

## Física da Poluição do Ar - FAP4300346

### Exercícios

23/08/2018

Em alguns dos exercícios abaixo vocês deverão usar as tabelas da CETESB com informações sobre parâmetros de qualidade do ar (<http://www.cetesb.sp.gov.br> procure o item Serviços, Publicações e Relatórios – Ar – 2012, Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2012, página 88 em diante, e 2016, página 152 em diante)

1. Compare a qualidade do ar nos anos de 2008 a 2016, em termos de Partículas Inaláveis ( $PM_{10}$ ), para as estações Parque D. Pedro II, Cerqueira César, Parque Ibirapuera, Congonhas, Pinheiros, Guarulhos. Para estas estações, veja aquelas que possuem medidas de  $PM_{2,5}$  e avalie a qualidade do ar destes locais segundo padrões da OMS(WHO).

2. Quais as diferenças entre os padrões para partículas inaláveis e partículas totais em suspensão? (Considere os aspectos físico-químicos e as relações com o sistema respiratório. Avalie a necessidade de adotarmos um padrão para partículas  $<2,5\mu\text{m}$ -finas).

3.a Analise o atendimento aos padrões de qualidade do ar em algumas das estações monitoradas pela CETESB, entre os anos de 2008 a 2016, para  $SO_2$ ,  $O_3$ , e CO.

3.b Procure classificar as 3 piores estações (regiões) em termos deste parâmetro e do  $MP_{10}$ .

4. Monte gráficos avaliando a série temporal dos parâmetros indicativos da qualidade do ar para as estações e poluentes tabelados abaixo.

$O_3$ # dias > PQar	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016
Moóca	76	1	22	12	11	44	6	23	28	31
Ibirapuera	-	-	42	24	13	61	30	46	16	19
CO # dias > PQar	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016
Cerqueira Cesar	64	24	0	0	0	0	0	0	0	0
Congonhas	85	34	4	0	0	0	0	0	0	0
$MP_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )/ano	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016
Cerqueira Cesar	95	61	48	37	30	33	31	33	27	26
Ibirapuera	42	63	40	32	38	34	29	27	-	-

## Anexo - Qualidade do Ar

Padrões Nacionais de Qualidade do Ar  
(Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90)

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Padrão Secundário ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Método de Medição
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas <sup>1</sup>	240	150	Amostradores de Grandes Volumes
	MGA <sup>2</sup>	80	60	
Partículas inaláveis (PM10)	24 horas <sup>1</sup>	150	150	Separação inercial/filtração
	MAA <sup>3</sup>	50	50	
Fumaça	24 horas <sup>1</sup>	150	100	Refletância
	MAA <sup>3</sup>	60	40	
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	24 horas <sup>1</sup>	365	100	Pararosanilina
	MAA <sup>3</sup>	80	40	
Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	1 hora <sup>1</sup>	320	190	Quimiluminescência
	MAA <sup>3</sup>	100	100	
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora <sup>1</sup>	40.000	40.000	Infravermelho não dispersivo
		35 ppm	35 ppm	
	8 horas <sup>1</sup>	10.000	10.000	
Ozônio (O <sub>3</sub> )	1 hora <sup>1</sup>	9 ppm	9 ppm	Quimiluminescência
		160	160	

(1) – Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano  
(2) – Média Geométrica Anual  
(3) – Média Aritmética Anual

Critérios para episódios agudos de poluição do ar (Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90)			
Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas Totais em Suspensão PTS - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 h	375	625	875
Partículas Inaláveis PM10 - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 h	250	420	500
Fumaça ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 h	250	420	500
Dióxido de Enxofre SO <sub>2</sub> - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 h	800	1.600	2.100
SO <sub>2</sub> X PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24 h	65.000	261.000	393.000
Dióxido de Nitrogênio NO <sub>2</sub> - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 1 h	1.130	2.260	3.000
Monóxido de Carbono CO - (ppm) – 8 h	15	30	40
Ozônio O <sub>3</sub> - ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 1h	400 *	800	1.000

(\*) – O nível de atenção na Legislação do Estado de São Paulo é de 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabelas retiradas do Decreto Estadual (São Paulo) nº 59.113 de 23/04/2013

