



**ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA – EEL/USP**  
**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**  
**POLUIÇÃO AMBIENTAL II**



**Aula 4**  
**Padrões de Qualidade do Ar (PQAr)**

---

Prof. MSc Paulo Ricardo Amador Mendes

Agradecimentos:

Prof. MSc Ana Paula Nola Denski Bif

# Poluição do ar

- **Os processos industriais e de geração de energia, os veículos automotores e as queimadas são, dentre as atividades antrópicas, as maiores causas da introdução de substâncias poluentes à atmosfera, muitas delas tóxicas à saúde humana e responsáveis por danos à flora e aos materiais.**

# Poluição atmosférica

- A **poluição atmosférica** pode ser definida como qualquer forma de **matéria ou energia** com **intensidade, concentração, tempo ou características** que possam **tornar o ar impróprio**,
- Nocivo ou ofensivo à saúde,
- Inconveniente ao bem-estar público,
- Danoso aos materiais, à fauna e à flora
- Prejudicial à segurança,
- Prejudicial ao uso e gozo da propriedade e
- Prejudicial à qualidade de vida da comunidade.

# Qualidade do ar

- A **qualidade do ar** é **produto da interação** de um complexo **conjunto de fatores** dentre os quais destacam-se a magnitude das emissões, a topografia e as condições meteorológicas da região, favoráveis ou não à dispersão dos poluentes.

# Quais as regiões mais poluídas do Brasil?



# Quais as regiões mais poluídas do Brasil?

- **Veja a lista das Cidades mais poluídas do Brasil**
  - 144<sup>o</sup>. Região Metropolitana do Rio de Janeiro/RJ
  - 204<sup>o</sup>. Região de Cubatão/SP
  - 267<sup>o</sup>. Região de Campinas/SP
  - 268<sup>o</sup>. Região Metropolitana de São Paulo/SP
  - 360<sup>o</sup>. Região Metropolitana de Curitiba/SP

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- Os **padrões de qualidade do ar (PQAr)** segundo a OMS, **variam de acordo com a abordagem adotada para balancear riscos à saúde, viabilidade técnica, considerações econômicas e vários outros fatores políticos e sociais**, que por sua vez dependem, entre outras coisas, **do nível de desenvolvimento e da capacidade nacional de gerenciar a qualidade do ar.**

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- **As diretrizes recomendadas pela OMS levam em conta esta heterogeneidade** e, em particular, reconhecem que, ao formularem **políticas de qualidade do ar**, **os governos devem considerar cuidadosamente suas circunstâncias locais** antes de adotarem os valores propostos como padrões nacionais.

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- Correlações entre a exposição aos poluentes atmosféricos e os efeitos de morbidade e mortalidade,
- Mesmo quando as concentrações dos poluentes na atmosfera não ultrapassam os padrões de qualidade do ar vigentes.
- As populações mais vulneráveis são as crianças, os idosos e as pessoas que já apresentam doenças respiratórias.

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- Maiores gastos do Estado, decorrentes do **aumento do número de atendimentos e internações hospitalares**, além do **uso de medicamentos**;
- A **poluição de ar** pode também afetar ainda a qualidade dos materiais (corrosão), do solo e das águas (chuvas ácidas), além de afetar a visibilidade.
- A gestão da qualidade do ar tem como objetivo garantir que o desenvolvimento socioeconômico ocorra de forma sustentável e ambientalmente segura.

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- No Brasil os **padrões de qualidade do ar** foram estabelecidos pela Resolução **CONAMA nº 3/1990**, sendo de acordo com esta resolução divididos em **padrões primários** e **secundários**.



# Padrões primários de qualidade do ar

- São **padrões primários de qualidade do ar** as **concentrações de poluentes** que, **ultrapassadas**, **poderão afetar a saúde da população**;
- Podem ser entendidos como **níveis máximos toleráveis** de **concentração de poluentes atmosféricos**;

# Padrões secundários de qualidade do ar

- São **padrões secundários de qualidade do ar** as **concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso** sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e a flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral;
- Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- A Resolução CONAMA nº 3/1990 prevê a **aplicação diferenciada** de **padrões primários** e **secundários** requer que o **território nacional seja dividido em classes I, II e III** conforme o uso pretendido.
- A mesma resolução prevê ainda que enquanto não for estabelecida a classificação das áreas, os **padrões aplicáveis serão os primários.**

# Padrões nacionais de qualidade do ar – Resolução Conama no 3. de 28/06/1990

<b>Poluente</b>	<b>Tempo de Amostragem</b>	<b>Padrão Primário (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Padrão Secundário (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Método de Medição</b>
<b>Partículas totais em suspensão – PTS</b>	24 horas*	240	150	Amostrador de grandes volumes
	MGA	80	60	
<b>Fumaça</b>	24 horas*	150	100	Refletância
	MMA	60	40	
<b>Partículas inaláveis</b>	24 horas*	150	150	Separação inercial / filtração
	MMA	50	50	
<b>Dióxido de enxofre</b>	24 horas*	365	100	Pararosanilina
	MMA	80	40	
<b>Monóxido de carbono</b>	1 hora*	40.000(35ppm)	40.000 (35 ppm)	Infravermelho não dispersivo
	8 horas*	10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)	
<b>Ozônio</b>	1 hora*	160	160	Quimiluminescência
<b>Dióxido de nitrogênio</b>	1 hora	320	190	Quimiluminescência
	MMA	100	100	

\* Não deve ser excedido mais de uma vez ao ano.

MGA – média geométrica anual

MAA – média aritmética anual

# Partículas Totais em Suspensão

-

Podem ser definidas como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que  $50\ \mu\text{m}$ .

Uma parte destas partículas é inalável e pode causar problemas à saúde, outra parte pode afetar desfavoravelmente a qualidade de vida da população, interferindo nas condições estéticas do ambiente e prejudicando as atividades normais da comunidade.

# Fumaça

Está associada ao material particulado suspenso na atmosfera proveniente dos processos de combustão.

O método de determinação da fumaça é baseado na medida de refletância da luz que incide na poeira (coletada em um filtro), o que confere a este parâmetro a característica de estar diretamente relacionado ao teor de fuligem na atmosfera.

# Partículas Inaláveis

- Podem ser definidas de maneira simplificada como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que  $10\ \mu\text{m}$ .
- As partículas inaláveis podem ainda ser classificadas como partículas inaláveis finas – MP2,5 ( $<2,5\ \mu\text{m}$ ) e partículas inaláveis grossas ( $2,5$  a  $10\ \mu\text{m}$ ).
- As partículas finas, devido ao seu tamanho diminuto, podem atingir os alvéolos pulmonares, já as grossas ficam retidas na parte superior do sistema respiratório.

# Dióxido de Enxofre

Resulta principalmente da queima de combustíveis que contém enxofre, como óleo diesel, óleo combustível industrial e gasolina.

É um dos principais formadores da chuva ácida.

O dióxido de enxofre pode reagir com outras substâncias presentes no ar formando partículas de sulfato que são responsáveis pela redução da visibilidade na atmosfera.

# Monóxido de Carbono

- É um gás incolor e inodoro que resulta da queima incompleta de combustíveis de origem orgânica (combustíveis fósseis, biomassa, etc).
- Em geral é encontrado em maiores concentrações nas cidades, emitido principalmente por veículos automotores. Altas concentrações de CO são encontradas em áreas de intensa circulação de veículos

# Ozônio

- “Oxidantes fotoquímicos” é a denominação que se dá à mistura de poluentes secundários formados pelas reações entre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, na presença de luz solar, sendo estes últimos liberados na queima incompleta e evaporação de combustíveis e solventes.
- O principal produto desta reação é o ozônio, por isso mesmo utilizado como parâmetro indicador da presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera. Tais poluentes formam a chamada névoa fotoquímica ou “smog fotoquímico”, que possui este nome porque causa na atmosfera diminuição da visibilidade.
- Além de prejuízos à saúde, o ozônio pode causar danos à vegetação. É sempre bom ressaltar que o ozônio encontrado na faixa de ar próxima do solo, onde respiramos, chamado de “mau ozônio”, é tóxico. Entretanto, na estratosfera (a cerca de 25 km de altitude) o ozônio tem a importante função de proteger a Terra, como um filtro, dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol.

