

DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E ENGENHARIA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL

DIVISÃO DE QUALIDADE DO AR

Monitoramento da Qualidade do Ar

em Jundiaí – SP

maio/2001 a março/2002

setembro - 2002

SUMÁRIO

A CETESB efetuou monitoramento da qualidade do ar no município de Jundiaí, através de uma estação móvel, no período de 07/05/2001 a 31/03/2002. Este relatório apresenta os resultados obtidos durante todo o período de monitoramento comparando-os com os padrões legais de qualidade do ar.

Alguns dos poluentes monitorados (SO_2 e CO) apresentaram concentrações bem abaixo dos padrões de qualidade do ar. Apesar disso, as concentrações de partículas inaláveis (MP_{10}) e ozônio (O_3) mostraram haver uma degradação da qualidade do ar referente a esses poluentes.

As concentrações de MP_{10} ultrapassaram o padrão de 24 horas no dia 10/05/2001. Quanto ao padrão por ozônio, este foi excedido em 22 dias, atingindo, inclusive, a qualidade “Má”.

1. INTRODUÇÃO

O município de Jundiaí está localizado numa altitude média de 762 metros a aproximadamente 45km ao norte do município de São Paulo e a 40km de Campinas, o segundo pólo de desenvolvimento econômico do estado. Com uma população aproximada de 320 mil habitantes é considerada hoje, a oitava economia e a terceira melhor renda do Estado de São Paulo. Possui um cinturão verde que compreende 50% da área total do município, sendo que 20% corresponde a Serra do Japi, área de preservação ambiental tombada pelo Governo do Estado.

Seu parque industrial possui uma localização privilegiada, próximo aos principais centros consumidores do país, com cerca de 500 indústrias, onde se destacam os setores químico, embalagens, autopeças, metal, mecânico, alimentos, vestuário, cerâmica e outros. A presença destas potenciais fontes de poluição do ar, aliado a observância cada vez maior dos chamados oxidantes fotoquímicos, que tem como propriedade serem transportados para longas distâncias de seu local original de formação, levou a CETESB a fazer o monitoramento na região.

A CETESB, através de sua estação móvel, já realizou anteriormente campanhas para avaliação da qualidade do ar no município. Foram realizadas medições em 1990⁽¹⁾ e 1991⁽²⁾, tendo sido observado ultrapassagens do padrão de qualidade do ar para o poluente ozônio, no estudo realizado em 1990.

A figura 1 mostra a localização do município de Jundiaí em relação ao município de São Paulo.

