

DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E ENGENHARIA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL

DIVISÃO DE QUALIDADE DO AR

Monitoramento da Qualidade do Ar

Pico do Jaraguá - SP

junho/2001 a março/2002

agosto/2002 a setembro/2002

FEVEREIRO - 2003

1. INTRODUÇÃO

O Pico do Jaraguá situa-se a noroeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), entre as Rodovias Anhangüera e Bandeirantes e atinge uma altitude máxima de 1160 metros com relação ao nível do mar.

O objetivo deste monitoramento é medir as concentrações dos poluentes atmosféricos em um ponto mais alto em relação às emissões da RMSP (cerca de 300 metros), e na direção predominante dos ventos (Sudeste).

Os resultados deste monitoramento servirão como base para a realização de estudos posteriores sobre o comportamento do ozônio e a visibilidade na RMSP.

2. DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS MONITORADOS

Partículas Inaláveis (MP_{10})

Um modo simples de definir as partículas inaláveis é classificar todas aquelas com tamanho menor que $10\mu m$. 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 (SO_2)

O dióxido de enxofre é emitido basicamente pela queima de óleo combustível e diesel, que contém enxofre em sua composição. O SO_2 , 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/m³)	Padrão Secundário (µg/m³)	Atenção (µg/m³)	Alerta (µg/m³)	Emergência (µg/m³)
PTS	24 horas ¹	240	150	375	625	875
	MGA ²	80	60			
MP₁₀	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			
SO₂	24 horas ¹	365	100	800	1.600	2.100
	MAA ³	80	40			
NO₂	1 hora	320	190	1.130	2.260	3.000
	MAA ³	100	100			
CO	1 hora ¹	40.000 (35ppm)	40.000 (35ppm)			
	8 horas ¹	10.000 (9ppm)	10.000 (9ppm)	15	30	40
O₃	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 monitoramento ocorreu em dois períodos:

- de 01/06/01 a 07/03/02, e
- de 15/08/02 a 09/09/02.

No período de 08/12/01 a 09/01/02, houve interrupção no fornecimento de dados, devido a estação móvel ter sido utilizada em outro estudo de monitoramento.

4.2 Local do Monitoramento



Figura 1 – Localização da estação móvel

4.3 Aquisição dos Dados

O monitoramento da qualidade do ar no Pico do Jaraguá foi efetuado por meio 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.

Os dados horários de todos os parâmetros monitorados são apresentados no Anexo.

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 – PERÍODO 01/06/01 A 07/03/02

