



Oficinas: Volume 2

**SEMANA DA LICENCIATURA
DO IME USP**

de 4 a 8 de outubro de 200

**Instituto de Matemática
e Estatística da USP**

Matemática e Meio Ambiente

Prof.^a Ivani da Cunha Borges Berton (CAEM/IME USP)

Prof.^a Dra. Ruth Ribas Itacarambi (CAEM/IME USP)

Poluição

Substância presente no ar que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, causando:

- Inconveniente ao bem estar público.
- Danos à fauna e à flora e materiais

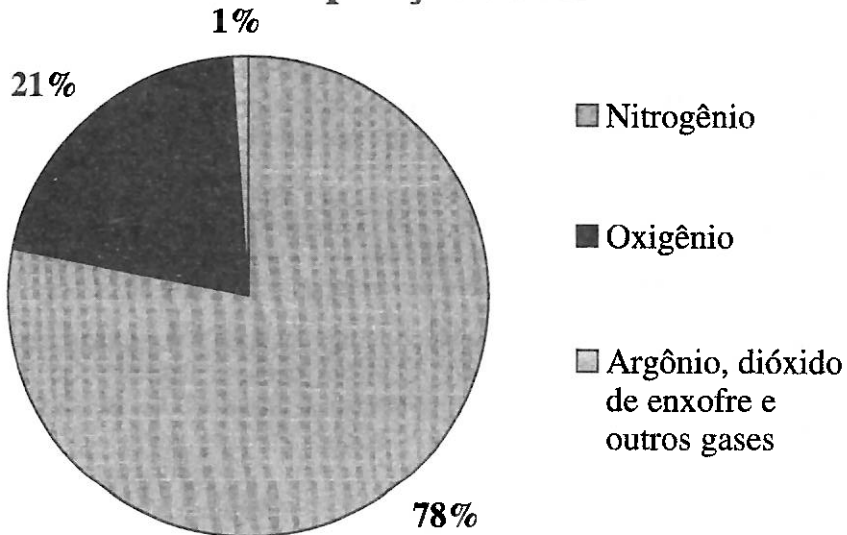
Atmosfera e Composição do ar

Massa de ar que rodeia a Terra, incluindo o ar que respiramos.

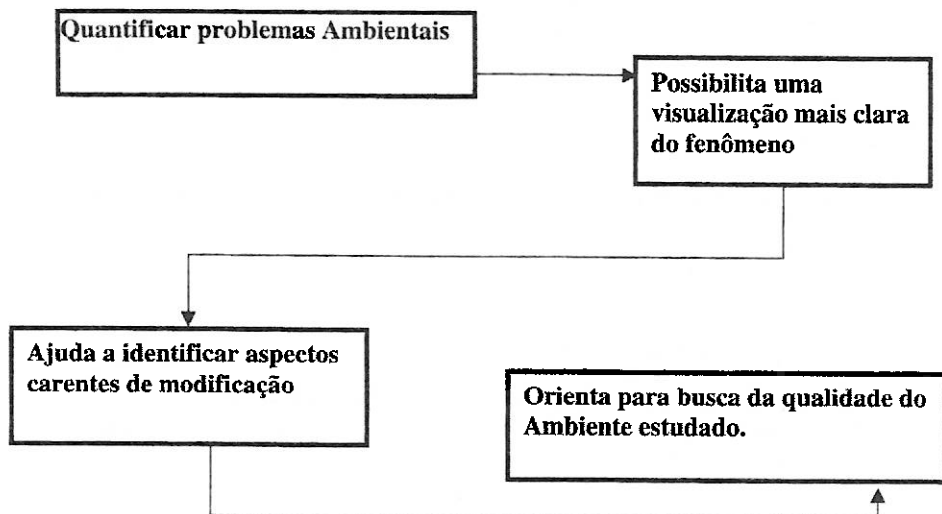
É como um invólucro que envolve o nosso planeta e possui várias camadas.

Uma delas é a camada de ozônio.

Composição do Ar



A matemática quantifica e qualifica...



No ensino, a Matemática oferece métodos, sistemas, procedimentos e ferramentas que ajudam a compreender as questões relacionadas ao meio ambiente.