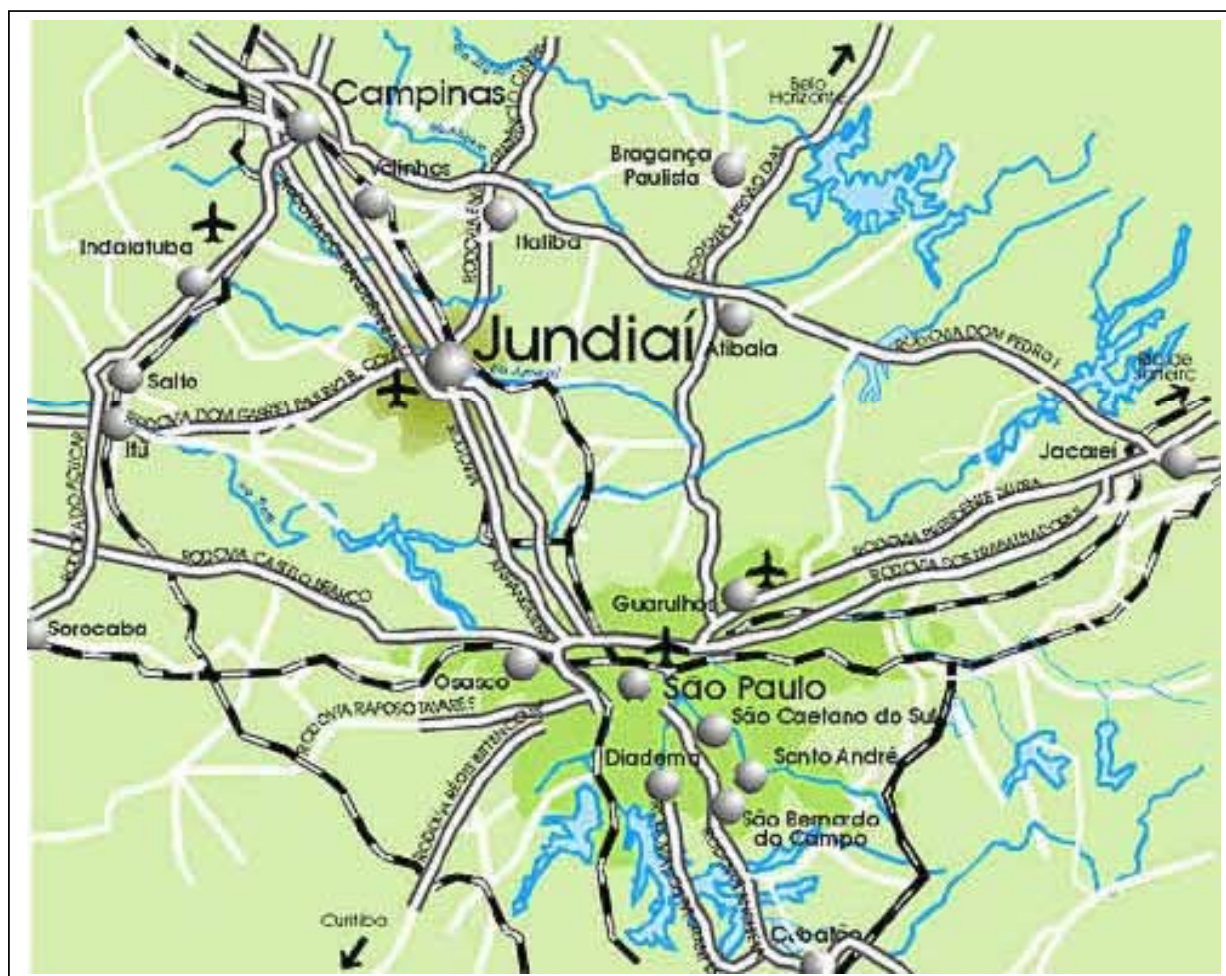


Figura 1 – Localização do município de Jundiaí.

2. DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS MONITORADOS

Partículas Inaláveis (MP₁₀)

Um modo simples de definir as partículas inaláveis é classificar todas aquelas com tamanho menor que 10 µm. Essas partículas caracterizam-se por penetrar nas vias respiratórias (quanto menor, mais profundamente penetram) e, 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.

Dióxido de Enxofre (SO₂)

O dióxido de enxofre é emitido basicamente pela 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 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 do homem. 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 a partir das combustões. Em grandes centros urbanos, os veículos geralmente são os principais responsáveis pela emissão dos óxidos de nitrogênio. O NO, sob a ação da luz solar se transforma em NO₂ e tem papel importante na formação dos oxidantes fotoquímicos como o O₃. O NO₂ 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.

Ozônio (O₃)

O ozônio não é um poluente emitido diretamente por qualquer fonte, mas formado na atmosfera, através da reação entre compostos orgânicos voláteis em presença de luz solar. Por não ser emitido diretamente pelas fontes, é denominado poluente secundário. A literatura especializada descreve a presença de altas concentrações de ozônio em distâncias significativas das fontes de emissão de seus precursores. A constatação de O₃ 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 O₃.

Parâmetros Meteorológicos

As concentrações dos poluentes são diretamente influenciadas pelas condições meteorológicas observadas no período. Parâmetros como direção e velocidade do vento, altura de inversão térmica, turbulência atmosférica, umidade, e outros, são sabidamente importantes nas condições locais que determinam os níveis medidos de concentração dos poluentes. Altos níveis de concentração em uma determinada estação de monitoramento podem ocorrer não só pela condição local desfavorável à dispersão, como pelo transporte de poluentes de regiões vizinhas.

No caso dos oxidantes, como o ozônio, além do efeito do transporte, são fundamentais também as informações de radiação solar incidente, uma vez que a formação do ozônio ocorre por processo fotoquímico, ou seja, na presença de luz solar.

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⁽³⁾ e da Resolução CONAMA nº 03, de 28/06/90⁽⁴⁾. 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) 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 nacionais 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 Primário (µg/m ³)	Padrão Secundário (µg/m ³)	Atenção (µg/m ³)	Alerta (µg/m ³)	Emergência (µg/m ³)
PTS	24 horas ¹	240	150	375	625	875
	MGA ²	80	60			
MP ₁₀	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	320	190	1.130	2.260	3.000
	MAA ³	100	100			
CO	1 hora ¹	40.000 (35ppm)	40.000 (35ppm)	15	30	40
	8 horas ¹	10.000 (9ppm)	10.000 (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

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, obtido através de uma função relacionada à concentração de poluentes. O índice é um número adimensional e é 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	abaixo do padrão anual*
51 - 100	Regular	abaixo do padrão primário
101 - 199	Inadequada	acima do padrão primário
200 - 299	Má	acima do nível de atenção
300 - 399	Péssima	acima do nível de alerta
> 400	Crítica	acima do nível de emergência

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

A classificação “Boa” e “Regular”. identificam a 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 07/05/2001 a 31/03/2002.

4.2 Local do Monitoramento

O local escolhido para instalação da estação móvel foi o pátio do estacionamento do Hospital Pitangueiras, mesmo local utilizado no monitoramento efetuado em 1990.



Figura 2 – Localização da estação móvel amostragem

● Local de

4.3 Aquisição dos Dados

O monitoramento da qualidade do ar em Jundiaí foi efetuado através de uma estação móvel da rede automática da CETESB. Para cada poluente avaliado, foi utilizado um equipamento automático específico, que coletou a amostra de ar e analisou o poluente em questão. Os dados gerados pelos monitores foram armazenados em um microcomputador da própria estação, sendo então transferidos para a estação central da rede telemétrica, onde foram processados e validados.

4.4 Poluentes Amostrados e Métodos de Medição

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

TABELA 3 - POLUENTES E MÉTODOS DE MEDIÇÃO

Poluente	Método de Medição
Partículas inaláveis (MP ₁₀)	Absorção de radiação Beta
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Fluorescência
Monóxido de Carbono (CO)	Infra vermelho não dispersivo (GFC)
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Quimiluminescência
Ozônio (O ₃)	Fotométrico com radiação ultravioleta

4.5 Parâmetros Meteorológicos

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

A figura 3 mostra a Rosa de Ventos do período amostrado. Pode-se observar que a predominância dos ventos é de Sul-Sudeste, ou seja, indo para Norte-Noroeste e Noroeste.

