

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 - 2004

QUALIDADE DO AR

dezembro – 2004

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. Passagem de Sistemas Frontais.....	6
3.2. Precipitação Pluviométrica	6
3.3. Inversões Térmicas.....	7
3.4. Vento	7
3.5. Umidade Relativa do Ar	8
3.6. Condições Meteorológicas de Dispersão	12
4. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR	12
4.1. 1ª Parte - Índice de Qualidade do Ar.....	12
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.....	34
Dióxido de Nitrogênio	36
5. ESTADOS ATINGIDOS E/OU DECLARADOS	37
6. COMENTÁRIOS FINAIS	39
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
8. EQUIPE DE TRABALHO	40
ANEXO	41

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 30/09/04)	13
TABELA 5 - PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP ₁₀) - 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 _{2,5}) - REDE MANUAL – MÉDIA DE 24h.....	16
TABELA 9 - DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO ₂) - REDE AUTOMÁTICA – MÉDIA DE 24h	16
TABELA 10 - MONÓXIDO DE CARBONO CO - REDE AUTOMÁTICA - MÉDIA DE 8 HORAS - PERÍODO : 01/05/04 A 30/09/04	17
TABELA 11 - MONÓXIDO DE CARBONO CO - REDE AUTOMÁTICA - MÉDIA DE 1 HORA - PERÍODO : 01/05/04 A 30/09/04	18
TABELA 12 - OZÔNIO O ₃ - REDE AUTOMÁTICA - MÉDIA DE 1 HORA PERÍODO : 01/05/04 A 30/09/04 ...	19
TABELA 13 - DIÓXIDO DE NITROGÊNIO NO ₂ - REDE AUTOMÁTICA - MÉDIA DE 1 HORA - PERÍODO : 01/05/04 A 30/09/04	20
TABELA 14 – CO – Nº DE ULTRAPASSAGENS DO PADRÃO (média de 8h) PERÍODO MAIO A SETEMBRO	34
TABELA 15 - ESTADOS ATINGIDOS E/OU DECLARADOS	37

ÍNDICES DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Frequência de sistemas frontais que passaram sobre São Paulo	6
FIGURA 2 -	Precipitação Total de 1995 a 2004 e Normal de 1961 a 1990	7
FIGURA 3 -	Distribuição de frequência da altura da base das inversões térmicas	7
FIGURA 4 -	Porcentagem de calmaria na Região Metropolitana de São Paulo	8
FIGURA 5 -	Velocidade média do vento na Região Metropolitana de São Paulo	8
FIGURA 6 -	Umidade Relativa às 15h	11
FIGURA 7 -	Porcentagem de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes	12
FIGURA 8 -	MP ₁₀ – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - RMSP	21
FIGURA 9 -	MP ₁₀ - Concentrações médias- Centro/Zona Norte	22
FIGURA 10 -	MP ₁₀ – Concentrações médias - Zona Leste	22
FIGURA 11	MP ₁₀ - Concentrações médias - Zona Sul	23
FIGURA 12 -	MP ₁₀ - Concentrações médias - Zona Oeste	23
FIGURA 13 -	MP ₁₀ - Concentrações médias - ABCD/Mauá	24
FIGURA 14 -	MP ₁₀ - Concentrações médias por Região	24
FIGURA 15 -	MP ₁₀ - Concentrações médias - RMSP	25
FIGURA 16 -	MP ₁₀ – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar – Cubatão-V.Parisi Período de maio a setembro	26
FIGURA 17 -	MP ₁₀ – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar – Cubatão-Centro Período de maio a setembro	26
FIGURA 18 -	MP ₁₀ - Concentrações médias – Cubatão e Interior	27
FIGURA 19 -	MP _{2,5} - 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) - Período de maio a setembro	29
FIGURA 22 -	PTS - Concentrações médias - Rede Manual – RMSP (Centro, Zona Oeste e Leste) - Período de maio a setembro	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 ₂ - Concentrações médias - Centro/Zona Norte	31
FIGURA 26 -	SO ₂ - Concentrações médias - Zona Sul	31
FIGURA 27 -	SO ₂ - Concentrações médias - Zona Oeste	32
FIGURA 28 -	SO ₂ - Concentrações médias - ABCD/Mauá	32
FIGURA 29 -	SO ₂ - Concentrações médias por Região	33
FIGURA 30 -	SO ₂ - Concentrações médias – Cubatão e Interior	33
FIGURA 31 -	CO – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - Média de 8 horas Período de maio a setembro	34
FIGURA 32 -	CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Região Central)	35
FIGURA 33 -	CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Zona Sul e ABC)	35
FIGURA 34 -	CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Zona Oeste)	36
FIGURA 35 -	NO ₂ – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar	36

1. INTRODUÇÃO

Instituída em 1976, a CETESB passou a implementar, durante os meses de inverno, período mais crítico à dispersão dos poluentes primários, um conjunto de ações preventivas e corretivas historicamente denominado "Operação Inverno"⁽¹⁾ visando proteger a saúde da população contra agravos causados por episódios agudos de poluição do ar na RMSP e Cubatão. 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 na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Essas ações culminaram com o início das reduções 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.

A avaliação diária da poluição atmosférica realizada pela CETESB, mostrava que no inverno alguns poluentes freqüentemente atingiam altas concentrações, notadamente o monóxido de carbono e o material particulado⁽²⁾. Deste último, destacam-se as partículas inaláveis por serem mais agressivas à saúde. Embora, nos últimos anos, os níveis diários desses dois poluentes na atmosfera tenham caído significativamente, ainda é no inverno que se apresentam suas maiores concentrações, chegando a ultrapassar os padrões diários. Porém, como os níveis de dióxido de enxofre (SO₂), partículas inaláveis (MP₁₀) e monóxido de carbono (CO) não têm mais atingido níveis críticos, a "Operação Inverno" não prevê atualmente, na RMSP, ações concentradas de controle de fontes industriais. Já em Cubatão, ações mais efetivas de controle ainda são tomadas.

No caso do ozônio (O₃), este relatório apresenta apenas os resultados no inverno de 2004, mas não são apresentadas maiores análises, uma vez que justamente no período do inverno são observadas as suas menores concentrações atmosféricas. É importante ressaltar que o ozônio também ultrapassa o padrão de qualidade do ar no inverno, embora com menor freqüência que nas demais épocas do ano.

O objetivo deste relatório é analisar os resultados do monitoramento da qualidade do ar no Estado de São Paulo no período de inverno de 2004, 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 no período de inverno destacam-se as partículas inaláveis, o monóxido de carbono e o 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⁽³⁾ 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 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⁽⁴⁾.

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, destacando-se nos últimos anos as estações do Ibirapuera, Mauá, Moóca e Santana. 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⁽⁵⁾ e na Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90⁽⁶⁾. 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Atenção ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alerta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Emergência ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PTS	24h*	240 80 ²	150 60 ²	375	625	875
SO ₂	24h*	365 80 ¹	100 40 ¹	800	1.600	2.100
O ₃	1h*	160	160	400 200**	800	1.000
FMC	24h*	150 60 ¹	100 40 ¹	250	420	500
MP ₁₀	24h*	150 50 ¹	150 50 ¹	250	420	500
NO ₂	1h	320 100 ¹	190 100 ¹	1130	2260	3000
CO	1h*	40.000 (35 ppm)	40.000 (35 ppm)			
	8h*	10.000 (9ppm)	10.000 (9ppm)	17.000 (15ppm)	34.000 (30ppm)	46.000 (40ppm)

1 - Média aritmética anual

2 - Média geométrica anual

*O padrão não deve ser excedido mais que uma vez ao ano

**Limite para o Estado de São Paulo, que possui legislação mais restritiva.

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

Índice	Qualidade do Ar	Significado
0 - 50	Boa	Índices abaixo do padrão primário anual*
51 - 100	Regular	Índices abaixo dos padrões primários
101 - 199	Inadequada	Índices acima dos padrões primários
200 - 299	Má	Índices acima do nível de Atenção
300 - 399	Péssima	Índices acima do nível de Alerta
> 400	Crítica	Índices acima do nível de Emergência

*Para o O₃ e CO: índices abaixo da metade do padrão diário do respectivo poluente.

Tanto a classificação Boa como Regular indicam que a qualidade do ar obedece aos padrões legais, ou seja, abaixo do PQAR primário. Os níveis diários de qualidade do ar, bem como a previsão de dispersão de poluentes, são divulgados para a imprensa em geral e também no "site" www.cetesb.sp.gov.br.

2.3. Redes de Amostragem - histórico

A CETESB vem operando uma rede automática de monitoramento da qualidade do ar desde 1981 na RMSP. A partir de 2000, iniciou o monitoramento nos municípios de Campinas, Paulínia, Sorocaba e São José dos Campos. Possui também uma rede manual que mede os teores de dióxido de enxofre e fumaça na RMSP (desde 1973) e interior (desde 1986) e outra que mede as partículas totais em suspensão desde 1983 na RMSP e Cubatão. As duas estações móveis são deslocadas em função da necessidade de monitoramento em locais onde não existem estações de amostragem ou para estudos complementares à própria rede.

A rede automática mede, atualmente, os seguintes parâmetros: partículas inaláveis, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono, hidrocarbonetos totais menos metano, metano, 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

ESTÇÃO Nº	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS														
		MP ₁₀	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO	CH ₄	HCNM	O ₃	UR	TEMP	VV	DV	P	RAD
01	Parque D. Pedro II	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
02	Santana ¹	X								X			X	X		
03	Moóca ²	X								X			X	X		
04	Cambuci	X														
05	Ibirapuera ³	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
06	Nossa Senhora do Ó ^{4/15}	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 ^{4/5/6/7}	X		X	X	X	X									
10	Cerqueira César ⁵	X	X	X	X	X	X									
11	Penha ⁴	X														
12	Centro ⁴	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 ^{5/6/7}	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 ^{9/10}	X					X				X	X				
21	São Miguel Paulista	X								X	X	X	X	X		
22	Mauá	X		X	X	X				X						
27	Pinheiros ^{8/11/12}	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
TOTAL MONITORES RMSP		23	7	9	9	9	11	2	2	12	4	4	13	13	2	1
24	Cubatão - Centro ^{3/5/6}	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
25	Cubatão - Vila Parisi	X	X										X	X		
TOTAL MONITORES LITORAL		2	2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	1	0
42	Campinas-Centro	X					X				X	X				
44	Paulínia ⁵	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
51	Sorocaba ¹³	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X		
55	São José dos Campos	X	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 ESTAÇÕES FIXAS		29	12	12	12	12	13	4	4	16	9	9	18	18	4	2
49	Estação Móvel I	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
50	Estação Móvel II	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		
TOTAL GERAL		31	14	14	14	14	15	5	5	18	11	11	20	20	4	2

MP₁₀ Partículas inaláveis
 SO₂ Dióxido de enxofre
 NO Monóxido de nitrogênio
 NO₂ Dióxido de nitrogênio
 NO_x Óxidos de nitrogênio
 CO Monóxido de carbono
 CH₄ Metano
 HCNM Hidrocarbonetos totais menos Metano
 O₃ Ozônio
 VV Velocidade do Vento
 DV Direção do Vento
 UR Umidade Relativa do Ar

P Pressão Atmosférica
 TEMP Temperatura
 RAD Radiação Total e Ultra-violeta

1 - monitor MP₁₀ em operação a partir de 03/08/2003
 2 - monitor MP₁₀ em operação a partir de 28/07/2003
 3 - monitor SO₂ temporariamente fora de operação
 4 - monitor MP₁₀ temporariamente fora de operação
 5 - monitor NO_x temporariamente fora de operação
 6 - monitor O₃ temporariamente fora de operação
 7 - monitor CO temporariamente fora de operação
 8 - estação em reforma

9 - monitor de CO em operação a partir de 22/07/2004
 10 - monitor de UR e TEMP em oper. a partir de 02/07/2004
 11 - monitor UR e TEMP em oper. a partir de 29/06/2004
 12 - monitores de VV e DV em oper. a partir de 27/07/2004
 13 - monitor SO₂ temporariamente fora de operação
 14 - monitor O₃ em operação a partir de 18/06/2004
 15 - monitor UR e TEMP em oper. a partir de 15/06/2004

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

Rede Manual

LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETRO FMC
Americana - OMS	X
Araraquara - OMS	X
Campinas - OMS	X
Franca - OMS	X
Itu - OMS	X
Jundiaí - OMS	X
Limeira - OMS	X
Limeira - Ceset - OMS	X
Paulínia - OMS	X
Piracicaba - OMS	X
Ribeirão Preto - OMS	X
Salto - OMS	X
São Carlos - OMS	X
São José dos Campos - OMS	X
Sorocaba - OMS	X
Sorocaba - H. Campos - OMS	X
Taubaté - OMS	X
Votorantim - OMS	X
TOTAL - INTERIOR	18

FMC Fumaça

PTS Partículas totais em suspensão

MP_{2,5} Partículas inaláveis finas

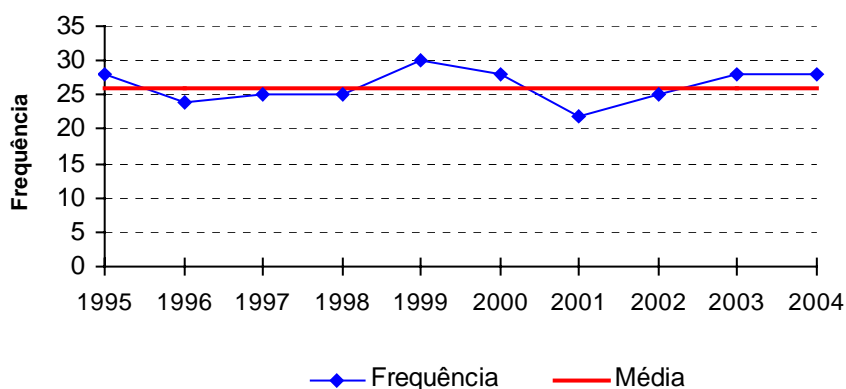
LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES	PARÂMETROS		
	MP _{2,5}	FMC	PTS
Aclimação - OMS		X	
Campos Elíseos - OMS		X	
Cerqueira César - OMS	X	X	X
Ibirapuera - OMS	X	X	X
Moema - OMS		X	
Mogi das Cruzes - OMS		X	
Osasco			X
Parque D. Pedro II			X
Pinheiros - OMS	X	X	X
Pça. da República - OMS		X	
Santo Amaro			X
Santo André - Capuava			X
São Bernardo do Campo			X
São Caetano do Sul	X		X
Tatuapé - OMS		X	
TOTAL RMSP	4	9	9
Cubatão - Vila Parisi			X
Santos - OMS		X	
TOTAL LITORAL		1	1

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.