Entretanto, utilizar os conceitos de matemática para tratar das questões ambientais implica muito mais do que oferecer ao aluno instrumentos e ferramentas para a compreensão do fenômeno...

...espera-se que os alunos apresentem mudanças de comportamento na sua relação com a natureza que têm como conseqüências o desenvolvimento de atitudes de proteção e preservação do meio ambiente.

Meio Ambiente: Ar.

Atividade 1: Índices de qualidade do ar

A CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) divulga diariamente para a imprensa, através de um boletim, os dados da qualidade do ar com uma previsão meteorológica da dispersão dos poluentes para as 24 horas seguintes.

A qualificação do ar é feita depois de medir a concentração e estabelecer o valor do índice.

Utilizando os gráficos e os boletins de qualidade do ar, identifique:

- Os locais de maior e menor concentração de poluente em cada gráfico.
- O dia em que o O_3 (Ozônio) teve a sua pior classificação e a porcentagem de cada qualificação.
- O dia de maior incidência de partículas inaláveis e a porcentagem de cada qualificação.
- O dia e o local de maior incidência de CO_2 (monóxido de carbono) e a porcentagem de cada qualificação.
- Existe uma lei nacional que estabelece um limite de emissão anual de $80 \mu m^3$ de ar para o PTS (partículas totais em suspensão), obtido pela média geométrica anual. Calcule a média geométrica de partículas inaláveis emitidas em Cubatão em 4 dias consecutivos. O que você pode concluir?

Para o SO_2 (dióxido de enxofre) a lei estabelece um limite de emissão anual de $80 \mu g/m^3$ e ar. Calcule a média aritmética para 5 dias. O que você pode concluir?

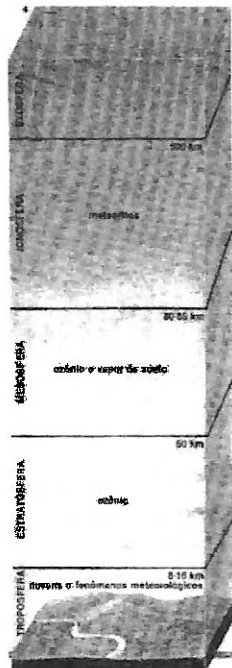
Atividade 2: Ozônio do Parque Ibirapuera

O PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores) estabeleceu desde 1992 que o limite de emissão de NO_2 (dióxido de nitrogênio) por veículos automotores é de 1,4 g/ Km rodado.

Na cidade de São Paulo, circulam em média 24 320 veículos por hora na região do Parque Ibirapuera, é uma área de 1,6 milhão de metros quadrados, com aproximadamente 5 km de vias ao seu redor, utilizando esses dados responda:

- O nível de ozônio* ficou acima do normal no Parque Ibirapuera 53 dias do ano de 2002_(fsp 15/06/03), calcule o volume aproximado de ozônio em um desses dias, considerando que tenha atingido em torno de 8 Km de altura a troposfera (camada mais baixa da atmosfera), veja representação.^{gr1 bot2}

Concentração de ozônio: acima do normal: mais de $160 \mu g/m^3$; estado de atenção: mais de $200 \mu g/m^3$.



- b) Calcule a quantidade aproximada de carros que circulam ao redor do parque em 12 horas?
- c) Se todos esses carros estivessem regulados dentro do limite estabelecido, qual seria a quantidade de NO_2 , emitida em 12 horas ao redor o parque?

*Ozônio

É um gás que envolve a Terra e a protege dos raios ultravioleta que vêm do espaço, é um forte oxidante, os gases que saem dos escapamentos combinam-se para formar os oxidantes fotoquímicos e, com eles, o ozônio, isto é, a combinação de compostos orgânicos, usualmente chamados de hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x), sob a ação da luz solar na atmosfera desencadeiam reações químicas, que existem naturalmente nas camadas superiores da atmosfera, mas quando se encontra nas camadas mais próximas do solo o ozônio se torna poluente.

Fonte: Atlas do Meio Ambiente (1994)

Meio Ambiente: ÁGUA.