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-jun-01			1,1	24:00	121	16:00		
02-jun-01			1,5	24:00	207	15:00		
03-jun-01			2,2	24:00	118	16:00		
04-jun-01			2,5	02:00	127	17:00		
05-jun-01			1,2	02:00	129	19:00		
06-jun-01		12	0,2	11:00	119	15:00		
07-jun-01		17	1,1	13:00	115	13:00		
08-jun-01		28	1,8	21:00	62	16:00		
09-jun-01	42	36	1,4	01:00	122	16:00		
10-jun-01		38	1,1	05:00	187	15:00		
11-jun-01		37	0,6	23:00	94	15:00		
12-jun-01		20	1,0	24:00	64	16:00		
13-jun-01		3	1,5	24:00	77	16:00		
14-jun-01	36	2	1,4	02:00	105	18:00		
15-jun-01	39	5	0,9	01:00	102	19:00		
16-jun-01	35	6	0,1	24:00	91	15:00		
17-jun-01	38	10	0,3	24:00	87	18:00		
18-jun-01		9	1,0	22:00	32	04:00		
19-jun-01		10	1,1	19:00	50	16:00		
20-jun-01		10	0,7	09:00	31	10:00		
21-jun-01		3	0,7	24:00	117	17:00		
22-jun-01			0,8	03:00	73	14:00		
23-jun-01			0,8	01:00	129	15:00		
24-jun-01			0,9	24:00	100	15:00		
25-jun-01			0,9	01:00	97	17:00		
26-jun-01			0,6	24:00	74	01:00		
27-jun-01			0,8	09:00	86	15:00		
28-jun-01		2	0,9	24:00	50	14:00		
29-jun-01		4	1,0	02:00	69	15:00		
30-jun-01		8	1,5	24:00	148	15:00		
01-jul-01		9	1,8	03:00	211	15:00		
02-jul-01		6	1,0	02:00	183	17:00		
03-jul-01		11	1,4	18:00	212	15:00		
04-jul-01	38	4	1,0	01:00	161	24:00		
05-jul-01	37	2	1,0	24:00	128	01:00		
06-jul-01	32	3	1,3	11:00	138	15:00		
07-jul-01	51	5	1,6	24:00	158	14:00		
08-jul-01	36	6	1,7	02:00	111	15:00		
09-jul-01	45	9	1,7	24:00	118	19:00		
10-jul-01	37	8	2,0	03:00	153	18:00		
11-jul-01		4	1,0	11:00	139	17:00		
12-jul-01		2	1,5	22:00	68	01:00		
13-jul-01		4	1,7	16:00	64	04:00		
14-jul-01		10	2,4	24:00	125	16:00		
15-jul-01	31	6	2,5	01:00	137	19:00		
16-jul-01	39	8	1,8	04:00				
17-jul-01	37	2	1,0	08:00				
18-jul-01		3	1,3	24:00				
19-jul-01	40	4	1,5	13:00	135	20:00		
20-jul-01	45	1	1,3	01:00	136	14:00		
21-jul-01	38	4	1,6	24:00	145	14:00		
22-jul-01	11	2	2,0	20:00	62	24:00		
23-jul-01		1	2,0	22:00	65	05:00		
24-jul-01		3	2,7	22:00	52	05:00		
25-jul-01		4	2,6	02:00	113	18:00		
26-jul-01	26	5	2,3	03:00	95	19:00		
27-jul-01	15	3	0,6	24:00	89	02:00	52	19:00
28-jul-01	10	2	1,3	24:00	57	05:00	53	19:00
29-jul-01	14	2	1,4	02:00	85	15:00	61	18:00
30-jul-01	30	8	1,5	24:00	122	15:00	115	19:00
31-jul-01	28	5	1,6	01:00	145	17:00	132	20:00
01-ago-01	36	6	0,8	03:00	233	16:00	111	19:00
02-ago-01	32	12	1,3	24:00	192	01:00	115	20:00
03-ago-01	48	14	2,4	24:00	194	15:00	173	19:00
04-ago-01	46	14	2,7	02:00	219	14:00	146	19:00
05-ago-01	42	6	2,1	02:00	173	14:00	95	19:00
06-ago-01	50	6	2,2	24:00	187	17:00	119	18:00
07-ago-01	48	9	2,4	03:00	185	18:00	178	20:00
08-ago-01	49	7	2,5	14:00	134	03:00	161	10:00
09-ago-01	59	19	1,6	24:00	233	17:00	166	13:00
10-ago-01	47	25	1,8	14:00	159	14:00	123	11:00

