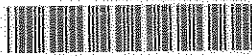


ARQUIVO TECNICO

8300  
M471a(RCET)  
035689

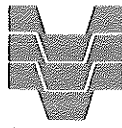


26596



035689

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL



**CETESB**

**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

---

**DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E ENGENHARIA AMBIENTAL  
DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL  
DIVISÃO DE QUALIDADE DO AR**

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez  
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 346 - Pinheiros  
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

**Avaliação da qualidade do ar  
no município de Ribeirão Pires/SP  
dezembro/1997 a março/1998**

**novembro - 1999**



|               |                                    |
|---------------|------------------------------------|
| <b>CETESB</b> | <b>FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA</b> |
|---------------|------------------------------------|

## DOCUMENTO

|                   |                  |               |                    |          |
|-------------------|------------------|---------------|--------------------|----------|
| Tipo<br>Relatório | Data<br>18/11/99 | Origem<br>EQQ | Nº Página/V.<br>16 | Nº Mapas |
|-------------------|------------------|---------------|--------------------|----------|

## TÍTULO DO DOCUMENTO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PIRES – SP – DEZEMBRO/1997 A MARÇO/1998

## AUTOR RESPONSÁVEL

Assinatura/Carimbo/Data


  
Masayuki Kuromoto

## AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM POR

Américo Tomio Meenochite – EQQT  
Clarice Aico Muramoto – EQQM  
Maria Lucia G. Guardani – EQQA  
Masayuki Kuromoto – EQQI

## DOCUMENTO AUTORIZADO

Assinatura/Carimbo/Data

  
Quim. Jesuino Romano  
Ger. Div. Qualidade do Ar  
Reg. nº 25997 - CRO 0018458

## DOCUMENTO REVISADO

Assinatura/Carimbo/Data

  
Quim. Cláudio Baroni Alonso  
Ger. Div. Qualidade Ambiental  
Reg. nº 01.1333-6 CRO 04103322

CETESB - ORG. DE RECURSOS E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

## CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

EXTERNA  INTERNA

RESERVADA

## PALAVRAS CHAVES

Qualidade do Ar - Poluição do Ar - Ribeirão Pires

## CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

42.2.16.E.00 - Operação, manutenção e interpretação dos atuais sistemas de avaliação da qualidade do ar das diferentes RCQAs

## DISTRIBUIÇÃO INTERNA

Áreas / Nº de cópias

E (1), EQ (1), EQQ (1), EQQA (1), EQQI (1), EQQM (1), EQQT (1), BIBLIOTECA (2)

## USO DA BIBLIOTECA

|  |              |                    |
|--|--------------|--------------------|
|  | Nº Documento | Visto/Carimbo/Data |
|--|--------------|--------------------|

## RESUMO

Este relatório apresenta os resultados das análises da qualidade do ar da área urbana do município de Ribeirão Pires, localizado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), para o período de 04/12/97 a 27/03/98,

Neste período foram realizadas medições automáticas dos seguintes poluentes atmosféricos: partícula inalável (PI), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>) e ozônio (O<sub>3</sub>); e dos parâmetros meteorológicos em superfície: direção e velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar.

Os níveis de concentração observados foram analisados e comparados com os padrões de qualidade do ar. Assim, foram constatadas ultrapassagens do padrão de ozônio em sete dias, sendo que em dois destes dias a qualidade do ar em Ribeirão Pires teve classificação Má. Os demais poluentes medidos apresentaram valores de concentração significativamente abaixo dos padrões legais.

Em relação ao O<sub>3</sub>, foi observado que, nos dias em que ocorreram as ultrapassagens do padrão de qualidade do ar, o vento predominante foi de direção NE/NW, indicando que as altas concentrações de ozônio foram resultantes do transporte deste poluente e de seus precursores emitidos no aglomerado urbano da RMSP, que em função das trajetórias das massas de ar, foram transportadas para a região de Ribeirão Pires. Acrescente-se que o pólo petroquímico localizado em Santo Andre/Mauá pode ser uma fonte importante dos precursores de O<sub>3</sub>.

## OBSERVAÇÕES

|  |
|--|
|  |
|--|

## USO DA BIBLIOTECA

|  |         |
|--|---------|
| Local  | Editora |
| Idioma<br>Português <input type="checkbox"/> Inglês <input type="checkbox"/> Espanhol <input type="checkbox"/> Francês <input type="checkbox"/> Alemão <input type="checkbox"/> Italiano <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |         |
| Série  |         |

## 1. INTRODUÇÃO

O Município de Ribeirão Pires está localizado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), à sudeste do Município de São Paulo.

A CETESB, através de sua estação móvel da rede telemétrica, realizou algumas avaliações da qualidade do ar no município. Foram realizadas medições em: dezembro de 1984 a janeiro de 1985, julho a agosto de 1985<sup>1</sup>, julho a outubro de 1986<sup>2</sup>, julho a novembro de 1989<sup>3</sup> e agosto a setembro de 1995<sup>4</sup>, registrando-se por 13 vezes (em 1985, 1986 e 1995) a ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar do poluente PI e 22 vezes (em 1985, 1986, 1989, 1995) a ultrapassagem do padrão de qualidade do ar do poluente O<sub>3</sub>.

Este relatório apresenta os resultados e as análises da qualidade do ar na área urbana do município de Ribeirão Pires, no período de 04/12/97 a 27/03/98.

Neste período foram realizadas medições automáticas de poluentes atmosféricos e de parâmetros meteorológicos em superfície, através da estação móvel. Os níveis de concentração observados foram analisados e comparados com os padrões de qualidade do ar.

Neste relatório são apresentados, como referência, os poluentes regulamentados e os padrões de qualidade do ar aplicados no Estado de São Paulo. Em seguida, é descrita a metodologia aplicada na avaliação da qualidade do ar e apresentados os dados medidos de concentração de poluentes e das variáveis meteorológicas, bem como os resultados e conclusões obtidas a partir da análise destes parâmetros.