Os recursos naturais estão sendo usados com intensidade maior do que, em qualquer outro momento da história humana, afirma a ONU (Organização das Nações Unidas) no seu relatório anual de população para 2001.

Onde moravam algumas famílias, consumindo escassa quantidade de água e produzindo poucos detritos, agora moram milhões de famílias, exigindo a manutenção de imensos mananciais e gerando milhares de toneladas de lixo por dia.

A demanda atual em relação aos recursos naturais impõe muitas preocupações, exigindo um entendimento maior sobre os limites renováveis de recursos tão básicos como água. (F.S.P. 14/08/02)

Analisaremos aspectos relativos aos recursos hídricos, à escassez, ao desperdício apresentados no filme “Água na boca” produzido pela SABESP/CULTURA,

Idéias extraídas do filme “Água na boca” pelos alunos das 7^{as} séries da EMEF. Celso Leite Ribeiro Filho.

Nosso corpo tem $\frac{3}{4}$ de H₂O.

Para produzir 1 kg de papel é preciso 540 litros de água e para produzir 1 tonelada de aço 260.000 litros de água.

Uma pessoa pode gastar até 300 litros de água por dia.

A água tem um custo que não é pequeno, para se ter uma idéia as estações de tratamento e redes de distribuição da SABESP correspondem em termos de distância, a 41000 Km, o que é aproximadamente a circunferência da Terra em torno da linha do equador.

Só 3% da água total do planeta estão disponíveis para bebermos.

Uma torneira pingando o dia inteiro equivale a uma família de cinco pessoas usando água.

A distância da Terra ao Sol é de 150 milhões de quilômetros, por isso temos a água nos três estados: sólido, líquido e gasoso. Pelo que se sabe, somente o planeta Terra tem água em abundância.

O nosso sangue tem aproximadamente 83% de água. Na superfície do nosso planeta tem 70% de água.

Quando você abre uma torneira, gasta de 2 a 3 litros de água para lavar a mão.

Uma empresa pode gastar 10 t de cloro, 45 t de sulfato de alumínio e 16 t de cálcio para produzir 33 m³ por segundo de água limpa.

Uma descarga pode gastar entre 10 e 30 litros de água, um americano usa 6 litros apenas.

O Brasil tem aproximadamente 14% da água doce do planeta.

No ano de 2000, provavelmente estaremos consumindo 150 milhões de m³ de água por ano e gerando 90 milhões de m³ de esgoto.

Situações problemas:

1. Os grandes vilões do desperdício são a mangueira e o chuveiro. A pia de cozinha, a lavadora de roupas, o vaso sanitário e o lavatório vêm na seqüência entre os líderes no consumo de água. (FSP 02/03/03)



Muitas pessoas deixam a torneira aberta cada vez que escovam os dentes. Sabendo que, ao escovar os dentes com a torneira aberta, gasta-se aproximadamente 80 litros de água por dia, agora responda.

- a) Se 1/10 das pessoas no Brasil tivessem esse hábito, quanto se desperdiçaria de água nesse país, em um ano?
- b) Se cada brasileiro desperdiçasse 2,5 litros de água por dia, quanto se desperdiçaria no país, em um ano? Compare com o item anterior.
- c) Faça uma estimativa da quantidade de água que uma pessoa com esse hábito desperdiçaria em um ano.

Dados: A população brasileira é aproximadamente 170 milhões de habitantes.

Obs: Se você usar um copo e fechar a torneira poderá economizar aproximadamente 79 litros.

2. A prefeitura de São Paulo poderá usar água tratada vinda de esgotos na lavagem de ruas, praças, passeios públicos e na irrigação de jardins e campos esportivos. *Estadão 14/09/2001.*

Todo dia são gastos pela PMSP 21,6 mil metros cúbicos de água com a limpeza das ruas após as feiras. Se o metro cúbico de água tratada custa R\$ 0,86 e a reutilização sai por R\$ 0,54 a menos do que custa a mesma quantidade de água potável. Qual é a economia em reais?

3. A cidade de São Paulo consome 250 milhões de litros de água por hora, o equivalente a 116 piscinas olímpicas. FSP 02/08/2001.

