

ARQUIVO TECNICO

8300
L166e(RCET)
025003



30473



025003

ANEAMENTO AMBIENTAL



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

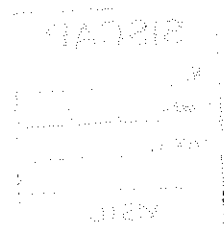
DIRETORIA DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E QUALIDADE AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DO AR

DIVISÃO DE TECNOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

**CETESB - Companhia de Tecnologia
de Saneamento Ambiental
Biblioteca Prof. Dr.º Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Pinheiros
e-mail: biblioteca@cetesb.sp.gov.br
05459 900 - São Paulo - Brasil**

**Resumo do Monitoramento de Qualidade do
Ar no Estado de São Paulo
por Bacia Hidrográfica
novembro/2004**



CLASS.	
AUTOR	
TOMBO	25003

8300
L166e (RCET
025003

UNIVERSITY OF CALIFORNIA - BERKELEY
JANUARY 1964
RECEIVED - 1000
1000 - 1000
1000 - 1000
1000 - 1000

SISCAD
N.º 17828/1
Data 2/11/04
Hora: -
<i>Jaime</i>
VISTO

DOCUMENTO

Assinatura / Carimbo / Data	Assinatura / Carimbo / Data	Assinatura / Carimbo / Data	Assinatura / Carimbo / Data
Relatório	08/11/04	ETQ	222

TÍTULO DO DOCUMENTO

Resumo do Monitoramento de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo por Bacia Hidrográfica

AUTOR RESPONSÁVEL

Assinatura / Carimbo / Data

Carlos Ivan Viana Lacera
PI
Carlos Ivan Viana Lacera
Ger. Setor Interpretação de Dados
Reg. 01.6058-9 CREA 506001438

AUTORES / ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM

Setor de Amostragem e Análise do Ar - ETQA

Setor de Interpretação de Dados - ETQI

Setor de Ecossistemas Terrestres - ESSE

DOCUMENTO AUTORIZADO POR

Assinatura / Carimbo / Data

Quim. Valdirino Romano
Quim. Valdirino Romano
Gerente da Divisão de Tecnologia de
Avaliação da Qualidade do Ar
Reg. 01.3927-0 CRO 042/5991

DOCUMENTO REVISADO

Assinatura / Carimbo / Data

Quim. Maria Helena R. A. Martins
Quim. Maria Helena R. A. Martins
Gerente do Setor de Amostragem
e Análise do Ar
Reg. 01.3927-0 CRO 042/5991

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

- ☐ Externa ☐ Interna
☐ Reservada

PALAVRAS CHAVES

Qualidade do Ar - Monitoramento

CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

DISTRIBUIÇÃO INTERNA

Áreas / N.º de Cópias

ETQ (1) - ETQA (1) - ETQI (1) - CI (1) - CA (1) - CC (1) - CTi (1) - CPc (1) - CSr (1) - CBx (1) - CPb (1) - CMg (1) - CGd (1) - CPr (1) - CPn (1) - CTe (1) - BIBLIOTECA (2)

USO DA BIBLIOTECA

Classificação de Assunto

N.º Documento

Visto / Carimbo / Data

TÍTULO DO DOCUMENTO

Resumo do Monitoramento de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo por Bacia Hidrográfica

RESUMO

Este relatório é um resumo dos principais resultados obtidos do monitoramento de qualidade do ar nas diversas regiões do Estado de São Paulo, cujo objetivo central é permitir um diagnóstico mais abrangente das condições de contaminação dos mais distintos poluentes atmosféricos, bem como servir de base para identificar as deficiências em termos de monitoramento e, auxiliar no planejamento da ampliação da rede automática e reestruturação das redes manuais. Este resumo foi elaborado a partir dos relatórios, informes e pareceres que foram encaminhados pela ETQ às Agências Ambientais, ao longo dos anos até 2003 e início de 2004, que podem ser consultados, caso sejam necessárias informações adicionais. As análises da qualidade do ar foram divididas em áreas de abrangência das Regionais de Bacias Hidrográficas da Cetesb. Este diagnóstico não inclui inventário de fontes de poluição, aspectos meteorológicos e suas inter-relações, ou seja não há qualquer análise que incorpore relações de causa-efeito, exceto nos casos em que o monitoramento foi motivado pela existência de fonte específica.

OBSERVAÇÕES

ÍNDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO	1
II. PARÂMETROS DE QUALIDADE DO AR	2
a) Poluentes Regulamentados	2
Partículas Inaláveis (MP ₁₀)	2
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	2
Fumaça (FMC)	2
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	2
Monóxido de Carbono (CO)	3
Óxidos de Nitrogênio (NO e NO ₂)	3
Ozônio (O ₃)	3
b) Outros Parâmetros	3
Partículas Inaláveis Finas (MP _{2,5})	3
Amônia	4
Gás Sulfídrico (H ₂ S)	4
Mercaptanas	4
Hidrocarbonetos	4
Chumbo	5
Fluoretos	5
Dioxinas / Furanos	5
Bifenilas Policloradas (PCBs)	6
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAHs)	6
III. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR	7
IV. REDES DE AMOSTRAGEM	8
Rede Automática	8
Redes Manuais	8
Outras Redes	9
V. RESULTADOS DE MONITORAMENTO	12
1. BACIA DO ALTO TIETÊ (ALTO TIETÊ I, II E III)	12
1.1. Partículas Inaláveis (MP ₁₀)	12
1.1.1. Partículas Inaláveis Finas (MP _{2,5})	16
1.1.2. Estudo de Caracterização de Aerossóis	17
1.2. Fumaça (FMC)	20
1.3. Partículas Totais em Suspensão (PTS)	21
1.4. Poeira Sedimentável	21
1.5. Dióxido de Enxofre	23
1.6. Monóxido de Carbono	24
1.7. Ozônio	26
1.8. Óxidos de nitrogênio (NO ₂ e NO)	31
1.9. Gás Sulfídrico	33
1.10. Aldeídos	34
1.11. Hidrocarbonetos	37
1.12. Outros Compostos Orgânicos	38
1.13. Zinco (Zn)	40
1.14. CONCLUSÕES	40
2. REGIONAL BACIA BAIXADA SANTISTA	42
2.1. Partículas Inaláveis (MP ₁₀)	42
2.1.1. Estudo de Caracterização de Aerossóis	45
2.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS)	47
2.3. Fumaça (FMC)	52
2.4. Dióxido de Enxofre (SO ₂)	52

2.4.1. Taxa de sulfatação	58
2.5. Monóxido de Carbono (CO)	59
2.6. Ozônio (O ₃)	59
2.7. Óxidos de Nitrogênio (NO ₂ e NO)	62
2.8. Hidrocarbonetos (HCNM e CH ₄)	64
2.9. Fluoretos	65
2.10. Amônia	69
2.11. Gás Sulfídrico (H ₂ S)	70
2.12. Deposição Úmida e Mista	70
2.13. Dioxinas, Furanos, Bifenilas Policloradas e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos	71
2.14. CONCLUSÕES	71
3. REGIONAL DA BACIA DO PARANÁ	72
3.1. Partículas Inaláveis (MP ₁₀)	72
3.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS)	73
3.3. Dióxido de Enxofre (SO ₂)	73
3.4. Monóxido de Carbono (CO)	77
3.5. Ozônio (O ₃)	78
3.6. Óxidos de Nitrogênio (NO ₂ e NO)	79
3.7. Chumbo	80
3.8. CONCLUSÕES	86
4. REGIONAL DA BACIA DO MOGI GUAÇU E PARDO	87
4.1. Partículas Inaláveis (MP ₁₀)	87
4.2. Fumaça (FMC)	88
4.3. Dióxido de Enxofre (SO ₂)	91
4.4. Monóxido de Carbono (CO)	95
4.5. Ozônio (O ₃)	95
4.6. Óxidos de Nitrogênio (NO ₂ e NO)	96
4.7. Gás sulfídrico e mercaptanas	97
4.8. CONCLUSÕES	98
5. REGIONAL DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL E LITORAL NORTE	99
5.1. Partículas Inaláveis (MP ₁₀)	99
5.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS)	101
5.3. Fumaça (FMC)	102
5.4. Dióxido de Enxofre (SO ₂)	104
5.5. Monóxido de Carbono (CO)	109
5.6. Ozônio (O ₃)	110
5.7. Óxidos de Nitrogênio (NO ₂ e NO)	111
5.8. Hidrocarbonetos (HCNM e CH ₄)	113
5.9. Chumbo (Pb)	114
5.10. Deposição Úmida e Mista	118
5.11. CONCLUSÕES	120
6. REGIONAL DA BACIA DO GRANDE E TURVO	121
6.1. Partículas Inaláveis (MP ₁₀)	121
6.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS)	122
6.3. Fumaça (FMC)	123
6.4. Dióxido de Enxofre (SO ₂)	124
6.5. Monóxido de Carbono (CO)	130
6.6. Ozônio (O ₃)	130
6.7. Óxidos de Nitrogênio (NO ₂ e NO)	130
6.8. Hidrocarbonetos (HCNM e CH ₄)	131
6.9. Chumbo	132
6.10. Dioxinas, Furanos, Bifenilas Policloradas e Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos	135

6.10.1. PCBs.....	137
6.10.2. PAHs.....	138
6.11. CONCLUSÕES	139
7. REGIONAIS DA BACIA DO PIRACICABA.....	140
7.1. Partículas Inaláveis (MP ₁₀).....	140
7.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS).....	144
7.3. Fumaça (FMC)	148
7.4. Dióxido de Enxofre (SO ₂)	155
7.4.1. Taxas de sulfatação	171
7.5. Monóxido de Carbono (CO)	172
7.6. Ozônio (O ₃).....	175
7.7. Óxidos de Nitrogênio (NO ₂ e NO)	178
7.8. Hidrocarbonetos (HCNM e CH ₄)	182
7.9 Outros Compostos orgânicos.....	182
7.10. Gás Sulfídrico (H ₂ S) e Mercaptanas	183
7.11. Chumbo e outros metais	185
7.12. Fluoretos	190
7.13. Mercúrio	196
7.14. Deposição Úmida e Mista	198
7.15. CONCLUSÕES	199
8. REGIONAL DA BACIA DO SOROCABA, ALTO PARANAPANEMA E LITORAL SUL	200
8.1. Partículas Inaláveis (MP ₁₀).....	200
8.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS)	201
8.3. Fumaça (FMC)	201
8.4. Dióxido de Enxofre (SO ₂)	205
8.5. Monóxido de Carbono (CO)	213
8.6. Ozônio (O ₃).....	213
8.7. Óxidos de Nitrogênio (NO ₂ e NO)	214
8.8. Hidrocarbonetos (HCNM e CH ₄)	215
8.9. Fluoreto	215
8.10. Chumbo.....	217
8.11. CONCLUSÕES	222
VI. EQUIPE DE TRABALHO	222

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (PQAR) e Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar	7
Tabela 2 – Configuração da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar - 2003	10
Tabela 3 – Partículas Inaláveis (MP ₁₀) – Estações automáticas fixas	13
Tabela 4 – Partículas Inaláveis (MP ₁₀) – Estações Móveis	15
Tabela 5 – Partículas Inaláveis (MP ₁₀) em Mairiporã Estação manual	15
Tabela 6 – Partículas Inaláveis (MP ₁₀) no entorno da Santa Suzana Mineração	16
Tabela 7 – Partículas Inaláveis Finas (MP _{2,5}) – Estações manuais	16
Tabela 8 – Fumaça – Estações manuais	20
Tabela 9 – Partículas Totais em Suspensão – Estações manuais	21
Tabela 10 – Partículas Totais em Suspensão – Estações Móveis	21
Tabela 11 – Taxas de Poeira Sedimentável no entorno da Santa Suzana Mineração	22
Tabela 12 – Dióxido de enxofre – Estações Automáticas Fixas	23
Tabela 13 – Dióxido de enxofre – Estações manuais - Passivos	23
Tabela 14 – Dióxido de enxofre – Estações Móveis	24
Tabela 15 – Monóxido de carbono – Estações Automáticas Fixas	25
Tabela 16 – Monóxido de carbono – Estações Móveis	26
Tabela 17 – Ozônio – Estações Automáticas Fixas	27
Tabela 18 – Ozônio – Estações Móveis	30
Tabela 19 – Dióxido de nitrogênio – Estações Automáticas Fixas	31
Tabela 20 – Dióxido de nitrogênio – Estações Móveis	32
Tabela 21 – Monóxido de nitrogênio – Estações Automáticas Fixas	32
Tabela 22 – Monóxido de nitrogênio – Estações Móveis	33
Tabela 23 – Medições de gás sulfídrico (H ₂ S) em Pirapora do Bom Jesus	33
Tabela 24 – Medições de gás sulfídrico (H ₂ S) nas imediações da Represa Billings	34
Tabela 25 – Medições de Aldeídos na atmosfera da RMSP – Cerqueira César	35
Tabela 26 – Medições de Aldeídos na atmosfera da RMSP – Moóca	36
Tabela 27 – Medições de Aldeídos na atmosfera da RMSP – Campus da USP	36
Tabela 28 – HCNM não metano – Estações Automáticas Fixas	37
Tabela 29 – HCNM não metano – Estações Móveis	37
Tabela 30 – Metano - Estações Automáticas Fixas	38
Tabela 31 – Metano - Estações Móveis	38
Tabela 32 – Partículas Inaláveis (MP ₁₀) em Vila Parisi e Vale do Mogi	43
Tabela 33 – Partículas Inaláveis (MP ₁₀) Cubatão Vila Nova - Estação automática fixa	43
Tabela 34 – Partículas Inaláveis (MP ₁₀) Cubatão Centro - Estação automática fixa	44
Tabela 35 – Partículas Inaláveis (MP ₁₀) Cubatão Vila Parisi - Estação automática fixa	44
Tabela 36 – Partículas Inaláveis de MP ₁₀ no entorno da Saint Gobain Vidros – set a dez/2003	45
Tabela 37 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Santos – Estação móvel	48
Tabela 38 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Vila Parisi – Estação manual	49
Tabela 39 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Cubatão – Centro – Estação manual	50
Tabela 40 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Cubatão – Estações Móveis	51
Tabela 41 – Partículas Totais em Suspensão (PTS) no entorno da Saint Gobain Vidros S/A	51
Tabela 42 – Fumaça (FMC) em Santos – Estação manual	52

Tabela 43 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Santos (rede OPS/OMS) - Embaré	53
Tabela 44 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Santos (monitor passivo) -Embaré	53
Tabela 45 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Santos (monitor passivo) - B. Aparecida	54
Tabela 46 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Santos - Estação móvel	54
Tabela 47 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Cubatão – Serra do Mar (Estações Móveis)... ..	55
Tabela 48 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Cubatão Vila Nova - Estação automática fixa.	55
Tabela 49 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Cubatão Vila Parisi - Estação automática fixa	56
Tabela 50 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Cubatão Centro - Estação automática fixa	56
Tabela 51 – Resultados obtidos nas análises químicas	57
Tabela 52 – Razão do conteúdo foliar de enxofre entre as áreas de estudo	57
Tabela 53 – Concentrações de Dióxido de Enxofre (SO ₂) no entorno da Saint Gobain Vidros S/A - 2003	58
Tabela 54– Taxas de sulfatação no entorno da Quimbrasil-Serrana, no período de novembro/92 a agosto/93.	58
Tabela 55 – Monóxido de carbono (CO) em Santos	59
Tabela 56 – Monóxido de carbono (CO) em Cubatão – Estação móvel).....	59
Tabela 57 – Ozônio (O ₃) em Santos	60
Tabela 58 – Ozônio (O ₃) em Cubatão Vila Nova - Estação automática fixa	60
Tabela 59 – Ozônio (O ₃) em Cubatão Centro - Estação automática fixa.....	61
Tabela 60 – Ozônio (O ₃) em Cubatão – Serra do Mar -Estação móvel	61
Tabela 61 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Santos.....	62
Tabela 62 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Cubatão Centro – Estação automática fixa	62
Tabela 63 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Cubatão –Serra do Mar - Estação móvel....	63
Tabela 64 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Cubatão – Estação automática fixa.....	63
Tabela 65 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Cubatão – Serra do Mar - Estação móvel	63
Tabela 66 – HCNM em Cubatão Centro – Estação automática fixa	64
Tabela 67 – HCNM em Cubatão –Serra do Mar - Estação móvel.....	64
Tabela 68 – Taxas de Fluoreto no entorno da Quimbrasil-Serrana, no período de novembro/92 a agosto/93.	65
Tabela 69 – Valores de concentração de fluoretos gasosos em Cubatão –Serra do Mar	66
Tabela 70 – Taxas de fluoretos na atmosfera do município de Cubatão – Serra do Mar (µgF ⁻ /100cm ² .30 dias)	67
Tabela 71 – Concentrações de fluoretos no Vale do Caminho do Mar	69
Tabela 72 – Concentração de amônia em Cubatão – Vila Parisi.	70
Tabela 73 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Piratininga – Estação móvel	72
Tabela 74 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Jaú - Estação móvel	72
Tabela 75 – Partículas Totais em Suspensão (PTS) em Bauru	73
Tabela 76 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Marília (monitor passivo).....	74
Tabela 77 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Matão (monitor passivo).....	74
Tabela 78 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Araçatuba (monitor passivo)	75
Tabela 79 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Bauru (monitor passivo)	75
Tabela 80 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Presidente Prudente (monitor passivo)	76
Tabela 81 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Piratininga - Estação móvel.....	76
Tabela 82 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Jaú - Estação móvel.....	77
Tabela 83 – Monóxido de carbono (CO) em Piratininga	77
Tabela 84 – Monóxido de carbono (SO) em Jaú Estação móvel	78
Tabela 85 – Ozônio (O ₃) em Piratininga – Estação móvel	78

Tabela 86 – Ozônio (O ₃) em Jaú Estação móvel	78
Tabela 87 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Piratininga – Estação móvel.....	79
Tabela 88 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Jaú Estação móvel.....	79
Tabela 89 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Piratininga – Estação móvel.....	79
Tabela 90 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Jaú Estação móvel.....	80
Tabela 91 – Chumbo na Poeira Sedimentável em Bauru abril/86 a dezembro/87	80
Tabela 92 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Acumuladores Ajax Ltda - Setor Metalúrgico - entre agosto/99 a setembro/01	81
Tabela 93 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Acumuladores Ajax Ltda - Setor Industrial – entre junho e setembro/03	81
Tabela 94 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno na Baterias Cral Ltda, no período de junho/01 a setembro/01	82
Tabela 95 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Baterias Halp entre e novembro/96 a julho/98	82
Tabela 96 – Chumbo nas Partículas Totais em Suspensão (PTS) no entorno da Acumuladores Ajax Ltda - Setor Metalúrgico - 24h	83
Tabela 97 – Chumbo nas Partículas Totais em Suspensão (PTS) no entorno da Acumuladores Ajax Ltda - Setor Industrial - 24h	83
Tabela 98 – Chumbo nas Amostras de Solo Ressuspensão no entorno da Acumuladores Ajax Ltda – Setor Metalúrgico.....	84
Tabela 99 – Resultados das Análises de Amostras de Vegetação	85
Tabela 100 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Ribeirão Preto – Estação móvel.....	87
Tabela 101 – Fumaça (FMC) em Franca – Estação manual.....	88
Tabela 102 – Fumaça (FMC) em Ribeirão Preto – Estação manual	89
Tabela 103 – Fumaça (FMC) em Araras – Estação manual	90
Tabela 104 – Fumaça (FMC) em Mogi-Guaçu – Estação manual.....	90
Tabela 105 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Franca (rede OPS/OMS).....	91
Tabela 106 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Ribeirão Preto (rede OPS/OMS)	92
Tabela 107 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Araras (rede OPS/OMS)	92
Tabela 108 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Mogi-Guaçu (rede OPS/OMS).....	93
Tabela 109 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Franca (monitor passivo).....	93
Tabela 110 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Ribeirão Preto (monitor passivo)	94
Tabela 111 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Sorlãozinho (monitor passivo).....	94
Tabela 112 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Ribeirão Preto Estação móvel	95
Tabela 113 – Monóxido de carbono (CO) em Ribeirão Preto – Estação Móvel.....	95
Tabela 114 – Ozônio (O ₃) em Ribeirão Preto – Estação Móvel.....	96
Tabela 115 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Ribeirão Preto – Estação Móvel	96
Tabela 116 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Ribeirão Preto – Estação Móvel.....	97
Tabela 117 – Gás sulfídrico (H ₂ S) no entorno da Champion – jul/85 a ago/85.....	97
Tabela 118 – Mercaptanas no entorno da Champion – jul/85 a ago/85	98
Tabela 119 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em São José dos Campos – Estação automática fixa	100
Tabela 120 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Caçapava – Estação Móvel	100
Tabela 121 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Jacareí – V.Garcia – no entorno da VCP ..	100
Tabela 122 – Partículas totais em suspensão (PTS) em São José dos Campos – Estação manual	101

Tabela 123 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Jacareí – Vila Garcia – no entorno da VCP	102
Tabela 124 – Fumaça (FMC) em São José dos Campos – Estação manual	103
Tabela 125 – Fumaça (FMC) em Taubaté – Estação manual.....	104
Tabela 126 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em São José dos Campos (rede OPS/OMS)	105
Tabela 127 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Taubaté (rede OPS/OMS).....	106
Tabela 128 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em São José dos Campos (monitor passivo)	106
Tabela 129 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Taubaté (monitor passivo).....	107
Tabela 130 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Jacareí (monitor passivo)	107
Tabela 131 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Pindamonhangaba (monitor passivo).....	108
Tabela 132 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Guaratinguetá (monitor passivo)	108
Tabela 133 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em São José dos Campos (est. Móvel e fixa) ...	109
Tabela 134 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Caçapava - Estação automática fixa	109
Tabela 135 – Monóxido de carbono (CO) em São José dos Campos – Estação Móvel..	110
Tabela 136 – Monóxido de carbono (CO) em Caçapava – Estação Móvel	110
Tabela 137 – Ozônio (O ₃) em São José dos Campos – Estação automática fixa a partir de 2000	111
Tabela 138 – Ozônio (O ₃) em Caçapava – Estação Móvel	111
Tabela 139 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em São José dos Campos – Estação Móvel ..	112
Tabela 140 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Caçapava – Estação Móvel.....	112
Tabela 141 – Monóxido de nitrogênio (NO) em S. José dos Campos – Estação Móvel ...	112
Tabela 142 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Caçapava – Estação Móvel	113
Tabela 143 – HCNM em São José dos Campos.....	113
Tabela 144 – Hidrocarbonetos menos metano (HCNM) em Caçapava.....	113
Tabela 145 – Metano (CH ₄) em São José dos Campos.....	114
Tabela 146 – Metano (CH ₄) em Caçapava	114
Tabela 147 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Tonolli do Brasil Ltda	115
Tabela 148 – Chumbo nas Partículas Totais em Suspensão no entorno da Tonolli do Brasil Ltda – Médias trimestrais	116
Tabela 149 – Concentração em vegetação seca	117
Tabela 150 – Resultados das determinações realizadas na vegetação	118
Tabela 151 – Deposição úmida em São José dos Campos	119
Tabela 152 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Araraquara.....	121
Tabela 153 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Araraquara.....	122
Tabela 154 – Fumaça (FMC) em Araraquara – Estação manual	123
Tabela 155 – Fumaça (FMC) em São Carlos – Estação manual	124
Tabela 156 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Araraquara (rede OPS/OMS)	125
Tabela 157 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em São Carlos (rede OPS/OMS)	126
Tabela 158 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Araraquara (monitor passivo).....	126
Tabela 159 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Itirapina (monitor passivo)	127
Tabela 160 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em São Carlos (monitor passivo).....	127
Tabela 161 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Barretos (monitor passivo)	128
Tabela 162 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Catanduva (monitor passivo)	128
Tabela 163 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em São José do Rio Preto (monitor passivo)	129
Tabela 164 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Araraquara - Estação automática fixa	129
Tabela 165 – Monóxido de carbono (CO) em Araraquara – Estação Móvel	130
Tabela 166 – Ozônio (O ₃) em Araraquara – Estação Móvel	130



Tabela 167 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Araraquara – Estação Móvel.....	131
Tabela 168 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Araraquara – Estação Móvel.....	131
Tabela 169 – Hidrocarbonetos totais menos metano (HCNM) em Araraquara – Estação Móvel.....	132
Tabela 170 – Metano (CH ₄) em Araraquara – Estação Móvel.....	132
Tabela 171 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Frey Stuchi Ltda no período de junho/96 a abril/97	132
Tabela 172 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Frey Stuchi Ltda no período setembro/02 a setembro/03	133
Tabela 173 – Concentrações de metais obtidos nas amostras de vegetação em agosto de 2002.....	134
Tabela 174 – Dioxinas e furanos em amostras de ar, deposição, solo e folhas em Araraquara, em outras regiões do Brasil e na Alemanha	136
Tabela 175 – PCBs de amostras de ar, deposição, solo e folhas em Araraquara e outras regiões do Brasil.....	137
Tabela 176 – PAHs de amostras de ar, deposição, solo e folhas em Araraquara, São Paulo e Cubatão.....	138
Tabela 177 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Americana – Estação móvel	140
Tabela 178 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Santa Gertrudes - Estação manual	141
Tabela 179 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Piracicaba.....	141
Tabela 180 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Piracicaba – Algodão Estação manual no entorno da Belgo-Mineira.....	141
Tabela 181 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Valinhos – Estação móvel.....	142
Tabela 182 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Jundiaí – Estação móvel.....	142
Tabela 183 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Campinas – Estação automática fixa	143
Tabela 184 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Limeira – Estação manual	143
Tabela 185 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Paulínia – Estação móvel e estação automática fixa.....	144
Tabela 186 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Americana – Estação móvel....	144
Tabela 187 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Piracicaba – Sta Terezinha	145
Tabela 188 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Cordeirópolis.....	146
Tabela 189 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Santa Gertrudes.....	146
Tabela 190 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Itacemópolis	147
Tabela 191 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Paulínia.....	147
Tabela 192 – Fumaça (FMC) em Americana – Estação manual	148
Tabela 193 – Fumaça (FMC) em Limeira – Estação manual	149
Tabela 194 – Fumaça (FMC) em Limeira - Ceset – Estação manual.....	150
Tabela 195 – Fumaça (FMC) em Jundiaí – Estação manual	151
Tabela 196 – Fumaça (FMC) em Campinas – Estação manual.....	152
Tabela 197 – Fumaça (FMC) em Paulínia – Estação manual	153
Tabela 198 – Fumaça (FMC) em Jaguariúna – CAP no entorno da AmBev	153
Tabela 199 – Fumaça (FMC) em Jaguariúna – BCN no entorno da AmBev.....	154
Tabela 200 – Fumaça (FMC) em Jaguariúna – Júlia Calhau - Centro	154
Tabela 201 – Fumaça (FMC) em Jaguariúna – Adone Bonetti	154
Tabela 202 – Fumaça (FMC) em Valinhos – Izoldina – entorno da Rigesa.....	155
Tabela 203 – Fumaça (FMC) em Valinhos – PROMAICA - entorno da Rigesa.....	155
Tabela 204 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Americana (rede OPS/OMS).....	156

Tabela 205 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Limeira (rede OPS/OMS)	156
Tabela 206 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Limeira - Ceset (rede OPS/OMS)	157
Tabela 207 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Jundiaí (rede OPS/OMS)	157
Tabela 208 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Campinas (rede OPS/OMS)	158
Tabela 209 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Americana (monitor passivo)	158
Tabela 210 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Vargem (monitor passivo)	159
Tabela 211 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Nazaré Paulista (monitor passivo)	159
Tabela 212 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Limeira – Pça Toledo (monitor passivo)	159
Tabela 213 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Limeira – Cl. V. Queiróz (monitor passivo)	160
Tabela 214 – Dióx. de enxofre (SO ₂) em Limeira - Ceset (monitor passivo)	160
Tabela 215 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Limeira - OMS (monitor passivo)	160
Tabela 216 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Joanópolis (monitor passivo)	161
Tabela 217 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Cosmópolis (monitor passivo)	161
Tabela 218 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Bragança Paulista (monitor passivo)	162
Tabela 219 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Atibaia (monitor passivo)	162
Tabela 220 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Piracicaba - OMS (monitor passivo)	162
Tabela 221 – Dióx. de enxofre (SO ₂) em Piracicaba – Centro (mon. passivo)	163
Tabela 222 – Dióx. de enxofre (SO ₂) em Piracicaba – Santa Terezinha (mon. passivo)	163
Tabela 223 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Jundiaí – OMS (monitor passivo)	163
Tabela 224 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Jundiaí – Vila Arens (monitor passivo)	164
Tabela 225 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Jundiaí – Pça. da Bandeira (mon. passivo)	164
Tabela 226 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Campinas – Chapadão (monitor passivo)	164
Tabela 227 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Campinas – OMS (monitor passivo)	165
Tabela 228 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Jaguariúna – CAP- entorno da AmBev	165
Tabela 229 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Jaguariúna – BCN – entorno da AmBev	166
Tabela 230 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Jaguariúna – Júlia Calhau	166
Tabela 231 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Jaguariúna – Adone Bonetti	166
Tabela 232 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Valinhos –PROMAICA(monitor passivo) no entorno na Rigesa	167
Tabela 233 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Várzea Paulista – Pça Romeiro Pereira (monitor passivo) no entorno da Elekeiroz	167
Tabela 234 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Várzea Paulista – Pça N. S. Piedade (monitor passivo) no entorno da Elekeiroz	167
Tabela 235 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Várzea Paulista – Pedro Guilherme (monitor passivo) no entorno da Elekeiroz	168
Tabela 236 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Paulínia (monitor passivo)	168
Tabela 237 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Paulínia – (monitor passivo) no entorno da Galvani	169
Tabela 238 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Americana - Estação móvel	169
Tabela 239 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Piracicaba - Estação móvel	170
Tabela 240 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Valinhos - Estação móvel	170
Tabela 241 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Jundiaí - Estação móvel	170
Tabela 242 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Campinas Estação automática	170
Tabela 243 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Paulínia – Estação móvel e Estação automática fixa	171
Tabela 244 – Taxas de Sulfatação em Paulínia – (µgSO ₃ /100cm ² /dia)	172
Tabela 245 – Monóxido de carbono (CO) em Americana - Estação móvel	173



Tabela 246 – Monóxido de carbono (CO) em Piracicaba.....	173
Tabela 247 – Monóxido de carbono (CO) em Valinhos - Estação móvel	173
Tabela 248 – Monóxido de carbono (CO) em Jundiaí - Estação móvel	173
Tabela 249 – Monóxido de carbono (CO) em Campinas - Estação automática fixa.....	174
Tabela 250 – Monóxido de carbono (CO) em Paulínia – Estação móvel e Estação automática fixa.....	175
Tabela 251 – Ozônio (O ₃) em Americana - Estação móvel.....	176
Tabela 252 – Ozônio (O ₃) em Piracicaba - Estação móvel	176
Tabela 253 – Ozônio (O ₃) em Valinhos - Estação móvel	176
Tabela 254 – Ozônio (O ₃) em Jundiaí - Estação móvel.....	177
Tabela 255 – Ozônio (O ₃) em Campinas – Estação móvel	177
Tabela 256 – Ozônio (O ₃) em Paulínia – Estação móvel e Estação automática fixa	178
Tabela 257 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Americana - Estação móvel.....	179
Tabela 258 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Valinhos - Estação móvel.....	179
Tabela 259 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Jundiaí - Estação móvel	179
Tabela 260 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Campinas – Estação automática fixa	180
Tabela 261 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Paulínia – Estação automática fixa.....	180
Tabela 262 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Americana - Estação móvel	181
Tabela 263 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Paulínia - Estação automática fixa	181
Tabela 264 – Hidrocarbonetos Totais Menos Metano (HCNM) em Paulínia – Estação automática fixa.....	182
Tabela 265 – Metano (CH ₄) em Paulínia – Estação automática fixa	182
Tabela 266 – Gás sulfídrico em Americana no entorno da Ripasa.....	183
Tabela 267 – Gás sulfídrico em Americana no entorno da Fibra	183
Tabela 268 – Gás sulfídrico em Piracicaba no entorno da "Indústrias Mecânicas Alvarco Ltda	184
Tabela 269 – Mercaptanas em Americana no entorno da Ripasa.....	184
Tabela 270 – Mercaptanas em Americana no entorno da Fibra.....	185
Tabela 271 – Mercaptanas em Americana no entorno da Ripasa (monitoramento realizado pela empresa).....	185
Tabela 272 – Chumbo na Poeira Total em Suspensão (PTS) no entorno da Durox – Rio Claro– Média trimestral (monitoramento realizado pela empresa)	186
Tabela 273 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Durox.....	187
Tabela 274 – Chumbo em folhas não lavadas de espécies vegetais, referentes à todas as campanhas de auto-monitoramento.....	187
Tabela 275 – Monitoramento de Chumbo nas Partículas totais em suspensão em Santa Gertrudes.....	188
Tabela 276 – Chumbo nas Partículas totais em suspensão (PTS) no entorno da Delphi – Piracicaba - monitoramento realizado pela empresa.....	189
Tabela 277 – Chumbo nas Partículas totais em suspensão (PTS) em Santa Gertrudes.....	189
Tabela 278 – Taxas de Fluoreto em Cordeirópolis	190
Tabela 279 – Taxas de fluoretos em Cordeirópolis.....	191
Tabela 280 – Fluoretos gasosos em Cordeirópolis (24h).....	191
Tabela 281 – Conteúdo foliar de fluoretos (µgF/g peso seco) obtidos nos diversos locais e períodos de amostragem.	192
Tabela 282 – Taxas de fluoretos em Santa Gertrudes	192



Tabela 283 – Concentrações de fluoretos gasosos em Santa Gertrudes, no período entre 14 e 30 de outubro de 2002 – 24h	193
Tabela 284 – Taxas de Fluoreto em Pedreira	194
Tabela 285 – Taxas de Fluoreto no entorno da Galvani	194
Tabela 286 – Taxas de Fluoreto no entorno da Galvani	195
Tabela 287 – Taxas de Fluoreto no entorno da Galvani	195
Tabela 288 – Mercúrio Gasoso Total (MGT) no entorno da Apliquim	196
Tabela 289 – Mercúrio Particulado Total (MPT) no entorno da Apliquim	197
Tabela 290 – Pontos amostrados e concentrações de mercúrio determinadas	197
Tabela 291 – Partículas inaláveis (MP ₁₀) em Sorocaba – Estação móvel e estação automática fixa	200
Tabela 292 – Fumaça (FMC) em Sorocaba – Centro – Estação manual	201
Tabela 293 – Fumaça (FMC) em Sorocaba-Jd Europa – Estação manual	202
Tabela 294 – Fumaça (FMC) em Sorocaba-Humberto de Campos – Estação manual	202
Tabela 295 – Fumaça (FMC) em Itú – Estação manual	203
Tabela 296 – Fumaça (FMC) em Votorantim – Estação manual	204
Tabela 297 – Fumaça (FMC) em Salto – Estação manual	204
Tabela 298 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Sorocaba - Centro (rede OPS/OMS)	205
Tabela 299 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Sorocaba-Jd Europa	206
Tabela 300 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Sorocaba-Humberto de Campos	206
Tabela 301 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Itú	207
Tabela 302 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Votorantim	208
Tabela 303 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Salto	208
Tabela 304 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Sorocaba - Centro (monitor passivo)	209
Tabela 305 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Sorocaba-H. de Campos (monitor passivo)	209
Tabela 306 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Sorocaba- Aeroporto (monitor passivo)	210
Tabela 307 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Sorocaba-Edem (monitor passivo)	210
Tabela 308 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Itú (monitor passivo)	211
Tabela 309 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Votorantim (monitor passivo)	211
Tabela 310 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Salto (monitor passivo)	211
Tabela 311 – Dióxido de enxofre (SO ₂) no entorno da Fábrica de Cimento Votoram (monitor passivo)	212
Tabela 312 – Dióxido de enxofre (SO ₂) em Sorocaba – Estação móvel e estação automática fixa	213
Tabela 313 – Monóxido de carbono (CO) em Sorocaba – Estação móvel	213
Tabela 314 – Ozônio (O ₃) em Sorocaba – Estação móvel e estação automática fixa	214
Tabela 315 – Dióxido de nitrogênio (NO ₂) em Sorocaba – Estação móvel	214
Tabela 316 – Taxas de Fluoreto no entorno da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), no período de junho/92 a novembro/93	215
Tabela 317 – Concentração de Fluoreto no entorno da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), no período de agosto/92 a dezembro/92 – 24 h	216
Tabela 318 – Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Microlite S.A.	217
Tabela 319 – Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Saturnia e Enertec	218
Tabela 320 – Chumbo na Poeira Total em Suspensão (PTS) – Média trimestral (monitoramento realizado pela Saturnia-Hawker)	219



Tabela 321 – Chumbo na Poeira Total em Suspensão (PTS) - média trimestral(monitoramento realizado pela Enertec do Brasil)	220
Tabela 322 – Concentração em vegetação seca	221
Tabela 323 – Resultados analíticos:	221

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Partículas Inaláveis – Evolução das concentrações médias anuais na RMSP	14
Figura 2 – Partículas Inaláveis - Número de ultrapassagens do padrão diário e nível de atenção por ano – RMSP	14
Figura 3 – Contribuição percentual das fontes – Cerqueira César – 1993	18
Figura 4 – Contribuição percentual das fontes – Cerqueira César – 1996/1997	18
Figura 5 – Fumaça - Número de ultrapassagens do padrão diário e nível de atenção por ano – RMSP	20
Figura 6 – Monóxido de Carbono - Número de ultrapassagens do padrão e nível de atenção (média de 8 horas) – RMSP	25
Figura 7 – Ozônio - Número de ultrapassagens do padrão de 1 hora e nível de atenção na RMSP	27
Figura 8 – Horário em que ocorreram as máximas conc.de O ₃ nos dias de ultrapassagem do padrão, nas estações Mauá e Ibirapuera, de mai/96 a dez/99.	28
Figura 9 – Total de dias em função da duração em horas de ultrapassagem do padrão de ozônio, nas estações Ibirapuera e Mauá, de mai/96 a dez/99	29
Figura 10 – Total de ultrapassagens do padrão de ozônio por dia da semana, na RMSP de mai/96 a dez/99.	29
Figura 11 – Contribuição percentual das fontes – Cubatão – Vila Parisi - 1991	46
Figura 12 – Contribuição percentual das fontes – Cubatão – Centro - 1991	46
Figura 13 – Média das concentrações (inv e ver) e respectivos desvios padrões de fluoreto foliar em 42 espécies estudadas no Vale dos Pilões, Cubatão - SP....	68
Figura 14 – Média das concentrações (inv e ver) e respectivos desvios padrões de fluoreto foliar em 42 espécies estudadas no Vale do Moji, Cubatão – SP.....	68
Figura 15 – Conc. foliar média de fluoretos no bioindicador <i>Cordyline terminalis</i>	217

I. INTRODUÇÃO

Este relatório é um resumo dos principais resultados obtidos do monitoramento de qualidade do ar nas diversas regiões do Estado de São Paulo, cujo objetivo central é permitir um diagnóstico mais abrangente das condições de contaminação dos mais distintos poluentes atmosféricos, bem como servir de base para identificar as deficiências em termos de monitoramento e, auxiliar no planejamento da ampliação da rede automática e reestruturação das redes manuais. Este resumo foi elaborado a partir dos relatórios, informes e pareceres que foram encaminhados pela ETQ às Agências Ambientais, ao longo dos anos até 2003 e início de 2004, que podem ser consultados, caso sejam necessárias informações adicionais.

As análises da qualidade do ar foram divididas em áreas de abrangência das Regionais de Bacias Hidrográficas da Cetesb. Inicialmente, este diagnóstico não inclui inventário de fontes de poluição, aspectos meteorológicos e suas inter-relações, ou seja não há qualquer análise que incorpore relações de causa-efeito, exceto nos casos em que o monitoramento foi motivado pela existência de fonte específica.

Assim, embora possam ser identificadas áreas com maior necessidade de ações de controle de determinados poluentes, bem como deficiências de monitoramento em determinadas regiões ou municípios, o planejamento de ações, principalmente as de médio e longo prazos, deve considerar prioritariamente a avaliação da qualidade do ar levando em conta as fontes de emissão e os aspectos meteorológicos.

Ainda assim, os resultados até agora obtidos e apresentados a seguir, constituem em importante contribuição para a elaboração de um diagnóstico da qualidade do ar no Estado de São Paulo.

II. PARÂMETROS DE QUALIDADE DO AR

a) Poluentes Regulamentados

Partículas Inaláveis (MP10)

As partículas inaláveis são definidas, de maneira simplificada, como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a 10µm. As partículas inaláveis podem ainda ser classificadas como partículas inaláveis finas (<2,5µm) e partículas inaláveis grossas (2,5 a 10 µm). Estas partículas são capazes de alcançar o trato respiratório mais profundo e, quando instaladas nos pulmões, diminuem a capacidade respiratória. Numa atmosfera urbana, podem ser emitidas por veículos automotores, por processos de queima de biomassa e durante a operação de processos industriais. São ainda fontes importantes dessas partículas a formação de aerossóis secundários e a ressuspensão de poeira do solo.

Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho ≤ 50 micra. São fontes os processos industriais, veículos, poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Uma parte destas partículas é inalável e pode causar problemas de saúde, outra parte pode afetar desfavoravelmente a qualidade de vida da população, interferindo nas condições estéticas do ambiente e prejudicando as atividades normais da comunidade.

Fumaça (FMC)

O material particulado na atmosfera pode ser expresso em termos de fumaça. Esta determinação está baseada na medida de refletância da poeira, o que confere a este parâmetro a característica de estar diretamente relacionada ao teor de material carbonáceo na atmosfera (carbono orgânico e carbono grafítico). Assim, a avaliação tem importância pelo fato de que o material carbonáceo pode ter características mutagênicas.

Dióxido de Enxofre (SO₂)

O dióxido de enxofre é emitido, principalmente, na queima de óleo combustível e diesel, que contém enxofre em sua composição. O SO₂, em altas concentrações, produz irritação

no sistema respiratório e problemas cardiovasculares, além de ser um importante formador da chuva ácida.

Monóxido de Carbono (CO)

Origina-se da queima incompleta de qualquer combustível de origem orgânica (biomassa, combustíveis fósseis, etc.) e é, geralmente, encontrado em maiores concentrações nas cidades, emitido principalmente, por veículos automotores. Em decorrência da grande facilidade em se combinar com a hemoglobina do sangue, o CO, em altas concentrações, prejudica a oxigenação do organismo, causando a diminuição dos reflexos e da acuidade visual.

Óxidos de Nitrogênio (NO e NO₂)

São formados na queima de combustíveis, principalmente fósseis. Em cidades, os veículos geralmente são os principais responsáveis pela emissão dos óxidos de nitrogênio. Nas queimadas, as altas temperaturas favorecem a reação do oxigênio com o nitrogênio formando NO. O NO, sob a ação da luz solar, se transforma em NO₂ e tem papel importante na formação dos oxidantes fotoquímicos como o O₃. Causa irritação, podendo conduzir a sintomas que lembram os do enfisema.