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
11-ago-01	25	12	1,4	02:00	133	14:00	55	09:00
12-ago-01	31	16			137	16:00	52	22:00
13-ago-01	35	16	1,2	24:00	131	17:00	115	19:00
14-ago-01	34	11	1,3	01:00	130	16:00		
15-ago-01	36	11	1,1	02:00	169	17:00		
16-ago-01	38	17	1,4	24:00	160	17:00	110	19:00
17-ago-01	41	12	1,5	02:00	153	15:00	125	20:00
18-ago-01	37	6	1,4	02:00	115	14:00	48	10:00
19-ago-01	44	4	0,7	24:00	122	16:00	47	21:00
20-ago-01			0,9	03:00	135	12:00		
21-ago-01			1,3	17:00	159	16:00		
22-ago-01	11	3	1,9	15:00	55	04:00	109	14:00
23-ago-01	10	1	1,8	02:00	95	13:00	49	01:00
24-ago-01	13	1	1,5	24:00	126	15:00	27	20:00
25-ago-01	14	4	1,6	03:00	158	17:00	16	24:00
26-ago-01	22	4	1,6	10:00	151	20:00	59	03:00
27-ago-01	19	3	1,4	24:00	142	13:00	37	17:00
28-ago-01	27	4	1,5	09:00	137	13:00	99	18:00
29-ago-01	18	2	1,2	01:00	99	18:00	32	02:00
30-ago-01	17	1	0,9	09:00	144	16:00	39	04:00
31-ago-01		7	0,9	24:00	153	13:00	121	20:00
01-set-01		9	1,0	02:00	232	17:00	66	20:00
02-set-01		9	0,9	24:00	162	17:00	77	22:00
03-set-01		11	1,8	24:00	97	04:00	189	21:00
04-set-01		14	1,9	02:00			74	20:00
05-set-01		17	0,8	12:00				
06-set-01	7	18	1,0	15:00	51	17:00	54	09:00
07-set-01	18	18	0,9	01:00	102	15:00	34	22:00
08-set-01	25	18	0,8	05:00	146	16:00	64	17:00
09-set-01	37	30	1,4	09:00	235	15:00	92	16:00
10-set-01	54		1,8	23:00	170	14:00	157	12:00
11-set-01	13		1,8	01:00	50	05:00		
12-set-01	24	5	1,5	23:00	96	15:00	64	16:00
13-set-01	71	7	2,2	24:00	192	17:00	223	20:00
14-set-01	16	0	2,2	01:00	103	12:00	31	10:00
15-set-01	26	0	2,2	24:00	101	15:00	94	18:00
16-set-01	23	2	2,2	01:00	96	13:00	75	01:00
17-set-01	16	5	1,7	09:00	57	02:00	66	20:00
18-set-01	15	10	0,8	01:00	58	14:00	87	16:00
19-set-01	34	10	1,3	24:00	136	16:00	90	20:00
20-set-01	40	7	1,4	24:00	150	15:00	101	20:00
21-set-01	45	13	1,6	02:00	117	15:00	104	09:00
22-set-01	27	3			59	03:00	71	14:00
23-set-01	28	5			90	16:00	103	16:00
24-set-01					64	07:00		
25-set-01	29	4	0,9	24:00	113	13:00	51	02:00
26-set-01	33	3	1,1	05:00	110	17:00		
27-set-01	17	3	0,9	21:00	57	04:00	125	14:00
28-set-01	14		0,8	01:00	61	15:00	55	16:00
29-set-01	16		0,7	24:00	68	17:00	69	18:00
30-set-01	27		0,8	01:00	98	14:00	33	13:00
01-out-01	18		0,6	22:00	96	22:00	27	15:00
02-out-01	13		0,6	05:00	106	13:00	19	13:00
03-out-01	22		0,6	08:00	101	15:00	17	20:00
04-out-01	26		0,6	08:00	127	16:00	28	08:00
05-out-01	37	8	0,9	24:00	141	15:00	84	20:00
06-out-01	35	9	1,2	03:00	158	14:00	55	01:00
07-out-01	25	4	0,8	02:00	120	14:00	66	14:00
08-out-01		3	0,9	14:00	76	24:00	72	17:00
09-out-01	29	4	1,1	18:00	97	22:00	80	18:00
10-out-01	34	6	0,8	01:00	132	15:00	129	23:00
11-out-01	38	9			155	15:00	98	01:00
12-out-01	41	9			153	14:00	78	15:00
13-out-01	43	6			171	16:00	59	19:00
14-out-01	48	13			228	15:00	85	19:00
15-out-01	54	10			232	15:00	98	09:00
16-out-01	44	6	0,7	24:00	169	16:00	60	19:00
17-out-01	45	5	1,0	24:00	120	16:00	96	22:00
18-out-01	32	4	1,1	02:00	131	15:00	73	20:00
19-out-01	25	2	1,0	24:00	129	15:00	77	20:00
20-out-01	18	2	1,3	02:00	127	15:00	77	01:00