## 2. DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS MONITORADOS

### 2.1. Partículas Inaláveis (PI) (D<sub>50</sub> = 10µm)

Um modo simples de definir as partículas inaláveis é classificar todas aquelas com tamanho menor que 10 µm. Essas partículas penetram no sistema respiratório, sendo que quanto menor seu tamanho, mais profundamente penetram. As partículas inaláveis, quando instaladas nos pulmões, diminuem a capacidade respiratória. Numa atmosfera urbana, parte destas partículas são emitidas por veículos automotores, parte por processos de queima de biomassa e parte durante a operação de processos industriais. São ainda fontes importantes dessas partículas a formação de aerossóis secundários e a ressuspensão de poeira do solo.

### 2.2. Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

O dióxido de enxofre é emitido basicamente pela queima de óleo combustível e diesel, que contém enxofre em sua composição. O SO<sub>2</sub>, em altas concentrações, produz irritação no sistema respiratório e problemas cardiovasculares, além de ser um importante formador da chuva ácida.

### 2.3. Monóxido de Carbono (CO)

Origina-se da queima incompleta de qualquer combustível carbonáceo (biomassa, fósseis, etc.) e é geralmente encontrado em maiores concentrações nas cidades, onde os veículos têm grande parcela de responsabilidade nas concentrações, uma vez que emitem maiores quantidades deste poluente e praticamente na altura do sistema respiratório humano. 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.

## **2.4. Óxidos de Nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>)**

São formados a partir das combustões. Em cidades, os veículos geralmente são os principais responsáveis pela emissão dos óxidos de nitrogênio. O NO, sob a ação da luz solar se transforma em NO<sub>2</sub> e tem papel importante na formação dos oxidantes fotoquímicos como o O<sub>3</sub>. O NO<sub>2</sub> penetra profundamente no sistema respiratório, e dá origem a substâncias cancerígenas como as nitrosaminas. Causa irritação, podendo conduzir a sintomas que lembram os do enfisema.

## **2.5. Ozônio (O<sub>3</sub>)**

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 O<sub>3</sub>, a literatura especializada descreve a presença de altas concentrações de O<sub>3</sub> em distâncias significativas das fontes de emissão de seus precursores. A presença de O<sub>3</sub> na atmosfera está associada à redução da capacidade pulmonar, irritação dos olhos, envelhecimento precoce e corrosão dos tecidos. Pessoas com asma estão entre as mais suscetíveis ao efeito do O<sub>3</sub>.

## **2.6. Parâmetros Meteorológicos**

As concentrações dos poluentes são diretamente influenciadas pelas condições meteorológicas predominantes no período. Parâmetros como direção e velocidade do vento, altura da inversão térmica, turbulência atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar são sabidamente importantes para as condições locais que influenciam os níveis medidos de concentração dos poluentes. Altos níveis de concentração de poluentes, em uma determinada estação de monitoramento, podem ocorrer não só pela condição local desfavorável à sua dispersão, mas pelo transporte destes poluentes oriundos de regiões vizinhas.

No caso dos oxidantes, como o O<sub>3</sub>, além do efeito do transporte, são fundamentais também as informações de radiação solar incidente, principalmente as ondas curtas, uma vez que a formação do ozônio ocorre por processo fotoquímico, ou seja, na presença de luz solar. Em Ribeirão Pires, o conhecimento das condições de transporte pelo vento (direção e velocidade) é importante devido a sua localização ser próxima de um grande centro emissor de poluentes precursores de O<sub>3</sub>, que é o aglomerado urbano da Região Metropolitana de São Paulo.

## **3. 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<sup>5</sup> e da Resolução CONAMA nº 3, de 28/06/90<sup>6</sup>. Cada padrão define legalmente um limite máximo para a concentração de cada poluente atmosférico, de modo que seja garantida a proteção da saúde e do bem-estar da população. A definição desses padrões apoiou-se nos valores estabelecidos pela Agência Ambiental dos Estados Unidos (EPA)<sup>7</sup> 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 1 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 e Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar.**

| Poluente        | Tempo de amostragem | Padrão             |                    | Critérios p/ Episódios Agudos |                    |                    |
|-----------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
|                 |                     | Primário (µg/m³)   | Secundário (µg/m³) | Atenção (µg/m³)               | Alerta (µg/m³)     | Emergência (µg/m³) |
| PTS             | 24h*                | 240                | 150                | 375                           | 625                | 875                |
|                 |                     | 80 <sup>2</sup>    | 60 <sup>2</sup>    |                               |                    |                    |
| SO <sub>2</sub> | 24h*                | 365                | 100                | 800                           | 1.600              | 2.100              |
|                 |                     | 80 <sup>1</sup>    | 40 <sup>1</sup>    |                               |                    |                    |
| O <sub>3</sub>  | 1h*                 | 160                | 160                | 400 <sup>**</sup>             | 800                | 1.000              |
| FMC             | 24h*                | 150                | 100                | 250                           | 420                | 500                |
|                 |                     | 60 <sup>1</sup>    | 40 <sup>1</sup>    |                               |                    |                    |
| PI              | 24h*                | 150                | 150                | 250                           | 420                | 500                |
|                 |                     | 50 <sup>1</sup>    | 50 <sup>1</sup>    |                               |                    |                    |
| NO <sub>2</sub> | 1h                  | 320                | 190                | 1130                          | 2260               | 3000               |
|                 |                     | 100 <sup>1</sup>   | 100 <sup>1</sup>   |                               |                    |                    |
| CO              | 1h*                 | 40.000<br>(35 ppm) | 40.000<br>(35 ppm) |                               |                    |                    |
|                 | 8h*                 | 10.000<br>(9 ppm)  | 10.000<br>(9 ppm)  | 17.000<br>(15 ppm)            | 34.000<br>(30 ppm) | 46.000<br>(40 ppm) |

<sup>1</sup> Média aritmética anual

<sup>2</sup> Média geométrica anual

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

\*\* No Estado de São Paulo, o nível de atenção é declarado pela CETESB com base na Legislação Estadual, que é mais restritiva (200µg/m³).

Para simplificar o processo de comunicação dos dados de poluição do ar para a população, a CETESB utiliza um Índice Diário de Qualidade do Ar (IQAr), obtido através de uma função relacionada à concentração de poluentes. O índice é um número adimensional e calculado individualmente para cada poluente. Para efeito de divulgação utiliza-se o índice mais elevado, ou seja, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo poluente cujo índice for o mais elevado. Na tabela 2 pode-se visualizar a escala utilizada para classificar a qualidade do ar.