3.1. 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 1 mostra o número de passagens de sistemas frontais e a respectiva média no período de maio a setembro de 1995 a 2004.



**FIGURA 1 - Frequência de sistemas frontais que passaram sobre São Paulo
Período de maio a setembro**

3.2. 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 à dispersão de poluentes, promove a remoção dos mesmos, pois uma parcela significativa desses poluentes são incorporados à água da chuva. A figura 2 mostra a normal climatológica de 1961-1990 bem como as precipitações ocorridas no período de maio a setembro de 1995 a 2004.

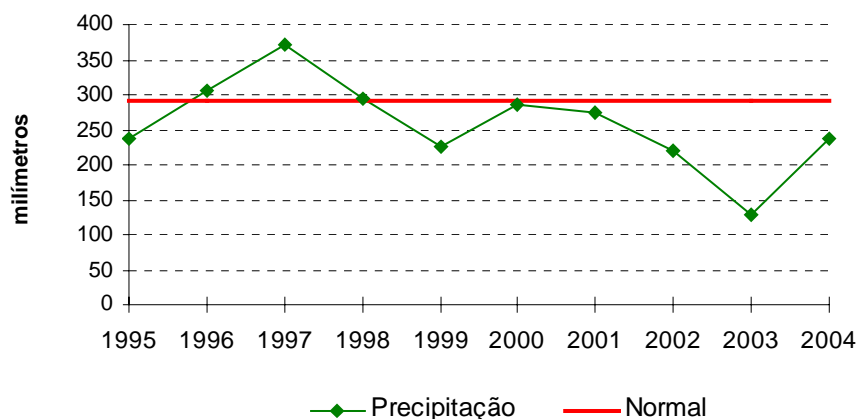


FIGURA 2 - Precipitação Total de 1995 a 2004 e Normal de 1961 a 1990
Período de maio a setembro (Estação Mirante de Santana - INMET)

3.3. 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 3 mostra a frequência total e respectiva média da altura da base das inversões térmicas ocorridas até 200 metros bem como a média no período de maio a setembro de 1995 a 2004.

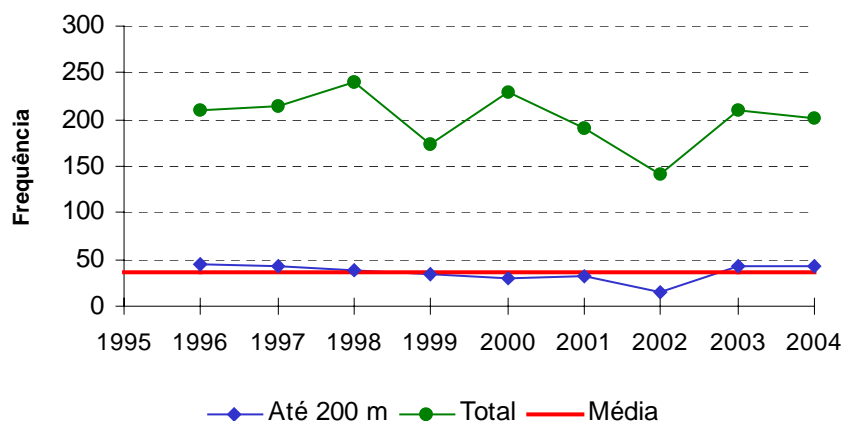


FIGURA 3 - Distribuição de frequência da altura da base das inversões térmicas
Período maio a setembro (Força Aérea Brasileira - Campo de Marte)

3.4. 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 4 e 5 mostram respectivamente a porcentagem de calmaria e velocidade média para os meses de maio a setembro de 1995 a 2004.

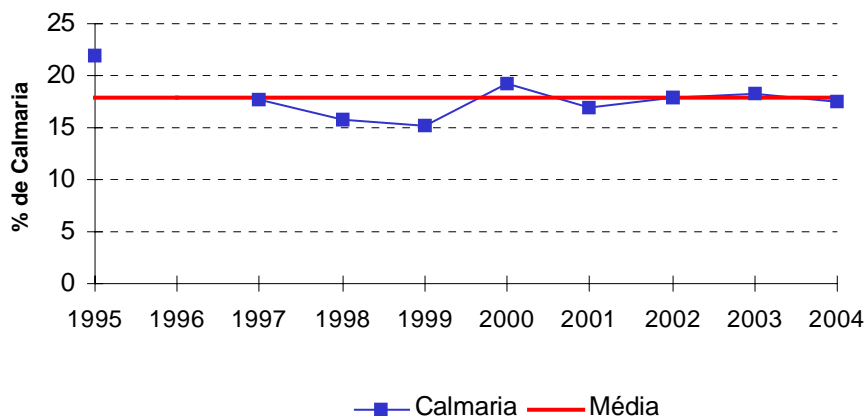


FIGURA 4 - Porcentagem de calmaria na Região Metropolitana de São Paulo Período maio a setembro (Rede Automática - CETESB)

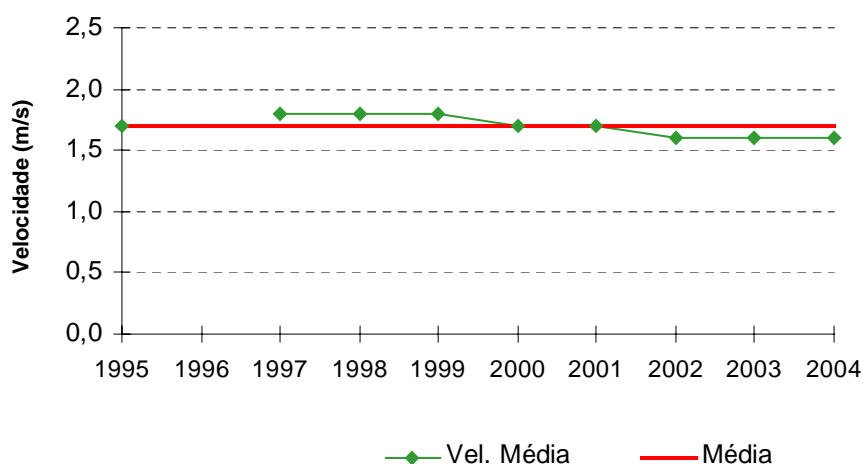


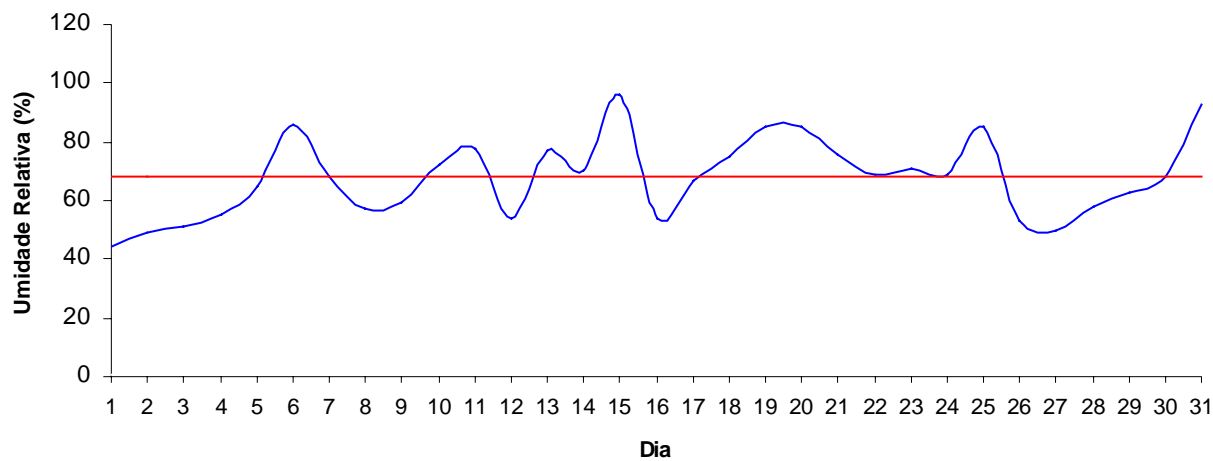
FIGURA 5 - Velocidade média do vento na Região Metropolitana de São Paulo Período maio a setembro (Rede Automática - CETESB)

3.5. Umidade Relativa do Ar

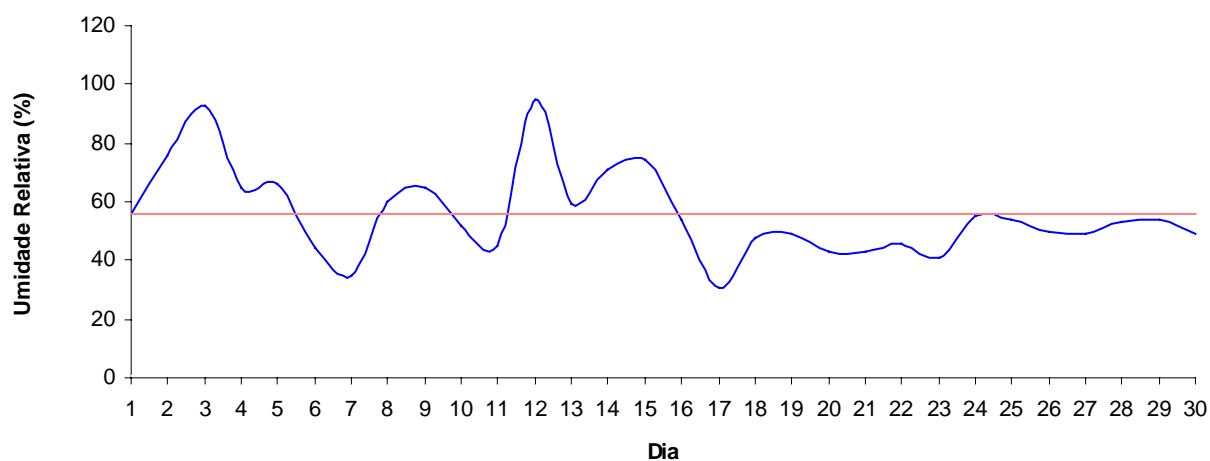
A umidade relativa do ar é um parâmetro meteorológico que caracteriza o tipo de massa de ar que está atuando sobre a região. A ocorrência de baixa umidade relativa pode agravar doenças e quadros clínicos da população, além de causar desconforto nas pessoas saudáveis, um quadro que possui semelhança com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

A figura 6 mostra o comportamento da umidade relativa, às 15h, horário do dia em que 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 2004.