Calcule o volume de cada piscina olímpica de acordo com estas informações e apresente possíveis medidas para o comprimento e largura da piscina, assumindo que a profundidade é de 1,98 m.

4. Cerca de $\frac{3}{4}$ da superfície da Terra é coberta de água, 97% da água da superfície terrestre é salgada. Grande parte da água doce do planeta está em geleiras, icebergs e em solos muito profundos, apenas 0,01% da água doce vai para os rios, ficando disponível para uso.

Para saber quantos milhões de quilômetros quadrados têm a superfície terrestre utilizamos a expressão:

$$S = 4\pi.r^2, \text{ onde } r \cong 6400 \text{ Km; } \pi \cong 3,14.$$

- Apresente a superfície total do globo terrestre em km^2 .
- Encontre a extensão da superfície do globo coberta por água.
- O que pode ser potencialmente consumido é uma pequena fração. Calcule em Km^2 a possível extensão dessa quantidade.
- Encontre uma forma de comparar o total de água da superfície terrestre com a água doce disponível para uso.
- O Brasil tem 13,7% da água potável do planeta, mas 80% da água potável existente no Brasil estão na região amazônica, distante dos grandes centros. Os 20% restantes abastecem 95% da população brasileira. **Represente graficamente água potável x população brasileira.**

Obs: O Terceiro Fórum Mundial da Água, em Kyoto, no Japão **debate sobre cotas de Água.**

“De um lado estão as agências multilaterais de financiamento, que estimulam investimentos privados para atender a mais de 1,1 bilhão de pessoas sem água potável e 2,4 bilhões sem saneamento em todo o mundo”.

“De outro, ficam as organizações não-governamentais que defendem que o acesso a uma cota mínima de 50 litros de água por dia seja declarado como um direito de todos os seres humanos”.

A crise levou ecologistas a afirmarem que a questão hídrica é um problema ambiental tão grave quanto o das mudanças climáticas.

Segundo o presidente do Conselho Mundial da Água, Mahmud Abu-Zeid, a crise hídrica é “um dos maiores desafios do século 21”. Ele pediu o

estabelecimento de um novo sistema de financiamento para os países "mais sedentos" e pobres.

A ONU avalia que 50 litros de água, o mínimo que atende às exigências diárias de cada ser humano: **cinco litros para ingestão direta, 20 para higiene e saneamento, 15 para banho e dez para preparação dos alimentos. A organização quer reduzir pela metade, até 2015, o percentual da população do globo que não tem acesso a esse volume diário.** (Folha de S.P 17/03/03).

5. Para esta atividade são necessárias contas de água dos últimos seis meses de uma família. Analise os dados da conta e:

- a) Encontre a média mensal de gasto de cada membro da família nesse período.
- b) Calcule a média mensal de consumo ideal por pessoa e compare com a média de consumo das contas do colega, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o consumo ideal é de dois milhões de litros por habitante/ano?
- c) Retire da conta de água elementos que permitam definir as funções que relacionam o número de m^3 de água consumidos com a despesa total.

Obs: São Paulo, metrópole com 8000 Km², 0,1% do território nacional, 17 milhões de pessoas, quase 50% de habitantes do estado, tem disponível 400 m³ de água por habitantes/ano.

Bibliografia

MEC/SEF, (1997). Parâmetros curriculares nacionais.
MONTEIRO, A. e JUNIOR, G.P. (2001). A Matemática e os Temas Transversais.
MORENO, M. (1997). "Os temas transversais e as matérias curriculares". In: BUSQUETS M. D. et. Al. Temas transversais em Educação. São Paulo, Ática.