**TABELA 2 - Estrutura do Índice de Qualidade do Ar.**

| Índice    | Qualidade do Ar | Significado                                 |
|-----------|-----------------|---|
| 0 – 50    | Boa             | Índices abaixo do padrão anual <sup>1</sup> |
| 51 – 100  | Regular         | Índices abaixo do padrão primário           |
| 101 – 199 | Inadequada      | Índices acima do padrão primário            |
| 200 – 299 | Má              | Índices acima do nível de atenção           |
| 300 – 399 | Péssima         | Índices acima do nível de alerta            |
| > 400     | Crítica         | Índices acima do nível de emergência        |

<sup>1</sup>Para o O<sub>3</sub> e CO: Índices abaixo da metade do padrão diário do respectivo poluente.

Ressalte-se que, tanto a classificação "Boa" como "Regular" identificam qualidade do ar dentro dos padrões legais para exposição de curto prazo (entre 1 e 24 horas).

## 4. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

### 4.1. Período do Monitoramento

O período de monitoramento ocorreu de 04/12/97 a 27/03/98.

### 4.2. Local do Monitoramento

A escolha do local para a instalação da estação móvel foi definida em conjunto com técnicos da CETESB e da Prefeitura, levando-se em conta os aspectos técnicos como: segurança da estação; distância de obstáculos (árvores ou construções), que pudessem interferir nos resultados; facilidades de energia elétrica e de linha telefônica. A estação foi instalada na Rua Miguel Prisco, localizada junto ao Paço Municipal. O mapa da localização é apresentado na figura 1.

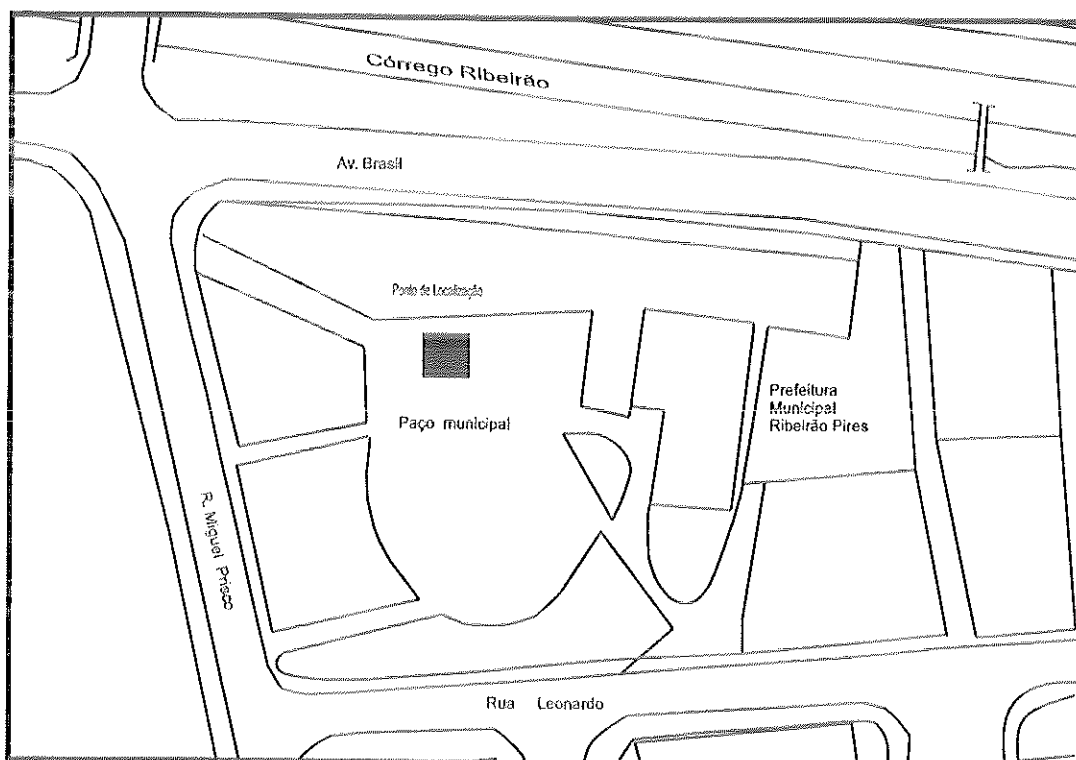


Figura 1 - Mapa da localização da estação móvel

### 4.3. Aquisição dos Dados

O monitoramento da qualidade do ar em Ribeirão Pires foi efetuado através de uma estação móvel da rede telemétrica da CETESB. Para cada poluente ou parâmetro meteorológico avaliado foi utilizado um equipamento automático específico, que coletou a amostra de ar e analisou o poluente ou mediu o parâmetro meteorológico em questão. Os dados gerados, ficaram armazenados em um microcomputador da própria estação, sendo então transferidos via linha telefônica, diariamente, para a estação central de processamento da rede telemétrica, onde foram processados e validados.

### 4.4. Poluentes Amostrados e Métodos de Medição

A tabela 3 apresenta os poluentes do ar amostrados e os respectivos métodos de medição.

BIBLIOTECA

**TABELA 3 - Poluentes e Métodos de Medição**

| Poluente                                 | Método de Medição                     |
|--|---------------------------------------|
| Partículas inaláveis (PI)                | Absorção de radiação $\beta$          |
| Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )    | Fluorescência                         |
| Monóxido de Carbono (CO)                 | Infravermelho não-dispersivo          |
| Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> ) | Quimiluminescência                    |
| Ozônio (O <sub>3</sub> )                 | Fotométrico com radiação ultravioleta |

#### 4.5. Parâmetros Meteorológicos

Os parâmetros meteorológicos medidos no próprio local foram: umidade relativa, temperatura, direção e velocidade do vento.

