de dias de qualidade do ar Boa ao longo dos anos, e que também a quantidade de ultrapassagens do PQAR (qualidade Inadequada), vem diminuindo. Em virtude das condições meteorológicas mais desfavoráveis em 2006, no entanto, observou-se uma inversão da tendência, da mesma forma como se observou para as partículas em suspensão. A análise das ultrapassagens, apresentadas na tabela 14, mostra que as estações São Caetano do Sul e Taboão da Serra foram as que apresentam ultrapassagens do padrão de qualidade do ar em 2006, tendo ocorrido três dias em cada uma.



Base: Todas as estações RMSP, exceto Pinheiros

**Figura 29 - CO – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - Média de 8 horas**  
**Período de maio a setembro**

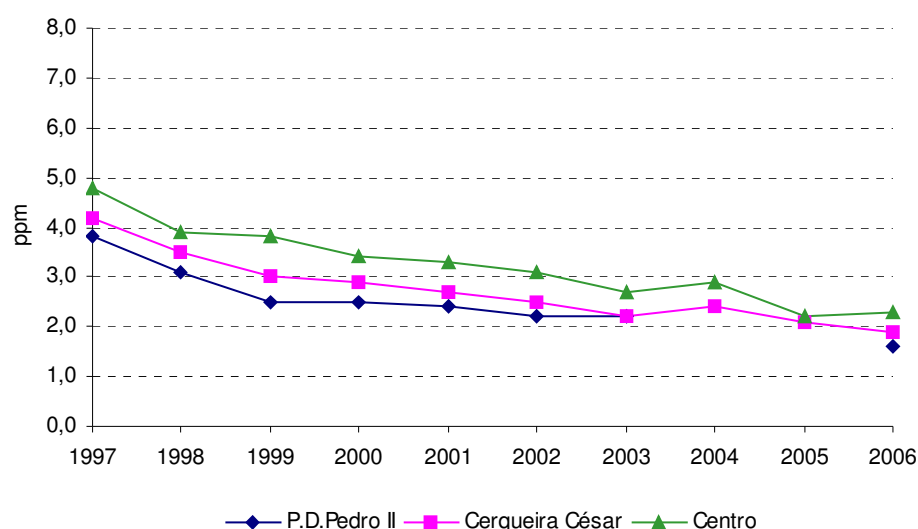
**Tabela 14 – CO – Nº de ultrapassagens do padrão (média de 8h)**  
**Período maio a setembro**

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
P.D.Pedro II	2	2	0	0	1	0	0	-	0	0
Ibirapuera	6	0	1	0	2	0	0	0	0	0
São Caetano do Sul	9	7	3	4	4	6	9	3	0	3
Congonhas	22	7	3	3	3	1	3	0	0	0
Lapa	2	0	0	0	0	0	0	-	-	0
Cerqueira César	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centro	4	4	1	1	1	2	1	0	0	0
Santo André-Centro	5	3	1	1	1	1	5	1	0	0
Santo Amaro	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Osasco	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Taboão da Serra*	-	-	-	-	-	-	-	0	1	3
Pinheiros**	-	-	-	-	-	5	0	1	0	0

