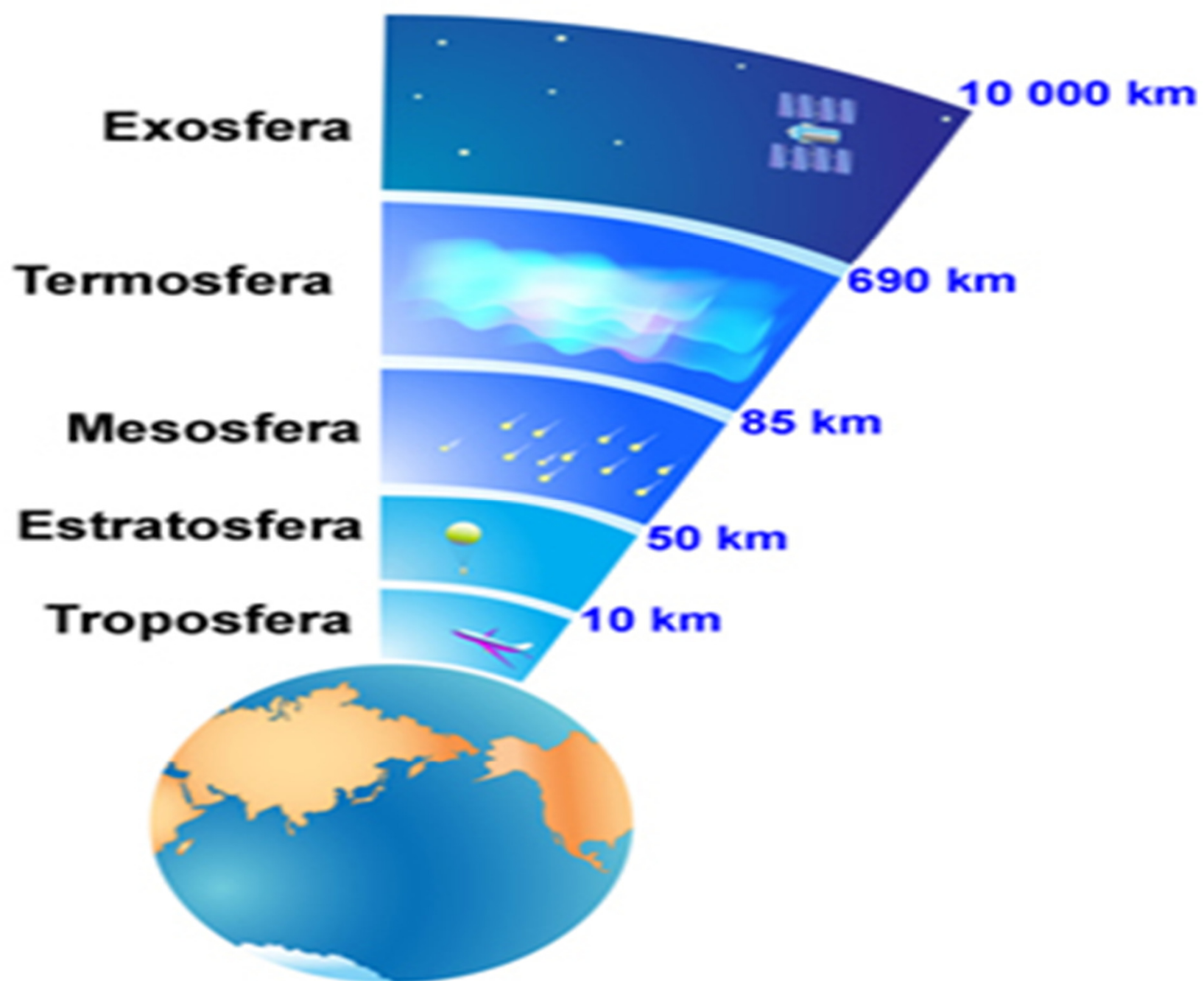