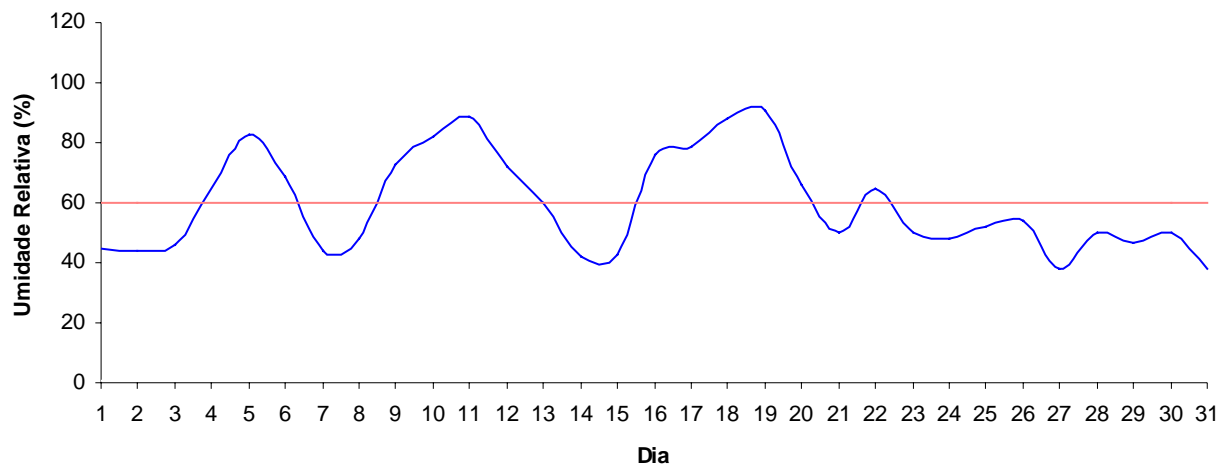
maio/2004



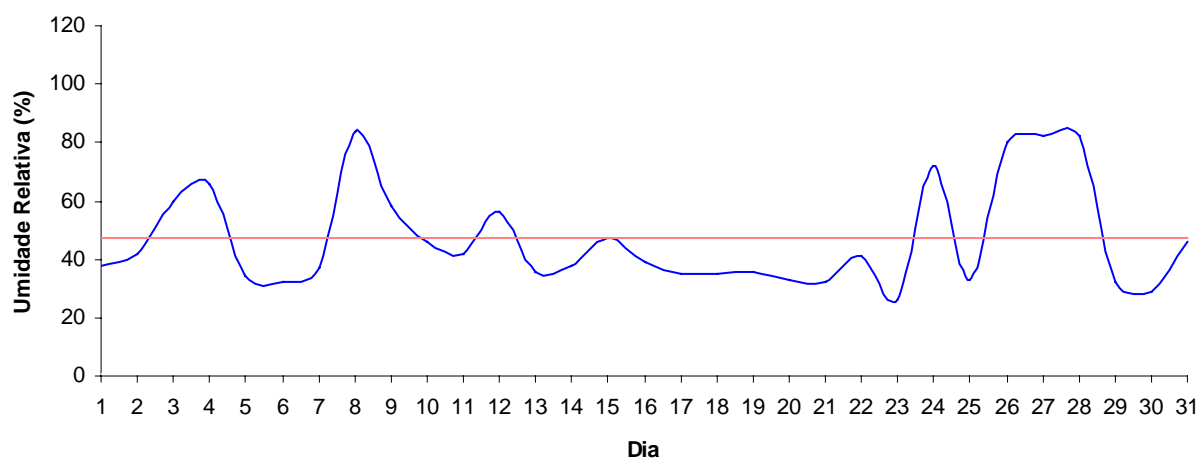
junho/2004



julho/2004



agosto/2004



setembro/2004

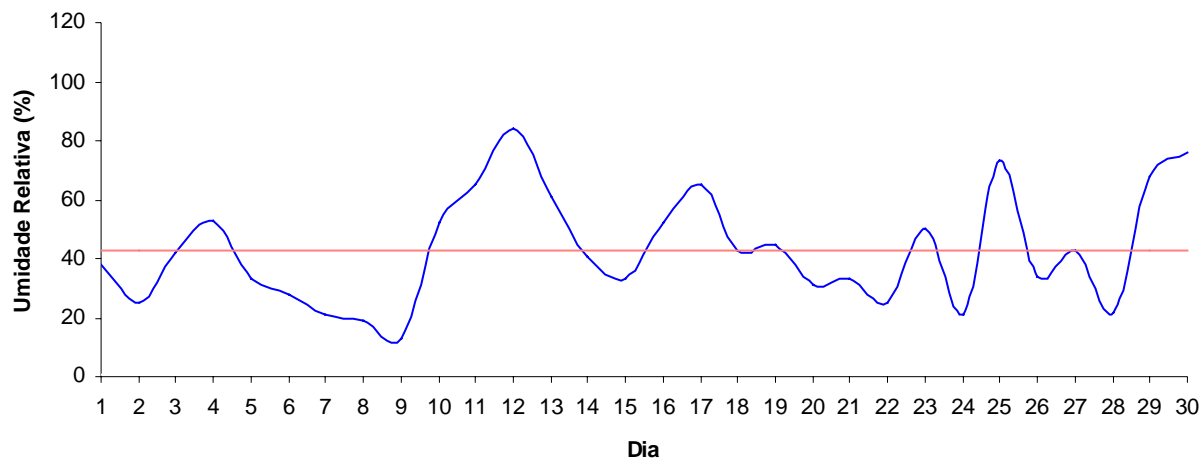
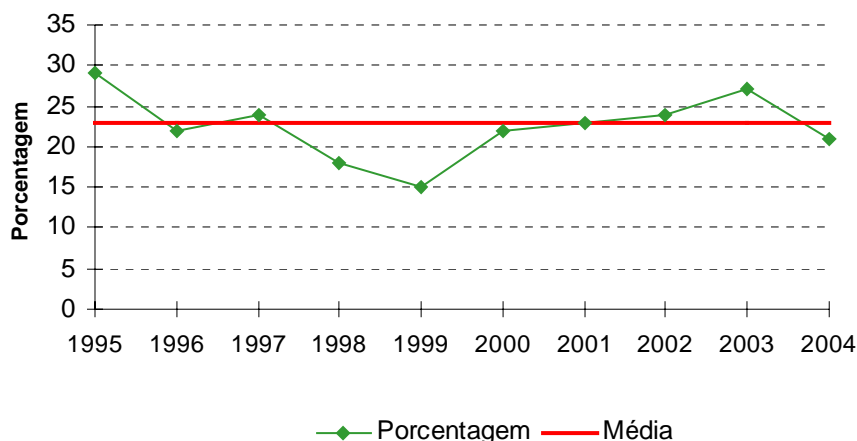


FIGURA 06 - Umidade Relativa às 15h
Período maio a setembro (Estação Mirante de Santana – INMET)

3.6. Condições Meteorológicas de Dispersão

Na figura 7 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 1995 a 2004.



**FIGURA 07 - Porcentagem de dias desfavoráveis à dispersão dos poluentes
Período maio a setembro**

Considerando os aspectos meteorológicos, a análise dos parâmetros indica que o inverno de 2004 foi menos desfavorável que nos anos anteriores. O principal indicador observado foi o de pluviosidade, já que observou-se volumes de chuva próximos ou superior à média mensal climatológica e média de umidade relativa (às 15 horas) em torno de 60% nos meses de maio, junho e julho. No entanto, foram observados períodos de dias muito secos, com umidade relativa abaixo de 20%, em agosto e setembro.

4. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

Neste relatório, a avaliação da qualidade do ar está dividida 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 2004, 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 2004, somente na RMSP. A base de dados considerada para a tabela 4 compreende 23 estações que correspondem a 23 monitores de MP₁₀, 11 de CO, 9 de NO₂, 7 de SO₂ e 12 de O₃.

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 30/09/04)

	Boa %	Regular %	Inadequada %	Má %
CO	92,4	7,2	0,4	0,0
MP₁₀	57,6	42,2	0,2	0,0
O₃	64,2	29,9	4,1	1,8
NO₂	56,1	43,9	0,0	0,0
SO₂	100,0	0,0	0,0	0,0

Os resultados mostram que o SO₂ e o NO₂ são os únicos poluentes em que o PQAR de curto prazo não foi excedido. Mesmo o inverno não sendo a estação preferencial para o ozônio, este se apresenta como o pior caso, onde 5,9% das medições ultrapassaram o PQAR, sendo 1,8% apresentando a qualidade Má. Os dias em que houve ultrapassagem do nível de atenção (qualidade Má), e as respectivas concentrações medidas estão apresentados no item 5.

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 (MP₁₀), 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_{2,5}), que neste ano passaram a constar deste relatório.

TABELA 5 - PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP₁₀) - REDE AUTOMÁTICA – MÉDIA DE 24h
PERÍODO: 01/05/04 A 30/09/04

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			
SANTANA	148	0	0	0	0	45	94	90
MOÓCA	151	2	0	0	0	58	155	152
CAMBUCI	152	0	0	0	0	43	98	96
IBIRAPUERA	153	0	0	0	0	46	120	112
NOSSA SENHORA DO Ó	151	1	0	0	0	57	179	138
S. CAETANO DO SUL	153	0	0	0	0	43	98	96
CONGONHAS	152	0	0	0	0	57	130	126
LAPA*	27	0	0	0	0	73	150	128
CERQUEIRA CÉSAR*	97	0	0	0	0	42	88	88
CENTRO	153	1	0	0	0	64	151	148
GUARULHOS	150	2	0	0	0	74	192	176
S. ANDRÉ - CENTRO	152	0	0	0	0	44	134	128
DIADEMA	153	0	0	0	0	42	94	90
SANTO AMARO	148	0	0	0	0	53	142	140
OSASCO	148	1	0	0	0	68	155	148
S. ANDRÉ - CAPUAVA	145	0	0	0	0	38	96	92
S. BERNARDO DO CAMPO	141	0	0	0	0	46	140	120
TABOÃO DA SERRA	146	0	0	0	0	43	126	122
SÃO MIGUEL PAULISTA	136	0	0	0	0	46	124	114
MAUÁ	150	0	0	0	0	42	104	92
PINHEIROS*	92	0	0	0	0	61	144	142
CUBATÃO - CENTRO	142	0	0	0	0	38	84	74
CUBATÃO - VILA PARISI	152	7	0	0	0	93	184	172
CAMPINAS - CENTRO	127	0	0	0	0	38	104	90
PAULÍNIA	130	1	0	0	0	47	162	109
JAÚ (ESTAÇÃO VOLANTE)	121	0	0	0	0	41	101	90
RIB.PRETO (EST.VOLANTE)*	50	0	0	0	0	59	113	90
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	152	0	0	0	0	34	84	75

* Não atendeu ao critério de representatividade

TABELA 6 - PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO (PTS) – REDE MANUAL
PERÍODO : 01/05/04 A 30/09/04

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	24	0	0	0	0	89	156	144
CUBATÃO-V. PARISI	25	11	9	2	0	214	492	423
IBIRAPUERA	25	0	0	0	0	70	146	140
OSASCO	24	3	0	0	0	152	283	267
SANTO AMARO	24	0	0	0	0	80	224	182
SANTO ANDRÉ-CAPUAVA	24	0	0	0	0	69	133	120
SÃO BERNARDO DO CAMPO	25	0	0	0	0	94	210	206
SÃO CAETANO DO SUL	25	0	0	0	0	85	168	136

Tempo de amostragem: 24 horas

TABELA 7 - FUMAÇA (FMC) - REDE MANUAL
PERÍODO : 01/05/04 A 30/09/04

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA $\mu\text{a}/\text{m}^3$	1ª MÁXIMA $\mu\text{a}/\text{m}^3$	2ª MÁXIMA $\mu\text{a}/\text{m}^3$
		PQAR 150 $\mu\text{a}/\text{m}^3$	ATENÇÃO 250 $\mu\text{a}/\text{m}^3$	ALERTA 420 $\mu\text{a}/\text{m}^3$	EMERGÊNCIA 500 $\mu\text{a}/\text{m}^3$			
ACLIÇÃO	26	1	0	0	0	49	155	91
CAMPOS ELÍSEOS	26	0	0	0	0	54	147	103
CERQUEIRA CÉSAR	26	0	0	0	0	54	109	101
IBIRAPUERA	26	0	0	0	0	29	87	67
MOEMA	26	0	0	0	0	40	107	81
MOGI DAS CRUZES	26	0	0	0	0	16	38	33
PINHEIROS	25	0	0	0	0	45	128	101
PRAÇA DA REPÚBLICA	25	0	0	0	0	46	127	91
PATUAPÉ	26	0	0	0	0	46	119	88
CAMPINAS	20	0	0	0	0	36	62	54
PAULÍNIA	17	0	0	0	0	43	80	73
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	23	0	0	0	0	22	47	38
SOROCABA-H. CAMPOS	26	0	0	0	0	26	62	55
SOROCABA-CENTRO	26	0	0	0	0	39	74	74

Tempo de amostragem: 24 horas

TABELA 8 - PARTÍCULAS INALÁVEIS FINAS (MP_{2,5}) - REDE MANUAL – MÉDIA DE 24h
PERÍODO: 01/05/04 A 30/09/04

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	MÉDIA ARITMÉTICA µg/m ³	1ª MÁXIMA µg/m ³	2ª MÁXIMA µg/m ³
CERQUEIRA CÉSAR	21	26	48	44
IBIRAPUERA	26	24	49	38
SÃO CAETANO DO SUL	23	25	50	40

Dióxido de Enxofre

Na tabela 9 são apresentados os dados de dióxido de enxofre obtidos durante o período de maio a setembro na rede automática.