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
21-out-01	18	2	1,1	06:00	114	19:00	49	04:00
22-out-01	19	3	1,3	24:00	88	15:00	92	22:00
23-out-01	30	4	1,8	04:00	124	16:00	62	01:00
24-out-01	35	5	1,1	12:00	124	16:00	83	15:00
25-out-01	29	6	0,9	24:00	132	16:00	79	17:00
26-out-01	40	5	1,0	24:00	163	16:00	83	19:00
27-out-01	51	6	1,1	24:00	279	16:00	100	22:00
28-out-01	54	9	1,4	04:00	173	17:00	118	24:00
29-out-01	58	8	1,4	03:00	172	16:00	135	23:00
30-out-01	52	5	1,0	02:00	173	18:00	75	23:00
31-out-01	48	5	1,0	04:00	186	14:00	96	09:00
31-out-01	48	5	1,0	04:00	186	14:00	96	09:00
01-nov-01	27	3	1,1	12:00	150	15:00	58	11:00
02-nov-01	27	3	0,8	14:00	108	14:00	32	20:00
03-nov-01	26	5	1,1	24:00	49	04:00	43	22:00
04-nov-01	27	4	1,4	19:00	41	14:00	71	15:00
05-nov-01	34	5	1,4	02:00	225	17:00	91	20:00
06-nov-01	56	5	1,2	03:00	190	18:00	136	22:00
07-nov-01	37	2	1,1	01:00	139	13:00	90	22:00
08-nov-01	54	5	0,8	12:00	190	14:00	103	10:00
09-nov-01	38	2	0,9	24:00	173	14:00	74	17:00
10-nov-01	32	0	1,1	24:00	142	16:00	83	20:00
11-nov-01	22		1,2	03:00	80	14:00	35	01:00
12-nov-01	13		1,1	14:00	63	02:00	53	20:00
13-nov-01	35		0,9	22:00	134	16:00	94	20:00
14-nov-01	16	2	0,9	01:00	96	14:00	32	11:00
15-nov-01	12	0	0,8	12:00	76	14:00	32	24:00
16-nov-01	15	0	1,0	15:00	47	07:00	53	20:00
17-nov-01	10	0	1,0	01:00	41	13:00	38	09:00
18-nov-01	19	0	1,0	22:00	85	16:00	41	22:00
19-nov-01	32	5	1,0	03:00	124	16:00	65	16:00
20-nov-01	32	22	0,8	15:00	201	16:00		
21-nov-01		21	1,1	24:00	153	17:00	102	20:00
22-nov-01		16	1,2	02:00	123	15:00	62	02:00
23-nov-01		7	0,6	03:00	122	18:00	308	02:00
24-nov-01		7	0,7	24:00	144	16:00	108	16:00
25-nov-01		9	1,2	07:00	170	14:00	414	02:00
26-nov-01		16	1,0	24:00	170	16:00	167	12:00
27-nov-01		20	1,2	24:00	124	18:00	160	14:00
28-nov-01		15	1,5	03:00	188	16:00	277	03:00
29-nov-01		6	1,4	13:00	137	14:00	118	12:00
30-nov-01		2	0,8	03:00	73	15:00		
01-dez-01	13		0,8	10:00	72	17:00	27	24:00
02-dez-01	24		1,2	08:00	118	16:00	38	02:00
03-dez-01	27		0,9	05:00	153	16:00	28	21:00
04-dez-01	39		0,9	23:00	149	15:00	34	16:00
05-dez-01	36		1,0	04:00	98	14:00	59	23:00
06-dez-01	20		1,0	05:00	56	14:00	26	17:00
07-dez-01			0,9	11:00				
11-jan-02	27		1,3	01:00	63	15:00	109	21:00
12-jan-02	26				53	14:00	76	01:00
13-jan-02	9				33	16:00	23	03:00
14-jan-02	8				58	24:00	23	20:00
15-jan-02	8				57	01:00	28	20:00
16-jan-02	14				34	03:00	22	21:00
17-jan-02	19				46	13:00	42	10:00
18-jan-02	30				49	13:00	54	18:00
19-jan-02	27				48	14:00	52	16:00
20-jan-02	25				44	13:00	38	23:00
21-jan-02					53	23:00		
22-jan-02	23				92	16:00	53	24:00
23-jan-02	21				75	16:00	57	23:00
24-jan-02	22				99	18:00	74	20:00
25-jan-02	12				98	14:00	56	02:00
26-jan-02	10				76	15:00	16	07:00
27-jan-02	16				71	17:00	28	02:00
28-jan-02	17				77	14:00	21	09:00
29-jan-02					59	01:00		
30-jan-02								
31-jan-02								
01-fev-02								

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
02-fev-02								
03-fev-02								
04-fev-02					129	15:00		
05-fev-02	28				98	19:00	56	23:00
06-fev-02	34				154	17:00	60	10:00
07-fev-02	15				46	04:00	36	01:00
08-fev-02					62	16:00	34	23:00
09-fev-02					51	01:00	14	13:00
10-fev-02					42	16:00	16	23:00
11-fev-02					80	22:00	17	20:00
12-fev-02					69	19:00	41	21:00
13-fev-02					84	16:00	49	24:00
14-fev-02					64	01:00	70	06:00
15-fev-02					34	05:00		
16-fev-02	24				153	14:00	84	11:00
17-fev-02	20				80	15:00	42	03:00
18-fev-02	24				66	14:00	48	10:00
19-fev-02	23				96	14:00	38	21:00
20-fev-02	32				56	16:00	85	18:00
21-fev-02	6				32	02:00	29	01:00
22-fev-02	6				23	18:00	27	22:00
23-fev-02	16				34	14:00	64	24:00
24-fev-02	25				112	13:00	52	05:00
25-fev-02	23				56	15:00	43	19:00
26-fev-02	30				75	14:00	32	01:00
27-fev-02	22				39	16:00	67	10:00
28-fev-02	13				71	24:00	42	10:00
01-mar-02	17				82	18:00		
02-mar-02	24				105	12:00	72	10:00
03-mar-02	33				90	15:00	58	03:00
04-mar-02	22				81	15:00	93	21:00
05-mar-02	21				106	13:00	62	21:00
06-mar-02	27				101	01:00	94	24:00
07-mar-02					56	06:00		