# Dióxido de Nitrogênio

- São formados durante processos de combustão. Em grandes cidades, os veículos geralmente são os principais responsáveis pela emissão dos óxidos de nitrogênio.
- O NO, sob a ação de luz solar se transforma em NO<sub>2</sub> e tem papel importante na formação de oxidantes fotoquímicos como o ozônio.
- Dependendo das concentrações, o NO<sub>2</sub> causa prejuízos à saúde.

# Métodos de amostragem

- a) Partículas Totais em Suspensão - Método de Amostrador de Grandes Volumes ou Método Equivalente.
- b) Fumaça - Método da Refletância ou Método Equivalente.
- c) Partículas Inaláveis - Método de Separação Inercial/Filtração ou Método Equivalente.
- d) Dióxido de Enxofre - Método de Pararonasilina ou Método Equivalente.
- e) Monóxido de Carbono - Método do Infravermelho não Dispersivo ou Método Equivalente.
- f) Ozônio - Método da Quimioluminescência ou Método Equivalente.
- g) Dióxido de Nitrogênio - Método da Quimioluminescência ou Método Equivalente.

# AGV MP10

Permite a determinação das concentrações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de partículas de até  $10 \mu\text{m}$  em suspensão (MP10) no ar ambiente;

A cabeça MP10 é dotada de um conjunto de boqueiras que aceleram o ar de coleta para dentro de uma câmara de impactação, onde partículas maiores que  $10 \mu\text{m}$  ficam retidas numa camada oleosa.

A fração de ar com partículas menores que  $10 \mu\text{m}$  (MP10) é carregada para fora da câmara e dirigida para um filtro de coleta (fibra de vidro ou microquartzo), onde ficam retidas as partículas.



# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- A resolução estabelece ainda os **critérios para episódios agudos de poluição do ar;**
- Ressalte-se que a declaração dos **estados de Atenção, Alerta e Emergência** requer, além dos níveis de **concentração atingidos**, a **previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes.**

Poluente	Tempo de amostragem	Países																			
		Primário	Secundário	Chile	Peru	México	Primário	Secundário	Califórnia <sup>a</sup>	Máximo desejável	Máximo aceitável	Máximo tolerável	Valor-limite	Valor-alvo	Reino Unido <sup>c</sup>	Suíça	Austrália	Nova Zelândia	Japão	Coreia do Sul	Hong Kong
CO (mg/m³)	1h	40 (1)	40 (1)	30	30(1)		40		23	15	35						30		29	30	
	8h	10 (1)	10 (1)	10	10	12,6(1)	10		10	6	15	20	10		100		10(1)	10(1)	22,9	10	10
	24h															8(1)			11,5		
	30 min.															100 <sup>e</sup>					
NO <sub>2</sub> (µg/m³)	1h	320	190	400	200(24)	395(1)	188		339		400	1000	200		200		226(1)	200(9)		188	300
	24h										200	300				80(1)		100	75-113	113	150
	Anual	100	100	100	100		100	100		60	100				40	30	60			56,5	80
	30 min.								180							100					
O <sub>3</sub> (µg/m³)	1h	160 (1)	160 (1)			216				100	160	300				120(1)	200(1)	150		200	240
	4h																160(1)				
	8h			120	120(24)	157	147	147	137					120	100		160	100		120	
	24h									30	50										
PTS (µg/m³)	anual										30										
	24h	240 (1)	150 (1)			210 <sup>h</sup>					120	400									260
	Anual (geomet.)	80	60							60	70										80
Fumaça (µg/m³)	24 h	150 (1)	100 (1)																		
	anual	60	40																		
MP <sub>10</sub> (µg/m³)	1h																			200	
	24h	150 (1)	150 (1)	150	150(3)	120 <sup>h</sup>	150	150	50				50		50	50(1)	50(5)	50(1)	100	100	180
	Anual	50	50	50	50	50			20				40		40 <sup>c</sup>	20	20		50	50	55
MP <sub>2,5</sub> (µg/m³)	24h				50/25 <sup>i</sup>	65 <sup>h</sup>	35	35	35		30						25 <sup>f</sup>		35		
	Anual					15	15	15	12				25		25 <sup>c</sup>		8 <sup>f</sup>		15 <sup>h</sup>		
	15 min.														266						
SO <sub>2</sub> (µg/m³)	30 min.															100					
	1h						196		655	450	900	-	350		350	100 <sup>e</sup> (1)	524(1)	350(9)/570(0)	262	390	800
	3h								1300												
	24h	365 (1)	100	250	80/20 <sup>i</sup>	341(1)			105	150	300	800	125		125		210(1)	120	104	130	350
	30 dias								1,5												
Anual	80 (1)	40	80		79				30	60	-				30	52			52	80	

**Tempo de Amostragem****Países**

24h

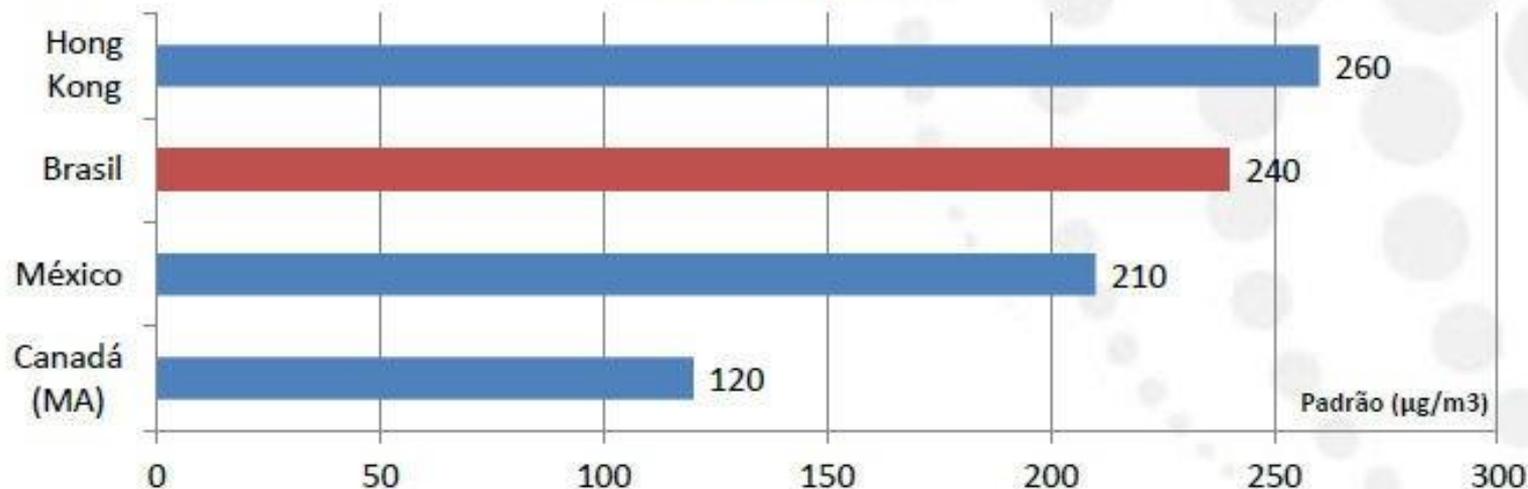
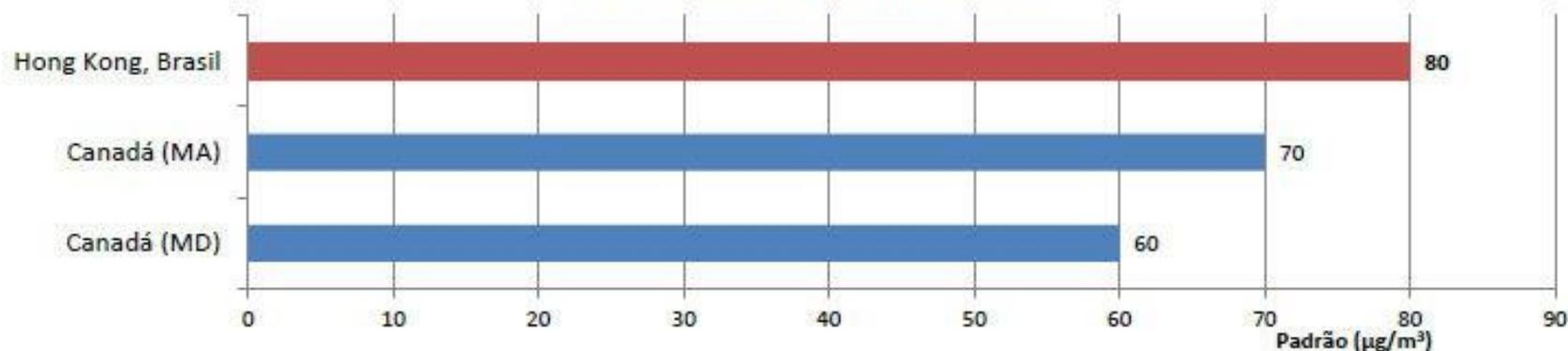
Canadá, Hong Kong, Índia e Brasil