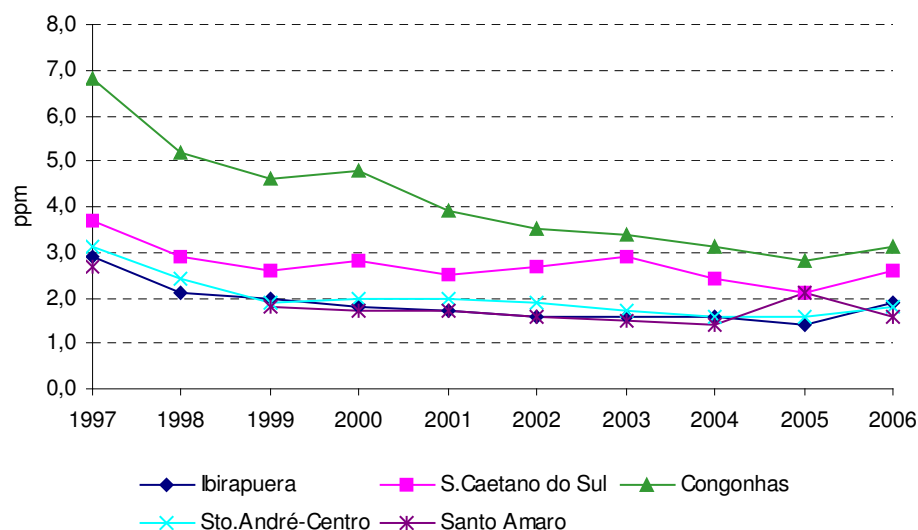
\* Início operação em 22/07/2004

\*\* Início operação em 18/09/2001

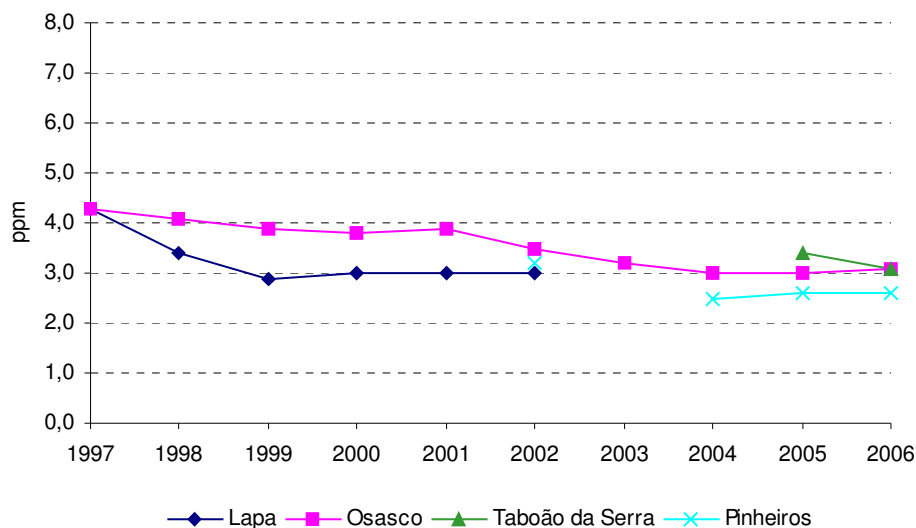
Embora inexista, no caso do CO, um padrão de qualidade do ar para períodos maiores que 8 horas, as médias de inverno são úteis para analisar a tendência das concentrações que, conforme mostram as figuras 30, 31 e 32, apresentam uma queda progressiva. Observa-se que as estações próximas às vias de tráfego intenso, como Parque D. Pedro II, Cerqueira César, Centro e Congonhas, apresentam quedas maiores nas concentrações devido, provavelmente, ao impacto da renovação da frota por veículos com menor emissão de CO. Entretanto, estações como Santo Amaro, São Caetano do Sul e Santo André-Centro, que estão mais distantes de vias de tráfego intenso e portanto, medem concentrações de CO representativas de áreas maiores, mostram pequena variação nas concentrações de CO após 1997. Estas últimas registram, ainda, um pequeno aumento nas concentrações médias em 2006 em virtude das condições meteorológicas mais desfavoráveis.



**Figura 30 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Região Central)**  
Período de maio a setembro



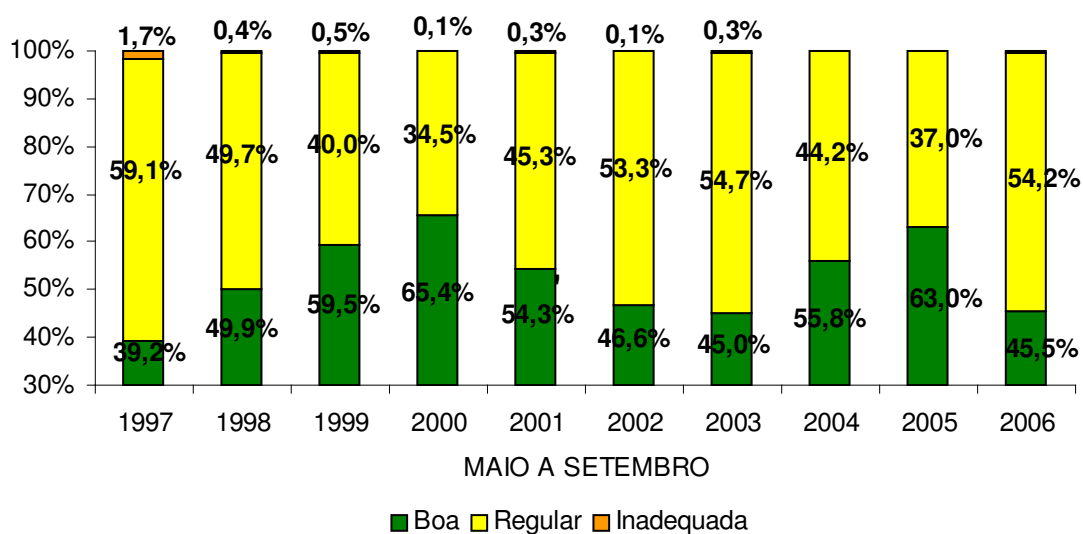
**Figura 31 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Zona Sul e ABC)**  
Período de maio a setembro