Sites:

<http://www.ocaminhodaagua.hpg.ig.com.Br>

<http://www.istoé.com.br>

<http://www.comclencia.br>

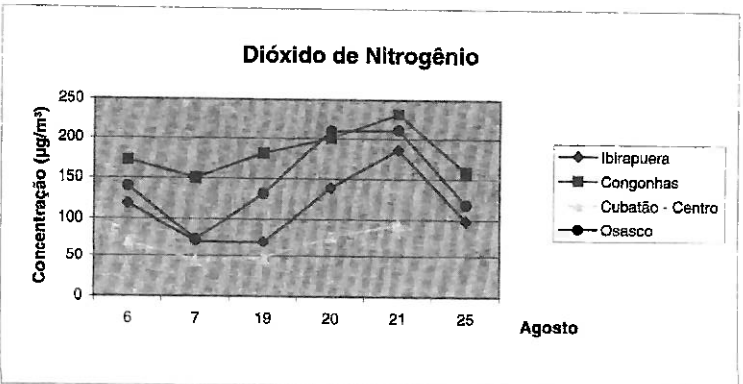
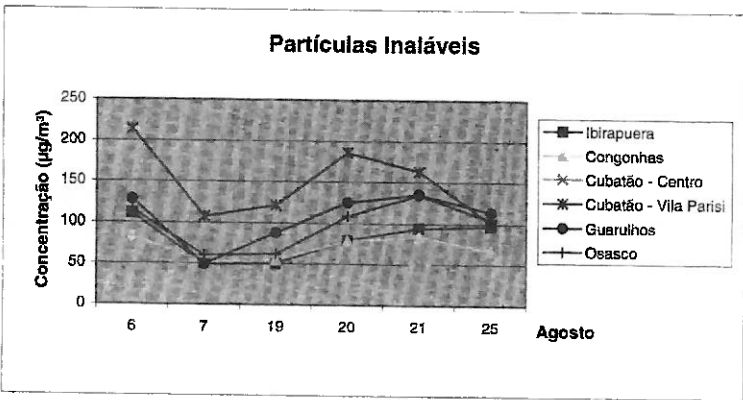
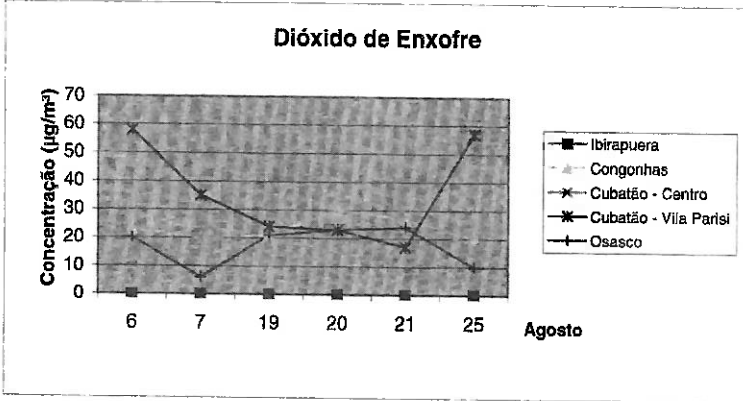
<http://www.sabesp.com.Br>

<http://www.Cetesb.sp.gov.br>

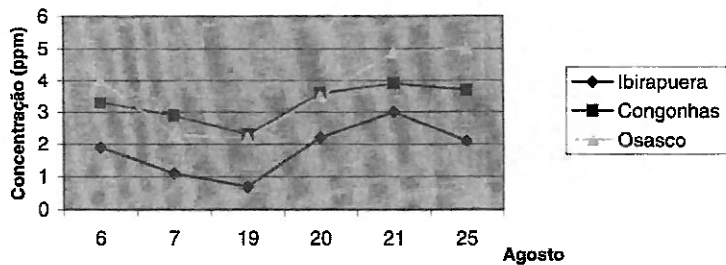
<http://www.bevtech.com.Br>

Vídeo Água na Boca - SABESP/CULTURA (divulgação da Sabesp – F. 33 888216) outros telefones 33 888664 / 33889135.