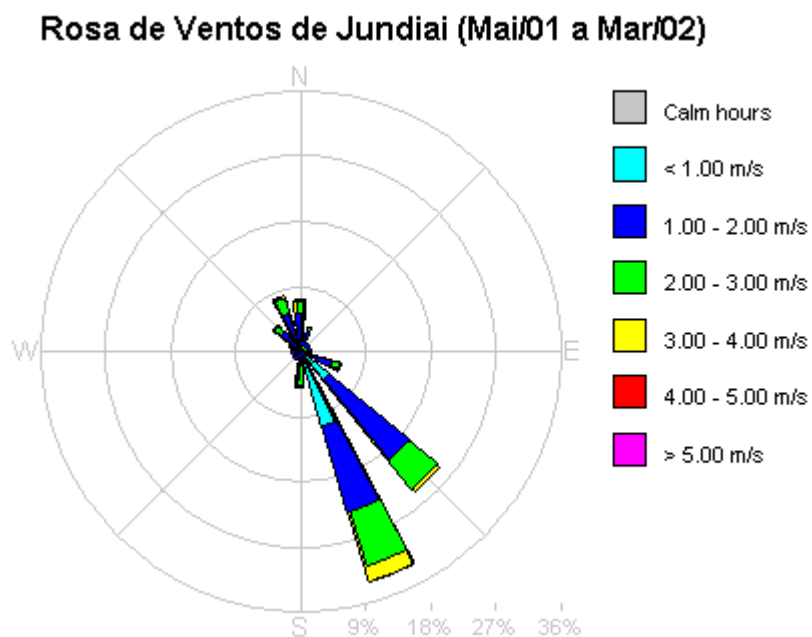


Figura 3 – Rosa de Ventos

5. RESULTADOS

A tabela 4 apresenta as concentrações dos poluentes monitorados obtidas diariamente. Deve-se observar que nessa tabela estão respeitados os períodos de medição estabelecidos pelos padrões de qualidade do ar (vide tabela 1). Por exemplo: o dado diário de O₃ é representado pelo maior valor horário do dia, enquanto para a MP₁₀ é feita uma média das 24 horas.

A partir dos dados diários da tabela 4 e da estrutura dos índices conforme tabela 2, elaborou-se a tabela 5, que mostra o número de dias monitorados para cada poluente e a frequência (número de dias) dos índices de qualidade do ar observados no período.

**TABELA 4 – CONCENTRAÇÕES DIÁRIAS OBTIDAS EM JUNDIAÍ
PERÍODO DE 07/05/01 A 31/03/02.**

Data	Partículas Inaláveis	Dióxido de Enxofre	Monóxido de Carbono		Ozônio		Dióxido de nitrogênio	
	Média diária (µg/m ³)	Média diária (µg/m ³)	Máx. de 8 horas ppm	Hora	Máxima diária (µg/m ³)	Hora	Máxima diária (µg/m ³)	Hora
07-mai-01			0,8	22:00	49	16:00		
08-mai-01	66	34	0,8	01:00	106	16:00		
09-mai-01	107	45	1,3	24:00	97	15:00		
10-mai-01	161	54	2,2	24:00	101	15:00		
11-mai-01	136	43	2,2	01:00	21	13:00		
12-mai-01	66	18	1,2	24:00	35	14:00		
13-mai-01	26	14	1,3	01:00	37	15:00		
14-mai-01	47	17	0,6	21:00	34	14:00		
15-mai-01	53	15	0,5	01:00	40	13:00		
16-mai-01		20	1,5	23:00	16	13:00		
17-mai-01		2	1,4	01:00	30	17:00		
18-mai-01		7	1,2	24:00	55	15:00		
19-mai-01		22	1,5	07:00	111	16:00		
20-mai-01		4	0,6	01:00	65	16:00		
21-mai-01		13	1,2	24:00	55	15:00		
22-mai-01		14	1,3	10:00	50	13:00		
23-mai-01		11	1,1	10:00	58	14:00		
24-mai-01		4	1,0	01:00	67	15:00		
25-mai-01		8	0,8	24:00	60	14:00		
26-mai-01			0,8	01:00	64	14:00		
27-mai-01			2,1	24:00	19	15:00		
28-mai-01	40	11	2,4	02:00	40	13:00		
29-mai-01	43	20	2,4	01:00	56	13:00		
30-mai-01	40	13	1,6	01:00	72	16:00		
31-mai-01	49	18	1,2	02:00	92	15:00		
01-jun-01	50	14	2,1	10:00	79	16:00		
02-jun-01	41	12			87	15:00		
03-jun-01	36	8			63	11:00		
04-jun-01	45	11			89	16:00		
05-jun-01	51	15			81	15:00		
06-jun-01	56	19			86	15:00		
07-jun-01	53	8	0,7	23:00	90	15:00		
08-jun-01	60	9	1,8	24:00	75	15:00		
09-jun-01	48	7	1,8	01:00	94	16:00		
10-jun-01	44	6	1,4	10:00	113	17:00		
11-jun-01	33	5	0,8	01:00	65	16:00		
12-jun-01	33	8	1,4	24:00	54	16:00		
13-jun-01	41	19	1,4	01:00	68	15:00		
14-jun-01	42	12	1,4	02:00	90	16:00		
15-jun-01	52	16	1,3	24:00	75	15:00		
16-jun-01	49	12	1,6	24:00	78	14:00		
17-jun-01	45	21	1,8	01:00	92	16:00		
18-jun-01	17	3	0,9	23:00				
19-jun-01	44	5	1,6	24:00	24	15:00		
20-jun-01	26	4	1,8	02:00	13	13:00		
21-jun-01	31	16	1,1	09:00	60	15:00		
22-jun-01	37	7	0,9	01:00	58	13:00		
23-jun-01	49	9	1,1	12:00	112	16:00		
24-jun-01	49	4	1,0	24:00	100	17:00		
25-jun-01	44	11	1,6	24:00	60	14:00		
26-jun-01	48	13	1,8	12:00	44	12:00		
27-jun-01	21	10	0,9	24:00	52	15:00		
28-jun-01	24	5	0,9	01:00	46	14:00		

