

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 - 2007

QUALIDADE DO AR

fevereiro – 2008

SUMÁRIO

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	6
3.4. Inversões Térmicas.....	7
3.5. Vento	7
3.6. Umidade Relativa do Ar	8
4. A QUALIDADE DO AR NO INVERNO DE 2007	10
4.1. 1ª Parte - Índice de Qualidade do Ar.....	10
Material Particulado	10
Dióxido de Enxofre	12
Monóxido de Carbono	13
Dióxido de Nitrogênio	14
Ozônio	14
4.2. 2ª Parte - Evolução da Qualidade do Ar	15
Material Particulado	15
Dióxido de Enxofre	22
Monóxido de Carbono	23
Dióxido de Nitrogênio	25
Ozônio	26
5. ESTADOS DECLARADOS.....	27
6. CONCLUSÕES	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
8. EQUIPE DE TRABALHO.....	29
ANEXO	30

LISTA 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 das redes de monitoramento da qualidade do ar	4
Tabela 4 - Distribuição da Qualidade do Ar - RMSP	10
Tabela 5 - Partículas Inaláveis (MP ₁₀) - Rede Automática - Média de 24h	11
Tabela 6 - Partículas Totais em Suspensão (PTS) - Rede Manual - Média de 24h.....	11
Tabela 7 - Fumaça (FMC) - Rede manual - Média de 24h.....	12
Tabela 8 - Partículas Inaláveis Finas (MP _{2,5}) - Rede Manual - Média de 24h.....	12
Tabela 9 - Dióxido de Enxofre (SO ₂) - Rede Automática - Média de 24h	12
Tabela 10 - Monóxido de Carbono (CO) - Rede Automática - Média de 8 horas	13
Tabela 11 - Monóxido de Carbono (CO) - Rede Automática - Média de 1 hora	13
Tabela 12 - Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) - Rede Automática - Média de 1 hora.....	14
Tabela 13 - Ozônio (O ₃) - Rede Automática - Média de 1 hora.....	14
Tabela 14 - CO - N.º de ultrapassagens do padrão (média de 8h)	24
Tabela 15 - Estados Atingidos e/ou Declarados.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Porcentagem de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes	6
Figura 02 - Número de sistemas frontais	6
Figura 03 - Precipitação Total de 1998 a 2007 e Normal de 1961 a 1990 - Est.Mirante de Santana - INMET..	7
Figura 04 – Número de ocorrências de inversões térmicas - Força Aérea Brasileira - Campo de Marte.....	7
Figura 05 - Porcentagem de calmaria na RMSP - Rede Automática - CETESB	8
Figura 06 - Velocidade média do vento na RMSP - Rede Automática - CETESB	8
Figura 07 - Umidade Relativa às 15h	9
Figura 08 - MP ₁₀ - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - RMSP.....	16
Figura 09 - MP ₁₀ - Concentrações médias - Zona Norte	17
Figura 10 - MP ₁₀ - Concentrações médias - Zona Leste	17
Figura 11 - MP ₁₀ - Concentrações médias - Zona Sul.....	17
Figura 12 - MP ₁₀ - Concentrações médias - Zona Oeste	17
Figura 13 - MP ₁₀ - Concentrações médias - ABCD/Mauá	17
Figura 14 - MP ₁₀ - Concentrações médias - RMSP.....	18
Figura 15 - MP ₁₀ - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - Cubatão-V.Parisi.....	18
Figura 16 - MP ₁₀ – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar – Cubatão-Centro.....	19
Figura 17 - MP ₁₀ - Concentrações médias - Cubatão - V.Parisi e V.Mogi.....	19
Figura 18 - MP ₁₀ - Concentrações médias - Interior e Cubatão	19
Figura 19 - MP _{2,5} - Concentrações médias.....	20
Figura 20 - Fumaça - Concentrações médias - Rede Manual (Região Central)	20
Figura 21 - Fumaça - Concentrações médias - Rede Manual (Zona Sul, Oeste, Leste)	20
Figura 22 - PTS - Concentrações médias - Rede Manual (Centro, Zona Oeste e Leste).....	21
Figura 23 - PTS - Concentrações médias - Rede Manual (Zona Sul e ABC)	21
Figura 24 - PTS - Concentrações médias - Rede Manual – Cubatão	21
Figura 25 - SO ₂ - Concentrações médias.....	22
Figura 26 - SO ₂ - Concentrações médias.....	22
Figura 27 - SO ₂ - Concentrações médias – Cubatão e Interior	23
Figura 28 - CO - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - Média de 8 horas.....	23
Figura 29 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h - Região Central.....	24
Figura 30 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h - Zona Sul e ABC	25
Figura 31 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h - Zona Oeste.....	25
Figura 32 - NO ₂ - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar.....	26
Figura 33 - O ₃ - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar	26

1. INTRODUÇÃO

A chamada “Operação Inverno”⁽¹⁾ 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 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, freqüentemente 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 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 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.

Dentre as atividades do Projeto Respira São Paulo, lançado em 2007 pela Secretaria do Meio Ambiente entre seus 21 Projetos Ambientais Estratégicos, a Operação Inverno contou com atividades de orientação aos motoristas incentivando a regulação dos motores e conseqüente redução da emissão dos poluentes, além de vários comandos de fiscalização de emissão de Fumaça Preta em diversas rodovias 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 2007, bem como a evolução da qualidade do ar ao longo dos anos.

2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

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 de menos favorável a formação do ozônio, é freqüente a ocorrência de ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar neste período.

De forma simplificada, partículas inaláveis são aquelas com diâmetro aerodinâmico menor que 10 µm. Estas partículas penetram profundamente no trato respiratório. Estudos realizados pela CETESB na RMSP⁽²⁾ 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. Dentre as partículas inaláveis, destacam-se as chamadas partículas inaláveis finas, com diâmetro inferior a 2,5 µm, para as quais não existem limites legais nacionais de concentração, mas que apesar disso, 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 97% da emissão de CO seja proveniente dos veículos automotores⁽³⁾.

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 de compostos orgânicos voláteis 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 freqüentemente 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⁽⁴⁾ e na Resolução CONAMA n.º 3 de 28/06/90⁽⁵⁾. 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 ³	PADRÃO SECUNDÁRIO µg/m ³	ATENÇÃO µg/m ³	ALERTA µg/m ³	EMERGÊNCIA µg/m ³
partículas totais em suspensão	24 horas ¹	240	150	375	625	875
	MGA ²	80	60			
partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150	250	420	500
	MAA ³	50	50			
fumaça	24 horas ¹	150	100	250	420	500
	MAA ³	60	40			
dióxido de enxofre	24 horas ¹	365	100	800	1.600	2.100
	MAA ³	80	40			
dióxido de nitrogênio	1 hora ¹	320	190	1.130	2.260	3.000
	MAA ³	100	100			
monóxido de carbono	1 hora ¹	40.000	40.000	15	30	40
		35ppm	35ppm			
	8 horas ¹	10.000	10.000			
		9ppm	9ppm			
ozônio	1 hora ¹	160	160	400	800	1.000
				200 ⁴		

(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, 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 2 pode-se visualizar a escala utilizada para classificar a qualidade do ar.

Tabela 2 - Estrutura do Índice

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	CO (ppm)	NO ₂ (µg/m ³)
Boa	0-50	0-50	0-80	0-80	0 - 4,5	0-100
Regular	51-100	>50-150	>80- 365	>80-160	>4,5 - 9	>100 - 320
Inadequada	101-199	>150 e <250	>365 e <800	>160 e <200	>9 e <15	>320 e <1130
Má	200-299	≥250 e <420	≥800 e <1600	≥200 e <800	≥15 e <30	≥1130 e <2260
Péssima	≥ 300	≥420	≥1600	≥800	≥30	≥2260

Tanto a classificação Boa como Regular indicam que a qualidade do ar obedece aos padrões legais, ou seja, abaixo do PQA_r primário. Os níveis de qualidade do ar, bem como a previsão das condições meteorológicas de dispersão de poluentes, são divulgados no "site" 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 desde 2000. Em Americana, foi iniciado, no começo de 2007, o monitoramento de ozônio. Possui também, redes de monitoramento de operação manual as quais medem 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_{2,5}) em alguns pontos da RMSP. Além destas redes, há ainda as estações móveis de monitoramento automático, que são deslocadas em função da necessidade para locais onde não existam estações de amostragem ou para estudos complementares aos da própria rede. Neste inverno, elas foram utilizadas para monitoramento nos municípios de Jundiaí e Ribeirão Preto, e em dois locais de São Paulo que são: Horto-Florestal e Itaquera.

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

Tabela 3 - Configuração das redes de monitoramento da qualidade do ar

Rede Automática

UGRHI	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	ESTAÇÃO Nº	PARÂMETROS														
			MP ₁₀	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO	O ₃	UR	TEMP	VV	DV	P	RAD		
2	São José dos Campos	55	X	X						X	X	X	X	X			
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 2			1	1						1	1	1	1	1			
5	Americana	46								X							
5	Campinas-Centro	42	X						X		X	X					
5	Paulínia	44	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 5			2	1					1	2	2	2	1	1	1	1	1
6	Cambuci	04	X														
6	Centro	12	X						X								
6	Cerqueira César	10	X	X	X	X	X	X	X								
6	Congonhas	08	X	X	X	X	X	X	X								
6	Diadema	15	X							X							
6	Guarulhos	13	X	X									X	X			
6	Ibirapuera	05	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	IPEN-USP	31			X	X	X	X	X	X							
6	Mauá	22	X		X	X	X	X	X								
6	Moóca	03	X						X	X			X	X			
6	Nossa Senhora do Ó	06	X							X	X	X					
6	Osasco	17	X	X	X	X	X	X	X				X	X			
6	Parelheiros	29	X						X	X	X	X					
6	Parque D. Pedro II	01	X		X	X	X	X	X	X							
6	Pinheiros	27	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
6	Santana	02	X							X			X	X			
6	Santo Amaro	16	X						X	X			X	X			
6	Santo André - Capuava	18	X							X			X	X			
6	Santo André - Centro	14	X						X				X	X			
6	São Bernardo do Campo	19	X										X	X			
6	São Caetano do Sul	07	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Taboão da Serra	20	X		X	X	X	X	X				X	X			
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 6			21	5	10	10	10	14	13	6	6	11	11	2	1		
7	Cubatão - Centro	24	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
7	Cubatão - Vila Parisi	25	X	X ¹		X ¹				X ¹			X	X			
7	Cubatão - Vale do Mogi	30	X		X	X	X			X	X	X	X	X			X
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 7			3	2	2	3	2			3	2	2	3	3	1	1	
10	Sorocaba	51	X		X	X	X			X	X	X	X	X			
TOTAL MONITORES FIXOS UGRHI 10			1		1	1	1			1	1	1	1	1			
TOTAL MONITORES FIXOS			28	9	13	14	13	15	20	12	12	17	17	4	3		
	Estação Móvel I ²	49	X		X	X	X			X	X	X	X	X			
	Estação Móvel II ³	50	X		X	X	X			X	X	X	X	X			
	Est. Móvel III ⁴	47			X	X	X			X							
TOTAL MONITORES MÓVEIS			2		3	3	3			3	2	2	2	2			
TOTAL GERAL			30	9	16	17	16	15	23	14	14	19	19	4	3		