**Figura 32 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Zona Oeste)**  
Período de maio a setembro

### Dióxido de Nitrogênio

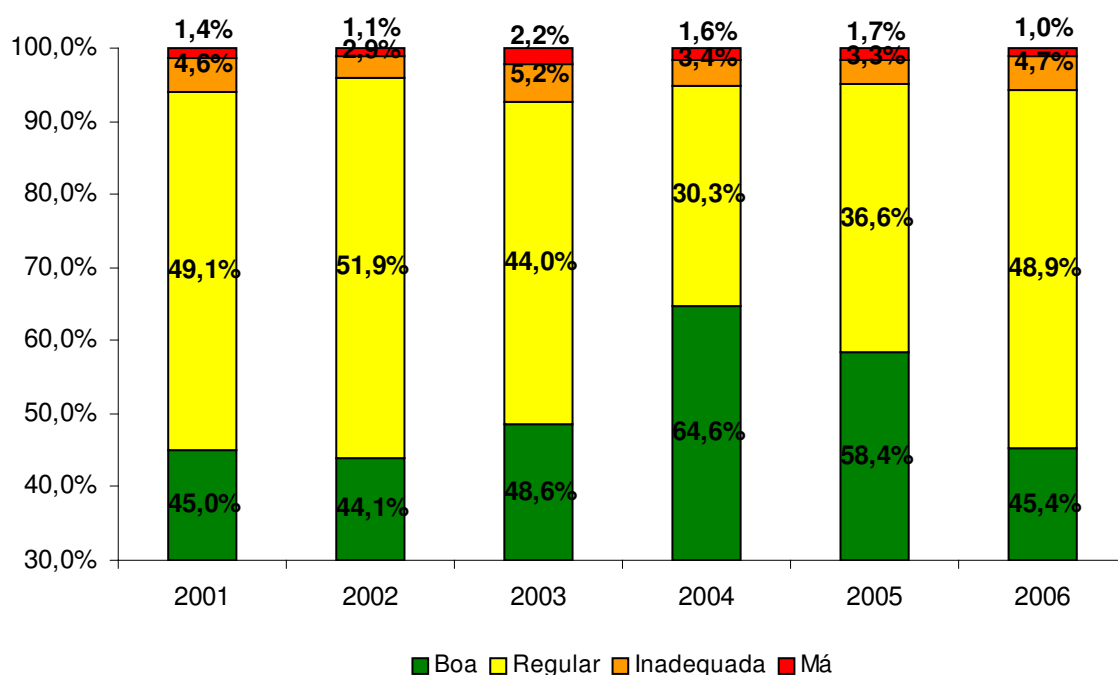
A figura 33 apresenta a distribuição da qualidade do ar por  $\text{NO}_2$  na RMSP de 1997 a 2006. Como é possível observar nesta figura a partir de 1998 podemos observar que mais de 99% dos valores máximos diários de 1 hora e 100% em 2005, nas estações da RMSP, ficaram abaixo do padrão de qualidade do ar.



Base: Todas as estações RMSP, exceto Pinheiros  
**Figura 33 -  $\text{NO}_2$  – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar**  
Período de maio a setembro

## Ozônio

A figura 34 apresenta a distribuição da qualidade do ar por O<sub>3</sub> no período de janeiro a setembro de 2001 a 2006. O ozônio é o único poluente cuja análise não foi restrita ao período de inverno, já que embora ocorra um número significativo de ultrapassagens do padrão de ozônio no período de maio a setembro, este se constitui no período menos favorável à formação desse poluente. A distribuição da qualidade do ar em 2006 foi semelhante ao que se tem observado nos últimos anos e não indica uma tendência clara com relação a este poluente.