TABELA 9 - DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO₂) - REDE AUTOMÁTICA – MÉDIA DE 24h
PERÍODO : 01/05/04 A 30/09/04

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA µg/m ³	1ª MÁXIMA µg/m ³	2ª MÁXIMA µg/m ³
		PQAR 365 µg/m ³	ATENÇÃO 800 µg/m ³	ALERTA 1600 µg/m ³	EMERGÊNCIA 2100 µg/m ³			
IBIRAPUERA*	95	0	0	0	0	10	22	22
S. CAETANO DO SUL	151	0	0	0	0	16	37	37
CONGONHAS	150	0	0	0	0	26	53	53
CERQUEIRA CÉSAR	126	0	0	0	0	16	37	37
OSASCO*	96	0	0	0	0	14	29	26
CUBATÃO - CENTRO	113	0	0	0	0	18	74	50
CUBATÃO - VILA PARISI	145	0	0	0	0	27	77	72
PAULÍNIA	145	0	0	0	0	14	37	34
JAÚ (ESTAÇÃO VOLANTE)*	59	0	0	0	0	2	3	3
RIB.PRETO (EST.VOLANTE)*	39	0	0	0	0	5	9	8
SOROCABA*	82	0	0	0	0	10	29	25
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	151	0	0	0	0	7	25	24

* 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 : 01/05/04 A 30/09/04

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA DAS MAX. DE 8 hrs ppm	1ª MÁXIMA ppm	2ª MÁXIMA ppm
		PQAR 9 ppm	ATENÇÃO 15 ppm	ALERTA 30 ppm	EMERGÊNCIA 40 ppm			
IBIRAPUERA	144	0	0	0	0	1,6	6,8	5,8
SÃO CAETANO DO SUL	131	3	0	0	0	2,4	10,2	10,0
CONGONHAS	144	0	0	0	0	3,1	8,9	7,6
CERQUEIRA CÉSAR	151	0	0	0	0	2,4	7,0	6,6
CENTRO	149	0	0	0	0	2,9	8,8	6,1
S. ANDRÉ - CENTRO	150	1	0	0	0	1,6	9,7	7,9
SANTO AMARO	145	0	0	0	0	1,4	5,6	5,1
OSASCO	133	0	0	0	0	3,0	5,8	5,8
TABOÃO DA SERRA*	67	0	0	0	0	2,7	8,1	7,6
PINHEIROS*	92	1	0	0	0	2,5	9,4	7,0
CAMPINAS-CENTRO	142	0	0	0	0	2,0	4,8	4,0
PAULÍNIA	143	0	0	0	0	0,8	2,0	1,8
JAÚ (ESTAÇÃO VOLANTE)	106	0	0	0	0	0,7	1,4	1,3
RIB.PRETO (EST.VOLANTE)*	30	0	0	0	0	1,1	1,8	1,6

* Não atendeu ao critério de representatividade

TABELA 11 - MONÓXIDO DE CARBONO (CO) - REDE AUTOMÁTICA - MÉDIA DE 1 HORA - PERÍODO : 01/05/04 A 30/09/04

ESTAÇÃO	Nº DE ULTRAPASSAGENS DO PQAR HORÁRIO 35 ppm	MÉDIA ARITMÉTICA DAS MÁX. DE 1 hora ppm	1ª MÁXIMA ppm	2ª MÁXIMA ppm
IBIRAPUERA	0	2,3	8,8	8,3
SÃO CAETANO DO SUL	0	3,8	13,2	11,5
CONGONHAS	0	4,1	13,1	10,2
CERQUEIRA CÉSAR	0	3,2	9,3	9,3
CENTRO	0	3,7	10,9	10,1
S. ANDRÉ - CENTRO	0	2,6	11,5	10,1
SANTO AMARO	0	2,1	6,7	6,7
OSASCO	0	4,1	11,2	8,4
TABOÃO DA SERRA	0	4,4	10,9	10,3
PINHEIROS	0	3,7	11,2	10,3
CAMPINAS-CENTRO	0	3,0	13,7	9,2
PAULÍNIA	0	1,4	4,0	3,7

Ozônio

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

**TABELA 12 - OZÔNIO (O₃) - REDE AUTOMÁTICA - MÉDIA DE 1 HORA PERÍODO :
01/05/04 A 30/09/04**

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA DAS MAX. DE 1 hr	1ª MÁXIMA	2ª MÁXIMA
		PQAR	ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA			
		160 µg/m³	200 µg/m³	800 µg/m³	1000 µg/m³			
SANTANA	134	3	1	0	0	74	212	183
MOÓCA	139	7	2	0	0	68	242	218
IBIRAPUERA	150	18	10	0	0	84	272	260
NOSSA SENHORA DO Ó*	78	5	0	0	0	89	194	187
SÃO CAETANO DO SUL	152	7	1	0	0	71	224	197
DIADEMA	153	7	1	0	0	77	242	182
SANTO AMARO	151	11	3	0	0	93	230	218
SANTO ANDRÉ-CAPUAVA	152	9	4	0	0	71	212	212
S. MIGUEL PAULISTA	150	8	2	0	0	81	266	224
MAUÁ	150	10	3	0	0	76	218	212
PINHEIROS*	92	3	0	0	0	68	182	172
CUBATÃO - CENTRO	139	0	0	0	0	65	158	122
PAULÍNIA	146	16	8	0	0	100	294	239
JAÚ (ESTAÇÃO VOLANTE)	121	3	1	0	0	76	201	164
RIB.PRETO (EST.VOLANTE)*	43	6	0	0	0	121	187	182
SOROCABA	153	9	2	0	0	87	206	201
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	147	6	1	0	0	77	232	193

* Não atendeu ao critério de representatividade

Dióxido de Nitrogênio

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

TABELA 13 - DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO₂) - REDE AUTOMÁTICA - MÉDIA DE 1 HORA - PERÍODO : 01/05/04 A 30/09/04

ESTAÇÃO	Nº DE DIAS AMOSTRADOS	ULTRAPASSAGENS				MÉDIA ARITMÉTICA DAS MAX. DE 1 hr	1ª MÁXIMA	2ª MÁXIMA
		PQAR 320 µg/m³	ATENÇÃO 1130 µg/m³	ALERTA 2260 µg/m³	EMERGÊNCIA 3000 µg/m³			
IBIRAPUERA	137	0	0	0	0	83	267	210
SÃO CAETANO DO SUL*	18	0	0	0	0	115	236	188
CONGONHAS	150	0	0	0	0	150	289	280
CERQUEIRA CÉSAR	149	0	0	0	0	112	294	232
MAUÁ	150	0	0	0	0	69	184	162
PINHEIROS*	91	0	0	0	0	107	210	206
CUBATÃO - CENTRO	126	0	0	0	0	38	104	90
CUBATÃO - VILA PARISI*	88	0	0	0	0	98	175	166
JAÚ (ESTAÇÃO VOLANTE)	106	0	0	0	0	33	72	69
RIB.PRETO (EST.VOLANTE)*	37	0	0	0	0	77	119	114
SOROCABA	153	0	0	0	0	66	165	143

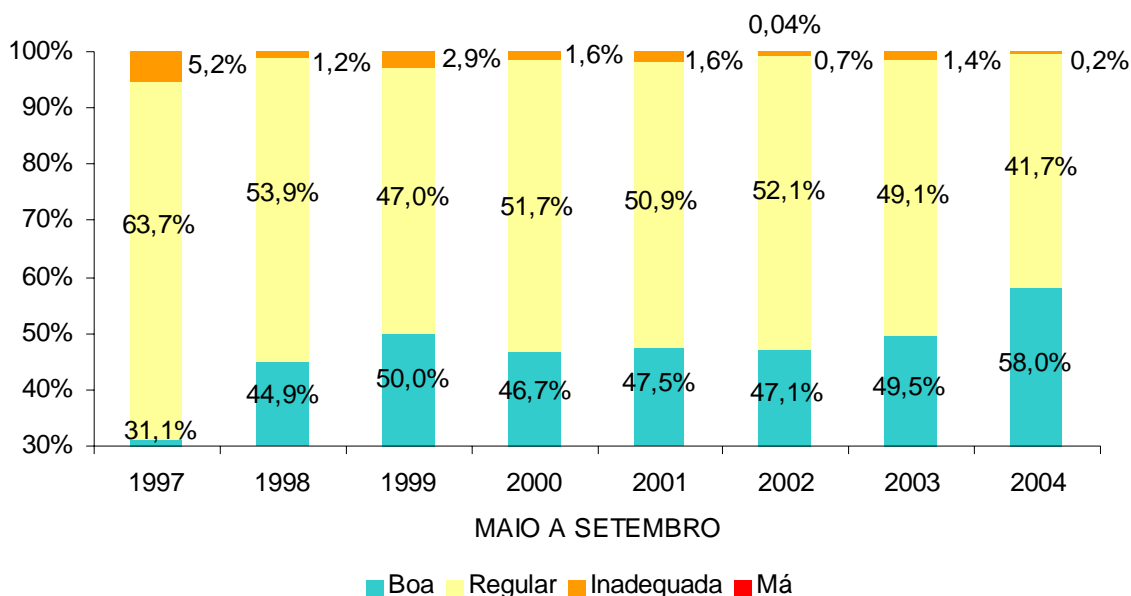
* Não atendeu ao critério de representatividade

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; e 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, podem indicar falsas tendências.

Material Particulado

A figura 8 mostra a evolução da distribuição da qualidade do ar para MP_{10} desde 1997. Nesta figura observa-se uma tendência de redução do número de episódios de ocorrência de qualidade do ar Inadequada, acompanhado de um aumento do número de eventos de qualidade Boa.



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 na RMSP um decréscimo significativo a partir de 1996. Na figura considerando o conjunto das estações (figura 15) observa-se que a partir de 1998 as concentrações apresentam uma leve tendência de queda, acentuada em 2004 possivelmente pelas condições meteorológicas mais favoráveis.

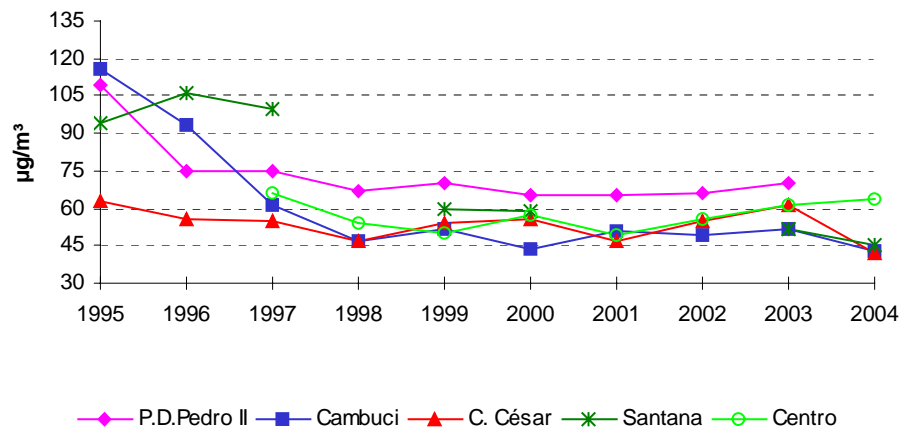


FIGURA 09 - MP₁₀ - Concentrações médias- Centro/Zona Norte
Período de maio a setembro

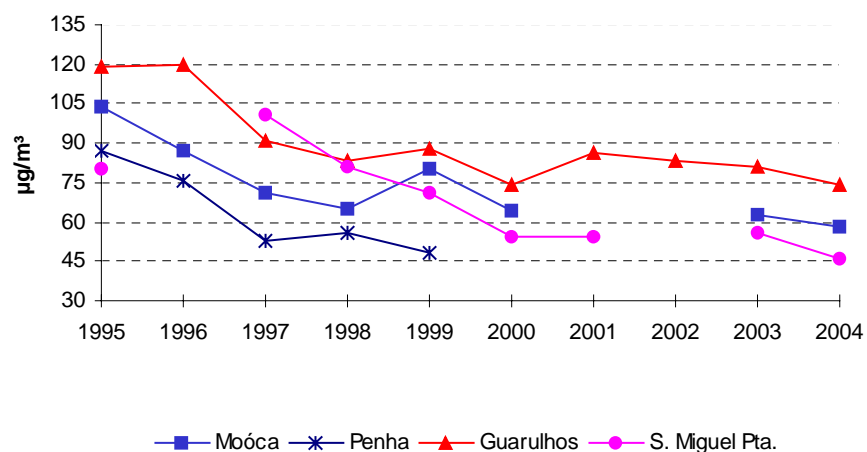


FIGURA 10 - MP₁₀ – Concentrações médias - Zona Leste
Período de maio a setembro

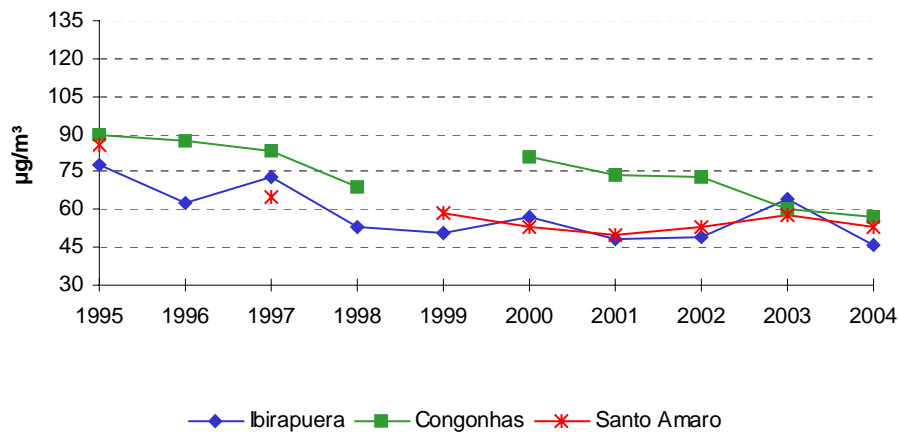
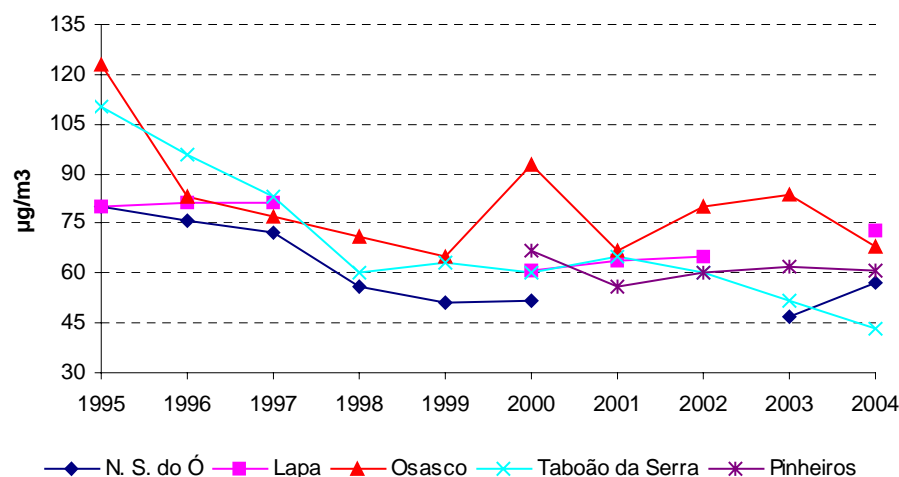