1 - Monitoramento por DOAS - Differential Optical Absorption Spectroscopy)

2 - Entre 04/07/2006 e 19/07/2006 - Monitoramento em Jundiá (UGRHI 5). A partir de 15/08/2007 - Monitoramento em Ribeirão Preto (UGRHI 4)

3 - A partir de 09/08/2007 - Monitoramento em Itaquera (UGRHI 6)

4 - A partir de 17/08/2004 - Monitoramento no Horto Florestal (UGRHI 6)

MP₁₀ Partículas inaláveis
 SO₂ Dióxido de enxofre
 NO Monóxido de nitrogênio
 NO₂ Dióxido de nitrogênio
 NO_x Óxidos de nitrogênio
 CO Monóxido de carbono
 O₃ Ozônio

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

Rede Manual

UGRHI	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS				
		MP _{2,5}	FMC	SO ₂	MP ₁₀	PTS
2	Guaratinguetá			X		
2	Jacareí			X		
2	São José dos Campos		X	X		
2	Taubaté		X	X		
TOTAL UGRHI 2			2	4		
4	Ribeirão Preto			X	X	
TOTAL UGRHI 4				1	1	
5	Americana		X	X		
5	Campinas			X		
5	Cordeirópolis					X
5	Cosmópolis			X		
5	Jundiaí		X	X		
5	Jundiaí - Vila Arens			X		
5	Limeira		X	X		
5	Limeira - Boa Vista				X	
5	Limeira - Ceset			X		
5	Paulínia - Bairro Cascata			X		
5	Paulínia - Sta. Terezinha			X		
5	Piracicaba		X	X		
5	Piracicaba - Algodão				X	
5	Salto		X	X		
5	Santa Gertrudes				X	
TOTAL UGRHI 5			5	11	3	1
6	Campos Elíseos ¹			X	X	
6	Cerqueira César ¹	X	X	X		X
6	Ibirapuera	X	X			X
6	Moema ¹			X	X	
6	Mogi das Cruzes ¹			X	X	
6	Osasco					X
6	Parque D. Pedro II					X
6	Pça. da República ¹			X	X	
6	Pinheiros ¹	X	X	X		X
6	Santo Amaro					X
6	Santo André - Capuava					X
6	São Bernardo do Campo					X
6	São Caetano do Sul	X				X
6	Tatuapé ¹			X	X	
TOTAL UGRHI 6		4	8	7		9
7	Cubatão - Vila Parisi					X
7	Santos		X	X		
TOTAL UGRHI 7			1	1		1
8	Franca		X	X		
TOTAL UGRHI 8			1	1		
10	Itu		X	X		
10	Sorocaba		X	X		
10	Votorantim		X	X		
TOTAL UGRHI 10			3	3		
13	Araraquara		X	X		
13	Bauru			X		
13	São Carlos		X	X		
TOTAL UGRHI 13			2	3		
15	São José do Rio Preto	X			X	
TOTAL UGRHI 15		1			1	
19	Araçatuba			X		
TOTAL UGRHI 19				1		
22	Presidente Prudente			X		
TOTAL UGRHI 22				1		
TOTAL MONITORES		5	22	33	5	11

1 - Início de monitoramento de SO₂ com amostrador passivo: janeiro/2003

FMC Fumaça
 PTS Partículas totais em suspensão
 MP_{2,5} Partículas inaláveis finas
 SO₂ Dióxido de enxofre
 MP₁₀ Partículas inaláveis

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 na RMSP pela CETESB e outras instituições, no período de maio a setembro.

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 1998 a 2007.

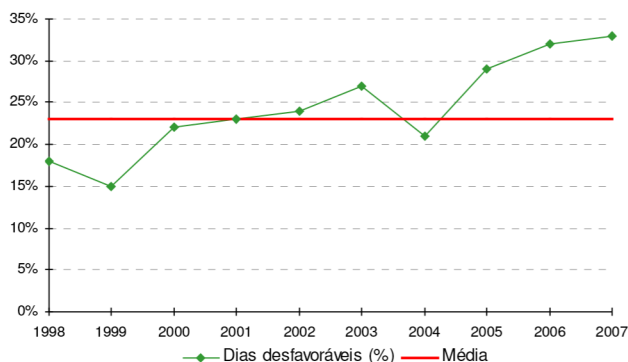


Figura 01 - Porcentagem de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes

Considerando a análise dos aspectos meteorológicos, pode-se observar que o inverno de 2007 esteve entre os mais desfavoráveis dos últimos dez anos. A maioria dos dias desfavoráveis (82%), ocorreram nos meses de junho, julho e agosto, sendo que no mês de junho ocorreram 11 dias consecutivos, em função da ocorrência de altas porcentagens de calmaria (vide Tabela E do Anexo) e ausência de chuvas.

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 1998 a 2007.

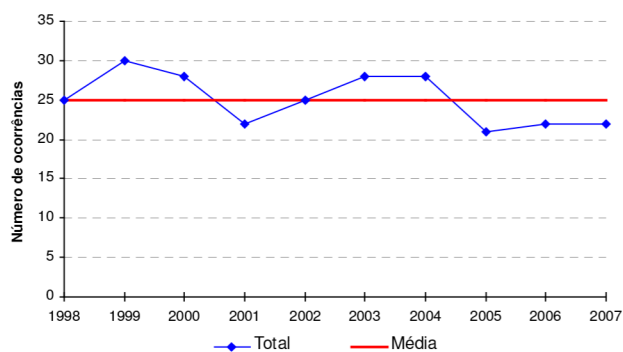
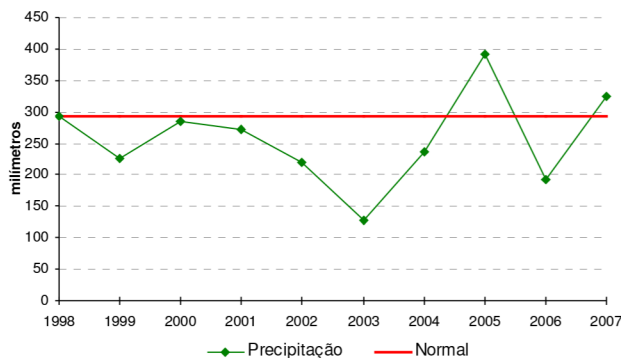


Figura 02 - Número de sistemas frontais

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 1998 a 2007 e a normal climatológica de 1961-1990.

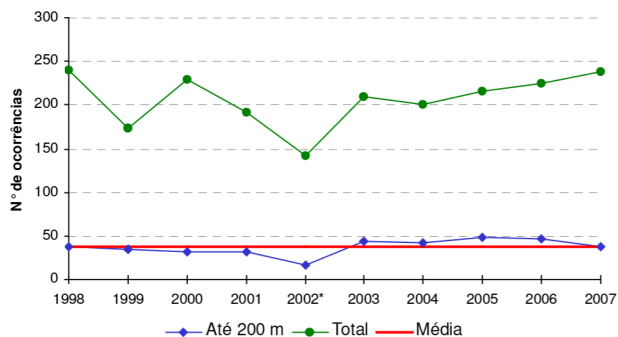
Em 2007, o total de chuva ficou ligeiramente acima da média da normal climatológica. Contudo, as médias mensais dos meses de junho, agosto e setembro ficaram abaixo das respectivas normais climatológicas mensais, sendo que no mês de agosto não houve precipitação (vide Tabela C do Anexo).



**Figura 03 - Precipitação Total de 1998 a 2007 e Normal de 1961 a 1990
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 dos poluentes próximo à superfície. A figura 4 mostra o total de inversões térmicas, as inversões térmicas ocorridas com base até 200 metros e a média das inversões térmicas até 200 metros entre 1998 e 2007.



**Figura 04 – Número de ocorrências de inversões térmicas
Força Aérea Brasileira - Campo de Marte**

*Não atendeu ao critério de representatividade

3.5. Vento

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. As figuras 5 e 6 mostram respectivamente a porcentagem de calmaria e velocidade média para os meses de maio a setembro de 1998 a 2007. Embora em 2007 a porcentagem de calmaria tenha sido inferior à média dos últimos 10 anos e a média da velocidade do vento maior, no mês de junho foram observados dias consecutivos com porcentagem de calmaria acima de 25% (vide Tabela E do Anexo), e velocidade média de vento abaixo de 1,5 m/s, condições estas que ocasionaram a maior frequência de dias desfavoráveis.