Ozônio (O₃)

O ozônio não é um poluente emitido diretamente por qualquer fonte, mas sim formado na atmosfera, através da reação entre hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio em presença de luz solar. Por não ser emitido diretamente pelas fontes, é denominado poluente secundário. No caso do ozônio, a literatura especializada descreve a presença de altas concentrações deste poluente em distâncias significativas das fontes de emissão de seus precursores. A presença de O₃ na atmosfera está associada à redução da capacidade pulmonar, irritação dos olhos e envelhecimento precoce. Pessoas com asma estão entre as mais suscetíveis ao efeito do O₃. Além de danoso à saúde humana, o ozônio também é prejudicial à vegetação, causando danos às colheitas e à vegetação natural.

b) Outros Parâmetros

Partículas Inaláveis Finas (MP_{2,5})

As partículas inaláveis finas podem ser definidas, de maneira simplificada, como aquelas com diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5µm. As partículas finas são emitidas, geralmente,



por fontes antropogênicas, consistindo de produtos de combustão, quer de combustíveis fósseis, quer de biomassa, etc., e de perdas de processos industriais. As partículas finas também se formam na atmosfera a partir de gases como o SO_2 , NO_x e compostos orgânicos voláteis que são emitidos em atividades de combustão, transformando-se em partículas como resultado das reações químicas na atmosfera. Por penetrar profundamente no trato respiratório, podendo se depositar nos alvéolos, estas partículas possuem grande significado higiênico.

Amônia

A amônia é produzida naturalmente por decomposição de plantas e animais, no solo por bactérias, etc. Pode também ser emitida na atmosfera por atividades agrícolas e industriais. Dentre estas últimas destacam-se indústrias de produção de amônia e de fertilizantes. Dependendo das concentrações na atmosfera pode causar irritação no trato respiratório e produzir tosse. A exposição crônica pode causar bronquite.

Gás Sulfídrico (H_2S)

A principal fonte natural de gás sulfídrico é o decaimento biológico de material proteico em águas estagnadas. O H_2S também ocorre naturalmente no petróleo, gás natural, depósitos de enxofre, etc. Algumas fontes de gás sulfídrico são: produção de coque, produção de rayon viscosa, plantas de tratamento de esgoto, produção de polpa de madeira, processo de extração de enxofre, refinarias, etc. Em altas concentrações, a irritação no trato respiratório é o sintoma predominante da exposição ao sulfeto de hidrogênio.

Mercaptanas

As mercaptanas podem ser emitidas naturalmente pelo decaimento de matéria orgânica em águas paradas. Também são emitidas na produção de polpa de madeira, sistemas de tratamento de esgotos, etc. Baixos níveis podem causar dor de cabeça, irritação das mucosas e náusea. Assim como o gás sulfídrico, causam odor perceptível mesmo em baixas concentrações.

Hidrocarbonetos

As emissões antropogênicas de hidrocarbonetos - HC têm origem principalmente na queima incompleta de combustíveis fósseis em motores de combustão interna e na

evaporação que ocorrem nos veículos, em operações de transporte e transferência de combustíveis. Com uma menor contribuição nas emissões totais em áreas densamente urbanizadas e industrializadas, apresentam-se as indústrias químicas, de transformação, refinarias, petroquímicas, coquearias e os processos de queima de materiais orgânicos.

Alguns hidrocarbonetos possuem odor desagradável e são irritantes dos olhos, nariz, pele e trato respiratório superior. Diversos hidrocarbonetos são considerados carcinogênicos e mutagênicos. A exposição a altas concentrações pode causar efeitos imediatos, como náusea, dores de cabeça, cansaço, letargia e tonturas.

Sob ação da luz solar, alguns hidrocarbonetos conhecidos como compostos orgânicos voláteis, juntamente com os óxidos de nitrogênio - NO_x , participam ainda da formação dos oxidantes fotoquímicos na atmosfera.

Chumbo

O chumbo é emitido para a atmosfera principalmente pelas indústrias de fundição e indústrias recuperadoras de baterias automotivas. Os veículos até o início da década de 80, eram uma fonte importante quando se utilizava chumbo-tetraetila na gasolina. O chumbo é um metal pesado que se acumula no organismo humano principalmente no sangue, nos ossos e nos tecidos moles. Também pode afetar os rins, o fígado e o sistema nervoso. A exposição a altas doses pode causar anemia, disfunções renais, distúrbios de reprodução e retardo mental. Mesmo em baixas doses, a exposição ao chumbo está associada a alterações enzimáticas, de transferência de energia e outros processos no organismo humano.

Fluoretos

Os fluoretos são fortes agentes fitotóxicos, causando danos nas plantas que vão desde alterações metabólicas, lesões foliares, redução no crescimento e desenvolvimento, até prejuízos ao ecossistema como um todo. Segundo a literatura, os fluoretos gasosos, basicamente HF , são mais agressivos à vegetação que os fluoretos sólidos. São emitidos, principalmente, por indústrias de fertilizantes, de cerâmicas e de fábricas de alumínio etc.

Dioxinas / Furanos

Sob a denominação de dioxinas, são reunidas na literatura duas classes de compostos, as dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDDs) e os dibenzofuranos policlorados (PCDFs),

somando 210 moléculas diferentes. Dioxinas e furanos são éteres aromáticos, tricíclicos e aproximadamente planares, com propriedades químicas, físicas e biológicas semelhantes. Das 210 moléculas possíveis de PCDD/F, 17 se distinguem especialmente do ponto de vista toxicológico. Estas moléculas são persistentes no organismo humano e de alguns animais, e se acumulam na cadeia alimentar. As dioxinas podem ser formadas em processos químicos de produção, praticamente em todas as reações de cloroquímicos, podendo ser encontradas tanto nos produtos quanto nos efluentes de produção. As principais fontes, contudo, a partir das quais as dioxinas podem ocorrer no meio ambiente são os processos de combustão. Os poluentes são lançados diretamente na atmosfera e transportados a distância, em geral ligados a partículas de poeira fina.

Bifenilas Policloradas (PCBs)

As bifenilas policloradas são formadas por dois anéis benzênicos que se ligam através de uma ponte de carbono, podendo ter de 1 a 10 átomos de cloro. Estes compostos são bem absorvidos por mamíferos através do trato gastrointestinal, dos pulmões e da pele. Pela sua estrutura e pelo modo de ação toxicológica, os PCBs são muito semelhantes aos PCDDs/Fs. Eles se ligam no corpo ao mesmo receptor e em seres humanos podem causar cloroacne, alteração da pigmentação da pele e unhas, distúrbios gastrointestinais, hipertrofia do fígado e ulceração da mucosa gástrica, dentre outros efeitos. Além disso, são considerados potencialmente carcinogênicos. Os PCBs podem ser formados em processos de combustão ou produzidos industrialmente.

Os PCBs podem ser usados como dielétricos em transformadores e grandes capacitores, em trocadores de calor e em sistemas hidráulicos e na formulação de óleos lubrificantes, em pesticidas, adesivos, seladoras e plásticos.

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAHs)

Em virtude do seu potencial carcinogênico, os compostos policíclicos aromáticos são de grande interesse. Em razão da sua larga disseminação no meio ambiente, estes compostos representam um risco latente, especialmente porque a sua incorporação através do ar e dos alimentos é inevitável. Devido ao seu alto potencial cancerígeno e à presença no meio ambiente, o benzo(a)pireno (BaP) é freqüentemente usado como indicador da exposição humana aos PAHs. Os PAHs se formam a partir da queima incompleta de substâncias orgânicas (em praticamente todo processo de combustão).

III. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

Os padrões de qualidade do ar nos quais a CETESB se baseia estão definidos através do Decreto Estadual nº 8468/76 e da Resolução CONAMA nº 3, de 28/06/90. Cada padrão define legalmente um limite máximo para a concentração de um dado poluente atmosférico de modo que seja garantida a proteção à saúde e ao bem-estar da população. A definição desses padrões apoiou-se nos valores estabelecidos pela Agência Ambiental dos Estados Unidos (EPA) e Organização Mundial de Saúde (OMS), fundamentados em estudos científicos dos efeitos produzidos pelos poluentes, para um dado tempo de exposição, e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada. Na tabela abaixo, são apresentados os padrões de qualidade do ar, bem como os critérios estabelecidos para episódios agudos de poluição do ar.

Tabela 1 – Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (PQAR) e Critérios para Episódios Agudos 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 (AT) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Alerta (AL) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Emergência (EM) $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PTS	24 horas ¹	240	150	375	625	875
	MGA ²	80	60			
PI	24 horas ¹	150	150	250	420	500
	MAA ³	50	50			
FMC	24 horas ¹	150	100	250	420	500
	MAA ³	60	40			
SO ₂	24 horas ¹	365	100	800	1.600	2.100
	MAA ³	80	40			
NO ₂	1 hora ¹	320	190	1.130	2.260	3.000
	MAA ³	100	100			
CO	1 hora ¹	40.000	40.000	15	30	40
		35ppm	35ppm			
	8 horas ¹	10.000	10.000			
		9ppm	9ppm			
O ₃	1 hora ¹	160	160	400 200*	800	1.000

¹ Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano

² Média geométrica anual

³ Média aritmética anual

* No Estado de São Paulo, o Estado de Atenção é declarado com base na Legislação Estadual que é mais restritiva

O padrão americano para chumbo na atmosfera é de $1,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ (média trimestral), valor este adotado pela CETESB através da Resolução de Diretoria nº 09/99/C de 04/01/1999.

IV. REDES DE AMOSTRAGEM

A CETESB possui uma rede automática de monitoramento da qualidade do ar que funciona na RMSP e Cubatão desde 1981 e nos municípios de Paulínia, São José dos Campos, Sorocaba e Campinas a partir de 2000. 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. A partir de 2000, a rede para medição de SO_2 no interior passou a ser realizada somente por amostradores passivos, desenvolvidos no Setor de Amostragem e Análise do Ar da CETESB.

Rede Automática

A rede automática é composta por 29 estações fixas de amostragem e 2 estações móveis distribuídas como segue: RMSP (23 estações), Cubatão (2 estações), Paulínia (1 estação), Campinas (1 estação), Sorocaba (1 estação) e São José dos Campos (1 estação). As duas estações móveis são deslocadas em função da necessidade de monitoramento em locais onde não existem estações de amostragem ou para estudos complementares à própria rede.

A atual rede mede os seguintes parâmetros: partículas inaláveis, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono, hidrocarbonetos totais não metano, metano, direção do vento, velocidade do vento, umidade relativa, temperatura, pressão atmosférica e radiação solar (global e ultravioleta).

Redes Manuais

No que se refere ao material particulado, a rede manual da RMSP é composta por 9 estações de amostragem que medem fumaça, 9 estações que medem partículas totais em suspensão e 4 estações que medem partículas inaláveis finas ($\text{MP}_{2,5}$), sendo todas as coletas efetuadas durante 24 horas a cada seis dias. Em Cubatão as partículas totais em suspensão são medidas em um local. A rede operada no interior e litoral do Estado é composta por 19 estações que medem fumaça nos seguintes municípios: Campinas, Paulínia, Americana, Limeira, Piracicaba, Jundiaí, Taubaté, São José dos Campos,



Sorocaba, Votorantim, Itu, Salto, Ribeirão Preto, Franca, Araraquara, São Carlos e Santos.

A rede de amostradores passivos está instalada no interior do Estado desde 1995. É composta por 25 estações de amostragem que medem mensalmente os teores de dióxido de enxofre, além das 19 estações amostradoras de fumaça, que passaram a utilizar este método de medição a partir de 2000. Em 1999 foi instalada, dentro do Projeto Entre Serras e Águas, uma rede composta por mais 6 estações. Em 2003, na RMSP, as estações que realizavam o monitoramento de SO_2 pelo método de peróxido de hidrogênio, passaram a utilizar amostradores passivos para esta avaliação.

Outras Redes

Sempre que há necessidade, a CETESB instala redes manuais de amostradores, seja para estudos de poluentes não regulamentados, ou para esclarecer alguns aspectos de poluição do ar na região. Para tanto, são utilizados nestas redes diversos dispositivos para a coleta dos poluentes.

A tabela 2 apresenta a configuração de 2003 da rede de monitoramento da qualidade do ar, incluindo os equipamentos automáticos e manuais, sendo que a rede de monitoramento passivo de dióxido de enxofre foi reformulada no início de 2004.

Tabela 2 – Configuração da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar - 2003
Rede Automática

EST. Nº	LOCALIZAÇÃO DAS EST. ESTAGÕES	PARAMETROS														
		MP ₁₀	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	CO	GH	HCM	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	X														
07	São Caetano do Sul	X	X	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						X	X		
10	Carqueira César ⁵	X	X	X	X	X	X									
11	Penha ¹	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														
20	Taboão da Serra	X														
21	São Miguel Paulista	X								X	X	X	X	X		
22	Mauá	X		X	X	X				X						
27	Pinheiros ⁸	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 ^{5,6,8}	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	Cubatão - Vila Parisi	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	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X		
55	São José dos Campos	X	X							X	X	X	X	X		
TOTAL MONITORES INTERIOR		4	3	2	2	2	2	1	1	3	4	4	3	3	1	1
TOTAL ESTAÇÕES FIXAS		29	12	12	12	12	13	4	4	16	9	9	16	16	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	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
 HCM 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

V. RESULTADOS DE MONITORAMENTO

1. BACIA DO ALTO TIETÊ (ALTO TIETÊ I, II E III)

Na área de abrangência da Bacia do Alto Tietê (Alto Tietê I, II e III), encontra-se a maioria das estações automáticas de qualidade do ar, assim como uma rede de monitores ativos de material particulado e SO_2 (rede manual). Destacam-se também os inúmeros monitoramentos realizados pelas estações móveis.

Neste relatório, não faz-se uma separação das áreas de abrangências das três Regionais da CETESB, já que em termos de poluição atmosférica, as características observadas em todas elas são semelhantes, tanto em termos de qualidade ambiental, quanto em termos das principais fontes poluidoras.

A rede automática de monitoramento opera desde o início da década de 80, assim como há medidas realizadas pela rede manual desde a década de 70. Porém, como o objetivo deste relatório é principalmente obter um diagnóstico da condição atual, apresentamos somente os dados mais recentes.

1.1. Partículas Inaláveis (MP_{10})

Há monitoramento deste poluente em 23 estações na RMSP, conforme apresentado na tabela a seguir. Embora observe-se uma tendência de queda, se considerarmos os últimos 10 anos, nos últimos 5 anos as médias anuais têm se mantido relativamente estáveis. Observa-se que ainda ocorrem ultrapassagens dos padrões de curto ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$ – 24h) e longo ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$ – média anual) prazos para este poluente, principalmente nas estações localizadas próximas de vias de tráfego.

Tabela 3 – Partículas Inaláveis (MP₁₀) – Estações automáticas fixas

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2001					2002					2003				
	N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		PQAR	N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		PQAR	N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		PQAR
			1º	2º				1º	2º				1º	2º	
			µg/m³	µg/m³				µg/m³	µg/m³				µg/m³	µg/m³	
Parque D. Pedro II	334	56	208	180	3	355	56	197	146	1	350	58	185	168	6
Santana	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	151	38*	131	121	0
Moóca	89*	37*	63	63	0	–	–	–	–	–	149	46*	196	165	3
Cambuci	263*	45*	157	129	1	358	42	136	104	0	341	41	112	112	0
Ibirapuera	351	41	141	106	0	334	40	107	107	0	357	50	159	140	1
N. Senhora do Ó	–	–	–	–	–	61	28*	55	50	0	357	37	98	92	0
São Caetano do Sul	346	42	142	137	0	364	41	103	103	0	341	40	135	133	0
Congonhas	337	65	219	172	4	336	72	231	186	5	363	51	144	129	0
Lapa	348	56	177	171	3	359	59	157	144	1	86	51*	97	87	0
Cerqueira César	269	41	128	123	0	357	48	117	115	0	344	50	152	134	1
Penha	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Centro	358	42	152	132	1	348	47	150	116	0	304	51	140	135	0
Guarulhos	327	72	229	203	14	345	71	193	178	5	359	65	173	160	3
Sto. André - Centro	319	43	177	163	3	365	40	154	151	2	361	39	177	156	2
Diadema	301	66	162	146	1	189*	46*	111	110	0	357	37	100	96	0
Santo Amaro	346	43	166	130	1	360	46	133	128	0	357	47	164	150	2
Osasco	354	64	155	154	2	351	68	190	160	5	352	69	187	184	9
Sto. André-Capuava	361	38	96	87	0	360	39	102	94	0	365	36	119	99	0
S. B. do Campo	361	46	193	170	2	358	44	116	116	0	365	40	130	125	0
Taboão da Serra	304	56	195	185	3	331	47	150	145	1	353	40	125	116	0
S. Miguel Paulista	342	45	154	152	2	229	41*	132	113	0	362	42	171	144	1
Mauá	355	44	149	130	0	365	43	99	99	0	358	42	139	129	0
Pinheiros	130*	54*	189	159	2	344	53	193	173	3	220	54*	135	129	0

N = N° de dias válidos

PQAR = N° de ultrapassagens do padrão de qualidade do ar

*Não atendeu ao critério de representatividade

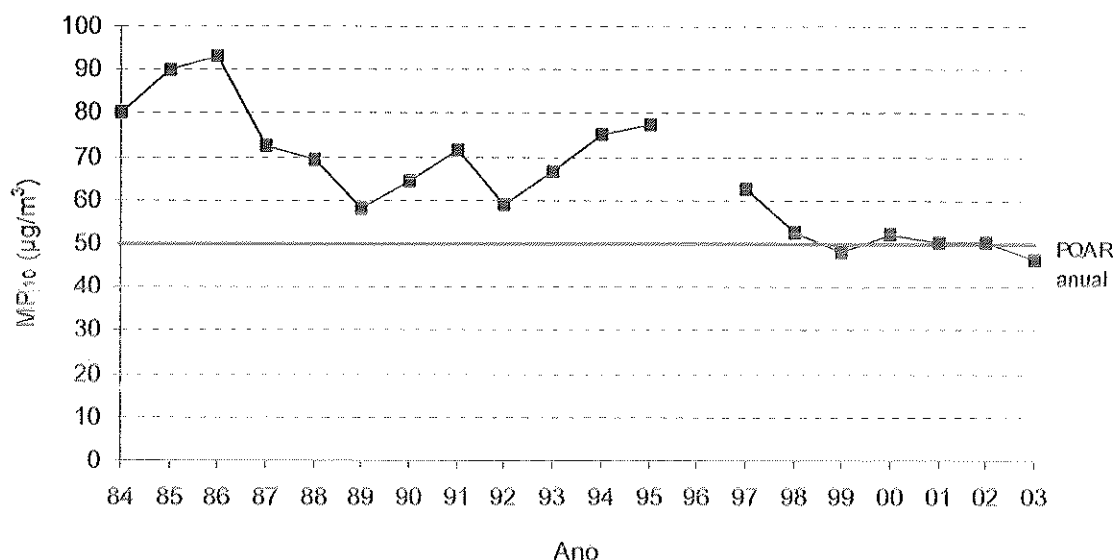


Figura 1 – Partículas Inaláveis – Evolução das concentrações médias anuais na RMSP

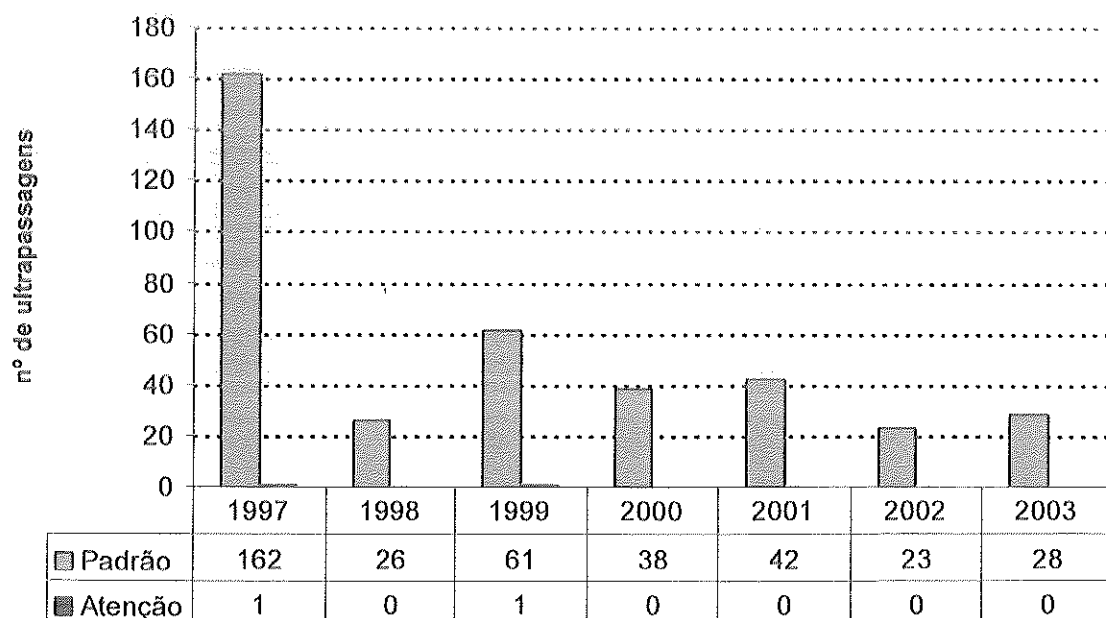


Figura 2 – Partículas Inaláveis - Número de ultrapassagens do padrão diário e nível de atenção por ano – RMSP

A tabela 4 apresenta o resultado do monitoramento de MP_{10} realizado em diversos outros pontos em períodos recentes. Observou-se algumas ultrapassagens do PQAR de 24h em alguns locais, embora seja difícil diagnosticar de forma mais conclusiva, sobretudo para exposições de longo prazo, em virtude do número de dias monitorados.

Tabela 4 – Partículas Inaláveis (MP_{10}) – Estações Móveis

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu g/m^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª	2ª	PQAR 24h	Atenção
			$\mu g/m^3$	$\mu g/m^3$		
Paranapiacaba Orfanato AGO-OUT/85	42	36	85	66	0	0
Planalto Estr.Eletrocloro OUT-NOV/85	31	44	112	68	0	0
SubEstação Eletropaulo OUT-NOV/85	29	68	142	137	0	0
Rib.Pires DEZ/84-JAN/85; JUL/85-AGO/85	42	68	173	155	2	0
Rib.Pires DEZ/97 a MAR/98	84	44	96	88	0	0
Barragem das Pedras DEZ/98 - DEZ/99	167	31	174	169	2	0
Pico do Jaraguá JUN/01 - MAR/02	172	29	71	59	0	0
Pico do Jaraguá AGO/02 - SET/02	20	43	66	64	0	0
Rodoanel - Trecho Anhangüera - 19/12/01 - 22/12/01	3	46	78	44	0	0
Rodoanel - Trecho Anhangüera - 23/12/01 - 10/01/02	7	39	54	48	0	0
Rodoanel - Trecho B.Butantã - 01/04/02 - 13/04/02	12	42	63	57	0	0
Rodoanel - Trecho B.Butantã - 14/04/02 - 06/06/02	51	49	104	100	0	0
Rodoanel - Trecho Fazendinha - 05/10/02 - 11/10/02	6	104	162	148	1	0
Rodoanel - Trecho Fazendinha - 12/10/02 - 19/03/03	150	44	186	134	1	0

Foi realizado o monitoramento de MP_{10} em Mairiporã em 2001/2002.

Tabela 5 – Partículas Inaláveis (MP_{10}) em Mairiporã Estação manual

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu g/m^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª	2ª	PQAR 24h	Atenção
			$\mu g/m^3$	$\mu g/m^3$		
Jun/2001 a jun/2002	59	45	98	92	0	0

Foi observada uma concentração anual de $45\mu g/m^3$, próxima ao PQAR ($50\mu g/m^3$).

Foi efetuado monitoramento de MP_{10} no pátio da Indústria Novolit/Flexolit S/A, a qual apresentava uma série de reclamações sobre a presença de material particulado em suas

dependências. Segundo a Novolit, este material seria proveniente da empresa vizinha, a Santa Suzana Mineração. Foi também monitorado um outro ponto próximo a estas duas empresas (Irga). Observa-se na tabela 6, que o PQAR de 24 horas foi excedido nos dois locais, no entanto, os níveis de partículas inaláveis encontrados foram semelhantes aos encontrados em outros pontos da RMSP durante o período amostrado.

Tabela 6 – Partículas Inaláveis (MP₁₀) no entorno da Santa Suzana Mineração

Local	Período	Número de dias	Média Aritmet. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24 h		Nº de Ultrapassagens	
				1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
Novolit	Jul – Ago/97	13	123	247	194	3	0
Irga	Jul – Ago/97	12	113	176	151	2	0

1.1.1. Partículas Inaláveis Finas (MP_{2,5})

Estudos realizados na RMSP em 1987/1993/1997/2000 e 2001 mostram que cerca de 60% do MP₁₀ corresponde a fração fina (MP_{2,5}). A tabela a seguir apresenta um resumo dos dados do monitoramento de MP_{2,5} realizado nas estações de Cerqueira César, Pinheiros, São Caetano do Sul e Ibirapuera.

Tabela 7 – Partículas Inaláveis Finas (MP_{2,5}) – Estações manuais

Estação	2001				2002				2003			
	N	Média $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1ª Máx. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª Máx. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	N	Média $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1ª Máx. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª Máx. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	N	Média $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1ª Máx. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª Máx. $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cerqueira César	67	23	56	51	75	23	48	41	53	20	52	49
Pinheiros ¹	44	21	66	47	113	21	67	48	35	21*	68	58
São Caetano do Sul	54	23	48	42	55	22	63	44	59	21	63	58
Ibirapuera ²	-	-	-	-	35	22*	70	46	53	16	55	47

N = Nº de Dados Válidos

* Não atendeu ao critério de representatividade

1 - Início da operação: 07/03/2001

2 - Início da operação: 16/04/2002

Não existe na legislação nacional padrão para $MP_{2.5}$. Os padrões propostos pela EPA-EUA utilizam a média aritmética das médias anuais (calculadas a partir das médias de 24 horas) dos últimos três anos consecutivos que não pode ultrapassar $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ e o percentil 98 das médias de 24h em três anos que não pode ultrapassar $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ para nenhuma estação da região. Em Cerqueira César e São Caetano do Sul, estações com dados representativos, as médias aritméticas dos últimos três anos, superam o valor do padrão proposto pela EPA-EUA.

1.1.2. Estudo de Caracterização de Aerossóis

Foram efetuados estudos de caracterização de aerossóis, pela técnica do "modelo receptor" que tiveram por objetivo a identificação e quantificação das principais fontes de emissão das partículas inaláveis na RMSP. Além disto, estes estudos permitem a identificação dos principais constituintes químicos das partículas.

Um estudo mais abrangente foi efetuado em 1987 nas estações de Parque Dom Pedro II, Ibirapuera, Osasco e São Caetano do Sul. Em 1990 foi realizado um estudo em Santo André e em 1993 e 1996/1997 em outras localidades.

As estimativas de contribuição das várias fontes, calculadas pelo "modelo receptor", para as partículas inaláveis finas ($MP_{2.5}$) e partículas inaláveis grossas (entre $2,5\mu\text{m}$ e $10\mu\text{m}$) coletadas, em Cerqueira César, em 1993 e 1996/1997 estão apresentadas nas Figuras.3 e 4, respectivamente.

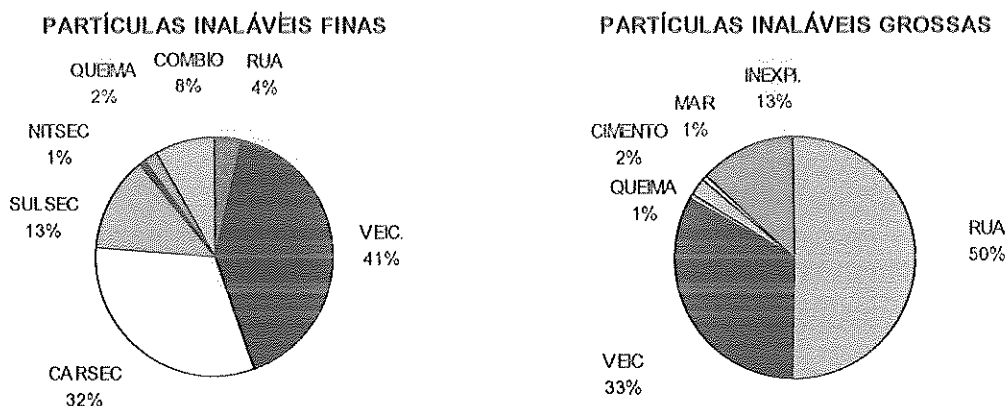
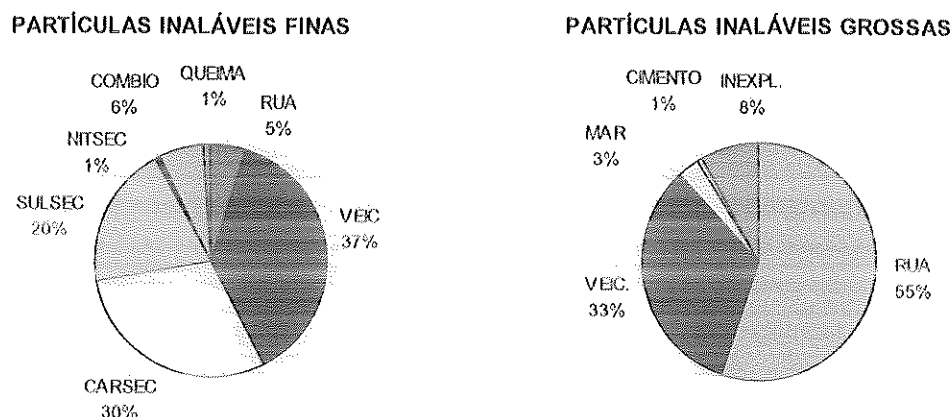


Figura 3 – Contribuição percentual das fontes – Cerqueira César – 1993



CARSEC: carbono secundário

COMBIO: fonte de combustão de biomassa

INEXPL: fontes inexplicáveis

MAR: fonte de aerossol marinho

NITSEC: nitratos secundários

QUEIMA: fonte de combustão de resíduos

RUA: poeira de rua

SULSEC: sulfatos secundários

VEIC: emissão veicular

Figura 4 – Contribuição percentual das fontes – Cerqueira César – 1996/1997

A avaliação dos resultados mostrou que as emissões provenientes de fontes veiculares foram preponderantes, especialmente na fração fina que, por sua vez, foi a maior fração do material particulado inalável (69% em 1993 e 61% em 1996/1997). Além dos carbonos secundários, também as contribuições de sulfatos secundários foram bastante significativas na fração fina.

No caso do particulado inalável grosso a influência de poeira de rua ressuspensa foi maior que no material particulado fino. As emissões veiculares também apresentaram resultados importantes embora menores que na fração fina. Outras fontes de menor



importância foram cimento e aerossóis marinhos. Como fonte de cimento, pode-se supor as obras de construção civil, assim como o transporte desse material em caminhões.

Em 1996/1997 foi também realizado um estudo para avaliar as principais fontes de material particulado inalável em Guarulhos. Nesse estudo, as partículas inaláveis finas corresponderam a quase 50% do particulado inalável coletado, sendo preponderantes nessa fração, as emissões veiculares (cerca de 40%) e os carbonos secundários (cerca de 30%).

De maneira geral, os teores de material carbonáceo na RMSP representaram cerca de 60% da fração fina, sendo aproximadamente 20% carbono elementar e aproximadamente 40% carbono orgânico.

Estudos de caracterização de aerossóis realizados em 1986/1987 em diferentes pontos da RMSP já indicavam, na fração fina, uma contribuição importante das emissões veiculares seguida dos aerossóis secundários; na fração grossa, predominavam as emissões veiculares e as partículas ressuspensas do solo. Ainda nessa época, foram avaliadas as concentrações de chumbo na atmosfera da RMSP, onde verificou-se a diminuição dos teores desse poluente devido à substituição do chumbo-tetraetila por etanol na gasolina.

1.2. Fumaça (FMC)

No caso da FMC, os níveis decresceram significativamente nos últimos anos, sendo que desde 1999 o padrão anual de $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ não é ultrapassado. O número de ultrapassagens do padrão de 24h também vem diminuindo ao longo do tempo.

Tabela 8 – Fumaça – Estações manuais

LOCAL DE AMOSTRAGEM	N	2001						2002						2003					
		Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens PQAR AT		N	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens PQAR AT		N	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens PQAR AT		
			1ª	2ª					1ª	2ª					1ª	2ª			
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$					$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$					$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Aclimação	59	33	139	123	0	0	54	35	111	89	0	0	54	34	107	96	0	0	
Campos Eliseos	60	53	153	142	1	0	60	54	149	128	0	0	60	54	155	144	1	0	
Cerqueira César	60	46	123	117	0	0	61	48	95	94	0	0	61	50	115	112	0	0	
Ibirapuera	8	15*	31	27	0	0	59	23	60	76	0	0	58	25	104	86	0	0	
Moema	59	40	268	132	1	1	58	37	120	111	0	0	60	37	154	130	1	0	
Mogi das Cruzes	39	15*	53	48	0	0	55	13	56	47	0	0	28	11*	37	32	0	0	
Pinheiros	55	36	224	133	1	0	57	32	104	96	0	0	60	30	147	106	0	0	
Praça da República	57	35	118	92	0	0	61	36	101	90	0	0	59	36	114	111	0	0	
Tatuapé	58	40	155	151	2	0	58	35	115	102	0	0	61	39	114	111	0	0	

* não atendeu ao critério de representatividade

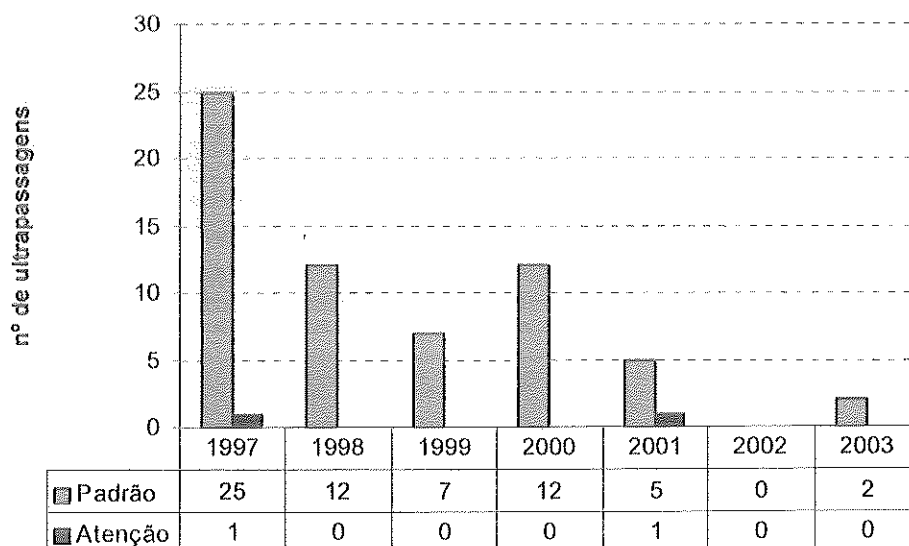


Figura 5 – Fumaça - Número de ultrapassagens do padrão diário e nível de atenção por ano – RMSP

1.3. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Com relação ao particulado total em suspensão, embora não se tenha observado redução significativa nos últimos 5 anos, há uma clara tendência de queda se considerarmos um período mais longo de análise. No entanto, ainda são observadas ultrapassagens do padrão legal de curto ($240\mu\text{g}/\text{m}^3$) e longo ($80\mu\text{g}/\text{m}^3$) prazos em algumas estações.

Tabela 9 – Partículas Totais em Suspensão – Estações manuais

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2001						2002						2003					
	N	Média Geom. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		N	Média Geom. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		N	Média Geom. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª	2ª					1ª	2ª					1ª	2ª		
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	AT			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	AT			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	AT
Parque D. Pedro II	59	89	251	243	2	0	59	85	186	176	0	0	57	99	302	239	1	0
Ibirapuera	59	65	181	175	0	0	50	62	159	121	0	0	53	53	174	160	0	0
São Caetano do Sul	57	69	199	168	0	0	61	66	159	127	0	0	58	70	179	171	0	0
Cerqueira César	59	74	174	165	0	0	58	68	172	132	0	0	53	71	161	160	0	0
Santo Amaro	57	68	229	181	0	0	57	61	197	149	0	0	56	63	188	185	0	0
Osasco	60	147	323	282	4	0	58	133	302	298	5	0	54	130	377	284	6	1
Sto. André-Capuava	56	61	137	134	0	0	59	57	134	130	0	0	57	59	146	139	0	0
S. B. do Campo	59	68	202	196	0	0	59	65	154	151	0	0	59	66	255	243	2	0
Pinheiros	57	69	208	173	0	0	56	63	150	144	0	0	56	69*	187	176	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 10 – Partículas Totais em Suspensão – Estações Móveis

Período	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
Salesópolis AGO-SET/81	42	40	114	102	0	0
Rib.Pires DEZ/84-JAN/85; JUL/85-AGO/85	66	46	140	129	3	0
Rib.Pires JUL-OUT/86	78	115	583	347	7	0
Rib.Pires JUL-NOV/89	113	40	108	95	0	0

1.4. Poeira Sedimentável

Foram avaliadas as taxas de poeira sedimentável no entorno da Santa Suzana Mineração, devido às reclamações de presença de material particulado nas dependências

da indústria Novolit / Flexolit em função desta primeira empresa, no período de dezembro/1997 a março/1998 em cinco locais.

Tabela 11 – Taxas de Poeira Sedimentável no entorno da Santa Suzana Mineração

Período	Local	Taxa de poeira Sedimentável (ton/km ² .30 dias)		
		Média	Máxima	Mínima
dez/97 a mar/98	Regional Santana	4	4	3
	Irga Pátio	6	6	6
	Novolit – Refeitório	3	3	3
	Novolit - Ambulatório	4	4	3
	Novolit – Portaria	5	5	4

Pelas taxas apresentadas na Tabela 11, observa-se que não há diferença significativa entre os resultados encontrados na regional de Santana, Irga e Novolit, ficando caracterizado, neste último local, durante os três meses amostrados, valores médios de taxas de poeira sedimentável semelhantes aos outros locais onde foram realizadas medições.

1.5. Dióxido de Enxofre

O SO₂ atualmente apresenta níveis bem abaixo dos padrões legais em todas as estações que monitoram este poluente.

Tabela 12 – Dióxido de enxofre – Estações Automáticas Fixas

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2001					2002					2003				
	N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		POAR	N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		POAR	N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		POAR
			1ª	2ª				1ª	2ª				1ª	2ª	
			µg/m³	µg/m³				µg/m³	µg/m³				µg/m³	µg/m³	
Parque D. Pedro II	341	16	62	51	0	341	15	69	55	0	312	14	57	57	0
Ibirapuera	280	8	21	20	0	246	7*	21	20	0	180	6*	17	16	0
São Caetano do Sul	300	13	31	29	0	308	16	42	38	0	346	14	62	40	0
Congonhas	349	20	40	39	0	358	20	56	44	0	358	19	41	41	0
Cerqueira César	340	13	33	30	0	290	13*	58	45	0	341	11	30	30	0
Centro	338	17	50	45	0	108	14*	32	30	0	--	--	--	--	--
Osasco	339	16	33	31	0	358	14	37	35	0	348	10	27	25	0
Pinheiros	318	11	34	33	0	51	7*	19	19	0	--	--	--	--	--

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 13 – Dióxido de enxofre – Estações manuais - Passivos

LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO											
	2001				2002				2003			
	N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas médias mensais		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas médias mensais		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas médias mensais	
			1ª	2ª			1ª	2ª			1ª	2ª
Acimão - OMS	--	--	--	--	--	--	--	--	11	12	24	15
Campos Eliseos - OMS	--	--	--	--	--	--	--	--	12	13	18	18
Cerqueira César - OMS	--	--	--	--	--	--	--	--	12	11	14	13
Mairiporã	11	<5	5	<5	10	<5	5	5	7	<5*	<5	<5
Moema - OMS	--	--	--	--	--	--	--	--	12	7	10	9
Mogi das Cruzes - OMS	11	8	12	11	11	8	10	10	12	7	13	10
Pinheiros - OMS	--	--	--	--	--	--	--	--	12	9	12	11
Praça da República - OMS	--	--	--	--	--	--	--	--	12	9	13	13
Suzano	12	<5	7	6	12	5	8	8	12	<5	7	6
Tatuapé - OMS	--	--	--	--	--	--	--	--	12	12	23	15

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 14 – Dióxido de enxofre – Estações Móveis

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
Salesópolis AGO-SET/81	42	4	31	31	0	0
Rib.Pires DEZ/84-JAN/85; JUL/85-AGO/85	69	9	37	23	0	0
Paranaplacaba Orfanato AGO-OUT/85	40	15	47	34	0	0
Planalto Estr.Eletrocloro OUT-NOV/85	31	20	50	45	0	0
SubEstação Eletropaulo OUT-NOV/85	29	58	238	155	0	0
Rib.Pires JUL-OUT/86	83	19	52	50	0	0
Rib.Pires JUL-NOV/89	112	8	52	45	0	0
Rib.Pires DEZ/97 a MAR/98	71	3	8,8	8,4	0	0
Barragem das Pedras DEZ/98 - DEZ/99	218	11	69	60	0	0
Guarapiranga ABR/99 - JUL/99	64	3	96	52	0	0
Pico do Jaraguá JUN/01 - MAR/02	157	8	38	37	0	0
Pico do Jaraguá AGO/02 - SET/02	17	4	17	10	0	0
Rodoanel - Trecho B.Butantã - 01/04/02 - 13/04/02	12	21	30	26	0	0
Rodoanel - Trecho B.Butantã - 14/04/02 - 06/06/02	51	17	31	29	0	0
Rodoanel - Trecho Fazendinha - 12/10/02 - 19/03/03	101	3	10	8	0	0

1.6. Monóxido de Carbono

O CO também é um poluente que apresenta ultrapassagem de padrão na RMSP. Em 2003 houve 22 registros de locais na RMSP em que a qualidade do ar esteve inadequada para este poluente. Estes episódios ocorrem normalmente no período do inverno, geralmente associados às condições de calmaria e estabilidade atmosféricas que se iniciam durante pico de tráfego da tarde, por volta das 18 horas e se prolongam durante a madrugada.

Apesar disso, os níveis atuais são mais baixos que os que eram observados no início da década de 90, já que nesta década houve uma redução significativa das emissões totais de CO na RMSP, principalmente pela forte queda nos fatores de emissão de veículos novos movidos a gasolina, para atendimento às exigências do Programa de Controle de Emissões Veiculares (PROCONVE). A partir de 2000, os resultados indicam que os ganhos com a renovação da frota tendem a se compensar com o aumento efetivo e o envelhecimento da frota em circulação.