### 5. RESULTADOS

Todos os resultados aqui apresentados devem ser analisados considerando sempre que o monitoramento foi realizado no período de verão, uma vez que, os poluentes PI, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e CO normalmente apresentam concentrações mais elevadas no período de inverno, época em que as condições de dispersão dos poluentes, que ocorre principalmente pela ação do vento, são mais desfavoráveis. No entanto, o mesmo não ocorre com o O<sub>3</sub>, cuja ocorrência de altas concentrações está associada também com outros fatores meteorológicos como radiação e temperatura, e que portanto, podem ocorrer com freqüência nos demais meses do ano.

Nos Anexos estão apresentadas as concentrações dos poluentes monitorados obtidas diariamente, respeitados os períodos de medição estabelecidos pelos padrões de qualidade do ar (vide tabela 1). Por exemplo: o dado diário de O<sub>3</sub> é representado pelo maior valor horário observado no dia, enquanto para PI é representada pela média das 24 horas.

A partir dos dados diários, apresentados nos Anexos, e da estrutura dos índices conforme tabela 2, elaborou-se a tabela 4, que mostra o número de dias monitorados para cada poluente, a freqüência (número de dias) dos Índices de Qualidade do Ar observados no período e o Índice Geral.

O índice geral indica a qualidade do ar no período amostrado, cujo valor é determinado pelo poluente que apresentou o pior índice do dia.

**TABELA 4 - Distribuição do Índice Diário de Qualidade do Ar e Índice Geral**

| Poluente            | Total de dias | Boa  |     | Regular |    | Inadequada |   | Má   |   |
|---------------------|---------------|------|-----|---------|----|------------|---|------|---|
|                     |               | dias | %   | dias    | %  | dias       | % | Dias | % |
| PI                  | 84            | 55   | 65  | 29      | 35 | 0          | 0 | 0    | 0 |
| SO <sub>2</sub>     | 71            | 71   | 100 | 0       | 0  | 0          | 0 | 0    | 0 |
| O <sub>3</sub>      | 79            | 33   | 42  | 39      | 49 | 5          | 6 | 2    | 3 |
| NO <sub>2</sub>     | 57            | 57   | 100 | 0       | 0  | 0          | 0 | 0    | 0 |
| CO (8 horas)        | 82            | 82   | 100 | 0       | 0  | 0          | 0 | 0    | 0 |
| <b>Índice Geral</b> | 84            | 31   | 37  | 46      | 55 | 5          | 6 | 2    | 2 |

### 5.1. Partículas Inaláveis (PI)

O padrão diário ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) não foi ultrapassado em nenhum dos dias de monitoramento (vide Anexo 1). A média das concentrações de PI, neste período, foi de  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo o maior valor diário  $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e o menor  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Este monitoramento foi realizado no período de verão, época em que as condições meteorológicas são mais favoráveis à dispersão deste poluente. Ressalta-se que em estudos anteriores<sup>1,2,4</sup> foram observadas ultrapassagens do padrão diário no período de inverno.

### 5.2. Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

O padrão diário ( $365 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentração) não foi ultrapassado (vide Anexo 2), e o máximo valor observado,  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , é um valor bastante baixo se comparado ao padrão.

Em estudos anteriores realizados no período de inverno<sup>2,4</sup> os valores encontrados também estiveram abaixo do padrão diário, como, aliás, ocorre em todas as estações que compõem a rede de medição da CETESB.

### 5.3. Monóxido de Carbono (CO)

Quanto ao CO, não houve ultrapassagem dos padrões de 1 h e 8 h (35 ppm e 9 ppm, respectivamente). O valor máximo de 1h foi de 4,3 ppm e o valor máximo da média de 8h foi de 3,1 ppm (vide Anexo 3). Os dados obtidos estão de acordo com o previsto, uma vez que, no município, a frota circulante de veículos automotores é reduzida.

### 5.4. Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

Também neste caso, não houve ultrapassagem do seu padrão primário ( $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). No caso, o máximo valor encontrado foi de  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor este bem abaixo do padrão (vide Anexo 5). Também no caso do NO<sub>2</sub>, espera-se valores mais altos de concentração no período de inverno.

### 5.5. Ozônio (O<sub>3</sub>)

Dentre os poluentes monitorados, o O<sub>3</sub> se destacou não só pelo número de dias em que violou o padrão horário de  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (7 dias), mas também pelas concentrações alcançadas, que atingiram a qualidade Má ( $\geq 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) por 2 dias (3% dos dias monitorados). O valor máximo encontrado foi de  $212 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , no dia 21/02/98, às 15h (vide Anexo 4). A tabela 5 mostra os dias em que houve ultrapassagem do padrão de O<sub>3</sub>, o horário e as concentrações máximas observadas. Em 42% dos dias a qualidade do ar por O<sub>3</sub> em Ribeirão Pires esteve Boa.

TABELA 5 - Ultrapassagens do Padrão de O<sub>3</sub> ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

| DIA             | HORA | O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|-----------------|------|---|
| 24 de dezembro  | 13   | 162   |
| 29 de dezembro  | 15   | 202   |
| 22 de janeiro   | 13   | 175   |
| 23 de janeiro   | 13   | 169   |
| 20 de fevereiro | 14   | 186   |
| 21 de fevereiro | 15   | 212   |
| 06 de março     | 14   | 161   |

Estudos publicados sobre a ocorrência de O<sub>3</sub> na atmosfera mostram que normalmente as maiores concentrações não ocorrem em regiões centrais das grandes metrópoles (áreas onde se emite a maior parte dos óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos, denominados precursores), mas sim nas regiões suburbanas desses grandes centros. O transporte de O<sub>3</sub>, em escala urbana, foi verificado em várias cidades dos Estados Unidos, através de medições efetuadas em várias cidades deste país. Em dias com ventos de velocidade variadas, verificou-se que concentrações máximas de O<sub>3</sub> ocorreram a uma distância de até 136 km da área de emissão de seus precursores, já em dias de estagnação, com grandes períodos de calmaria, concentrações altíssimas de O<sub>3</sub> foram alcançadas entre 15 e 25 km de distância do centro da área de maior emissão de precursores<sup>8</sup>.