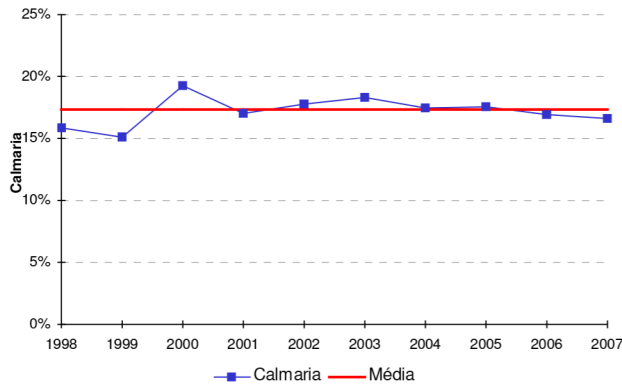


Figura 05 - Porcentagem de calmaria na RMSP Rede Automática - CETESB

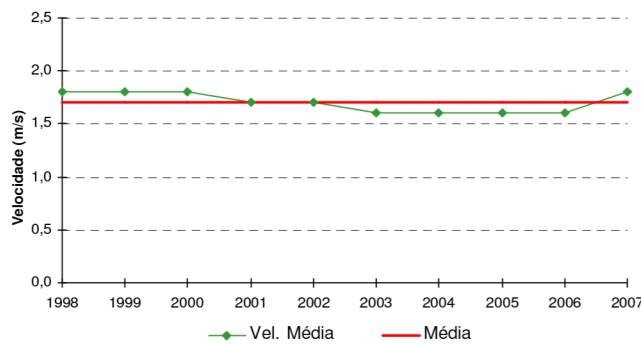


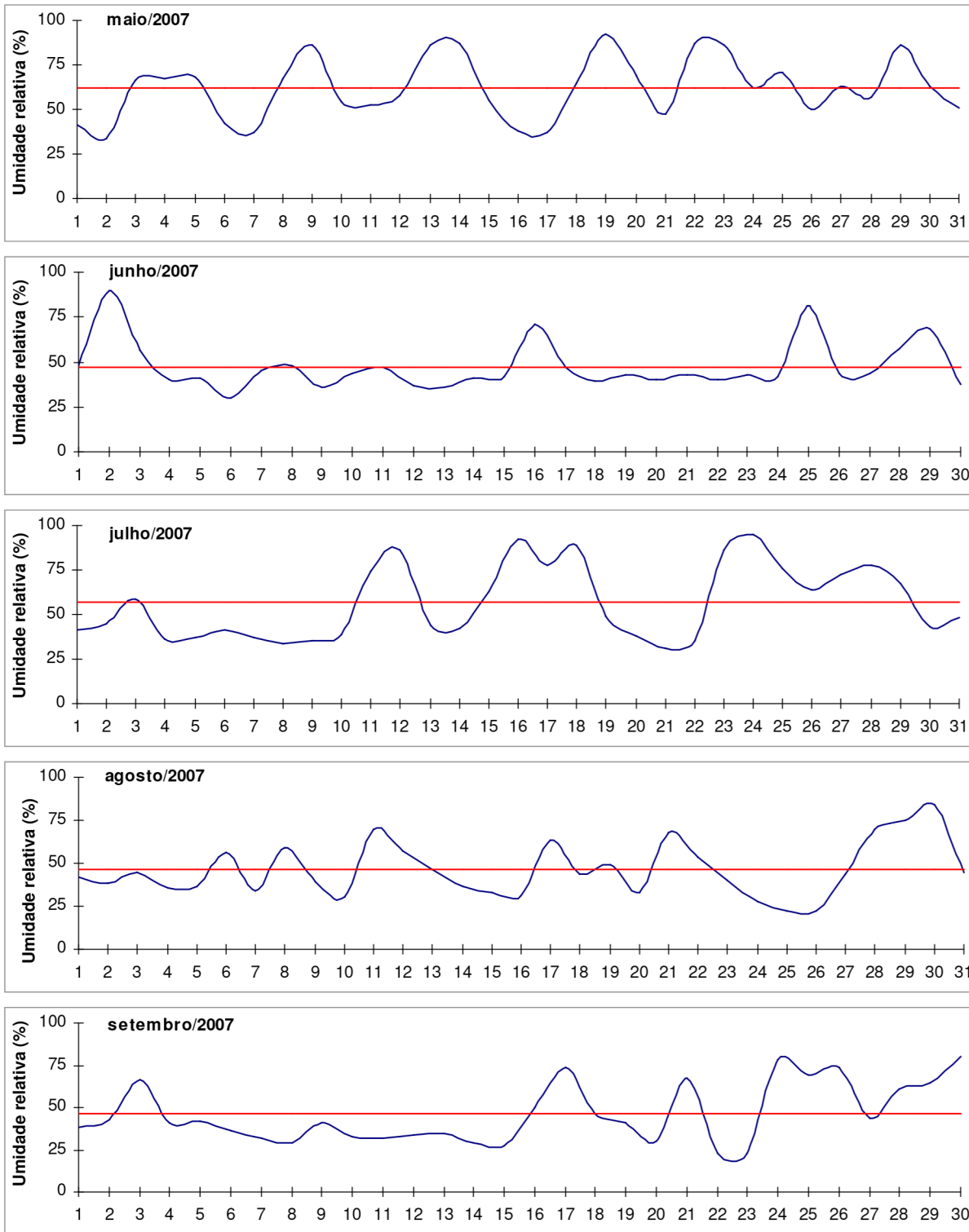
Figura 06 - Velocidade média do vento na RMSP Rede Automática - CETESB

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, 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.

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 do período. Pode-se observar que os meses de junho e julho tiveram seqüências de dias com umidade baixa, que coincidiram com a seqüência de vários dias com ausência de precipitação e alta porcentagem de calmaria.

Durante o mês de setembro ocorreu uma longa seqüência de dias com baixa umidade relativa, sendo que em alguns dias houve condições para formação de oxidantes fotoquímicos (NO_x e O₃), porém foram dias favoráveis à dispersão de poluentes primários.



**Figura 07 - Umidade Relativa às 15h
Estação Mirante de Santana – INMET**

4. A QUALIDADE DO AR NO INVERNO DE 2007

Neste relatório, o diagnóstico da qualidade do ar está dividido em duas partes. A primeira apresenta, em tabelas, os dados de qualidade do ar obtidos no período de maio a setembro de 2007, inclusive para as estações do interior do Estado. No caso da rede automática, 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. O critério de representatividade dos dados, utilizado neste relatório, é de no mínimo 50% de valores válidos no período.

4.1. 1ª Parte - Índice de Qualidade do Ar

A tabela 4 mostra a distribuição percentual da qualidade do ar por poluente, para as estações da RMSP, no inverno de 2007, a qual foi obtida dos dados dos boletins diários. A base de dados compreende 22 estações fixas, que correspondem a 21 monitores de MP₁₀, 14 de CO, 10 de NO₂, 5 de SO₂ e 13 de O₃.

Tabela 4 - Distribuição da Qualidade do Ar - RMSP

	Boa	Regular	Inadequada	Má
	%	%	%	%
CO	92,6	7,2	0,2	0,0
MP₁₀	53,8	46,0	0,2	0,0
O₃	62,8	34,0	2,3	0,9
NO₂	52,7	47,1	0,2	0,0
SO₂	100,0	0,0	0,0	0,0

Os resultados mostram que o SO₂ é o único poluente em que o PQAr de curto prazo não foi excedido em 2007. Mesmo o inverno não sendo a estação preferencial para ocorrência do ozônio, este se apresenta como o pior caso, sendo que 3,2% das medições ultrapassaram o PQAr e 0,9% atingiram a qualidade do ar Má.

Na tabelas à seguir, são apresentados resumos da qualidade do ar por poluente e por estação de monitoramento, inclusive para as estações do interior do Estado. Estas tabelas são baseadas no índices diários de qualidade do ar divulgados pela CETESB.

Material Particulado

Na tabela 5 são apresentados os resultados do monitoramento automático de partículas inaláveis (MP₁₀). Na tabela 6, 7 e 8 estão apresentados os resultados do monitoramento das partículas totais em suspensão (PTS), fumaça (FMC) e partículas inaláveis finas (MP_{2,5}), realizado pela rede manual.

Tabela 5 - Partículas Inaláveis (MP₁₀) - Rede Automática - Média de 24h

UGRHI	ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA µg/m ³	1ª MÁXIMA µg/m ³	2ª MÁXIMA µg/m ³
			PQAR 150 µg/m ³	ATENÇÃO 250 µg/m ³	ALERTA 420 µg/m ³	EMERGÊNCIA 500 µg/m ³			
2	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	153	0	0	0	0	33	104	66
4	RIBEIRÃO PRETO (E.M.)	46	0	0	0	0	66*	112	103
5	CAMPINAS - CENTRO	147	0	0	0	0	45	123	122
	JUNDIAÍ (E.M.)	79	0	0	0	0	42	74	73
	PAULÍNIA	45	0	0	0	0	55*	96	92
6	CAMBUCI	152	0	0	0	0	57	114	114
	CENTRO	153	0	0	0	0	53	108	106
	CERQUEIRA CÉSAR	152	0	0	0	0	46	120	100
	CONGONHAS	112	0	0	0	0	54	94	94
	DIADEMA	153	0	0	0	0	46	94	92
	GUARULHOS	106	0	0	0	0	56	118	114
	IBIRAPUERA	151	0	0	0	0	48	116	112
	ITAQUERA (E.M.)	52	0	0	0	0	48*	139	92
	MAUÁ	132	0	0	0	0	45	118	94
	MOÓCA	149	1	0	0	0	54	151	112
	NOSSA SENHORA DO Ó	134	0	0	0	0	43	80	80
	OSASCO	80	0	0	0	0	51	92	88
	PARELHEIROS	96	0	0	0	0	62	150	146
	PARQUE D. PEDRO II	153	0	0	0	0	50	110	110
	PINHEIROS	5	0	0	0	0	44*	82	42
	SANTO ANDRÉ - CAPUAVA	150	0	0	0	0	40	74	70
	SANTO ANDRÉ - CENTRO	129	0	0	0	0	40	116	94
	SÃO BERNARDO DO CAMPO	146	3	0	0	0	69	235	166
SÃO CAETANO DO SUL	87	0	0	0	0	47	120	92	
SANTANA	75	0	0	0	0	55*	114	102	
SANTO AMARO	140	0	0	0	0	45	116	114	
TABOÃO DA SERRA	7	1	0	0	0	89*	167	130	
7	CUBATÃO - CENTRO	151	0	0	0	0	42	132	100
	CUBATÃO - VILA PARISI	98	28	0	0	0	113	232	231
	CUBATÃO - VALE DO MOGI	123	2	0	0	0	61	206	165
10	SOROCABA	152	0	0	0	0	43	95	84

* Não atendeu ao critério de representatividade
E.M.: Estação Móvel

Tabela 6 - Partículas Totais em Suspensão (PTS) - Rede Manual - Média de 24h

UGRHI	ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA GEOMÉTRICA µg/m ³	1ª MÁXIMA µg/m ³	2ª MÁXIMA µg/m ³
			PQAR 240 µg/m ³	ATENÇÃO 375 µg/m ³	ALERTA 625 µg/m ³	EMERGÊNCIA 875 µg/m ³			
5	CORDEIRÓPOLIS	24	0	0	0	0	114	238	201
6	CERQUEIRA CÉSAR	25	0	0	0	0	92	206	188
	IBIRAPUERA	25	0	0	0	0	70	169	157
	OSASCO	25	1	0	0	0	136	269	224
	PINHEIROS	23	0	0	0	0	101	235	191
	SANTO AMARO	23	0	0	0	0	74	207	173
	SANTO ANDRÉ-CAPUAVA	25	0	0	0	0	72	136	131
	SÃO BERNARDO DO CAMPO	24	8	2	0	0	170	545	457
SÃO CAETANO DO SUL	14	0	0	0	0	83	176	152	
7	CUBATÃO-V. PARISI	12	10	6	4	0	306*	576	570

Tempo de amostragem: 24 horas

*Não atendeu ao critério de representatividade

Obs.: o número de ultrapassagens do nível de atenção é considerado no número de ultrapassagens do PQAR. O número de ultrapassagens do nível de alerta é considerado no número de ultrapassagens de PQAR e Atenção.