FIGURA 11 - MP₁₀ - Concentrações médias - Zona Sul
Período de maio a setembro



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 - MP₁₀ - Concentrações médias - Zona Oeste
Período de maio a setembro

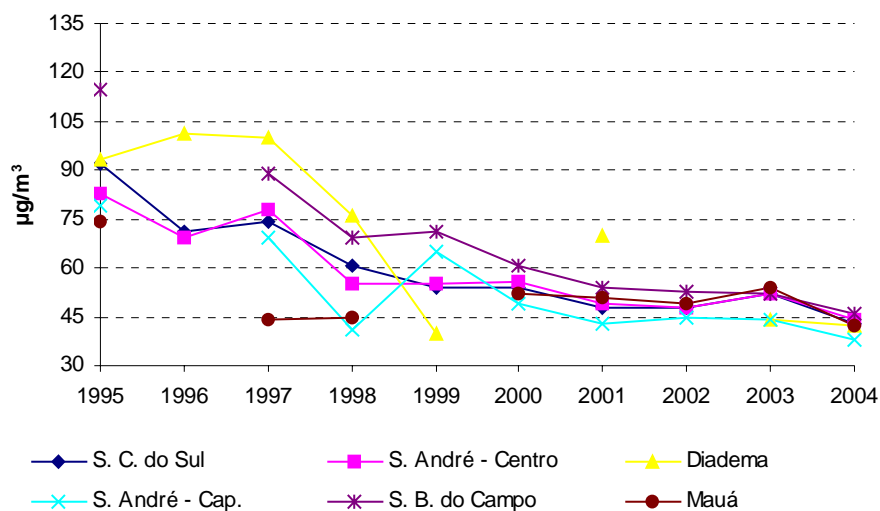
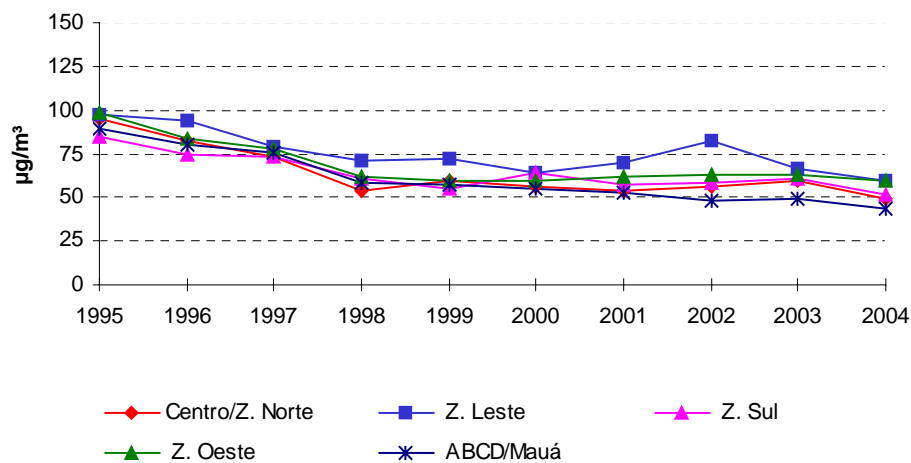
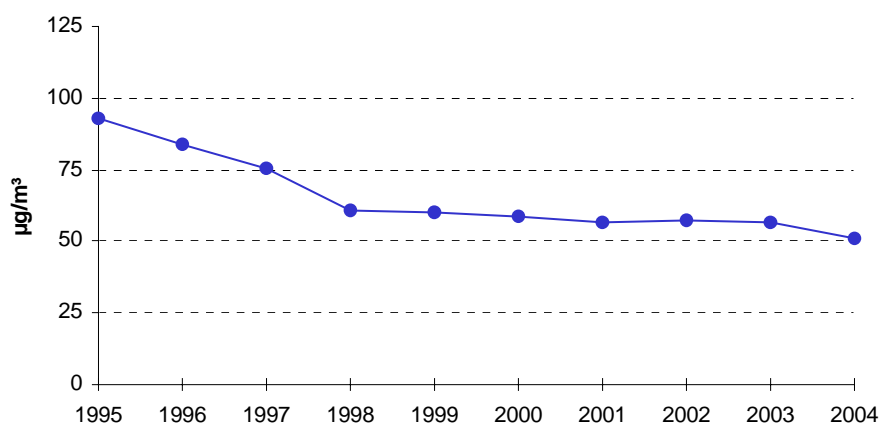


FIGURA 13 - MP₁₀ - Concentrações médias - ABCD/Mauá
Período de maio a setembro



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

FIGURA 14 - MP₁₀ - Concentrações médias por Região
Período de maio a setembro



*Não foi considerada a estação Osasco (2000).

FIGURA 15 - MP₁₀ - Concentrações médias - RMSP
Período de maio a setembro

Nas demais áreas que 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, a análise baseada na distribuição da qualidade do ar de 1997 a 2004 indica que os níveis atuais estão um pouco mais baixos que os observados no final dos anos 90, resultado provavelmente da redução das emissões na região. A partir de 2000 os níveis parecem se manter estáveis, já que pequenas oscilações positivas ou negativas com relação à tendência podem ocorrer pelas variações das condições meteorológicas entre os anos. Deve-se destacar o significativo aumento das concentrações em 2003, mas que pode ser explicado pelas emissões provenientes do fluxo intenso de caminhões em via não pavimentada a poucos metros da estação, o que comprometeu a análise dos dados nesse ano. Em 2004, foram tomadas medidas de controle, minimizando o impacto dessa fonte.

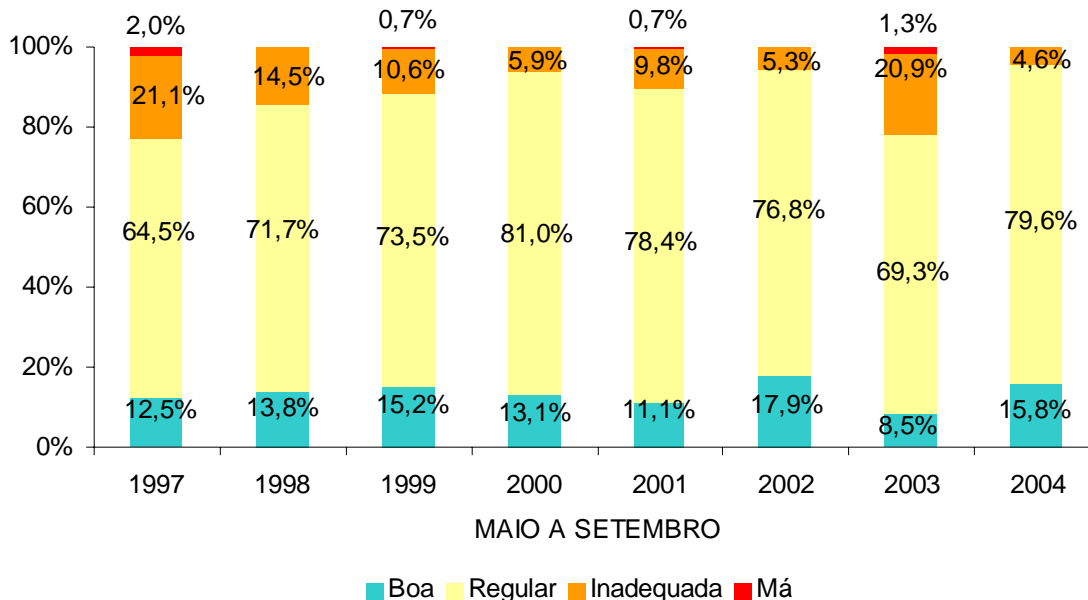


FIGURA 16 - MP₁₀ – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar – Cubatão-V.Parisi Período de maio a setembro

Na região central de Cubatão, a análise baseada na distribuição da qualidade do ar também indica uma redução gradual da poluição, embora ainda sejam observadas ultrapassagens do PQAR, como registradas em 2001 e 2003.

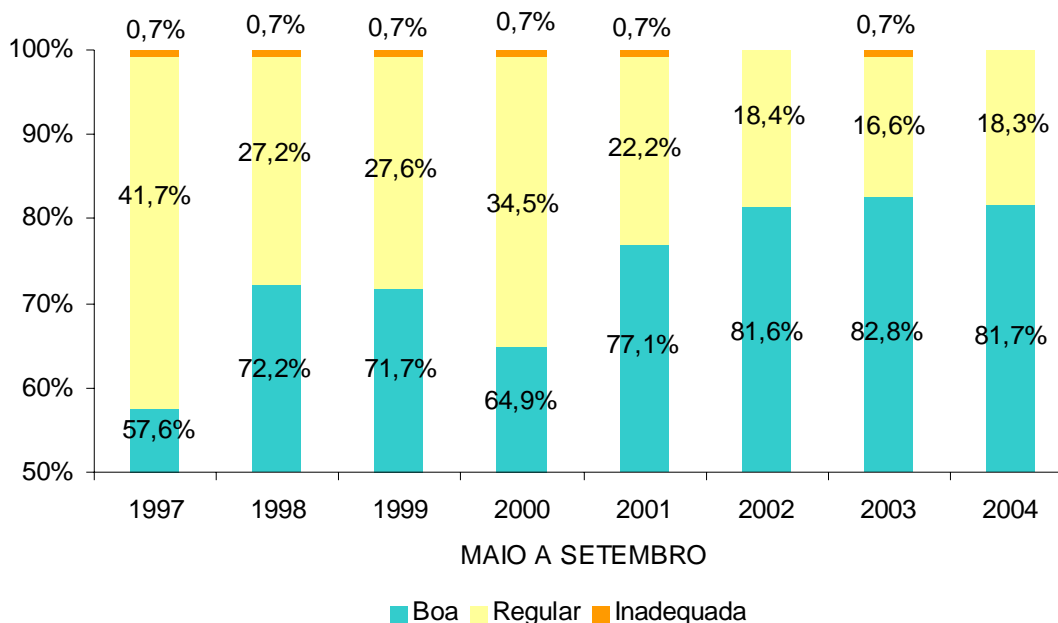


FIGURA 17 - MP₁₀ – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar – Cubatão-Centro Período de maio a setembro

As concentrações médias do período de inverno em Cubatão Vila Parisi são bastante superiores às observadas em Cubatão Centro. Nos demais municípios do interior monitorados, as concentrações mais altas são observadas em Paulínia. Apesar do período relativamente curto para análise de tendências, observa-se uma certa queda das concentrações na maioria das estações. Exceto em Cubatão Vila Parisi, nenhuma das estações fora da RMSP registraram ultrapassagens do PQAR de 24 horas.

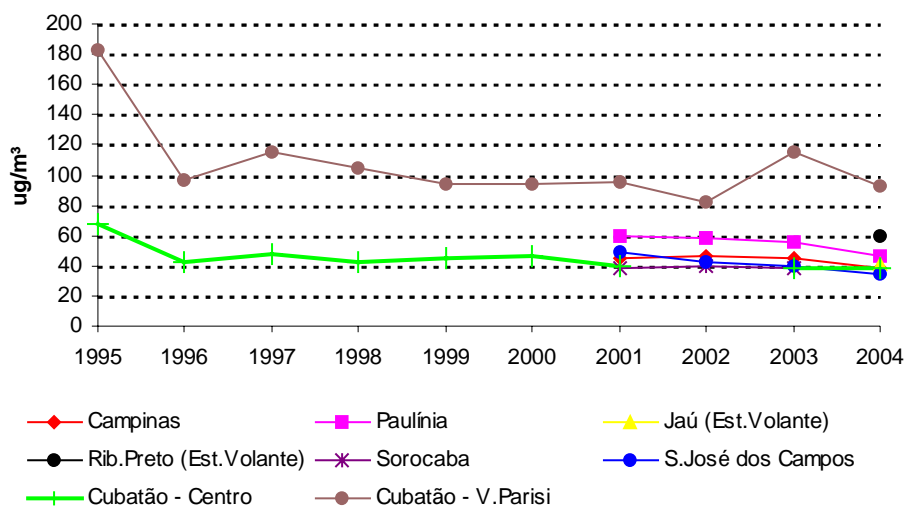


FIGURA 18 - MP₁₀ - Concentrações médias – Cubatão e Interior
Período de maio a setembro

A figura 19 apresenta a evolução das concentrações médias anuais de $MP_{2,5}$, por estação na RMSP, observadas no período de maio a setembro, onde, apesar das falhas de medição, observa-se que os níveis mantêm-se em mesmo patamar desde 2000.

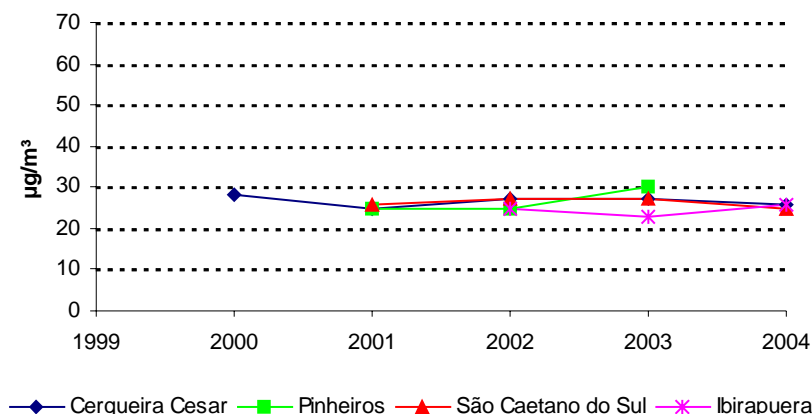


FIGURA 19 - $MP_{2,5}$ - Concentrações médias
Período de maio a setembro

As figuras 20 e 21 apresentam as concentrações médias de fumaça na RMSP, onde nota-se uma redução das concentrações que eram observadas no início dos anos 90, resultado do controle sobre as fontes de emissão e mais recentemente os níveis encontram-se estabilizados. Observou-se em 2004 níveis mais baixos que em 2003, embora essas oscilações devam ser atribuídas em grande parte às variações meteorológicas, lembrando que o inverno de 2004 apresentou condições meteorológicas mais favoráveis à dispersão dos poluentes que em anos anteriores.