A explicação é fundamentada em dois fatores: a destruição do O<sub>3</sub> na região central devido à emissão contínua de NO, e o transporte da massa de ar contendo NO<sub>2</sub> e hidrocarbonetos para outros locais. Medições efetuadas pela CETESB têm mostrado que altas concentrações desse poluente são encontrados em diversas áreas no entorno da RMSP, como é o caso do município de Ribeirão Pires. Para comparação foram levantadas as condições de O<sub>3</sub> em outras estações de monitoração da CETESB, dentro do período em que foi realizado o monitoramento da qualidade do ar em Ribeirão Pires.

No dia 24/12/97, em Ribeirão Pires a qualidade do ar esteve Inadequada por ozônio, bem como a estação da CETESB em Mauá também apresentou qualidade do ar Inadequada. Neste dia, no município de São Paulo, 3 estações (Ibirapuera, Moóca e São Miguel Paulista) apresentaram qualidade do ar classificada como Má por ozônio.

Os dias 29/12/97 e 21/02/98 foram os mais críticos, ultrapassando o nível de atenção de 200µg/m<sup>3</sup>, observado também na estação Mauá.

Os resultados mostraram que dos sete dias em que houve ultrapassagem do padrão em Ribeirão Pires, em quatro deles (29/12/97, 20/02/98, 21/02/98 e 06/03/98) houve também a ultrapassagem do padrão de ozônio em Mauá, estação esta que apresentou quinze dias de ultrapassagem do padrão por ozônio no mesmo período.

### 5.6. Aspectos Meteorológicos

Na análise do vento nos dias em que houve ultrapassagem do padrão por O<sub>3</sub> (tabela 6), identificou-se que os altos valores ocorreram principalmente quando o vento soprou predominantemente da direção NE a NW, ou seja, provenientes do aglomerado urbano na Região Metropolitana de São Paulo. Esta análise do vento foi feita desde às 6h da manhã, pois, a partir deste horário há um aumento significativo na emissão de precursores do O<sub>3</sub>, até o horário de máxima concentração.

TABELA 6 - Vento Observado nos Dias em que Houve Ultrapassagem do Padrão

| Dia             | Período (hora) | Dir. Predominante | Vel. Média (m/s) |
|-----------------|----------------|-------------------|------------------|
| 24 de dezembro  | 06 - 13        | Variável          | 1,1              |
| 29 de dezembro  | 06 - 15        | N a NW            | 1,8              |
| 22 de janeiro   | 06 - 13        | NE a NW           | 1,7              |
| 23 de janeiro   | 06 - 13        | NE a NW           | 1,9              |
| 20 de fevereiro | 06 - 14        | NE a NW           | 1,2              |
| 21 de fevereiro | 06 - 15        | NE a NW           | 1,4              |
| 06 de março     | 06 - 14        | NE a NW           | 1,6              |

## 6. CONCLUSÃO

Durante o período de estudo e considerando os poluentes analisados, foram constatadas sete ultrapassagens do padrão de ozônio, sendo que em dois desses dias a qualidade do ar em Ribeirão Pires esteve Má por  $O_3$ . Os demais poluentes apresentaram valores de concentração significativamente abaixo dos padrões legais. É oportuno ressaltar que o monitoramento foi efetuado no período de verão, época na qual os níveis de concentração da maioria dos poluentes monitorados são mais baixos que na época de inverno, com exceção do ozônio, que apresenta episódios de alta concentração tanto no verão como no inverno.

Em relação ao  $O_3$ , verificando-se a direção predominante do vento, nos dias em que ocorreram ultrapassagens do padrão, foi observado que as altas concentrações de ozônio podem ser explicadas como resultado da contribuição do ozônio formado e dos precursores emitidos na RMSP, que em função das trajetórias das massas de ar, foram transportadas até Ribeirão Pires. Dessa forma, a ocorrência de episódios de altas concentrações de ozônio é um problema de escala regional, onde as fontes de emissão dos precursores estão principalmente fora do município.

Cabe salientar ainda que o pólo petroquímico, localizado em Santo André/Mauá, deve ser importante emissor de poluentes primários, tanto devido a queima de combustíveis como por evaporação de produtos petroquímicos, contribuindo dessa forma para a formação do ozônio detectado no local. Essas emissões deverão ser objeto de levantamento e estudos mais aprofundados por parte da CETESB.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB. *Avaliação da Qualidade do Ar no Município de Ribeirão Pires - dezembro de 1984/janeiro de 1985 e julho/agosto de 1985*. São Paulo.
2. CETESB. *Avaliação da Qualidade do Ar no Município de Ribeirão Pires - julho a outubro de 1986*. São Paulo.
3. CETESB. *Avaliação da Qualidade do Ar no Município de Ribeirão Pires - julho a novembro de 1989*. São Paulo.
4. CETESB. *Avaliação da Qualidade do Ar no Município de Ribeirão Pires - agosto a setembro de 1995*. São Paulo.
5. Lei Estadual nº 997 e Decreto Estadual nº 8468, 1976.
6. Resolução CONAMA nº 003/90, de 28/06/90.
7. Environmental Protection Agency *Guidance for Air Quality Monitoring Network Design and Instrument Siting*. U.S.. Research Triangle Park, N.C. Guideline nº 1.2 - 012. 1975 (cf-3)
8. Frankhauser, R. K. *Ozone Levels in the Vicinity of 33 cities: APCA; 26, (08), 771, 1976.*

## **RELATÓRIO ELABORADO POR:**

Américo Tomio Meenochite  
Clarice Aico Muramoto  
Maria Lucia G. Guardani  
Masayuki Kuromoto

## **EQUIPE DE TRABALHO**

Setor de Amostragem e Análise do Ar  
Setor de Interpretação de Dados  
Setor de Meteorologia  
Setor de Telemetria