Tabela 7 - Fumaça (FMC) - Rede manual - Média de 24h

UGRHI	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 $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
6	CAMPOS ELÍSEOS	25	0	0	0	0	62	124	121
	CERQUEIRA CÉSAR	25	0	0	0	0	57	140	121
	IBIRAPUERA	22	0	0	0	0	32	76	75
	MOEMA	24	2	0	0	0	63	169	153
	MOGI DAS CRUZES	24	0	0	0	0	26	58	49
	PINHEIROS	22	0	0	0	0	40	111	100
	PRAÇA DA REPÚBLICA	24	0	0	0	0	52	130	101
	TATUAPÉ	22	0	0	0	0	49	121	121

Tempo de amostragem: 24 horas

Tabela 8 - Partículas Inaláveis Finas ($\text{MP}_{2,5}$) - Rede Manual - Média de 24h

UGRHI	ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	MÉDIA ARITMÉTICA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1ª MÁXIMA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª MÁXIMA $\mu\text{g}/\text{m}^3$
6	CERQUEIRA CÉSAR	19	31	56	50
	IBIRAPUERA	21	22	43	42
	PINHEIROS	23	27	55	46
	SÃO CAETANO DO SUL	14	27	49	47
15	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	26	25	66	42

Dióxido de Enxofre

Na tabela 9 são apresentados os dados de dióxido de enxofre obtidos pelas estações da rede automática.

Tabela 9 - Dióxido de Enxofre (SO_2) - Rede Automática - Média de 24h

UGRHI	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 $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ATENÇÃO $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ALERTA $1600 \mu\text{g}/\text{m}^3$	EMERGÊNCIA $2100 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
2	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	109	0	0	0	0	5	22	15
5	PAULÍNIA	44	0	0	0	0	8*	17	16
6	CERQUEIRA CÉSAR	132	0	0	0	0	10	29	29
	CONGONHAS	149	0	0	0	0	13	30	26
	GUARULHOS	93	0	0	0	0	7	13	13
	OSASCO	48	0	0	0	0	8*	21	21
	SÃO CAETANO DO SUL	66	0	0	0	0	10*	27	26
7	CUBATÃO - CENTRO	140	0	0	0	0	13	58	48
	CUBATÃO - VILA PARISI	67	0	0	0	0	26*	200	200

* Não atendeu ao critério de representatividade

Monóxido de Carbono

Nas tabelas 10 e 11 são apresentados os dados de monóxido de carbono obtidos das máximas médias móveis de 8 horas e média horária, respectivamente.

Tabela 10 - Monóxido de Carbono (CO) - Rede Automática - Média de 8 horas

UGRHI	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			
5	CAMPINAS-CENTRO	122	0	0	0	0	1,9	4,0	3,9
	JUNDIAÍ (E.M.)	37	0	0	0	0	1,1*	2,1	1,9
6	CENTRO	133	0	0	0	0	2,3	8,0	6,6
	CERQUEIRA CÉSAR	147	0	0	0	0	1,8	5,0	5,0
	CONGONHAS	141	1	0	0	0	3,1	10,5	8,7
	IBIRAPUERA	149	0	0	0	0	1,7	7,3	6,3
	IPEN-USP	127	0	0	0	0	1,5	6,3	5,2
	MÓOCA	86	0	0	0	0	1,6	6,0	4,3
	OSASCO	123	0	0	0	0	3,2	7,5	6,5
	PARELHEIROS	88	0	0	0	0	1,4	4,0	3,7
	PARQUE D. PEDRO II	153	0	0	0	0	1,8	6,7	5,0
	PINHEIROS	148	0	0	0	0	2,7	8,5	8,0
	SANTO ANDRÉ - CENTRO	122	0	0	0	0	1,8	6,0	5,9
	SANTO AMARO	132	0	0	0	0	1,7	6,9	6,1
	SÃO CAETANO DO SUL	82	1	0	0	0	2,0	10,6	6,5
TABOÃO DA SERRA	149	1	0	0	0	3,3	10,6	8,6	

* Não atendeu ao critério de representatividade
E.M.: Estação Móvel

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

UGRHI	ESTAÇÃO	Nº DE ULTRAPASSAGENS DO PQAR HORÁRIO 35 ppm	MEDIA ARITMÉTICA DAS MÁX. DE 1 hora ppm	1ª MÁXIMA ppm	2ª MÁXIMA ppm
5	CAMPINAS-CENTRO	0	2,9	7,8	7,3
	JUNDIAÍ (E.M.)	0	1,6	6,0	5,0
6	CENTRO	0	3,2	10,5	9,9
	CERQUEIRA CÉSAR	0	2,7	7,0	6,4
	CONGONHAS	0	4,5	12,9	12,8
	IBIRAPUERA	0	2,5	9,0	8,8
	IPEN-USP	0	2,3	7,9	7,5
	MOÓCA	0	2,5	7,8	7,8
	OSASCO	0	4,6	8,8	8,6
	P.D.PEDRO II	0	2,7	8,2	7,6
	PARELHEIROS	0	2,1	5,6	5,1
	PINHEIROS	0	3,8	9,6	9,0
	SANTO ANDRÉ - CENTRO	0	2,8	10,0	8,8
	SANTO AMARO	0	2,7	8,0	8,0
	SÃO CAETANO DO SUL	0	3,5	11,8	11,8
TABOÃO DA SERRA	0	4,7	13,8	12,7	

* Não atendeu ao critério de representatividade
E.M.: Estação Móvel

Dióxido de Nitrogênio

Na tabela 12 são apresentados os dados de dióxido de nitrogênio medidos pelas estações da rede automática.

Tabela 12 - Dióxido de Nitrogênio (NO₂) - Rede Automática - Média de 1 hora

UGRHI	ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA DAS MÁXIMAS DE 1 HORA µg/m ³	MÁXIMAS DE 1h	
			PQAR 320 µg/m ³	ATENÇÃO 1130 µg/m ³	ALERTA 2260 µg/m ³	EMERGÊNCIA 3000 µg/m ³		1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
4	RIBEIRÃO PRETO (E.M.)	33	0	0	0	0	66*	93	90
5	JUNDIAÍ (E.M.)	29	0	0	0	0	77*	144	124
6	CERQUEIRA CESAR	129	1	0	0	0	147	328	307
	CONGONHAS	148	0	0	0	0	137	254	241
	IBIRAPUERA	147	1	0	0	0	130	328	267
	IPEN - USP	127	0	0	0	0	80	201	166
	ITAQUERA (E.M.)	51	0	0	0	0	55*	127	117
	MAUÁ	84	0	0	0	0	68	131	131
	PARQUE D. PEDRO II	140	0	0	0	0	84	236	188
	PINHEIROS	142	0	0	0	0	84	294	210
SÃO CAETANO DO SUL	64	0	0	0	0	88*	148	148	
TABOÃO DA SERRA	148	0	0	0	0	91	192	188	
7	CUBATÃO - CENTRO	53	0	0	0	0	53*	153	88
	CUBATÃO - VALE DO MOGI	110	0	0	0	0	62	114	113
10	SOROCABA	114	0	0	0	0	60	135	133

* Não atendeu ao critério de representatividade
E.M.: Estação Móvel

Ozônio

Na tabela 13 são apresentados os dados de ozônio obtidos durante o período de maio a setembro na rede automática.

Tabela 13 - Ozônio (O₃) - Rede Automática - Média de 1 hora

UGRHI	ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA DAS MÁXIMAS DE 1 HORA µg/m ³	MÁXIMAS DE 1h	
			PQAR 160 µg/m ³	ATENÇÃO 200 µg/m ³	ALERTA 800 µg/m ³	EMERGÊNCIA 1000 µg/m ³		1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
2	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	153	4	0	0	0	83	188	175
4	RIBEIRÃO PRETO (E.M.)	47	1	0	0	0	111*	162	155
5	AMERICANA (E.M.)	108	2	0	0	0	91	170	169
	JUNDIAÍ (E.M.)	35	0	0	0	0	75*	131	123
	PAULÍNIA	44	2	0	0	0	109*	177	161
6	DIADEMA	153	6	1	0	0	75	213	190
	IBIRAPUERA	149	9	2	0	0	80	217	206
	IPEN - USP	146	9	7	0	0	87	234	223
	ITAQUERA (E.M.)	53	2	0	0	0	101*	169	164
	MAUÁ	107	1	0	0	0	71	162	147
	MOÓCA	149	1	0	0	0	65	161	158
	NOSSA SENHORA DO Ó	130	9	3	0	0	89	205	204
	PARELHEIROS	79	4	0	0	0	81	171	164
	PARQUE D. PEDRO II	153	0	0	0	0	58	130	129
	PINHEIROS	150	5	0	0	0	57	180	163
	SANTANA	139	6	3	0	0	80	239	215
	SANTO AMARO	135	3	0	0	0	69	192	175
SANTO ANDRÉ-CAPUAVA	153	3	0	0	0	82	187	176	
SÃO CAETANO DO SUL	85	0	0	0	0	58	104	99	
7	CUBATÃO - CENTRO	141	0	0	0	0	59	131	130
	CUBATÃO - VALE DO MOGI	122	0	0	0	0	45	119	94
10	SOROCABA	134	0	0	0	0	83	156	153

* Não atendeu ao critério de representatividade
E.M.: Estação Móvel

4.2. 2ª Parte - Evolução da Qualidade do Ar

Neste item são analisadas as variações dos níveis de concentração dos poluentes no período de maio a setembro, nos últimos anos. As análises consideram a distribuição da qualidade do ar baseada nos dados dos boletins diários para período de exposição de curta e a variação das concentrações médias do período (maio a setembro), para exposição longa. Caso a estação não atenda ao critério de representatividade que neste relatório caso implica em um mínimo de 50 % de dados válidos no período, os dados não são apresentados nos gráficos de evolução. Não é feita nenhuma avaliação da evolução do ozônio no período de inverno em virtude de ser o período menos propício para a ocorrência de altas concentrações e, portanto, por poder indicar falsas tendências.