Continuação Tabela 4

Data	Partículas Inaláveis	Dióxido de Enxofre	Monóxido de Carbono		Ozônio		Dióxido de nitrogênio	
	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máx. de 8 horas ppm	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hora
29-jun-01	26		0,9	01:00	50	14:00		
30-jun-01	31		1,2	24:00	85	16:00		
01-jul-01	48		1,5	07:00	2	02:00		
02-jul-01	59	12	1,5	12:00	109	16:00		
03-jul-01	65	16	1,6	12:00	139	14:00		
04-jul-01	73	17	1,5	01:00	132	16:00		
05-jul-01	64	15	1,6	12:00	101	15:00		
06-jul-01	42		0,8	24:00	112	16:00		
07-jul-01	49		0,9	01:00	97	13:00		
08-jul-01	38				66	14:00		
09-jul-01	42	6			78	16:00		
10-jul-01	64	14			94	15:00		
11-jul-01	70	14			84	16:00		
12-jul-01	19				46	01:00		
13-jul-01	24	4	0,6	24:00	51	15:00		
14-jul-01	40	5	1,3	24:00	79	16:00		
15-jul-01	41	7	1,8	09:00	99	17:00		
16-jul-01	60	14	1,9	10:00	93	15:00		
17-jul-01	57	15	1,5	01:00	77	16:00		
18-jul-01	70		1,8	11:00	76	16:00		
19-jul-01	67		2,2	24:00	71	14:00		
20-jul-01	82	9	2,3	01:00	80	14:00		
21-jul-01	63		2,3	09:00	84	16:00		
22-jul-01	14		1,2	01:00	37	14:00		
23-jul-01	17		0,5	22:00	45	03:00		
24-jul-01	38		1,1	24:00	41	14:00		
25-jul-01	41		1,4	24:00	78	15:00		
26-jul-01	53	8	2,5	24:00	39	15:00		
27-jul-01	32	6	2,6	01:00	69	14:00		
28-jul-01	12	1	0,7	24:00	26	14:00		
29-jul-01	16	2	0,7	01:00	55	16:00		
30-jul-01	33	8	1,0	24:00	76	15:00		
31-jul-01	41	10	1,2	09:00	101	16:00		
01-ago-01	48	12	1,3	11:00	130	16:00		
02-ago-01	43	21	1,7	10:00	89	15:00		
03-ago-01	49	17	1,4	24:00	96	15:00		
04-ago-01	54	21	1,7	09:00	88	14:00		
05-ago-01	57	20	1,9	09:00	143	17:00		
06-ago-01	50	13	0,9	02:00	118	17:00		
07-ago-01	57	17	1,4	10:00	136	15:00		
08-ago-01	65	18	1,4	14:00	144	15:00		
09-ago-01	62	14	1,3	24:00	131	17:00		
10-ago-01	58	13	1,4	01:00	122	17:00		
11-ago-01	32	4	0,7	01:00	118	16:00		
12-ago-01	31	4	0,7	24:00	103	17:00		
13-ago-01	38	9	0,7	10:00	79	16:00		
14-ago-01	51	13	0,9	10:00	89	16:00		
15-ago-01	50	12	0,9	24:00	112	15:00	117	20:00
16-ago-01	50	11	1,0	02:00	111	16:00	117	20:00
17-ago-01	50	12	1,0	02:00	94	15:00	94	19:00
18-ago-01	56	12	1,4	24:00	73	16:00	74	19:00
19-ago-01	42	9	1,5	02:00	60	15:00	62	20:00
20-ago-01	57	11	1,1	02:00	113	15:00	68	21:00
21-ago-01	43	7	0,7	21:00	112	15:00	65	19:00
22-ago-01	18	6	0,6	23:00	71	15:00	82	16:00
23-ago-01	22	12	1,6	23:00	45	11:00	70	19:00
24-ago-01	22	7	1,5	01:00	79	14:00	66	20:00
25-ago-01	30	11	1,4	09:00	107	15:00	100	19:00
26-ago-01	27	7	1,0	01:00	131	15:00	75	20:00
27-ago-01	36	18	1,7	23:00	88	12:00	104	16:00
28-ago-01	39	12	1,7	01:00	110	13:00	85	19:00
29-ago-01	34	13	2,0	24:00	45	03:00	62	18:00
30-ago-01	36	14	2,0	01:00	94	16:00	111	19:00
31-ago-01	42	19	1,9	01:00	129	14:00	123	21:00