Anual (geom.)

Canadá, Hong Kong, Índia, México e Brasil

Não possui nenhum padrão

Demais

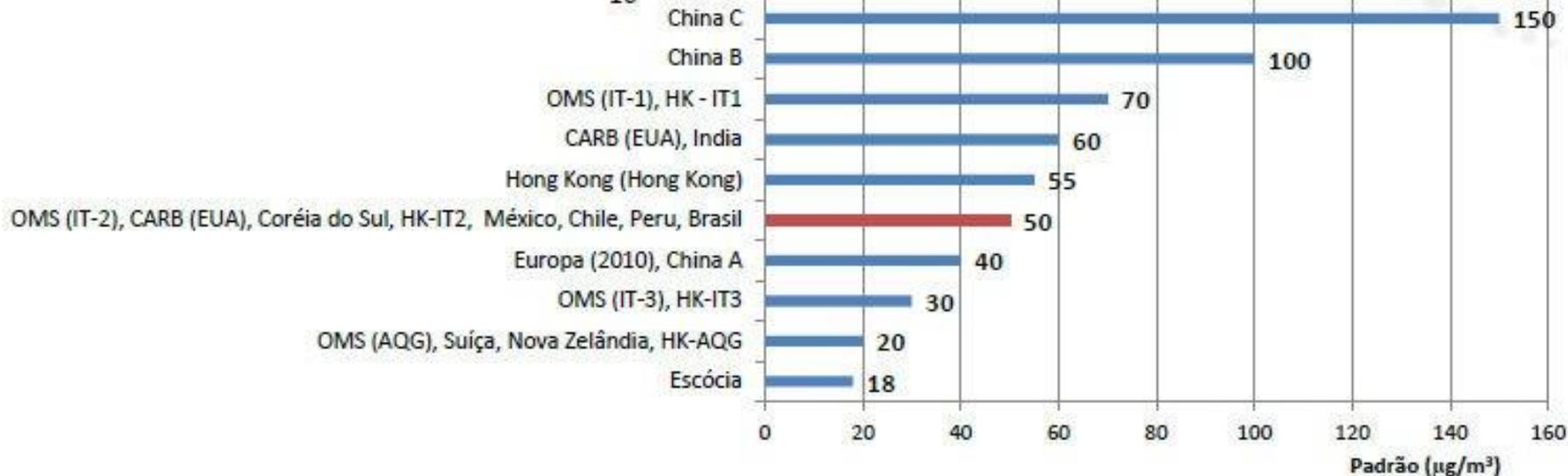
**PTS - Padrão 24h****PTS - Padrão Anual Geom.**

1h	Japão
24h	OMS, USEPA, CARB (EUA), Canadá, Europa, Nova Zelândia, Austrália, Japão, China, Coreia do Sul, Hong Kong, Índia, México, Chile (2012), Brasil
Anual	Europa, Nova Zelândia, China, Coreia do Sul, Hong Kong, Índia, México, Chile, Brasil
Sem padrão	Peru