# ANEXOS

Anexo 1 – Dados diários de partículas inaláveis

| Data       | Média diária<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Data       | Média diária<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Data       | Média diária<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|------------|--|------------|--|------------|--|
| 04/12/1997 | 36   | 01/01/1998 | 45   | 29/01/1998 | 52   |
| 05/12/1997 | 58   | 02/01/1998 | 48   | 30/01/1998 | 48   |
| 06/12/1997 | 65   | 03/01/1998 | 34   | 31/01/1998 | 56   |
| 07/12/1997 | 65   | 04/01/1998 | 22   | 02/02/1998 | 48   |
| 08/12/1997 | 32   | 05/01/1998 | 30   | 03/02/1998 | 62   |
| 09/12/1997 | 52   | 06/01/1998 | 49   | 11/02/1998 | 13   |
| 10/12/1997 | 52   | 07/01/1998 | 31   | 12/02/1998 | 10   |
| 11/12/1997 | 51   | 08/01/1998 | 20   | 13/02/1998 | 14   |
| 12/12/1997 | 65   | 09/01/1998 | 14   | 18/02/1998 | 49   |
| 13/12/1997 | 37   | 10/01/1998 | 24   | 19/02/1998 | 60   |
| 14/12/1997 | 24   | 11/01/1998 | 39   | 20/02/1998 | 60   |
| 15/12/1997 | 25   | 12/01/1998 | 61   | 21/02/1998 | 88   |
| 16/12/1997 | 45   | 13/01/1998 | 56   | 22/02/1998 | 65   |
| 17/12/1997 | 22   | 14/01/1998 | 61   | 23/02/1998 | 34   |
| 18/12/1997 | 41   | 15/01/1998 | 51   | 24/02/1998 | 26   |
| 19/12/1997 | 39   | 16/01/1998 | 40   | 25/02/1998 | 27   |
| 20/12/1997 | 35   | 17/01/1998 | 29   | 26/02/1998 | 25   |
| 21/12/1997 | 36   | 18/01/1998 | 41   | 27/02/1998 | 41   |
| 22/12/1997 | 44   | 19/01/1998 | 54   | 03/03/1998 | 35   |
| 23/12/1997 | 54   | 20/01/1998 | 49   | 04/03/1998 | 56   |
| 24/12/1997 | 51   | 21/01/1998 | 47   | 05/03/1998 | 53   |
| 25/12/1997 | 44   | 22/01/1998 | 59   | 06/03/1998 | 71   |
| 26/12/1997 | 53   | 23/01/1998 | 66   | 11/03/1998 | 43   |
| 27/12/1997 | 40   | 24/01/1998 | 42   | 12/03/1998 | 21   |
| 28/12/1997 | 35   | 25/01/1998 | 46   | 13/03/1998 | 34   |
| 29/12/1997 | 37   | 26/01/1998 | 60   | 14/03/1998 | 39   |
| 30/12/1997 | 40   | 27/01/1998 | 96   | 25/03/1998 | 23   |
| 31/12/1997 | 38   | 28/01/1998 | 53   | 26/03/1998 | 37   |

Média                    44  
Máxima                 96  
Mínima                 10

Anexo 2 – Dados diários de dióxido de enxofre

| Data       | Média diária<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Data       | Média diária<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Data       | Média diária<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|------------|--|------------|--|------------|--|
| 04/12/1997 | 0,0  | 09/01/1998 | 0,1  | 03/02/1998 | 8,4  |
| 05/12/1997 | 5,6  | 10/01/1998 | 1,7  | 11/02/1998 | 0,0  |
| 06/12/1997 | 6,7  | 11/01/1998 | 2,5  | 12/02/1998 | 0,0  |
| 07/12/1997 | 7,2  | 12/01/1998 | 6,3  | 13/02/1998 | 0,9  |
| 19/12/1997 | 0,0  | 13/01/1998 | 4,4  | 18/02/1998 | 8,8  |
| 20/12/1997 | 0,0  | 14/01/1998 | 7,3  | 19/02/1998 | 1,1  |
| 21/12/1997 | 0,1  | 15/01/1998 | 3,6  | 20/02/1998 | 1,9  |
| 22/12/1997 | 0,0  | 16/01/1998 | 2,4  | 21/02/1998 | 5,5  |
| 23/12/1997 | 0,0  | 17/01/1998 | 1,3  | 22/02/1998 | 3,8  |
| 24/12/1997 | 1,4  | 18/01/1998 | 6,5  | 23/02/1998 | 0,5  |
| 25/12/1997 | 0,2  | 19/01/1998 | 1,1  | 24/02/1998 | 0,9  |
| 26/12/1997 | 0,9  | 20/01/1998 | 1,8  | 25/02/1998 | 1,1  |
| 27/12/1997 | 0,0  | 21/01/1998 | 4,6  | 26/02/1998 | 1,8  |
| 28/12/1997 | 0,2  | 22/01/1998 | 7,3  | 03/03/1998 | 2,8  |
| 29/12/1997 | 1,5  | 23/01/1998 | 4,5  | 04/03/1998 | 5,5  |
| 30/12/1997 | 0,1  | 24/01/1998 | 2,0  | 05/03/1998 | 3,3  |
| 31/12/1997 | 3,9  | 25/01/1998 | 2,6  | 06/03/1998 | 7,6  |
| 01/01/1998 | 0,4  | 26/01/1998 | 4,6  | 11/03/1998 | 5,7  |
| 02/01/1998 | 3,8  | 27/01/1998 | 3,4  | 12/03/1998 | 2,2  |
| 03/01/1998 | 6,1  | 28/01/1998 | 4,4  | 13/03/1998 | 2,9  |
| 04/01/1998 | 0,2  | 29/01/1998 | 3,5  | 14/03/1998 | 3,3  |
| 05/01/1998 | 0,6  | 30/01/1998 | 4,2  |            |  |
| 06/01/1998 | 1,7  | 31/01/1998 | 5,1  |            |  |
| 07/01/1998 | 0,3  | 01/02/1998 | 1,3  |            |  |
| 08/01/1998 | 0,0  | 02/02/1998 | 5,5  |            |  |