Continuação Tabela 4

Data	Partículas Inaláveis	Dióxido de Enxofre	Monóxido de Carbono		Ozônio		Dióxido de nitrogênio	
	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máx. de 8 horas ppm	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hora
01-set-01	40	9	1,2	02:00	140	16:00	80	22:00
02-set-01	37	9	1,1	24:00	129	15:00	100	22:00
03-set-01	52	16	1,2	09:00	127	16:00	124	19:00
04-set-01	61	21	1,6	10:00	128	17:00	94	02:00
05-set-01	42	8	0,8	01:00	180	14:00	76	08:00
06-set-01	25	5	0,8	18:00	56	12:00	54	11:00
07-set-01	17	3	0,6	01:00	77	16:00	49	21:00
08-set-01	27	8	0,8	14:00	124	16:00	52	19:00
09-set-01	46	14	1,2	24:00	205	17:00	88	22:00
10-set-01	84	21	1,7	08:00	162	16:00	123	19:00
11-set-01	25	4	1,3	01:00	40	01:00	56	18:00
12-set-01	30	5	0,6	01:00	97	15:00	78	19:00
13-set-01	53	13	2,0	24:00	158	16:00	160	19:00
14-set-01	20	8	1,9	01:00	76	04:00	85	13:00
15-set-01	23	8	1,8	05:00	73	14:00	75	02:00
16-set-01	19	5	1,3	08:00	80	15:00	43	02:00
17-set-01	19	9	0,7	24:00	68	13:00	61	21:00
18-set-01	13	4	0,7	01:00	67	15:00	55	20:00
19-set-01	26	10	0,7	24:00	110	18:00	110	19:00
20-set-01	35	11	0,9	24:00	130	16:00	120	18:00
21-set-01	35	9	1,0	01:00	95	16:00	107	19:00
22-set-01	24	9	1,1	24:00	32	18:00	55	20:00
23-set-01	20	8	1,3	05:00	79	13:00	55	23:00
24-set-01	30	10	1,0	24:00	129	17:00	86	19:00
25-set-01	41	12	1,4	21:00	80	12:00	89	15:00
26-set-01	43	18	1,9	24:00	96	14:00	100	19:00
27-set-01	23	6	1,9	01:00	44	05:00	65	18:00
28-set-01	17	3	0,9	01:00	67	13:00	50	19:00
29-set-01	16	3	0,7	01:00	54	15:00	47	20:00
30-set-01	16	3	0,9	24:00	72	13:00	53	21:00
01-out-01	20	4	1,8	20:00	64	24:00	84	15:00
02-out-01	16	8	1,4	01:00	68	13:00	61	22:00
03-out-01	27	8	1,0	23:00	78	14:00	72	20:00
04-out-01	40	12	1,8	24:00	106	14:00	109	20:00
05-out-01	41	14	1,9	01:00	98	14:00	95	10:00
06-out-01	37	7	0,9	01:00	152	15:00	66	20:00
07-out-01	23	3	0,7	01:00	107	15:00	30	17:00
08-out-01	15	4	1,0	21:00	40	02:00	49	17:00
09-out-01	29	8	2,0	24:00	63	16:00	117	19:00
10-out-01	39	8	2,0	01:00	117	14:00	111	20:00
11-out-01	33	7	1,7	05:00	112	14:00	97	02:00
12-out-01	35	6	1,1	01:00	245	16:00	63	09:00
13-out-01	32	6	0,9	23:00	133	19:00	69	20:00
14-out-01	39	6	0,9	02:00	198	18:00	78	23:00
15-out-01	45	9	1,0	02:00	167	18:00	86	19:00
16-out-01	40	5	0,8	23:00	203	17:00	84	20:00
17-out-01	39	7	1,2	24:00	138	16:00	99	21:00
18-out-01	42	8	1,2	01:00	133	15:00	96	20:00
19-out-01	27	4	1,0	23:00	87	14:00	71	17:00
20-out-01	15	3	1,0	08:00	94	18:00	73	02:00
21-out-01	22	8	0,8	24:00	111	15:00	54	21:00
22-out-01	29	5	0,9	01:00	69	17:00	64	20:00
23-out-01	30	6	0,9	11:00	114	14:00	78	21:00
24-out-01	30	6	0,9	01:00	146	17:00	93	20:00
25-out-01	28	6	0,8	24:00	112	18:00	94	20:00
26-out-01	44	10	0,9	24:00	146	19:00	110	20:00
27-out-01	38	10	1,0	03:00	244	18:00	92	24:00
28-out-01	44	10	1,3	08:00	142	17:00	83	02:00
29-out-01	52	15	1,3	09:00	175	17:00	99	20:00
30-out-01	54	13	1,1	10:00	166	16:00	108	02:00
31-out-01	51	9	1,0	12:00	176	15:00	92	07:00
01-nov-01	41	4	0,8	18:00	213	16:00	64	12:00
02-nov-01	31	4	0,8	22:00	156	16:00	55	21:00
03-nov-01	28	7	0,9	20:00	65	14:00	53	15:00
04-nov-01	24	5	0,9	23:00	48	16:00	67	17:00
05-nov-01	26	7	0,9	01:00	103	15:00	84	21:00
06-nov-01	41	10	0,9	24:00	198	19:00	125	24:00