### MP<sub>10</sub> - Padrão 24h

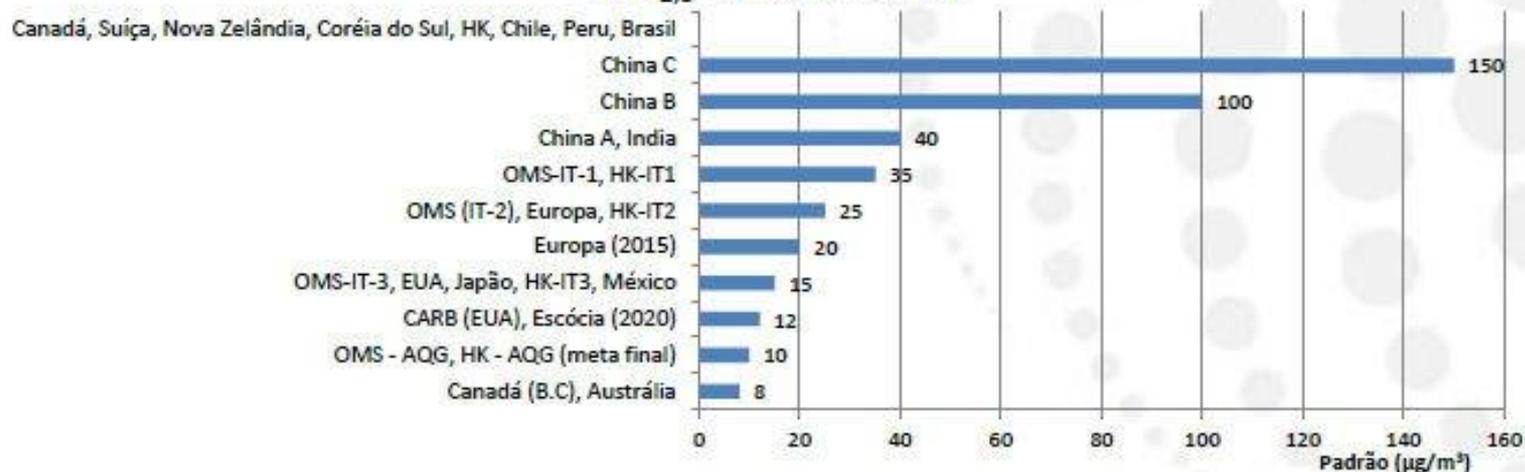


### MP<sub>10</sub> - Padrão Anual

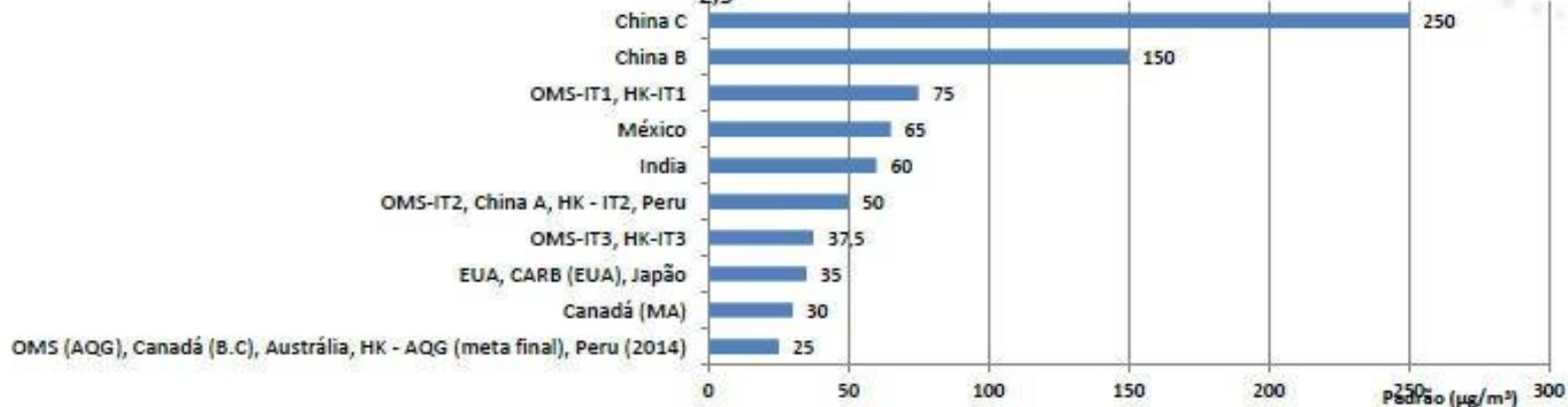


Tempo de Amostragem	Países
24h	OMS, EUA, CARB, Canadá, Austrália, Japão, China, Hong Kong (proposição), México, Peru
Anual	OMS, EUA, CARB, Canadá (B.C.), Europa, Austrália, Japão, China, Hong Kong, México
Sem padrão	Nova Zelândia, Suíça, Coreia do Sul, Hong Kong, Índia, Chile, Brasil