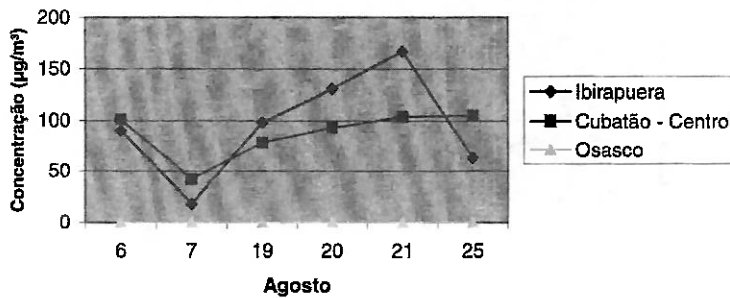
Anexo 2



Monóxido de Carbono



Ozônio





Ar

Boletins de Qualidade

► Boletim diário por parâmetros

Qualidade do Ar | Boletins de Qualidade | Emissão Veicular | Relatórios

Boletim diário por parâmetros | Boletim diário por estações | Boletins diários dos meses anteriores | Dados horários

Boletim diário por parâmetros

Data: 26/9/2004 - Horário de Fechamento: 16h00

Condições meteorológicas para as próximas 24 horas:

Desfavoráveis à dispersão dos poluentes: Dióxido de Enxofre, Partículas Inaláveis, Dióxido de Nitrogênio, Monóxido de Carbono e Desfavoráveis para Ozônio.

Estação	PARÂMETROS		
	Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Partículas Inaláveis (MP ₁₀)	Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)
Dióxido de Enxofre			
Padrão diário de qualidade do ar - 365 µg/m ³ - média de 24 horas			
Estação	Concentração	Índice	Qualidade
Parque D. Pedro II	-	-	-
Ibirapuera	6	04	BOA
São Caetano do Sul	7	04	BOA
Congonhas	15	09	BOA
Cerqueira Cesar	6	04	BOA
Osasco	-	-	-
Cubatão - Centro	-	-	-
Cubatão - Vila Parisi	5	04	BOA
Pinheiros	-	-	-
Paulínia	14	09	BOA
Estação Móvel I - Jauá	2	01	BOA
Estação Móvel II - Ribeirão Preto	2	01	BOA
São José dos Campos	2	01	BOA

Estrutura do índice de qualidade do ar

Faixa de Concentração	Qualidade	Índice	
0 - 80 µg /m ³	Boa	0-50	Atende ao padrão
81 - 365 µg /m ³	Regular	51 - 100	
366 - 800 µg /m ³	Inadequada	101 - 198	
801 - 1600 µg /m ³	Má	200 - 299	Não atende ao padrão
1601 - 2100 µg /m ³	Péssima	300 - 398	
> 2101 µg /m ³	Critica	> 400	



Partículas Inaláveis

Padrão diário de qualidade do ar - $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - média de 24 horas

Estação	Concentração	Índice	Qualidade
Parque D. Pedro II	-	-	-
Sartana	31	31	BOA
Moóca	40	40	BOA
Cambuí	29	29	BOA
Ibirapuera	35	35	BOA
N. Senhora do Ó	53	52	REGULAR
São Caetano do Sul	30	30	BOA
Congonhas	33	33	BOA
Lapa	36	36	BOA
Cerqueira Cesar	-	-	-
Penha	-	-	-
Centro	41	41	BOA
Guarulhos	47	47	BOA
Santo André - Centro	24	34	BOA
Diadema	30	30	BOA
Santo Amaro	31	31	BOA
Osasco	34	34	BOA
Santo André - Capuava	24	24	BOA
São Bernardo do Campo	28	28	BOA
Taboão da Serra	39	39	BOA
São Miguel Paulista	-	-	-
Mauá	34	34	BOA
Cubatão - Centro	-	-	-
Cubatão - Vila Parisi	53	52	REGULAR
Pinheiros	36	36	BOA
Campinas-Centro	41	41	BOA
Paulínia	-	-	-
Estação Móvel I - Jau	61	56	REGULAR
Estação Móvel II - Ribeirão Preto	67	59	REGULAR
Sorocaba	-	-	-
São José dos Campos	42	42	BOA

Estrutura do índice de qualidade do ar

Faixa de Concentração	Qualidade	Índice	
0 - $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Boa	0-50	Atende ao padrão
51 - $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Regular	51 - 100	
151 - $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Inadequada	101 - 198	Não atende ao padrão
251 - $420 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Má	200 - 299	
421 - $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Péssima	300 - 398	
> $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Crítica	> 400	