Base: Estações Santana, Moóca, Ibirapuera, São Caetano do Sul, Diadema, Santo André-Capuava e Mauá.

**Figura 34 - O<sub>3</sub> – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar  
Período de janeiro a setembro**



## 5. ESTADOS DECLARADOS

**Tabela 15 – Estados Atingidos e/ou Declarados**

**Período: maio a setembro de 2006**

DATA	ESTAÇÃO	POLUENTE	CONCENTRAÇÃO ATINGIDA (ug/m <sup>3</sup> )	ESTADO
22/06/2006	Paulínia	O <sub>3</sub>	260	AT -D
10/08/2006	Cubatão - Vila Parisi	MP <sub>10</sub>	269	AT - ND
12/08/2006	Mauá	O <sub>3</sub>	223	AT -D
12/08/2006	EM-Horto Florestal	O <sub>3</sub>	261	AT -D
15/08/2006	Cubatão - Vila Parisi	MP <sub>10</sub>	253	AT -D
12/09/2006	Santana	O <sub>3</sub>	229	AT -D
12/09/2006	Nossa Senhora do Ó	O <sub>3</sub>	213	AT -D
12/09/2006	Santo Amaro	O <sub>3</sub>	204	AT -D
15/09/2006	Cubatão - Centro	O <sub>3</sub>	221	AT - ND

AT - Atencao

AL - Alerta

EM - Emergencia

ND - Nao declarado

D - Declarado em funcao das condicoes metereologicas desfavoraveis

Concentracoes - Unidades

Ozonio (O<sub>3</sub>) - ug/m<sub>3</sub>

Particulas inalaveis (PI) - ug/m<sub>3</sub>

Monoxido de carbono (CO) - ppm

## 6. CONCLUSÕES

Baseado nos dados de qualidade do ar durante o inverno, representado em boa parte nas figuras deste relatório, podemos observar que:

Considerando a análise dos aspectos meteorológicos, pode-se observar que o inverno de 2006 foi o mais desfavorável dos últimos dez anos, que se deveu a ocorrência de muitos dias de estagnação atmosférica. Os meses julho, agosto e junho apresentaram, respectivamente, as maiores frequências de dias desfavoráveis (vide tabela A do Anexo).

De maneira geral, observou-se em 2006 que as concentrações de material particulado e monóxido de carbono apresentaram uma ligeira elevação com relação aos níveis observados em 2005, interrompendo uma tendência de queda registrada nos últimos anos. Tal elevação pode ser explicada principalmente pelas condições meteorológicas mais desfavoráveis observadas no inverno de 2006. O poluente ozônio apresenta oscilações de difícil avaliação futura.

- partículas inaláveis – Observou-se em 2006 na RMSP um aumento das concentrações médias de inverno e do número de episódios de ultrapassagem do padrão em relação a 2005, o que ocorreu devido a condição meteorológica mais desfavorável que em anos anteriores. O mesmo comportamento foi observado também nas estações no interior e Cubatão Centro. No caso de V. Parisi, o padrão foi ultrapassado em vários dias.
- fumaça – Em 2006, as concentrações médias na RMSP apresentaram valores um pouco mais baixos que em 2005. A análise dos dias amostrados indica que esse aumento se deve em grande parte à baixa frequência de amostragem (uma a cada seis dias). Na RMSP, o PQAR de 24 horas foi excedido em somente um dia na estação Moema.
- partículas totais em suspensão – Assim como no caso da fumaça, apresentou médias de inverno um pouco mais baixas que no inverno de 2005, na maioria das estações. O PQAR foi ultrapassado na RMSP em um dia nas estações Osasco, Pinheiros e Santo Amaro. O destaque negativo foram os níveis elevados em Cubatão Vila Parisi, onde houve 17 ultrapassagens do PQAR, sendo que 6 atingiram o nível de Atenção e uma o nível de Alerta.
- dióxido de enxofre – Os valores mantiveram-se bem abaixo do PQAR, permanecendo estáveis nos últimos anos, com tendência ainda de redução das concentrações em alguns locais. Mesmo sob as condições do inverno de 2006, os níveis mantiveram-se em queda. Um dos fatores que pode ter contribuído com esta queda foi a redução dos níveis de enxofre no óleo diesel comercializado na RMSP, que passaram, em 2005, de um limite de 2000 ppm para 500 ppm. Tal redução garantiu, possivelmente, os baixos níveis de SO<sub>2</sub> na RMSP, sob as condições severas do inverno.
- monóxido de carbono – O PQAR de 8 horas foi ultrapassado em seis dias, nas estações São Caetano do Sul e Taboão da Serra. Não houve ultrapassagem do nível de atenção.
- ozônio – Embora o período de inverno seja o de menor ocorrência de episódios de ozônio do ano, é o poluente que apresentou o maior número de ultrapassagens do PQAR.
- dióxido de nitrogênio – O PQAR de curto prazo (1 hora) foi ultrapassado em um dia nas estações Mauá e São Caetano do Sul, embora seja difícil identificar uma tendência com relação a este poluente.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB. **Relatório “Operação Inverno”**- Projeto. 1976.
2. CETESB. **Comportamento Sazonal da Poluição do Ar em São Paulo - Análise de 14 anos de dados da RMSP e Cubatão - 1981 a 1994**.1996.
3. ALONSO, C.D.; MARTINS, M.H.R.B.; ROMANO J.; GODINHO R.. **São Paulo Aerosol Characterization Study**. Journal of the Air & Waste Management Association. 47:1297-1300. Dezembro/97.
4. CETESB. **Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - 2005**.
5. Lei Estadual 977 - Decreto 8468, 1976. **Coordenação da Equipe de Qualidade do Ar e Elaboração do Relatório**.
6. Resolução CONAMA nº 003/90, de 28/06/90.