### MP<sub>2,5</sub> - Padrão Anual

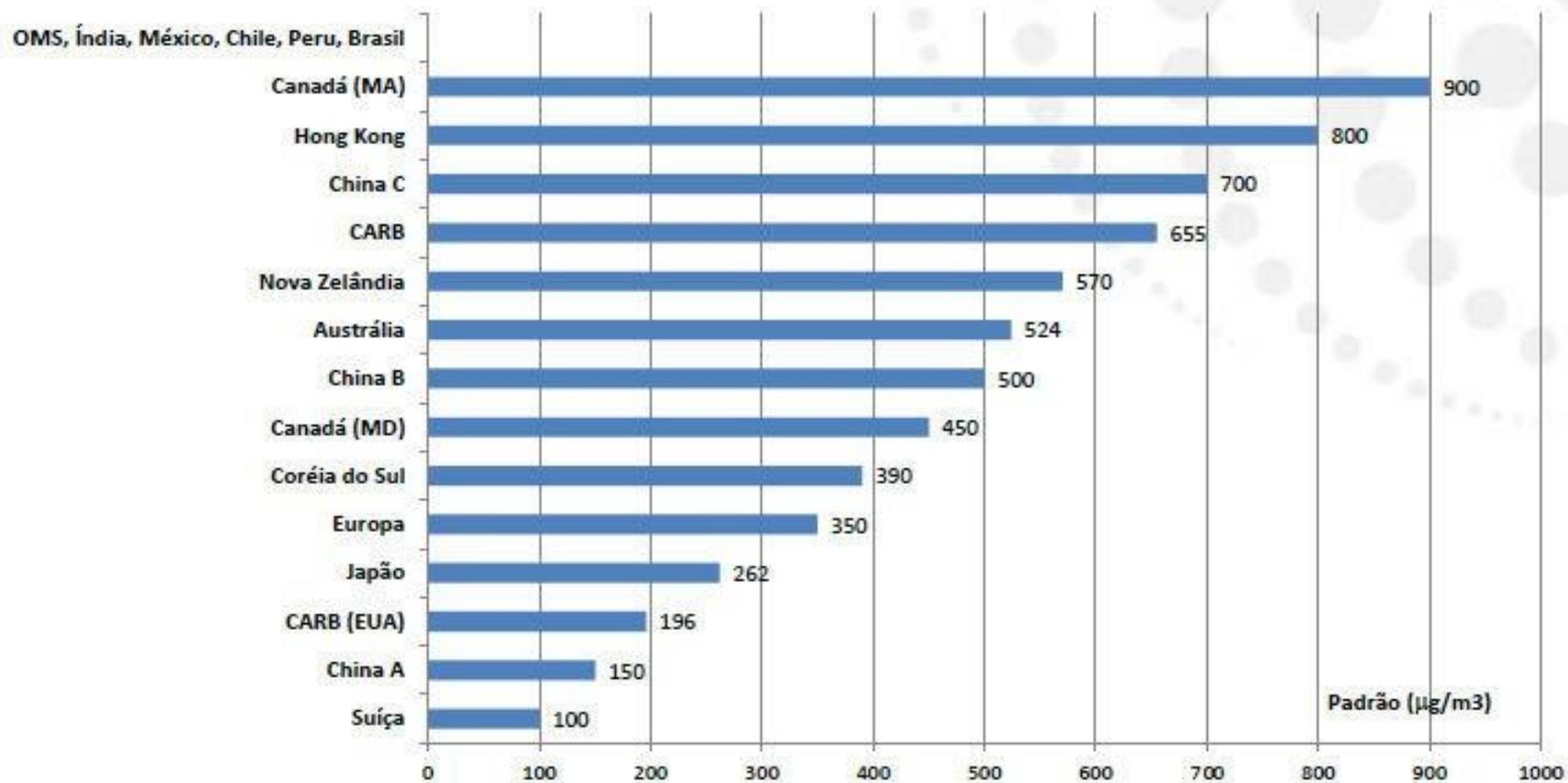


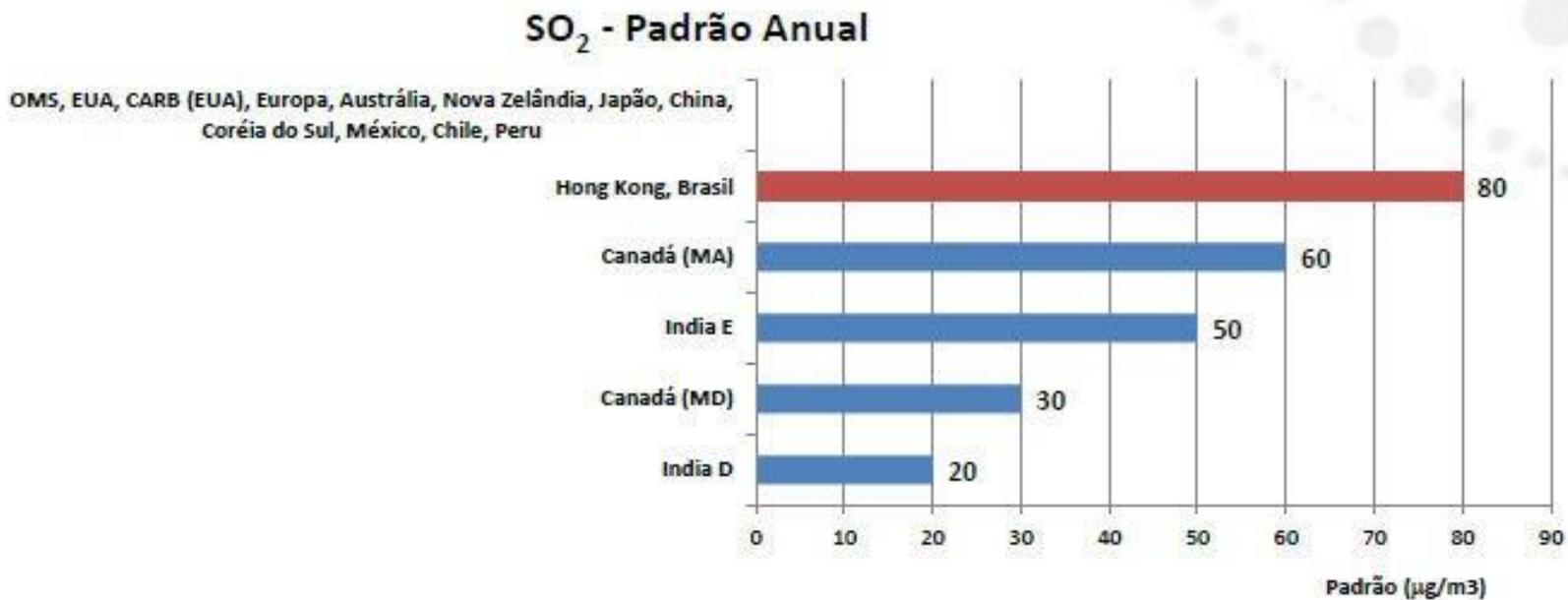
### MP<sub>2,5</sub> - Padrão 24h



Tempo de Amostragem	Países
10 min.	OMS
15 min.	Reino Unido
30 min.	Suíça
1h	EUA, CARB (EUA), Europa, Canadá, Hong Kong, Reino Unido, Austrália, Suíça, Nova Zelândia, Japão, China, Coreia do Sul
3h	EUA
24h	OMS, CARB, Europa, Canadá, Hong Kong, Austrália, Nova Zelândia, Japão, China, Índia, Coreia do Sul, México, Chile, Peru, Brasil
Anual	Canadá, Hong Kong, Brasil

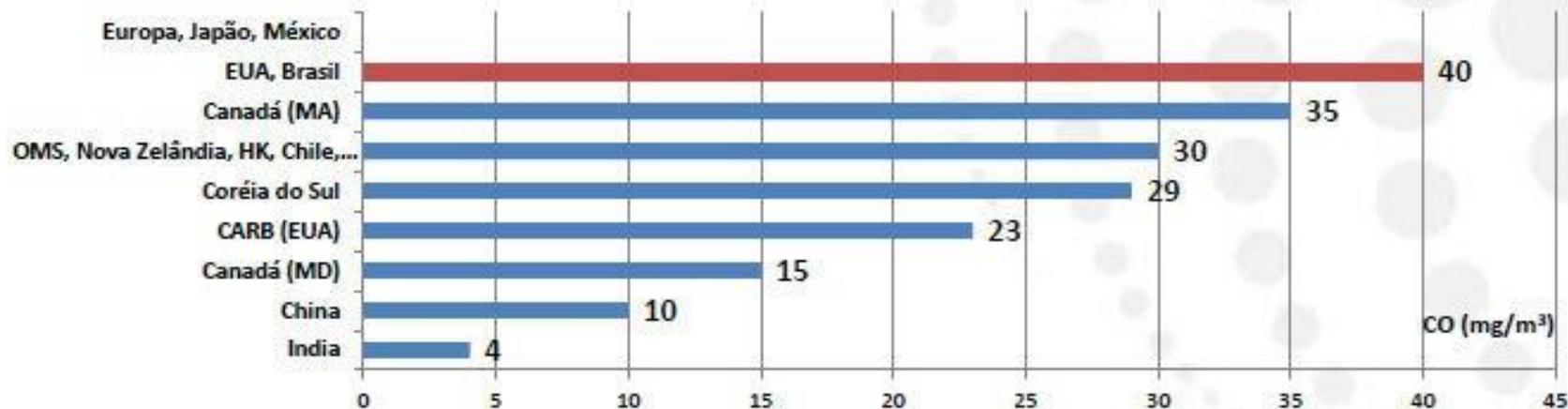
### SO<sub>2</sub> - Padrão 1h



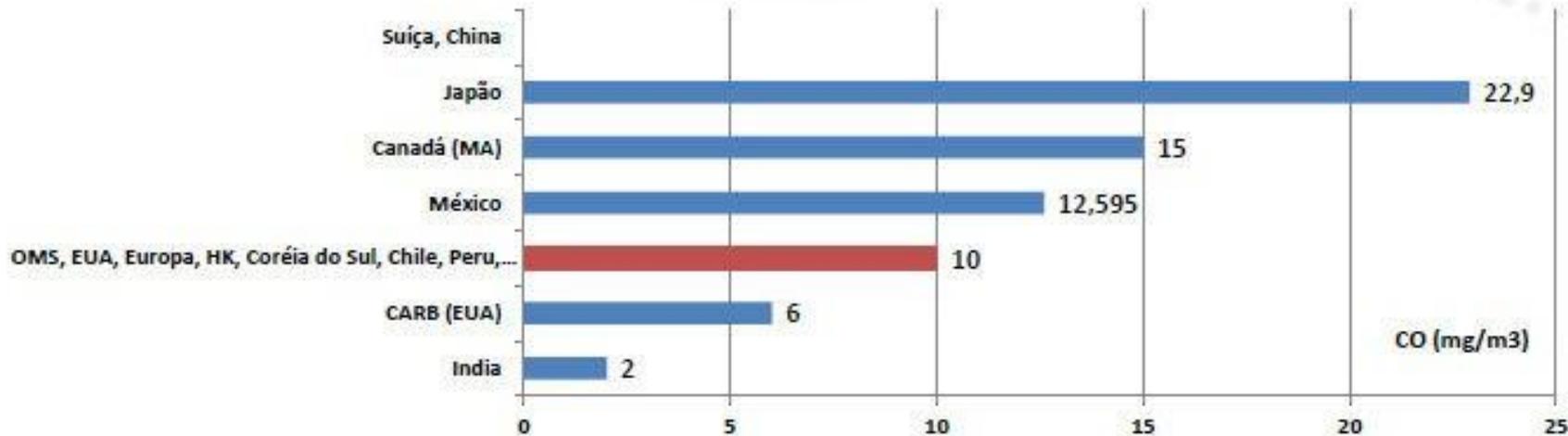


Tempo de exposição	Países
15 min.	OMS, Hong Kong (proposição)
30 min.	OMS, Hong Kong (proposição)
1h	OMS, EUA, CARB (EUA), Canadá, Nova Zelândia, Hong Kong, China, Coreia do Sul, Índia, Chile e Brasil
8h	OMS, EUA, CARB (EUA), Canadá, Europa, Nova Zelândia, Hong Kong, Japão, Coreia do Sul, Índia, Chile e Brasil
24h	Suíça, Japão e China
Sem padrão	Peru