Tabela 15 – Monóxido de carbono – Estações Automáticas Fixas

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2001				2002				2003			
	N	Máximas		PQAR (8horas)	N	Máximas		PQAR (8horas)	N	Máximas		PQAR (8horas)
		8 horas				8 horas				8 horas		
		1ª ppm	2ª ppm			1ª ppm	2ª ppm			1ª ppm	2ª ppm	
Parque D. Pedro II	351	8,0	7,4	0	354	5,4	5,3	0	326	8,1	7,8	0
Ibirapuera	362	9,7	9,4	2	353	7,5	7,0	0	363	7,2	6,9	0
São Castano do Sul	337	13,5	11,4	4	355	11,3	10,8	6	340	14,4	14,1	10
Congonhas	346	11,4	10,7	4	358	9,6	8,9	1	356	12,1	10,5	5
Lapa	351	7,6	7,5	0	354	7,7	7,2	0	42	4,6	4,3	0
Cerqueira César	350	9,0	8,2	0	359	6,7	6,3	0	356	6,4	5,5	0
Centro	346	12,0	11,1	2	356	9,4	9,2	2	333	10,6	10,0	2
Sto. André - Centro	342	10,0	7,9	1	361	9,8	8,5	1	362	10,3	9,8	5
Santo Amaro	346	7,4	5,6	0	351	5,6	5,2	0	359	5,1	4,8	0
Osasco	350	7,3	7,2	0	360	8,1	8,1	0	356	7,9	7,3	0
Pinheiros	102	4,2	4,1	0	354	11,8	10,5	6	105	5,9	5,3	0

* não atende ao critério de representatividade

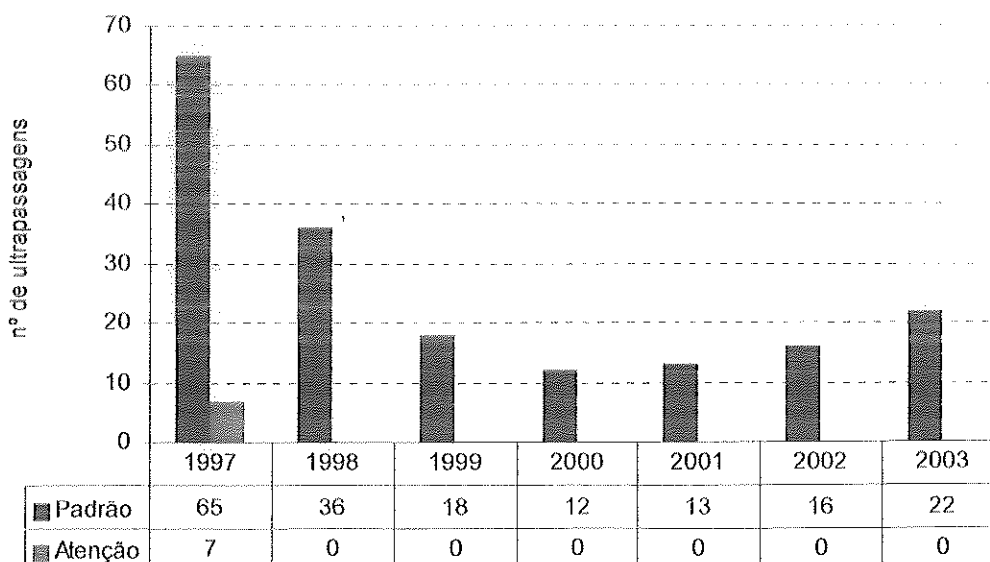


Figura 6 – Monóxido de Carbono - Número de ultrapassagens do padrão e nível de atenção (média de 8 horas) – RMSP

Em locais monitorados pelas estações móveis, destacam-se as ultrapassagens de padrão observadas em local próximo do Rodoanel, trecho oeste.

Tabela 16 – Monóxido de carbono – Estações Móveis

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR	Atenção
Salesópolis AGO-SET/81	42	0,6	0,5	0	0
Paranapiacaba Orfanato AGO-OUT/85	42	2,8	2,7	0	0
Planalto Estr.Eletrocloro OUT-NOV/85	15	1,9	1,8	0	0
Rib.Pires DEZ/84-JAN/85; JUL/85-AGO/85	51	2,0	1,9	0	0
Rib.Pires JUL-OUT/86	47	1,5	1,1	0	0
Rib.Pires JUL-NOV/89	23	2,4	1,9	0	0
Rib.Pires DEZ/97 a MAR/98	82	3,1	2,2	0	0
Barragem das Pedras DEZ/98 - DEZ/99	242	2,5	1,8	0	0
Guarapiranga ABR/99 - JUL/99	79	3,6	2,8	0	0
Pico do Jaraguá JUN/01 - MAR/02	181	2,7	2,7	0	0
Rodoanel - Trecho Anhangüera - 19/12/01 - 22/12/01	2	1,3	0,6	0	0
Rodoanel - Trecho Anhangüera - 23/12/01 - 10/01/02	13	1,8	1,8	0	0
Rodoanel - Trecho B.Butantã - 01/04/02 - 13/04/02	12	4,4	3,3	0	0
Rodoanel - Trecho B.Butantã - 14/04/02 - 06/06/02	52	9,8	9,1	2	0
Rodoanel - Trecho Fazendinha - 05/10/02 - 11/10/02	7	2,2	1,7	0	0
Rodoanel - Trecho Fazendinha - 12/10/02 - 19/03/03	149	2,7	2,3	0	0

1.7. Ozônio

O ozônio é o poluente que mais ultrapassa os limites legais na RMSP. No ano de 2003, foram 72 dias de ultrapassagem do padrão de 1h ($160\mu\text{g}/\text{m}^3$), ou seja, 20% dos dias do ano. Os resultados observados nos últimos anos mostra que os níveis têm se mantido praticamente constantes.

Tabela 17 – Ozônio – Estações Automáticas Fixas

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2001					2002					2003				
	N	Máximas		Nº de		N	Máximas		Nº de		N	Máximas		Nº de	
		1 hora		Ultrapassagens			1 hora		Ultrapassagens			1 hora		Ultrapassagens	
		1º µg/m³	2º µg/m³	POAR (1hora)	AT		1º µg/m³	2º µg/m³	POAR (1hora)	AT		1º µg/m³	2º µg/m³	POAR (1hora)	AT
Parque D. Pedro II	351	256	223	16	3	351	263	225	17	5	303	232	202	8	2
Santana	355	275	261	31	12	365	316	301	35	14	354	264	222	30	10
Moóca	307	339	335	31	18	359	360	289	33	13	348	228	213	19	4
Ibirapuera	351	350	337	50	19	351	334	326	53	26	362	279	257	39	12
São Caetano do Sul	348	300	219	27	5	348	249	245	29	11	346	273	267	25	7
Lapa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Diadema	360	270	239	33	14	361	262	261	31	20	361	314	253	29	9
Osasco	310	193	159	1	0	341	184	171	4	0	41	148	134	0	0
Santo André-Capuava	350	301	244	23	4	339	276	254	24	8	363	265	257	35	9
S. Miguel Paulista	354	279	263	21	8	347	258	234	18	5	279	217	194	5	1
Mauá	352	295	282	43	11	363	288	267	44	11	365	270	263	39	13
Pinheiros	337	254	200	9	1	359	244	238	13	7	225	235	220	4	3

* não atende ao critério de representatividade

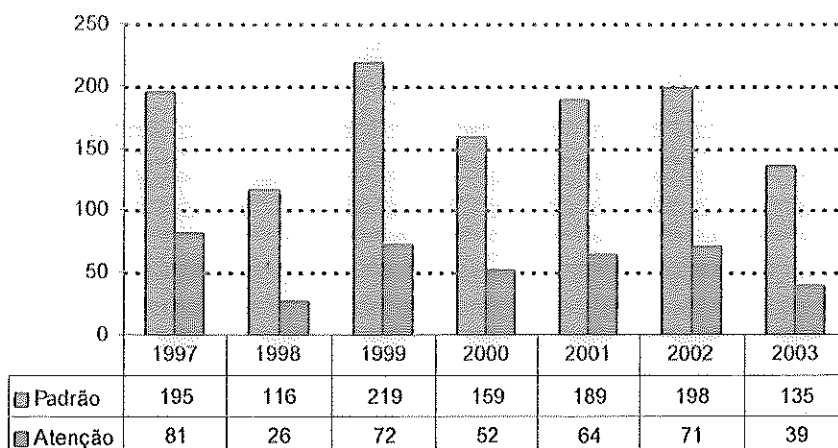


Figura 7 – Ozônio - Número de ultrapassagens do padrão de 1 hora e nível de atenção na RMSP

A Figura 8 mostra o horário em que ocorreram as máximas concentrações de O₃, nas estações Mauá e Ibirapuera, nos dias em que houve ultrapassagem do padrão. Observa-se, nesta figura, que a maioria dos episódios ocorre entre 13 e 15 horas, com maior

incidência de máximas concentrações às 14 horas. Nesta análise considerou-se sempre o horário oficial.

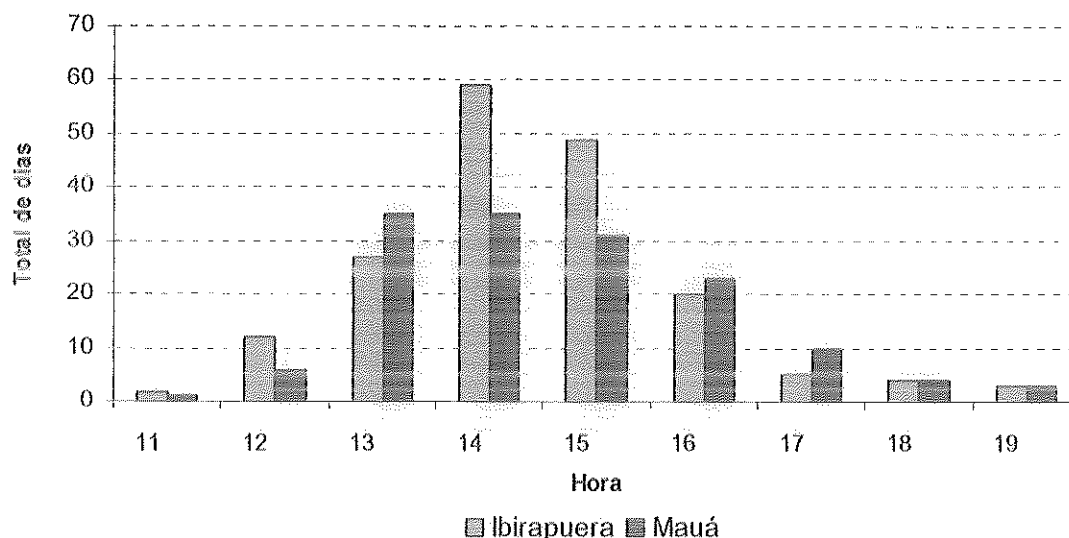


Figura 8 – Horário em que ocorreram as máximas concentrações de O_3 nos dias de ultrapassagem do padrão, nas estações Mauá e Ibirapuera, de mai/96 a dez/99.

O número de dias em função da duração em horas de ultrapassagem do padrão nas estações Mauá e Ibirapuera está apresentado na Figura 9. A duração dos episódios é curta, na maioria dos casos entre 1 e 2 horas, em ambas as estações, embora em Mauá tenham sido observados episódios com duração de até 8 horas de ultrapassagens consecutivas do padrão.

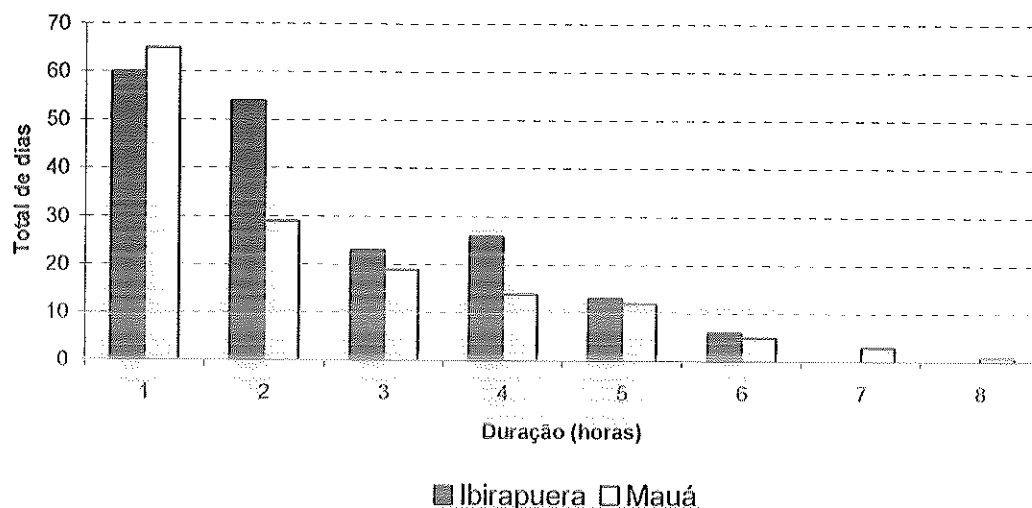


Figura 9 – Total de dias em função da duração em horas de ultrapassagem do padrão de ozônio, nas estações Ibirapuera e Mauá, de mai/96 a dez/99

Com relação a distribuição dos episódios durante os dias da semana, pode-se observar, na análise da Figura 10, que não há diferenças significativas entre os dias úteis e finais de semana, ou seja, mesmo aos sábados e domingos, quando ocorre uma redução no tráfego urbano, e conseqüentemente da emissão de precursores, observou-se ainda um grande número de eventos.

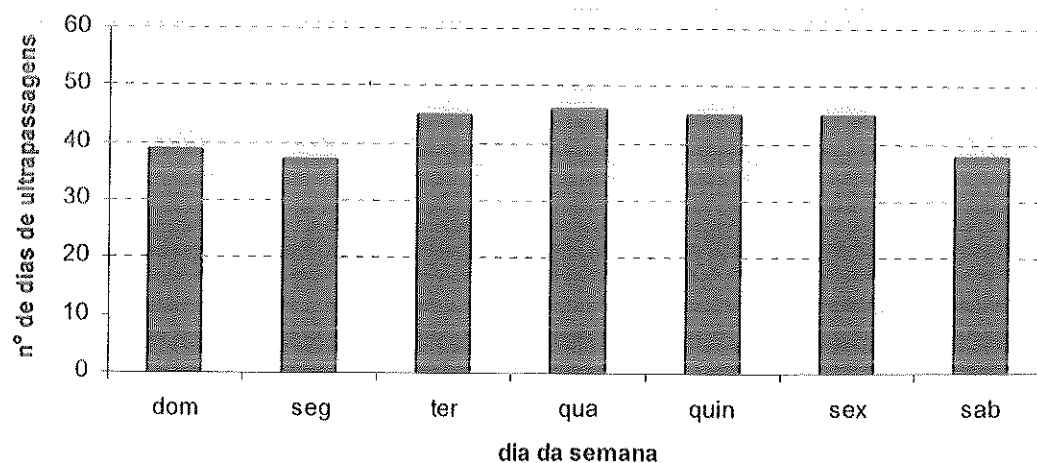


Figura 10 – Total de ultrapassagens do padrão de ozônio por dia da semana, na RMSP de mai/96 a dez/99.

A tabela a seguir apresenta os níveis de concentração em outros locais e períodos monitorados na RMSP, onde observa-se diversas ultrapassagens do padrão de 1h ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Destacam-se as 38 violações do padrão observadas no Pico do Jaraguá no período de junho de 2001 a março de 2002.

Tabela 18 – Ozônio – Estações Móveis

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
Salesópolis AGO-SET/81	41	184	165	10	0
Paranapiacaba Orfanato AGO-OUT/85	36	264	265	9	5
Planalto Estr.Eletrocloro OUT-NOV/85	31	157	131	0	0
SubEstação Eletropaulo OUT-NOV/85	29	131	123	0	0
Rib.Pires DEZ/84-JAN/85; JUL/85-AGO/85	31	161	139	1	0
Rib.Pires JUL-OUT/86	91	323	280	15	0
Rib.Pires JUL-NOV/89	123	192	176	5	0
Salesópolis MAI-JUL/95	32	99	75	0	0
Rib.Pires AGO-SET/95	32	257	184	2	0
Rib.Pires DEZ/97 a MAR/98	79	212	202	7	2
Barragem das Pedras DEZ/98 - DEZ/99	269	257	237	12	8
Guarapiranga ABR/99 - JUL/99	82	185	180	2	0
Pico do Jaraguá JUN/01 - MAR/02	235	279	235	38	13
Pico do Jaraguá AGO/02 - SET/02	26	214	205	3	2
Rodoanel - Trecho Anhangüera - 19/12/01 - 22/12/01	4	112	100	0	0
Rodoanel - Trecho Anhangüera - 23/12/01 - 10/01/02	12	168	146	1	0
Rodoanel - Trecho B.Butantã - 01/04/02 - 13/04/02	13	79	75	0	0
Rodoanel - Trecho B.Butantã - 14/04/02 - 06/06/02	54	117	88	0	0
Rodoanel - Trecho Fazendinha - 05/10/02 - 11/10/02	7	212	170	3	1
Rodoanel - Trecho Fazendinha - 12/10/02 - 19/03/03	154	240	238	16	6

1.8. Óxidos de nitrogênio (NO₂ e NO)

Embora sejam poucos episódios no ano, também o NO₂ apresenta ultrapassagem do padrão de curto prazo (320 µg/m³ - 1 hora) na RMSP. O padrão anual não foi ultrapassado nos últimos anos. Deve-se destacar, no entanto, que os níveis não são baixos e que o NO₂ é um dos precursores na formação de ozônio.

Tabela 19 – Dióxido de nitrogênio – Estações Automáticas Fixas

		2001				2002				2003							
LOCAL	DE AMOSTRAGEM	N	Média		Máximas		N	Média		Máximas		N	Média		Máximas		POAR
OE			Aritmét.	1*	2*	POAR		Aritmét.	1*	2*	POAR		Aritmét.	1*	2*	POAR	
Parque D. Pedro II		343	58	257	250	0	348	57	258	212	0	335	56	391	324	2	
Ibirapuera		352	41	221	218	0	295	39	253	236	0	351	34	237	228	0	
São Caetano do Sul		336	48	297	217	0	354	59	277	251	0	336	58	339	273	1	
Congonhas		242	81*	332	331	3	322	86	339	310	1	360	86	318	308	0	
Lapa		339	73	335	285	1	321	81	314	309	0	26	56*	309	270	0	
Cerqueira César		322	69	338	317	1	315	66	323	265	1	272	63*	306	299	0	
Centro		150	37*	164	164	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Osasco		217	62*	355	294	1	-	-	-	-	-	247	58*	284	236	0	
Mauá		348	33	158	155	0	265	33	155	153	0	320	30	221	161	0	
Pinheiros		314	51	312	276	0	31	42*	149	125	0	13	36*	129	92	0	

* não atende ao critério de representatividade

Nos monitoramentos realizados pelas estações móveis, observou-se 1 ultrapassagem do PQAR de 1 hora no Pico do Jaraguá, atingindo o valor horário de 414µg/m³.

Tabela 20 – Dióxido de nitrogênio – Estações Móveis

Período	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
Salesópolis AGO-SET/81	42	4	15	15	0	0
Rib.Pires DEZ/84-JAN/85; JUL/85-AGO/85	59	25	58	58	0	0
Paranapiacaba Orfanato AGO-OUT/85	41	14	38	34	0	0
Planalto Estr.Eletrocloro OUT-NOV/85	28	1	4	4	0	0
SubEstação Eletropaulo OUT-NOV/85	16	36	51	47	0	0
Rib.Pires JUL-OUT/86	69	25	94	94	0	0
Rib.Pires JUL-NOV/89	57	31	62	58	0	0
Rib.Pires DEZ/97 a MAR/98	57	45	75	75	0	0
Barragem das Pedras DEZ/98 - DEZ/99	177	34	104	95	0	0
Pico do Jaraguá JUN/01 - MAR/02	183	32	414	308	1	0
Pico do Jaraguá AGO/02 - SET/02	26	27	132	128	0	0
Rodoanel - Trecho Anhangüera - 19/12/01 - 22/12/01	4	31	122	86	0	0
Rodoanel - Trecho Anhangüera - 23/12/01 - 10/01/02	13	35	153	106	0	0
Rodoanel - Trecho B.Butantã - 01/04/02 - 13/04/02	10	28	157	142	0	0
Rodoanel - Trecho B.Butantã - 14/04/02 - 06/06/02	54	31	282	193	0	0
Rodoanel - Trecho Fazendinha - 12/10/02 - 19/03/03	153	27	240	165	0	0

Embora não possua limite legal de concentração na legislação brasileira, o monitoramento do NO também é bastante importante, já que se constitui um indicador de fontes de combustão e participa no ciclo de formação do ozônio.

Tabela 21 – Monóxido de nitrogênio – Estações Automáticas Fixas

LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO											
	2001				2002				2003			
	N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas Horárias		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas Horárias		N	Média Aritmét. µg/m³	Máximas Horárias	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³			1ª µg/m³	2ª µg/m³			1ª µg/m³	2ª µg/m³
Parque D. Pedro II	343	64	782	741	348	63	757	710	335	61	1129	1061
Ibirapuera	352	20	863	830	295	23	878	850	351	18	951	845
S. Caetano do Sul	336	46	820	783	354	53	883	830	336	52	1156	1000
Congonhas	324	154	1257	1255	322	160	1173	1140	360	170	1808	1331
Lapa	339	156	991	981	321	166	1031	977	26	87*	622	559
Cerqueira César	322	77	1028	951	315	79	813	682	272	68*	671	628
Centro	190	94*	967	948	--	--	--	--	--	--	--	--
Osasco	217	120*	770	733	--	--	--	--	247	104*	580	542
Mauá	348	11	336	318	365	10	370	308	320	9	494	245
Pinheiros	314	70	1269	1206	31	44*	754	374	18	43*	240	238

*não atende ao critério de representatividade

Tabela 22 – Monóxido de nitrogênio – Estações Móveis

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Salesópolis AGO-SET/81	42	0,04	1	1
Rib.Pires DEZ/84-JAN/85; JUL/85-AGO/85	64	11,4	56	39
Paranapiacaba Orfanato AGO-OUT/85	41	0,8	20	2
SubEstação Eletropaulo OUT-NOV/85	22	14	34	28
Rib.Pires JUL-OUT/86	67	20,59	180	165
Rib.Pires JUL-NOV/89	59	14,66	49	38

1.9. Gás Sulfídrico

Foram realizadas medições de gás sulfídrico, nas décadas de 80 e 90, na atmosfera do município de Pirapora do Bom Jesus visando caracterizar o problema de incômodo causado pelo odor proveniente das águas do Rio Tiête.

O problema de odor que se manifesta em áreas próximas a massas de água altamente poluídas por matéria orgânica se deve a emissões de compostos reduzidos de enxofre, sendo o gás sulfídrico um dos principais compostos emanados e um dos principais agentes de odor.

Na tabela 23 são apresentados os resultados do último monitoramento realizado.

Tabela 23 – Medições de gás sulfídrico (H_2S) em Pirapora do Bom Jesus

Período	Número de medições (1h)	Medições abaixo do LD (%)	Ultrapas. do limite de percepção de odor (%)	Conc. Máxima (ppb)
Jan/98 a abr/98	2110	33	32,3	>207

LD – limite de detecção: 2 ppb

Limite de percepção de odor: 5 ppb

Observa-se na Tabela 24 que a população local esteve sujeita ao problema de incômodo causado pelo odor, uma vez que os teores de gás sulfídrico ultrapassaram com certa frequência (32,3 % do tempo) o limite de percepção de odor. Ressalta-se, que as primeiras medições em Pirapora datam do início da década de 80, sendo que, já naquela época, a população estava sujeita a um sério problema de incômodo visto que constantemente os teores de gás sulfídrico ultrapassavam o limite de percepção de odor.

No caso do monitoramento de gás sulfídrico realizado nas imediações da represa Billings observa-se que o limite de odor foi ultrapassado seguidamente, nos anos de 1989 e 1990, alcançando 90% do tempo estudado. Deve-se acrescentar que naquela época a represa recebia carga do Sistema Tiê.

Tabela 24 – Medições de gás sulfídrico (H₂S) nas imediações da Represa Billings

Período	Número de medições (1h)	Medições abaixo do LD (%)	Ultrapas. do limite de percepção de odor (%)	Conc. Máxima (ppb)
Jun/89 a ago/89	1128	14,2	74,6	> 207
Jul/90 a ago/90	745	5,6	90,6	>207

LD – limite de detecção: 2 ppb

Limite de percepção de odor: 5 ppb

1.10. Aldeídos

Com o surgimento, no Brasil, no início da década de 80, de veículos movidos a etanol hidratado e devido à adição de etanol anidro na gasolina, estudos para a quantificação de aldeídos tornaram-se cada vez mais necessários para se conhecer os níveis de concentração alcançados na atmosfera em função da alteração das emissões. A CETESB, já na década de 80, realizou uma série de medidas de aldeídos totais e em 1990, 1993, 1996 e 1997 foram realizadas medições de formaldeído e acetaldeído atmosféricos na RMSP.

Os aldeídos podem ser emitidos diretamente na atmosfera por veículos automotores, queima de lixo, queima de combustíveis, etc. ou podem ser formados através de reações envolvendo hidrocarbonetos, neste caso, os aldeídos, são chamados secundários.

A comparação entre as médias de formaldeído e acetaldeído, tanto em Cerqueira César quanto na Moóca (Tabelas 25 e 26), indicam que os teores destes compostos encontrados na atmosfera foram maiores em 1990 do que em 1993 e 1996/1997.

Observa-se, na Tabela 25, uma semelhança nos resultados obtidos em 1993 e 1997. Apesar de ter havido um crescimento da frota circulante nesse período de tempo, houve a partir de 1997 nova redução nos fatores de emissão provenientes de veículos leves novos, o que pode ter contribuído para que as concentrações dos aldeídos atmosféricos praticamente não se alterassem.

Os níveis atmosféricos, tanto do formaldeído quanto do acetaldeído foram maiores em Cerqueira César do que no Campus da USP (tabelas 25 e 27), provavelmente devido a uma maior proximidade da estação de Cerqueira César em relação às fontes veiculares.

Tabela 25 – Medições de Aldeídos na atmosfera da RMSP – Cerqueira César

Aldeído	Período	Número de medições (2h)	Medições abaixo do LD (%)	Média (ppb)	Conc. Máximas	
					1ª (ppb)	2ª (ppb)
Formaldeído	Mar/90 a nov/90	50	0	16,8	41	32
	Jul/93 a set/93	180	14	7,6	33	31
	Out/96 a dez/96	132	18	5,5	22	27
	Jul/97 a set/97	155	6	7,0	16	20
Acetaldeído	Mar/90 a nov/90	50	0	21,8	47	45
	Jul/93 a set/93	180	7	10,6	40	39
	Out/96 a dez/96	132	13	7,5	30	24
	Jul/97 a set/97	155	1	11,7	40	33

LD – limite de detecção: 2 ppb

Tabela 26 – Medições de Aldeídos na atmosfera da RMSP – Moóca

Aldeído	Período	Número de medições (2h)	Medições abaixo do LD (%)	Média (ppb)	Conc. Máximas	
					1ª (ppb)	2ª (ppb)
Formaldeído	Mar/90 a nov/90	12	0	8,5	17	12
	Jul/93 a set/93	179	28	4,2	25	19
Acetaldeído	Mar/90 a nov/90	12	0	16,2	26	24
	Jul/93 a set/93	179	7	6,1	24	21

LD – limite de detecção: 2 ppb

Tabela 27 – Medições de Aldeídos na atmosfera da RMSP – Campus da USP

Aldeído	Período	Número de medições (2h)	Medições abaixo do LD (%)	Média (ppb)	Conc. Máximas	
					1ª (ppb)	2ª (ppb)
Formaldeído	Out/96 a dez/96	60	88	1,3	5	4
	Jul/97 a set/97	132	23	4,2	21	12
Acetaldeído	Out/96 a dez/96	60	45	2,8	8	7
	Jul/97 a set/97	132	0	9,2	28	24

LD – limite de detecção: 2 ppb

De maneira geral os níveis de formaldeído encontrados em São Paulo, no último estudo realizado, eram da mesma ordem de grandeza dos observados em grandes cidades americanas e européias. Quanto aos níveis de acetaldeído, estes eram bem superiores aos relatados em outras grandes cidades, o que pode ser explicado pelo uso intensivo no Brasil de etanol como combustível.

1.11. Hidrocarbonetos

Apresentam-se, nas tabelas a seguir, os resultados, em termos de valores máximos de concentração e médias anuais, do monitoramento realizado pelas estações automáticas para os poluentes hidrocarbonetos totais menos metano (HCNM) e metano (CH₄). Assim como o NO_x, os HCNM também participam do ciclo fotoquímico de formação do ozônio.

Tabela 28 – HCNM não metano – Estações Automáticas Fixas

LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO											
	2001				2002				2003			
	N	Média Aritmét.	Máximas Horárias		N	Média Aritmét.	Máximas Horárias		N	Média Aritmét.	Máximas Horárias	
			1ª ppmC	2ª ppmC			1ª ppmC	2ª ppmC			1ª ppmC	2ª ppmC
Parque D. Pedro II São Caetano do Sul	277 243	0,62 0,74	6,82 13,47	4,60 12,11	256 245	0,53 0,75	5,91 14,09	4,57 12,20	-- 139	-- 0,57*	-- 8,47	-- 7,33

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 29 – HCNM não metano – Estações Móveis

Ano	Número de dias	Média Aritmét. máx. 3h ppm	Máximas 3h	
			1ª ppm	2ª ppm
Paranapiacaba Orfanato AGO-OUT/85	21	0,29	0,62	0,42
Planalto Estr.Eletrocloro OUT-NOV/85	15	0,17	0,77	0,31
Rib.Pires JUL-OUT/86	52	1	4	3,26

Tabela 30 – Metano - Estações Automáticas Fixas

LOCAL DE AMOSTRAGEM	ANO											
	2001				2002				2003			
	N	Média Aritmét.	Máximas Horárias		N	Média Aritmét.	Máximas Horárias		N	Média Aritmét.	Máximas Horárias	
			1ª ppm	2ª ppm			1ª ppm	2ª ppm			1ª ppm	2ª ppm
Parque D. Pedro II São Caetano do Sul	278 242	2,18 2,02	7,50 4,47	6,69 3,85	257 255	2,16 2,37	7,28 4,66	6,65 4,64	— 151	— 2,42*	— 5,65	— 5,64

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 31 – Metano - Estações Móveis

Ano	Número de dias	Média Aritmét. ppm	Máximas 24h	
			1ª ppm	2ª ppm
Paranapiacaba Orfanato AGO-OUT/85	21	2,07	2,62	2,62
Planalto Estr.Eletrocloro OUT-NOV/85	15	1,98	2,6	2,47

1.12. Outros Compostos Orgânicos

Por solicitação da CETESB, a empresa SQG – Empreendimentos e Construções Ltda realizou monitoramento de compostos orgânicos voláteis no Condomínio Barão de Mauá, em função da referida construtora ter implantado o conjunto habitacional em área contaminada por resíduos industriais. Foram monitorados ambientes internos (apartamentos) e ao ar livre (dentro e fora do condomínio), através da medição da concentração dos compostos benzeno, trimetilbenzeno, clorobenzeno, tolueno e decano. Foram realizadas três campanhas de amostragem, em novembro/2001 - janeiro/2002, outubro/2002 e agosto/2003. As amostragens foram realizadas pela UNICAMP e acompanhadas por técnicos da CETESB.

Os valores encontrados, de benzeno, que dentre os compostos analisados é o que apresenta maior risco à saúde, em apartamentos habitados, estiveram na faixa de 1,54 a 12,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na primeira campanha, de 1,69 a 8,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na segunda, e de 5,28 a 6,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na terceira. Em um apartamento foram encontradas, na 3ª campanha, concentrações discrepantes, sendo que deverá ser repetida a amostragem neste apartamento.

De maneira geral, as concentrações de COVs obtidas no Barão de Mauá estiveram dentro das faixas de concentrações observadas em outros estudos realizados em ambientes internos em outras localidades, em que pese as condições dos estudos nem sempre serem as mesmas.

No monitoramento realizado nos ambientes externos (ao ar livre), não foram observadas diferenças relevantes nas concentrações dos compostos monitorados, dentro e fora do condomínio, não se evidenciando influência significativa de fontes internas destes compostos dentro do condomínio durante as amostragens realizadas. No caso do benzeno, as concentrações obtidas dentro do condomínio foram da mesma ordem de grandeza dos valores encontrados em estudos realizados em São Paulo e outras cidades do mundo.

Um outro estudo, que teve por objetivo avaliar de maneira preliminar as concentrações de compostos orgânicos voláteis na atmosfera, foi realizado pela CETESB, em conjunto com a UNICAMP, no entorno da empresa Shell do Brasil S/A. A empresa situa-se no bairro de Vila Carioca, no município de São Paulo e possui uma grande área destinada ao armazenamento e distribuição de combustíveis.

Nesse estudo, realizado em agosto/2002, foram amostrados dois pontos ao ar livre no entorno da empresa e um ponto na sede da CETESB (Pinheiros), fora da influência direta da Shell. O estudo mostrou, apesar de terem sido feitas poucas coletas, que não houve diferenças significativas entre as concentrações encontradas na CETESB/sede e na Vila Carioca no período diurno. As maiores concentrações de benzeno, que pode ser considerado o composto mais tóxico dentre os analisados, foram encontradas nos períodos de ventos fracos/calmaria, chegando a se observar concentrações de até 30,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (média de 4 h). Nos períodos em que as condições meteorológicas foram mais

favoráveis à dispersão dos poluentes, as concentrações foram da mesma ordem de grandeza das encontradas tanto em estudos realizados na RMSP como em outros países.

A ADESOL realizou monitoramento de compostos orgânicos voláteis em ambientes ao ar livre e dentro de residências no entorno da empresa localizada no município de Ribeirão Pires. As amostragens foram realizadas pela Bluepoint Ambiental/Cetrel e acompanhadas pela CETESB. Foram monitorados diversos compostos dentre os quais: 1,1 dicloroetano, 1,2 dicloroetano, cloreto de metileno, cloreto de vinila, 1,1,1 tricloroetano, tricloroetano e tetracloroetano. Estes compostos foram identificados em algumas residências próximas ao empreendimento.

1.13. Zinco (Zn)

Foi realizado o monitoramento de zinco na PTS e no MP₁₀ no entorno na Brazinco Ind. de Pigmentos Ltda, localizada no município de São Paulo. De modo geral os teores de zinco nas amostras coletadas nas imediações da empresa foram da mesma ordem de grandeza das concentrações observadas em outros estudos realizados na RMSP.

1.14. CONCLUSÕES

Monitoramento: Região onde está localizada a maioria das estações automáticas de qualidade do ar, assim como dispõe de uma rede de monitores ativos de material particulado e SO₂. (rede manual). Atualmente estão em desenvolvimento estudos para reestruturação das redes manual e automática, visando sua otimização e o monitoramento em áreas que não dispõem de informação de qualidade do ar.

Qualidade do Ar: MP₁₀ – Os padrões diário (150µg/m³) e anual (50µg/m³) são ultrapassados. Quanto ao nível de atenção (250µg/m³ - 24 horas), não houve ultrapassagens nos últimos três anos; PTS - O monitoramento efetuado a cada seis dias mostra que são excedidos os padrões de qualidade do ar, tanto o de 24 horas (240µg/m³), como o anual (80µg/m³); FMC - Houve uma redução nos níveis desse poluente nos últimos anos. O padrão diário (150µg/m³) foi ultrapassado duas vezes em 2003, embora as amostragens sejam realizadas a cada seis dias. O padrão anual (60µg/m³) não é ultrapassado em nenhuma das estações desde 1999; MP_{2,5} - O padrão anual proposto



pelos Estados Unidos ($15\mu\text{g}/\text{m}^3$), é utilizado como referência para comparação. Verifica-se que este valor é excedido nas estações que amostram este poluente; SO_2 – As concentrações sofreram uma redução sensível ao longo dos anos e hoje todas as estações atendem aos padrões primários e secundários de qualidade do ar; CO – As concentrações de monóxido de carbono excedem o padrão de qualidade do ar para 8 horas (9ppm), principalmente durante o inverno. Até o ano de 2000, observou-se uma queda significativa nas concentrações. Nos últimos 3 anos, porém, observa-se que os níveis praticamente têm-se mantido constantes; O_3 – o padrão de qualidade do ar ($160\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 1h) e também o nível de atenção ($200\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 1h) são freqüentemente ultrapassados, principalmente nos dias de alta insolação. O novo limite sugerido pela OMS ($120\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 8h) também não é respeitado; NO_2 – O padrão horário ($320\mu\text{g}/\text{m}^3$) é algumas vezes ultrapassado. Destaca-se que este padrão é mais elevado que o limite sugerido pela OMS ($200\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 1h). O padrão anual ($100\mu\text{g}/\text{m}^3$), não tem sido ultrapassado nos últimos anos.

2. REGIONAL BACIA BAIXADA SANTISTA

Na área de abrangência da Regional da Bacia da Baixada Santista, a CETESB efetua monitoramento contínuo no município de Santos desde 1986 para os parâmetros fumaça (FMC) e dióxido de enxofre (SO_2) e no município de Cubatão através de estações automáticas, que operam desde 1981, além do parâmetro partículas totais em suspensão (PTS).

A região de Cubatão experimentou rápido desenvolvimento a partir da década de 50. No início da década de 80 a qualidade do ar e a Serra do Mar estavam bastante degradadas em função da poluição industrial. Para reverter essa situação, foi implementado, nesta mesma década, um programa de controle da poluição industrial, com o objetivo de reduzir a poluição a níveis aceitáveis, sendo então instalada uma grande quantidade de equipamentos de controle nas indústrias. No município de Cubatão são identificadas duas bacias aéreas principais: a do Vale do Mogi, que contém a região industrial de Vila Parisi e a do centro residencial de Cubatão. Os problemas de poluição do ar se manifestam de forma diferenciada nas duas bacias, sendo que a área urbana se distingue significativamente da área industrial, possuindo inclusive uma qualidade do ar melhor que muitos locais monitorados na região metropolitana de São Paulo no que diz respeito aos poluentes regulamentados.

Na região de Cubatão foi realizada uma série de medições da qualidade do ar ao longo desses anos, sendo observada significativa melhora a partir da implantação do programa de controle da poluição industrial. Neste estudo serão apresentados os resultados dos períodos mais recentes ou relevantes de monitoramento.

2.1. Partículas Inaláveis (MP_{10})

Em 1998, foi realizado um estudo para avaliar as concentrações de material particulado inalável em Vila Parisi e no Vale do Mogi, simultaneamente. Os resultados estão resumidos na Tabela 32.

Tabela 32 – Partículas Inaláveis (MP₁₀) em Vila Parisi e Vale do Mogi.

Período	Local	Número de dias	Média Aritmética µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
				1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
ago/98-out/98	V. Parisi	36	78	207	195	4	0
	V. Mogi	36	58	120	107	0	0

No Vale do Mogi, que não observou-se nenhuma ultrapassagem do PQAR de 24 horas (150µg/m³), já em Vila Parisi houve ultrapassagem do padrão em quatro dias. As concentrações médias observadas em Parisi foram maiores que no Vale do Mogi.

O monitoramento automático de MP₁₀ foi realizado em três locais até o ano de 1995. Os valores mais elevados sempre foram observados em Vila Parisi. Devido aos níveis medidos, mais baixos que nos demais locais, encerrou-se o monitoramento em Vila Nova em 1995, embora ainda fossem observadas algumas ultrapassagens no local. Atualmente, ainda observa-se um número significativo de ultrapassagens do PQAR de 24 horas na estação V. Parisi (64 dias em 2003, sendo que uma atingiu estado de atenção), bem como não é atendido o PQAR anual. Na região central, o PQAR de curto prazo é atendido e o PQAR de 24 horas apresenta alguns poucos episódios.

Tabela 33 – Partículas Inaláveis (MP₁₀) Cubatão Vila Nova - Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
1991	267	46	150	126	0	0
1992	314	60	132	120	0	0
1993	289	55	149	131	0	0
1994	284	55	176	140	1	0
1995	188	57*	261	158	2	1

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 34 – Partículas Inaláveis (MP₁₀) Cubatão Centro - Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
1998	314	39	216	125	1	0
1999	364	37	260	137	1	1
2000	359	39	187	150	2	0
2001	360	36	173	165	2	0
2002	226	32*	73	68	0	0
2003	323	34	151	117	1	0

* Não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 35 – Partículas Inaláveis (MP₁₀) Cubatão Vila Parisi - Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
1998	329	95	250	207	45	0
1999	309	88	306	224	26	1
2000	355	88	253	246	28	1
2001	358	93	338	226	25	1
2002	360	84	211	209	15	0
2003	364	104	250	237	64	1

Em 2003 foi monitorado MP₁₀ no entorno da Saint Gobain Vidros S/A localizada no município de São Vicente.

Tabela 36 – Partículas Inaláveis de MP₁₀ no entorno da Saint Gobain Vidros – set a dez/2003

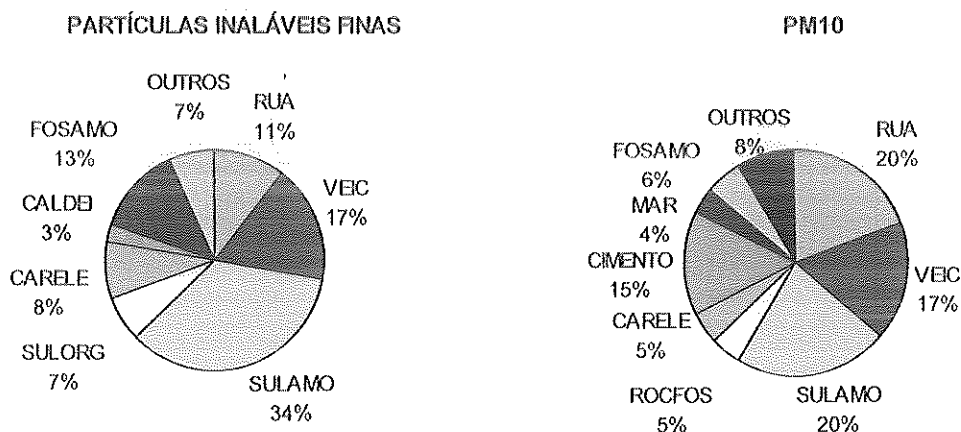
Local	Número de dias	Média aritmética (µg/m³)	1ª máxima (24h) (µg/m³)
Associação de Justiça Popular	9	46	83
EMEF Auguste de Saint Hillaire	9	47	84

Deve-se considerar que, embora as médias estejam próximas ao padrão anual, as amostragens foram realizadas num período relativamente curto e em dias em que as condições atmosféricas eram mais desfavoráveis à dispersão de poluentes.

2.1.1. Estudo de Caracterização de Aerossóis

Em 1985 foi realizado em Cubatão um estudo para Caracterização de Aerossóis visando identificar e quantificar a contribuição das diferentes fontes na composição da poluição atmosférica devido ao material particulado. Em 1991 este estudo foi repetido tendo sido realizadas duas campanhas, uma em Cubatão - Vila Parisi e outra em Cubatão – Centro.

As estimativas de contribuição das várias fontes, calculadas pelo “modelo receptor”, para as partículas inaláveis finas e partículas totais em suspensão coletadas em 1991 em Cubatão - Vila Parisi e Cubatão - Centro estão apresentadas nas Figuras 11 e 12, respectivamente.