Cabe destacar as principais ocorrências e observações registradas ao longo do período de monitoramento para o conjunto das estações, pois estas podem auxiliar a interpretação de tendências de longo prazo, removendo da análise, os dados que sejam considerados inapropriados. Tais eventos, normalmente, estão associados a estações que tiveram seu monitoramento parcialmente comprometido no ano, ou em anos anteriores. As principais causas são a impossibilidade de monitorar durante certos períodos e o 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, objetivo principal do monitoramento.

Neste ano, as principais ocorrências foram percebidas em:

- São Bernardo do Campo – influenciada por obras civis na região próxima
- Cubatão (Vila Parisi) – pavimentação e alteração das características do acesso para o estacionamento de caminhões no entorno da estação. Persiste a influência identificada há alguns anos.
- Parque Dom Pedro II – embora tenha voltado a monitorar há dois anos, deve-se considerar que o local é distante cerca de 500 m do local anterior. Portanto, com alteração das características de monitoramento da estação.
- São Caetano do Sul – não monitorou parte significativa do inverno, inclusive alguns períodos mais críticos. Vários parâmetros estiveram abaixo ou próximo do limite mínimo de representatividade.

Material Particulado

A figura 8 mostra a evolução da distribuição da qualidade do ar para MP_{10} desde 2003 para todas as estações da RMSP com dados representativos em todo o período. Observa-se que mesmo com as condições de dispersão sendo as mais desfavoráveis dos últimos 10 anos, a porcentagem de dias com qualidade Boa e Regular foi semelhante a 2004 e 2006.

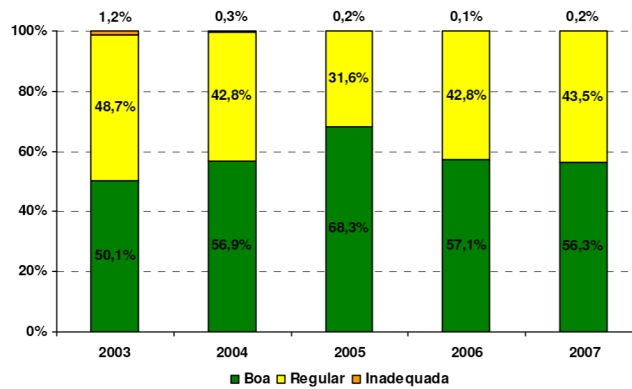


Figura 08 - MP₁₀ - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - RMSP

Base: Cambuci, Congonhas, Diadema, Guarulhos, Ibirapuera, Mauá, N.Sra.do Ó, Osasco
Sto.Amaro, Sto.André-Centro, Sto.André-Capuava, S.B.Campo e S.C.do Sul

As figuras 9 a 14 apresentam a evolução das concentrações médias de MP₁₀ no período de maio a setembro, por estação e região da RMSP. Essas foram construídas de forma a possibilitar a observação das variações desses poluentes em diferentes locais de uma mesma região e, portanto, as estações de monitoramento foram agrupadas conforme se situem nas regiões: Centro/Zona Norte, Zona Leste, Zona Sul, Zona Oeste e Região do ABCD/Mauá. As variações das concentrações em relação a 2006, não apresentaram um padrão definido. As estações São Bernardo do Campo, Cerqueira César e Cambuci contribuíram com os maiores aumentos sendo que, na primeira, se verifica a influência de obras na região.

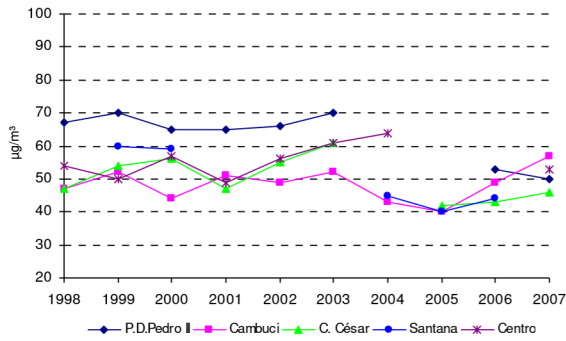


Figura 09 - MP₁₀ - Concentrações médias Zona Norte

Os: A partir de 2006, a estação P. D. Pedro II passou a monitorar em local diferente.

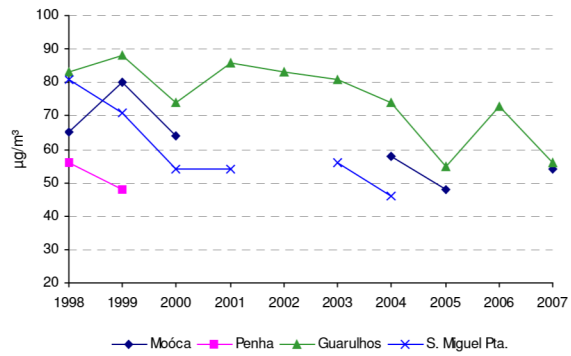


Figura 10 - MP₁₀ - Concentrações médias Zona Leste

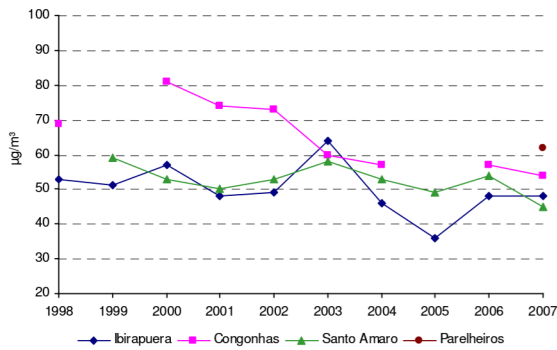


Figura 11 - MP₁₀ - Concentrações médias Zona Sul

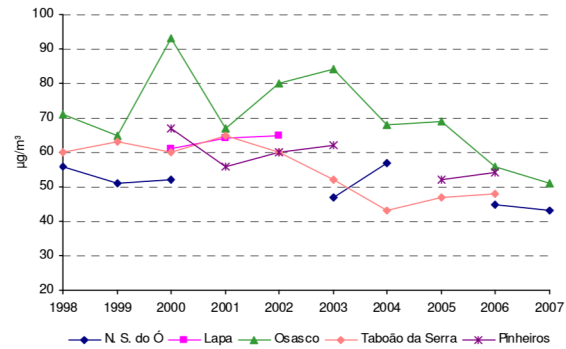


Figura 12 - MP₁₀ - Concentrações médias Zona Oeste

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.

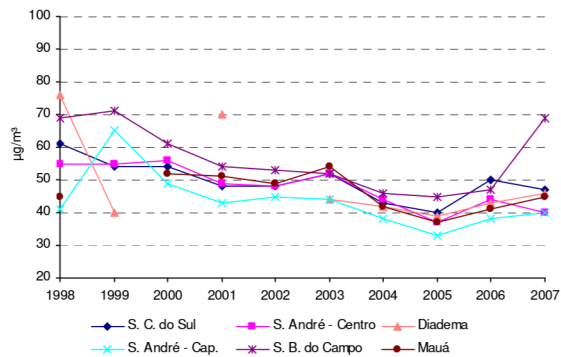


Figura 13 - MP₁₀ - Concentrações médias ABCD/Mauá

Assim como observado na análise de curto prazo, as exposições de longo prazo, ou seja, médias do período de maio a setembro, as quais estão representadas na figura 14, indicam que as concentrações

de MP₁₀ na RMSP em 2007 foram semelhantes às observadas em 2004 e 2006, apesar das condições meteorológicas mais desfavoráveis neste último ano. Num período mais longo de tempo se observa redução das concentrações.

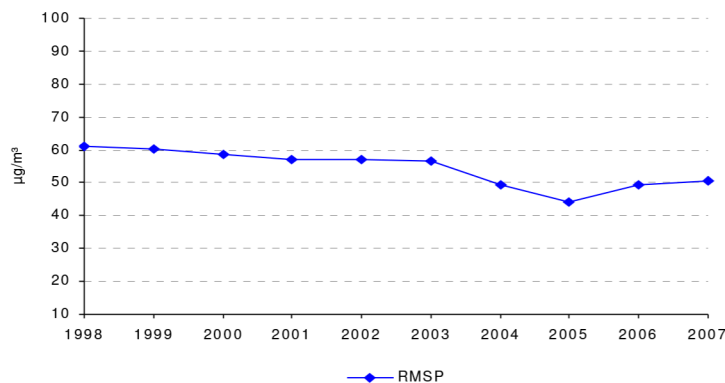


Figura 14 - MP₁₀ - Concentrações médias - RMSP

*Não foi considerada a estação Osasco (2000) e São Bernardo do Campo (2007)

Nas demais áreas onde se monitoram partículas inaláveis, destaca-se o município de Cubatão, cujas concentrações, principalmente na área industrial, merecem maior atenção. As figuras 15 e 16 ilustram a tendência da distribuição da qualidade do ar nas estações de Cubatão – Vila Parisi e Centro, enquanto as figuras 17 e 18 apresentam a tendência das médias de concentração para Cubatão e para os outros municípios do Estado.

Na área industrial de Cubatão (figura 15), a análise baseada na distribuição da qualidade do ar de 1998 a 2007 indica que os níveis atuais superam aqueles observados no final dos anos 90. Na região central de Cubatão (figura 16), embora não tenha havido ultrapassagem do padrão legal, a qualidade do ar para MP₁₀ se manteve Regular em mais de 30 % dos dias, fração esta bem acima daquelas registradas entre 2001 e 2005.