Continuação Tabela 4

Data	Partículas Inaláveis	Dióxido de Enxofre	Monóxido de Carbono		Ozônio		Dióxido de nitrogênio	
	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máx. de 8 horas ppm	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hora
07-nov-01	50	14	1,1	08:00	174	17:00	124	21:00
08-nov-01	54	15	1,2	02:00	191	14:00	104	23:00
09-nov-01	50	8	1,1	02:00	153	17:00	80	02:00
10-nov-01	28	5	1,0	24:00	116	15:00	60	20:00
11-nov-01	20	3	1,1	02:00	53	14:00	37	02:00
12-nov-01	16	5	1,3	15:00	46	16:00	69	22:00
13-nov-01	23	6	1,0	01:00	91	16:00	71	20:00
14-nov-01	26	7	2,3	24:00	58	13:00	87	20:00
15-nov-01	19	6	2,3	01:00	72	15:00	56	23:00
16-nov-01	17	4	0,9	01:00	84	16:00	69	20:00
17-nov-01	12	2	0,9	01:00	87	15:00	33	16:00
18-nov-01	19	3	0,8	24:00	77	18:00	48	22:00
19-nov-01	25	4	0,8	01:00	92	15:00	61	19:00
20-nov-01	29	6	1,0	23:00	241	17:00	69	22:00
21-nov-01	27	5	0,9	24:00	115	16:00	80	23:00
22-nov-01	33	7	1,3	09:00	115	15:00	66	02:00
23-nov-01	23	8	1,1	14:00	107	18:00	63	22:00
24-nov-01	25	9	1,0	01:00	143	16:00	81	24:00
25-nov-01	36	7	1,1	06:00	188	16:00	63	02:00
26-nov-01	33	7	1,0	24:00	139	18:00	69	22:00
27-nov-01	39	9	1,1	01:00	121	16:00	89	24:00
28-nov-01	34	8	1,0	03:00	155	15:00	81	02:00
29-nov-01	19	4	0,8	01:00	125	13:00	67	22:00
30-nov-01	15	4	1,2	15:00	61	13:00	55	07:00
01-dez-01	14	2	0,8	01:00	78	18:00	56	24:00
02-dez-01	22	7	0,8	05:00	163	18:00	55	21:00
03-dez-01	23	5	0,6	23:00	147	18:00	66	21:00
04-dez-01	31	5	0,9	24:00	151	17:00	71	23:00
05-dez-01	35	6	1,0	24:00	83	16:00	86	21:00
06-dez-01	16	4	1,1	15:00	44	02:00	47	09:00
07-dez-01	13	4	1,0	15:00	67	13:00	44	22:00
08-dez-01	15	7	0,8	01:00	114	16:00	45	08:00
09-dez-01	15	4	0,8	24:00	63	13:00	59	24:00
10-dez-01	20	6	1,1	22:00	100	13:00	81	11:00
11-dez-01	22	8	1,1	24:00	48	12:00	59	24:00
12-dez-01	28	7	1,2	03:00	104	16:00	64	02:00
13-dez-01	23	6	1,4	21:00	79	17:00	91	19:00
14-dez-01	13	4	1,2	15:00	38	16:00	55	18:00
15-dez-01	12	2	1,1	01:00	51	15:00	40	02:00
16-dez-01	14	2	0,9	01:00	62	16:00	42	21:00
17-dez-01	20	9	1,2	12:00	71	14:00	58	21:00
18-dez-01	35	9	1,4	12:00	91	13:00	66	21:00
19-dez-01	39	9	1,2	11:00	123	14:00	106	23:00
20-dez-01	41	11	1,3	05:00	74	13:00	69	02:00
21-dez-01								
22-dez-01								
23-dez-01								
24-dez-01								
25-dez-01								
26-dez-01								
27-dez-01								
28-dez-01					81	18:00	40	22:00
29-dez-01	10	4	0,8	14:00	35	15:00	37	02:00
30-dez-01	11	2	0,6	01:00	107	16:00	32	24:00
31-dez-01	17	3	0,8	24:00	83	16:00	44	23:00
01-ian-02	36	8			80	16:00	43	23:00
02-ian-02	20	14	1,2	14:00	74	14:00	60	23:00
03-ian-02	27	6	0,8	01:00	195	15:00	74	22:00
04-ian-02	31	5	0,8	01:00	181	19:00	64	20:00
05-ian-02	24	4	0,8	01:00	102	16:00	38	19:00
06-ian-02	21	5	0,9	24:00	86	16:00	54	20:00
07-ian-02	17	5	1,4	18:00	34	14:00	47	21:00
08-ian-02	20	8	1,1	15:00	52	23:00	44	21:00
09-ian-02	16	7	0,9	20:00	108	16:00	71	15:00
10-ian-02	27	5	0,7	09:00	98	18:00	57	03:00
11-ian-02	22	4	0,9	24:00	59	15:00	70	22:00
12-ian-02	18	2	1,0	02:00	46	15:00	56	02:00