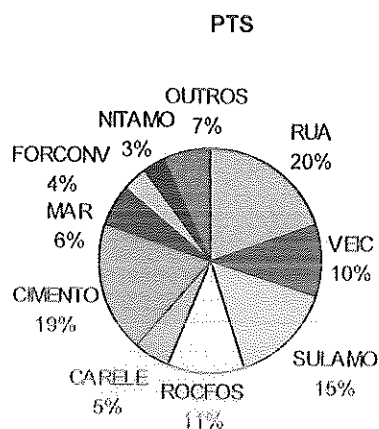
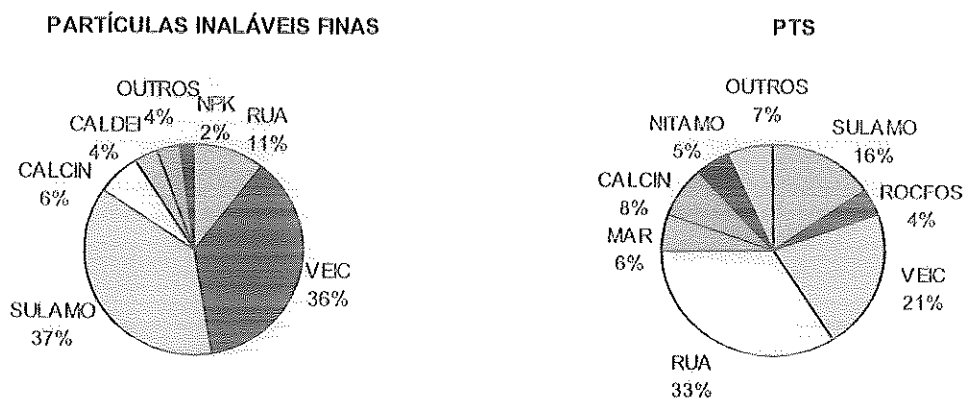


Figura 11 – Contribuição percentual das fontes – Cubatão – Vila Parisi - 1991



CALDEI: caldeiras

CALCIN: calcinação

CARELE: negro de fumo

CARORG: carbono orgânico secundário

FORNCONV: forno conversor aciaria

FOSAMO: fosfato de diamônio

MAR: aerossol Marinho

NITAMO: nitrato de amônio

NPK: fertilizante

ROCFOS: rocha fosfática

RUA: poeira de rua

SULAMO: sulfato de amônio

VEIC: veiculos

Figura 12 – Contribuição percentual das fontes – Cubatão – Centro - 1991

Em função do estudo observou-se que, em Vila Parisi, as principais fontes eram as indústrias, sendo o grupo de fertilizantes o que mais se destacava, sem contudo ser desprezível o material particulado proveniente de outras fontes industriais. O sulfato de amônio, que pode ser proveniente das indústrias de fertilizantes ou ser formado secundariamente na atmosfera a partir do SO_2 , está presente em toda a região em concentrações relevantes, porém se destaca fortemente em Vila Parisi. O conjunto siderúrgico apesar de grande emissor da área de Vila Parisi, não se manifestava com intensidade na estação de monitoramento provavelmente devido a posição da estação em relação à emissão e direção dos ventos locais.

Deve-se também destacar a importância da contribuição de fontes de sulfato de amônio em de alguns episódios críticos de poluição do ar, ocorridos na década de 90 em Vila Parisi, quando foi atingido o "estado de emergência" por material particulado.

O estudo mostrou que no Centro, as principais fontes foram os veículos e as poeiras de rua, mas uma fração não desprezível provém de fontes industriais, como o sulfato de amônio foi responsável por quase 40% das partículas finas. Neste caso não foi possível inferir a contribuição das fontes para as partículas inaláveis (MP_{10}) pois as amostras de partículas inaláveis grossas apresentaram problemas. Foi observada baixa incidência de metais pesados na atmosfera no local.

2.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

A tabela 37 apresenta os dados relativos ao monitoramento de material particulado realizado em Santos em 1986 e 1989. O monitoramento foi realizado utilizando um monitor Beta e os dados posteriormente convertidos para PTS. Em 1986, em 200 dias monitorados, foram observados 12 dias de ultrapassagens do PQAR de 24 horas ($240\mu\text{g}/\text{m}^3$). Já para o PQAR de longo prazo - média geométrica anual de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ - observa-se que, apesar de considerar períodos inferiores a um ano, as concentrações observadas nesses anos encontravam-se bem acima deste valor.

Tabela 37 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Santos – Estação móvel

Período	Número de dias	Média Geométr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
mar/86-dez/86	200	150	347	344	12	0
mai/89-jun/89	38	129	213	183	0	0

obs: dados de PTS obtidos pela aplicação de correção sobre os dados do monitor beta
($\text{PTS} = 1,6575 \times \text{beta} + 7,6928$)

Em Cubatão, o monitoramento de PTS é realizado desde 1989 em duas estações, Vila Parisi e Centro e os resultados estão apresentados nas tabelas 38 e 39, respectivamente.

Em Vila Parisi, as concentrações diárias observadas apresentaram valores bem elevados, sendo que cerca de um terço dos dias monitorados no período estiveram acima do PQAR de 24 horas ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e os valores de atenção chegaram a ser atingidos. O valor de alerta foi atingido uma vez em 2003. Já para o PQAR de longo prazo ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$), observou-se valores bem acima do padrão em Vila Parisi, e abaixo do padrão na região urbana.

Tabela 38 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Vila Parisi – Estação manual

Período	Número de dias	Média Geométr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens		
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção	Alerta
1989	55	245	598	485	32	10	0
1990	60	198	453	425	18	4	0
1991	57	201	508	479	22	6	0
1992	57	168	420	374	22	1	0
1993	58	202	555	453	23	6	0
1994	58	184	399	379	25	3	0
1995	55	189	571	443	20	6	0
1996	50	197	493	451	20	4	0
1997	55	186	569	449	15	5	0
1998	57	199	469	446	26	6	0
1999	53	187	521	437	23	3	0
2000	40	184*	557	368	14	1	0
2001	58	199	587	409	23	4	0
2002	58	192	486	434	22	3	0
2003	57	235	674	592	29	8	1

* Não atendeu ao critério de representatividade

Atualmente as medições de PTS na estação de Cubatão – Centro foram suspensas visto que o Amostrador de Grandes Volumes foi furtado duas vezes. Além disso, os valores encontrados não eram muito elevados e as partículas inaláveis, que são mais importantes em termos de saúde de população, continuam sendo monitorados continuamente.

Tabela 39 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Cubatão – Centro – Estação manual

Período	Número de dias	Média Geométr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1889	51	91	229	170	0	0
1990	60	85	217	162	0	0
1991	51	82	484	304	2	1
1992	58	77	451	166	1	1
1993	59	80	255	194	1	0
1994	53	70	210	203	0	0
1995	55	72	220	197	0	0
1996	34	76*	189	148	0	0
1997	53	74	362	205	1	0
1998	55	64	157	151	0	0
1999	59	62	202	172	0	0
2000	57	66	271	225	1	0
2001	59	65	265	134	1	0
2002	27	57*	154	105	0	0

* Não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 40 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Cubatão – Estações Móveis

Período	Número de dias	Média Geométr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
Jd.Zanzalá abr-out/82	174	54	129	126	0	0
V.Quilombo ago-out/84	58	27	125	68	0	0
Bayer ago-out/85	33	63	225	134	1	0
V.Mogi jul-ago/87	52	74	166	148	0	0
Majoridade set-nov/87	132	51	122	113	0	0
Caixa 10 set-nov/87	126	46	103	87	0	0

obs: dados de PTS obtidos pela aplicação de correção sobre os dados do monitor beta
($\text{PTS} = 1,6575 \times \text{beta} + 7,6928$)

Em 2003 as partículas totais em suspensão foram monitoradas no entorno da Saint Gobain Vidros S/A, localizada no município de São Vicente.

Tabela 41 – Partículas Totais em Suspensão (PTS) no entorno da Saint Gobain Vidros S/A

Local	Número de dias	Média aritmética ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1ª máxima (24h) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Assoc.de Justiça Popular - abr-jul/2003	25	52	89
Assoc.de Justiça Popular - set-dez/2003	9	71	134
EMEF Auguste de Saint Hillaire - set-dez/2003	9	71	135

2.3. Fumaça (FMC)

O monitoramento de fumaça é realizado em Santos desde 1988 (monitoramento de 24 horas a cada 6 dias). Na tabela 42 estão apresentados os principais resultados obtidos, onde observa-se que em Santos os níveis para este poluente são relativamente baixos, não sendo observadas ultrapassagens do PQAR primário anual ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$), e sendo observada apenas uma ultrapassagem do PQAR diário ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) em 2000.

Tabela 42 – Fumaça (FMC) em Santos – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1988	61	38	95	75	0	0
1989	55	33	75	72	0	0
1990	57	23	67	56	0	0
1991	57	32	90	70	0	0
1992	56	30	65	52	0	0
1993	60	33	138	62	0	0
1994	55	27	84	63	0	0
1995	60	23	57	54	0	0
1996	59	38	101	78	0	0
1997	52	25	56	53	0	0
1998	54	35	93	73	0	0
1999	59	36	102	96	0	0
2000	59	36	193	112	1	0
2001	58	26	72	53	0	0
2002	53	26	66	64	0	0
2003	56	21	46	46	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

2.4. Dióxido de Enxofre (SO_2)

Os resultados do monitoramento por meio de estação manual (OPS/OMS) em Santos de 1986 a 1999 estão apresentados na tabela 43.

Tabela 43 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Santos (rede OPS/OMS) - Embaré

Ano	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1986	28	9*	19	14	0	0
1987	58	31	119	75	0	0
1988	61	16	36	34	0	0
1989	50	28	99	97	0	0
1990	53	22	72	59	0	0
1991	53	47	122	89	0	0
1992	56	44	147	106	0	0
1993	55	73	133	132	0	0
1994	55	45	91	86	0	0
1995	60	31	51	51	0	0
1996	59	25	37	37	0	0
1997	57	26	35	33	0	0
1998	58	8	27	27	0	0
1999	56	8	22	22	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

A partir de 2000 o monitoramento neste local foi realizado por monitor passivo (tabela 44).

Tabela 44 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Santos (monitor passivo) -Embaré

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
2000	12	10	13	13
2001	12	11	13	12
2002	9	11	17	14
2003	11	10	12	12

A tabela 45 mostra os dados do monitoramento realizado em outro local da cidade.

Tabela 45 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Santos (monitor passivo) - B. Aparecida

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
1995	5	14*	16	14
1996	12	15	20	19
1997	12	12	17	16
1998	11	11	15	14
1999	12	11	14	14
2000	12	10	13	13
2001	12	11	13	12
2002	11	10	17	13
2003	12	10	13	12

* não atendeu ao critério de representatividade

A tabela 46 apresenta os resultados do monitoramento automático realizado em Santos em 1986 e 1989.

Tabela 46 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Santos - Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR	Atenção
mar/86-dez/86	235	14	52	52	0	0
mai/89-jun/89	39	19	45	42	0	0

As concentrações observadas de SO₂ no município de Santos estiveram, em todos os períodos monitorados, bem abaixo dos padrões legais de qualidade do ar, tanto de longo prazo (média aritmética anual de 80µg/m³), quanto de 24 horas (365µg/m³). Tais resultados indicam que esse poluente não se constitui um problema prioritário para esse município.

Em Cubatão, as concentrações mais altas em períodos mais recentes foram observadas em V. Parisi, embora bem abaixo dos padrões legais, conforme resultados apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 47 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Cubatão – Serra do Mar (Estações Móveis)

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR	Atenção
Jd.Zanzalá abr-out/82	188	26	85	84	0	0
V.Quilombo ago-out/84	60	6	24	16	0	0
Bayer ago-out/85	35	48	168	115	0	0
V.Mogi jul-ago/87	50	8	26	24	0	0
Maioridade set-nov/87	108	32	197	186	0	0
Caixa 10 set-nov/87	122	21	97	92	0	0

Tabela 48 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Cubatão Vila Nova - Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1991	227	11	59	54	0	0
1992	252	5	29	29	0	0
1993	293	10	78	62	0	0
1994	312	2	27	23	0	0
1995	47	5*	101	22	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade.

Tabela 49 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Cubatão Vila Parisi - Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1998	174	24	96	82	0	0
1999	285	27	122	118	0	0
2000	264	29	125	114	0	0
2001	336	27	112	111	0	0
2002	346	24	88	83	0	0
2003	323	16	99	82	0	0

Tabela 50 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Cubatão Centro - Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1998	158	16	84	66	0	0
1999	334	18	90	79	0	0
2000	340	18	90	77	0	0
2001	345	20	112	107	0	0
2002	221	15*	46	43	0	0
2003	301	16	62	54	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Além dos estudos realizados na década de 80, nos anos de 1995, 1999 e 2001 foram efetuadas campanhas para avaliar as concentrações de SO₂ na Serra do Mar, através do amostrador passivo.

Estudos realizados pelo Setor de Ecossistemas Terrestres em algumas espécies vegetais, apontaram a existência de acumulação de compostos de enxofre na vegetação do Caminho do Mar, superiores ao limite máximo considerado normal em plantas (segundo literatura internacional: 4 mg/g p.s.), onde existem fontes de emissão de poluentes sulfurados.

As amostras foram coletadas entre abril e maio de 1999 sendo:

- Vale do Mogi: 4 indivíduos de *Hymenaea courbaril* (jatobá) e 5 de *Tabebuia heptaphylla* (Ipê)
- Caminho do Mar: 5 indivíduos de *H. courbaril* e 7 de *T. heptaphylla*
- Vale dos Pilões: 6 indivíduos de *H. courbaril* e 11 de *T. heptaphylla*

Tabela 51 – Resultados obtidos nas análises químicas

Espécie	Vale do Mogi	Caminho do Mar	Vale dos Pilões
	mgS/g p.s.	mgS/g p.s.	mgS/g p.s.
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	1,28 +/- 0,39	5,85 +/- 1,61	1,02 +/- 0,44
<i>Hymenaea courbaril</i>	1,37 +/- 0,11	3,51 +/- 0,55	1,14 +/- 0,45

Tabela 52 – Razão do conteúdo foliar de enxofre entre as áreas de estudo

Espécie	CM/VP	VM/VP	CM/VM
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	5,7	1,5	4,6
<i>Hymenaea courbaril</i>	3,1	1,2	2,6

Estudos realizados nas escarpas da Serra do Mar, com espécies bioindicadoras de compostos sulfurados, no âmbito do Projeto Brasil Alemanha, durante o início até meados da década de 90, corroboram com o estudo anteriormente relatado, apontando a ocorrência de concentrações fitotóxicas deste poluente, tanto no caminho do mar como no Vale do Mogi, que, segundo o relatório final do Projeto, colocavam em risco a vegetação presente nestes locais.

Em 2003 foi realizado o monitoramento de dióxido de enxofre no entorno da¹ Saint Gobain Vidros S/A, localizado no município de São Vicente.

Tabela 53 – Concentrações de Dióxido de Enxofre (SO₂) no entorno da Saint Gobain Vidros S/A - 2003

Local	Número de meses	Média aritmética (µg/m ³)	Máximas Mensais	
			1ª máxima (µg/m ³)	2ª máxima (µg/m ³)
Assoc. de Justiça Popular	8	12	14	13
Colégio Santa Rosa	8	10	12	12

As concentrações médias de dióxido de enxofre apresentaram-se bem abaixo do padrão anual para este poluente, devendo-se destacar que foram determinadas as concentrações mensais não sendo possível, devido à metodologia utilizada, detectar a ocorrência de episódios agudos de poluição.

2.4.1. Taxa de sulfatação

Foi realizado o monitoramento de taxas de sulfatação, como um indicativo da poluição proveniente dos óxidos de enxofre, no entorno da indústria de fertilizantes Quimbrasil-Serrana, localizada no município de Cajati, cujos resultados são apresentados na tabela 54.

Tabela 54– Taxas de sulfatação no entorno da Quimbrasil-Serrana, no período de novembro/92 a agosto/93.

PERÍODO	LOCAL	TAXA DE SULFATAÇÃO (µgSO ₃ ²⁻ /100cm ² .30 dias)		
		Média	Máxima	Mínima
Novembro/92a	Centro de Saúde	83	205	33
Agosto/93	Adm. Serrana	39	147	31
	R. J. Nunes Paiva	25	105	19

De maneira geral, as concentrações observadas não foram muito elevadas.

2.5. Monóxido de Carbono (CO)

As medições de CO em Santos mostraram concentrações abaixo dos padrões legais de 8h e 1h (9 ppm e 35 ppm, respectivamente). Em Cubatão, o monitoramento deste poluente foi somente realizado na década de 80 e apresentou níveis mais baixos que os observados em Santos.

Tabela 55 – Monóxido de carbono (CO) em Santos

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR	Atenção
mar/86-dez/86	134	4,0	3,5	0	0
mai/89-jun/89	33	4,9	2,8	0	0

Tabela 56 – Monóxido de carbono (CO) em Cubatão – Estação móvel)

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR	Atenção
Jd.Zanzalá abr-out/82	182	1,6	1,5	0	0
V.Quilombo ago-out/84	60	0,1	0,1	0	0
Caixa 10 set-nov/87	12	0,4	0,4	0	0

2.6. Ozônio (O₃)

O ozônio registrou ultrapassagens (quatro dias) do seu padrão legal (160µg/m³ em 1h) no monitoramento realizado em Santos ainda na década de 80, conforme apresentado na tabela 57.

Tabela 57 – Ozônio (O₃) em Santos

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR	Atenção
mar/86-dez/86	222	188	176	2	0
mai/89-jun/89	28	419	184	2	1

Também em Cubatão, foram observadas ultrapassagens deste poluente já no monitoramento realizado em 1982. Na região central, foram observadas 17 ultrapassagens do PQAr e 7 do nível de atenção em 2003.

Tabela 58 – Ozônio (O₃) em Cubatão Vila Nova - Estação automática fixa

Período	Número de dias	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
1991	188	138	118	0	0
1992	28	248	96	1	1
1993	-	-	-	-	-
1994	192	141	139	0	0
1995	61	43	43	0	0

Tabela 59 – Ozônio (O₃) em Cubatão Centro - Estação automática fixa

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
1998	297	227	205	10	2
1999	351	264	253	15	5
2000	334	234	203	8	2
2001	348	238	214	18	3
2002	209	249	246	21	6
2003	309	275	253	17	7

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 60 – Ozônio (O₃) em Cubatão – Serra do Mar -Estação móvel

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR	Atenção
Jd.Zanzalá abr-out/82	185	212	180	7	0
V.Quilombo ago-out/84	57	153	131	0	0
Bayer ago-out/85	37	92	76	0	0
V.Mogi jul-ago/87	46	116	116	0	0
Maioridade set-nov/87	126	172	139	1	0
Caixa 10 set-nov/87	126	169	169	2	0

Estudos realizados nas escarpas da Serra do Mar, com espécies bioindicadoras de ozônio (espécies sensíveis), no âmbito do Projeto Brasil Alemanha, durante o início até meados da década de 90, apontaram a ocorrência de concentrações fitotóxicas deste poluente, de maneira generalizada, nas regiões altas e médias da Serra do Mar, numa área estudada que abrange desde o caminho do mar até Paranapiacaba.

2.7. Óxidos de Nitrogênio (NO_2 e NO)

Os dados disponíveis do monitoramento de NO_2 em Santos na década de 80 não registram ultrapassagem do PQAR de 1 hora ($320\mu\text{g}/\text{m}^3$) e as médias observadas para períodos inferiores a 1 ano se mostraram abaixo do limite de longo prazo ($100\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabela 61 – Dióxido de nitrogênio (NO_2) em Santos

Período	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
mar/86-dez/86	199	57	nd	nd	nd	nd
mai/89-jun/89	29	27	nd	nd	nd	nd

nd = não disponível

Em Cubatão, não foram registradas ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar por NO_2 , em monitoramento realizado de 1998 a 2003, conforme apresentado na tabela 62. Também os dados na década de 80 não apresentaram ultrapassagens.

Tabela 62 – Dióxido de nitrogênio (NO_2) em Cubatão Centro – Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 1h	Atenção
1998	233	32	170	141	0	0
1999	315	31	156	153	0	0
2000	354	27	110	105	0	0
2001	270	32	176	117	0	0
2002	186	31*	158	137	0	0
2003	310	18	144	134	0	0

* Não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 63 – Dióxido de nitrogênio (NO₂) em Cubatão –Serra do Mar - Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR	Atenção
Jd.Zanzalá abr-out/82	177	37	68	64	0	0
V.Quilombo ago-out/84	42	3	17	11	0	0
Bayer ago-out/85	34	28	64	58	0	0
V.Mogi jul-ago/87	18	46	66	66	0	0
Caixa 10 set-nov/87	61	32	81	75	0	0

Tabela 64 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Cubatão – Estação automática fixa

Ano	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 1h	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³
1998	234	24	254	241
1999	316	22	229	228
2000	354	25	276	242
2001	270	29	294	267
2002	186	32*	310	302
2003	310	32	353	309

* Não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 65 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Cubatão – Serra do Mar - Estação móvel

Ano	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 1h	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³
Jd.Zanzalá abr-out/82	175	19	53	46
V.Quilombo ago-out/84	42	1	4	46
Bayer ago-out/85	34	12	34	34
V.Mogi jul-ago/87	18	18	54	47
Caixa 10 set-nov/87	62	16	97	84

2.8. Hidrocarbonetos (HCNM e CH₄)

A tabela 66 apresenta os dados de monitoramento de HCNM na Estação Cubatão Centro.

Tabela 66 – HCNM em Cubatão Centro – Estação automática fixa

Ano	Número de dias	Média Aritmét. ppmc	Máximas	
			1h	
			1 ^a ppmC	2 ^a ppmC
1998	-	-	-	-
1999	145	0,2	3,83	3,21
2000	242	0,36	4,25	3,21
2001	290	0,49	6,99	6,86
2002	158	0,54*	4,51	2,88
2003	123	0,10*	3,2	3,06

* Não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 67 – HCNM em Cubatão –Serra do Mar - Estação móvel

Ano	Número de dias	Média Aritmét. máx. 3h ppm	Máximas	
			3h	
			1 ^a ppm	2 ^a ppm
Caixa 10 set-nov/87	17	0,63	1,86	1,65

2.9. Fluoretos

Foi realizado o monitoramento de fluoretos no entorno da indústria de fertilizantes Quimbrasil-Serrana, localizada no município de Cajati, cujos resultados são apresentados na tabela 68.

Tabela 68 – Taxas de Fluoreto no entorno da Quimbrasil-Serrana, no período de novembro/92 a agosto/93.

PERÍODO	LOCAL	TAXA DE FLUORETO ($\mu\text{gF}^- / 100\text{cm}^2 \cdot 30 \text{ dias}$)		
		Média	Máxima	Mínima
Novembro/92 a Agosto/93	Centro de Saúde	15	24	10
	Adm. Serrana	16	24	10
	R. J. Nunes Paiva	24	57	10

Os valores observados foram baixos, entretanto estes resultados representam as taxas médias do período amostrado, não possibilitando a detecção de eventuais picos de emissão que podem causar danos à vegetação.

Concomitantemente ao estudo acima citado, e corroborando com os resultados apresentados no mesmo, também em 1993, foram realizados estudos com espécies bioindicadoras de fluoretos na região de Cajati, concluindo-se que durante o período amostrado as concentrações de fluoretos nas folhas foram abaixo do valor limite de referência de qualidade, sendo insuficientes para causar danos às plantas, ou seja, não houve emissões de fluoretos gasosos em níveis críticos para a vegetação.

Em Cubatão os fluoretos são emitidos principalmente por indústrias de fertilizantes, sendo que os fluoretos gasosos são mais agressivos aos vegetais que os fluoretos sólidos. Em função da degradação da vegetação da Serra do Mar, diversos estudos avaliando taxas e concentração deste poluente foram realizadas em Cubatão/Serra do Mar desde a década de 80. Em virtude da grande quantidade de dados, são apresentados somente os dos locais onde se observaram maiores concentrações ou que tiveram continuidade ao longo do tempo de modo a permitir uma avaliação de tendência.

As concentrações de fluoretos gasosos obtidas nos diversos monitoramentos realizados no Vale do Mogi, estão apresentados na tabela 69. Observa-se que as concentrações de fluoretos gasosos apresentaram uma redução significativa nos primeiros anos de monitoramento devido ao Programa de Controle da Poluição Ambiental implementado em Cubatão na década de 80. Já em 1998 observou-se um aumento no níveis de fluoretos gasosos em relação ao estudo de 1992, valores esses que são considerados agressivos a vegetação, principalmente espécies sensíveis e intermediárias de clima temperado.

Tabela 69 – Valores de concentração de fluoretos gasosos em Cubatão –Serra do Mar

PERÍODO	LOCAL	Número de medições	CONC. DE FLUORETO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
			Média	Máxima (24h)	Mínima (24h)
SET/85 a OUT/85	V. Mogi	19	4,38	10,3	1,67
	Paranapiacaba	17	0,59	1,78	0,04
AGO/87	V. Mogi	10	2,38	5,20	0,51
OUT/91	V. Mogi	18	0,89	1,55	0,52
	Paranapiacaba	9	0,06	0,08	0,02
	V. Pilões	11	0,03	0,10	0,02
MAR/92 a SET/92	V. Mogi	154	0,65	5,56	0,04
JUL/98 a SET/98	V. Mogi	67	1,36	3,58	0,30

Destaca-se também que embora não sejam apresentadas as concentrações de fluoretos sólidos, estas são bem mais baixas que as gasosas.

A tabela 70 apresenta os resultados de estudos em que foram realizadas medições de taxas de fluoretos no Vale do Mogi e em Vila Parisi. Apesar das medições terem sido realizadas em diferentes períodos do ano, pode-se observar que as taxas obtidas no Vale do Mogi, em 2000, foram da mesma ordem de grandeza das observadas no período de 1984 a 1987, época em que ocorreu severa degradação da vegetação da Serra do Mar.

Tabela 70 – Taxas de fluoretos na atmosfera do município de Cubatão – Serra do Mar ($\mu\text{gF}^- / 100\text{cm}^2 \cdot 30 \text{ dias}$)

Período	Vale do Mogi		Vila Parisi	
	Média	Faixa de Valores	Média	Faixa de Valores
Jun/84 a set/84	1090	895 a 1348	784	324 a 1250
Ago/85 a nov/85	2011	1237 a 3261	1617	1011 a 2605
Jun/87 a out/87	1038	371 a 2143		
Ago/00 a set/00	1252	1033 a 1470	945*	

* taxa referente a apenas ao período de 04/09 a 25/09

De agosto a setembro de 2000 também foram realizadas medições em outros locais, tendo sido observadas taxas na faixa de $19 - 41\mu\text{gF}^- / 100\text{cm}^2 \cdot 30 \text{ dias}$ no Vale dos Pilões, $129-197\mu\text{gF}^- / 100\text{cm}^2 \cdot 30 \text{ dias}$ no Caminho do Mar e $1407-1764\mu\text{gF}^- / 100\text{cm}^2 \cdot 30 \text{ dias}$ na e Entrada do Vale do Mogi.

Quanto à vegetação, diversos estudos usando plantas bioindicadoras de fluoretos, bem como espécies nativas, foram realizados.

Um estudo comparativo realizado em 95, utilizando-se um universo de 42 espécies arbóreas existentes no Vale do Mogi e no Vale dos Pilões, ambos em Cubatão, apontou o Vale do Mogi como um local altamente poluído. As espécies arbóreas presentes continham elevadas concentrações foliares de fluoretos, seja em comparação com as da área controle, seja com dados bibliográficos.

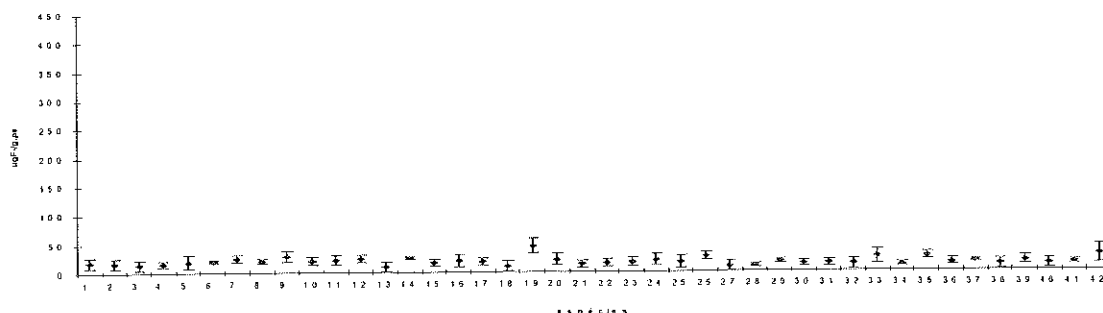


Figura 13 – Média das concentrações (inv e ver) e respectivos desvios padrões de fluoreto foliar em 42 espécies estudadas no Vale dos Pilões, Cubatão - SP

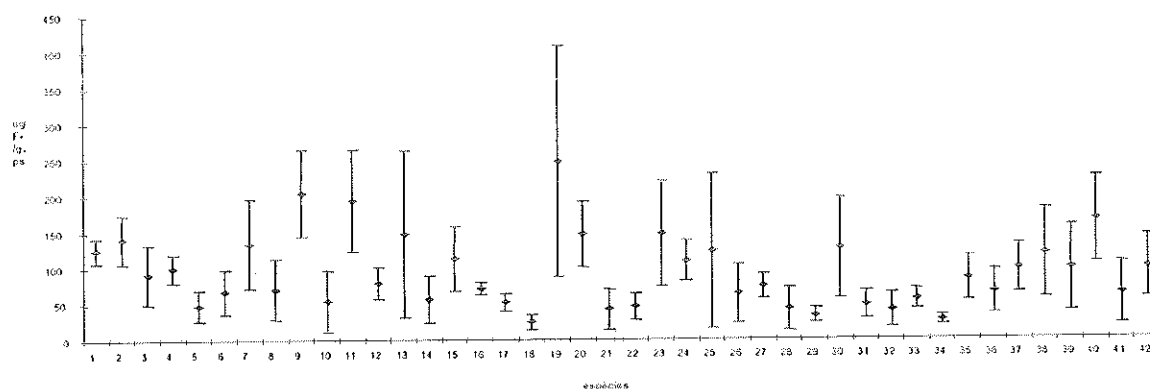


Figura 14 – Média das concentrações (inv e ver) e respectivos desvios padrões de fluoreto foliar em 42 espécies estudadas no Vale do Moji, Cubatão - SP

Em junho de 2003, foi realizada uma coleta de duas espécies, no âmbito do estudo realizado pela UNISANTOS, a fim de avaliar as concentrações de fluoretos em diversas alturas no Vale do Caminho do Mar, utilizando-se o Vale dos Pilões como referência e constatou-se maiores concentrações no Caminho do mar, notadamente na cota dos 100 metros, altura da emissão da chaminé da UGAV, conforme notado na tabela a seguir:

Tabela 71 – Concentrações de fluoretos no Vale do Caminho do Mar

LOCAL/Espécie	Posição	Concentração F ⁻ mg/gps (média)
Caminho do mar "Tibouchina pulchra"	Caixa 10 (±100m)	39,9 ± 7,3
	Córrego (±200m)	26,6 ± 21,1
	Erosão (±300m)	38,1 ± 35,5
Vale dos Pilões "T. pulchra "	Controle	8,0 ± 0,9
Caminho do mar "Cecropia glazioui"	Caixa 10 (±100m)	67,1 ± 6,4
	Córrego (±200m)	24,6 ± 4,0
	Erosão (±300m)	22,2 ± 13,3
Vale dos Pilões "C. glazioui "	Controle	7,7 ± 1,0

Estudos realizados no Vale do Mogi, com espécies bioindicadoras de fluoretos, no âmbito do Projeto Brasil Alemanha, durante o início até meados da década de 90, corroboram com os dados acima citados e concluem que existem severos riscos à vegetação nativa dessa região.

2.10. Amônia

As emissões industriais de amônia em Cubatão são provenientes, principalmente, das indústrias de fertilizantes, tanto as produtoras de amônia e derivados quanto aquelas que utilizam esses compostos na produção de fertilizantes complexos, em processos de granulação com amoniação.

Foram avaliados os níveis de amônia na atmosfera de Cubatão nos anos de 1982, 1983, 1984, 1992 e 1998. Os resultados estão resumidos na tabela 72. Como o Brasil não possui em sua legislação padrões de qualidade do ar para amônia, utiliza-se o valor de referência de 100µg/m³, média de 24 horas, obtido na literatura internacional.

Observa-se na tabela 72 que as concentrações médias encontradas diminuíram ao longo do tempo, sendo que na década de 80 as máximas alcançavam concentrações muito maiores do que as encontradas na década de 90. No início da década de 80, os valores máximos diários observados ultrapassaram em muito o valor de referência (100µg/m³)

tendo diminuído ao longo dos anos sendo que no monitoramento de 1998 não foram observadas ultrapassagens do valor de referência.

Tabela 72 – Concentração de amônia em Cubatão – Vila Parisi.

PERÍODO	LOCAL	Número de medições	Concentração de amônia (µg/m³)		
			Média	Máxima	Mínima
JUL/82 a DEZ/82	V. Parisi	277	92	536	15
JAN/83 a JAN/83	V. Parisi	363	72	518	13
JAN/83 a JAN/83	V. Parisi	327	74	308	14
MAI/92 a SET/92	V. Parisi	89	43	159	4
JUL/98 a OUT/98	V. Mogi	48	32	86	9
	V. Parisi	65	27	72	15

2.11. Gás Sulfídrico (H₂S)

No estudo realizado em Cubatão-Centro em 1988 as concentrações de gás sulfídrico foram bastante baixas. Porém os dados indicaram a presença eventual e por curto espaço de tempo de concentrações elevadas de até 31 ppb, o que causou no mínimo, problema de incômodo a população devido ao odor.

2.12. Deposição Úmida e Mista

No período de janeiro/91 a outubro/92, foi realizado um estudo de deposição úmida (chuva) e mista (seca mais úmida) em Cubatão, nas proximidades da área industrial – Vale do Mogi, Paranapiacaba e Vale dos Pilões. A chuva se mostrou levemente ácida nas estações de Paranapiacaba e Vale dos Pilões, sendo que os valores de pH observados iguais a 5,2 e 4,98, respectivamente, estão próximos aos encontrados em outras áreas do Estado de São Paulo. No Vale do Mogi, a chuva apresentou característica levemente alcalina com pH médio igual a 6,0.

Os teores de ânions, principalmente sulfato, foram bem maiores no Vale do Mogi indicando contaminação industrial. Os fluxos de deposição mista foram bastante superiores aos de deposição úmida, indicando que a deposição seca é tão ou mais importante que a deposição úmida.

2.13. Dioxinas, Furanos, Bifenilas Policloradas e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

Alguns dados pontuais sobre estes poluentes encontram-se nas tabelas 174 a 176.

2.14. CONCLUSÕES

Monitoramento: Em Cubatão, o monitoramento realizado dos poluentes regulamentados é adequado às necessidades, já que há medições de praticamente todos os poluentes de interesse em dois locais. Fora Cubatão, a avaliação da qualidade do ar restringe-se ao monitoramento de FMC Estação manual e SO₂ (monitor passivo) em Santos. O último monitoramento automático em Santos foi realizado em 1989. Não há monitoramento em outros municípios.

Qualidade do Ar: Em Cubatão, a qualidade do ar ainda apresenta ultrapassagens do PQAR, principalmente por MP₁₀ e PTS na região industrial, além do O₃ que só é monitorado na região central. Em Santos, os resultados de FMC e SO₂ mostram que os níveis de ambos os poluentes são baixos.

Quanto aos fluoretos gasosos, estudos utilizando a vegetação das escarpas da Serra do Mar como indicador, mostraram a existência de concentrações fitotóxicas no Vale do Mogi e fortes indícios no Caminho do Mar.

3. REGIONAL DA BACIA DO PARANÁ

Na área de abrangência da Regional da Bacia do Paraná, a CETESB efetua monitoramento de SO₂ por meio de monitores passivos desde 1995 nos municípios de Marília, Matão, Araçatuba, Bauru e Presidente Prudente. Em campanhas de monitoramento, destacam-se ainda: as medidas de chumbo na poeira sedimentável nos municípios de Bauru e Assis; medidas de concentração de partículas em suspensão em Bauru; monitoramento automático de vários poluentes no município de Piratininga em 1990, e a partir de setembro de 2003 no município de Jaú.

Os resultados até agora obtidos estão apresentados a seguir.

3.1. Partículas Inaláveis (MP₁₀)

A tabela 73 apresenta os dados relativos ao monitoramento de MP₁₀ realizado em Piratininga no período de 06 de agosto a 12 de setembro de 1990. Não foram registradas ultrapassagens do PQAR de 24 horas (150µg/m³). Já para o PQAR de longo prazo (média aritmética anual de 50µg/m³), não é possível dizer se o município atendia nessa época ao PQAR, já que o monitoramento foi efetuado em somente 24 dias.

Tabela 73 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Piratininga – Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
ago/90-set/90	24	47	83	80	0	0

A tabela abaixo apresenta os dados de MP₁₀ do período de 15/09 a 31/12/2003 da estação de Jaú, onde não foram registradas nenhuma ultrapassagem do padrão.

Tabela 74 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Jaú - Estação móvel

Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
64	34	98	95	0	0

3.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

A tabela 75 apresenta as concentrações médias e máximas de 24 horas de PTS observadas em dois bairros no município de Bauru nos anos de 2001 e 2002

Tabela 75 – Partículas Totais em Suspensão (PTS) em Bauru

Período	Local	Número de dias	Média Geométr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
				1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
Jun/01 a ago/01	Bairro Tangarás	17	90	204	174	0	0
Jul/02 a ago/02	Bairro Redentor	13	93	139	132	0	0

Estes monitoramentos não foram realizados em áreas centrais da cidade mas, sim próximos a indústrias de chumbo. Embora os períodos dos monitoramentos tenham sido curtos, observa-se que não houve ultrapassagens do PQAR de 24 horas ($240\mu\text{g}/\text{m}^3$). Já para o PQAR de longo prazo - média geométrica anual de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ - observa-se que, apesar de considerar períodos inferiores a um ano, as concentrações observadas nesses anos encontravam-se acima deste valor.

3.3. Dióxido de Enxofre (SO_2)

O monitoramento contínuo de SO_2 foi iniciado em 1995 com a introdução do monitoramento passivo na região, cujos resultados estão apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 76 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Marília (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	4*	7	5
1996	11	<5	6	<5
1997	11	<5	<5	<5
1998	12	<5	5	<5
1999	12	<5	6	5
2000	10	<5	<5	<5
2001	11	<5	<5	<5
2002	12	<5	5	<5
2003	12	<5*	<5	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 77 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Matão (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	7*	8	7
1996	12	5	10	9
1997	12	<5	8	6
1998	12	<5	6	6
1999	12	<5	5	5
2000	12	<5	6	<5
2001	11	<5	<5	<5
2002	12	<5	7	<5
2003	12	<5*	<5	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 78 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Araçatuba (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	13*	24	20
1996	12	10	17	14
1997	12	10	25	21
1998	12	10	15	15
1999	12	8	14	10
2000	12	7	10	9
2001	10	6	8	7
2002	12	6	11	9
2003	10	<5	5	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 79 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Bauru (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	16*	22	20
1996	12	13	20	16
1997	12	11	15	15
1998	12	10	14	14
1999	11	10	23	11
2000	9	9	11	11
2001	12	8	10	10
2002	12	8	16	10
2003	12	6	9	8

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 80 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Presidente Prudente (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	<5*	<5	<5
1996	12	<5	7	<5
1997	12	<5	<5	<5
1998	12	<5	5	5
1999	11	<5	5	5
2000	12	<5	6	<5
2001	12	<5	<5	<5
2002	10	<5	6	<5
2003	11	<5*	<5	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

A tabela 81 apresenta os resultados do monitoramento automático realizado em Piratininga no período de agosto a setembro de 1990.

Tabela 81 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Piratininga - Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
ago/90-set/90	19	6	66	13	0	0

A tabela abaixo apresenta os dados de SO₂ do período de 15/09 a 31/12/2003 da estação de Jaú, onde não foram registradas nenhuma ultrapassagem do padrão.

Tabela 82 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Jaú - Estação móvel

Número de dias	Média Aritmética, µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
21	1	2	1	0	0

As concentrações observadas de SO₂ nos municípios de abrangência da Regional da Bacia do Paraná estiveram bem abaixo dos padrões legais de qualidade do ar, embora este monitoramento, tenha se restringido à poucos municípios.

3.4. Monóxido de Carbono (CO)

As medições de CO em Piratininga mostraram concentrações abaixo dos padrões legais de 8h e 1h, 9ppm e 35ppm, respectivamente. Deve-se considerar, no entanto, o período curto de monitoramento. Não foi realizado monitoramento deste poluente em outros municípios da região.

Tabela 83 – Monóxido de carbono (CO) em Piratininga

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
ago/90-set/90	27	3,0	3,0	0	0

A tabela abaixo apresenta os dados de CO do período de 15/09 a 31/12/2003 da estação de Jaú, onde não foram registradas nenhuma ultrapassagem do padrão.

Tabela 84 – Monóxido de carbono (CO) em Jaú Estação móvel

Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
	1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
61	1,9	1,3	0	0

3.5. Ozônio (O₃)

Apesar de não apresentar ultrapassagem do PQAR de ozônio nos 27 dias de monitoramento (160µg/m³ em 1h) em Piratininga, os valores máximos registrados ficaram muito próximo desse limite. Não há dados para outros municípios na região.

Tabela 85 – Ozônio (O₃) em Piratininga – Estação móvel

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 1h	Atenção
ago/90-set/90	27	151	147	0	0

A tabela abaixo apresenta os dados de O₃ do período de 15/09 a 31/12/2003 da estação de Jaú, onde foi registrada uma ultrapassagem do padrão.

Tabela 86 – Ozônio (O₃) em Jaú Estação móvel

Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
	1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 1h	Atenção
74	162	152	1	0

3.6. Óxidos de Nitrogênio (NO_2 e NO)

Os resultados do monitoramento de NO_2 em Piratininga mostram índices bem abaixo do PQAR de 1 hora ($320\mu\text{g}/\text{m}^3$) e também média aritmética baixa. Todavia, deve-se considerar o curto período de monitoramento e a inexistência de dados em outros municípios.

Tabela 87 – Dióxido de nitrogênio (NO_2) em Piratininga – Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 1h	Atenção
ago/90-set/90	27	24	66	58	0	0

Tabela 88 – Dióxido de nitrogênio (NO_2) em Jaú Estação móvel

Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
		1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 1h	Atenção
53	10	98	85	0	0

Tabela 89 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Piratininga – Estação móvel

Ano	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
nov/90-dez/90	27	0,8	34	25

Tabela 90 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Jaú Estação móvel

Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h	
		1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
53	6	594	47

3.7. Chumbo

Concentrações de chumbo na poeira sedimentável foram medidas no município de Bauru de abril de 1986 a dezembro de 1987 (tabela 91), no entorno da empresa Acumuladores Ajax Ltda – Setor Metalúrgico, em 4 campanhas de 3 meses cada, nos anos de 1999 a 2001 (tabela 92), na Acumuladores Ajax Ltda – Setor Industrial de junho a setembro de 2003 (tabela 93), e na Baterias Cral Ltda, de junho a setembro de 2001 (tabela 94). Análise semelhante foi feita para o entorno da empresa Baterias Halp, no município de Assis, em duas campanhas de três meses cada (tabela 95).