**Tabela 02 – Padrões Estaduais de Qualidade do Ar**

Poluente	Tempo de Amostragem	MI 1 (µg/m³)	MI 2 (µg/m³)	MI 3 (µg/m³)	PF (µg/m³)
partículas inaláveis (MP10)	24 horas	120	100	75	50
	MAA <sup>1</sup>	40	35	30	20
partículas inaláveis finas (MP2,5)	24 horas	60	50	37	25
	MAA <sup>1</sup>	20	17	15	10
dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	60	40	30	20
	MAA <sup>1</sup>	40	30	20	-
dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	1 hora	260	240	220	200
	MAA <sup>1</sup>	60	50	45	40
ozônio (O <sub>3</sub> )	8 horas	140	130	120	100
monóxido de carbono (CO)	8 horas	-	-	-	9 ppm
fumaça* (FMC)	24 horas	120	100	75	50
	MAA <sup>1</sup>	40	35	30	20
partículas totais em suspensão* (PTS)	24 horas	-	-	-	240
	MGA <sup>2</sup>	-	-	-	80
chumbo** (Pb)	MAA <sup>1</sup>	-	-	-	0,5

1 - Média aritmética anual.

2 - Média geométrica anual.

\* Fumaça e Partículas Totais em Suspensão - parâmetros auxiliares a serem utilizados apenas em situações específicas, a critério da CETESB.

\*\* Chumbo - a ser monitorado apenas em áreas específicas, a critério da CETESB.

Obs.: padrões vigentes em negrito

As Metas Intermediárias devem ser atendidas em 3 (três) etapas, assim determinadas:

I. Meta Intermediária Etapa 1 - (MI1) - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados a partir de 24/04/2013;

II. Meta Intermediária Etapa 2 - (MI2) - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados subsequentemente à MI1, que entrará em vigor após avaliações realizadas na Etapa 1, reveladas por estudos técnicos apresentados pelo órgão ambiental estadual, convalidados pelo CONSEMA;

III. Meta Intermediária Etapa 3 - (MI3) - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados nos anos subsequentes à MI2, sendo que o seu prazo de duração será definido pelo CONSEMA, a partir do início da sua vigência, com base nas avaliações realizadas na Etapa 2.

Os padrões finais (PF) são aplicados sem etapas intermediárias quando não forem estabelecidas metas intermediárias, como no caso do monóxido de carbono, partículas totais em suspensão e chumbo. Para os demais poluentes, os padrões finais passam a valer a partir do final do prazo de duração do MI3.

**Tabela 03 – Critério Estadual para episódios críticos de poluição do ar**

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
partículas inaláveis finas (µg/m³) – 24h	125	210	250
partículas inaláveis (µg/m³) – 24h	250	425	500
dióxido de enxofre (µg/m³) – 24h	800	1600	2100
dióxido de nitrogênio (µg/m³) – 1h	1130	2260	3000
monóxido de carbono (ppm) – 8h	15	30	40
ozônio (µg/m³) – 8h	200	400	600

## Diretrizes da OMS (Organização Mundial da Saúde):

<b>PM<sub>2.5</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>
10 µg/m <sup>3</sup> média anual	20 µg/m <sup>3</sup> média anual
25 µg/m <sup>3</sup> média 24h (*)	50 µg/m <sup>3</sup> média 24h (*)

(\*) percentil 99% ⇒ até 1% dos casos (não exceder 4 vezes em um ano de amostragens contínuas)

<b>O<sub>3</sub></b>
100 µg/m <sup>3</sup> 8h-média horária

<b>NO<sub>2</sub></b>
40 µg/m <sup>3</sup> média anual
200 µg/m <sup>3</sup> média por 1-hora

<b>SO<sub>2</sub></b>
20 µg/m <sup>3</sup> média 24h
500 µg/m <sup>3</sup> média por 10-minutos

### COMENTÁRIO SOBRE PADRÃO PARA MP<sub>2.5</sub> (Material Particulado com diâmetro aerodinâmico menor que 2,5 µm)

Não existe padrão para MP<sub>2.5</sub> na legislação nacional. O Estado de São Paulo tem os padrões dados em tabelas anteriores. A US-EPA estabelece que a média aritmética das médias anuais (calculadas a partir das médias de 24 horas) dos últimos três anos consecutivos não pode ultrapassar 15µg/m<sup>3</sup> e o percentil 98 das médias de 24h em três anos não pode ultrapassar 65µg/m<sup>3</sup> para nenhuma estação da região (isso quer dizer que 98% das médias têm que estar abaixo deste valor).