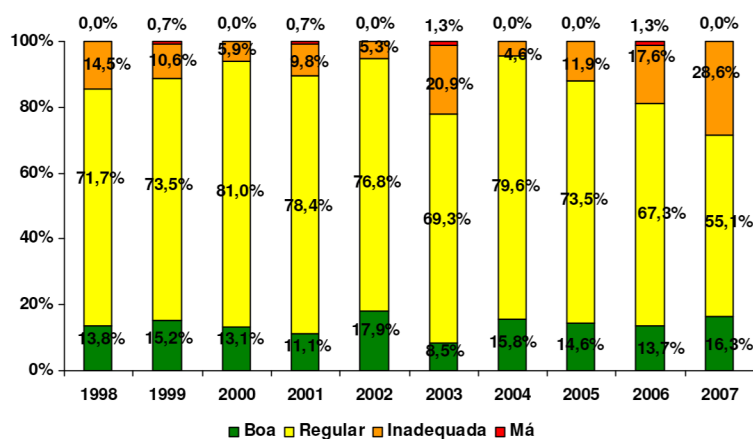


Figura 15 - MP₁₀ - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - Cubatão-V.Parisi

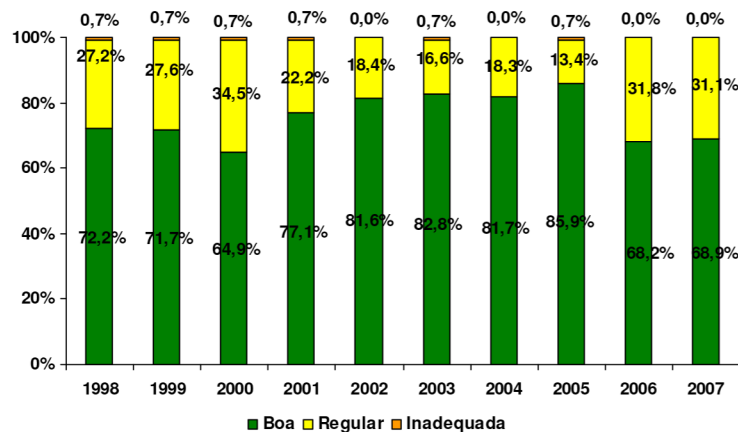


Figura 16 - MP₁₀ – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar – Cubatão-Centro

Conforme apresentado nas figuras 17 e 18, as concentrações médias do período de maio a setembro em Cubatão - Vila Parisi são bem superiores às observadas na estação Cubatão - Centro e mesmo às concentrações que foram registradas na estação Vale do Mogi, a qual também está inserida na área industrial e apresentou um aumento substancial de sua média. As emissões industriais e o fluxo de veículos pesados no entorno da estação de Vila Parisi têm sustentado a concentração em níveis elevados. Nos demais municípios do interior, as concentrações foram menores que em 2006, apesar das condições meteorológicas mais desfavoráveis.

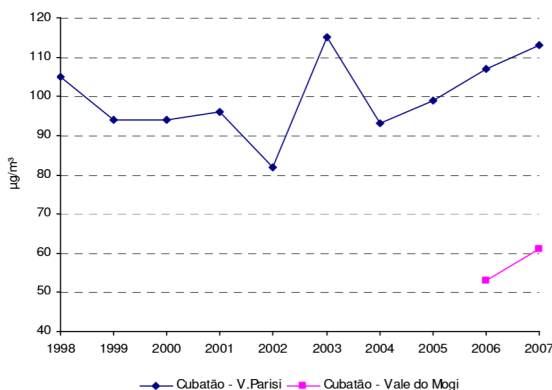


Figura 17 - MP₁₀ - Concentrações médias Cubatão - V.Parisi e V.Mogi

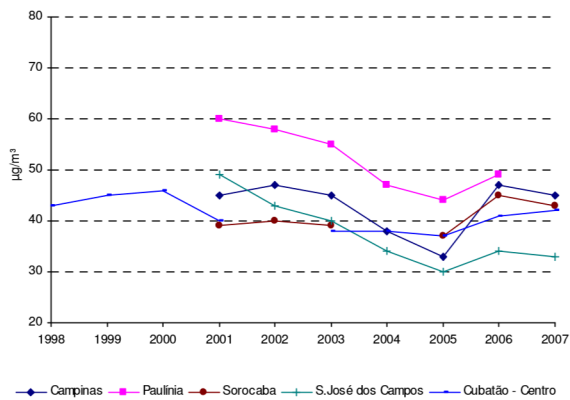


Figura 18 - MP₁₀ - Concentrações médias Interior e Cubatão

A figura 19 apresenta a evolução das concentrações médias de MP_{2,5} por estação da RMSP, observada no período de maio a setembro. Embora as séries sejam completas apenas para Cerqueira César e São Caetano do Sul, os níveis de concentração vem se mantendo entre 20 e 30 µg/m³, com exceção do ano de 2007 em que a concentração de Cerqueira César foi a maior de todo o período. É possível que haja alguma influência local sobre esta estação, uma vez que contraria a tendência de queda observada para as demais em relação a 2006 e o mesmo comportamento foi observado para o MP₁₀ neste local. Já na estação Ibirapuera, as concentrações foram as menores registradas.

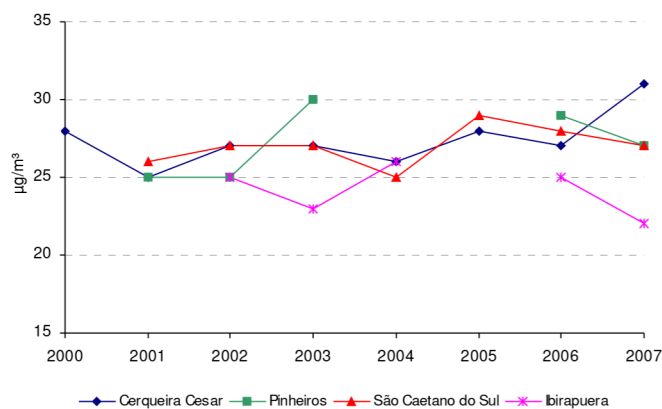


Figura 19 - MP_{2,5} - Concentrações médias

Nas figuras 20 e 21 são apresentadas as tendências do período de maio a setembro para o parâmetro Fumaça. Verifica-se que apesar da separação por regiões, a tendência de aumento é simultânea para todas as estações, à exceção de Pinheiros, e que nas estações que monitoram MP_{2,5} e FMC simultaneamente, as variações de 2006 para 2007 são coerentes. Notar que tanto a Fumaça quanto o PTS tem suas amostragens realizadas com a mesma frequência que o MP_{2,5}, ou seja, uma amostragem de 24 horas a cada seis dias.

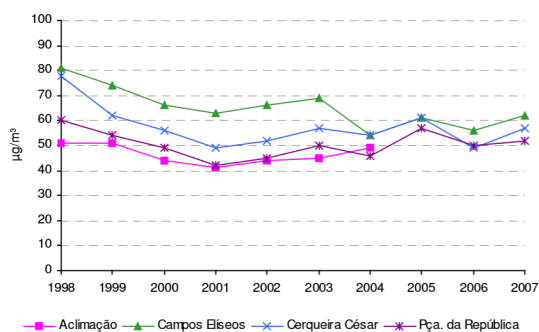


Figura 20 - Fumaça - Concentrações médias Rede Manual (Região Central)

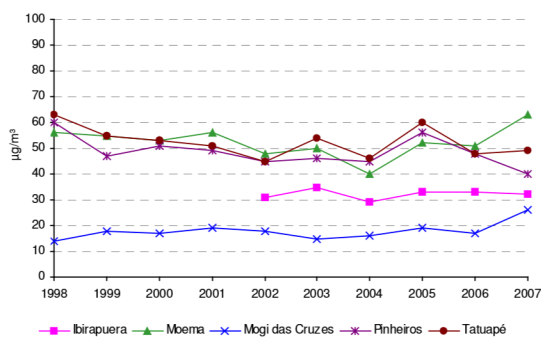


Figura 21 - Fumaça - Concentrações médias Rede Manual (Zona Sul, Oeste, Leste)

Nas figuras 22 a 24 são apresentados os resultados para PTS, que indicam pequena redução ou manutenção dos níveis observados em 2006 para a maioria das estações. Neste caso, a exceção se deu para São Bernardo do Campo, coincidente com as obras civis no entorno da estação.

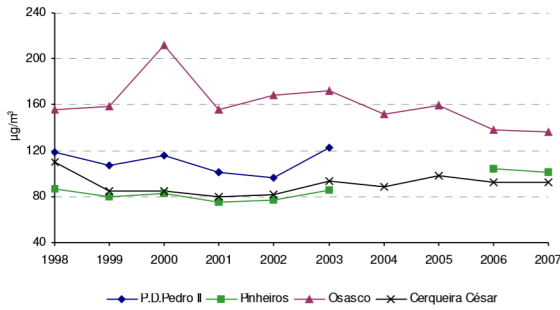


Figura 22 - PTS - Concentrações médias Rede Manual (Centro, Zona Oeste e Leste)

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.

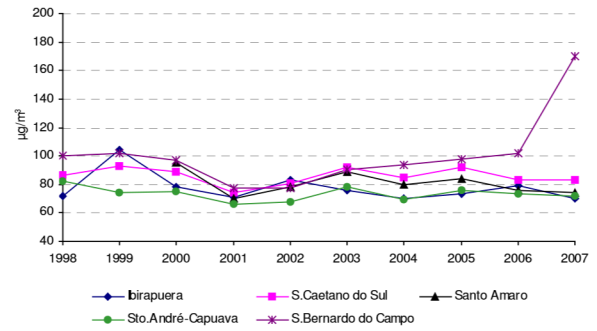


Figura 23 - PTS - Concentrações médias Rede Manual (Zona Sul e ABC)

Em Cubatão - Vila Parisi, observa-se tendência de aumento das concentrações de PTS. Deve-se destacar, no entanto, que parte do particulado registrado na estação se deve à emissão proveniente do fluxo de veículos pesados no entorno da estação e inclusive da ressuspensão de poeira pelos mesmos.