Não existem padrões nacionais ou internacionais para taxas de chumbo na poeira sedimentável. Entretanto, nos EUA taxas obtidas em áreas urbanas encontram-se na faixa de 3 a 12 $\text{kg}/\text{km}^2 \cdot 30$ dias. A literatura indica que valores entre 200 e 1500 $\text{kg}/\text{km}^2 \cdot 30$ dias são encontrados perto de fundições e que estes valores caem a nível de background, a uma distância entre 300 e 400 m da fonte. Entretanto, uma vez que a contaminação por chumbo é cumulativa, mesmo valores baixos de deposição podem causar ao longo dos anos contaminação do solo, vegetação, etc.

Tabela 91 – Chumbo na Poeira Sedimentável em Bauru abril/86 a dezembro/87

LOCAL	TAXA DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL ($\text{kg}/\text{km}^2 \cdot 30$ dias)		
	Média	Máxima	Mínima
Rod. Marechal Rondon km 334	6	17	LD
Av. Lúcio Luciano	7	16	LD
Rod. de acesso O. Rasi	4	13	LD

LD – abaixo do limite de detecção de 2,5 $\text{kg}/\text{km}^2 \cdot 30$ dias

Os valores observados são da mesma ordem de grandeza dos encontrados em áreas urbanas americanas.

Tabela 92 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Acumuladores Ajax Ltda -Setor Metalúrgico - entre agosto/99 a setembro/01

LOCAL	TAXA DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL (kg/km ² .30 dias)		
	Média	Máxima	Mínima
Ajax – Setor Plástico - I	278	704	22
Ajax – ETE – I	233	866	21
Ajax – Refeitório/Vestiário – I	3365	6009	1454
Rod. Jaú/Ipauçú km 113 – E	55	123	10
Rod. Jaú/Ipauçú em frente à Ajax - E	1183	2311	106
Tangarás - E	392	511	246

E – externo a empresa
I – interno a empresa

No caso da Ajax – Setor Metalúrgico, os valores encontrados tanto no interior como no exterior da empresa foram muito elevados. Atualmente esta unidade da empresa está paralisada.

Tabela 93 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Acumuladores Ajax Ltda -Setor Industrial – entre junho e setembro/03

LOCAL	TAXA DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL (kg/km ² .30 dias)		
	Média	Máxima	Mínima
P.1 – Área de lazer – I	163	199	139
E.1 – Everest Textil – E	33	38	27
E.6 – EEPG Vera Campagnari – E	5	8	4

E – externo a empresa
I – interno a empresa

No caso da Ajax – Setor Industrial, os valores não foram muito elevados.

Tabela 94 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno na Baterias Cral Ltda, no período de junho/01 a setembro/01

LOCAL	TAXA DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL (kg/km ² .30 dias)		
	Média	Máxima	Mínima
Cral – Pátio interno – I	188	228	112
Cral – ETE – I	265	437	98
Chac. Celso Teresawa – E	9	13	6
Rialto – N. Sra. Aparecida – E	107	100	53
Rialto – Haras – E	163	256	85
Rialto – Tubos – E	12	15	11

E – externo a empresa

I – interno a empresa

As taxas de chumbo no interior da empresa apresentaram valores nos mesmos níveis dos observados na literatura. Na área externa à indústria em alguns locais foram observados níveis mais altos do que em cidades americanas. O mesmo pode ser dito para a Halp, que teve suas atividades encerradas.

Tabela 95 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Baterias Halp entre e novembro/96 a julho/98

LOCAL	TAXA DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL (kg/km ² .30 dias)		
	Média	Máxima	Mínima
Halp – Pátio interno – I	350	490	175
Halp Portão da Indústria – I	29	58	14
Jardim Canadá – E	18	35	8
Chácara Souza – E	60	93	38

E – externo a indústria

I – interno a indústria

No entorno das duas unidades da empresa Acumuladores Ajax Ltda avaliou-se ainda as concentrações de chumbo no particulado total em suspensão e nas amostras de solo ressuspenso, conforme resultados apresentados nas tabelas 96, 97 e 98.

Tabela 96 – Chumbo nas Partículas Totais em Suspensão (PTS) no entorno da Acumuladores Ajax Ltda - Setor Metalúrgico - 24h

LOCAL	PERÍODO	Número de dias	CONC. de CHUMBO NA PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
			Média	Máxima	Mínima
Bairro Tangarás	Jun/01 a ago/01	17	9,7	37,3	0,7
Bairro Tangarás	Mai/02 a jul/02	7	0,09	0,10	< LD
Bairro Regino	Mai/02 a jul/02	7	< LD	< LD	< LD

LD – limite de detecção - $\leq 0,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabela 97 – Chumbo nas Partículas Totais em Suspensão (PTS) no entorno da Acumuladores Ajax Ltda - Setor Industrial - 24h

LOCAL	PERÍODO	Número de dias	CONC. de CHUMBO NA PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
			Média	Máxima	Mínima
Bairro Redentor	Jul/02 a ago/02	13	0,13	0,25	< LD

LD – limite de detecção - $\leq 0,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$

O padrão americano para chumbo na atmosfera é de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (média trimestral), valor este adotado pela CETESB através da Resolução de Diretoria nº 09/99/C de 04/01/1999.

Na campanha realizada em 2001 próximo a unidade de recuperação da Ajax (Setor Metalúrgico), embora o período de amostragem tenha sido inferior a um trimestre, pode-se observar que as concentrações diárias de chumbo foram muito elevadas, máxima de $37,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e média no período de $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Após a paralisação da indústria foram realizadas amostragens no período de maio a julho de 2002, constatando-se uma queda drástica nas concentrações.

De julho a agosto de 2002 foram realizadas amostragens próximo a unidade da Ajax (Setor Industrial). Embora os resultados sejam baixos deve-se observar que esta unidade se encontra perto de um bairro populoso.

**Tabela 98 – Chumbo nas Amostras de Solo Ressuspensão no entorno da
Acumuladores Ajax Ltda – Setor Metalúrgico**

LOCAL DE COLETA	% DE CHUMBO
DER/CETESB	0,02
B. Tangarás	0,31
B. tangarás	0,27

No caso das amostras de solo ressuspensão observou-se que os teores encontrados nas amostras mais próximas à Ajax – Setor Metalúrgico (Bairro Tangarás), em setembro de 2001, eram cerca de 15 vezes maiores que o encontrado no DER/CETESB. Como comparação, pode-se citar que os teores encontrados pela CETESB em diversos locais da Região Metropolitana de São Paulo, tanto no solo quando na poeira depositada nos leitos das ruas, utilizando a mesma técnica de amostragem e análise, são da ordem de 0,02 a 0,12%, e portanto bem inferiores aos valores encontrados nas proximidades da Ajax.

No que se refere à vegetação, a campanha de amostragem no entorno da Indústria Ajax – Setor Metalúrgico, foi realizada dia 15/05/2002, e investigou todas as direções ao redor da indústria, contemplando espécies de interesse agrícola, cultivadas em propriedades vizinhas, no Zoológico e em hortas nas regiões do Jardim Tangarás e do José Regino.

Os parâmetros analisados (nas folhas, frutos e tubérculos) foram: chumbo, cádmio e zinco e os resultados estão tabulados a seguir.

Tabela 99 – Resultados das Análises de Amostras de Vegetação

Data	Nº Amostra	Material	Local de Coleta	Cd (µg/g)	Pb (µg/g)	Zn (µg/g)
15/05/02	1	Amora	Ponto 23 - Chácara 3M	0,03	1,53	18,15
15/05/02	2	Hortelã	Ponto 23 - Chácara 3M	0,05	2,05	12,77
15/05/02	3	Couve	Ponto 46 - Horta Zoológico	0,02	0,02	22,51
15/05/02	4	Grama	Ponto 46 - Zoológico	0,07	1,08	235,69*
15/05/02	5	Salsa	Ponto 24 - Sítio	0,07	0,66	52,15*
15/05/02	6	Hortelã	Ponto 09 - Horta	0,01	2,11	44,25**
15/05/02	7	Erva Cidreira	Ponto 2A - R. Benedito Lucio dos Santos	0,68	6,49	28,12
15/05/02	8	Alface	Ponto 09 - Horta	0,05	3,62	31,73
15/05/02	9	Hortelã	Ponto 20-A - R Jorge R. Filho Q14 n. 67	0,09	12,98*	29,73
15/05/02	10	Ficus	Ponto 35 - Ajax	0,58	147,15*	10,15
15/05/02	11	Amora	Ponto 22 - Chác. Biguetti	0,03	3,11	18,72
15/05/02	12	Hortelã	Ponto 22 - Chác. Biguetti	0,01	6,54	28,47
15/05/02	13	Mandioca	Ponto 24 - Sítio	0,01	2,08	4,90
15/05/02	14	Mandioca	Ponto 20-A - R Jorge R. Filho Q14 n. 67	0,01	2,55	14,30
15/05/02	15	Mandioca	Ponto 2A - R. Benedito Lucio dos Santos	0,08	2,91	14,34

* Concentrações acima dos limites máximos permissíveis em alimentos.

** Concentrações próximas dos limites máximos permissíveis em alimentos.

Dentre as amostras de vegetação analisadas, a concentração de chumbo, somente para a hortelã coletada no ponto 20-A, localizada na Rua Jorge R. Filho Q14 nº 67, apresentou valor acima do considerado normal para Pendias e Pendias (10 ppm) e do considerado como limite máximo permissível em alimentos para Malavolta (7ppm). Nas demais amostras "off-site" não verificou-se valores acima das referências acima citadas, destacando-se a erva cidreira coletada no ponto 2A, localizada à Rua Benedito Lúcio dos Santos, e a hortelã, coletada no ponto 22, localizada na Chacara Biguetti, que apresentaram concentrações próximas do limite considerado por Malavolta, ou seja, 6,49 ppm e 6,54 ppm respectivamente.

Quanto ao zinco, observou-se a concentração de 235,69 ppm, bem acima do considerado normal por Pendias e Pendias (47ppm), por Malavolta (50ppm) e pela EPA (150ppm) na grama coletada no ponto 46 (zoológico). A salsa coletada no ponto 24 (sítio ao sul) e a hortelã coletada no ponto 09 (horta – Rua Natal Fornasari X Rua Américo Oliva), com

concentrações de 52,15 ppm e 44,25 ppm respectivamente, apresentaram concentrações próximas dos limites, indicando a presença deste elemento no ambiente em concentrações altas.

No que se refere ao cádmio, não ocorreram, em nenhuma das amostras, concentrações acima ou próximas dos valores de referência considerados em literatura.

A amostra coletada dentro da Indústria, apresentou concentrações muito acima dos valores de referência considerados na literatura, ou seja 147,15 ppm. As análises de cádmio e chumbo não apresentaram valores próximos aos valores de referência considerados em literatura.

Assim, fora da área da indústria, dos 14 pontos coletados, detectou-se contaminação de chumbo em 2 pontos, provavelmente em função de deposição, corroborando com os resultados obtidos pelo ETQA, e de zinco em 1 ponto, não sendo possível, neste caso, estabelecer nexos causais, em função da distância e direção em relação à fonte. Dentro da área da indústria, os resultados demonstraram que existe contaminação.

3.8. CONCLUSÕES

Monitoramento: Dados mais recentes dessa região somente existem para os poluentes PTS em Bauru e SO₂ em 5 municípios por meio de amostrador passivo. Para os demais poluentes regulamentados, não há monitoramento nos últimos 10 anos.

Qualidade do Ar: MP – praticamente não há dados de material particulado para a região. O monitoramento recente de PTS em Bauru registrou valores relativamente altos, embora não tenha sido ultrapassado o PQAR de 24h e o monitoramento tenha sido realizado próximo a indústrias em áreas não centrais da cidade; SO₂ – o monitoramento realizado nos municípios de Marília, Matão, Araçatuba, Bauru e Presidente Prudente apresenta concentrações bem abaixo do PQAR; CO – praticamente não há informações de concentração deste poluente na região; O₃ – não foram registradas ultrapassagens do PQAR na região, mas, assim como o CO, praticamente não houve monitoramento; NO₂ – praticamente não há dados de monitoramento para a região.

4. REGIONAL DA BACIA DO MOGI GUAÇU E PARDO

Na área de abrangência da Regional da Bacia do Mogi Guaçu e Pardo, a CETESB efetua monitoramento desde 1986 nos municípios de Franca e Ribeirão Preto dos parâmetros fumaça (FMC) e dióxido de enxofre (SO₂). O monitoramento de Araras e Mogi Guaçu foi iniciado em 1986 e encerrado em 1995, uma vez que a Agência Ambiental de Pirassununga paralizou a operação das estações. Em 2003 o SO₂ estava sendo medido por meio de monitores passivos nos municípios de Franca, Ribeirão Preto e Sertãozinho. Complementarmente, foram monitorados com equipamentos automáticos diversos parâmetros em Ribeirão Preto por dois meses em cada um dos anos de 1990 e 1991 e a partir de agosto de 2004. Os resultados obtidos estão apresentados a seguir.

4.1. Partículas Inaláveis (MP₁₀)

A tabela 100 apresenta os dados relativos ao monitoramento de MP₁₀ realizado em Ribeirão Preto em 18 dias no inverno de 1990 e de 27 dias no fim do ano de 1991 e em 13 dias em 2003. Observam-se concentrações mais altas de MP₁₀ no período de inverno. Ainda assim, em ambos os períodos não foram registradas ultrapassagens do PQAR de 24 horas (150µg/m³). Já para o PQAR de longo prazo - média aritmética anual de 50µg/m³ - observa-se que, apesar de considerar somente dois meses, a concentração média no inverno de 1990 foi de 77µg/m³, contribuindo positivamente para a ultrapassagem do limite de 50µg/m³, estabelecido em lei.

Tabela 100 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Ribeirão Preto – Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
jun/90-jul/90	18	77	116	115	0	0
nov/91-dez/91	27	36	78	74	0	0
out/03-dez/03	13	30	91	50	0	0

4.2. Fumaça (FMC)

O monitoramento de fumaça (medidas de 24 horas a cada 6 dias) realizado em Franca desde 1986 (tabela 101) mostra que a concentração média anual foi mais elevada no ano de 1993, quando as concentrações estiveram muito próximas de ultrapassar o PQAR de curto prazo ($150\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot 24\text{h}$) e de exceder o PQAR primário anual ($60\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot \text{m.a.a.}$). Porém, os dados mais recentes indicam que atualmente os níveis estão bem abaixo dos padrões legais.

Tabela 101 – Fumaça (FMC) em Franca – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
1986	40	37	113	109	0	0
1987	47	40	122	121	0	0
1988	58	46	116	95	0	0
1989	3	49*	82	38	0	0
1990	51	42	94	82	0	0
1991	53	52	104	92	0	0
1992	44	43	108	97	0	0
1993	50	59	147	139	0	0
1994	24	46	101	97	0	0
1995	46	32	78	67	0	0
1996	22	18*	53	43	0	0
1997	50	12	39	24	0	0
1998	44	11	31	29	0	0
1999	41	10	20	20	0	0
2000	48	4	13	11	0	0
2001	2	4*	6	2	0	0
2002	2	9*	9	8	0	0
2003	20	10*	17	16	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Em Ribeirão Preto, embora os PQAR de 24 horas e anual não tenham sido excedidos, as concentrações observadas em 2001 estiveram muito próximas desses limites legais. Entretanto deve-se observar que nos últimos anos o local onde se encontrava a estação sofreu uma série de modificações, ficando muito próximo à frota de ônibus que trafega no

local, o que possivelmente contribuiu para o aumento das concentrações. No final de 2003 a estação foi transferida de local.

Tabela 102 – Fumaça (FMC) em Ribeirão Preto – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
1986	200	53	115	112	0	0
1987	230	36	115	104	0	0
1988	31	43	105	70	0	0
1989	31	42	85	78	0	0
1990	37	41	67	64	0	0
1991	59	46	105	95	0	0
1992	59	58	112	96	0	0
1993	59	59	123	119	0	0
1994	60	46	117	104	0	0
1995	60	59	109	107	0	0
1996	47	58	115	112	0	0
1997	39	49*	89	89	0	0
1998	56	38	65	61	0	0
1999	59	47	86	86	0	0
2000	59	54	127	124	0	0
2001	56	58	110	92	0	0
2002	27	57*	91	91	0	0
2003	20	32*	24	24	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Em Araras, o poluente FMC foi monitorado até 1995 e os dados mostravam concentrações mais baixas que em Ribeirão Preto e Franca, conforme pode-se observar na tabela 103.

Tabela 103 – Fumaça (FMC) em Araras – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
1986	60	24	74	71	0	0
1987	60	28	94	83	0	0
1988	60	29	113	108	0	0
1989	37	27	119	75	0	0
1990	49	15	47	40	0	0
1991	36	18	56	47	0	0
1992	40	26	73	58	0	0
1993	59	17	62	52	0	0
1994	44	27	80	68	0	0
1995	37	30*	90	70	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Em Mogi-Guaçu, o poluente FMC foi monitorado até 1995 e os dados mostravam concentrações mais baixas que em Araras, conforme pode-se observar na tabela 104.

Tabela 104 – Fumaça (FMC) em Mogi-Guaçu – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
1986	59	20	98	60	0	0
1987	58	20	66	65	0	0
1988	53	22	78	67	0	0
1989	25	17*	56	47	0	0
1990	25	17*	39	30	0	0
1991	16	8*	19	14	0	0
1992	50	14	35	34	0	0
1993	56	15	52	50	0	0
1994	44	19	73	67	0	0
1995	53	17	85	51	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

4.3. Dióxido de Enxofre (SO₂)

As tabelas a seguir mostram os resultados do monitoramento de SO₂ a partir de 1986 na área de abrangência da Bacia do Mogi e Pardo, por meio de estação manual (OPS/OMS). Esse monitoramento encerrou-se em 1999 nos municípios de Franca e Ribeirão Preto e em 1995 no município de Araras e Mogi-Guaçu.

Os resultados mostram que as concentrações mais altas foram observadas em Franca, embora em nenhum ano ou localidade tenham sido observadas ultrapassagens dos padrões legais de curto e longo prazos.

Tabela 105 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Franca (rede OPS/OMS)

Ano	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR	Atenção
1986	41	21	75	70	0	0
1987	47	17	80	56	0	0
1988	58	22	132	128	0	0
1989	3	17*	20	20	0	0
1990	52	34	137	90	0	0
1991	53	41	95	61	0	0
1992	44	44	69	63	0	0
1993	41	30	66	63	0	0
1994	43	47	216	132	0	0
1995	41	51	151	132	0	0
1996	12	32*	81	76	0	0
1997	13	7*	18	13	0	0
1998	28	5*	13	11	0	0
1999	26	4*	9	9	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 106 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Ribeirão Preto (rede OPS/OMS)

Ano	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR	Atenção
1986	200	31	71	65	0	0
1987	230	22	71	61	0	0
1988	31	30	69	65	0	0
1989	31	28	47	45	0	0
1990	37	31	43	43	0	0
1991	58	26	42	41	0	0
1992	59	33	82	52	0	0
1993	59	32	47	47	0	0
1994	60	27	62	46	0	0
1995	60	25	41	36	0	0
1996	47	21	40	32	0	0
1997	39	18*	30	26	0	0
1998	56	12	22	22	0	0
1999	59	11	23	22	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 107 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Araras (rede OPS/OMS)

Ano	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR	Atenção
1986	60	44	126	100	0	0
1987	60	34	67	66	0	0
1988	59	28	81	69	0	0
1989	36	30*	91	61	0	0
1990	45	22	47	47	0	0
1991	36	29	74	53	0	0
1992	40	36	73	72	0	0
1993	59	37	120	85	0	0
1994	45	45	81	72	0	0
1995	37	32*	56	53	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 108 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Mogi-Guaçu (rede OPS/OMS)

Ano	Número de dias	Média Aritmética. µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR	Atenção
1986	59	42	90	85	0	0
1987	58	31	72	69	0	0
1988	53	29	59	51	0	0
1989	26	20*	43	39	0	0
1990	21	19*	30	29	0	0
1991	16	30*	62	52	0	0
1992	50	26	92	49	0	0
1993	56	28	90	69	0	0
1994	45	30	97	61	0	0
1995	52	21	110	40	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

A finalização das medições pelo método OPS/OMS justificou-se pelos baixos níveis de concentração, sendo então substituídas pelas medições com o uso de monitores passivos, de menor custo e de mais simples operação, que vêm sendo realizadas desde 1995 em Sorocaba e desde 1999 em Franca e Ribeirão Preto, conforme tabelas a seguir. Os resultados obtidos com o uso de monitores passivos mostram concentrações baixas de SO₂ nos locais monitorados.

Tabela 109 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Franca (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética. anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
2000	10	<5	<5	<5
2001	11	<5	5	<5
2002	1	<5*	<5	-
2003	9	<5	5	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 110 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Ribeirão Preto (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2000	12	12	20	15
2001	12	12	13	13
2002	5	13*	19	12
2003	2	6*	6	5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 111 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Sertãozinho (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	<5*	<5	<5
1996	10	<5	5	<5
1997	12	<5	6	5
1998	12	<5	9	5
1999	12	<5	<5	<5
2000	12	<5	<5	<5
2001	11	<5	<5	<5
2002	11	<5	<5	<5
2003	12	<5	9	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

A tabela 112 apresenta os resultados do monitoramento automático realizado em Ribeirão Preto nos anos de 1990 e 1991, cujas concentrações observadas também estiveram abaixo dos PQAR de curto e longo prazos.

Tabela 112 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Ribeirão Preto Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética, µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR	Atenção
jun/90-jul/90	18	25	60	50	0	0
nov/91-dez/91	27	6	29	10	0	0

4.4. Monóxido de Carbono (CO)

As medições de CO em Ribeirão Preto mostraram concentrações abaixo dos padrões legais de 8h e 1h, 9ppm e 35ppm, respectivamente. Não foi realizado monitoramento deste poluente em outros municípios da região.

Tabela 113 – Monóxido de carbono (CO) em Ribeirão Preto – Estação Móvel

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR	Atenção
jun/90-jul/90	9	5,1	4,8	0	0
nov/91-dez/91	13	3,4	3,1	0	0

4.5. Ozônio (O₃)

O ozônio é o único dos poluentes que registrou ultrapassagem (um dia) do seu padrão legal (160µg/m³ em 1h) no monitoramento realizado em Ribeirão Preto, conforme concentrações apresentadas na tabela 114.

Tabela 114 – Ozônio (O₃) em Ribeirão Preto – Estação Móvel

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR	Atenção
jun/90-jul/90	29	169	139	1	0
nov/91-dez/91	27	88	61	0	0

4.6. Óxidos de Nitrogênio (NO₂ e NO)

Os resultados do monitoramento de NO₂ em Ribeirão Preto mostram que não houve ultrapassagem do PQAR de 1 hora (320µg/m³). Deve-se, no entanto, destacar o número baixo de dias de monitoramento deste poluente no município. Também são apresentados os dados de NO₂ do período de 15/09 a 31/12/2003 da estação de Jaú, onde foi registrada uma ultrapassagem do padrão.

Tabela 115 – Dióxido de nitrogênio (NO₂) em Ribeirão Preto – Estação Móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m³	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR	Atenção
jun/90-jul/90	13	43	133	118	0	0
nov/91-dez/91	9	6,3	45	37	0	0

Tabela 116 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Ribeirão Preto – Estação Móvel

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
jun/90-jul/90	18	47	236	226
nov/91-dez/91	9	16	82	77

4.7. Gás sulfídrico e mercaptanas

Devido a presença da indústria de celulose Champion, no município de Mogi-Guaçu, foram realizadas medições de gás sulfídrico e mercaptanas visando caracterizar melhor o problema de odor causado por este tipo de atividade.

 Tabela 117 – Gás sulfídrico (H_2S) no entorno da Champion – jul/85 a ago/85

LOCAL	PERÍODO	Número de medições (2h)	Medições abaixo do LD (%)	Ultrapas.d o limite de percepção de odor (%)	Conc. máxima (ppb)
Casa da Criança	Jul/85 a ago/85	263	91,2	2,3	35

* LD – limite de detecção: 0,3ppb

** Limite de percepção de odor: 5ppb

Tabela 118 – Mercaptanas no entorno da Champion – jul/85 a ago/85

LOCAL	PERÍODO	Número de medições (2h)	Medições abaixo do LD (%)	Ultrapas.d o valor de referência (%)	Conc. máxima (ppb)
Casa da Criança	Jul/85 a ago/85	154	50,6	41,6	28,5

* LD – limite de detecção: 1,3ppb

** Valor de referência: 2,1ppb

Pode-se concluir que o problema de poluição do ar por gás sulfídrico apresentou-se de forma eventual, porém quando isto aconteceu as manifestações foram intensas. Já a presença de mercaptanas foi constante e intensa no período monitorado.

4.8. CONCLUSÕES

Monitoramento: Atualmente, o monitoramento contínuo na região somente é realizado nos municípios de Franca e Ribeirão Preto para os parâmetros FMC e SO₂, sendo que em 2003, foi iniciado o monitoramento de MP₁₀ neste último. O SO₂ é também monitorado em Sertãozinho. Os dados mais recentes por meio de analisadores automáticos na região foram em Ribeirão Preto em 1991. A estação móvel em Ribeirão Preto foi instalada em agosto/2004, e seus dados ainda não foram consolidados.

Qualidade do Ar: MP- nos municípios de Franca e Ribeirão Preto as concentrações de FMC estão abaixo dos limites legais; SO₂ – os limites legais nunca foram ultrapassados e os dados do monitoramento atual com o uso de passivos mostram baixas concentrações em todas as estações; CO – não há informações posteriores a 1991, quando o monitoramento em Ribeirão Preto registrou níveis mais baixos que o PQAR; O₃ – registrou-se uma ultrapassagem do PQAR de 1h em Ribeirão Preto em 1990. Não houve monitoramento deste poluente em anos mais recentes em nenhum dos municípios da região; NO₂ – praticamente não há dados de concentração deste poluente na região.

5. REGIONAL DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL E LITORAL NORTE

Na área de abrangência da Regional da Bacia do Paraíba do Sul e Litoral Norte, a CETESB efetua monitoramento contínuo desde 1986 nos municípios de São José dos Campos e Taubaté dos parâmetros fumaça (FMC) e dióxido de enxofre (SO₂), este último por meio de monitores passivos desde 2000. Desde 1995, o SO₂ vem sendo medido por meio de monitores passivos nos municípios de Jacareí, Pindamonhangaba e Guaratinguetá.

Com relação ao monitoramento com o uso de analisadores automáticos, apresenta-se os resultados do monitoramento em Caçapava, em 1980 e em São José dos Campos em 1983 e 1986/87, destacando-se que o monitoramento em São José dos Campos foi realizado em mais de um bairro do município e neste relatório apresentados de forma conjunta.

Apresenta-se também os dados obtidos com a estação automática fixa instalada em São José dos Campos desde 2000.

Nas décadas de 70, 80 e 90 foi realizado o monitoramento de chumbo no entorno da FAÉ localizada no município de Caçapava. Visto que esta indústria encontra-se fechada há algum tempo, estes dados não serão apresentados.

5.1. Partículas Inaláveis (MP₁₀)

A tabela 120 apresenta os dados relativos ao monitoramento de MP₁₀ realizado em São José dos Campos pela estação automática operando desde 2000. Os resultados mostram a ocorrência de ultrapassagens do PQAR de 24 horas (150µg/m³) em 2000 e uma redução nos anos seguintes, abaixo do limite de 50µg/m³, estabelecido em lei. A tabela 119 apresenta as concentrações de MP₁₀ medidas em Caçapava em 1980, dados estes que pouco contribuem para inferir nas condições atuais do município.

Tabela 119 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em São José dos Campos – Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
2000	242	44*	197	191	6	0
2001	354	38	145	138	0	0
2002	337	34	114	103	0	0
2003	327	32	102	91	0	0

* não atende ao critério de representatividade

Tabela 120 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Caçapava – Estação Móvel

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
nov/80-dez/80	33	52	86	85	0	0

Em Jacareí, foi realizado o monitoramento de MP₁₀ pela Votorantim Celulose e Papel (VCP), no entorno da mesma, sendo que os resultados estão abaixo dos padrões legais.

Tabela 121 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Jacareí – Vila Garcia – no entorno da VCP

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas (24h)		Número de ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
08/01/2003 a 03/01/2004	61	24	62	61	0	0
09/01/2004 a 26/04/2004	17	14	28	25	0	0

* não atende ao critério de representatividade.

5.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

A tabela 122 apresenta os dados relativos ao monitoramento de material particulado realizado em São José dos Campos de julho a setembro de 1983 e de dezembro de 1986 a maio de 1987. Embora estejam apresentados de forma conjunta, o monitoramento em São José dos Campos incorporou informações de bairros diferentes. Em 1983 foi realizado com a estação em dois bairros: na Vista Verde e posteriormente no bairro de Tatetuba. Em 1986/87 nos bairros de Vista Verde, Tatetuba e Jardim da Granja.

O monitoramento foi realizado utilizando um monitor Beta e os dados posteriormente convertidos para PTS. Em 1983, em 76 dias monitorados, foram observados 5 dias de ultrapassagens do PQAR de 24 horas ($240\mu\text{g}/\text{m}^3$). Já para o PQAR de longo prazo - média geométrica anual de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ - observa-se que, apesar de considerar períodos inferiores a um ano, as concentrações observadas foram relativamente altas naquelas ocasiões.

Tabela 122 – Partículas totais em suspensão (PTS) em São José dos Campos – Estação manual

Período	Número de dias	Média Geométr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
jul/83-set/83	76	92	334	299	5	0
dez/86-mai/87	111	59	112	112	0	0

dados de PTS obtidos pela aplicação de correção sobre os dados do monitor beta
($\text{PTS} = 1,6575 \times \text{beta} + 7,6928$)

Em Jacareí foi realizado pela Votorantim Celulose e Papel (VCP), o monitoramento de PTS em bairro próximo a empresa.

Tabela 123 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Jacareí – Vila Garcia – no entorno da VCP

Período	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas (24h)		Número de ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
08/01/2003 a 03/01/2004	60	36	115	99	0	0
09/01/2004 a 26/04/2004	17	18	40	37	0	0

^a não atende ao critério de representatividade.

Os padrões legais não foram ultrapassados.

5.3. Fumaça (FMC)

O monitoramento de fumaça (medidas de 24 horas a cada 6 dias) em São José dos Campos e Taubaté a partir de 1986 mostra que praticamente não houve ultrapassagens dos PQAR de curto ($150\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot 24\text{h}$) e longo prazos ($60\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot \text{m.a.a.}$) e que atualmente encontram-se bem abaixo desses limites legais. As concentrações de FMC observadas em São José dos Campos são ligeiramente maiores que as observadas em Taubaté.

Tabela 124 – Fumaça (FMC) em São José dos Campos – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1986	43	46	154	111	1	0
1987	59	52	147	128	0	0
1988	57	42	146	108	0	0
1989	41	45	120	86	0	0
1990	59	22	81	71	0	0
1991	53	22	82	70	0	0
1992	55	9	65	39	0	0
1993	59	21	112	96	0	0
1994	51	28	124	121	0	0
1995	56	19	58	55	0	0
1996	55	29	107	103	0	0
1997	55	34	146	132	0	0
1998	59	26	117	115	0	0
1999	59	23	74	54	0	0
2000	59	17	49	43	0	0
2001	58	20	83	60	0	0
2002	46	17	60	50	0	0
2003	59	19	64	56	0	0

Tabela 125 – Fumaça (FMC) em Taubaté – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
1986	42	30	84	67	0	0
1987	57	25	84	84	0	0
1988	60	19	73	73	0	0
1989	53	11	50	39	0	0
1990	58	17	72	44	0	0
1991	32	14	52	31	0	0
1992	53	17	43	39	0	0
1993	53	21	85	81	0	0
1994	41	26	93	90	0	0
1995	36	26*	77	51	0	0
1996	54	22	60	60	0	0
1997	53	19	56	52	0	0
1998	58	17	50	39	0	0
1999	56	19	54	48	0	0
2000	59	17	57	40	0	0
2001	60	16	53	50	0	0
2002	60	15	49	39	0	0
2003	19	16*	50	28	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

5.4. Dióxido de Enxofre (SO_2)

As tabelas a seguir mostram os resultados do monitoramento de SO_2 a partir de 1986 por meio de estação manual (OPS/OMS). Esse monitoramento foi realizado nos municípios de São José dos Campos e Taubaté e encerrou-se em 1999.

Os resultados mostram que, assim como no caso da fumaça, as concentrações mais altas foram observadas em São José dos Campos, embora em ambos os municípios haja atendimento dos padrões legais de curto e longo prazo.

Tabela 126 – Dióxido de enxofre (SO₂) em São José dos Campos (rede OPS/OMS)

Ano	Número de dias	Média Aritmética. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
1986	43	19	39	34	0	0
1987	59	15	31	23	0	0
1988	57	16	46	41	0	0
1989	41	34	80	61	0	0
1990	59	58	150	109	0	0
1991	53	56	106	91	0	0
1992	55	38	80	67	0	0
1993	59	55	123	102	0	0
1994	52	16	44	38	0	0
1995	56	11	67	27	0	0
1996	55	9	36	22	0	0
1997	55	15	76	49	0	0
1998	59	12	31	27	0	0
1999	59	12	29	26	0	0

Tabela 127 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Taubaté (rede OPS/OMS)

Ano	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR	Atenção
1986	42	12	28	21	0	0
1987	56	16	32	31	0	0
1988	59	32	70	70	0	0
1989	56	22	76	36	0	0
1990	58	38	124	123	0	0
1991	32	40*	89	79	0	0
1992	53	38	95	72	0	0
1993	53	42	145	103	0	0
1994	31	16	32	32	0	0
1995	36	14*	37	35	0	0
1996	54	9	67	20	0	0
1997	53	14	56	47	0	0
1998	58	10	23	22	0	0
1999	58	10	22	21	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

A finalização das medições pelo método OPS/OMS justificou-se pelos baixos níveis de concentração, sendo então substituídas pelas medições com o uso de monitores passivos, que vêm sendo realizadas desde 1995 em Jacareí, Pindamonhangaba e Guaratinguetá e desde 2000 em São José dos Campos e Taubaté, conforme tabelas a seguir. Os resultados obtidos com o uso de monitores passivos mostram concentrações baixas de SO₂ nos locais monitorados.

 Tabela 128 – Dióxido de enxofre (SO₂) em São José dos Campos (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
2000	12	6	13	8
2001	12	5	9	6
2002	11	6	12	12
2003	12	<5	7	6

Tabela 129 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Taubaté (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
2000	12	<5	5	5
2001	12	<5	<5	<5
2002	9	<5*	5	<5
2003	8	<5	5	<5

* não atende ao critério de representatividade

Tabela 130 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Jacareí (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
1995	5	7*	11	6
1996	12	8	12	11
1997	12	8	23	9
1998	12	7	12	8
1999	12	6	10	9
2000	12	6	10	8
2001	12	6	7	7
2002	12	5	8	7
2003	12	5	7	6

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 131 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Pindamonhangaba (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	5*	7	5
1996	12	<5	8	6
1997	11	<5	6	5
1998	11	5	19	6
1999	12	<5	5	5
2000	12	<5*	6	<5
2001	11	<5	5	5
2002	12	<5	8	<5
2003	12	<5	6	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 132 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Guaratinguetá (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	6*	9	6
1996	12	5	12	7
1997	10	<5	7	6
1998	10	7	18	10
1999	12	<5	6	5
2000	10	<5	6	5
2001	12	<5	5	<5
2002	12	<5	10	5
2003	12	<5	8	5

* não atendeu ao critério de representatividade

A tabela 133 apresenta os resultados do monitoramento automático de SO₂ realizado em São José dos Campos com a estação móvel (1983 e 1986/87) e estação fixa (a partir de 2000), cujas concentrações observadas também sempre estiveram abaixo dos PQAR de curto e longo prazos.

Tabela 133 – Dióxido de enxofre (SO₂) em São José dos Campos (est. Móvel e fixa)

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
jul/83-set/83	74	16	52	51	0	0
dez/86-mai/87	112	12	50	50	0	0
2000	240	6*	36	35	0	0
2001	353	6	27	24	0	0
2002	290	6	48	29	0	0
2003	317	6	37	35	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

A tabela 134 apresenta as concentrações observadas em Caçapava em novembro e dezembro de 1980.

Tabela 134 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Caçapava - Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
nov/80-dez/80	60	2,5	10	10	0	0

5.5. Monóxido de Carbono (CO)

O CO somente foi medido em São José dos Campos com a estação automática no período de dezembro de 1986 à maio de 1987, apresentando concentrações bem abaixo dos padrões legais de 8h e 1h (9ppm e 35ppm, respectivamente). Concentrações ainda mais baixas foram observadas em Caçapava em 1980.

Tabela 135 – Monóxido de carbono (CO) em São José dos Campos – Estação Móvel

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
dez/86-mai/87	95	0,8	0,7	0	0

Tabela 136 – Monóxido de carbono (CO) em Caçapava – Estação Móvel

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
nov/80-dez/80	60	0,3	0,2	0	0

5.6. Ozônio (O₃)

Em São José dos Campos, o ozônio já apresentou ultrapassagem do PQAR (160µg/m³ em 1h) quando foi realizado monitoramento em 1983, com estação móvel. Em 2000 foi instalada uma estação automática fixa no município. Apesar de não ter havido ultrapassagens nos dois primeiros anos de monitoramento, a partir de 2002 foram observadas ultrapassagens de ozônio, atingindo o nível de atenção. Não foram observadas ultrapassagens em Caçapava nos 56 dias monitorados em 1980.

Tabela 137 – Ozônio (O₃) em São José dos Campos – Estação automática fixa a partir de 2000

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
jul/83-set/83	57	182	129	1	0
dez/86-mai/87	114	257	216	9	3
2000	262	143	141	0	0
2001	361	139	139	0	0
2002	357	221	206	14	2
2003	356	228	194	8	1

Tabela 138 – Ozônio (O₃) em Caçapava – Estação Móvel

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
nov/80-dez/80	56	123	116	0	0

5.7. Óxidos de Nitrogênio (NO₂ e NO)

O NO₂ somente foi monitorado em São José dos Campos por meio da estação móvel da rede automática na década de 80. Uma vez que os dados horários não estão disponíveis, é difícil de avaliar se houve ou não ultrapassagens do PQAR de 1 hora (320µg/m³), padrão este estabelecido somente a partir de 1990. As concentrações de NO₂ medidas em Caçapava em 1980 estiveram sempre abaixo do PQAR (tabela 140).

Tabela 139 – Dióxido de nitrogênio (NO₂) em São José dos Campos – Estação Móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética. µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 1h	Atenção
jul/83-set/83	67	35	70	70	nd	nd
dez/86-mai/87	110	5	23	17	nd	nd

nd – não disponível

Tabela 140 – Dióxido de nitrogênio (NO₂) em Caçapava – Estação Móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética. µg/m ³ 24h	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 1h	Atenção
nov/80-dez/80	52	10	58	38	0	0

Tabela 141 – Monóxido de nitrogênio (NO) em São José dos Campos – Estação Móvel

Ano	Número de dias	Média Aritmética. µg/m ³	Máximas 24h	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
jul/83-set/83	67	20	81	70
dez/86-mai/87	111	21	73	60

Tabela 142 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Caçapava – Estação Móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 24h	Máximas 1h	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
nov/80-dez/80	54	0,19	58	20

5.8. Hidrocarbonetos (HCNM e CH_4)

Apresentam-se, nas tabelas a seguir, os resultados, em termos de valores máximos de concentração e médias anuais, do monitoramento realizado pela estação automática em São José para os poluentes hidrocarbonetos totais menos metano (HCNM) e metano (CH_4). Assim como os óxidos de nitrogênio, os HCNM também participam do ciclo fotoquímico de formação do ozônio.

Tabela 143 – HCNM em São José dos Campos

Ano	Número de dias	Média Aritmética das máx.3h $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ C}$	Máximas 3h (6h às 9h)	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ C}$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ C}$
jul/83-set/83	71	221	1514	865

Tabela 144 – Hidrocarbonetos menos metano (HCNM) em Caçapava

Período	Número de dias	Média Aritmética das máx.3h ppm	Máximas 3h	
			1ª ppm	2ª ppm
nov/80-dez/80	25	0,09	0,2	0,14

Tabela 145 – Metano (CH₄) em São José dos Campos

Ano	Número de dias	Média Aritmética das máx.24h µg/m ³ C	Máximas 24h	
			1ª µg/m ³ C	2ª µg/m ³ C
jul/83-set/83	71	600	773	771

Tabela 146 – Metano (CH₄) em Caçapava

Período	Número de dias	Média Aritmética das máx.24h ppm	Máximas 24h	
			1ª ppm	2ª ppm
nov/80-dez/80	25	1,54	1,6	1,58

5.9. Chumbo (Pb)

Durante muitos anos foi monitorado chumbo no entorno da empresa FAE S.A. Indústria e Comércio de Metais, localizada no município de Caçapava, entretanto uma vez que a indústria encontra-se desativada, os resultados deste monitoramento não serão apresentados.

Concentrações de chumbo na poeira sedimentável e nas partículas totais foram medidas no município de Jacareí, no entorno e interior da empresa Tonolli do Brasil Ltda, conforme apresentado nas tabelas a seguir Deve-se ressaltar que a empresa encontra-se paralizada.

Os dados de 1990 a 1992 e de 2001 foram medidos pelo Setor de Análise e Amostragem do Ar, e os dados referentes aos anos de 1994, 1995, 1996, 1997 e 1998 foram fornecidos pela Agência Ambiental de Jacareí (CPb-JA).

Tabela 147 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Tonolli do Brasil Ltda

ANO	LOCAL	TAXA DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL (kg/km ² .30 dias)		
		Média	Máxima	Mínima
1990	Fazenda Sol da Mata	43	132	4
	Lago próximo à Tonolli	39	70	10
	Tonolli - Pátio Interno	650	1223	147
	Armazém (5 meses)	35	77	10
1991	Fazenda Sol da Mata	17	46	*
	Lago próximo à Tonolli	25	72	*
	Tonolli - Pátio Interno	220	474	8
				*
1992	Fazenda Sol da Mata	15	43	*
	Lago próximo à Tonolli	19	75	*
	Tonolli - Pátio Interno	348	580	32
1994	Fazenda Sol da Mata	40	72	17
	Lago próximo à Tonolli	24	35	16
	Tonolli - Pátio Interno	606	898	301
	Desafio Jovem	138	232	80
	Fazenda São João	7	13	4
1995	Fazenda Sol da Mata	7	13	0,6
	Lago próximo à Tonolli	10	39	0,6
	Tonolli - Pátio Interno	91	168	24
	Desafio Jovem	23	65	1
	Fazenda São João	2	6	0,6
1996	Fazenda Sol da Mata	11	22	4
	Lago próximo à Tonolli	10	21	0,4
	Tonolli - Pátio Interno	112	157	45
	Desafio Jovem	24	44	5
	Fazenda São João	5	13	0,4
1997	Fazenda Sol da Mata	10	20	3
	Lago próximo à Tonolli	9	20	2
	Tonolli - Pátio Interno	119	192	43
	Desafio Jovem	16	27	7
	Escola Estadual	2	4	0,9
1998	Fazenda Sol da Mata	5	14	<1,3
	Lago próximo à Tonolli	9	27	2
	Tonolli - Pátio Interno	85	133	19
	Desafio Jovem	16	34	2
	Escola Estadual	2	5	<1,3
2001	Lago próximo à Tonolli	31	35	24
	Tonolli - Pátio Interno	365	411	255
	Desafio Jovem	44	33	57

* menor que o limite de detecção do método de 2,5 kg/km².30 dias

De uma forma geral, os três pontos de amostragem apresentaram em 2001 resultados superiores aos obtidos entre os anos de 1995 e 1998, mas ainda assim inferiores em comparação com os resultados dos anos de monitoramento mais distantes (de 1990 a 1994).