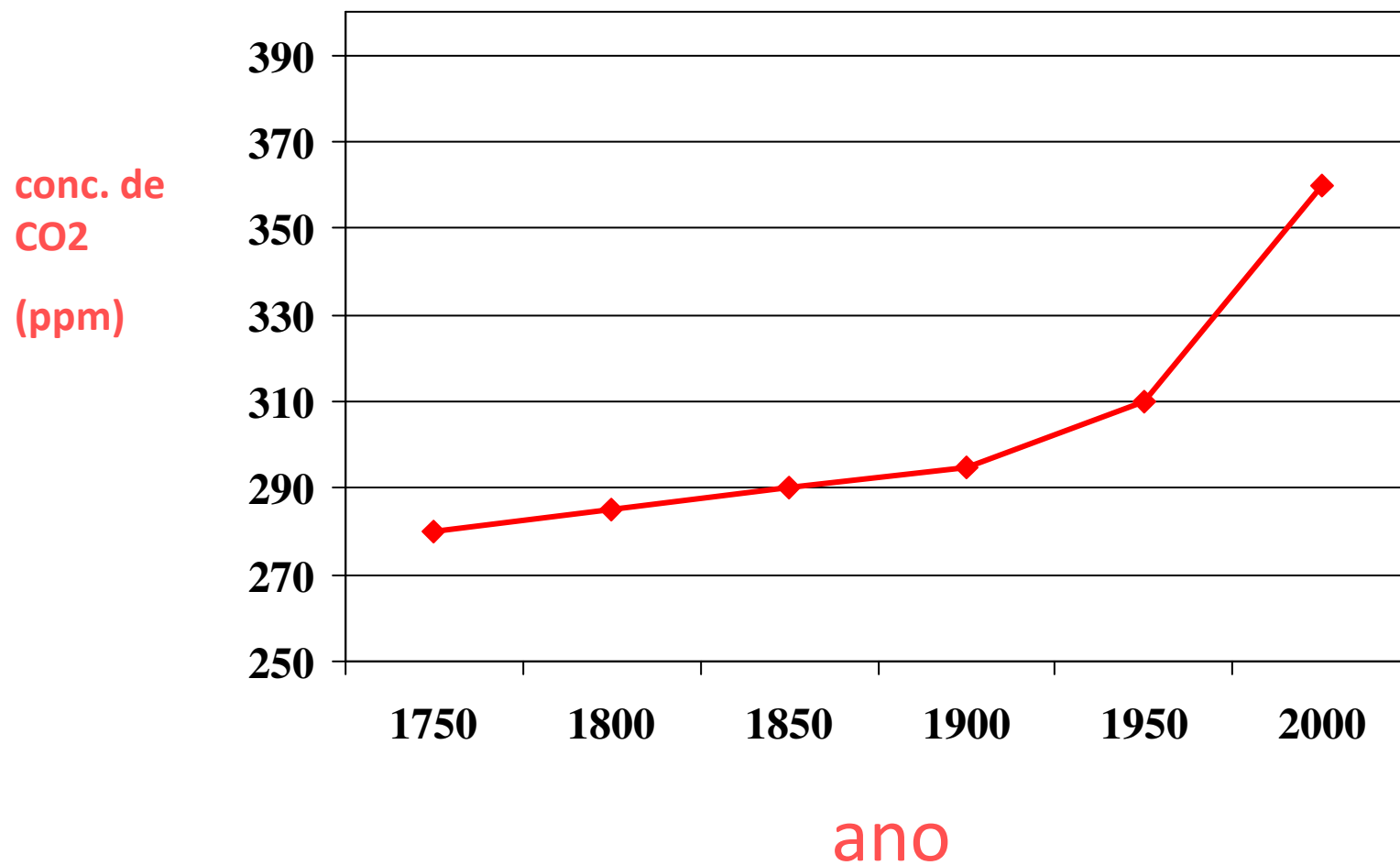