Dióxido de Nitrogênio

Padrão diário de qualidade do ar - 320 µg / m³ - valor máximo de 1 hora

Estação	Concentração	Índice	Qualidade
Parque D. Pedro II	-	-	-
Ibitapera	41	21	BOA
São Caetano do Sul	-	-	-
Congonhas	128	56	REGULAR
Lapa	-	-	-
Cerqueira Cesar	67	34	BOA
Osasco	-	-	-
Mauá	39	20	BOA
Cubatão - Centro	-	-	-
Cubatão - Vila Parisi	62	31	BOA
Pinheiros	44	22	BOA
Paulínia	-	-	-
Estação Móvel I - Jauú	-	-	-
Estação Móvel II - Ribeirão Preto	86	43	BOA
Sorocaba	39	20	BOA

Estrutura do índice de qualidade do ar

Faixa de Concentração	Qualidade	Índice	
0 - 100 µg / m ³	Boa	0-50	Atende ao padrão
101 - 320 µg / m ³	Regular	51 - 100	
321 - 1130 µg / m ³	Inadequada	101 - 198	
1131 - 2260 µg / m ³	Má	200 - 299	Não atende ao padrão
2261 - 3000 µg / m ³	Péssima	300 - 398	
> 3001 µg / m ³	Crítica	> 400	



Monóxido de Carbono

Padrão diário de qualidade do ar - 9,0 ppm - média de 8 horas

Estação	Concentração	Índice	Qualidade
Parque D. Pedro II	-	-	-
Ibirapuera	0,6	07	BOA
São Caetano do Sul	1,1	12	BOA
Congonhas	2,3	26	BOA
Lapa	-	-	-
Cerqueira Cesar	0,9	10	BOA
Centro	1,2	13	BOA
Santo André - Centro	-	-	-
Santo Amaro	0,6	07	BOA
Osasco	1,8	20	BOA
Taboão da Serra	1,4	16	BOA
Pinheiros	0,7	08	BOA
Campinas-Centro	1,7	19	BOA
Paulínia	0,8	09	BOA
Estação Móvel I - Jaú	0,8	09	BOA
Estação Móvel II - Ribeirão Preto	1,3	14	BOA

Estrutura do índice de qualidade do ar

Faixa de Concentração	Qualidade	Índice	
0 - 4,5 ppm	Boa	0-50	Atende ao padrão
4,6 - 9,0 ppm	Regular	51 - 100	
9,1 - 15,0 ppm	Inadequada	101 - 198	Não atende ao padrão
15,1 - 30,0 ppm	Má	200 - 299	
30,1 - 40,0 ppm	Péssima	300 - 398	
> 40,1 ppm	Crítica	> 400	

Ozônio

Padrão diário de qualidade do ar - 160 µg / m³ - valor máximo de 1 hora

Estação	Concentração	Índice	Qualidade
Parque D. Pedro II	-	-	-
Santana	122	76	REGULAR
Moóca	152	95	REGULAR
Ibirapuera	180	150	INADEQUADA
N. Senhora do Ó	130	81	REGULAR
São Caetano do Sul	152	95	REGULAR
Diadema	152	95	REGULAR
Santo Amaro	167	118	INADEQUADA
Santo Andre - Capuava	168	120	INADEQUADA
São Miguel Paulista	138	86	REGULAR
Mauá	207	201	MÁ
Cubatão - Centro	-	-	-
Pinheiros	127	79	REGULAR
Paulínia	149	93	REGULAR
Estação Móvel I - Jaú	160	100	REGULAR
Estação Móvel II - Ribeirão Preto	182	155	INADEQUADA
Sorocaba	145	91	REGULAR
São José dos Campos	-	-	-

Estrutura do índice de qualidade do ar

Faixa de Concentração	Qualidade	Índice	
0 - 80 µg / m ³	Boa	0-50	Atende ao padrão
81 - 160 µg / m ³	Regular	51 - 100	
161 - 200 µg / m ³	Inadequada	101 - 198	Não atende ao padrão
201 - 800 µg / m ³	Má	200 - 299	
801 - 1000 µg / m ³	Péssima	300 - 398	
> 1001 µg / m ³	Crítica	> 400	