Os valores observados no pátio da indústria estão de acordo com o citado pela literatura para áreas perto de fundições (200 a 1500 kg/km².30 dias). Os encontrados na área externa à empresa em 2001 não foram muito significativos, porém estiveram acima dos obtidos em áreas urbanas nos EUA (3 a 12 kg/km².30 dias), e podem causar contaminação do solo e vegetação ao longo dos anos. Deve-se ressaltar que a existência de residências e plantações muito próximas à empresa faz com que o problema da contaminação por chumbo proveniente da sedimentação atmosférica seja mais preocupante do que se a empresa estivesse localizada em área isolada.

As concentrações de chumbo nas partículas totais em suspensão, estão apresentados na tabela 148.

Tabela 148 – Chumbo nas Partículas Totais em Suspensão no entorno da Tonolli do Brasil Ltda – Médias trimestrais

LOCAL	ANO	CONC. de CHUMBO NA PTS (µg/m ³) Médias Trimestrais (faixa de valores)
Fazenda Sol da Mata	1990	0,36 – 1,48
	1991	0,07 – 0,81
	1992	0,04 – 0,54
Igaratá	2000	0,38 – 0,48*
Desafio Jovem	2000	0,97 – 1,24*
Olaria	2000	0,35 – 0,39*
Igaratá	2001	0,41 – 0,74*
Desafio Jovem	2001	1,07 – 1,37*
Olaria	2001	0,37 – 0,57*

*monitoramento realizado pela Tonolli do Brasil Ltda

Foram também realizadas medições, durante 18 dias, no período de 13 a 30 de setembro de 1979 em três locais relativamente próximos da indústria sendo a maior média observada no período de 0,77µg/m³.

O padrão americano para chumbo na atmosfera é de $1,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ (média trimestral), valor este adotado pela CETESB através da Resolução de Diretoria nº 09/99/C de 04/01/1999.

Pode-se observar que embora não tenha ultrapassado o valor de $1,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ (média trimestral), algumas médias trimestrais encontravam-se próximas a este valor. Constatou-se também um aumento das concentrações no Desafio Jovem, localizado em frente a empresa, em 2001.

Em março de 2002, com a empresa paralisada foram realizadas duas amostragens de 24 horas no Desafio Jovem, sendo que as concentrações de chumbo estiveram abaixo de $0,2\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Em 18/03/2002, realizou-se uma campanha de amostragem de vegetação no entorno das Indústria Tonolli, onde investigou-se todas as direções ao redor da indústria e contemplou-se espécies cultivadas em propriedades vizinhas, em função de sua disponibilidade, por tratar-se de área predominantemente agrícola, e por serem, na sua maioria, espécies que possuem ciclos de vida curtos, retratando assim contaminações e/ou episódios de contaminações recentes.

Os parâmetros analisados quimicamente (nas folhas e frutos) foram: chumbo, cádmio e zinco.

Para avaliação da qualidade da vegetação foram adotados os valores de referência e limite de qualidade preconizados por Pendias e Pendias (1984) citados em Trace Elements in Soils and Plants conforme segue:

Tabela 149 – Concentração em vegetação seca

	Valor de referência de qualidade	Valor limite de qualidade
Chumbo	2 ppm	10 ppm
Zinco	-	47 ppm
Cádmio	1 ppm	-

Os resultados das análises químicas efetuadas nas amostras dos diferentes compartimentos ambientais enfocados na área de estudo são apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 150 – Resultados das determinações realizadas na vegetação

Pontos amostrados / espécie vegetal	Concentrações de metais (ppm)		
	Cd	Pb	Zn
Ponto 11 – caqui	0,012	1,514	< 2,5
Ponto 12 – caqui	0,023	0,367	< 2,5
Ponto 16 – caqui	0,003	0,219	< 2,5
Ponto 18 – caqui	0,009	< 0,200	< 2,5
Ponto 25 – couve-flor	0,230	2,634	26,6
Ponto 25 – alface	0,556	12,192*	30,8
Ponto 26 – alface-lisa	0,793	20,164*	62,2*
Ponto 26 – alface-crespa	0,914	6,799	55,3*
Ponto 27 – almeirão	0,683	8,761	29,0
Ponto 27 – alface	0,697	6,532	44,7
Ponto 28 – pasto	0,051	3,300	39,3
Ponto 29 – pasto	0,117	22,690*	37,4
Ponto 30 – pasto	1,325	0,442	21,6

* Valores acima do limite de qualidade adotado: Pb 10ppm e Zn 47 ppm

Constatou-se contaminação, por chumbo, em amostras vegetais dos pontos 25, 26 e 29. e de zinco no ponto 26.

5.10. Deposição Úmida e Mista

Foram realizadas análises da deposição úmida e mista no município de São José dos Campos, no período de maio de 1993 a julho de 1994, conforme apresentado nas tabelas a seguir.

Tabela 151 – Deposição úmida em São José dos Campos

	Média	Mediana	Máxima
PH	5,36	5,12	4,3 a 6,9 (faixa)
Condutividade μS	15	13	50
Ca (mg/L)	0,54	0,32	3,60
Fe (mg/L)	0,14	0,07	0,75
Mg (mg/L)	0,07	0,03	0,70
NH ₄ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ /L)	0,65	0,39	9
K (mg/L)	0,66	0,20	8,70
Na (mg/L)	1,05	0,20	17,40
Cl (mg/L)	0,73	0,15	8,42
NO ₃ (mg/L)	1,24	0,90	6,15
SO ₄ (mg/L)	1,74	1,55	5,24

Dentre os resultados obtidos, verifica-se que a chuva de São José dos Campos apresentava leve acidez, sendo que os pHs observados estão próximo aos encontrados em outras áreas do Estado de São Paulo. As contaminações devidas aos cátions e aos ânions não foram altas. Entre os cátions destacam-se o Ca^{++} , K^+ , NH_4^+ e entre os ânions o SO_4^{--} . Os fluxos de deposição mista foram bastante superiores aos de deposição úmida, indicando que, neste caso, a deposição seca é bastante importante.

5.11. CONCLUSÕES

Monitoramento: De forma contínua, a região dispõe atualmente de monitoramento de FMC em São José dos Campos e Taubaté, de SO_2 por meio de monitores passivos em São José dos Campos, Taubaté, Jacareí, Pindamonhangaba e Guaratinguetá; e os parâmetros MP_{10} , SO_2 , e O_3 por meio de uma estação automática instalada desde 2000 em São José dos Campos.

Qualidade do Ar: MP_{10} - o monitoramento de FMC indica concentrações bem abaixo do PQAR nos municípios de São José dos Campos e Taubaté. No entanto, observou-se em 2000 algumas ultrapassagens do PQAR de MP_{10} em São José dos Campos, não repetidas em 2001, 2002 e 2003; SO_2 - os valores observados nos municípios monitorados são baixos com relação ao PQAR, tanto por meio de monitores passivos quanto pelo analisador automático instalado em São José dos Campos; CO - embora tenha apresentado concentrações baixas, os dados mais recentes relativos a este poluente são da década de 80, em São José dos Campos; O_3 - o monitoramento realizado em São José dos Campos mostra que há ultrapassagens do PQAR para este poluente (8 dias em 2003). Não há monitoramento em outros municípios; NO_2 - embora não tenham sido observadas ultrapassagens do PQAR para este poluente, o monitoramento mais recente na região foi em São José dos Campos em 86/87.

6. REGIONAL DA BACIA DO GRANDE E TURVO

Na área de abrangência da Regional da Bacia do Grande e Turvo, a CETESB efetua monitoramento contínuo desde 1986 no município de Araraquara para os parâmetros fumaça (FMC) e dióxido de enxofre (SO₂). Mais recentemente, o SO₂ vem sendo medido por meio de monitores passivos nos municípios, São Carlos, Barretos, São José do Rio Preto, Catanduva e Itirapina, além de Araraquara. Em termos de campanhas de monitoramento, destacam-se ainda: estudo realizado em 1997 e 1998, quando por meio de uma estação automática volante foram monitorados vários poluentes em Araraquara, em períodos de safra e entressafra de colheita de cana-de-açúcar; monitoramento de chumbo em Pindorama e medidas de dioxinas e furanos, bifenilas policloradas (PCBs) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs) em Araraquara em 1995/96.

6.1. Partículas Inaláveis (MP₁₀)

A tabela 152 apresenta os dados relativos ao monitoramento de MP₁₀ realizado em Araraquara em dois meses em 1997 (safra) e dois meses em 1998 (entressafra). Foram observadas concentrações mais altas de MP₁₀ no período de safra, que podem ser causadas pela queima da cana e pelo aumento da circulação de veículos. Ainda assim, em ambos os períodos não foram registradas ultrapassagens do PQAR de 24 horas (150µg/m³). Já para o PQAR de longo prazo - média aritmética anual de 50µg/m³ - observa-se que, apesar de considerar somente dois meses, a concentração média no período de safra foi de 51µg/m³, contribuindo positivamente para a ultrapassagem do limite de 50µg/m³, estabelecido em lei.

Tabela 152 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Araraquara

Período	Número de dias	Média Aritmética. µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
set/97-out/97	36	51	117	109	0	0
abr/98-mai/98	53	38	69	64	0	0

Cabe destacar ainda que foram realizadas análises das partículas inaláveis finas ($<2,5\mu\text{m}$), para determinação de material carbonáceo e dos teores de potássio no material particulado, bem como uma avaliação do "carvãozinho" observado nos dois períodos. Alguns indícios tais como, maiores teores de potássio e maior número de amostras com porcentagem elevada de material carbonáceo sugerem que as queimadas são responsáveis por parte do material particulado coletado no período da safra.

6.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

A tabela 153 apresenta os dados relativos ao monitoramento de material particulado realizado em Araraquara no período da safra e entressafra de 1986. Pode-se observar um aumento de concentração durante a safra, que também devem ter sido causado por condições mais adversas de dispersão dos poluentes, que geralmente ocorrem no inverno. Não foram observadas ultrapassagens do PQAR de 24 horas ($240\mu\text{g}/\text{m}^3$). Já para o PQAR de longo prazo - média geométrica anual de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ - observa-se que, apesar de considerar períodos inferiores a um ano, as concentrações observadas no período da safra estavam ligeiramente acima deste valor.

Tabela 153 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Araraquara

Período	Número de dias	Média Geométr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
mai/86-jun/86 entressafra	28	39	77	74	0	0
set/86-out/86 safra	30	86	177	174	0	0

Nesse estudo também foram amostradas as Poeiras Sedimentáveis e realizado uma avaliação do "carvãozinho" que causava uma série de incômodos durante a safra.

6.3. Fumaça (FMC)

Na tabela 154, estão apresentados os principais resultados obtidos no monitoramento de fumaça realizado em Araraquara e São Carlos desde 1986 (monitoramento de 24 horas a cada 6 dias), onde se observa que os níveis deste poluente são relativamente baixos, não sendo observadas ultrapassagens do PQAR primário anual ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$) e PQAR diário ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$). Observa-se ainda que as concentrações de FMC são mais elevadas, atualmente, em São Carlos que em Araraquara.

Tabela 154 – Fumaça (FMC) em Araraquara – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1986	45	16	88	55	0	0
1987	49	25	69	62	0	0
1988	51	17	79	63	0	0
1989	39	12	57	33	0	0
1990	28	23*	75	52	0	0
1991	32	11	42	41	0	0
1992	48	17	64	52	0	0
1993	47	14	69	60	0	0
1994	47	14	70	44	0	0
1995	48	14	39	36	0	0
1996	46	16	60	51	0	0
1997	39	12	44	27	0	0
1998	53	12	38	27	0	0
1999	52	17	59	51	0	0
2000	51	8	23	23	0	0
2001	56	12	47	45	0	0
2002	36	13	48	40	0	0
2003	16	20*	63	34	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 155 – Fumaça (FMC) em São Carlos – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1986	51	26	75	67	0	0
1987	49	22	93	76	0	0
1988	54	16	53	48	0	0
1989	36	11	29	29	0	0
1990	26	22*	68	60	0	0
1991	41	16	42	32	0	0
1992	48	21	49	39	0	0
1993	49	20	74	70	0	0
1994	42	17	52	49	0	0
1995	55	22	53	52	0	0
1996	51	24	75	67	0	0
1997	44	17	38	34	0	0
1998	50	19	51	48	0	0
1999	53	27	69	66	0	0
2000	47	19	76	42	0	0
2001	51	20	63	50	0	0
2002	52	27	63	63	0	0
2003	61	24	65	63	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

6.4. Dióxido de Enxofre (SO_2)

Os resultados do monitoramento de SO_2 na Bacia do Grande e Turvo, por meio de estação manual (OPS/OMS), de 1986 a 1999 estão apresentados nas tabelas 156 e 157.

Tabela 156 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Araraquara (rede OPS/OMS)

Ano	Número de dias	Média Aritmética, µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
1986	45	12	18	18	0	0
1987	49	9	13	13	0	0
1988	54	9	9	9	0	0
1989	39	10	23	19	0	0
1990	28	8*	14	10	0	0
1991	32	10	16	10	0	0
1992	48	7	15	10	0	0
1993	48	9	13	10	0	0
1994	47	13	64	57	0	0
1995	48	38	55	52	0	0
1996	46	22	45	41	0	0
1997	47	9	13	13	0	0
1998	54	9	20	13	0	0
1999	52	11	13	13	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 157 – Dióxido de enxofre (SO₂) em São Carlos (rede OPS/OMS)

Ano	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1986	45	13	18	18	0	0
1987	49	10	13	13	0	0
1988	56	10	15	15	0	0
1989	59	8	9	9	0	0
1990	27	8*	10	10	0	0
1991	41	9	16	15	0	0
1992	48	7	11	10	0	0
1993	50	9	18	10	0	0
1994	41	17	82	56	0	0
1995	57	34	62	56	0	0
1996	51	13	34	26	0	0
1997	51	9	15	13	0	0
1998	52	9	15	15	0	0
1999	53	11	14	13	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

As medições com o uso de monitores passivos, vêm sendo realizadas desde 1995 em alguns municípios da região, conforme tabelas a seguir.

 Tabela 158 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Araraquara (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
2000	12	5	8	6
2001	12	5	6	6
2002	9	5	7	6
2003	9	6*	11	8

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 159 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Itirapina (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1997	12	<5	6	6
1998	12	<5	6	6
1999	12	<5	5	5
2000	12	<5	5	<5
2001	12	<5	<5	<5
2002	12	<5	9	<5
2003	11	<5	5	<5

Tabela 160 – Dióxido de enxofre (SO₂) em São Carlos (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2000	12	<5	6	5
2001	12	<5	5	5
2002	12	<5	12	6
2003	12	<5	5	5

Tabela 161 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Barretos (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
1995	5	6*	9	6
1996	12	<5	7	6
1997	12	5	12	8
1998	12	6	21	7
1999	9	6*	11	7
2000	7	<5*	5	<5
2001	8	<5*	5	5
2002	5	<5*	9	<5
2003	8	<5	5	5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 162 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Catanduva (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
1995	5	10*	14	12
1996	12	9	15	12
1997	12	11	19	14
1998	12	8	16	9
1999	12	5	7	6
2000	11	<5	6	6
2001	8	<5	6	6
2002	4	<5*	5	<5
2003	7	<5*	6	5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 163 – Dióxido de enxofre (SO₂) em São José do Rio Preto (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	9*	14	10
1996	12	8	11	10
1997	12	8	11	11
1998	10	7	9	8
1999	12	5	7	7
2000	12	<5	<5	<5
2001	11	<5	<5	<5
2002	9	<5	9	6
2003	10	<5	5	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

A tabela 164 apresenta os resultados do monitoramento automático realizado em Araraquara em período de safra e entressafra.

Tabela 164 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Araraquara - Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
set/97-out/97	31	7	27	22	0	0
abr/98-mai/98	49	10	52	29	0	0

As concentrações observadas de SO₂ nos municípios da Bacia do Grande e Turvo estiveram, em todos os períodos monitorados, bem abaixo dos padrões legais de qualidade do ar, tanto de longo prazo (média aritmética anual de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), quanto de 24 horas (365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Tais resultados indicam que esse poluente não se constitui em um problema prioritário para a região.

6.5. Monóxido de Carbono (CO)

As medições de CO em Araraquara mostraram concentrações abaixo dos padrões legais de 8h e 1h (9 ppm e 35 ppm, respectivamente). Não foi realizado monitoramento deste poluente em outros municípios da região.

Tabela 165 – Monóxido de carbono (CO) em Araraquara – Estação Móvel

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
set/97-out/97	41	3,6	3,3	0	0
abr/98-mai/98	53	2,5	2,4	0	0

6.6. Ozônio (O₃)

O ozônio é o único dos poluentes que registrou ultrapassagens (quatro dias) do seu padrão legal (160 µg/m³ em 1h) no monitoramento realizado em Araraquara. Considerando as características de poluente secundário, onde as concentrações normalmente representam uma área maior e não somente no entorno de fontes poluidoras, é possível inferir que o ozônio pode ser um problema da região como um todo.

Tabela 166 – Ozônio (O₃) em Araraquara – Estação Móvel

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 1h	Atenção
set/97-out/97	41	181	176	4	0
abr/98-mai/98	53	102	101	0	0

6.7. Óxidos de Nitrogênio (NO₂ e NO)

Os resultados do monitoramento de NO₂ em Araraquara mostram que não houve ultrapassagem do PQAR de 1 hora (320 µg/m³) e as médias observadas para períodos curtos, mesmo no período de safra (set. a out. de 1997), se mostraram abaixo do limite de longo prazo (100 µg/m³). Todavia, as médias de concentração observadas sugerem que

deve ser dada alguma atenção a este poluente para que violações dos padrões legais não venham a ocorrer, lembrando ainda que o NO_2 é um dos precursores do ozônio.

Tabela 167 – Dióxido de nitrogênio (NO_2) em Araraquara – Estação Móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 1h	Atenção
set/97-out/97	41	71	134	129	0	0
abr/98-mai/98	49	50	97	83	0	0

Tabela 168 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Araraquara – Estação Móvel

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
set/97-out/97	41	9	241	186
abr/98-mai/98	49	13	138	133

6.8. Hidrocarbonetos (HCNM e CH_4)

Apresentam-se, nas tabelas a seguir, os resultados, em termos de valores máximos horários de concentração e médias anuais, do monitoramento realizado pela estação automática em Araraquara para os poluentes hidrocarbonetos totais menos metano (HCNM) e metano (CH_4).

Tabela 169 – Hidrocarbonetos totais menos metano (HCNM) em Araraquara – Estação Móvel

Ano	Número de dias	Média Aritmética 6 às 9h ppm	Máximas 1h	
			1ª ppm	2ª ppm
set/97-out/97	22	0,22	1,5	1,0

 Tabela 170 – Metano (CH₄) em Araraquara – Estação Móvel

Ano	Número de dias	Média Aritmética ppm	Máximas 1h	
			1ª ppm	2ª ppm
set/97-out/97	22	3,2	3,6	3,5

6.9. Chumbo

Concentrações de chumbo na poeira sedimentável foram medidas no município de Pindorama, no entorno da empresa Frey Stuchi Ltda, em duas campanhas de 3 meses cada nos anos de 1996 e 1997, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 171 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Frey Stuchi Ltda no período de junho/96 a abril/97

LOCAL	TAXA DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL (kg/km ² .30 dias)		
	Média	Máxima	Mínima
Frey Stuchi – Pátio interno	1960	4893	176
Sítio Palermo	75	132	14
Frey Stuchi – Lateral da ind.	35	47	20
Sítio vizinho ao Palermo	17	32	8

Não existem padrões nacionais ou internacionais para taxas de chumbo na poeira sedimentável. Entretanto, nos EUA taxas obtidas em áreas urbanas encontram-se na faixa de 3 a 12kg/km². A literatura indica que valores entre 200 e 1500kg/km².30 dias são encontrados perto de fundições e que estes valores caem a nível de background, a uma distância entre 300 e 400m da fonte. Pode-se observar que os valores encontrados estão acima dos valores de referência utilizados.

Em 2002/2003 foi realizado novo monitoramento de chumbo na poeira sedimentável no entorno dessa mesma empresa, sendo os resultados apresentados a seguir.

Tabela 172 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Frey Stuchi Ltda no período setembro/02 a setembro/03

LOCAL	TAXA DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL (kg/km ² .30 dias)		
	Média	Máxima	Mínima
Santa Ritinha – E	3	4	< LD
Limoeiro – E	21	53	9
Bananeira E	69	118	25
Pasto – E	155	345	25
Fundição – I	600	1312	425
Refino – I	1027	2383	401
Canavial – E	15	27	3
Escória - E	63	142	30

LD – 2,5µg/m³ - 30 dias

I – interno à indústria

E – externo à indústria

Os resultados de chumbo na poeira sedimentável indicam a ocorrência de deposição de chumbo por via aérea no interior da indústria e seu entorno próximo.

A campanha de amostragem de vegetação foi realizada nos dias 27 e 28 de agosto de 2002. Os parâmetros analisados foram: chumbo, cádmio e zinco. Ao todo foram coletadas 10 amostras em 7 pontos diferentes.

Tabela 173 – Concentrações de metais obtidos nas amostras de vegetação em agosto de 2002.

Ponto	Amostra	Cd (Mg/kg PS)	Pb (mg/kg PS)	Zn (mg/kg PS)
1	Beterraba (Lavada)	<1,00	19,9 ± 3,7*	41,1 ± 36,1
1	Mostarda (Lavada)	<1,00	<1,44	21,3 ± 3,5
1	Mostarda (Não Lavada)	<1,00	<1,44	28,3 ± 8,3
1	Cenoura (Lavada)	<1,00	<1,44	<11,3
3	Bananeira	<1,00	138 ± 23*	<11,3
5b	Manga	<1,00	<1,44	<11,3
2a	Limão	<1,00	<1,44	<3,38
2b	Quiabo	<1,00	<1,44	30,6 ± 4,5
7b	Sansão do campo	<1,00	4440 ± 520*	22,0 ± 8,7
2b	Quiabo	<1,00	509 ± 43	30,6 ± 4,5

* Acima do valor de referência: 10 mg/Kg

Os resultados de vegetação apresentados na tabela, no que se referem aos pontos amostrados no entorno da indústria, evidenciam pontos de fuga de metais, notadamente nos pontos localizados à sudeste, sudoeste e noroeste em relação à indústria (7b, 7c e 2a).

No Sítio Santa Ritinha, foram amostrados diversos vegetais cultivados, incluindo folhas de mostarda lavadas e não lavadas, no intuito de identificar possíveis deposições atmosféricas em tubérculos de cenoura e beterraba, na busca de indicações sobre a existência de metais em camadas de solo mais profundas.

Na vegetação, os metais pesados, incluindo o chumbo, podem ser encontrados depositados sobre as folhas e/ou incorporados nos tecidos vegetais. A acumulação de metais na superfície foliar pode indicar a deposição de poluentes particulados e a acumulação encontrada na parte interna da folha, ou seja, incorporada nos tecidos, pode ser oriunda do solo.

Dentre as espécies vegetais amostrada no sítio Santa Ritinha, a beterraba foi a única que apresentou valores de chumbo acima do valor de referência de qualidade, estabelecido para proteção da saúde humana.

Cabe destacar que a mostarda possui uma raiz que atinge profundidades de no máximo 30 centímetros e é conhecida como uma espécie hiperacumuladora de metais, citada na

literatura como sendo indicadora de metais, principalmente chumbo. Por outro lado, a beterraba, possui um sistema radicular que atinge maiores profundidades que a mostarda, podendo assim absorver elementos minerais que estão num perfil de solo mais profundos. O fato da cenoura, outro tubérculo também amostrado, não ter apresentado chumbo em suas análises, não invalida os resultados obtidos na beterraba, uma vez que a absorção de metais pode variar conforme as características específicas de cada vegetal.

Dentro destas premissas, os resultados obtidos podem indicar que atualmente o Sítio Santa Ritinha, distante aproximadamente 1100 metros, não está sendo atingido por emissões significativas de particulados contendo os metais investigados nas amostras vegetais, o que corrobora com os estudos realizados nos meios ar e solo superficial.

No que concerne aos valores de chumbo encontrados na beterraba, estes podem estar indicando a existência de acúmulo deste metal em camadas de solo mais profundas, o que demandaria uma investigação confirmatória, principalmente levando-se em conta as emissões ocorridas no passado, oriundas da própria indústria, constatadas em estudos anteriores, datados do início dos anos 90.

Dentre os demais pontos amostrados no entorno da indústria, os resultados obtidos para o elemento chumbo, evidenciam a existência de pontos de fuga deste metal, notadamente nos pontos localizados à oeste, sudoeste e sul em relação à indústria (pontos 7b, 7c e 3 respectivamente). Nestes pontos as concentrações encontradas ultrapassam significativamente os valores de referência de qualidade.

6.10. Dioxinas, Furanos, Bifenilas Policloradas e Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

A prática de queimar palha de cana-de-açúcar acarreta problemas de poluição do ar em razão da grande emissão de fumaça e fuligem que, dependendo das condições atmosféricas, atingem os centros urbanos, trazendo sérios transtornos à população das cidades das regiões canavieiras.

Com o objetivo de levantar dados para uma melhor análise dos problemas gerados por esse tipo de poluição, a CETESB iniciou na cidade de Araraquara um estudo conjunto com a Universidade de Tübingen, Alemanha, no período de outubro de 1995 a julho de

1996. Nesse estudo, buscou-se identificar possíveis fontes de dibenzodioxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDF), bifenilas policloradas (PCB) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH). O programa de amostragens foi elaborado de modo a permitir que se avaliasse a qualidade do ar no período de safra, com queimadas, e na entressafra. Para avaliar a disseminação dos poluentes, bem como a sua persistência no ambiente, foram pesquisadas várias matrizes ambientais: ar, deposição, solo, folhas e cinzas.

Tabela 174 – Dioxinas e furanos em amostras de ar, deposição, solo e folhas em Araraquara, em outras regiões do Brasil e na Alemanha

Ar	Brasil				Alemanha	
	Araraquara		São Paulo	Cubatão	região rural	região urbana
(fg I-TEQ/m ³)	Queimada (pluma de fumaça)	Ambiente (atmosfera urbana)	Ambiente (atmosfera urbana)	Ambiente (Pq Est. da Serra do Mar e região industrial)	Ambiente	Ambiente
	42-267	16 - 215	86 - 169	38-48	14 - 27	21 - 217
Deposição (pg I-TEQ/m ² . dia)	Araraquara (região urbana e rural)		São Paulo (Pq Ibirapuera, região urbana e industrial)	Cubatão (região urbana, industrial e Pq Est. da Serra do Mar)	região rural	região urbana
	1-17		32 - 87	8 - 72	5 - 7	8 - 84
Solo (ng I-TEQ/kg)	Rio de Janeiro		São Paulo		Alemanha	
	região turística*		Ara.	Cub.	5	
	0,03-1,8		0,1-1,2	2 - 583		
Folhas (ng I-TEQ/kg)	0,4-2,6		0,9 - 2,2	8 - 70	0,009 - 0,751	

I-TEQ – Fator de toxicidade equivalente internacional

6.10.1. PCBs

Tabela 175 – PCBs de amostras de ar, deposição, solo e folhas em Araraquara e outras regiões do Brasil

	Araraquara		São Paulo	Cubatão
Ar (ng/m ³)	Queimada (pluma de fumaça)	Ambiente (atmosfera urbana)	Ambiente (atmosfera urbana)	Ambiente (Pq Est. da Serra do Mar e região industrial)
	23-274	4 - 12	5-6	17-23
Deposição (µg/m ² .dia)	Araraquara (região urbana e rural)		São Paulo (Pq Ibirapuera, região urbana e industrial)	Cubatão (região urbana, industrial e Pq Est. da Serra do Mar)
	1 - 17		1 - 24	3-12
Solo (µg/kg)	Araraquara		Rio de Janeiro	Amazonas
	Araraquara	Cubatão	Região turística*	
	3-10	9,4 - 289,5	9,9 - 58,2	0,6 - 1,0
Folhas (µg/kg)	São Paulo	Cubatão	Região turística*	Amazonas
	25	17,7 - 62,1	3,02 - 21,1	2,2 - 6,6

6.10.2. PAHs

Tabela 176 – PAHs de amostras de ar, deposição, solo e folhas em Araraquara, São Paulo e Cubatão.

Ar	Araraquara		São Paulo	Cubatão
	Queimada (pluma de fumaça)	Ambiente (atmosfera urbana)	Ambiente (atmosfera urbana)	Ambiente (Pq Est. da Serra do Mar e região industrial)
(ng/m ³)	413-1794	9 - 110	38-137	33-167
Deposição	Araraquara		São Paulo	Cubatão
	(região urbana e rural)		(Pq Ibirapuera, região urbana e industrial)	(região urbana, industrial e Pq Est. da Serra do Mar)
(µg/m ² dia)	0,5 - 48		9,9 - 26,9	0,8 - 76,6
Solo (µg/kg)	Araraquara			
	76-1717			
Folhas (µg/kg)	226 - 2206			

Em Araraquara, foram observados teores aumentados de PCDD/Fs, PCBs e, sobretudo, de PAHs nas amostras coletadas na pluma de fumaça das queimadas, em comparação com os valores encontrados na atmosfera urbana. As concentrações de dioxinas e furanos detectadas em Araraquara encontraram-se na mesma faixa de valores encontrados em regiões urbanas da Alemanha.

As concentrações dos contaminantes analisados nas amostras de deposição foram, de maneira geral, baixas. Nos meses de safra, com queimadas, foram, no entanto, maiores em termos de PCDD/F e de PAH do que nos meses sem queimadas.

Nas amostras de solo de matas, não se observou, nem pelas concentrações, nem pelo perfil de distribuição, enriquecimento destes poluentes, da mesma forma que em outras áreas de florestas tropicais.

6.11. CONCLUSÕES

Monitoramento: A maior base de dados de qualidade do ar é referente ao município de Araraquara, único município que dispõe de informações de medidas obtidas por analisadores automáticos em períodos relativamente curtos em 1997 e 1998. De forma contínua, a região dispõe somente de dados de estação manual (FMC) em Araraquara e São Carlos e de monitores passivos (SO_2) em 6 municípios.

Qualidade do Ar: MP_{10} – não há registros de ultrapassagens de PQAR por material particulado nos municípios em que há algum tipo de monitoramento (Araraquara e São Carlos). Porém, o monitoramento de MP mostrou valores médios próximos aos limites de longo prazo, principalmente no período de safra de cana-de-açúcar; SO_2 – os níveis observados foram sempre baixos nos 6 municípios em que há dados; CO – só houve monitoramento em Araraquara em 1997 e 1998 e os níveis observados foram baixos; O_3 – único poluente que registrou ultrapassagem do PQAR na região, sendo que só houve monitoramento em Araraquara; NO_2 – embora não tenha havido ultrapassagens dos limites legais, os níveis observados em Araraquara, único local monitorado, indicam a necessidade de uma certa atenção com relação a este poluente, inclusive por ser um dos precursores do O_3 .

7. REGIONAIS DA BACIA DO PIRACICABA

Na área de abrangência das Regionais da Bacia do Piracicaba, a CETESB efetua monitoramento contínuo desde 1986 dos parâmetros fumaça (FMC) e dióxido de enxofre (SO_2), nos municípios de Americana, Limeira, Jundiaí, Campinas e Paulínia. Mais recentemente, o SO_2 vinha sendo medido por meio de monitores passivos nos municípios de Americana, Vargem, Nazaré Paulista, Limeira, Joanópolis, Cosmópolis, Bragança Paulista, Atibaia, Piracicaba, Valinhos, Jundiaí, Paulínia e Campinas. Foram desenvolvidas na região várias campanhas de avaliação de qualidade do ar para monitoramento de poluentes regulamentados e outros, como chumbo, fluoretos e gás sulfídrico. Destacam-se ainda o monitoramento com estação automática efetuado em Jundiaí no período de maio/2001 a março/2002, o monitoramento contínuo que vem sendo realizado nos municípios de Campinas e Paulínia desde 2000 e em Americana em 2002 e 2003.

7.1. Partículas Inaláveis (MP_{10})

A tabela 177 apresenta os dados relativos ao monitoramento de MP_{10} realizado em Americana de março a dezembro de 2003 pela estação automática da CETESB. O PQAR de 24 horas ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) não foi ultrapassado. Para o PQAR de longo prazo - média aritmética anual de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ - observa-se que as médias de 2002 e 2003 se aproximam desse limite legal.

Tabela 177 – Partículas inaláveis (MP_{10}) em Americana – Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
mar/2002-dez/2002	288	44	101	97	0	0
jan/2003-dez/2003	256	39	109	103	0	0

Concentrações mais altas que em Americana foram observadas em Santa Gertrudes, medidas por equipamento manual. Nessa estação, a concentração média observada em 2003 foi de $71\mu\text{g}/\text{m}^3$, portanto bem acima do PQAR anual.

Tabela 178 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Santa Gertrudes - Estação manual

Período	Número de dados	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
2001	70	69	142	141	0	0
2002	60	63	125	120	0	0
2003	116	71	174(214)	154(189)	5	0

Em 2003, os valores de 1ª e 2ª máximas referem-se às amostragens realizadas a cada 6 dias, enquanto que os valores entre parênteses à totalidade das amostras, inclusive as realizadas diariamente no período de inverno.

Em Piracicaba, as concentrações de MP₁₀ registradas atualmente, no entorno da indústria siderúrgica Belgo-Mineira, mostram que elas ultrapassaram os limites legais em 2003, conforme pode ser observado na tabela 180.

Tabela 179 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Piracicaba

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
out/91-nov/91	35	43	80	78	0	0

Tabela 180 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Piracicaba – Algodão Estação manual no entorno da Belgo-Mineira

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
2001	71	53	148	123	0	0
2002	55	55	134	128	0	0
2003	109	56	143(166)	135(161)	3	0

Em 2003, os valores de 1ª e 2ª máximas referem-se às amostragens realizadas a cada 6 dias, enquanto que os valores entre parênteses à totalidade das amostras, inclusive as realizadas diariamente no período de inverno.

Em Valinhos (tabela 181), as concentrações observadas em 1997 foram mais baixas, embora deva se considerar o período curto de monitoramento, o que impede uma análise mais conclusiva.

Tabela 181 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Valinhos – Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
out/97-nov/97	41	34	69	68	0	0

Em Jundiaí, o monitoramento de MP₁₀ realizado recentemente registrou uma ultrapassagem do PQAR de 24 horas.

Tabela 182 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Jundiaí – Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
fev/90-mai/90	66	38	64	63	0	0
set/91-out/91	34	65	153	138	1	0
mai/01-mar/02	308	33	161	136	1	0

Em Campinas, a estação automática fixa de monitoramento, em operação desde 2000, tem registrado concentrações abaixo do PQAR, com concentrações médias anuais em torno de $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ e máximas de 24h de cerca de $90\mu\text{g}/\text{m}^3$, conforme apresentado na tabela 183.

Tabela 183 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Campinas – Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
mai/90-jun/90	22	14	19	18	0	0
jun/90-jul/90	20	17	32	29	0	0
2000	325	42	98	78	0	0
2001	352	40	82	82	0	0
2002	365	42	95	85	0	0
2003	301	40	86	79	0	0

Em Limeira, as concentrações médias observadas em 2003 estiveram acima dos PQAR, para curto e longo prazos.

Tabela 184 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Limeira – Estação manual

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
2002	41	56*	111	101	0	0
2003	90	58	121 (156)	121 (153)	2	0

* Não atende ao critério de representatividade.

Em 2003, os valores de 1ª e 2ª máximas referem-se às amostragens realizadas a cada 6 dias, enquanto que os valores entre parênteses à totalidade das amostras, inclusive as realizadas diariamente no período de inverno.

Em Paulínia, as análises dos resultados do monitoramento mostraram que o MP₁₀ constitui-se um poluente que apresenta níveis bastante próximos dos limites legais, tendo sido observadas ultrapassagens tanto do padrão de 24 horas quanto anual em anos anteriores.

Tabela 185 – Partículas inaláveis (MP₁₀) em Paulínia – Estação móvel e estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
jan/85-fev/85	44	33	50	48	0	0
jun/85-jul/85	30	77	148	137	0	0
jan/89-mar/89	43	39	70	61	0	0
jan/92-mar/92	65	34	78	47	0	0
jun/98-ago/98	56	65	146	114	0	0
jul/99-nov/00	443	55	248	214	10	0
2000	32	28*	51	44	0	0
2001	347	44	126	126	0	0
2002	355	45	121	112	0	0
2003	354	40	125	116	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

7.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Em Americana, o monitoramento de PTS foi realizado somente na década de 80, em períodos curtos, ocasião em que não foram verificadas ultrapassagens do PQAR de 24 horas ($240\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabela 186 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Americana – Estação móvel

Período	Número de dias	Média Geométr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
dez/84-jan/85	35	66	115	107	0	0
mai/85-jun/85	33	102	187	159	0	0

Em Piracicaba, foi realizado em 2000 o monitoramento de PTS nos períodos de safra e entressafra de cana-de-açúcar, conforme tabela 187. Os resultados mostraram vários dias ultrapassagens do PQAR no período de safra, indicando que a atividade canavieira é responsável, no local monitorado, por uma parcela do material particulado em suspensão na atmosfera, especialmente em decorrência da maior circulação de caminhões em ruas sem pavimentação no período da safra, causando a ressuspensão de poeira do solo.

Tabela 187 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Piracicaba – Sta Terezinha

Período	Número de dados	Média Geométrica $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
14/3 a 4/5/2000 (entressafra)	11	110	219	168	0	0
9/5 a 10/10/2000 (safra)	30	190	509	413	11	5
17/10 a 27/12/2000 (entressafra)	11	96	174	164	0	0

Em Cordeirópolis, as concentrações observadas, de 1998 a 2003, registraram concentrações elevadas, com medidas de 24h bastante próximas ao PQAR, tendo ocorrido uma ultrapassagem em 2003. As concentrações médias anuais chegam a ultrapassar o PQAR anual de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 188 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Cordeirópolis

Período	Número de dados	Média Geométrica $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1998	24	89*	204	180	0	0
1999	50	88	219	217	0	0
2000	47	86	197	192	0	0
2001	43	79	201	171	0	0
2002	51	82	222	206	0	0
2003	53	81	241	233	1	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Em Santa Gertrudes, o monitoramento de PTS somente foi realizado durante alguns poucos dias no ano de 1993, conforme tabela 189.

Tabela 189 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Santa Gertrudes

Período	Número de dados	Média Geométr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
23/10 a 5/11/93	8	81	134	118	0	0

Em Iracemápolis, as medições de PTS mostraram uma ultrapassagem de padrão. Os resultados indicaram ainda um aumento das concentrações de poeira em função das atividades de queima e transporte de cana.

Tabela 190 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Iracemápolis

Período	Número de dados	Média Geométr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
12/10 a 28/10/94	10	123	364	200	1	0

Em Limeira, o monitoramento de PTS foi realizado somente em períodos curtos, em 1994: na Vila Glória, de 25/3 a 29/4/94; no bairro Boa Vista, de 17/6 a 22/6/94 e no bairro Jardim Florença, de 24/6 a 28/6/94. Não houve ultrapassagem do padrão de qualidade diário ($240\mu\text{g}/\text{m}^3$) em nenhum dos dias estudados. O valor máximo encontrado foi $193\mu\text{g}/\text{m}^3$ no bairro Boa Vista e o mínimo $24\mu\text{g}/\text{m}^3$ na Vila Glória. A média geométrica das concentrações foi $75\mu\text{g}/\text{m}^3$, e muito embora o período de coleta em Limeira não represente um ano de estudos, esta média permite inferir o possível grau de exposição da população com relação a este parâmetro durante o ano, sendo este valor próximo ao padrão de qualidade do ar para PTS ($80\mu\text{g}/\text{m}^3$). Também foi realizada análise de carbono orgânico e carbono elementar. Os valores foram menores que os da RMSP.

Em Paulínia, na amostragem realizada em 1991, com duração de 7 meses, não foi observada nenhuma ultrapassagem do padrão diário ($240\mu\text{g}/\text{m}^3$). Todavia, é importante constatar que a máxima observada para o período ($192\mu\text{g}/\text{m}^3$) não está muito distante desse limite e que a amostragem a cada 6 dias para um período de 7 meses impede concluir que não houve violações do padrão legal.

Tabela 191 – Partículas totais em suspensão (PTS) em Paulínia

Período	Número de dias	Média Geométr. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR	Atenção
jan/91-jul/91	27	73	192	177	0	0

7.3. Fumaça (FMC)

Na tabela 192, estão apresentados os principais resultados obtidos no monitoramento de fumaça realizado em Americana desde 1986 (monitoramento de 24 horas a cada 6 dias), onde se observa que os níveis deste poluente não apresentam ultrapassagem do padrão diário ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) desde 1991. Também as médias anuais observadas nos anos mais recentes são relativamente baixas, bastante inferiores ao PQAR primário anual ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabela 192 – Fumaça (FMC) em Americana – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1986	60	47	135	117	0	0
1987	60	46	164	153	3	0
1988	59	45	168	132	1	0
1989	56	26	88	76	0	0
1990	22	13	51	22	0	0
1991	34	61	165	157	2	0
1992	48	32	93	88	0	0
1993	59	34	105	103	0	0
1994	52	36	139	112	0	0
1995	54	44	129	118	0	0
1996	39	31*	143	114	0	0
1997	54	14	41	38	0	0
1998	59	9	27	22	0	0
1999	24	21*	86	61	0	0
2000	36	30*	97	73	0	0
2001	49	24	95	75	0	0
2002	60	25	68	62	0	0
2003	-	-	-	-	-	-

* não atendeu ao critério de representatividade

Em Limeira, as concentrações médias de FMC mostram que houve um decréscimo das concentrações do início da década de 90 até os dias de hoje. A última ultrapassagem do PQAR de 24 horas foi observada em 1995, enquanto as médias anuais sempre estiveram abaixo do PQAR anual. Também em Limeira, a estação CESET (tabela 194) apresenta

valores de concentração de FMC bem mais altos, o que pode ser explicado pela proximidade desta estação à via de grande tráfego de caminhões.

Tabela 193 – Fumaça (FMC) em Limeira – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1986	60	40	133	96	0	0
1987	60	44	117	117	0	0
1988	58	43	151	148	1	0
1989	57	30	142	77	0	0
1990	56	31	81	71	0	0
1991	38	31	81	71	0	0
1992	48	33	91	72	0	0
1993	60	34	104	100	0	0
1994	56	43	141	139	0	0
1995	58	48	169	122	1	0
1996	8	21*	33	29	0	0
1997	49	24	77	72	0	0
1998	58	13	45	39	0	0
1999	53	22	73	70	0	0
2000	57	26	84	79	0	0
2001	50	21	82	50	0	0
2002	55	15	46	38	0	0
2003	-	-	-	-	-	-

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 194 – Fumaça (FMC) em Limeira - Ceset – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1997	33	28*	88	81	0	0
1998	60	47	126	99	0	0
1999	49	63	121	115	0	0
2000	56	49	102	96	0	0
2001	48	44	96	94	0	0
2002	35	40	89	87	0	0
2003	-	-	-	-	-	-

* não atendeu ao critério de representatividade

Em Jundiaí (tabela 195), observa-se que hoje as concentrações encontram-se em patamares de cerca de metade dos PQAR de curto e longo prazos.