## 8. EQUIPE DE TRABALHO

Setor de Amostragem e Análise do Ar – ETQA

Setor de Telemetria – ETQT

Setor de Interpretação de Dados – ETQI

Setor de Meteorologia – ETQM



**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

## **ANEXO**

# **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 (2004 a 2006).

		FAVORÁVEIS			DESFAVORÁVEIS		
<b>MÊS \ ANO</b>		2004	2005	2006	2004	2005	2006
<b>MAIO</b>		31	18	29	0	13	2
<b>JUNHO</b>		22	17	19	8	13	11
<b>JULHO</b>		21	22	12	10	9	19
<b>AGOSTO</b>		22	21	18	9	10	13
<b>SETEMBRO</b>		24	30	26	6	0	4
<b>Total</b>		120	108	104	33	45	49

**Tabela B    Freqüência de inversões térmicas, por faixa, nos anos de 2004 a 2006 - Aeroporto de Marte - São Paulo.**

ALTURA (m)	0 - 200			201 - 400			401 - 600			> 601			TOTAL		
ANO MÊS	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
MAIO	7	10	7	2	10	4	5	3	3	18	21	31	32	44	45
JUNHO	13	11	7	7	11	5	6	3	7	14	16	31	40	41	50
JULHO	9	14	18	5	5	9	3	1	0	29	22	22	46	42	49
AGOSTO	9	12	10	11	10	9	2	3	3	29	23	23	51	48	45
SETEMBRO	4	1	5	14	5	5	2	10	5	12	25	21	32	41	36
TOTAL	42	48	47	39	41	32	18	20	18	102	107	128	201	216	225

**OBS.: Não houve sondagem nos seguintes dias:**

**Em 2004: 11/06; 18/07; 15 e 28/08; 19 e 25/09**

**Em 2005: 25/05; 14/07; 05/08**

**Em 2006: 02/05; 29/06; 05 e 08/07; 19/09**

**Tabela C Precipitação mensal e frequência de dias de chuva da Estação Mirante de Santana - Período de 2004 a 2006 e Normal de 1961 a 1990.**

MÊS	ANO						
	1961 A 1990	2004		2005		2006	
	mm	mm	dias	mm	dias	mm	dias
<b>MAIO</b>	73,6	60,1	13	199,0	7	15,0	3
<b>JUNHO</b>	55,7	66,8	8	30,4	4	24,2	2
<b>JULHO</b>	44,1	97,4	8	13,7	5	71,0	7
<b>AGOSTO</b>	38,9	2,7	1	9,5	3	5,6	3
<b>SETEMBRO</b>	80,5	9,3	4	138,8	13	77,7	7
<b>TOTAL</b>	292,8	236,3	34	391,4	32	193,5	22