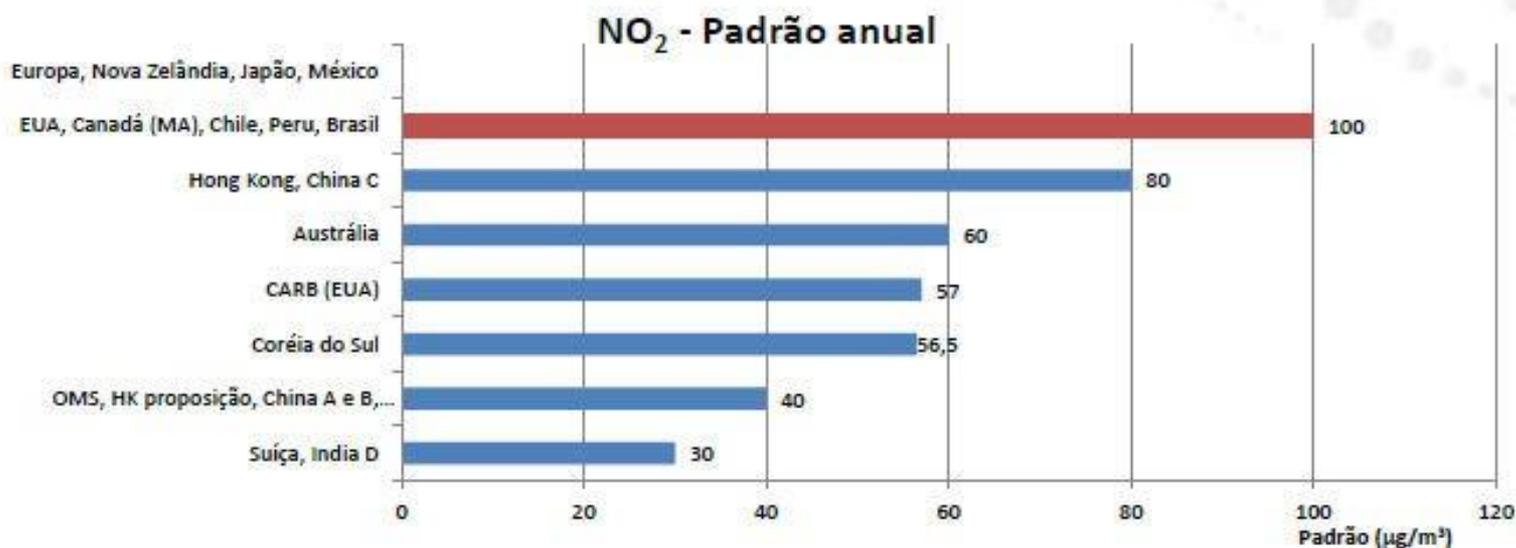
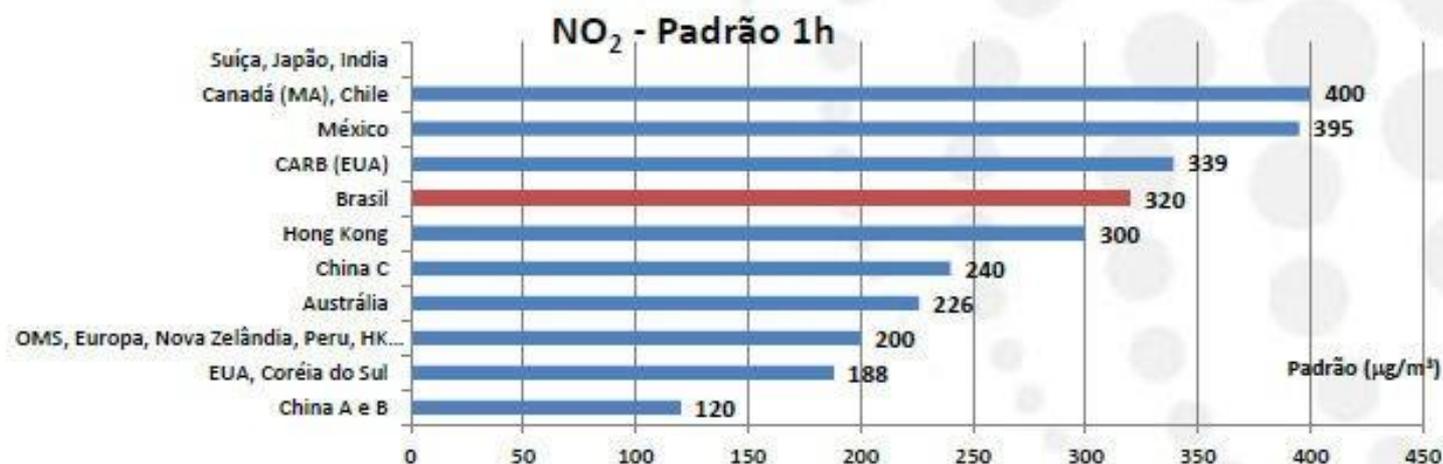
### CO - Padrão 1h



### CO - Padrão 8h

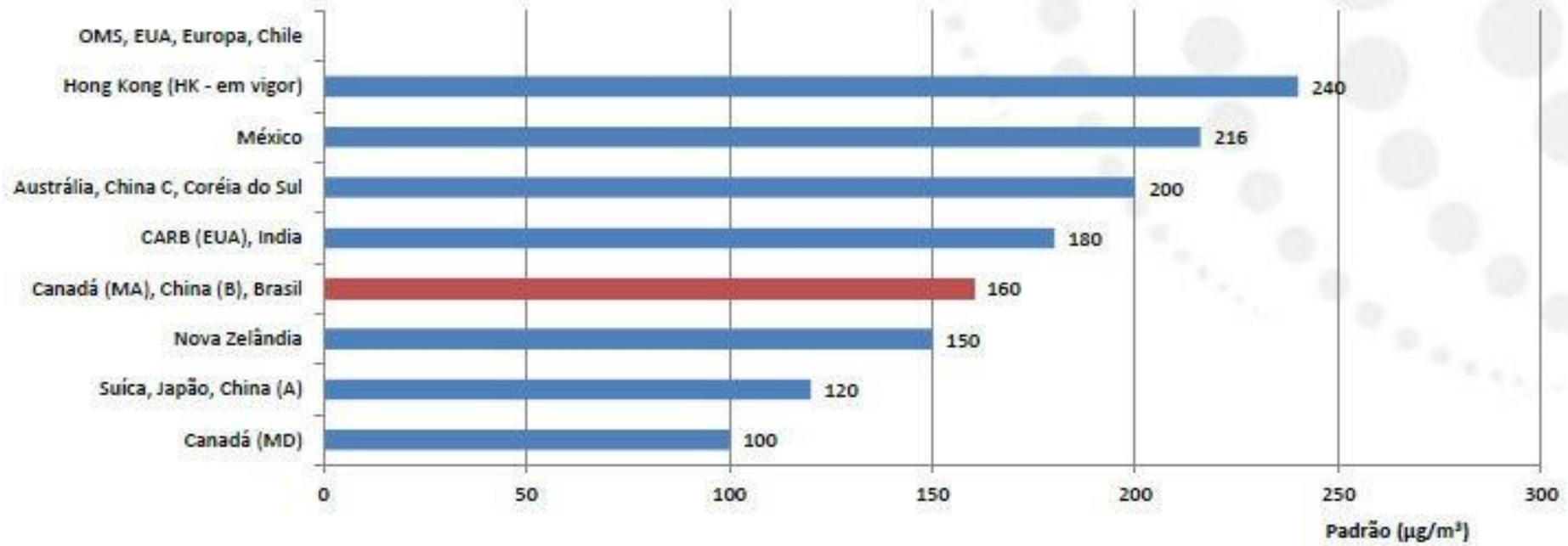


Tempo de Amostragem	Países
30 min.	Suíça
1h	OMS, EUA, CARB (EUA), Canadá, Europa, Austrália, Nova Zelândia, Hong Kong, China, Coreia do Sul, México, Chile, Peru, Brasil
24h	Canadá, Europa, Suíça, Nova Zelândia, Japão, Hong Kong, China, Coreia do Sul, Índia
Anual	OMS, EUA, CARB, Canadá, Austrália, Suíça, Hong Kong, China, Coreia do Sul, Índia, Chile, Peru, Brasil



Tempo de Amostragem	Países
30 min.	Suíça
1h	CARB (EUA), Canadá, Suíça, Austrália, Nova Zelândia, Japão, China, Coreia do Sul, Hong Kong, México, Brasil
4h	Austrália
8h	OMS, EUA, CARB (EUA), Canadá, Europa, Reino Unido, Austrália, Nova Zelândia, Coreia do Sul, Hong Kong (proposição), México, Chile, Peru
24h	Canadá
Anual	Canadá

### Ozônio - Padrão 1h



### Ozônio - Padrão 8h



# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- **Os padrões de qualidade do ar estaduais foram estabelecidos em 1976**, pelo Decreto Estadual nº 8468/76;
- **A evolução dos conhecimentos técnicos e científicos** conduziu, nesse período, a União Europeia e os Estados Unidos à revisão de suas referências, com a atualização dos valores dos padrões adotados, assim como a **inclusão de novos parâmetros**.





# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- **Em 2008, SP iniciou um processo de revisão dos padrões de qualidade do ar, baseando-se nas diretrizes estabelecidas pela OMS, com participação de representantes de diversos setores da sociedade;**
- **Este processo culminou na publicação do Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013, estabelecendo novos padrões de qualidade do ar por intermédio de um conjunto de metas gradativas e progressivas para que a poluição atmosférica seja reduzida a níveis desejáveis ao longo do tempo.**



# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- O **Decreto Estadual nº 59113/2013** estabelece que a **administração da qualidade do ar** será efetuada através de Padrões de Qualidade do Ar, observados os seguintes critérios:
- **Metas Intermediárias – (MI)** estabelecidas como valores temporários a serem cumpridos em etapas, visando à melhoria gradativa da qualidade do ar no Estado de São Paulo, baseada na busca pela redução das emissões de fontes fixas e móveis, em linha com os princípios do desenvolvimento sustentável;
- **Padrões Finais (PF)** – Padrões determinados pelo melhor conhecimento científico para que a saúde da população seja preservada ao máximo em relação aos danos causados pela poluição atmosférica.

Poluente	Tempo de Amostragem	MI1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MI2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MI3 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PF ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
partículas inaláveis (MP <sub>10</sub> )	24 horas MAA <sup>1</sup>	120 40	100 35	75 30	50 20
partículas inaláveis finas (MP <sub>2,5</sub> )	24 horas MAA <sup>1</sup>	60 20	50 17	37 15	25 10
dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	24 horas MAA <sup>1</sup>	60 40	40 30	30 20	20 –
dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	1 hora MAA <sup>1</sup>	260 60	240 50	220 45	200 40
Ozônio (O <sub>3</sub> )	8 horas	140	130	120	100
monóxido de carbono (CO)	8 horas	–	–	–	9 ppm
fumaça* (FMC)	24 horas MAA <sup>1</sup>	120 40	100 35	75 30	50 20
partículas totais em suspensão* (PTS)	24 horas MGA <sup>2</sup>	– –	– –	– –	240 80
Chumbo** (Pb)	MAA <sup>1</sup>	–	–	–	0,5

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- As Metas Intermediárias devem ser obedecidas em 3 (três) etapas, assim determinadas:
  - Meta Intermediária Etapa 1 – (MI1) – Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados a partir de 24/04/2013;
  - 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;
  - Meta Intermediária Etapa 3 – (MI3) – Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados nos anos subsequentes à MI2, sendo que seu prazo de duração será definido pelo CONSEMA, a partir do início da sua vigência, com base nas avaliações realizadas na Etapa 2.

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- 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.
- .

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- A Legislação Estadual estabelece também critérios para episódios agudos de poluição do ar.
- A declaração dos estados de Atenção, Alerta e Emergência, além dos níveis de concentração ultrapassados, requer a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes.
- Caberá à **CETESB** declarar o **Estado de Atenção**, ao **Secretário do Meio Ambiente** declarar o **Estado de Alerta** e ao **Governador do Estado** declarar o **Estado de Emergência**

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- Durante os **episódios críticos**, as fontes de poluição do ar estarão sujeitas às seguintes restrições:

I - quando estabelecido o **Nível de Atenção** devido ao monóxido de carbono e/ou ozônio, será solicitada a restrição voluntária do uso de veículos automotores particulares na RCQA;

II - quando estabelecido o **Nível de Atenção**, devido ao material particulado, dióxido de nitrogênio e/ou dióxido de enxofre, na RCQA:

a) a limpeza por sopragem de caldeiras que utilizem óleo combustível ou biomassa somente poderá realizar-se das 12:00 (doze) às 16:00 (dezesesseis) horas;

b) deverão ser adiados o início de novas operações e processamentos industriais e o reinício dos paralisados para manutenção ou por qualquer outro motivo;

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- III - quando declarado **Nível de Alerta**, devido ao **monóxido de carbono e/ou ozônio**, ficará restringido o acesso de veículos automotores particulares em áreas estabelecidas em planos específicos definidos para
- IV - quando declarado **Nível de Alerta**, devido ao material particulado, dióxido de nitrogênio e/ou dióxido de enxofre, na RCQA:
  - a) fica proibida a limpeza por sopragem de caldeiras que utilizem óleo combustível ou biomassa, enquanto durar o episódio;
  - b) devem ser imediatamente extintas as queimas de palha de cana-de-açúcar na RCQA;
  - c) devem ser imediatamente paralisadas as emissões, por fontes estacionárias prioritárias, estabelecidas em planos específicos definidos para RCQA;

-

# Padrões de qualidade do ar (PQAr)

- V - quando decretado o **Nível de Emergência**, devido ao monóxido de carbono e/ou ozônio, fica proibida a circulação de veículos automotores particulares e de transporte de carga na RCQA.
- VI - quando declarado **Nível de Emergência**, devido ao material particulado, dióxido de nitrogênio e/ou dióxido de enxofre, na RCQA:
  - a) fica proibido o processamento industrial, que emita tais poluentes;
  - b) devem ser imediatamente extintas as queimas de palha de cana-de-açúcar na RCQA;
  - c) fica proibida a queima de combustíveis líquidos e sólidos em fontes estacionárias;
  - d) fica proibida a circulação de veículos a óleo diesel, com exceção dos ônibus.

**Cr terios para epis dios agudos de polui o do ar**  
**(Decreto Estadual n  59113 de 23/04/2013)**

<b>Parâmetros</b>	<b>Aten�o</b>	<b>Alerta</b>	<b>Emergência</b>
partículas inaláveis finas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24h	125	210	250
partículas inaláveis ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24h	250	420	500
dióxido de enxofre ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 24h	800	1.600	2.100
dióxido de nitrogênio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 1h	1.130	2.260	3.000
monóxido de carbono (ppm) – 8h	15	30	40
ozônio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – 8h	200	400	600

# Índice de qualidade do ar e saúde

- O índice de qualidade do ar é uma ferramenta matemática desenvolvida para simplificar o processo de divulgação da qualidade do ar.
- O índice foi criado usando como base uma longa experiência desenvolvida nos EUA.

# Índice de qualidade do ar e saúde

- Os parâmetros contemplados pela estrutura do índice utilizado pela CETESB são:
- partículas inaláveis (MP10)
- partículas inaláveis finas (MP2,5)
- fumaça (FMC)
- ozônio (O3)
- monóxido de carbono (CO)
- dióxido de nitrogênio (NO2)
- dióxido de enxofre (SO2)

# Índice de qualidade do ar e saúde

- Para cada poluente medido é calculado um índice, que é um valor adimensional;
- Dependendo do índice obtido, o ar recebe uma qualificação, que é uma nota para a qualidade do ar, além de uma cor

Estrutura do índice de qualidade do ar

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	MP <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 8h	CO (ppm) 8h	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 1h	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h
N1 – Boa	0 – 40	0 – 50	0 – 25	0 – 100	0 – 9	0 – 200	0 – 20
N2 – Moderada	41 – 80	>50 – 100	>25 – 50	>100 – 130	>9 – 11	>200 – 240	>20 – 40
N3 – Ruim	81 – 120	>100 – 150	>50 – 75	>130 – 160	>11 – 13	>240 – 320	>40 – 365
N4 – Muito Ruim	121 – 200	>150 – 250	>75 – 125	>160 – 200	>13 – 15	>320 – 1130	>365 – 800
N5 – Péssima	>200	>250	>125	>200	>15	>1130	>800

Quando a qualidade do ar é classificada como Boa, os valores-guia para exposição de curto prazo estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde, que são os respectivos Padrões Finais (PF) estabelecidos no DE nº 59113/2013, estão sendo atendidos.