Tabela 195 – Fumaça (FMC) em Jundiaí – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1986	60	48	127	119	0	0
1987	59	54	200	180	3	0
1988	58	55	177	175	3	0
1989	56	45	128	125	0	0
1990	35	41*	93	92	0	0
1991	36	49*	151	133	1	0
1992	45	36	89	83	0	0
1993	57	36	120	97	0	0
1994	39	39	123	120	0	0
1995	49	50	126	126	0	0
1996	7	27*	77	25	0	0
1997	29	41*	130	120	0	0
1998	56	29	97	77	0	0
1999	48	33	107	84	0	0
2000	66	20	52	42	0	0
2001	51	25	58	58	0	0
2002	50	31	85	78	0	0
2003	18	12*	30	21	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Como nos outros municípios monitorados, também em Campinas as concentrações atuais apresentam níveis inferiores aos limites legais, não havendo ultrapassagens do limite legal de 24h desde 1994.

Tabela 196 – Fumaça (FMC) em Campinas – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1986	60	53	107	88	0	0
1987	59	53	148	110	0	0
1988	59	53	108	105	0	0
1989	48	46	103	85	0	0
1990	56	39	95	78	0	0
1991	26	28*	71	54	0	0
1992	51	30	104	80	0	0
1993	57	30	96	88	0	0
1994	42	46	295	95	1	1
1995	58	36	73	68	0	0
1996	43	34*	119	86	0	0
1997	48	30	86	63	0	0
1998	49	31	61	59	0	0
1999	45	42	108	91	0	0
2000	52	35	68	60	0	0
2001	48	44	79	64	0	0
2002	41	38*	60	58	0	0
2003	57	38	70	67	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Em Paulínia, observa-se que padrão não foi excedido em nenhum ano durante todo o período de amostragem, sendo a maior média observada de $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ no ano de 1996.

Com relação ao padrão diário ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) embora as medições tenham se realizado apenas uma vez a cada 6 dias, foram observadas ultrapassagens deste padrão em 07/06/1988 ($157\mu\text{g}/\text{m}^3$), em 14/07/96 ($245\mu\text{g}/\text{m}^3$) e em 07/08/1996 ($174\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabela 197 – Fumaça (FMC) em Paulínia – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1986	60	32	86	82	0	0
1987	60	35	97	95	0	0
1988	59	35	157	95	1	0
1989	50	30	103	64	0	0
1990	52	25	65	54	0	0
1991	26	31	70	66	0	0
1992	48	29	67	65	0	0
1993	59	24	87	64	0	0
1994	52	28	77	77	0	0
1995	56	39	109	90	0	0
1996	38	40	245	174	2	0
1997	47	27	86	68	0	0
1998	60	22	56	56	0	0
1999	49	31	84	77	0	0
2000	52	19	66	56	0	0
2001	55	19	65	51	0	0
2002	35	21*	60	59	0	0
2003	35	29*	80	70	0	0

Em Jaguariúna, o monitoramento realizado pela Companhia Brasileira de Bebidas – AmBev - em quatro locais tem apresentado concentrações bastante baixas, conforme apresentado nas tabelas 198 a 201.

Tabela 198 – Fumaça (FMC) em Jaguariúna – CAP no entorno da AmBev

Período	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
fev/98-fev/99	362	5	45	22	0	0
fev/99-fev/00	350	8	47	46	0	0

Tabela 199 – Fumaça (FMC) em Jaguariúna – BCN no entorno da AmbEv

Período	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
fev/98-fev/99	357	7	45	41	0	0
fev/99-fev/00	353	10	47	47	0	0

Tabela 200 – Fumaça (FMC) em Jaguariúna – Júlia Calhau - Centro

Período	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
fev/98-fev/99	358	13	65	56	0	0
fev/99-fev/00	360	14	74	62	0	0
fev/00-fev/01	117	14	53	49	0	0
fev/01-fev/02	58	14	61	46	0	0

Tabela 201 – Fumaça (FMC) em Jaguariúna – Adone Bonetti

Período	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
fev/98-fev/99	352	9	69	41	0	0
fev/99-fev/00	358	14	56	50	0	0

As tabelas 202 e 203 apresentam os resultados do monitoramento diário de FMC, realizado pela Rigesa, nas estações Izoldina e PROMAICA, em Valinhos.

Tabela 202 – Fumaça (FMC) em Valinhos – Izoldina – entorno da Rigesa

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
jul/99-jun/2000	366	20	111	110	0	0
jul/2000-jun/2001	280	17	88	84	0	0

Tabela 203 – Fumaça (FMC) em Valinhos – PROMAICA - entorno da Rigesa

Período	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
jul/99-jun/2000	355	23	117	111	0	0
jul/2000-jun/2001	365	17	104	87	0	0
jul/2001-jun/2002	365	13	60	50	0	0
jul/2002-jun/2003	335	12	49	46	0	0

7.4. Dióxido de Enxofre (SO_2)

Os resultados do monitoramento de SO_2 na área de abrangência das Regionais da Bacia do Piracicaba, por meio de estação manual (OPS/OMS), estão apresentados nas tabelas a seguir.

Nos quatro municípios monitorados, Americana, Limeira, Jundiaí e Campinas, os níveis observados são equivalentes e, apesar de os níveis não serem muito baixos, não foram observadas ultrapassagens em ambos os PQAR de 24h ($365\mu\text{g}/\text{m}^3$) e anual ($80\mu\text{g}/\text{m}^3$). Em todas as estações o monitoramento encerrou-se em 1999, sendo substituído por amostragem passiva.

Tabela 204 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Americana (rede OPS/OMS)

Período	Número de dias	Média Aritmética. µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1990	18	27*	57	57	0	0
1991	34	53*	116	83	0	0
1992	48	60	108	108	0	0
1993	59	70	152	144	0	0
1994	53	64	158	136	0	0
1995	54	53	103	102	0	0
1996	39	44*	128	97	0	0
1997	55	47	152	117	0	0
1998	61	31	135	89	0	0
1999	24	26*	78	77	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 205 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Limeira (rede OPS/OMS)

Período	Número de dias	Média Aritmética. µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1990	53	34	73	69	0	0
1991	38	45	120	90	0	0
1992	48	45	114	105	0	0
1993	60	66	180	164	0	0
1994	56	66	195	189	0	0
1995	58	59	203	151	0	0
1996	8	32*	50	50	0	0
1997	50	59	267	203	0	0
1998	60	36	90	87	0	0
1999	51	28	83	73	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 206 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Limeira - Ceset (rede OPS/OMS)

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1997	3	46*	102	96	0	0
1998	60	37	105	97	0	0
1999	48	33	69	68	0	0

Tabela 207 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Jundiaí (rede OPS/OMS)

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1990	34	31	104	59	0	0
1991	36	34	95	82	0	0
1992	45	48	175	106	0	0
1993	56	70	201	190	0	0
1994	39	69	180	161	0	0
1995	49	49	109	101	0	0
1996	7	39*	63	57	0	0
1997	29	58*	203	180	0	0
1998	56	35	121	112	0	0
1999	47	31	98	82	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 208 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Campinas (rede OPS/OMS)

Período	Número de dias	Média Aritmética μg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª μg/m ³	2ª μg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1990	34	31	104	59	0	0
1991	36	34	95	82	0	0
1992	45	48	175	106	0	0
1993	56	70	201	190	0	0
1994	39	69	180	161	0	0
1995	49	49	109	101	0	0
1996	7	39*	63	57	0	0
1997	29	58*	203	180	0	0
1998	56	35	121	112	0	0
1999	47	31	98	82	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

A finalização das medições pelo método OPS/OMS, realizada pela CETESB, justificou-se pelos baixos níveis de concentração, sendo então substituídas pelas medições com o uso de monitores passivos, que vêm sendo realizadas desde 1995 em alguns municípios da região, conforme tabelas a seguir. O monitoramento nos municípios de Vargem, Nazaré Paulista, Joanópolis, Atibaia, Bragança e Mairiporã está sendo realizado devido ao Projeto Entre Serras e Águas da Secretaria do Meio Ambiente.

De maneira geral, os valores observados com o uso de monitores passivos são baixos quando comparados ao PQAR. Maiores concentrações de SO₂ são observadas nos municípios de Limeira e Jundiaí.

Tabela 209 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Americana (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmética anual μg/m ³	Máximas mensais	
			1ª μg/m ³	2ª μg/m ³
2000	12	14	19	18
2001	10	12	16	14
2002	12	11	17	15
2003	12	8	13	10

Tabela 210 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Vargem (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1999	12	<5	<5	<5
2000	12	<5	<5	<5
2001	12	<5	<5	<5
2002	8	<5	<5	<5

Tabela 211 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Nazaré Paulista (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1999	9	<5*	<5	<5
2000	4	<5*	<5	<5
2001	4	<5*	<5	<5
2002	11	<5	<5	<5
2003	6	<5*	<5	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 212 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Limeira – Pça Toledo (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	29*	54	28
1996	9	28*	48	40
1997	10	27	54	52
1998	11	18	26	25
1999	8	11*	16	12
2000	8	12*	21	15

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 213 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Limeira – Clube Vila Queiróz (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2001	8	8*	11	9
2002	12	6	8	7
2003	12	6	9	9

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 214 – Dióx. de enxofre (SO₂) em Limeira - Ceset (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2000	12	11	16	14
2001	10	11	14	14
2002	12	10	15	13
2003	12	9	14	12

Tabela 215 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Limeira - OMS (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2000	12	11	16	15
2001	10	8	10	10
2002	12	8	11	10
2003	12	7	12	9

Tabela 216 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Joanópolis (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1999	11	<5	<5	<5
2000	11	<5	<5	<5
2001	12	<5	8	<5
2002	12	<5	6	<5
2003	11	<5	<5	<5

Tabela 217 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Cosmópolis (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	13*	17	16
1996	9	12*	28	17
1997	11	10	15	14
1998	12	9	13	12
1999	11	10	22	14
2000	10	8	13	10
2001	10	11	21	16
2002	9	12	27	16
2003	9	8*	18	16

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 218 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Bragança Paulista (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1999	10	<5	5	<5
2000	9	<5*	<5	<5
2001	6	<5*	9	7
2002	1	6*	6	-
2003	5	<5*	<5	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 219 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Atibaia (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1999	12	<5	5	<5
2000	12	<5	<5	<5
2001	12	<5	<5	<5
2002	10	<5	<5	<5
2003	9	<5	13	<5

Tabela 220 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Piracicaba - OMS (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2000	12	6	11	8
2001	10	<5	6	6
2002	12	<5	7	7
2003	12	<5	11	5

Tabela 221 – Dióx. de enxofre (SO₂) em Piracicaba – Centro (mon. passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	4	16*	22	20
1996	7	14*	29	17
1997	12	10	18	16
1998	9	10*	14	12
1999	9	7*	9	8

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 222 – Dióx. de enxofre (SO₂) em Piracicaba – Santa Terezinha (mon. passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2000	9	10*	19	13
2001	10	7	9	8

Tabela 223 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Jundiaí – OMS (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2000	12	21	>60	31
2001	12	15	23	21

Tabela 224 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Jundiaí – Vila Arens (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1998	12	25	41	40
1999	11	24	45	40
2000	12	27	>60	55
2001	12	21	34	33

 Tabela 225 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Jundiaí – Pça. da Bandeira (mon. passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1996	9	19*	33	29
1997	11	17	35	32
1998	12	13	20	20
1999	8	11*	16	16
2000	12	11	22	16
2001	11	9	12	12

* não atendeu ao critério de representatividade

 Tabela 226 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Campinas – Chapadão (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	8*	11	10
1996	9	10*	12	11
1997	12	9	16	14
1998	12	9	11	10
1999	11	9	13	12
2000	7	6*	8	7
2001	6	6*	7	6
2002	10	5	9	6
2003	11	<5	6	6

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 227 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Campinas – OMS (monitor passivo)

Período	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
2000	10	11	12	12
2001	12	12	21	12
2002	10	11	17	14
2003	11	9	11	11

Visando avaliar o impacto das emissões originadas na operação de queima de óleo combustível em 3 caldeiras para produção de vapor, a Companhia Brasileira de Bebidas - AmBev, em Jaguariúna, instalou, sob supervisão da CETESB, quatro estações de monitoramento da qualidade do ar, do tipo OPS/OMS, para medição de SO₂ (além de FMC, já apresentado) na atmosfera da região (tabelas 228 a 231).

No período de fevereiro de 1998 a fevereiro de 2000 as concentrações de SO₂ foram inferiores aos padrões primários, anuais e de 24 horas, 80 e 365 µg/m³, respectivamente.

Tabela 228 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Jaguariúna – CAP- entorno da AmBev

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
fev/98-fev/99	362	6	27	22	0	0
fev/99-fev/00	358	12	40	39	0	0

Tabela 229 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Jaguariúna – BCN – entorno da AmBev

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
fev/98-fev/99	354	7	40	25	0	0
fev/99-fev/00	360	12	33	28	0	0

 Tabela 230 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Jaguariúna – Júlia Calhau

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
fev/98-fev/99	360	6	27	20	0	0
fev/99-fev/00	360	9	23	23	0	0

 Tabela 231 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Jaguariúna – Adone Bonetti

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
fev/98-fev/99	353	7	29	23	0	0
fev/99-fev/00	359	10	34	31	0	0

A tabela 232 apresenta os resultados do monitoramento de SO₂ na estação PROMAICA, no entorno da Rigesa, em Valinhos.

Tabela 232 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Valinhos –PROMAICA(monitor passivo) no entorno na Rigesa

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
jul/2001-jun/2002	12	15	22	20
jul/2002-jun/2003	11	15	24	24

No município de Várzea Paulista foi realizado um monitoramento passivo de SO₂ no entorno da Indústria Elekeiroz S.A. (Tabelas 233 a 235). As concentrações médias de dióxido de enxofre obtidas, nos três pontos de monitoramento, estiveram abaixo do padrão secundário anual de qualidade do ar para dióxido de enxofre (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabela 233 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Várzea Paulista – Pça Romeiro Pereira (monitor passivo) no entorno da Elekeiroz

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2002	5	8	10	9

Tabela 234 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Várzea Paulista – Pça N. S. Piedade (monitor passivo) no entorno da Elekeiroz

Período	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 ^a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2002	6	10	14	12

Tabela 235 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Várzea Paulista – Pedro Guilherme (monitor passivo) no entorno da Elekeiroz

Período	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2002	6	13	19	16

Em Paulínia, o padrão anual de SO₂ não foi ultrapassado em nenhum local onde foi realizado monitoramento. Os maiores valores mensais de concentração foram observados nas proximidades do Sítio Bonfim e em Santa Terezinha. Deve-se destacar que o monitor passivo mede concentrações médias não detectando a ocorrência de picos de concentração.

Tabela 236 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Paulínia (monitor passivo)

Local	Média Aritmética Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
João Aranha	23*	27*	23	21	16	15	15	11	-
Santa Terezinha	23*	40*	27	21	15*	20	23	16*	13
Sítio Bonfim - Bairro Cascata	-	-	-	60*	28*	28	21*	12*	24
OMS - Centro	-	-	-	-	-	16	18	17	12
Próximo à Asga	-	-	-	-	12	12	12		
Próximo à Calorissol	-	-	-	-	22	20	20		

* não atendeu ao critério de representatividade
- não amostrado

Tabela 237 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Paulínia – (monitor passivo) no entorno da Galvani

PERÍODO	LOCAL	Concentração mensal (µg/m ³)		
		Média	Máxima	Minima
Jun/01 a Nov/01	Tiziane	8	10	5
	Sítio Myia	28	36	22
	Fantinato	11	13	10
	Sítio São Benedito	9	11	5
	K&M	11	14	8
	Próximo à Eucatex	15	18	13
	Sítio São José	12	14	8
	Bairro Betel	10	12	6
	Próximo à Nutridata	21	23	16

As tabelas a seguir apresentam os resultados obtidos pelo monitoramento de SO₂ por monitores automáticos nos municípios de Americana, Piracicaba, Valinhos, Jundiaí, Campinas e Paulínia. Em Americana, Valinhos, Jundiaí e Paulínia, onde há dados mais recentes, os resultados mostram concentrações bem abaixo dos padrões legais de qualidade do ar, tanto de longo prazo (média aritmética anual de 80µg/m³), quanto de 24 horas (365µg/m³). Os resultados aqui apresentados indicam que esse poluente não se constitui em um problema prioritário para a região.

Tabela 238 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Americana - Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
dez/84-jan/85	35	11	29	24	0	0
mai/85-jun/85	33	15	34	31	0	0
mar/2002-dez/2002	280	14	67	38	0	0
jan/2003-dez/2003	246	8	32	29	0	0

Tabela 239 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Piracicaba - Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
out/91-nov/91	35	6	16	16	0	0

Tabela 240 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Valinhos - Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
out/97-nov/97	39	5	19	11	0	0

Tabela 241 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Jundiaí - Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
fev/90-mai/90	44	7	34	21	0	0
set/91-out/91	26	16	50	26	0	0
mai/01-mar/02	304	9	54	45	0	0

Tabela 242 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Campinas Estação automática

Período	Número de dias	Média Aritmét. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
mai/90-jun/90	16	16	42	42	0	0
jun/90-jul/90	19	24	58	45	0	0

Tabela 243 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Paulínia – Estação móvel e Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmética, µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
jan/85-fev/85	42	5	26	24	0	0
jun/85-jul/85	28	20	42	42	0	0
jan/89-mar/89	44	14	37	34	0	0
jan/92-mar/92	68	16	42	39	0	0
jun/98-ago/98	48	21	52	51	0	0
jul/99-nov/00	395	17	62	54	0	0
2000*	218	21	51	50	0	0
2001	342	21	59	59	0	0
2002	352	19	78	54	0	0
2003	354	12	34	33	0	0

7.4.1. Taxas de sulfatação

Embora o método da taxa de sulfatação não indique a concentração de SO₂ esta é uma boa ferramenta para o mapeamento de regiões assim como para uma avaliação preliminar dos níveis deste poluente.

Em Paulínia, foi efetuado o monitoramento mensal de taxa de sulfatação na Praça 28 de Fevereiro, de julho de 1978 a maio de 1979, sendo as taxas obtidas nesse estudo significativamente maiores que as taxas obtidas nas demais cidades do interior monitoradas nesse período. De fevereiro a outubro de 1993 foram avaliadas mensalmente as taxas de sulfatação em quatro locais a saber: Sítio Tambaú, Ponte Replan, João Aranha e Centro (Praça 28 de Fevereiro) e um resumo das taxas obtidas é apresentado na tabela 244.

Tabela 244 – Taxas de Sulfatação em Paulínia – ($\mu\text{gSO}_3/100\text{cm}^2/\text{dia}$)

Local/Período	Taxa Média	Taxa Máxima (mensal)
Centro/1978-1979	398	564
Centro/1993	303	411
Sítio Tambaú/1993	400	481
Ponte Replan/1993	788	1121
João Aranha/1993	208	251

As estações Sítio Tambaú e Ponte Replan apresentaram os valores mais altos durante o estudo, valores estes que estavam de acordo com a localização das principais fontes de SO_2 em relação as estações amostradoras. Observou-se ainda que os valores obtidos na estação Centro foram superiores aos encontrados na estação João Aranha e que os resultados obtidos na estação Centro em 1993 são levemente inferiores aos observados em 1978/1979.

7.5. Monóxido de Carbono (CO)

Com relação ao CO, há dados mais recentes para os municípios de Americana, Valinhos, Jundiaí, Campinas e Paulínia. Em Americana e Valinhos, (tabelas 245 e 247, respectivamente) as concentrações observadas foram bem abaixo dos padrões legais de 8h e 1h (9ppm e 35ppm, respectivamente). Em Jundiaí (tabela 248) as máximas observadas indicam um pequeno decréscimo dos níveis observados no início da década de 90. Da mesma forma, o monitoramento contínuo realizado desde 2000 em Campinas (tabela 249), na região central da cidade, mostra que houve um decréscimo com relação às concentrações observadas no início da década de 90 e que atualmente não há ultrapassagens dos PQAR.

Em Paulínia, as medições de CO indicam que em todos os estudos realizados não houve violação dos padrões legais de 8h e 1h (9 ppm e 35 ppm, respectivamente) em todos os períodos monitorados.

Tabela 245 – Monóxido de carbono (CO) em Americana - Estação móvel

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
dez/84-jan/85	17	1,7	1,7	0	0
mai/85-jun/85	34	2,1	2	0	0
mar/2002-dez/2002	290	2,5	2,5	0	0
jan/2003-dez/2003	287	3,2	3	0	0

Tabela 246 – Monóxido de carbono (CO) em Piracicaba

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
out/91-nov/91	13	4,7	4,1	0	0

Tabela 247 – Monóxido de carbono (CO) em Valinhos - Estação móvel

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
out/97-nov/97	41	1,5	1,5	0	0

Tabela 248 – Monóxido de carbono (CO) em Jundiaí - Estação móvel

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
fev/90-mai/90	61	4,2	2,7	0	0
mai/01-mar/02	310	2,6	2,5	0	0

Tabela 249 – Monóxido de carbono (CO) em Campinas - Estação automática fixa

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
mai/90-jun/90	30	13,7	10,8	2	0
jun/90-jul/90	3	7,1	6,3	0	0
2000	307	5,7	5,6	0	0
2001	217	6,3	6,2	0	0
2002	347	6,4	6,4	0	0
2003	360	5,0	4,5	0	0

Tabela 250 – Monóxido de carbono (CO) em Paulínia – Estação móvel e Estação automática fixa

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
jan/85-fev/85	44	2,0	1,6	0	0
jun/85-jul/85	30	1,8	1,8	0	0
jan/89-mar/89	28	6,2	3,4	0	0
jan/92-mar/92	16	6,4	4,5	0	0
jun/98-ago/98	51	3,3	3,3	0	0
jul/99-nov/00	399	3,8	3,3	0	0
2000*	217	5,2	5,0	0	0
2001	347	3,1	2,9	0	0
2002	334	2,3	2,3	0	0
2003	333	2,6	2,6	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

7.6. Ozônio (O₃)

Nos últimos 10 anos, foi realizado monitoramento nessa bacia nos municípios de Americana, Valinhos, Jundiaí e Paulínia. Em todos foram observadas ultrapassagens do padrão legal (160µg/m³ em 1h) e do nível de atenção (200µg/m³ em 1h). Pode-se destacar ainda que em 1989 e 1990 já haviam sido registradas ultrapassagens de padrão para este poluente no município de Paulínia e Jundiaí, respectivamente. Considerando as características de poluente secundário, onde as concentrações normalmente representam uma área maior e não somente no entorno de fontes poluidoras, é possível inferir que o ozônio pode ser um problema da região como um todo.

Tabela 251 – Ozônio (O₃) em Americana - Estação móvel

Período	Número de dias	Máximas		Nº de	
		1 hora		Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
dez/84-jan/85	29	139	135	0	0
mai/85-jun/85	34	104	100	0	0
mar/2002-dez/2002	299	219	214	12	2
jan/2003-dez/2003	324	179	177	13	0

Tabela 252 – Ozônio (O₃) em Piracicaba - Estação móvel

Período	Número de dias	Máximas		Nº de	
		1 hora		Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
out/91-nov/91	17	112	80	0	0

Tabela 253 – Ozônio (O₃) em Valinhos - Estação móvel

Período	Número de dias	Máximas		Nº de	
		1 hora		Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
out/97-nov/97	39	242	239	6	4

Tabela 254 – Ozônio (O₃) em Jundiaí - Estação móvel

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
fev/90-mai/90	66	376	231	5	0
set/91-out/91	34	112	104	0	0
mai/01-mar/02	319	245	244	22	6

Tabela 255 – Ozônio (O₃) em Campinas – Estação móvel

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
mai/90-jun/90	30	88	73	0	0
jun/90-jul/90	20	72	72	0	0

Tabela 256 – Ozônio (O₃) em Paulínia – Estação móvel e Estação automática fixa

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
jan/85-fev/85	44	96	76	0	0
jun/85-jul/85	30	151	131	0	0
jan/89-mar/89	44	180	157	1	0
jan/92-mar/92	70	165	123	1	0
jun/98-ago/98	53	208	152	1	1
jul/99-nov/00	423	284	251	22	7
2000*	215	214	201	9	2
2001	348	255	201	15	2
2002	355	212	195	14	1
2003	351	227	208	39	2

* não atendeu ao critério de representatividade

7.7. Óxidos de Nitrogênio (NO₂ e NO)

O dados mais recentes de monitoramento do NO₂ nos municípios de Americana (2003), Valinhos (1997), Jundiaí (2001/02) e Paulínia não registraram nenhuma ultrapassagem de limites legais na região. Em Americana, a média horária mais elevada foi de 211µg/m³, inferior portanto ao PQAR de 1 hora (320µg/m³) a média aritmética observada em 2003 de 33µg/m³, ficou bem abaixo do PQAR anual de 100µg/m³. Também em Valinhos e Jundiaí os níveis observados estiveram bem abaixo dos limites legais. Em Paulínia, os resultados mostram que não há ultrapassagem do PQAR de longo prazo (média aritmética anual de 100 µg/m³), uma vez que as médias obtidas para os períodos mais longos de monitoramento (2000 a 2003) ficaram abaixo de 40µg/m³. Com relação ao PQAR de 1 hora (320µg/m³), este não foi atingido em nenhum dos períodos amostrados, sendo o máximo valor registrado de 247µg/m³, em 2000.

Tabela 257 – Dióxido de nitrogênio (NO₂) em Americana - Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 1h	Atenção
dez/84-jan/85	35	22	nd	nd	nd	nd
mai/85-jun/85	33	39	nd	nd	nd	nd
mar/2002-dez/2002	232	30	211	148	0	0
jan/2003-dez/2003	313	33	174	148	0	0

nd – não disponível

Tabela 258 – Dióxido de nitrogênio (NO₂) em Valinhos - Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 1h	Atenção
out/97-nov/97	39	47	79	78	0	0

Tabela 259 – Dióxido de nitrogênio (NO₂) em Jundiaí - Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 1h	Atenção
fev/90-mai/90	31	4	8	8	0	0
set/91-out/91	14	nd	199	184	0	0
mai/01-mar/02	209	37	160	125	0	0

nd – não disponível

Tabela 260 – Dióxido de nitrogênio (NO₂) em Campinas – Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmética. µg/m³	Máximas 1h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
mai/90-jun/90	21	3	8	8	0	0
jun/90-jul/90	13	5	8	8	0	0

 Tabela 261 – Dióxido de nitrogênio (NO₂) em Paulínia – Estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmética. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
jan/85-fev/85	42	23	94	75	0	0
jun/85-jul/85	27	49	188	169	0	0
jan/89-mar/89	30	16	75	56	0	0
jan/92-mar/92	-	-	-	-	-	-
jun/98-ago/98	49	67	152	115	0	0
jul/99-nov/00	-	-	-	-	-	-
2000	200	36*	247	224	0	0
2001	273	29	177	167	0	0
2002	353	29	186	170	0	0
2003	232	27*	150	143	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Devido ao número muito grande de falhas, apresenta-se somente os dados do monitoramento de NO realizado em Americana e Paulínia.

Tabela 262 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Americana - Estação móvel

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
dez/84-jan/85	35	1,5	nd	nd
mai/85-jun/85	33	16	nd	nd
mar/2002-dez/2002	202	44	282	279
jan/2003-dez/2003	232	19	247	243

nd – não disponível

Tabela 263 – Monóxido de nitrogênio (NO) em Paulínia - Estação automática fixa

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 1h	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2000	200	22*	410	341
2001	273	14	325	260
2002	353	16	587	394
2003	232	16*	220	215

* não atendeu ao critério de representatividade

7.8. Hidrocarbonetos (HCNM e CH₄)

Somente há dados de hidrocarbonetos para o município de Paulínia.

Tabela 264 – Hidrocarbonetos Totais Menos Metano (HCNM) em Paulínia – Estação automática fixa

Ano	Número de dias	Média Aritmética ppmC	Máximas 1h	
			1ª ppmC	2ª ppmC
2000	41	0,14*	3,70	2,34
2001	184	0,17*	10,94	5,74
2002	201	0,17*	11,79	2,85
2003	34	0,2*	1,94	1,46

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 265 – Metano (CH₄) em Paulínia – Estação automática fixa

Ano	Número de dias	Média Aritmética ppmC	Máximas 1h	
			1ª ppmC	2ª ppmC
2000	41	2,1*	6,76	4,71
2001	192	1,9*	8,57	5,81
2002	201	1,93*	4,99	4,27
2003	56	1,85*	3,94	3,74

* não atendeu ao critério de representatividade

7.9 Outros Compostos orgânicos

Não foram realizadas medições onde o modelo de dispersão previa as maiores concentrações, mas foi em áreas onde havia população. As concentrações encontradas foram condizentes com os valores de referência. Atualmente, tal linha de produção foi desativada.

7.10. Gás Sulfídrico (H_2S) e Mercaptanas

As tabelas 266 e 267 apresentam os dados relativos ao monitoramento de H_2S em Americana, onde observa-se que em todos os períodos monitorados a maioria das concentrações medidas estiveram abaixo do limite de detecção do método, embora em alguns casos o valor máximo observado supere o limite de percepção de odor.

Tabela 266 – Gás sulfídrico em Americana no entorno da Ripasa

Período	Número de medições (2h)	Medições abaixo do LD * (%)	Ultrapassagem do limite de percepção de odor** (%)	Conc. Máxima (ppb)
15/07-07/08/1985	256	97,2	1,9	29
11-25/09/1989	165	82,4	0	4,1
15-25/8/2000	117	75	0,85	5,6
19-28/9/2000	107	89	0	2,0
7-14/11/2000	84	100	0	<1ppb

* LD – limite de detecção: 1985 - 0,3 ppb / 1989 - 0,5 ppb / 2000 - 1ppb)

** Limite de percepção de odor: 5,0ppb

Tabela 267 – Gás sulfídrico em Americana no entorno da Fibra

Período	Númerode medições (2h)	Medições abaixo do LD * (%)	Ultrapassagem do limite de percepção de odor** - (%)	Conc.Máxima (ppb)
25/9 – 6/10/1989	130	93,1	0	1,7

* LD – limite de detecção: 0,5 ppb

** Limite de percepção de odor: 5,0ppb

Também foram realizadas medições de H_2S em Piracicaba no período de 3 a 10 de maio de 1990, nas imediações das "Indústrias Mecânicas Alvarco Ltda". Durante o período de

estudo, não foram constatados níveis do poluente que pudessem causar problemas de mau cheiro.

Tabela 268 – Gás sulfídrico em Piracicaba no entorno da "Indústrias Mecânicas Alvarco Ltda

PERÍODO	Número de medições (2h)	Medições abaixo do LD* (%)	Ultrapassagem do limite de percepção de odor** (%)	Conc. Máxima (ppb)
03-10/5/1990	80	85	0	1,2

* LD – limite de detecção: 1,0ppb

** Limite de percepção de odor: 5,0ppb

As tabelas 269 e 270 apresentam os dados do monitoramento de mercaptanas realizado pela CETESB e a tabela 271 os dados referentes ao monitoramento efetuado pela Indústria Ripasa Celulose e Papel e acompanhado pela CETESB, no município de Americana. Pode-se observar que a presença de mercaptanas foi constante e intensa no período monitorado, ultrapassando por diversas vezes o valor de referência.

Tabela 269 – Mercaptanas em Americana no entorno da Ripasa

Período	Número de medições (2h)	Medições abaixo do LD* (%)	Ultrapassagem do limite de percepção de odor** (%)	Conc. Máxima (ppb)
15/07-07/08/1985	52	33,8	53,2	43,3
11-22/09/1989	86	66,3	33,7	16,2,

* LD – limite de detecção: 1,3ppb

** Limite de percepção de odor: 2,1ppb

Tabela 270 – Mercaptanas em Americana no entorno da Fibra

Período	Número de medições (2h)	Medições abaixo do LD * (%)	Ultrapassagem do limite de percepção de odor** (%)	Conc. Máxima (ppb)
25-29/9/1989	46	73,9	26,1	9,2

* LD – limite de detecção: 1,3ppb

** Limite de percepção de odor: 2,1ppb

Tabela 271 – Mercaptanas em Americana no entorno da Ripasa (monitoramento realizado pela empresa)

PERÍODO	Número de medições (2h)	Medições abaixo do LD * (%)	Ultrapassagem limite de percepção de odor** (%)	Conc. Máxima (ppb)
set/00 a nov/00	138	61	32	31,2

* LD – limite de detecção: 1,3ppb

** Limite de percepção de odor: 2,1ppb

7.11. Chumbo e outros metais

A Durox Produtos Químicos, antiga Chemson do Brasil localizada em Rio Claro, realiza no seu entorno o monitoramento de chumbo nas Partículas Totais em Suspensão (PTS) e na Poeira Sedimentável (PS). As concentrações médias trimestrais de chumbo na PTS obtidas pela empresa no período 2001 a 2003 estão apresentadas na tabela 272. Observa-se que as médias trimestrais obtidas foram bem inferiores ao limite legal de 1,5µg/m³.

Tabela 272 – Chumbo na Poeira Total em Suspensão (PTS) no entorno da Durox – Rio Claro– Média trimestral (monitoramento realizado pela empresa)

LOCAL	PERÍODO	Número de Medições (24h)	Média Trimestral de Pb na PTS Faixa de valores ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Pátio da Saint Gobin	nov/2001 a out/2002	59	0,03 – 0,06
Pátio da Selial	jun/2003 a dez/2003	55	0,02 – 0,08

Os valores médios de taxa de chumbo na poeira sedimentável (PS) obtidos pela empresa estão apresentados na Tabela 273.

Localizado no pátio interno da fábrica e mais próximo às fontes, o ponto Sulfúrico foi o que apresentou maior taxa média e valor máximo de $120 \text{ kg}/\text{km}^2 \cdot 30 \text{ dias}$, abaixo da faixa indicada na literatura para áreas perto de fundições (200 e $1500 \text{ kg}/\text{km}^2 \cdot 30 \text{ dias}$).

Nos pontos GLP e Caldeira, localizados nos limites da fábrica, e Interfibra e Ancel localizados a cerca de 250 m da fábrica, embora as taxas médias encontradas estejam dentro da faixa indicada para áreas urbanas nos EUA (3 a $12 \text{ kg}/\text{km}^2 \cdot 30 \text{ dias}$), em todos os pontos foram observados valores individuais de taxa acima da faixa indicada, sendo que na Interfibra, o valor encontrado foi de $149 \text{ kg}/\text{km}^2 \cdot 30 \text{ dias}$.

Já o ponto Rodovia apresentou taxa média dentro da faixa observada em áreas urbanas nos EUA e um valor máximo de $27 \text{ kg}/\text{km}^2 \cdot 30 \text{ dias}$.

Tabela 273 – Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Durox

PERÍODO	LOCAL	TAXA DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL (kg/km ² .30 dias)		
		Média	Máxima	Mínima
out/00 a dez/02	GLP	7	44	LD
	Caldeira	8	21	0,4
	Sulfúrico – Pátio Interno	62	120	0,3
	Rodovia	12	27	LD
	Interfibra	11	149	0,2
	Ancel	7	34	LD

LD – limite de detecção – 0,02 kg/km².30 dias

Quanto à vegetação, o monitoramento de chumbo no entorno da unidade industrial da Durox, utilizando as próprias plantas existentes no local, também não acusou emissão de altas concentrações, corroborando com os dados obtidos pelo monitoramento do ar, a não ser em uma ocasião, ou seja, na campanha de 29/07/2002 indicou a ocorrência de emissão aguda, talvez oriunda de alguma falha durante o processo industrial, emissão esta que, aparentemente, não se repetiu posteriormente.

Tabela 274 – Chumbo em folhas não lavadas de espécies vegetais, referentes à todas as campanhas de auto-monitoramento.

		Concentração de Chumbo (mg/kg)								
PONTOS	ESPÉCIES	23/06/98	17/09/98	26/09/98	24/12/99	07/12/00	12/07/01	09/01/02	29/07/02	17/12/02
GLP	Anadenanthera falcata (angico)	326	75,4	89,5	56,1	52	32,6	23,3	132,0	6,72
Caldeira/Interfibra	Stryphnodendron sp (barbatimão)	543	27	136	91,4	38	39,6	26,9	96,50	30,50
Sulfúrico	Grevilha sp	--	291	914	239	136	104	35,4	335	45,70
PTV 05	Eucaliptus	3,6	1,79	3,28	1,28	1,76	2	--	--	--
Descanso	Anadenanthera falcata (angico)	--	250	309	63,3	132	133	34,2	74,90	27,90

Pode-se perceber que os pontos de maior concentração são, invariavelmente, próximos às saídas das unidades que processam o chumbo, ou seja, os pontos Sulfúrico e

Caldeira/Imbra e aqueles que posicionam-se nas direções preferenciais de ventos, em relação à indústria, ou seja, SW/NE, pontos GLP e descanso respectivamente.

As baixas concentrações de chumbo nas raízes das espécies amostradas corroboram com a hipótese de deposição de partículas de chumbo na superfície foliar.

Na campanha de 17/12/2002, os pontos amostrados, de maneira geral, continuaram a apresentar concentrações de chumbo acima de 10ppm, valor considerado como limite normal na vegetação (Malavolta, 1977), apesar de manterem a tendência de uma significativa redução em relação às amostragens anteriores.

Foram realizadas medições de chumbo em Santa Gertrudes, cujos valores de concentração encontrados estão apresentados na tabela 275. O padrão americano para chumbo na atmosfera é de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (média trimestral), valor este adotado pela CETESB através da Resolução de Diretoria nº 09/99/C de 04/01/1999.

Efetuando-se uma projeção da média de concentração deste estudo - 0,24 para um trimestre, pode-se considerar que o valor $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, não seria provavelmente ultrapassado.

Tabela 275 – Monitoramento de Chumbo nas Partículas totais em suspensão em Santa Gertrudes

Período	Número de medições (24h)	Concentração de Pb na PTS Faixa de valores ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
23/10 - 05/11/1993	8	0,10 - 0,57

A Delphi realizou monitoramento de chumbo na PTS, sendo os resultados apresentados a seguir:

Tabela 276 – Chumbo nas Partículas totais em suspensão (PTS) no entorno da Delphi – Piracicaba - monitoramento realizado pela empresa

Local	Período	Número de medições (24h)	Média Trimestral de Pb na PTS Faixa de Valores ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
DELPHI	fev/2002 a mai/2003	68	0,09 - 0,17
Pátio TELPA	mai/2002 a mai/2003	55	0,07 - 0,11

Tabela 277 – Chumbo nas Partículas totais em suspensão (PTS) em Santa Gertrudes

PERÍODO	Número de medições (24h)	Concentração de Pb na PTS Faixa de valores ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
23/10 – 05/11/93	8	0,10 – 0,57

Além do chumbo, também foram analisados outros elementos (Fe, Al, Si, P, K, Ca, S, Cl, Ti, V, Cr, Mn, Hg e Cd) para os quais não existem padrões nem na legislação brasileira nem na internacional. Os valores encontrados em Santa Gertrudes foram sistematicamente inferiores aos valores encontrados em São Paulo.

Foram ainda feitas medições de chumbo na PTS no município de Cordeirópolis, no período de 6 de abril a 27 de setembro de 1999, amostragens de 24h a cada 6 dias. As concentrações de chumbo estiveram abaixo do limite de detecção do método ($0,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e muito abaixo do padrão de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (média trimestral) para chumbo.

7.12. Fluoretos

Foi realizado em 2001 um estudo no município de Cordeirópolis com o objetivo de mapear a região, onde estão instaladas diversas indústrias cerâmicas, em termos das concentrações e taxas de fluoretos na atmosfera e fornecer uma base de dados para avaliação da eficácia de programas de controle de fontes. A tabela 278 apresenta os valores de taxa de fluoretos obtidos no período de agosto/01 a dezembro/01.

Tabela 278 – Taxas de Fluoreto em Cordeirópolis

PERÍODO	LOCAL	TAXA DE FLUORETO ($\mu\text{gF}/100\text{cm}^2.30\text{dias}$)		
		Média	Máxima	Mínima
Agosto/01 a Dezembro/01	CECAFI - frente	1751	3011	208
	CECAFI - fundos	2230	6259	648
	UNICER	204	261	112
	Igreja	89	124	75
	ARTEC	115	154	85
	Sgobin	510	1263	240
	Hortênsia	180	230	104
	Módolo	287	401	221

Na CECAFI (destacando-se que estas medições foram realizadas nos próprios da empresa) foram observados valores de taxas elevados, comparáveis a valores encontrados em outras regiões em que estão instaladas indústrias de fertilizantes, como Cubatão (Vale do Mogi) e Alumínio, onde foram comprovados danos à vegetação.

Na estação Sgobin, próxima à Cerâmica Fragnani, a média das taxas foi bastante elevada, superior aos valores detectados na estação Módolo e na Unicer. Nas proximidades da Igreja, Artec e Hortênsia, as médias das taxas mantiveram-se abaixo de $200 \mu\text{gF}/100\text{cm}^2.30\text{dias}$.

Também foi realizado em alguns locais em Santa Gertrudes, um monitoramento de rotina conforme tabela 279.

Tabela 279 – Taxas de fluoretos em Cordeirópolis

Local	Período	Taxa de Fluoreto $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2.30 \text{ dias}$		
		Média	Máxima	Mínima
Módolo	jul/1999 - abr/2003	221	688	79
Estação Meteorológica - Centro de Citricultura	jul/1999 - jun/2002	53	124	19
Centro Administrativo - Centro de Citricultura	jul/1999 - jun/2002	58	170	17
Saint Gobain	jun/2002 - dez/2002	672	1258	166

De maneira geral, pode-se observar que existe contaminação por fluoretos em diversas áreas do município. É importante reafirmar que a técnica da taxa fornece uma informação relacionada à média de concentração no período, sendo assim incapaz de fornecer valores associados a picos de emissão.

Em relação às concentrações de fluoretos obtidas observa-se na Tabela 280, que nas áreas monitoradas, principalmente na CECAFI, detectaram-se concentrações de fluoretos consideradas elevadas, capazes de causar danos, segundo a literatura, à espécies vegetais de clima temperado.

Tabela 280 – Fluoretos gasosos em Cordeirópolis (24h)

PERÍODO	LOCAL	Número de medições	CONC. DE FLUORETO GASOSO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
			Média	Máxima	Mínima
Agosto/01 A Dezembro/01	Jardim Módolo	11	0,20	0,65	0,07
	CECAFI	22	1,94	8,54	0,30
	Serralheria	11	0,73	2,90	0,16

Foram expostos simultaneamente aos amostradores de qualidade do ar, bioindicadores vegetais (dracenas) em diversos pontos, conforme tabela abaixo. Com relação aos valores de conteúdo foliar de fluoreto, no ponto da CecaFi obteve-se os maiores resultados ($76,36 \mu\text{gF}/\text{g}$ peso seco), ultrapassando várias vezes o valor de $20 \mu\text{gF}/\text{g}$ peso seco, que

é o valor utilizado como referência de qualidade para a vegetação. Tais dados corroboram com os acima discutidos.

Tabela 281 – Conteúdo foliar de fluoretos ($\mu\text{g F/g}$ peso seco) obtidos nos diversos locais e períodos de amostragem.