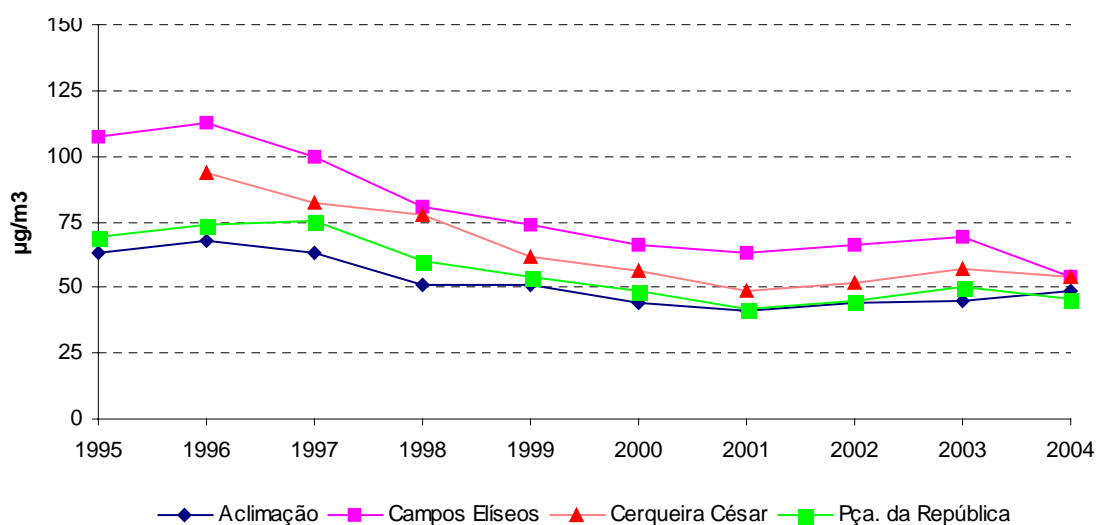


FIGURA 20 - Fumaça - Concentrações médias - Rede Manual (Região Central)
Período de maio a setembro

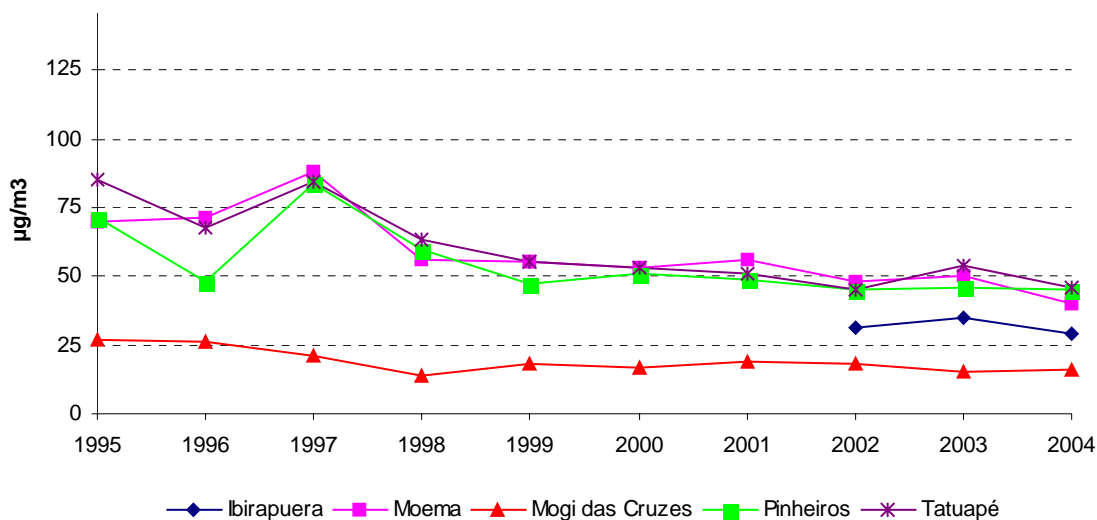
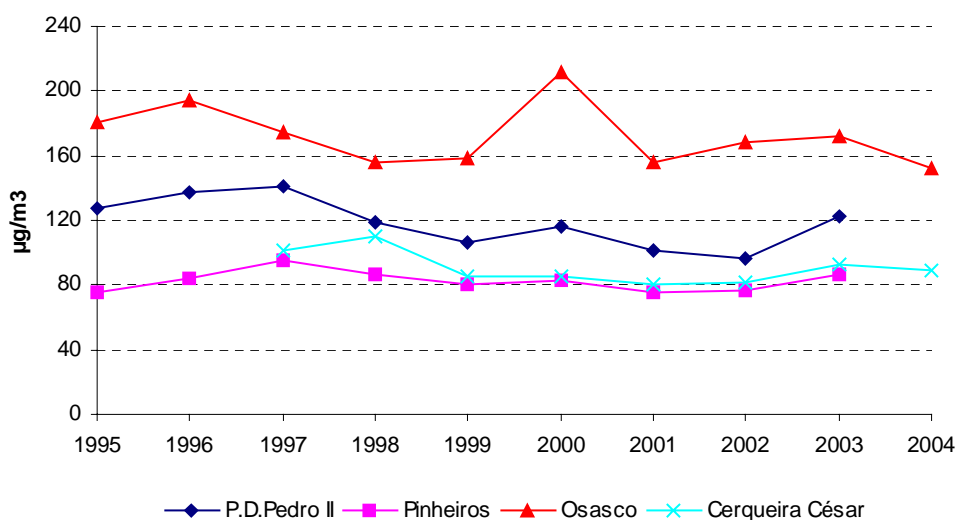


FIGURA 21 - Fumaça - Concentrações médias de fumaça - Rede Manual (Zona Sul, Oeste, Leste) - Período de maio a setembro

Os resultados obtidos no monitoramento de PTS são equivalentes aos medidos em termos de fumaça. As figuras 22 e 23 mostram o comportamento deste poluente nas estações da RMSP.



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

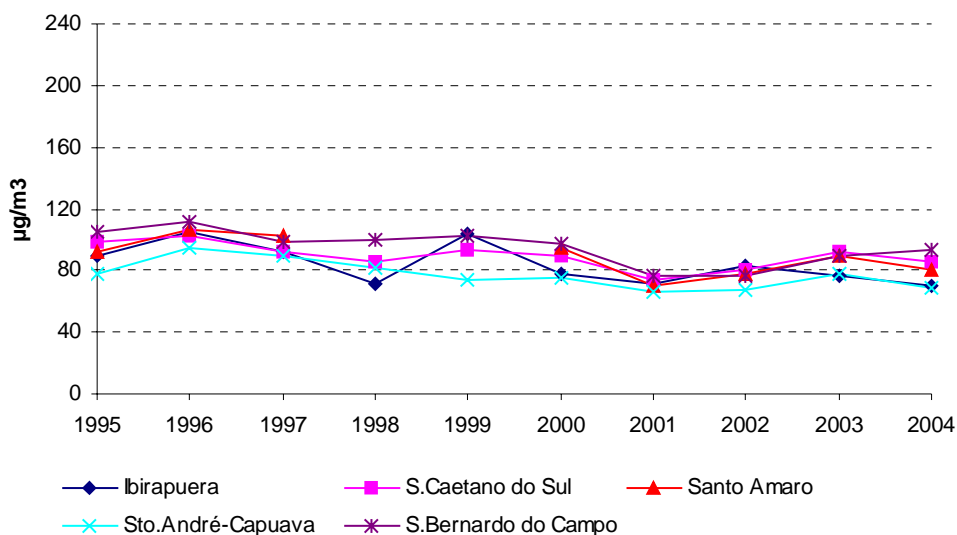
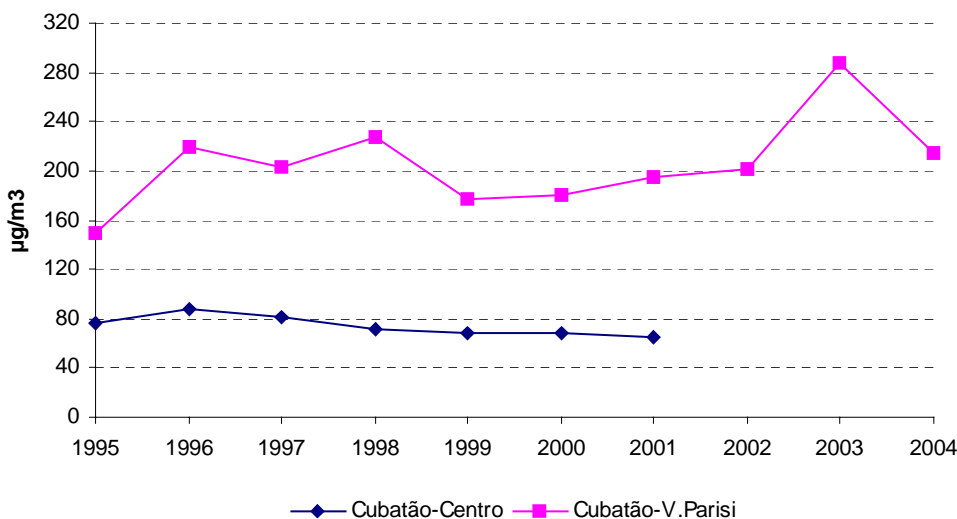


FIGURA 23 - PTS - Concentrações médias - Rede Manual – RMSP (Zona Sul e ABC)
Período de maio a setembro

Em Cubatão - Vila Parisi, observa-se uma certa tendência de aumento das concentrações de PTS, desconsiderando os dados de 2003, cujas altas concentrações foram resultantes de emissões no entorno da estação, conforme já descrito na análise do material particulado inalável.



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 SO₂ apresentam-se bastante estáveis nos últimos anos e, significativamente abaixo do padrão de 24h (365µg/m³), o que permitiu uma redução do número de monitores, efetuada nos últimos anos.

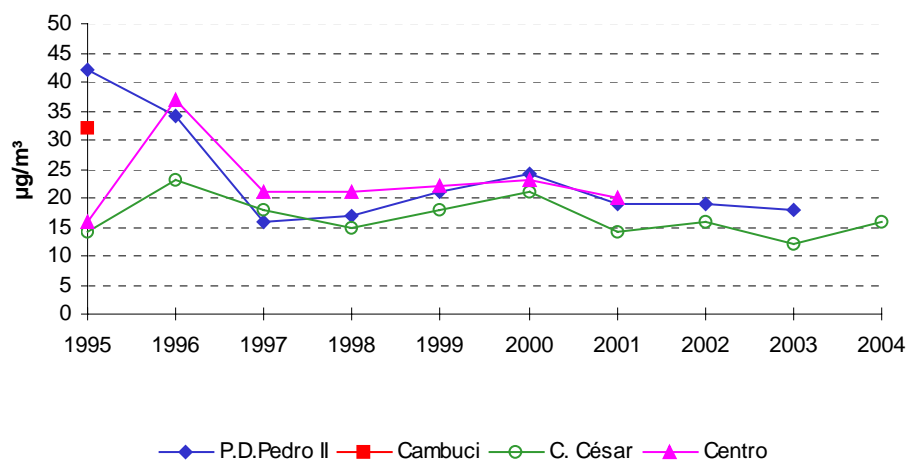


FIGURA 25 - SO₂ - Concentrações médias - Centro/Zona Norte
Período de maio a setembro