Obs.: Não foi utilizado critério de representatividade para cálculo das máximas diárias de O₃, NO₂ e CO (média móvel de 8h).

TABELA 4 – CONCENTRAÇÕES DIÁRIAS OBTIDAS – 15/08/02 A 09/09/02

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
15-ago-02					214	15:00		
16-ago-02					131	16:00		
17-ago-02					146	15:00	81	19:00
18-ago-02					74	17:00	47	21:00
19-ago-02					74	17:00	51	23:00
20-ago-02	34				71	13:00	18	23:00
21-ago-02	40				96	17:00	119	23:00
22-ago-02	63				118	17:00	132	20:00
23-ago-02	53	4			136	13:00	114	20:00
24-ago-02	66	10			165	15:00	88	20:00
25-ago-02	64	6			205	14:00	107	10:00
26-ago-02	51	2			129	14:00	65	01:00
27-ago-02	40	1			131	16:00	70	20:00
28-ago-02	39	2			97	16:00	39	10:00
29-ago-02	52	2			78	01:00	25	23:00
30-ago-02	25	3			77	15:00		
31-ago-02	39	1			115	15:00	75	13:00
01-set-02	18	1			77	16:00	70	21:00
02-set-02	18	3			82	17:00	66	20:00
03-set-02	37	7			128	15:00	128	22:00
04-set-02	64	17			132	16:00	123	19:00
05-set-02	53	4			135	17:00	78	20:00
06-set-02	57	5			132	16:00	70	01:00
07-set-02	26	3			65	01:00	22	10:00
08-set-02	18	4			51	12:00	30	19:00
09-set-02					51	12:00		

Obs.: Não foi utilizado critério de representatividade para cálculo das máximas diárias de O₃, NO₂ e CO (média móvel de 8h).

TABELA 5 - DISTRIBUIÇÃO DO ÍNDICE DIÁRIO DE QUALIDADE DO AR

- **Período 01/06/01 a 07/03/02**

Poluente	Total dias	Boa (dias)	%	Regular (dias)	%	Inadeq. (dias)	%	Má (dias)	%
MP ₁₀	172	161	94	11	6	-	-	-	-
SO ₂	157	157	100	-	-	-	-	-	-
CO	181	181	100	-	-	-	-	-	-
O ₃	235	72	31	125	53	25	11	13	5
NO ₂	183	142	77,6	40	21,9	1	0,5	-	-

- **Período 15/08/02 a 09/09/02**

Poluente	Total dias	Boa (dias)	%	Regular (dias)	%	Inadeq. (dias)	%	Má (dias)	%
MP ₁₀	20	11	55	9	45	-	-	-	-
SO ₂	17	17	100	-	-	-	-	-	-
CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O ₃	26	9	34	14	54	1	4	2	8
NO ₂	26	19	73	7	27	-	-	-	-

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

Partículas Inaláveis (MP₁₀)

		Médias 24 Horas	
MP ₁₀	Média Aritmética	1ª Máxima	2ª Máxima
01/06/01 a 07/03/02	29	71	59
15/08/02 a 09/09/02	43	66	64

- **01/06/01 a 07/03/02**

O padrão diário (150µg/m³) não foi ultrapassado nenhum dia. Com relação ao padrão anual (50µg/m³), não é possível afirmar que não ocorreria ultrapassagem do padrão anual, visto que o período de monitoramento compreende 172 dias válidos.

- 15/08/02 a 09/09/02

Neste período o padrão diário ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) também não foi ultrapassado. Foram considerados 20 dias válidos para efeito de estudo.