Média 2,8  
Máxima 8,8  
Mínima 0

Anexo 3 – Dados diários de monóxido de carbono

| Data       | Hora  | áxima 8 hora<br>(ppm) | Data       | Hora  | Máxima 8 horas<br>(ppm) |
|------------|-------|-----------------------|------------|-------|-------------------------|
| 04/12/1997 | 24:00 | 1,2                   | 18/01/1998 | 01:00 | 1,3                     |
| 05/12/1997 | 24:00 | 1,6                   | 19/01/1998 | 15:00 | 1,1                     |
| 06/12/1997 | 01:00 | 1,7                   | 20/01/1998 | 22:00 | 1,2                     |
| 07/12/1997 | 24:00 | 2,0                   | 21/01/1998 | 22:00 | 1,0                     |
| 13/12/1997 | 23:00 | 1,7                   | 22/01/1998 | 21:00 | 1,3                     |
| 14/12/1997 | 01:00 | 1,5                   | 23/01/1998 | 24:00 | 1,2                     |
| 15/12/1997 | 24:00 | 1,9                   | 24/01/1998 | 24:00 | 1,4                     |
| 16/12/1997 | 03:00 | 2,0                   | 25/01/1998 | 01:00 | 1,4                     |
| 17/12/1997 | 20:00 | 0,7                   | 26/01/1998 | 22:00 | 1,3                     |
| 18/12/1997 | 19:00 | 1,1                   | 27/01/1998 | 24:00 | 1,3                     |
| 19/12/1997 | 21:00 | 1,2                   | 28/01/1998 | 19:00 | 1,5                     |
| 20/12/1997 | 20:00 | 1,1                   | 29/01/1998 | 02:00 | 1,5                     |
| 21/12/1997 | 24:00 | 1,6                   | 30/01/1998 | 24:00 | 1,1                     |
| 22/12/1997 | 01:00 | 1,6                   | 31/01/1998 | 24:00 | 1,7                     |
| 23/12/1997 | 24:00 | 1,9                   | 01/02/1998 | 02:00 | 1,7                     |
| 24/12/1997 | 01:00 | 1,9                   | 02/02/1998 | 20:00 | 1,1                     |
| 25/12/1997 | 01:00 | 0,8                   | 03/02/1998 | 01:00 | 1,0                     |
| 26/12/1997 | 23:00 | 1,1                   | 11/02/1998 | 01:00 | 1,9                     |
| 27/12/1997 | 24:00 | 0,9                   | 12/02/1998 | 17:00 | 0,8                     |
| 28/12/1997 | 24:00 | 1,0                   | 13/02/1998 | 17:00 | 1,4                     |
| 29/12/1997 | 23:00 | 1,5                   | 18/02/1998 | 22:00 | 1,6                     |
| 30/12/1997 | 23:00 | 1,7                   | 19/02/1998 | 23:00 | 1,6                     |
| 31/12/1997 | 01:00 | 1,6                   | 20/02/1998 | 23:00 | 2,0                     |
| 01/01/1998 | 21:00 | 0,8                   | 21/02/1998 | 01:00 | 2,0                     |
| 02/01/1998 | 24:00 | 1,7                   | 22/02/1998 | 01:00 | 1,5                     |
| 03/01/1998 | 01:00 | 1,7                   | 23/02/1998 | 21:00 | 0,7                     |
| 04/01/1998 | 02:00 | 0,8                   | 24/02/1998 | 24:00 | 1,3                     |
| 05/01/1998 | 19:00 | 0,9                   | 25/02/1998 | 01:00 | 1,4                     |
| 06/01/1998 | 24:00 | 1,7                   | 26/02/1998 | 22:00 | 1,3                     |
| 07/01/1998 | 01:00 | 1,7                   | 03/03/1998 | 21:00 | 1,8                     |
| 08/01/1998 | 18:00 | 1,3                   | 04/03/1998 | 23:00 | 2,2                     |
| 09/01/1998 | 17:00 | 0,9                   | 05/03/1998 | 02:00 | 2,2                     |
| 10/01/1998 | 24:00 | 0,9                   | 06/03/1998 | 01:00 | 1,7                     |
| 11/01/1998 | 21:00 | 1,0                   | 11/03/1998 | 01:00 | 3,1                     |
| 12/01/1998 | 22:00 | 1,4                   | 12/03/1998 | 16:00 | 1,1                     |
| 13/01/1998 | 24:00 | 1,4                   | 13/03/1998 | 21:00 | 1,0                     |
| 14/01/1998 | 24:00 | 1,7                   | 14/03/1998 | 18:00 | 1,1                     |
| 15/01/1998 | 23:00 | 1,8                   | 25/03/1998 | 15:00 | 1,5                     |
| 16/01/1998 | 01:00 | 1,6                   | 26/03/1998 | 19:00 | 1,1                     |
| 17/01/1998 | 24:00 | 1,3                   |            |       |                         |
| Média      |       | 1,4                   |            |       |                         |
| Máxima     |       | 3,1                   |            |       |                         |
| Mínima     |       | 0,7                   |            |       |                         |