# Índice de qualidade do ar e saúde

- Para a divulgação, utiliza-se o índice mais elevado, isto é, embora a qualidade do ar de uma estação seja avaliada para todos os poluentes monitorados, **a sua classificação é determinada pelo maior índice (pior caso)**.
- **Esta qualificação do ar está associada a efeitos à saúde**, portanto independe do padrão de qualidade/meta intermediária em vigor, e será sempre realizada conforme a tabela a seguir:

Qualidade do ar e efeitos à saúde

Qualidade	Índice	Significado
N1 – Boa	0 – 40	
N2 – Moderada	41 – 80	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
N3 – Ruim	81 – 120	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 – Muito Ruim	121 – 200	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 – Péssima	>200	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

# Redes de Monitoramento

O monitoramento é uma das formas de avaliar a qualidade do ar de uma determinada região;

Além do cuidado com os métodos analíticos e equipamentos de forma a produzir resultados confiáveis, deve-se levar em conta o **numero de estações de amostragem** e a **frequência de amostragem**.

# Redes de Monitoramento

Frequência mínima de amostragem de poluentes atmosféricos

Parâmetro	Método analítico	Duração	Frequência
Dióxido de enxofre	Absorção (PRA)	24h	1 cada 6 dias
Poeira em suspensão	Hivol	24h	1 cada 6 dias
Poeira em suspensão	Fita	Variável	1 cada 2h
Monóxido de carbono	Infravermelho	Continua	Continua
Ozônio	Iodeto	30 min	1 cada 6 dias
Óxidos de nitrogênio	Christie	24h	1 cada 6 dias

Fonte: Derísio, 2012

# Dimensionamento de Redes de Monitoramento

Poluente	Características da área	Métodos	População	Número mínimo de estações	
Poeira em suspensão	$X_a > 95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $X_m > 325 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Hivol (24 h, 1 cada 6 dias)	$< 10^5$	4	
			$10^5 - 10^6$	$4 + 0,6W$	
			$10^6 - 5 \times 10^6$	$7,5 + 0,25W$	
			$> 5 \times 10^6$	$12 + 0,16W$	
		Fita, 1 a cada 2 horas	-	1 para cada 250.000 habitantes até máximo de 8 locais	
	$X_a (50 - 95 \mu\text{g}/\text{m}^3)$ $X_m (150 - 325 \mu\text{g}/\text{m}^3)$	Hivol	-	3	
	Fita	-	1		
	$X_a < 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $X_m < 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Hivol	-	1	
Monóxido de carbono	$X_{mh} > 21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $X_{m8} > 14 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Infravermelho contínuo	$< 10^5$	1	
			$10^5 - 5 \times 10^6$	$1 + 0,15W$	
		$> 5 \times 10^6$	$6 + 0,15W$		
	$X_{mh} > 21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $X_{m8} > 14 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Infravermelho contínuo	-	Não é necessário	
Oxidantes fotoquímicos	$X_{mh} > 170 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Iodeto, 1 a cada 24 h	-	4	
			Contínuo	$< 10^5$	1
				$10^5 - 5 \times 10^6$	$1 + 0,15W$
	$> 5 \times 10^6$	$6 + 0,15W$			
	$X_{mh} < 170 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	Não é necessário	
Óxidos de nitrogênio	$X_a > 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Christie 1 de 24 h, 1 a cada 6 dias	$< 10^5$	3	
			$10^5 - 10^6$	$4 + 0,6W$	
		$10^6$	10		
	$X_a < 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	Não é necessário	
Dióxido de enxofre	$X_a > 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	P. R. A. Borbulhamento de 24 h, 1 a cada 6 dias	$< 10^5$	3	
			$10^5 - 10^6$	$2,5 + 0,5W$	
			$10^6 - 5 \times 10^6$	$6 + 0,15W$	
			$> 5 \times 10^6$	$11 + 0,05W$	
		$X_m > 455 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Contínuo	$> 10^5$	-
				$10^5 - 5 \times 10^6$	$1 + 0,15W$
				$> 5 \times 10^6$	$6 + 0,05W$
	$X_a (50 - 100) \mu\text{g}/\text{m}^3$	P. R. A.	-	3	
	$X_m (260 - 400) \mu\text{g}/\text{m}^3$	Contínuo	-	1	
	$X_a < 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $X_m < 260 \mu\text{g}/\text{m}^3$	P. R. A.	-	1	

Notas :  $W = n^{\circ}$  habitantes/ $10^5$

$X_a$  = média aritmética anual

# Redes de Monitoramento

O monitoramento é uma das formas de avaliar a qualidade do ar de uma determinada região;

Além do cuidado com os métodos analíticos e equipamentos de forma a produzir resultados confiáveis, deve-se levar em conta o **numero de estações de amostragem** e a **frequência de amostragem**.

# Redes de Monitoramento

- Prioridades para áreas mais poluídas;
- Prioridades para áreas mais povoadas;
- Colocar as estações nos locais de entrada de ar pra região;
- Em regiões planejadas com desenvolvimento futuro pra acompanhar os efeitos do desenvolvimento;
- Todas as estações a mesma altura do solo ( 3 e 6 m);
- Evitar proximidades de obstáculos;
- Evitar proximidade de chaminés.

# Redes de Monitoramento SP

A CETESB possui estações medidoras na Região Metropolitana de São Paulo, Cubatão, Campinas, São José dos Campos, Sorocaba e Paulínia, além de estações móveis, que são utilizadas em estudos temporários.

Esta rede, ligada a uma central de computadores por via telefônica, registra ininterruptamente as concentrações dos poluentes na atmosfera.

Estes dados são processados com base em médias na meteorológicas, que indicam as condições para a dispersão dos poluentes estabelecidas por padrões legais e nas previsões

# Redes de Monitoramento -

Eles são disponibilizados de hora em hora na internet, e em boletim diário, elaborado às 16 horas, apresentando a situação das últimas 24 horas. Esse boletim é divulgado na Internet e enviado para a imprensa em geral.

Com base nessas informações é possível determinar as ações previstas na Legislação Ambiental, quando os padrões de qualidade do ar forem ultrapassados e apresentarem níveis que prejudiquem a saúde pública.

# Redes de Monitoramento



Estação Ibirapuera



Central Telemétrica



Estação Pinheiros



Estação móvel

# Redes de Monitoramento



Amostrador de grande volume para  
determinação da concentração de partículas  
totais em suspensão

# Redes de Monitoramento



Amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas para determinação da concentração de partículas inaláveis ( $MP_{10}$ ) em suspensão na atmosfera



Amostrador dicotômico para determinação da concentração de partículas inaláveis finas e partículas inaláveis grossas



Estação tipo OPS/OMS para determinação da concentração de fumaça na atmosfera



Amostrador passivo para determinação da concentração de dióxido de enxofre

# Exercício

- Comparar as legislações federal e estadual de qualidade do ar, CONAMA 03/90 e D.E 59.113/2013 e correlacionar com os episódios de poluição atmosférica no mundo e o caso de Cubatão .
- **Deve-se considerar na análise as seguintes questões:**
  - Consciência ambiental a época;
  - Legislações ambientais brasileiras (PNMA 1981, CONAMA 01/86);
  - Legislações do Estado de SP (D. E 8468/76 e D. E 59.113/2013)
- **Entregar por escrito em duplas**

# Referencias

- DERISIO, José Carlos. Introdução ao controle de poluição ambiental. 2. ed. São Paulo: Signus, 2004. 164 p
- CETESB. Padrões de Qualidade do Ar.  
<http://ar.cetesb.sp.gov.br/padroes-de-qualidade-do-ar/>
- CETESB. Redes de monitoramento.  
<http://ar.cetesb.sp.gov.br/redes-de-monitoramento/>