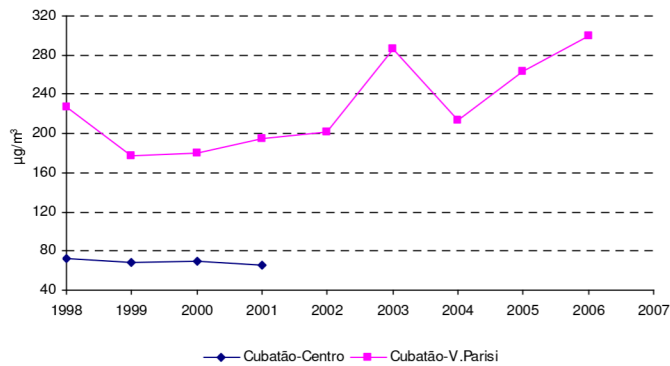


Figura 24 - PTS - Concentrações médias Rede Manual - Cubatão

Obs.: Estação Manual Cubatão-Centro desativada

Dióxido de Enxofre

As figuras 25 a 27 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 SO_2 têm diminuído lentamente nos últimos anos e estão significativamente abaixo do padrão de 24h ($365 \mu\text{g}/\text{m}^3$), o que permitiu uma redução do número de monitores, efetuada nos últimos anos. Na figura 25 são apresentadas as séries com mais de 6 médias representativas no período, de forma que se possa avaliar comparativamente a tendência do conjunto de estações, enquanto que a figura 26 exhibe os resultados para aquelas com número menor. Na figura 27 são mostrados os resultados para estações localizadas fora da RMSP.

Mesmo com as condições de dispersão sendo as mais desfavoráveis dos últimos 10 anos, os níveis de SO_2 na RMSP se mantiveram entre os mais baixos já medidos. Das três estações que tiveram dados representativos para este parâmetro em 2007, observa-se redução das concentrações deste poluente em relação a 2006 nas estações de Congonhas e Guarulhos, e pequeno aumento em Cerqueira César.

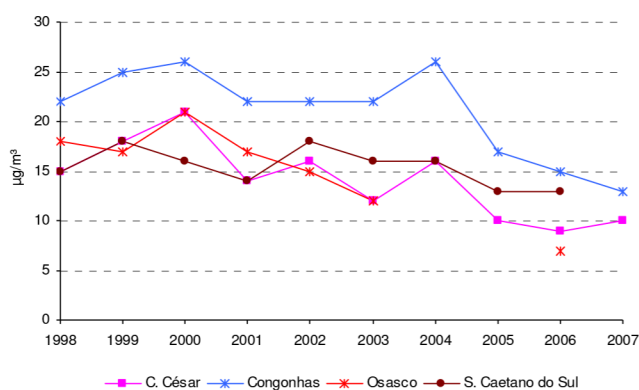


Figura 25 - SO_2 - Concentrações médias

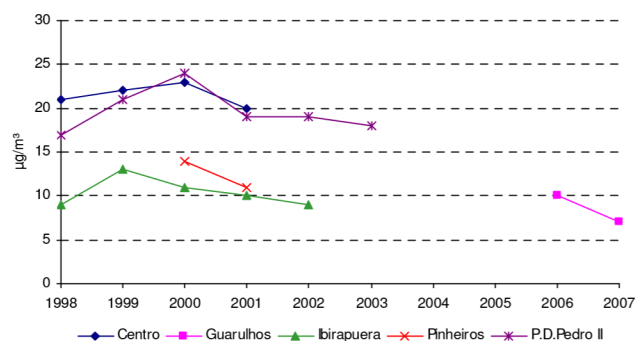


Figura 26 - SO_2 - Concentrações médias

As concentrações médias de SO_2 encontram-se em patamares bem abaixo do PQAr, também em outras regiões do Estado, conforme apresentado na figura 27. Com exceção de Cubatão – Vila Parisi, verifica-se que os níveis de concentração têm diminuído lentamente nos últimos anos.

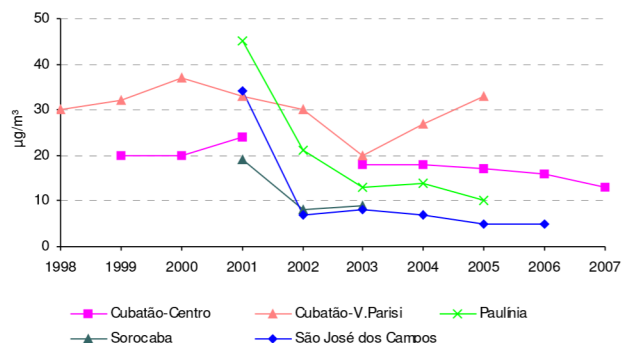


Figura 27- SO₂ - Concentrações médias – Cubatão e Interior

Monóxido de Carbono

A figura 28 apresenta a distribuição da qualidade do ar para CO, a partir das estações da RMSP que monitoraram este parâmetro entre 1998 e 2007, conforme divulgado no boletim diário. 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. Apesar das condições meteorológicas mais desfavoráveis em 2007, observou-se uma estabilização das concentrações desse poluente.

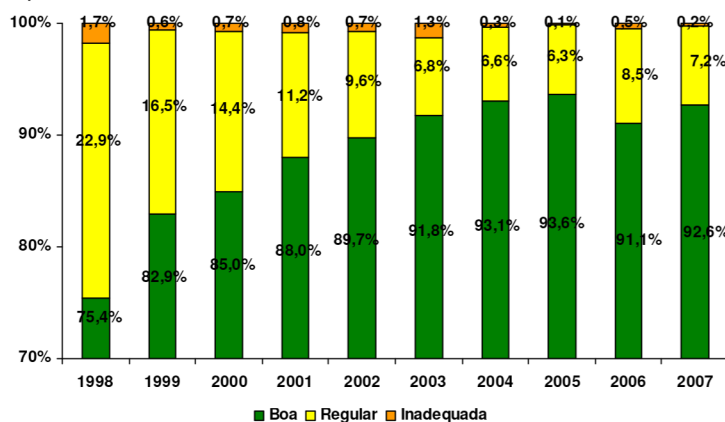


Figura 28 - CO - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - Média de 8 horas

Base: Todas as estações RMSP, exceto Pinheiros e Taboão da Serra

Na tabela 14 verifica-se a ocorrência de ultrapassagens do padrão de qualidade do ar em 2007 para as estações São Caetano do Sul, Congonhas e Taboão da Serra, sendo um dia em cada uma.

Tabela 14 - CO - N.º de ultrapassagens do padrão (média de 8h)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Centro	4	1	1	1	2	1	0	0	0	0
Cerqueira César	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Congonhas	7	3	3	3	1	3	0	0	0	1
Ibirapuera	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
IPEN-USP ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Lapa	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Moóca ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Osasco	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Parelheiros ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
P.D.Pedro II	2	0	0	1	0	0	-	0	0	0
Pinheiros ⁴	-	-	-	-	5	0	1	0	0	0
Santo Amaro	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santo André-Centro	3	1	1	1	1	5	1	0	0	0
São Caetano do Sul	7	3	4	4	6	9	3	0	3	1
Taboão da Serra ⁵	-	-	-	-	-	-	0	1	3	1

1 - Início operação em 29/03/2007

2 - Início operação em 20/06/2007

3 - Início operação em 25/06/2007

4 - Início operação em 18/09/2001

5 - Início operação em 22/07/2004

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. Conforme mostram as figuras 29, 30 e 31, as estações próximas das vias de tráfego intenso, como é o caso de Cerqueira César, Centro e Congonhas, indicam uma queda progressiva de suas concentrações, que ao longo destes dez anos chega a 30 %. Este efeito pode estar associado à renovação da frota de veículos leves por veículos com menores emissões de CO.

Deve-se notar em 2007, o aumento das concentrações para Parque Dom Pedro II, Santo Amaro, Pinheiros, Taboão da Serra e Osasco. Esta última, além de Santo Amaro vêm se mantendo no mesmo patamar nos últimos cinco anos, principalmente. Nas demais estações, as concentrações diminuíram ou se mantiveram nos mesmos valores de 2006.

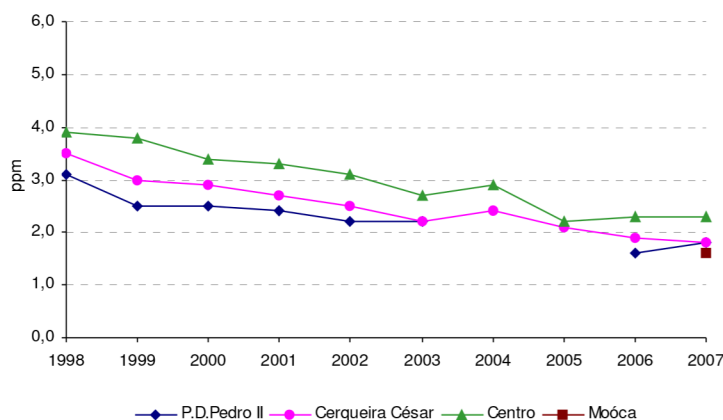


Figura 29 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h Região Central

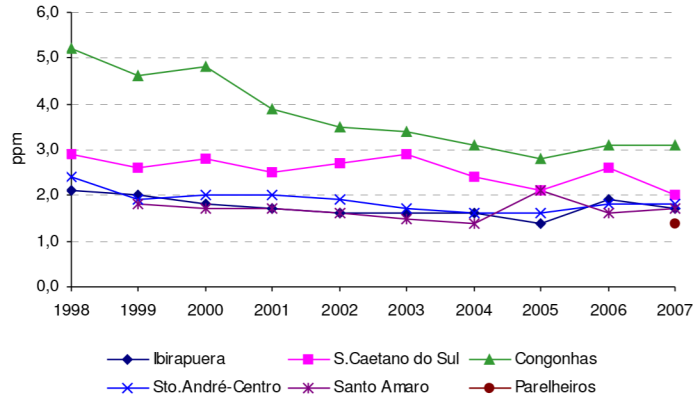


Figura 30 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h Zona Sul e ABC

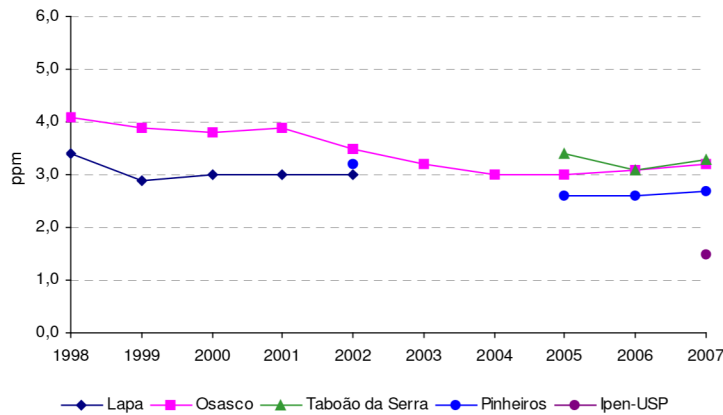
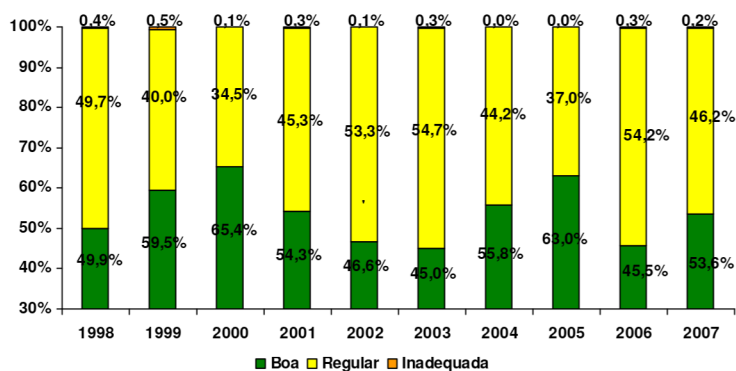