Anexo 4 – Dados diários de ozônio

| Data       | Hora  | Máxima diária<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Data       | Hora  | Máxima diária<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|------------|-------|---|------------|-------|---|
| 04/12/1997 | 17:00 | 78  | 18/01/1998 | 17:00 | 144   |
| 05/12/1997 | 15:00 | 158   | 19/01/1998 | 14:00 | 78  |
| 06/12/1997 | 14:00 | 118   | 20/01/1998 | 14:00 | 96  |
| 07/12/1997 | 14:00 | 125   | 21/01/1998 | 14:00 | 124   |
| 13/12/1997 | 12:00 | 114   | 22/01/1998 | 13:00 | 175   |
| 14/12/1997 | 14:00 | 65  | 23/01/1998 | 13:00 | 169   |
| 15/12/1997 | 15:00 | 53  | 24/01/1998 | 17:00 | 96  |
| 16/12/1997 | 14:00 | 64  | 25/01/1998 | 13:00 | 80  |
| 17/12/1997 | 11:00 | 36  | 26/01/1998 | 16:00 | 122   |
| 18/12/1997 | 16:00 | 38  | 27/01/1998 | 12:00 | 121   |
| 19/12/1997 | 13:00 | 102   | 28/01/1998 | 15:00 | 152   |
| 20/12/1997 | 15:00 | 109   | 29/01/1998 | 14:00 | 77  |
| 21/12/1997 | 17:00 | 147   | 30/01/1998 | 16:00 | 99  |
| 22/12/1997 | 15:00 | 119   | 31/01/1998 | 18:00 | 80  |
| 23/12/1997 | 14:00 | 122   | 01/02/1998 | 17:00 | 94  |
| 24/12/1997 | 13:00 | 162   | 02/02/1998 | 17:00 | 112   |
| 25/12/1997 | 13:00 | 58  | 03/02/1998 | 15:00 | 67  |
| 26/12/1997 | 16:00 | 146   | 11/02/1998 | 05:00 | 24  |
| 27/12/1997 | 17:00 | 121   | 12/02/1998 | 06:00 | 31  |
| 28/12/1997 | 13:00 | 85  | 13/02/1998 | 02:00 | 28  |
| 29/12/1997 | 15:00 | 202   | 18/02/1998 | 13:00 | 111   |
| 30/12/1997 | 16:00 | 119   | 19/02/1998 | 13:00 | 130   |
| 31/12/1997 | 13:00 | 131   | 20/02/1998 | 14:00 | 186   |
| 01/01/1998 | 18:00 | 62  | 21/02/1998 | 15:00 | 212   |
| 02/01/1998 | 18:00 | 119   | 22/02/1998 | 11:00 | 76  |
| 03/01/1998 | 14:00 | 73  | 23/02/1998 | 15:00 | 69  |
| 04/01/1998 | 14:00 | 41  | 24/02/1998 | 16:00 | 64  |
| 05/01/1998 | 14:00 | 52  | 25/02/1998 | 14:00 | 63  |
| 06/01/1998 | 12:00 | 121   | 26/02/1998 | 16:00 | 52  |
| 07/01/1998 | 13:00 | 107   | 03/03/1998 | 14:00 | 119   |
| 08/01/1998 | 03:00 | 38  | 04/03/1998 | 15:00 | 109   |
| 09/01/1998 | 01:00 | 33  | 05/03/1998 | 14:00 | 109   |
| 10/01/1998 | 14:00 | 30  | 06/03/1998 | 14:00 | 161   |
| 11/01/1998 | 15:00 | 51  | 11/03/1998 | 14:00 | 61  |
| 12/01/1998 | 17:00 | 114   | 12/03/1998 | 13:00 | 28  |
| 13/01/1998 | 16:00 | 118   | 13/03/1998 | 14:00 | 60  |
| 14/01/1998 | 16:00 | 113   | 14/03/1998 | 14:00 | 102   |
| 15/01/1998 | 12:00 | 108   | 25/03/1998 | 22:00 | 34  |
| 16/01/1998 | 16:00 | 86  | 26/03/1998 | 12:00 | 47  |
| 17/01/1998 | 17:00 | 87  |            |       |   |

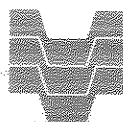
Média 96  
Máxima 212  
Mínima 24

Anexo 5 – Dados diários de dióxido de nitrogênio

| Data       | Hora  | Máxima diária<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Data       | Hora  | Máxima diária<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|------------|-------|---|------------|-------|---|
| 17/12/1997 | 07:00 | 29  | 17/01/1998 | 23:00 | 40  |
| 19/12/1997 | 16:00 | 50  | 18/01/1998 | 20:00 | 44  |
| 20/12/1997 | 18:00 | 40  | 19/01/1998 | 08:00 | 39  |
| 21/12/1997 | 22:00 | 62  | 20/01/1998 | 21:00 | 43  |
| 22/12/1997 | 19:00 | 54  | 21/01/1998 | 15:00 | 32  |
| 23/12/1997 | 22:00 | 75  | 22/01/1998 | 22:00 | 53  |
| 24/12/1997 | 09:00 | 45  | 23/01/1998 | 01:00 | 42  |
| 25/12/1997 | 02:00 | 23  | 24/01/1998 | 23:00 | 50  |
| 26/12/1997 | 16:00 | 33  | 25/01/1998 | 19:00 | 41  |
| 27/12/1997 | 23:00 | 29  | 26/01/1998 | 18:00 | 37  |
| 28/12/1997 | 17:00 | 35  | 27/01/1998 | 19:00 | 50  |
| 29/12/1997 | 16:00 | 50  | 28/01/1998 | 11:00 | 64  |
| 30/12/1997 | 21:00 | 73  | 29/01/1998 | 01:00 | 52  |
| 31/12/1997 | 11:00 | 36  | 30/01/1998 | 24:00 | 42  |
| 01/01/1998 | 15:00 | 28  | 31/01/1998 | 22:00 | 65  |
| 02/01/1998 | 23:00 | 60  | 01/02/1998 | 21:00 | 39  |
| 03/01/1998 | 07:00 | 33  | 02/02/1998 | 09:00 | 36  |
| 04/01/1998 | 04:00 | 20  | 03/02/1998 | 05:00 | 35  |
| 05/01/1998 | 13:00 | 17  | 13/02/1998 | 09:00 | 45  |
| 06/01/1998 | 15:00 | 53  | 20/02/1998 | 21:00 | 57  |
| 07/01/1998 | 14:00 | 44  | 21/02/1998 | 11:00 | 75  |
| 08/01/1998 | 18:00 | 32  | 22/02/1998 | 14:00 | 35  |
| 09/01/1998 | 11:00 | 24  | 23/02/1998 | 07:00 | 33  |
| 10/01/1998 | 08:00 | 27  | 24/02/1998 | 21:00 | 39  |
| 11/01/1998 | 18:00 | 26  | 25/02/1998 | 17:00 | 35  |
| 12/01/1998 | 18:00 | 66  | 26/02/1998 | 19:00 | 48  |
| 13/01/1998 | 20:00 | 71  | 05/03/1998 | 21:00 | 58  |
| 14/01/1998 | 20:00 | 72  | 06/03/1998 | 14:00 | 44  |
| 15/01/1998 | 10:00 | 69  |            |       |   |
| 16/01/1998 | 11:00 | 62  |            |       |   |

Média 45  
Máxima 75  
Mínima 17

Data Acquis.: 13/12/09  
Indic.:  
Internet:  
13/12/09



**CETESB**

**Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**

Fone: (011) 3030-6000 - Fax: (011) 3030-6402

Telex: 1183053 CETS - BR - CEP 05489-900

São Paulo - SP - Brasil