LOCAL	DATA	RESULTADO ($\mu\text{g F/g}$ peso seco)		MÉDIA APÓS A EXPOSIÇÃO ($\mu\text{g F/g}$ peso seco)
		Antes da exposição	Após a exposição	
Modelo (V1)	09/08/2001 a 22/08/2001	7,58	12,77	9,99
		6,90	8,19	
		8,01	9,00	
Igreja (V2)	09/08/2001 a 22/08/2001	9,05	16,75	12,54
		7,45	12,53	
		7,20	8,34	
Hortênsia (V3)	09/08/2001 a 22/08/2001	8,40	29,67	26,80
		9,50	26,59	
		8,35	24,13	
Cecafi (V4)	21/11/2001 a 03/12/2001	7,90	90,27	76,36
		8,15	79,97	
		8,35	58,83	

Em 2002, foram realizadas medições de fluoretos no município de Santa Gertrudes, cujos resultados são apresentados nas tabelas 282 e 283.

Tabela 282 – Taxas de fluoretos em Santa Gertrudes

PERÍODO	LOCAL	TAXA DE FLUORETO ($\mu\text{g F}^- / 100\text{cm}^2 \cdot 30$ dias)		
		Média	Máxima	Mínima
Julho/02 a Dezembro/02	Maternidade	492	840	252
	ETE	202	327	66
	Recanto Flafer	767	1357	337
	Bairro Iporanga	1211	2121	545
	Bairro Indaiá 3	456	675	305
	Prox. Cerâmica Smallcolor	1032	1222	757
	Chácara Pedro Fiorio	845	1237	486
	Prox. Cerâmica Paraluppi	1094	1850	691
	Pesqueiro	853	1116	515

Em relação às taxas, foram detectados valores altos em vários pontos do município. Em alguns pontos os valores podem ser considerados bastante elevados, sendo comparáveis à outros estudos realizados no Estado de São Paulo, onde foram comprovados danos à vegetação local.

Com relação à concentração, os valores de fluoretos gasosos podem ser considerados elevados, sendo, segundo a literatura, danosos à espécies vegetais sensíveis e intermediárias de países de clima temperado.

Tabela 283 – Concentrações de fluoretos gasosos em Santa Gertrudes, no período entre 14 e 30 de outubro de 2002 – 24h

LOCAL	Número de medições	CONC. DE FLUORETO GASOSO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		Média	Máxima	Mínima
Chácara Pedro Fiorio	10	1,45	2,32	0,67

Simultaneamente foram colocadas plantas bioindicadoras da qualidade do ar (dracenas) e os resultados obtidos demonstram que cinco dos nove pontos de amostragem estudados, dos quais quatro na área urbana e um na região dos lagos, apresentaram valores médios de fluoretos foliares acima de $20 \mu\text{g F-g PS}$ (Pushnik & Miller, 1990) utilizado pelo Setor de Ecossistemas Terrestres como valor de referência de qualidade para a vegetação e todas as plantas apresentaram injúrias foliares visíveis características de fluoretos gasosos.

Conclui-se que há a presença generalizada de fluoretos gasosos na atmosfera, corroborando com os dados obtidos pelo ETQA.

Foi realizado o monitoramento de taxas de fluoretos na atmosfera no município de Pedreira em função das indústrias cerâmicas existentes no município.

Tabela 284 – Taxas de Fluoreto em Pedreira

Período	Local	Taxa de Fluoreto $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2.30 \text{ dias}$		
		Média	Máxima	Mínima
set/2002 - jan/2003	Clube Santa Sofia	69	84	60
	Centro Esportivo	38	54	27
	EEPSG - Humberto Piva	199	224	181

As menores taxas de fluoreto encontradas no Clube Santa Sofia e Centro Esportivo foram semelhantes aos valores observados em locais onde o biomonitoramento não indicou danos à vegetação. Já na faixa de valores mais altos (EEPSG – Humberto Piva), as taxas foram semelhantes a locais onde os biomonitoramentos indicaram níveis de acumulação de fluoretos capazes de causar danos as espécies vegetais. Destaca-se também, que existem outros locais no Estado de São Paulo, próximos à fontes de emissões de fluoretos onde são encontradas taxas bem mais altas do que a observadas em Pedreira.

A tabela 285 apresenta o resultado do monitoramento de fluoretos realizado no entorno da Galvani localizada no município de Paulínia.

Tabela 285 – Taxas de Fluoreto no entorno da Galvani

PERÍODO	LOCAL	TAXA DE FLUORETO ($\mu\text{gF} / 100\text{cm}^2.30 \text{ dias}$)		
		Média	Máxima	Mínima
Jun/92 a Jul/93	Sítio Myia	148	274	20
	Campinho	19	30	4
	Granja Ito	54	96	8
	Sítio Sr. Odécio	14	57	2
	Sítio Sr. Nelson	14	26	2

Tabela 286 – Taxas de Fluoreto no entorno da Galvani

PERÍODO	LOCAL	TAXA DE FLUORETO ($\mu\text{gF}^- / 100\text{cm}^2 \cdot 30 \text{ dias}$)		
		Média	Máxima	Mínima
Jun/01 a Nov/01	Tiziane	25	50	8
	Sítio Myia	1040	1994	657
	Fantinato	124	217	71
	Sítio São Benetido	82	135	31
	K&M	58	103	14
	Próximo à Eucatex	363	606	193
	Sítio São José	95	146	50
	Bairro Betel	84	164	14
	Próximo à Nutridata	265	465	122

Observa-se que em 2001 foram encontradas, em alguns pontos, taxas bastante elevadas.

Comparando-se as taxas de fluoretos obtidas no Sítio Myia em 1992/93 e as obtidos em 2001 observa-se um grande aumento dos valores. Neste período foram realizadas mais duas medições nesse local, com taxas de fluoretos de $337 \mu\text{gF}^- / 100\text{cm}^2 \cdot 30 \text{ dias}$ (Nov/Dez 1994) e $588 \mu\text{gF}^- / 100\text{cm}^2 \cdot 30 \text{ dias}$ (Out/Nov 1995).

Em 2002, foi efetuado o monitoramento de taxas de fluoretos quando a Galvani estava paralisada, e quando estava com unidades em funcionamento.

Tabela 287 – Taxas de Fluoreto no entorno da Galvani

PERÍODO	LOCAL	TAXA DE FLUORETO ($\mu\text{gF}^- / 100\text{cm}^2 \cdot 30 \text{ dias}$)
		Faixa de valores
06/03 a 15/03/02 UNIDADE PARALISADA	Sítio Myia	54
	Próximo à Eucatex	32
	Próximo à Nutridata	50
03/04 a 17/04/02 UNIDADE EM FUNCIONAMENTO	Sítio Myia	576 a 1008
	Próximo à Eucatex	134 a 362
	Próximo à Nutridata	57 a 384

As baixas taxas de fluoretos gasosos na atmosfera obtidas nas proximidades da Galvani no período em que a empresa estava parada para manutenção e o aumento gradual das mesmas conforme a empresa retomava suas atividades, indicaram claramente que as emissões de fluoretos são provenientes desta indústria.

Da mesma forma, os recentes resultados obtidos pelo biomonitoramento, utilizando-se plantas indicadoras de fluoretos gasosos (dracenas), confirmam diversos estudos anteriores utilizando a mesma espécie vegetal indicadora, ou seja, indicam níveis fitotóxicos de fluoretos gasosos no entorno da indústria Galvani, principalmente para aquelas espécies mais sensíveis, ou seja, existindo a possibilidade de ocorrência de danos à vegetação nativa e cultivada, corroborando com os resultados obtidos pelo Setor de Amostragem e Análise do Ar.

Cabe no entanto mencionar que, pelos resultados obtidos, o efeito das emissões durante o período amostrado, medido pelo acúmulo de fluoreto foliar, foi inferior àqueles encontrados em estudos anteriores na região da Galvani, onde obtiveram-se acúmulos que chegaram a atingir valores 5 vezes maior (CETESB 1992; CETESB 1996; CETESB 1999), o que pode representar que o controle da fonte resultou na diminuição de emissões, ainda que não satisfatório em termos fitotóxicos.

7.13. Mercúrio

A CETESB em fevereiro de 2003 e a Apliquim em julho/agosto de 2003, realizaram conjuntamente com a UNICAMP, o monitoramento de mercúrio gasoso total (MGT), e mercúrio particulado total (MPT) na atmosfera do entorno da indústria.

Tabela 288 – Mercúrio Gasoso Total (MGT) no entorno da Apliquim

Local	Período	Média (ng/m³)	Faixa de valores Amostragem de 2h (ng/m³)
EMEF - Domingos Araújo	fev/03	38	1,2 - 353
EMEF - Domingos Araújo	jul-ago/2003	162	11,0 - 1352
Eucatex	jul/03	302	1,8 - 1594

Tabela 289 – Mercúrio Particulado Total (MPT) no entorno da Apliquim

Local	Período	Média (pg/m³)	Faixa de valores Amostragem de 2h (pg/m³)
EMEF - Domingos Araújo	fev/03	837	119 - 3579
EMEF - Domingos Araújo	jul-ago/2003	257	43 - 518
Eucatex	jul/03	15698	3065 - 47765

Os valores de MGT observados foram maiores do que os encontrados em outras localidades. Os valores de MPT encontrados no ponto discriminado EUCATEX mostram impacto significativo de fontes de mercúrio. Estes valores mais elevados podem ser um indicador de que a poeira ressuspensa do solo possa eventualmente estar contaminada por mercúrio.

Com objetivo de verificar a presença de mercúrio nas áreas agrícolas do entorno imediato da Indústria Apliquim, coletou-se aleatoriamente espécies cultivadas (hortaliças) que pudessem representar vias de exposição para a população.

Tabela 290 – Pontos amostrados e concentrações de mercúrio determinadas

PONTO	Local	Amostra	Hg µg /g *
1	Sítio Targino	Cebolinha (Lavada)	< 0,035
1	Sítio Targino	Cebolinha (Não Lavada)	< 0,035
2	Horta da Galvani	Folha de beterraba (Lavada)	1,120 ± 0,010**
2	Horta da Galvani	Folha de beterraba (Não Lavada)	1,210 ± 0,050**
2	Horta da Galvani	Beterraba (Lavada)	< 0,035
3	Horta da Galvani	Folha de feijão (Lavada)	0,853 ± 0,177**
3	Horta da Galvani	Folha de feijão (Não Lavada)	1,140 ± 0,100**
4	Sítio Sto. Antonio	Repolho (Lavado)	0,107 ± 0,028
4	Sítio Sto. Antonio	Repolho (Não Lavado)	0,091 ± 0,018
4	Sítio Sto. Antonio	Alface (Lavada)	0,334 ± 0,065
4	Sítio Sto. Antonio	Alface (Não Lavada)	0,444 ± 0,049
5	SENAI	Pimentão (Não Lavado)	< 0,035
6	Sítio Targino (ao lado do depósito da Galvani)	Folha de milho (Lavada)	< 0,035
6	Sítio Targino (ao lado do depósito da Galvani)	Folha de milho (Não Lavada)	< 0,035
7	Sítio São Luiz	Catalônia (Não Lavado)	< 0,035
7	Sítio São Luiz	Catalônia (Lavado)	< 0,035

* Determinação em Peso Seco

** Concentrações acima do limite máximo de aceitabilidade de mercúrio em alimentos adotado internacionalmente

Os valores de referência considerados normais de concentrações de mercúrio na vegetação, segundo Lagerwerff (1972) e Pendias e Pendias (1984), variam entre 0,01 e 0,2 $\mu\text{g Hg/g PS}$ e 0,0026 e 0,086 $\mu\text{g Hg/g PS}$ respectivamente; e em locais próximos a depósitos de mercúrio, segundo os mesmos autores, as concentrações foliares podem variar entre 0,5 e 3,5 $\mu\text{g Hg/g PS}$.

O valor de referência de qualidade para mercúrio adotado, é de 1,0 mg/kg, considerando que este é o valor adotado internacionalmente como limite máximo de aceitabilidade de mercúrio em alimentos, tanto para vegetais como para peixes (Organização Mundial da Saúde - OMS, Organização de Alimentos e agricultura dos Estados Unidos - FAO/USA e Food and Drug Administration - FDA/USA), e no Brasil para peixes pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Os resultados obtidos indicam a presença do mercúrio nos pontos 2, 3 e 4, sendo que os níveis de mercúrio encontrados na horta da Galvani (pontos 2 e 3) estão acima daqueles considerados impróprios para consumo, adotados como referência de qualidade, e no ponto 4 os valores encontrados estão acima daqueles considerados normais, indicados na literatura.

A diferenciação dos níveis encontrados entre as folhas lavadas e as folhas não lavadas nas amostras coletadas nas mesmas espécies, dão indícios de que o aporte do mercúrio ocorre primordialmente via aérea.

7.14. Deposição Úmida e Mista

No município de Paulínia, as deposições úmida e mista foram caracterizadas no bairro João Aranha no período de maio de 1993 a junho de 1994 por períodos integrados e sequenciais de 7 dias. Os valores de pH encontrados variaram de 4,47 a 6,01, apresentando uma média de 5,04. A chuva em Paulínia apresentou uma leve acidez, sendo que os valores de pH observados estão próximos aos encontrados em outras áreas do Estado de São Paulo.

As contaminações devidas aos cátions e aos ânions não foram altas, sendo que entre os cátions destaca-se o amônio e entre os ânions o sulfato. Os fluxos de deposição mista foram bastante superiores aos de deposição úmida, indicando que neste caso a deposição seca é bastante importante.

7.15. CONCLUSÕES

Monitoramento: De forma contínua, a região dispõe atualmente de monitoramento de: FMC em Americana, Limeira, Jundiaí, Campinas e Paulínia; SO_2 por meio de passivos em Americana, Vargem, Nazaré Paulista, Limeira, Joanópolis, Cosmópolis, Bragança Paulista, Atibaia, Piracicaba, Valinhos, Jundiaí, Paulínia e Campinas. Com estação automática, há monitoramento de MP_{10} , NO_x e CO em Campinas e de MP_{10} , SO_2 , NO_x , CO, HC, O_3 em Paulínia. Foram desenvolvidas na região várias campanhas de avaliação de qualidade do ar de outros poluentes não regulamentados, como chumbo, fluoretos e gás sulfídrico. Destaca-se ainda o monitoramento com estação automática recentemente efetuado em Jundiaí e o monitoramento com uma estação móvel em Americana desde março de 2002 até dezembro de 2003;

Qualidade do Ar: MP – excetuando o parâmetro FMC, que não apresenta ultrapassagens recentes do padrões, os dados obtidos de MP_{10} e PTS mostram que há ultrapassagens de padrão em vários municípios, principalmente de longo prazo; SO_2 – não há ultrapassagens recentes dos padrões para este poluente, embora as concentrações observadas em Paulínia e Jundiaí estejam um pouco mais altas que na maioria dos municípios monitorados em outras regiões; CO – as informações mais recentes mostram que nos municípios de Jundiaí, Paulínia e Americana as concentrações são baixas, enquanto que em Campinas, que possui uma frota maior de automóveis, as concentrações são mais elevadas, embora não ultrapassem os padrões; O_3 – os dados de monitoramento mais recentes, em Paulínia, Jundiaí e Americana, mostram que o padrão de 1h é ultrapassado, assim como o nível de atenção; NO_2 – não foram observadas ultrapassagens do padrão de 1h ($320\mu\text{g}/\text{m}^3$) e os valores mais elevados foram observados em Paulínia ($247\mu\text{g}/\text{m}^3$) e Americana ($211\mu\text{g}/\text{m}^3$).

8. REGIONAL DA BACIA DO SOROCABA, ALTO PARANAPANEMA E LITORAL SUL

Na área de abrangência da Regional da Bacia do Sorocaba, Alto Paranapanema e Litoral Sul, apresenta-se os resultados do monitoramento em rede do tipo OPS/OMS desde 1986 nos municípios de Sorocaba, Itu e Votorantim dos parâmetros fumaça (FMC) e dióxido de enxofre (SO_2). A partir de 1995 passou-se a medir SO_2 com monitores passivos em dois locais em Sorocaba. A partir de 2000, o monitoramento de SO_2 que era efetuado pela rede OPS/OMS, passou a ser feito por monitores passivos em 7 locais, sendo 4 em Sorocaba e um em cada um dos municípios de Votorantim, Itu e Salto. A partir de 2000, passou a operar continuamente uma estação automática de qualidade do ar em Sorocaba, monitorando os parâmetros SO_2 , MP_{10} e O_3 .

Apresenta-se ainda os resultados do monitoramento em Sorocaba, em 1990, realizado por uma estação móvel da CETESB.

8.1. Partículas Inaláveis (MP_{10})

A tabela 291 apresenta os dados relativos ao monitoramento de MP_{10} realizado em Sorocaba pela estação móvel, em 1990, e pela estação fixa, a partir de 2000. Os resultados mostram a não ocorrência de ultrapassagens do PQAR de 24 horas ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) e que as médias anuais também estiveram abaixo do limite de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$, estabelecido em lei. Os maiores valores foram observados em 2000.

Tabela 291 – Partículas inaláveis (MP_{10}) em Sorocaba – Estação móvel e estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmética, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
ago/90-out/90	41	28	78	77	0	0
2000	331	42	122	119	0	0
2001	356	33	90	87	0	0
2002	359	32	98	86	0	0
2003	312	30	84	83	0	0

8.2. Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Não há dados de monitoramento deste poluente na área de abrangência da Regional.

8.3. Fumaça (FMC)

O monitoramento de fumaça (medidas de 24 horas a cada 6 dias) em Sorocaba a partir de 1986 mostra que houve algumas ultrapassagens dos PQAR de curto ($150\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-}24\text{h}$) em alguns anos, embora a última tenha ocorrido em 1998. Também o PQAR anual ($60\mu\text{g}/\text{m}^3\text{- m.a.a.}$) foi excedido em alguns anos, sendo a última vez no ano de 1995.

Uma segunda estação funcionou no bairro Jardim Europa, até 1998, sendo então substituída pela Humberto de Campos, conforme tabelas 293 e 294. Embora tenham sido observadas ultrapassagens do padrão diário e anual na estação Jardim Europa, deve-se ressaltar que esta estação estava localizada no canteiro central de uma via de tráfego.

Tabela 292 – Fumaça (FMC) em Sorocaba – Centro – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1986	114	70	231	228	8	0
1987	31	105*	290	282	7	2
1988	59	68	213	151	2	0
1989	47	56	142	133	0	0
1990	42	61	136	118	0	0
1991	35	68*	159	143	1	0
1992	56	34	117	94	0	0
1993	57	65	184	182	3	0
1994	54	41	160	139	1	0
1995	59	63	149	140	0	0
1996	57	59	169	143	1	0
1997	41	59	159	144	1	0
1998	56	54	184	140	1	0
1999	59	48	138	129	0	0
2000	49	44	106	95	0	0
2001	55	38	101	77	0	0
2002	41	51*	126	107	0	0
2003	-	-	-	-	-	-

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 293 – Fumaça (FMC) em Sorocaba-Jd Europa – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1995	57	58	164	159	3	0
1996	57	57	175	169	3	0
1997	47	51	148	128	0	0
1998	42	59*	166	163	2	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 294 – Fumaça (FMC) em Sorocaba-Humberto de Campos – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmét. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1998	15	17*	32	32	0	0
1999	58	28	138	54	0	0
2000	51	25	78	62	0	0
2001	58	23	103	88	0	0
2002	59	23	73	56	0	0
2003	61	18	50	49	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

As tabelas a seguir apresentam os resultados do monitoramento de FMC nos municípios de Itú, Votorantim e Salto. Nesses municípios, os níveis de concentração de FMC são mais baixos que em Sorocaba e de maneira geral não ultrapassam os limites legais.

Tabela 295 – Fumaça (FMC) em Itú – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1986	28	16	54	46	0	0
1987	46	21	76	63	0	0
1988	55	22	90	81	0	0
1989	49	26	133	65	0	0
1990	46	22	71	68	0	0
1991	4	12	12	12	0	0
1992	54	13	37	35	0	0
1993	52	26	74	60	0	0
1994	56	30	109	98	0	0
1995	52	25	72	53	0	0
1996	48	28	79	66	0	0
1997	49	30	70	70	0	0
1998	58	18	46	38	0	0
1999	57	20	38	38	0	0
2000	36	17*	50	49	0	0
2001	58	21	56	52	0	0
2002	59	21	67	51	0	0
2003	60	18	60	47	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 296 – Fumaça (FMC) em Votorantim– Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1986	25	17*	60	58	0	0
1987	40	21	92	47	0	0
1988	57	31	170	136	1	0
1989	49	26	89	73	0	0
1990	41	26	74	60	0	0
1991	33	31	68	68	0	0
1992	56	19	59	54	0	0
1993	56	23	70	52	0	0
1994	59	20	76	62	0	0
1995	59	20	63	56	0	0
1996	57	21	66	65	0	0
1997	48	17	49	46	0	0
1998	56	22	60	54	0	0
1999	57	20	100	44	0	0
2000	38	26*	65	65	0	0
2001	55	18	51	50	0	0
2002	59	21	76	48	0	0
2003	61	21	69	67	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 297 – Fumaça (FMC) em Salto – Estação manual

Ano	Número de dias	Média Aritmética. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PQAR 24h	Atenção
1999	42	24	82	59	0	0
2000	44	17*	40	35	0	0
2001	35	14*	26	26	0	0
2002	30	9*	17	17	0	0
2003	17	19*	50	33	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

8.4. Dióxido de Enxofre (SO₂)

As tabelas a seguir mostram os resultados do monitoramento de SO₂ por meio de estação manual (OPS/OMS). Esse monitoramento, foi realizado nos municípios de Sorocaba, Itú, Votorantim e Salto e encerrou-se em 1999. Também no caso do SO₂, observa-se que os níveis mais altos são registrados em Sorocaba, tendo ultrapassado o PQAR anual de 80µg/m³ (média aritmética anual) no início da década de 90. Não foram registradas ultrapassagens do PQAR de 24 horas (365µg/m³).

Tabela 298 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Sorocaba - Centro(rede OPS/OMS)

Ano	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1986	114	18	39	36	0	0
1987	114	20	51	32	0	0
1988	58	39	100	97	0	0
1989	46	53	129	85	0	0
1990	42	49	82	75	0	0
1991	35	87	138	132	0	0
1992	56	65	111	106	0	0
1993	57	92	195	162	0	0
1994	54	88	231	151	0	0
1995	59	74	126	122	0	0
1996	57	61	121	116	0	0
1997	49	54	118	86	0	0
1998	57	49	102	90	0	0
1999	59	47	77	70	0	0

Tabela 299 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Sorocaba-Jd Europa

Ano	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1995	57	48	82	82	0	0
1996	57	40	73	65	0	0
1997	55	43	69	68	0	0
1998	43	42*	66	60	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

 Tabela 300 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Sorocaba-Humberto de Campos

Ano	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1998	15	32*	41	37	0	0
1999	59	38	63	60	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 301 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Itú

Ano	Número de dias	Média Aritmética, µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 24h	Atenção
1986	28	16	24	24	0	0
1987	46	10	24	20	0	0
1988	56	22	55	47	0	0
1989	51	41	129	66	0	0
1990	47	41	64	62	0	0
1991	4	59*	65	60	0	0
1992	54	34	187	71	0	0
1993	53	43	100	87	0	0
1994	56	37	64	59	0	0
1995	52	32	53	52	0	0
1996	49	29	50	46	0	0
1997	55	39	74	64	0	0
1998	58	37	54	51	0	0
1999	57	34	65	56	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 302 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Votorantim

Ano	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1986	25	10*	17	14	0	0
1987	40	10	19	19	0	0
1988	58	24	64	60	0	0
1989	51	41	71	66	0	0
1990	42	39	70	60	0	0
1991	33	48	74	67	0	0
1992	56	31	59	56	0	0
1993	56	41	71	56	0	0
1994	59	41	70	68	0	0
1995	59	40	90	79	0	0
1996	57	31	55	54	0	0
1997	56	36	68	58	0	0
1998	57	38	72	68	0	0
1999	59	34	74	62	0	0

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 303 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Salto

Ano	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
1999	45	31	110	109	0	0

As medições pelo método OPS/OMS foram então substituídas pelas medições com o uso de monitores passivos, que vêm sendo realizadas desde 1995 em Sorocaba (dois locais). A partir de 2000 também em Itú, Votorantim e Salto, além de mais dois locais de amostragem em Sorocaba, conforme apresentado nas tabelas a seguir. Os resultados obtidos com o uso de monitores passivos mostram concentrações baixas de SO₂ nos locais monitorados, salientando serem os dados médias mensais de concentração.

Tabela 304 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Sorocaba - Centro (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2000	10	10	11	10
2001	12	8	11	10
2002	12	8	16	12
2003	4	6*	6	6

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 305 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Sorocaba-H. de Campos (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmét. anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2000	12	5	8	7
2001	12	5	9	6
2002	12	<5	7	6
2003	10	<5	6	5

Tabela 306 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Sorocaba- Aeroporto (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	4	7*	7	7
1996	12	7	11	10
1997	12	6	11	11
1998	12	5	8	7
1999	11	<5	6	6
2000	12	5	8	6
2001	12	5	7	7
2002	12	5	11	9
2003	11	<5	6	5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 307 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Sorocaba-Édem (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas mensais	
			1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1995	5	<5*	7	5
1996	12	4	12	5
1997	12	<5	6	5
1998	12	<5	5	5
1999	12	<5	6	5
2000	12	<5	5	5
2001	12	<5	<5	<5
2002	12	<5	5	<5
2003	11	<5*	<5	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 308 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Itú (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
2000	10	6	9	7
2001	12	6	9	8
2002	12	7	13	11
2003	12	<5	7	7

Tabela 309 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Votorantim (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
2000	9	<5	6	5
2001	11	<5	6	5
2002	12	<5	6	5
2003	12	<5*	<5	<5

* não atendeu ao critério de representatividade

Tabela 310 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Salto (monitor passivo)

Ano	Número de meses	Média Aritmética anual µg/m ³	Máximas mensais	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³
2000	12	11	16	16
2001	12	9	12	11
2002	8	8	13	11
2003	10	6	10	9

Foram medidas as concentrações de SO₂ no entorno da Fábrica de Cimento Votorantim, localizada no município de Votorantim, no período de 1997 a 2001.

Pode-se observar que as médias anuais encontradas estão muito abaixo do PQAR anual de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 311 – Dióxido de enxofre (SO_2) no entorno da Fábrica de Cimento Votoram (monitor passivo)

Ano/Local	Estádio	Teleférico	Fazenda	Pátio	Mina de Argila
1997	7*	3*	3*	4*	7*
1998	4	3	3	3	5
1999	8	3	4	5	6
2000	5	3	3	3	6
2001	3*	3*	3*	3*	3*

* não atendeu ao critério de representatividade

A tabela 312 apresenta os resultados do monitoramento automático de SO_2 realizado em Sorocaba com a estação móvel (ago/90 a out/90) e estação fixa (a partir de 2000), cujas concentrações observadas estiveram bem abaixo dos PQAR de curto e longo prazos.

Tabela 312 – Dióxido de enxofre (SO₂) em Sorocaba – Estação móvel e estação automática fixa

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m ³	Máximas 24h		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m ³	2ª µg/m ³	PQAR 24h	Atenção
ago/90-out/90	38	13	55	37	0	0
2000	310	6	20	17	0	0
2001	315	5	18	17	0	0
2002	267	6	23	22	0	0
2003	347	7	22	22	0	0

8.5. Monóxido de Carbono (CO)

O CO somente foi medido em Sorocaba com a estação automática no período de agosto a outubro de 1990, apresentando concentrações abaixo dos padrões legais de 8h e 1h (9ppm e 35ppm, respectivamente).

Tabela 313 – Monóxido de carbono (CO) em Sorocaba – Estação móvel

Período	Número de dias	Máximas 8 horas		Nº de Ultrapassagens	
		1ª ppm	2ª ppm	PQAR 8h	Atenção
ago/90-out/90	11	5,1	4,7	0	0

8.6. Ozônio (O₃)

O ozônio apresenta ultrapassagens do PQAR (160µg/m³ em 1h) em Sorocaba desde que foi efetuado o primeiro monitoramento, em 1990. Em 2002, foram 10 dias de ultrapassagens do PQAR, sendo três deles acima do nível de atenção.

Tabela 314 – Ozônio (O₃) em Sorocaba – Estação móvel e estação automática fixa

Período	Número de dias	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
		1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
ago/90-out/90	35	172	169	2	0
2000	302	206	184	6	1
2001	350	201	197	13	1
2002	353	220	189	6	1
2003	363	283	248	10	3

8.7. Óxidos de Nitrogênio (NO₂ e NO)

O NO₂ somente foi monitorado em Sorocaba durante 9 dias por meio da estação móvel da rede automática, o que impede uma caracterização da qualidade do ar para este poluente.

Tabela 315 – Dióxido de nitrogênio (NO₂) em Sorocaba – Estação móvel

Período	Número de dias	Média Aritmética µg/m³	Máximas 1 hora		Nº de Ultrapassagens	
			1ª µg/m³	2ª µg/m³	PQAR 1h	Atenção
ago/90-out/90	9	33	147	103	0	0

Também o NO foi monitorado nos mesmos períodos que o NO₂, cujos resultados não consideramos importantes em face do curto período de monitoramento, de terem sido obtidos há mais de 10 anos e pela ausência de padrão legal para esse poluente.

8.8. Hidrocarbonetos (HCNM e CH₄)

Poluentes não monitorados na área de abrangência da Regional da Bacia.

8.9. Fluoreto

As tabelas 316 e 317 apresentam os resultados do monitoramento de fluoretos realizados no entorno da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), localizada no município de Alumínio.

Tabela 316 – Taxas de Fluoreto no entorno da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), no período de junho/92 a dezembro/99

PERÍODO	LOCAL	TAXA DE FLUORETO (µgF ⁻ /100cm ² .30 dias)		
		Média	Máxima	Mínima
Junho/92 a Novembro/93	Alexandre Albuquerque	1832	3230	462
	Capuava	137	291	32
	Horto Florestal	80	143	8
	Nunes Rabelo	2002	3746	623
Abril/96 a Abril/97	Alexandre Albuquerque	481	831	306
Dezembro/98 a Dezembro/99	Alexandre Albuquerque	1271	2735	499
	Capuava	80	289	20
	Horto Florestal	82	266	6
	Nunes Rabelo	2096	4491	946

Tabela 317 – Concentração de Fluoreto no entorno da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), no período de agosto/92 a dezembro/92 – 24 h

Nunes Rabelo	Número de dias	Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		Média	Máxima	Mínima
Fluoretos gasosos	13	7,29	11,06	2,69
Fluoretos sólidos	13	3,12	7,84	0,63

Os níveis de fluoretos (taxas e concentração) encontrados mostraram-se bastante elevados em toda a década de 90, indicando que a contaminação por este poluente é crônica.

Quanto à vegetação, diversos estudos foram realizados durante a última década, utilizando-se espécies bioindicadoras (*Cordyline terminalis*) no entorno da CBA - Cia Brasileira de Alumínio em 1992, 1993, 1993, 1994; entre outros, onde verificou-se danos à vegetação local, causados pelos altos níveis atmosféricos de fluoretos gasosos presentes na região.

Com o objetivo de avaliar os efeitos crônicos do fluoreto gasoso na espécie *Cordyline Terminalis* para verificar a possibilidade de manter indivíduos plantados ao redor de fontes potencialmente emissoras de fluoretos para monitoramento da poluição atmosférica, foram expostos 80 indivíduos da espécie citada.

A exposição teve início em 11/04/96. Esses indivíduos foram sendo retirados em grupos de 10, em intervalos de 1, 2, 3, 4, 8, 12, 26 e 52 semanas, sendo que o grupo que permaneceu por mais tempo foi retirado no dia 10/04/97

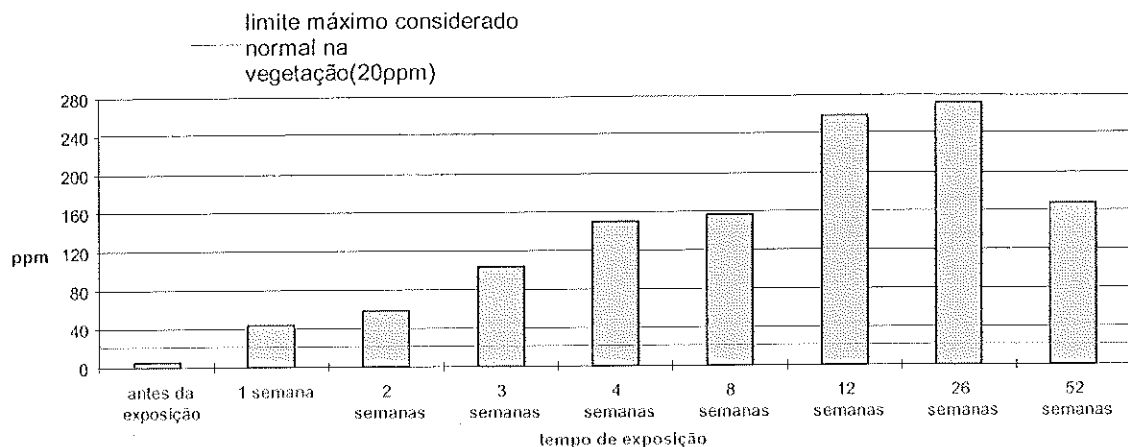


Figura 15 – Concentração foliar média de fluoretos no bioindicador *Cordyline terminalis*

Os resultados através do estudo realizado, obtidos na atmosfera poluída no município de Alumínio, permitem concluir que a poluição na área estudada é crônica e que os efeitos na vegetação são muito significativos.

8.10. Chumbo

A tabela 318 apresenta as taxas de chumbo no material particulado no entorno da Microlite S.A localizada no município de Sorocaba. Atualmente esta empresa está dividida em duas: Satúrnia e Enertec.

Tabela 318 – Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Microlite S.A.

PERÍODO	LOCAL	TAXA DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL (kg/km ² .30 dias)		
		Média	Máxima	Mínima
Abr/1994 a Mar/1996	Microlite – pátio interno – I	207	577	66
	R. Aureliano C. do Nascimento -E	19	54	6
	R. Aurélia Luíza M. Zanon - E	14	50	6

I – ponto interno à indústria
E – ponto externo à indústria

Em 2003 foi realizado novo monitoramento de chumbo na poeira sedimentável no entorno da antiga Microlite, hoje Saturnia e Enertec.

Tabela 319 – Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Saturnia e Enertec

Período	Local	Taxa de chumbo na Poeira Sedimentável (Kg/km ² - 30 dias)		
		Média	Máxima	Mínima
mar/03 a set/03	Acibat Iporanga - E	<LD	3	<LD
	Jardim Frontal - I	5	6	<LD
	Pátio interno - Enertec - I	25	31	13
	Clube dos funcionários - Enertec - E	3	3	<LD
	Clube dos funcionários - Saturnia - E	4	5	<LD
	Pátio interno - Saturnia - I	8	10	<LD
	Saturnia Iporanga - I	<LD	<LD	<LD
	Centros de Educação Infantil - Iporanga - E	4	5	<LD

LD – 2,5kg/km² - 30 dias
I – ponto interno à empresa
E – ponto externo à empresa

Nas tabelas 320 e 321 são apresentadas as concentrações médias trimestrais de chumbo no entorno da Saturnia e Enertec respectivamente. Este monitoramento é realizado pelas empresas e vem sendo acompanhado pela CETESB de forma mais efetiva a partir de 2000. Embora cada empresa realize medição em dois locais, os resultados devem ser analisados de forma conjunta uma vez que as empresas são vizinhas.

Nos pontos operados pela Saturnia, observa-se que, as concentrações médias trimestrais de chumbo obtidas, foram inferiores ao padrão de qualidade do ar de chumbo na PTS de 1,5µg/m³ (média trimestral), conforme Resolução da Diretoria da CETESB nº 091/99/C de 04/01/1999 publicada no Diário Oficial. No ponto 3, a maior concentração média trimestral obtida em 2002 foi 1,04µg/m³ referente à junho/julho/agosto. Em 2003 a maior média trimestral foi 0,66µg/m³.

Tabela 320 – Chumbo na Poeira Total em Suspensão (PTS) – Média trimestral (monitoramento realizado pela Saturnia-Hawker)

LOCAL	ANO	CONC. de CHUMBO NA PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		MÉDIAS TRIMESTRAIS (faixa de valores)
Ponto 3 REFINO	1997	0,88 – 1,07
	1998	0,55 – 0,80
	1999	0,43 – 0,59
	2000	0,44 – 0,70
	2001	0,40 – 1,02
	2002	0,52 – 1,04
	2003	0,36 – 0,66
Ponto 4 IPORANGA	1997	0,23 – 0,33
	1998	0,15 – 0,22
	1999	0,09 – 0,20
	2000	0,14 – 0,24
	2001	0,11 – 0,28
	2002	0,16 – 0,27
	2003	0,11 – 0,17

Nos pontos 1 e 2 operados pela Enertec, as concentrações médias trimestrais de chumbo obtidas também foram inferiores ao padrão de qualidade do ar de chumbo na PTS de $1,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ (média trimestral). No ponto 5, por se encontrar mais distante da fonte, as médias trimestrais observadas foram ainda mais baixas em relação ao padrão de qualidade do ar. Este ponto foi instalado, em substituição ao ponto 2 – Jardim Frontal em função do núcleo habitacional existente próximo à empresa.

Tabela 321 – Chumbo na Poeira Total em Suspensão (PTS) - média trimestral(monitoramento realizado pela Enertec do Brasil)

LOCAL	ANO	CONC. de CHUMBO NA PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		(faixa de valores)
Ponto 1 POÇO ARTESIANO	1997	0,21 – 0,51
	1998	0,19 – 0,33
	1999	0,22 – 0,31
	2000	0,23 – 0,39
	2001	0,19 – 0,37
	2002	0,10 – 0,19
	2003	0,07 – 0,15
Ponto 2 JARDIM FRONTAL	1997	0,72 – 0,86
	1998	0,51 – 1,12
	1999	0,62 – 0,77
	2000	0,54 – 0,81
	2001	0,38 – 0,79
	2002*	0,36 – 0,50
Ponto 5 Bairro Iporas	2003	0,06 – 0,10

* dados até setembro de 2002

Com o objetivo de obter um novo diagnóstico, foi realizada pelo Setor de Ecossistemas Terrestres (ESSE) em 05/12/2002, uma campanha de amostragem de vegetação em pontos da área de influência da indústria Satúrnica Ltda. e da indústria Enertec Ltda.

A campanha de amostragem de vegetação, realizada em dezembro de 2002, investigou a acumulação de chumbo, cádmio e zinco, no entorno das indústrias referidas acima.

Foram coletadas cinco amostras na área industrial da Satúrnica Ltda, seis amostras na área industrial da Enertec Ltda, uma amostra na divisa entre as indústrias e uma amostra numa escola próxima que se encontra na reta da direção preferencial dos ventos, próxima as indústrias, conforme Tabela 323.

Para avaliação da qualidade da vegetação foram adotados os valores limite preconizados por Malavolta (1977) citados no Manual de Química Agrícola, Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo, conforme segue:

Tabela 322 – Concentração em vegetação seca

	Valor de referência de qualidade	Valor limite de qualidade
Chumbo	2 ppm	10 ppm
Zinco	-	47 ppm
Cádmio	1 ppm	-

Os resultados das análises químicas efetuadas nas amostras de vegetação na área de estudo são apresentados na Tabela 323.

Tabela 323 – Resultados analíticos:

PONTO	Local / Amostra	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1	Saída 1 - Satúrnia (chapêu de sol)	<1,00	<1,44	<11,3
2	Saída 2 - Satúrnia (espirradeira)	<1,00	117 ± 20*	13,4 ± 4,4
3	Saída 3 - Satúrnia (quaresmeira)	<1,00	49,5 ± 3,6*	<3,38
4	ETA - Satúrnia (árvore de serrado)	<1,00	<1,44	<11,3
5	HIVOL - Satúrnia (gramínea)	<1,00	67,8 ± 4,9*	17,9 ± 2,8
5	HIVOL - Satúrnia (árvore de cerrado)	<1,00	<1,44	<11,3
6	CEI 14 (mangueira)	<1,00	<1,44	<11,3
7	Cerca Divisa Saída 3 (pinheiro)	<1,00	35,5 ± 2,7*	<11,3
8	Saída 1 - Enertec (carga e acabamento) (árvore)	<1,00	101 ± 8*	<11,3
9	Saída 2 - Enertec (laboratório elétrico e plásticos) (pinheiro)	<1,00	422 ± 28*	<3,38
10	Saída 3 - Montagem (Enertec) (hibisco)	<1,00	241 ± 26*	18,1 ± 1,3
11	Saída 4 - Armaz. e Resíduos de Pb (Enertec) (ameixeira)	<1,00	339 ± 31*	<3,38
12	Saída 5 - Armaz. e Resíduos de Pb (Enertec) (chapêu-de-sol)	<1,00	185 ± 6*	44,3 ± 2,6
13	Saída 6 - frente para avenida - carga e acabam. (Enertec) (ficus jovem)	<1,00	75,8 ± 3,6*	14,5 ± 5,7

* Concentrações acima dos limites máximos permissíveis em alimentos.

Os valores de chumbo encontrados na vegetação amostrada nas áreas das indústrias Satúrnia e Enertec, indicam contaminação da vegetação na área industrial e, conseqüentemente, fuga do elemento chumbo nas unidades produtivas.

O ponto 6 (CEI 14), fora da área industrial, não apresentou indício de contaminação.

Os pontos de 8 a 11, localizados numa área confinada entre os dois prédios da indústria Enertec, com as saídas voltadas para a área onde foi coletada vegetação, apresentaram os maiores índices de concentração de chumbo na vegetação.

8.11. CONCLUSÕES

Monitoramento: De forma contínua, a região dispõe atualmente de monitoramento de FMC em Sorocaba, Itú e Votorantim, de SO_2 por meio de monitores passivos em Sorocaba, Itú, Votorantim e Salto; e os parâmetros MP_{10} , SO_2 , e O_3 por meio de uma estação automática instalada desde 2000 em Sorocaba.

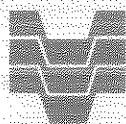
Qualidade do Ar: MP_{10} – as concentrações de MP_{10} medidas desde 2000 em Sorocaba não registraram nenhuma ultrapassagem dos padrões de longo e curto prazos, embora as concentrações não estejam muito distantes desses limites legais. O monitoramento de FMC registrou as últimas ultrapassagens em 1998, mas as concentrações em Sorocaba continuam muito próximas dos limites legais. Concentrações mais baixas são observadas em Itú e Votorantim; SO_2 – embora tenham sido registradas ultrapassagem do PQAR anual na década de 90 em Sorocaba, os dados mais recentes indicam que os níveis são baixos em todos os municípios monitorados; CO – poluente praticamente não monitorado na região; O_3 – o monitoramento realizado em Sorocaba desde 2000, mostra que o padrão de 1h é ultrapassado em alguns dias. Em 2003, foram 10 dias de ultrapassagens, sendo que em 3 deles também o nível de atenção foi excedido; NO_2 – praticamente não há dados de monitoramento para a região.

VI. EQUIPE DE TRABALHO

ETQA

ETQI

ESSE



CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Fone: (0xx11) 3030-6000 - Fax: (0xx11) 3030-6402

Telex: 1183053 CETS - BR - CEP 05459-900

Site: www.cetesb.sp.gov.br

São Paulo - SP - Brasil