FONTE: 7° DISME/INMET

**Tabela D Frequência de sistemas frontais que passaram sobre a Região de São Paulo durante os meses de maio a setembro de 2004 a 2006.**

Mês \ Ano	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Total
<b>2004</b>	6	6	5	6	5	28
<b>2005</b>	4	3	5	4	5	21
<b>2006</b>	4	5	5	3	5	22

**Tabela E Velocidade média do vento e porcentagem média de calmaria da Região Metropolitana de São Paulo - 2006.**

<b>MÊS</b>	<b>MAIO</b>		<b>JUNHO</b>		<b>JULHO</b>		<b>AGOSTO</b>		<b>SETEMBRO</b>	
<b>DIA</b>	<b>CALM (%)</b>	<b>VEL (m/s)</b>	<b>CALM (%)</b>	<b>VEL (m/s)</b>	<b>CALM (%)</b>	<b>VEL (m/s)</b>	<b>CALM (%)</b>	<b>VEL (m/s)</b>	<b>CALM (%)</b>	<b>VEL (m/s)</b>
01	35,1	1,3	6,0	2,0	22,2	1,6	7,7	1,4	3,7	2,0
02	30,7	1,4	0,0	2,3	19,9	1,2	3,6	1,5	0,5	2,3
03	31,4	1,4	0,0	2,3	45,3	1,2	1,6	1,7	1,6	2,4
04	28,3	1,3	1,8	1,8	11,6	1,3	13,7	1,3	4,7	2,0
05	23,4	1,5	27,0	1,1	44,9	1,2	25,6	1,2	0,0	2,2
06	4,2	2,0	11,5	1,4	38,9	1,3	39,9	1,1	7,1	2,3
07	10,7	1,9	3,7	1,5	30,6	1,5	34,5	1,2	0,0	2,7
08	2,1	1,9	20,8	1,5	43,5	1,4	32,1	1,7	0,0	2,3
09	8,9	1,5	17,6	1,4	33,3	1,6	31,8	2,1	9,4	1,7
10	16,7	1,6	36,9	1,4	3,1	1,8	23,4	1,7	30,7	1,6
11	29,8	1,6	51,9	1,3	13,5	1,5	14,6	1,3	25,5	1,4
12	0,0	1,9	2,8	1,8	1,6	1,6	18,8	1,7	31,2	1,2
13	8,9	1,4	0,9	1,9	32,8	1,3	30,7	1,5	26,1	1,3
14	4,2	1,8	38,3	1,3	38,1	1,1	39,6	1,8	27,7	1,9
15	4,2	1,9	37,0	1,3	25,0	1,3	37,0	1,9	30,7	1,7
16	0,6	2,0	38,0	1,2	7,3	1,8	1,6	1,8	3,2	2,0
17	10,7	1,9	1,6	1,6	18,2	1,6	11,3	1,7	10,9	1,8
18	17,5	1,7	4,7	1,7	9,9	1,4	0,0	2,1	5,7	1,7
19	21,2	1,4	1,0	1,8	33,9	1,5	6,3	2,0	0,6	2,1
20	24,3	1,7	28,2	1,3	37,0	1,4	22,8	1,5	0,0	2,2
21	11,8	1,7	38,4	1,9	33,3	1,6	17,7	1,8	3,1	1,9
22	8,3	1,5	35,9	1,6	39,1	1,6	1,0	2,2	13,2	1,7
23	3,0	1,6	29,7	1,5	45,0	1,5	16,2	1,4	15,5	1,7
24	0,0	2,0	20,8	1,8	39,1	1,2	36,1	1,6	6,0	2,2
25	1,2	1,8	29,2	1,9	36,5	1,4	0,6	1,9	1,2	2,0
26	13,9	1,3	12,6	2,1	40,1	1,6	31,4	1,5	0,0	2,6
27	4,2	1,3	3,0	2,1	39,6	1,8	0,0	2,9	0,0	2,5
28	31,0	1,6	3,2	2,1	28,7	1,5	12,0	1,8	11,5	1,6
29	15,3	1,5	1,6	2,2	6,0	1,7	1,0	2,6	22,9	1,7
30	8,3	1,4	15,3	1,4	0,0	2,4	1,0	2,5	0,0	2,0
31	31,3	1,9			0,0	2,1	0,0	2,3		
<b>MÉDIA</b>	14,2	1,6	17,3	1,7	26,4	1,5	16,6	1,8	9,8	2,0