Dióxido de Enxofre (SO_2)

		Médias 24 Horas	
SO_2	Média Aritmética	1ª Máxima	2ª Máxima
01/06/01 a 07/03/02	8	38	37
15/08/02 a 09/09/02	4	17	10

- 01/06/01 a 07/03/02

Os padrões diários primário e secundário ($365\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $100\mu\text{g}/\text{m}^3$) não foram ultrapassados. O máximo valor atingido, $38\mu\text{g}/\text{m}^3$, pode ser considerado baixo em relação ao padrão diário ($365\mu\text{g}/\text{m}^3$). O valor médio observado no período ($8\mu\text{g}/\text{m}^3$) está bem abaixo do padrão anual ($80\mu\text{g}/\text{m}^3$), sendo que foram considerados 157 dias válidos para efeito de estudo.

- 15/08/02 a 09/09/02

Os padrões diários primário e secundário ($365\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $100\mu\text{g}/\text{m}^3$) não foram ultrapassados. O máximo valor atingido, $17\mu\text{g}/\text{m}^3$, pode ser considerado baixo em relação ao padrão diário ($365\mu\text{g}/\text{m}^3$). Foram considerados 17 dias válidos para efeito de estudo.

Monóxido de Carbono (CO)

Máximas diárias de 8 horas		
CO	1ª Máxima	2ª Máxima
01/06/01 a 07/03/02	2,7	2,7
15/08/02 a 09/09/02	-	-

- 01/06/01 a 07/03/02

Quanto ao CO, não houve violação dos padrões de 8h e 1h (9ppm e 35ppm, respectivamente). O máximo valor observado foi de 2,7ppm (média móvel de 8h) e o máximo valor de 1h foi de 4,8ppm.

- 15/08/02 a 09/09/02

Não houve monitoramento.

Ozônio (O₃)

O ₃	Máximas diárias de 1 hora	
	1ª Máxima	2ª Máxima
01/06/01 a 07/03/02	279	235
15/08/02 a 09/09/02	214	205

- 01/06/01 a 07/03/02

O ozônio ultrapassou o padrão de qualidade do ar em 38 dias (16% dos dias monitorados), sendo que em 13 deles atingiu também o nível de atenção (> 200µg/m³). Os máximos valores encontrados foram de 279µg/m³ e 235µg/m³ , respectivamente nos dias 27/10/01 e 09/09/01.

- 15/08/02 a 09/09/02

O ozônio ultrapassou o padrão de qualidade do ar em 03 dias (11% dos dias monitorados), sendo que em 02 deles atingiu também o nível de atenção (> 200µg/m³). Os máximos valores encontrados foram de 214µg/m³ e 205µg/m³ , respectivamente nos dias 15/08/02 e 25/08/02.

Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

		Máximas diárias de 1 hora	
NO₂	Média Aritmética	1ª Máxima	2ª Máxima
01/06/01 a 07/03/02	32	414	308
15/08/02 a 09/09/02	27	132	128

- 01/06/01 a 07/03/02

Neste período, houve uma ultrapassagem do padrão primário de 1 hora (320µg/m³) para esse poluente atingindo 414µg/m³ no dia 25/11/01. Porém, a média aritmética de todos os valores observados no período foi de 32µg/m³, bem abaixo do padrão anual de 100µg/m³.

- 15/08/02 a 09/09/02

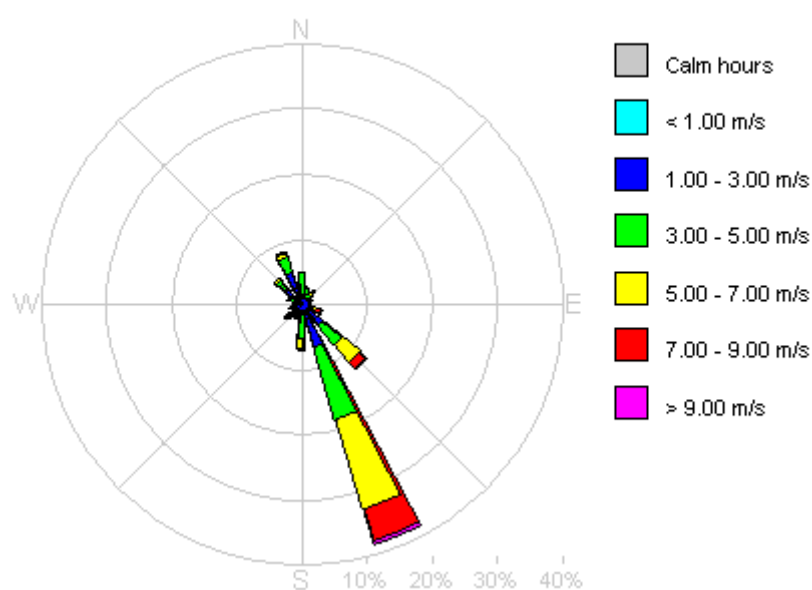
Não ocorreu ultrapassagem do padrão primário de 1 hora (320µg/m³) para esse poluente. O maior valor horário deste período de monitoramento foi de 132µg/m³, sendo inferior ao padrão secundário (190µg/m³). A média aritmética de todos os valores observados no período foi de 27µg/m³, bem abaixo do padrão anual de 100µg/m³.