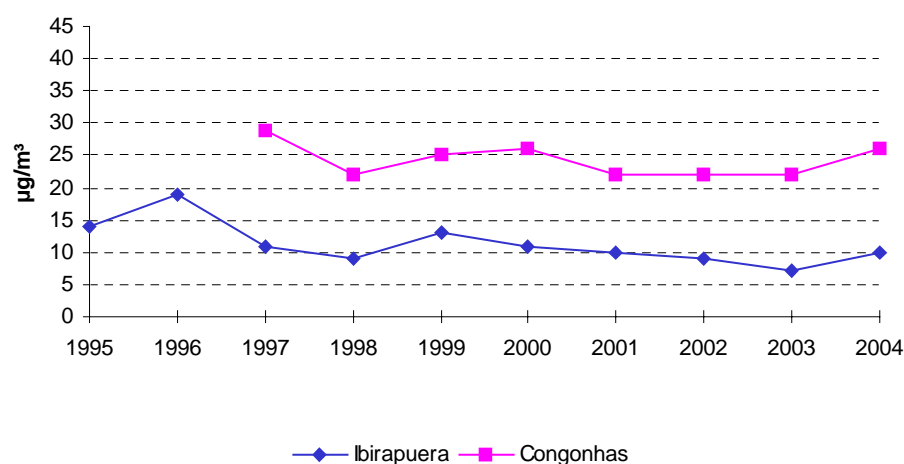


FIGURA 26 - SO₂ - Concentrações médias - Zona Sul
Período de maio a setembro

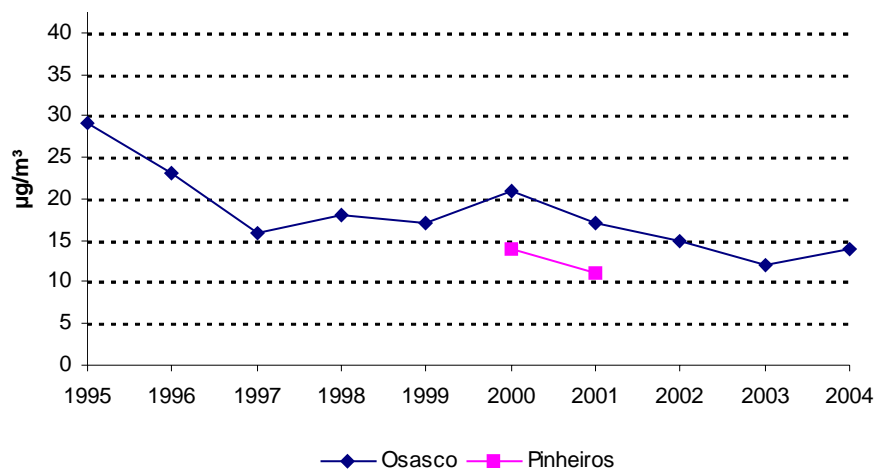


FIGURA 27 - SO₂ - Concentrações médias - Zona Oeste
Período de maio a setembro

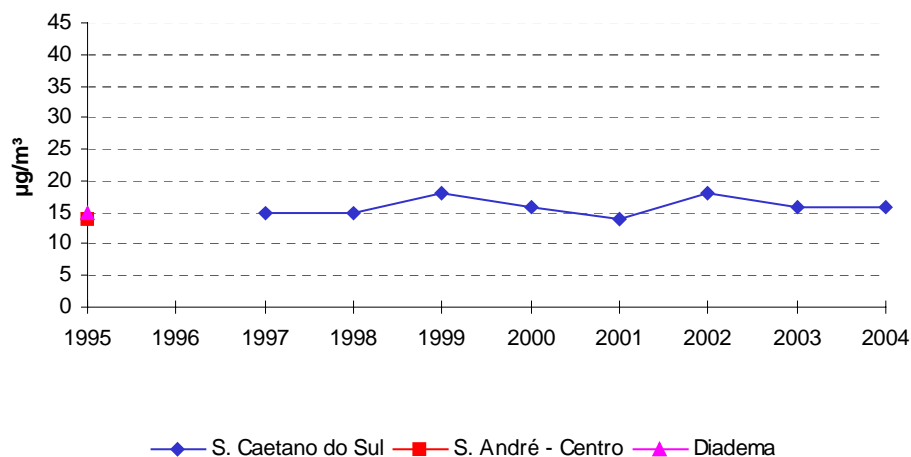


FIGURA 28 - SO₂ - Concentrações médias - ABCD/Mauá
Período de maio a setembro

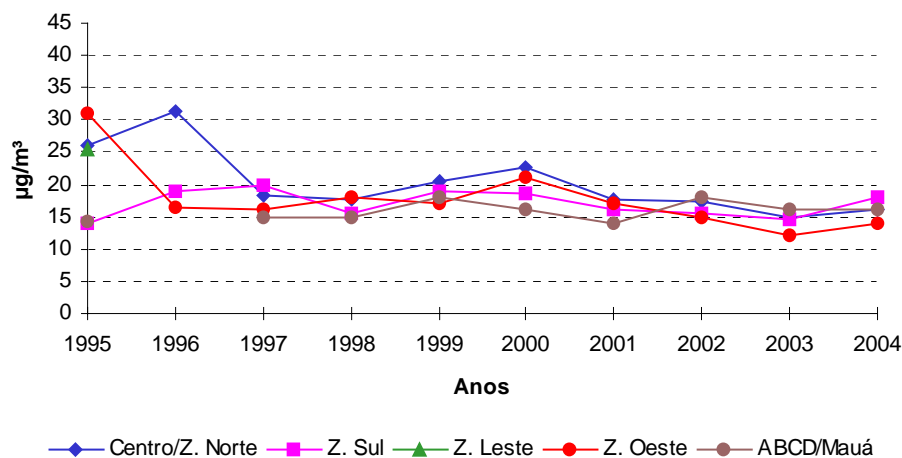


FIGURA 29 - SO₂ - Concentrações médias por Região
Período de maio a setembro

Também em outras regiões do Estado, as concentrações médias de SO₂ encontram-se em patamares bem abaixo do PQAR, conforme apresentado na figura 30.

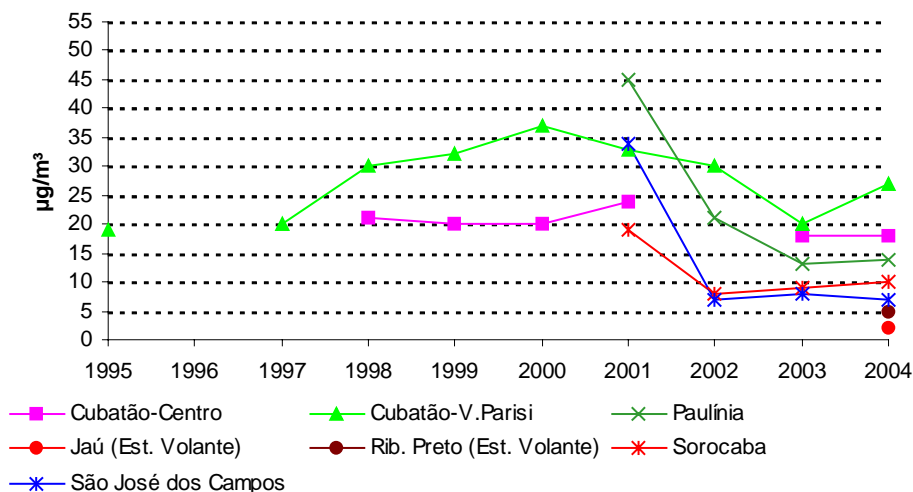


FIGURA 30 - SO₂ - Concentrações médias – Cubatão e Interior
Período de maio a setembro

Monóxido de Carbono

A figura 31 apresenta a distribuição da qualidade do ar do CO na RMSP de 1997 a 2004. Observa-se um significativo aumento de dias de qualidade do ar Boa ao longo dos anos, e que também há ultrapassagens do PQAR (qualidade Inadequada). A análise das ultrapassagens, apresentadas na tabela 14, mostra que as estações São Caetano do Sul e Santo André – Centro são as que apresentam maior número de violações nos últimos anos.

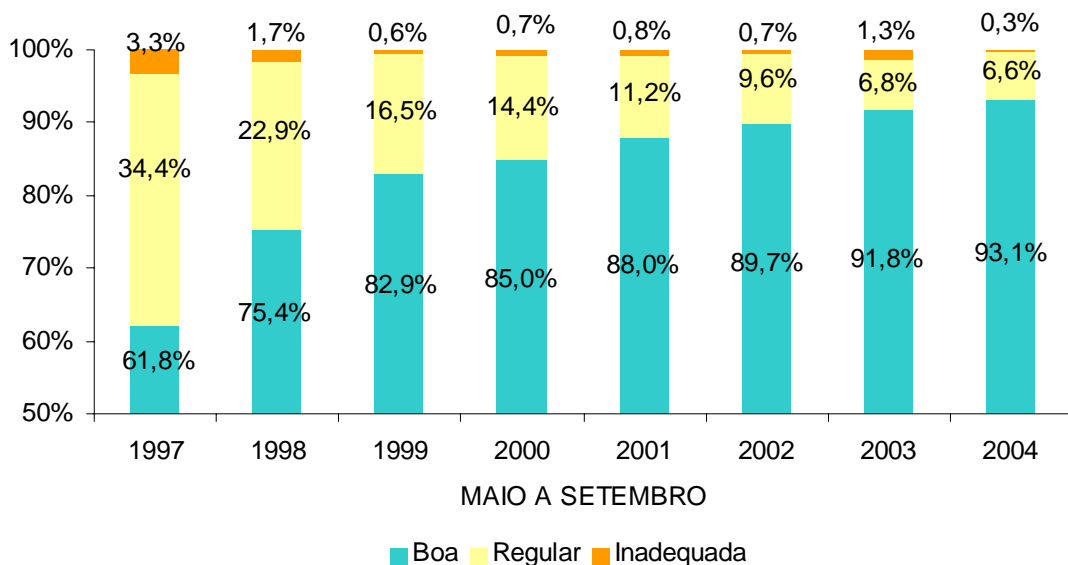


FIGURA 31 - CO – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar - Média de 8 horas Período de maio a setembro

TABELA 14 – CO – Nº DE ULTRAPASSAGENS DO PADRÃO (média de 8h) PERÍODO MAIO A SETEMBRO

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

* 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 32, 33 e 34, 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 Ibirapuera, 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.

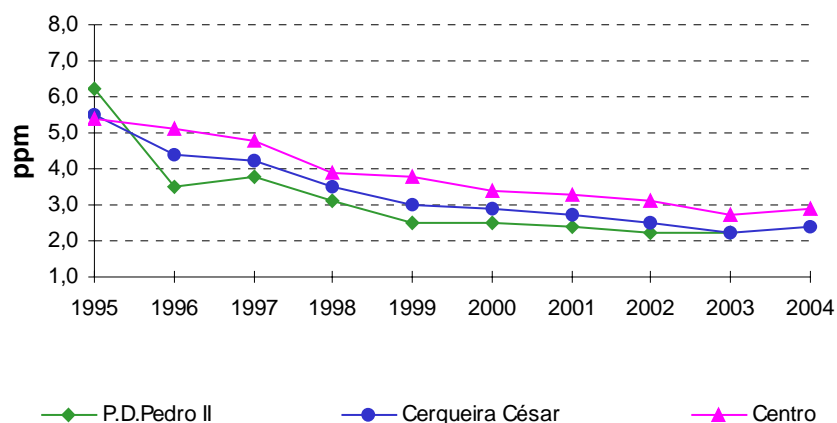


FIGURA 32 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Região Central)
Período de maio a setembro

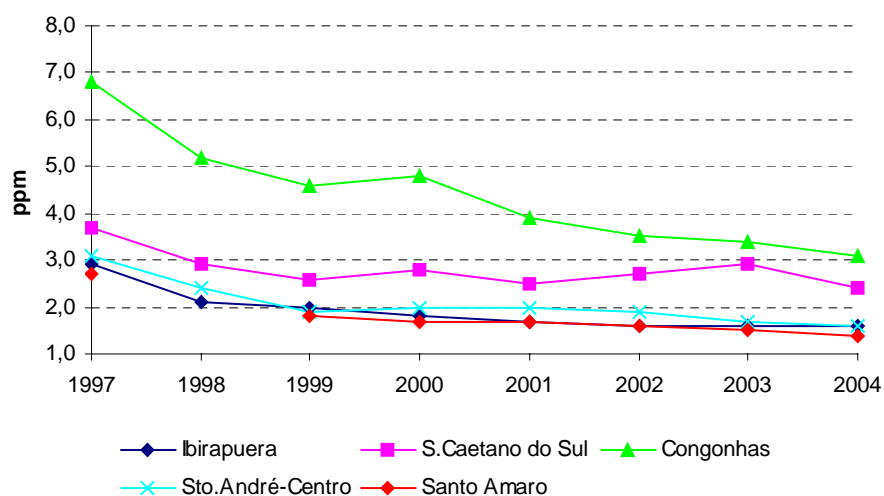


FIGURA 33 - CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Zona Sul e ABC)
Período de maio a setembro

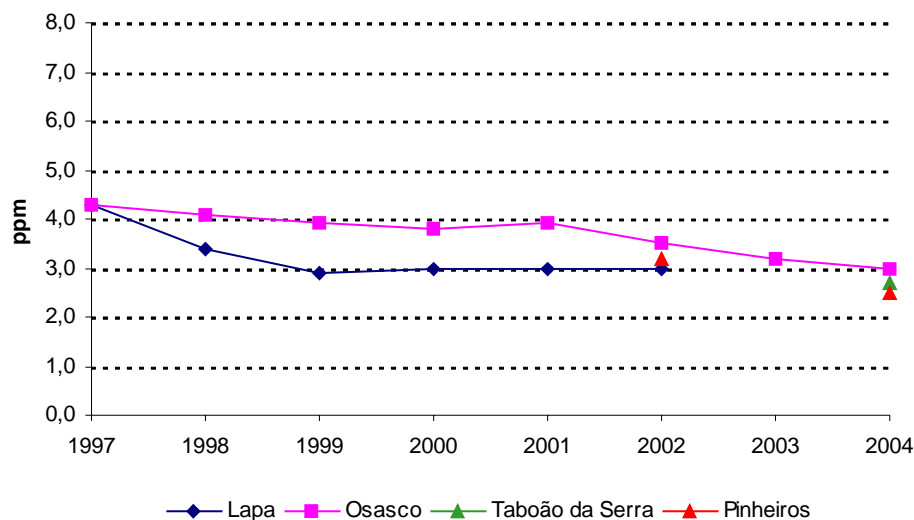


FIGURA 34- CO - Evolução das concentrações médias - média de 8h (Zona Oeste)
Período de maio a setembro

Dióxido de Nitrogênio

A figura 35 apresenta a distribuição da qualidade do ar por NO_2 na RMSP de 1997 a 2004. A partir de 1998 podemos observar que mais de 99% dos valores máximos diários de 1 hora e 100% em 2004, nas estações da RMSP, ficaram abaixo do padrão de qualidade do ar.