Continuação Tabela 4

Data	Partículas Inaláveis	Dióxido de Enxofre	Monóxido de Carbono	Ozônio		Dióxido de nitrogênio		
	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máx. de 8 horas ppm	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hora
13-jan-02	9	3	1,6	24:00	23	11:00	36	22:00
14-jan-02	12	6	1,7	01:00	44	18:00	58	20:00
15-jan-02	12	4	1,2	01:00	38	13:00	41	02:00
16-jan-02	14	2	0,5	01:00	40	16:00	31	20:00
17-jan-02	21	4	0,7	15:00	125	14:00	44	22:00
18-jan-02	25	7	0,7	22:00	80	15:00	56	20:00
19-jan-02	17	4	0,9	24:00	51	17:00	59	20:00
20-jan-02	10	4	0,9	01:00	71	15:00	32	02:00
21-jan-02	15	11	1,0	15:00	59	13:00	64	20:00
22-jan-02	27	13	1,1	11:00	100	16:00		
23-jan-02	25	6	1,2	12:00	82	15:00	38	22:00
24-jan-02	25	6	1,0	14:00	120	15:00	74	23:00
25-jan-02	17	7	1,2	12:00	100	15:00	58	10:00
26-jan-02	13	4	1,0	01:00	100	14:00	38	24:00
27-jan-02	14	5	0,8	02:00	87	14:00	40	02:00
28-jan-02	20	7	1,0	12:00	90	13:00	49	21:00
29-jan-02	20	7	1,0	14:00	108	14:00	61	22:00
30-jan-02	30	5	0,8	11:00	84	14:00	65	23:00
31-jan-02	22	6	1,0	12:00	92	15:00	50	23:00
01-fev-02	20	6	1,4	24:00	35	15:00	60	17:00
02-fev-02	14	4	1,3	01:00	56	17:00	39	09:00
03-fev-02	16	3	0,6	01:00	85	16:00	31	21:00
04-fev-02	21	4	0,7	24:00	187	17:00	42	20:00
05-fev-02	24	5	0,8	15:00	108	16:00	60	24:00
06-fev-02	33	6	1,0	15:00	140	19:00	49	02:00
07-fev-02	15	4	1,3	16:00	41	17:00	56	21:00
08-fev-02	15	3	1,5	12:00	52	15:00	40	20:00
09-fev-02	19	4	1,2	24:00	33	18:00	35	12:00
10-fev-02	15	8	1,8	06:00	53	15:00	33	10:00
11-fev-02	20	7	1,0	11:00	87	15:00	34	10:00
12-fev-02	17	3	0,7	24:00	72	16:00	32	03:00
13-fev-02	28	5	0,9	12:00	100	17:00	42	22:00
14-fev-02	21	4	1,3	15:00	61	15:00	72	10:00
15-fev-02	23	25	1,1	12:00	86	17:00	68	21:00
16-fev-02	21	4	0,8	16:00	188	15:00	50	12:00
17-fev-02	13	2	0,7	02:00	114	15:00	33	02:00
18-fev-02	18	4	0,5	14:00	74	15:00	32	19:00
19-fev-02	21	5	0,7	22:00	115	15:00	50	18:00
20-fev-02	23	4	0,9	24:00	44	16:00	56	20:00
21-fev-02	13	4	1,4	20:00	28	14:00	40	19:00
22-fev-02	13	3	1,5	24:00	28	15:00	44	21:00
23-fev-02	15	3	1,5	01:00	53	15:00	43	24:00
24-fev-02	25	4	1,2	03:00	128	16:00	42	02:00
25-fev-02	20	3	0,6	01:00	70	17:00	36	23:00
26-fev-02	24	6	1,3	24:00	68	14:00	56	19:00
27-fev-02	28	10	1,6	15:00	42	15:00	73	18:00
28-fev-02	22	5	1,2	01:00	55	13:00	53	19:00
01-mar-02	26	10	1,2	12:00	74	14:00	62	22:00
02-mar-02	24	8	1,2	24:00	64	11:00	73	20:00
03-mar-02	22	3	1,2	01:00	71	13:00	49	06:00
04-mar-02	19	5	1,0	24:00	67	12:00	81	23:00
05-mar-02	36	11	1,1	03:00	60	11:00	88	20:00
06-mar-02	31	15	1,0	12:00			60	21:00
07-mar-02	31	8	1,1	11:00			71	24:00
08-mar-02	27	8	1,0	12:00	79	18:00	77	24:00
09-mar-02	34	12	0,9	12:00	128	16:00	74	02:00
10-mar-02	31	4	1,1	02:00	106	19:00	50	23:00
11-mar-02	31	5	1,0	12:00	77	18:00	85	23:00
12-mar-02	44	10	1,2	11:00	102	15:00	78	23:00
13-mar-02	49	9	1,3	11:00	123	16:00	91	20:00

Continuação Tabela 4

Data	Partículas Inaláveis	Dióxido de Enxofre	Monóxido de Carbono		Ozônio		Dióxido de nitrogênio	
	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máx. de 8 horas ppm	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hora
14-mar-02	36	15	1,4	24:00	82	17:00	93	21:00
15-mar-02	21	6	1,3	01:00	115	13:00	66	22:00
16-mar-02	23	5	1,1	03:00	95	15:00	53	21:00
17-mar-02	24	4	1,0	02:00	106	16:00	51	23:00
18-mar-02	33	10	1,2	10:00	109	15:00	60	02:00
19-mar-02	27	6	1,1	12:00	79	17:00	41	06:00
20-mar-02	30	6	1,0	01:00	95	13:00		
21-mar-02	19	4	0,8	01:00	57	14:00		
22-mar-02	15	4	0,6	24:00	61	14:00		
23-mar-02	20	4	1,0	24:00	64	13:00		
24-mar-02	16	5	1,2	05:00	36	15:00		
25-mar-02	12	2	1,0	15:00	50	16:00		
26-mar-02	23	6	1,0	01:00	117	15:00		
27-mar-02	25	4	1,0	23:00	90	15:00		
28-mar-02	27	7	1,3	23:00	66	18:00		
29-mar-02	66	3	1,2	01:00	79	18:00		
30-mar-02	61	7	1,0	24:00	117	16:00		
31-mar-02	24	8	1,2	24:00	91	15:00		
Média	33	9	1,2		91		68	
1ª Máxima	161	54	2,6		245		160	
2ª Máxima	136	45	2,5		244		125	

TABELA 5 - DISTRIBUIÇÃO DO ÍNDICE DIÁRIO DE QUALIDADE DO AR – JUNDIAÍ

Poluente	Total dias	Boa (dias)	%	Regular (dias)	%	Inadeq. (dias)	%	Má (dias)	%
MP ₁₀	308	261	84,7	46	14,9	1	0,3	0	0
SO ₂	304	304	100	0	0	0	0	0	0
CO	310	310	100	0	0	0	0	0	0
O ₃	319	148	46	149	47	16	5	6	2
NO ₂	209	189	90	20	10	0	0	0	0

Baseados nos resultados, são feitos a seguir, comentários sobre a situação de cada poluente individualmente.