6. COMPORTAMENTO DO VENTO

As rosas de vento a seguir apresentadas, foram elaboradas para mostrar o comportamento dos ventos nos períodos amostrados. Foram utilizados dados horários de direção e velocidade.

Apesar das diferenças dos períodos amostrados (10 meses no primeiro e 2 meses no segundo), pode-se verificar que o vento tem um comportamento semelhante nos dois períodos. Os ventos predominantes são de Sul-sudeste (SSE) e Sudeste (SE), estando de acordo com o comportamento dos ventos da região com a predominância dos ventos observados em outras estações localizadas na macro região.

Rosa de Ventos_Pico do Jaraguá (Jun/01 a Mar/02)



Rosa de Ventos_Pico do Jaraguá (Ago/02 a Set/02)

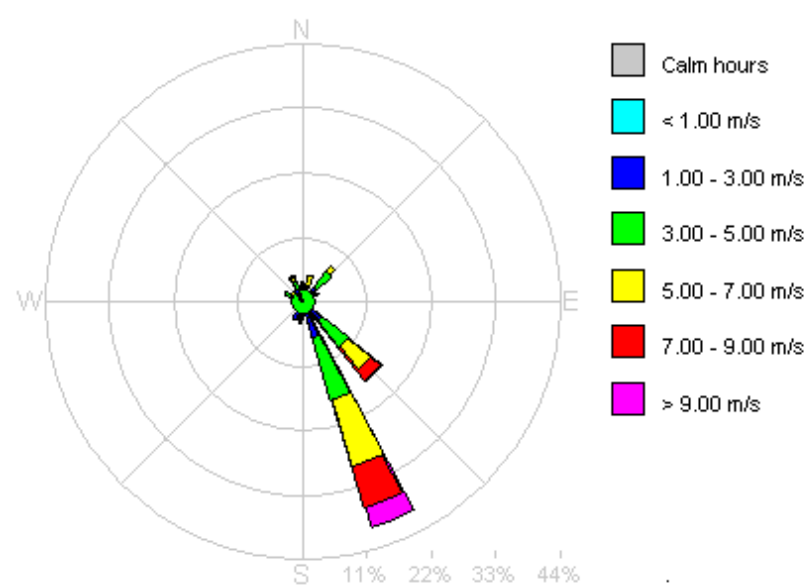


Figura 2 – Rosa de Ventos

7. CONCLUSÃO

Os poluentes CO e SO₂ se mantiveram bem abaixo dos padrões legais de qualidade do ar, não apresentando nenhum comprometimento para a região objeto do estudo. O MP₁₀, apesar de não haver ultrapassado o padrão de qualidade de curto prazo (150 µg/m³), teve qualidade regular várias vezes, principalmente no segundo período, evidenciando uma certa consistência com o período de inverno. Já para os poluentes dióxido de nitrogênio (NO₂) e, principalmente o O₃, a situação é diferente.

Quanto ao poluente O₃, o padrão foi excedido em 38 dias no primeiro período e 03 dias no segundo período, atingindo inclusive a qualidade do ar “Má” nos dois períodos de monitoramento.

Podemos observar que, assim como nas estações de monitoramento na RMSP e interior do Estado, ocorrem ultrapassagens do padrão de ozônio em local com topografia mais elevada.

Para que se possa conhecer o comportamento do ozônio no Pico do Jaraguá, há necessidade de se estudar as situações de transporte dos precursores emitidos e do ozônio produzido em outros locais da RMSP e das cidades do interior onde há monitoramento.

RELATÓRIO ELABORADO POR:

Ricardo Anazia

Roseli Sachi

Silmara Regina da Silva