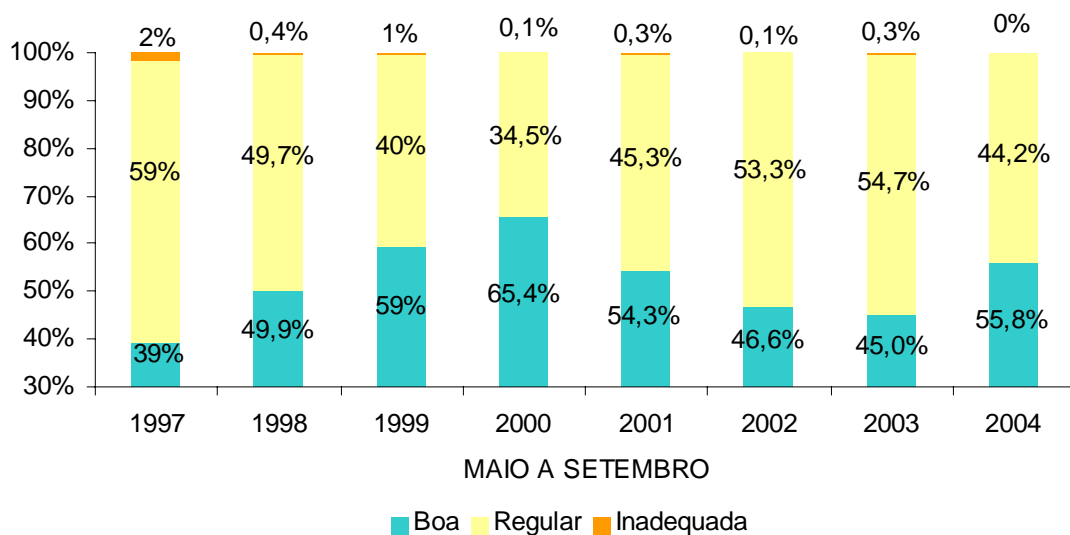


FIGURA 35 - NO_2 – Distribuição Percentual da Qualidade do Ar
Período de maio a setembro

5. ESTADOS ATINGIDOS E/OU DECLARADOS

A tabela 15 apresenta a relação dos dias no período de maio a setembro em que as concentrações atingiram o nível de atenção, bem como se houve a declaração do respectivo estado, que depende também da previsão das condições meteorológicas.

TABELA 15 - ESTADOS ATINGIDOS E/OU DECLARADOS
PERÍODO : MAIO A SETEMBRO DE 2004

DATA	ESTAÇÃO	POLUENTE	CONCENTRAÇÃO ATINGIDA (ug/m³)	ESTADO
18/08/04	Santo Amaro	O ₃	216	AT - D
18/08/04	Santo André - Capuava	O ₃	202	AT - D
18/08/04	Mauá	O ₃	210	AT - D
19/08/04	Ibirapuera	O ₃	262	AT - D
19/08/04	Diadema	O ₃	243	AT - D
19/08/04	Santo Amaro	O ₃	231	AT - D
19/08/04	Sorocaba	O ₃	206	AT - D
21/08/04	Paulínia	O ₃	209	AT - D
22/08/04	Ibirapuera	O ₃	274	AT - ND
23/08/04	Paulínia	O ₃	203	AT - ND
25/08/04	Paulínia	O ₃	239	AT - ND
26/08/04	Paulínia	O ₃	220	AT - ND
03/09/04	Santo André - Capuava	O ₃	210	AT - ND
03/09/04	Paulínia	O ₃	294	AT - ND
05/09/04	Ibirapuera	O ₃	202	AT - D
06/09/04	Ibirapuera	O ₃	206	AT - D
08/09/04	Santana	O ₃	213	AT - D
08/09/04	Moóca	O ₃	218	AT - D
08/09/04	Ibirapuera	O ₃	215	AT - D
08/09/04	Paulínia	O ₃	203	AT - D
09/09/04	Ibirapuera	O ₃	213	AT - D
09/09/04	Santo André - Capuava	O ₃	204	AT - D
09/09/04	São Miguel Paulista	O ₃	226	AT - D
09/09/04	Mauá	O ₃	215	AT - D
10/09/04	Moóca	O ₃	239	AT - D
10/09/04	Ibirapuera	O ₃	258	AT - D
10/09/04	São Caetano do Sul	O ₃	224	AT - D
10/09/04	Santo André - Capuava	O ₃	211	AT - D

Continuação Tabela 15

DATA	ESTAÇÃO	POLUENTE	CONCENTRAÇÃO ATINGIDA (ug/m³)	ESTADO
10/09/04	São Miguel Paulista	O ₃	266	AT - D
10/09/04	Sorocaba	O ₃	201	AT - D
10/09/04	São José dos Campos	O ₃	232	AT - D
11/09/04	Paulínia	O ₃	231	AT - ND
18/09/04	Ibirapuera	O ₃	211	AT - ND
20/09/04	Ibirapuera	O ₃	223	AT - D
20/09/04	Santo Amaro	O ₃	214	AT - D
25/09/04	Paulínia	O ₃	203	AT - D
25/09/04	Jaú (Estação Volante)	O ₃	201	AT - D
26/09/04	Mauá	O ₃	207	AT - D
27/09/04	Ibirapuera	O ₃	205	AT - D

AT: ATENÇÃO

ND: NÃO DECLARADO

VP: VIGILÂNCIA PERMANENTE

D: DECLARADO EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DESFAVORÁVEIS

6. COMENTÁRIOS FINAIS

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

O inverno de 2004 apresentou uma frequência de dias de condições desfavoráveis para a dispersão dos poluentes um pouco menor que nos anos anteriores, principalmente na comparação com 2003, o que em alguma medida contribuiu para a ligeira redução observada na maior parte dos poluentes. Por outro lado, as análises indicam tendências de redução das concentrações de MP e CO na RMSP, que indicam diminuições nas emissões desses poluentes. A análise baseada em dados de qualidade do ar para o NO₂ indica um comportamento ainda indefinido em termos de projeção futura para este poluente.

Em Cubatão Centro, observou-se queda das concentrações de partículas inaláveis até 2002, mantendo-se equivalentes nos últimos três anos. Em Vila Parisi, os dados de 2004 apresentaram uma queda significativa em relação as concentrações observadas em 2003, em níveis semelhantes aos observados em 2002. No caso de 2003, constatou-se que os altos valores resultaram em parte da influência de caminhões transitando em pista não pavimentada no entorno da estação, pela emissão de fumaça do escapamento e de ressuspensão de poeira do solo. Esta fonte teve o controle intensificado em 2004.

Com relação ao ozônio, o inverno não é a estação do ano preferencial à sua ocorrência em altos níveis, ainda assim foram observadas freqüentes ultrapassagens do PQAR em agosto e setembro.

- partículas inaláveis – Embora se observe uma redução nas concentrações, o PQAR diário permanece sendo excedido na RMSP e em Cubatão V.Parisi. Em Cubatão Centro as ultrapassagens são raras, não tendo ocorrido em 2004.
- fumaça – O PQAR de 24 horas foi excedido em somente uma medição na RMSP, na estação Aclimação.
- partículas totais em suspensão – Em 2004, o PQAR foi ultrapassado na RMSP somente na estação Osasco, em três dias. Em Cubatão Vila Parisi foram 11 ultrapassagens, tendo atingido por duas vezes o nível de Atenção.
- dióxido de enxofre – Os valores mantiveram-se bem abaixo do PQAR, permanecendo estáveis nos últimos anos.
- monóxido de carbono – O PQAR de 8 horas foi ultrapassado em 3 das 10 estações que monitoram esse poluente na RMSP, porém 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) não foi ultrapassado em nenhuma estação no inverno de 2004, embora tenham ocorrido algumas ultrapassagens em anos anteriores.

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 - 2003**.
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

Amostragem e Análise da Qualidade do Ar

Setor de Amostragem e Análise do Ar – ETQA

Setor de Telemetria – ETQT

Elaboração do Relatório

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 (2002 a 2004).

		FAVORÁVEIS			DESFAVORÁVEIS		
MÊS	ANO	2002	2003	2004	2002	2003	2004
MAIO		24	24	31	7	7	0
JUNHO		15	16	22	15	14	8
JULHO		26	20	21	5	11	10
AGOSTO		21	25	22	10	6	9
SETEMBRO		30	27	25	0	3	6
Total		116	112	121	37	41	33

TABELA B Frequência de inversões térmicas, por faixa, nos anos de 2002 a 2004 - Aeroporto de Marte - São Paulo.

ALTURA (m)	0 - 200			201 - 400			401 - 600			> 601			TOTAL		
ANO MÊS	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
MAIO	3	5	7	5	8	2	6	4	5	18	31	18	32	48	32
JUNHO	0	13	13	0	8	7	0	4	6	0	25	14	0	50	40
JULHO	4	16	9	6	9	5	8	4	3	17	28	29	35	57	46
AGOSTO	8	6	9	8	7	11	8	5	2	15	30	29	39	48	51
SETEMBRO	1	3	4	11	8	14	6	7	2	18	24	12	36	42	32
TOTAL	16	43	42	30	40	39	28	24	18	68	138	102	142	245	201

OBS.: Não houve sondagem nos seguintes dias:

Em 2002: 15/05; de 24/05 a 11/07; 31/08; 02/09 e 07/09

Em 2003: 07/05 e 21/05; 29/06 e 31/06; 17/08

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

TABELA C Precipitação mensal e freqüência de dias de chuva da Estação Mirante de Santana - Período de 2002 a 2004 e Normal de 1961 a 1990.

MÊS	ANO						
	1961 A 1990	2002		2003		2004	
	mm	mm	dias	mm	dias	mm	dias
MAIO	73,6	93,0	12	33,1	5	60,1	13
JUNHO	55,7	1,3	2	16,0	4	66,8	8
JULHO	44,1	22,9	3	19,0	1	97,4	8
AGOSTO	38,9	46,8	6	25,3	10	2,7	1
SETEMBRO	80,5	55,0	12	33,9	6	9,3	4
TOTAL	292,8	219	35	127,3	26	236,3	34

FONTE: 7º DISME/INMET

TABELA D Freqüência de sistemas frontais que passaram sobre a Região de São Paulo durante os meses de maio a setembro de 2002 a 2004.

Mês \ Ano	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Total
2002	5	5	6	5	4	25
2003	4	6	6	5	7	28
2004	6	6	5	6	5	28

TABELA E Velocidade média do vento e porcentagem média de calmaria da Região Metropolitana de São Paulo - 2004.

MÊS	MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO		SETEMBRO	
DIA	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)	CALM (%)	VEL (m/s)
01	29,0	1,4	28,2	1,1	21,5	1,4	41,2	1,5	9,3	2,0
02	23,6	1,5	20,0	1,4	37,5	1,5	21,3	1,4	23,0	1,8
03	40,7	1,4	41,2	1,0	33,0	1,5	24,5	1,4	38,0	1,5
04	20,8	1,4	11,7	1,5	39,0	1,4	10,2	1,6	2,3	2,2
05	18,5	1,3	0,0	2,1	3,3	1,5	8,0	2,0	3,2	2,0
06	22,2	1,3	33,8	1,3	4,2	1,6	21,0	1,4	30,0	1,6
07	23,1	1,2	27,3	1,2	13,7	1,5	34,0	1,2	12,1	1,5
08	2,3	2,0	25,5	1,5	21,0	1,5	0,0	2,3	30,5	1,5
09	26,8	1,9	39,0	1,0	14,0	1,5	9,0	2,1	37,5	1,4
10	16,2	1,5	2,3	1,2	12,5	1,4	1,0	2,2	16,2	1,6
11	0,9	1,6	12,5	1,6	7,0	1,8	23,0	1,6	5,1	2,1
12	3,7	1,6	15,0	1,6	1,6	2,1	0,5	2,2	1,0	2,7
13	13,9	1,4	1,0	2,0	1,0	1,8	17,0	2,4	0,0	2,5
14	3,7	1,5	1,4	1,7	31,1	1,4	11,0	2,0	1,0	2,1
15	8,0	1,5	0,5	1,6	37,5	1,6	5,0	2,0	15,3	1,7
16	7,5	1,4	10,4	1,2	27,0	1,7	7,0	2,0	22,2	1,7
17	19,9	1,4	20,4	1,1	0,0	2,2	27,3	1,5	2,3	2,0
18	23,0	1,1	48,1	1,2	0,5	2,1	40,3	1,2	7,4	1,5
19	4,2	1,6	9,3	1,8	3,0	2,0	43,1	1,3	13,0	1,6
20	0,0	1,8	13,9	1,6	2,1	2,0	34,3	1,5	33,8	1,5
21	1,6	2,0	32,1	1,4	1,0	2,4	38,0	1,2	10,3	1,6
22	8,8	1,7	35,2	1,3	14,1	2,1	27,0	1,3	12,5	1,5
23	8,3	1,6	49,5	1,1	14,6	1,8	7,4	2,0	16,2	1,7
24	41,7	1,2	33,0	1,3	33,3	1,9	5,0	2,1	3,8	1,8
25	14,3	1,2	20,5	1,3	17,0	1,8	12,0	1,5	17,3	1,9
26	0,9	2,9	39,7	1,2	20,3	1,7	36,0	1,8	5,4	1,6
27	3,2	2,0	36,1	1,4	23,4	1,7	0,0	2,0	16,6	1,7
28	4,6	1,7	47,7	1,2	16,2	1,8	14,0	1,5	8,6	2,2
29	0,9	1,9	23,0	1,6	19,4	1,5	12,0	1,4	13,9	1,8
30	8,6	1,3	37,0	1,3	35,2	1,3	34,3	1,5	0,0	3,1
31	26,4	1,3			46,0	1,5	16,2	1,7		
MÉDIA	13,8	1,6	23,8	1,4	17,8	1,7	18,7	1,7	13,6	1,8