Figura 31 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h Zona Oeste

Dióxido de Nitrogênio

A figura 32 apresenta a distribuição da qualidade do ar para NO_2 , na RMSP, de 1998 a 2007 a partir do boletim. Podemos observar que mais de 99% dos valores máximos diários de 1 hora, atendem o padrão de qualidade do ar. As maiores variações são percebidas entre os percentuais de qualidade Boa e Regular. Deve-se considerar, que a maioria das estações apontou para redução das médias das máximas de 1 hora em relação a 2006. A exceção se deu novamente para Cerqueira César, a qual teve sua média aumentada de $108 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para $147 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Este resultado somado àquele obtido para os outros poluentes medidos nesta estação, ou seja, aumento dos níveis de particulado fino, fumaça e dióxido de enxofre, e leve diminuição dos níveis de CO, contribuem para a hipótese de aumento de veículos diesel no entorno da estação.

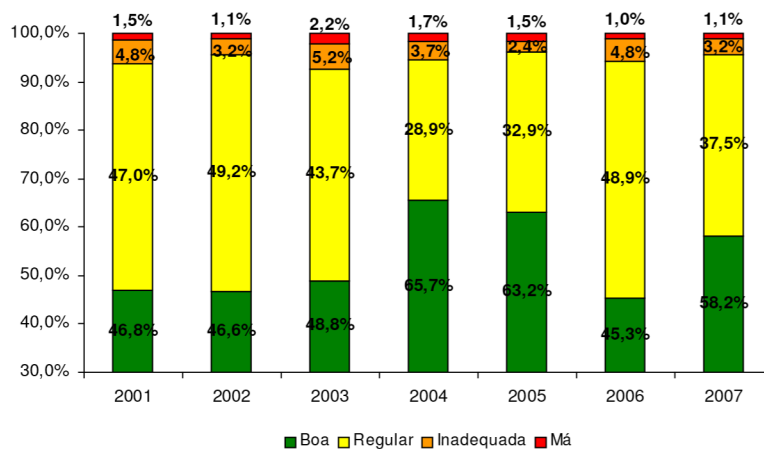


Base: Todas as estações RMSP, exceto Pinheiros

Figura 32 - NO₂ - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar

Ozônio

A figura 33 apresenta a distribuição da qualidade do ar por O₃ no período de janeiro a setembro de 2001 a 2007. Apenas na análise desta figura são incluídos também os meses de janeiro a abril, 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 2007 foi semelhante ao que se tem observado nos últimos anos, com cerca de 5% de ultrapassagens de PQAr. As maiores variações ocorreram em termos da relação percentual entre qualidade Boa e Regular. Notar que foram consideradas apenas as 6 estações que possuem representatividade anual entre 2001 e 2007, e portanto, não foram incluídas as estações IPEN-USP e Nossa Senhora do Ó apesar do número de ultrapassagens do padrão ocorridos nestas.



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

Figura 33 - O₃ - Distribuição Percentual da Qualidade do Ar

5. ESTADOS DECLARADOS

**Tabela 15 – Estados Atingidos e/ou Declarados
Período: maio a setembro de 2007**

DATA	ESTAÇÃO	POLUENTE	CONCENTRAÇÃO ATINGIDA (ug/m³)	ESTADO
02/09/2007	Santana	O ₃	215	AT - ND
02/09/2007	Diadema	O ₃	213	AT - ND
02/09/2007	IPEN-USP	O ₃	223	AT - ND
07/09/2007	IPEN-USP	O ₃	204	AT - D
08/09/2007	Ibirapuera	O ₃	206	AT - D
08/09/2007	Nossa Senhora do Ó	O ₃	205	AT - D
08/09/2007	IPEN-USP	O ₃	206	AT - D
09/09/2007	IPEN-USP	O ₃	217	AT - D
15/09/2007	Santana	O ₃	239	AT - ND
15/09/2007	Nossa Senhora do Ó	O ₃	203	AT - ND
15/09/2007	IPEN-USP	O ₃	204	AT - ND
16/09/2007	Santana	O ₃	200	AT - ND
16/09/2007	IPEN-USP	O ₃	200	AT - ND
20/09/2007	Nossa Senhora do Ó	O ₃	204	AT - D
22/09/2007	Ibirapuera	O ₃	217	AT - D
22/09/2007	IPEN-USP	O ₃	234	AT - D

AT – Atenção AL – Alerta EM – Emergência

ND – Não declarado

D – Declarado em função das condições meteorológicas desfavoráveis

Em 2006 foram registradas 9 ocasiões de Estado de Atenção, sendo 2 para MP₁₀ em Cubatão – Vila Parisi, e as outras 7, para O₃ em 4 dias de diferentes meses, para Cubatão, Paulínia e RMSP. De forma bem diferente, em 2007 foram atingidos 16 Estados de Atenção para O₃ em 8 dias do mês de setembro, concentrados na RMSP.

6. CONCLUSÕES

Considerando a análise dos aspectos meteorológicos, pode-se observar que o inverno de 2007 esteve entre os mais desfavoráveis à dispersão de poluentes dos últimos 10 anos. A maioria dos dias desfavoráveis ocorreram nos meses de junho, julho e agosto. Com relação a concentração dos poluentes observou-se que:

- partículas inaláveis – Em relação a 2006, as variações das concentrações na RMSP não apresentaram um padrão definido. Já para as estações do interior houve pequena redução nas concentrações, enquanto que em Cubatão observou-se aumento das mesmas, especialmente na área industrial.
- fumaça – Em 2007 as concentrações médias na RMSP apresentaram pequeno aumento, à exceção de Pinheiros. O PQAr foi excedido por dois dias na estação Moema.
- partículas totais em suspensão – Apresentou médias de inverno um pouco mais baixas que no inverno de 2006, na maioria das estações. O PQAr foi ultrapassado na RMSP em um dia na estação Osasco e oito dias em São Bernardo do Campo, a qual está influenciada por obras em suas proximidades. Em Cubatão Vila Parisi, houve 10 ultrapassagens do PQAr, sendo que 6 atingiram o nível de Atenção e 4, o nível de Alerta.
- dióxido de enxofre – As concentrações se mantiveram bem abaixo do PQAr, com leve tendência de redução das concentrações em alguns locais, mesmo com o alto percentual de dias com condições desfavoráveis à dispersão de poluentes no inverno de 2007.
- monóxido de carbono – De maneira geral, observou-se que as concentrações de monóxido de carbono tem se mantido estáveis nos últimos anos. O PQAr de 8 horas foi ultrapassado uma vez nas estações Congonhas, 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 1 hora foi ultrapassado em um dia nas estações Ibirapuera e Cerqueira César.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB. **Relatório “Operação Inverno”**- Projeto. 1976.
2. 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.
3. CETESB. **Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - 2007**.
4. Lei Estadual 997 - Decreto 8468, 1976. **Coordenação da Equipe de Qualidade do Ar e Elaboração do Relatório**.
5. 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

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 (2005 a 2007).

		FAVORÁVEIS			DESFAVORÁVEIS		
MÊS \ ANO		2005	2006	2007	2005	2006	2007
MAIO		18	29	25	13	2	6
JUNHO		17	19	13	13	11	17
JULHO		22	12	20	9	19	11
AGOSTO		21	18	17	10	13	14
SETEMBRO		30	26	27	0	4	3
Total		108	104	102	45	49	51

Tabela B Frequência de inversões térmicas, por faixa, nos anos de 2005 a 2007 - Aeroporto de Marte - São Paulo.

ALTURA (m)	0 - 200			201 - 400			401 - 600			> 601			TOTAL			
	ANO	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007
MÊS																
MAIO	10	7	7	10	4	7	3	3	2	21	31	25	44	45	41	
JUNHO	11	7	8	11	5	9	3	7	2	16	31	26	41	50	45	
JULHO	14	18	9	5	9	7	1	0	7	22	22	32	42	49	55	
AGOSTO	12	10	9	10	9	8	3	3	7	23	23	31	48	45	55	
SETEMBRO	1	5	5	5	5	16	10	5	2	25	21	19	41	36	42	
TOTAL	48	47	38	41	32	47	20	18	20	107	128	133	216	225	238	

OBS.: Não houve sondagem nos seguintes dias:

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

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

Em 2007: 28/06; 14/07

Tabela C Precipitação mensal e frequência de dias de chuva da Estação Mirante de Santana - Período de 2005 a 2007 e Normal de 1961 a 1990.

	ANO						
	1961 A 1990	2005		2006		2007	
MÊS	mm	mm	dias	mm	dias	mm	dias
MAIO	73,6	199,0	7	15,0	3	130,1	9
JUNHO	55,7	30,4	4	24,2	2	30,7	4
JULHO	44,1	13,7	5	71,0	7	148,3	9
AGOSTO	38,9	9,5	3	5,6	3	0,0	0
SETEMBRO	80,5	138,8	13	77,7	7	15,7	4
TOTAL	292,8	391,4	32	193,5	22	324,8	26

FORNTE: 7º DISME/INMET

Tabela D Frequência de sistemas frontais que passaram sobre a Região de São Paulo durante os meses de maio a setembro de 2005 a 2007.

Mês \ Ano	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Total
2005	4	3	5	4	5	21
2006	4	5	5	3	5	22
2007	6	4	4	5	3	22

Tabela E Velocidade média do vento e porcentagem média de calmaria da Região Metropolitana de São Paulo - 2007.

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