Partículas Inaláveis (MP₁₀)

O padrão diário ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) foi ultrapassado uma vez em 10/05/2001, atingindo o valor de $161\mu\text{g}/\text{m}^3$. Com relação ao padrão anual ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$), é bem provável que não seja ultrapassado pois o período estudado compreendeu quase 1 ano, incluindo os meses de inverno, quando as condições meteorológicas para dispersão dos poluentes são mais desfavoráveis. O valor médio obtido em 308 dias válidos de monitoramento foi de $33\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dióxido de Enxofre (SO₂)

Os padrões diários primário e secundário (365µg/m³ e 100µg/m³) não foram ultrapassados. O máximo valor atingido, 54µg/m³, pode ser considerado baixo em relação ao padrão diário (365µg/m³). O valor médio observado no período (9µg/m³) está bem abaixo do padrão anual (80µg/m³), sendo que foram considerados 304 dias válidos para efeito de estudo. Esses resultados confirmam aqueles obtidos nos monitoramentos efetuados anteriormente, de que as concentrações de SO₂ na região são baixas.

Monóxido de Carbono (CO)

Quanto ao CO, não houve violação dos padrões de 8h e 1h (9ppm e 35ppm, respectivamente). O máximo valor médio foi de 2,6ppm (média móvel de 8h) e o máximo valor de 1h foi de 5,2ppm. Esses valores encontrados estão bastante próximos dos valores medidos no estudo de 1990 e indicam que é muito provável que não ocorram ultrapassagens dos padrões de CO no município.

Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

Não ocorreram ultrapassagens do padrão primário de 1 hora (320µg/m³) para esse poluente. O valor horário mais alto durante todo o monitoramento foi de 160µg/m³, sendo inferior ao padrão secundário (190µg/m³). A média aritmética de todos os valores observados no período foi de 37µg/m³, bem abaixo do padrão anual de 100µg/m³.

Ozônio (O₃)

O ozônio ultrapassou o padrão de qualidade do ar por 22 dias (7% dos dias monitorados), sendo que em 6 deles atingiu também o nível de atenção (> 200µg/m³). Os máximos valores encontrados foram de 245µg/m³ e 244µg/m³, respectivamente nos dias 12/10/01 e 27/10/01. Na tabela 4 são apresentados todos os dias e horários em que ocorreram ultrapassagens do padrão. Os resultados obtidos confirmam o estudo efetuado em 1990 em que também foram excedidos os padrões de O₃.

6. CONCLUSÃO

Os poluentes SO₂, CO e NO₂ se mantiveram bem abaixo dos padrões legais de qualidade do ar, não apresentando nenhum comprometimento para a região objeto do estudo. Quanto aos parâmetros partículas inaláveis (MP₁₀) e, principalmente o O₃, a situação é diferente.

As concentrações de MP₁₀ ultrapassaram o padrão (150µg/m³ - média de 24 horas) em um dia de monitoramento, da mesma forma que ocorrera no estudo de 1991. Não é possível, nesse caso, identificar aumento das emissões, uma vez que existe uma dependência muito forte das condições meteorológicas no período de monitoramento.

Quanto ao poluente O₃, o padrão foi excedido em 22 dias, atingindo inclusive a qualidade do ar "Má" em 6 oportunidades. Podemos observar que a maioria dos episódios ocorreu na primavera/verão, período em que a incidência dos raios solares é mais intensa e é verificado um número maior de ultrapassagens do padrão para este poluente. Observou-se também que essas ultrapassagens do padrão ocorreram, na sua maioria, após às 16h e os valores de concentração permaneceram elevados (maior que 160µg/m³), em média, durante três horas.

A ocorrência destas violações do padrão de qualidade do ar por ozônio, vem de certa forma confirmar o que está sendo observado em outros estudos efetuados fora da Região Metropolitana de São Paulo e também detectado nas estações automáticas que monitoram a qualidade do ar em cidades do interior do estado.

O melhor entendimento da origem desse ozônio observado, exige um estudo mais aprofundado das condições meteorológicas nos dias de ocorrência de episódios, principalmente quanto à direção e velocidade dos ventos. O levantamento do inventário de fontes, assim como o mapeamento mais completo de toda a região, também contribuiria para um refinamento de informações que forneceria uma base mais sólida para o estudo da possibilidade da presença do ozônio e sua relação com o transporte dos precursores provenientes da RMSP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 CETESB. Avaliação da qualidade do ar em Jundiaí/SP – fev/90 a mai/90. São Paulo, 1990.
- 2 CETESB. Avaliação da qualidade do ar em Jundiaí/SP – set/91 a out/91. São Paulo, 1991.
- 3 Lei Estadual nº 997 e Decreto Estadual nº 8468, 1976.
- 4 Resolução CONAMA nº 003/90, de 28/06/90.
- 5 CETESB. Relatório Anual de Qualidade do Ar - 2001, 2002.
- 6 CETESB. Estudo do comportamento do ozônio na RMSP. São Paulo, 2000.
- 7 Página da Internet- www.jundiaí.sp.gov.br.

Relatório elaborado por:

Carlos Eduardo Negrão

Silmara Regina da Silva

Equipe de Trabalho

Setor de Amostragem e Análise do AR - EQQA

Setor de Interpretação de Dados - EQQI

Setor de Meteorologia - EQQM

Setor de Telemetria – EQQT