Poluição do Ar

*Prof. Tadeu Malheiros
2017*







concentração de CO2 na atmosfera

- ... poluição atmosférica ... presença de uma substância estranha ou uma variação importante na proporção de seus constituintes de forma a poder provocar um **efeito prejudicial**...
- ... poluição do ar resulta da alteração das características físicas, químicas ou biológicas normais da atmosfera, de forma a causar danos ao ser humano, à flora, à fauna e aos materiais. (...)
- Poluente é qualquer substância presente no ar e que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde pública

emissões provenientes de processos naturais

- erupção de vulcões
- incêndios florestais

(em vários casos podem ser agravadas por ação antrópica ...
poeira removida do solo por efeito do vento, por exemplo)

emissões provenientes de ações antrópicas

- queima de combustíveis fósseis
- incineração
- inseticidas
- efluentes gasosos de processos industriais.

fonte de poluição atmosférica

processo, equipamento,
empreendimento, que possa liberar
ou emitir matéria ou energia para a
atmosfera, de forma a
torná-la poluída

episódios agudos de poluição do ar

- pequena duração, de minutos a alguns dias;
- provocam graves consequências

episódios agudos de poluição do ar

- **Bélgica (Vale do Rio Meuse) - 1930 (área industrial):**

60 mortes

- **México - 1950 (compostos de enxofre):**

32 mortes

- **Brasil – 1952 (pó de semente de mamona):**

9 mortes

- **Inglaterra - 1952 (smog):**

1000 mortes

Classificação dos poluentes atmosféricos conf. estado físico

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Material particulado	partículas sólidas ou líquidas emitidas por fontes de poluição do ar, ou formadas na atmosfera, com tamanho variando na faixa de 0,01 a 100 μm (em diâmetro aerodinâmico equivalente)	poeiras : partículas sólidas, geralmente formadas por processo de desintegração mecânica; poeira de rua, pó de pedra, poeira de cimento, etc fumos : partículas sólidas formadas por condensação ou sublimação de substâncias gasosas ; fumos de chumbo, de alumínio, etc. fumaça : partículas principalmente sólidas, proveniente da combustão de combustíveis fósseis ou madeira; névoas : partículas líquidas produzidas por condensação ou por dispersão de um líquido; névoas de ácido sulfúrico, névoas de óleo de operação de corte de material, névoa de pesticida, etc;
gases e vapores	poluentes na forma molecular	monóxido de carbono, gás carbônico, dióxido de enxofre, ozônio, óxido de nitrogênio, etc

Comparação entre as características de partículas finas e partículas grossas

	Partículas Finas ⁽¹⁾	Partículas Grossas ⁽²⁾
origem	gases	sólidos e gotas grandes
formação	reação química; nucleação; condensação; coagulação; evaporação; gotas de fog e nuvens nas quais há gases que se dissolveram e reagiram	ruptura mecânica (impacto, abrasão de superfícies); evaporação de sprays; ressuspensão de partículas;
composição	sulfato, SO ₄ ⁻ ; nitrato NO ₃ ⁻ ; íon de hidrogênio H ⁺ ; cálcio elementar; compostos orgânicos; metais (Ni, Zn, Fe, Mn);	poeira ressusitada (poeira de solo, da rua); poeira de metais, óxidos metálicos, carbonatos de cálcio, silício, pólen, fragmentos de plantas e outros.
solubilidade	muito solúvel, higroscópico;	muito pouco solúvel, não higroscópico;
fontes principais	combustão de carvão, óleo, madeira; produtos de atividades atmosféricas;	poeira industrial e poeira das atividades agrícolas; poeira do solo, em ruas, estradas, agricultura; fontes naturais de poeira;
tempo de vida na atmosfera	horas a dias	minutos a horas
distância que podem percorrer	centenas de quilômetros	dezenas de quilômetros

partículas com diâmetro aerodinâmico médio maior do que 2,5 µm

PROCESSOS DE DEPOSIÇÃO

- 1 - erosão do pavimento
- 2 - deposição poluentes dos veíc.
- 3 - poeira
- 4 - lixo
- 5 - carreamento de lama e sujeira
- 6 - mat. de erosão (entorno)
- 7 - derramamento de caçambas
- 8 - restos orgânicos

PROCESSOS DE REMOÇÃO

- 1 - ressuspensão
- 2 - carreamento pelo vento
- 3 - deslocamento
- 4 - lavagem pela chuva
- 5 - varrição



impactos na saúde pública

associação estatisticamente significativa entre mortalidade diária de idosos e poluição por Partículas Inaláveis – PI,

aumento de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração de PI está associado estatisticamente a 13% no aumento da taxa de mortalidade diária de idosos
[SALDIVA et al.1995]

Determinantes das doenças respiratórias

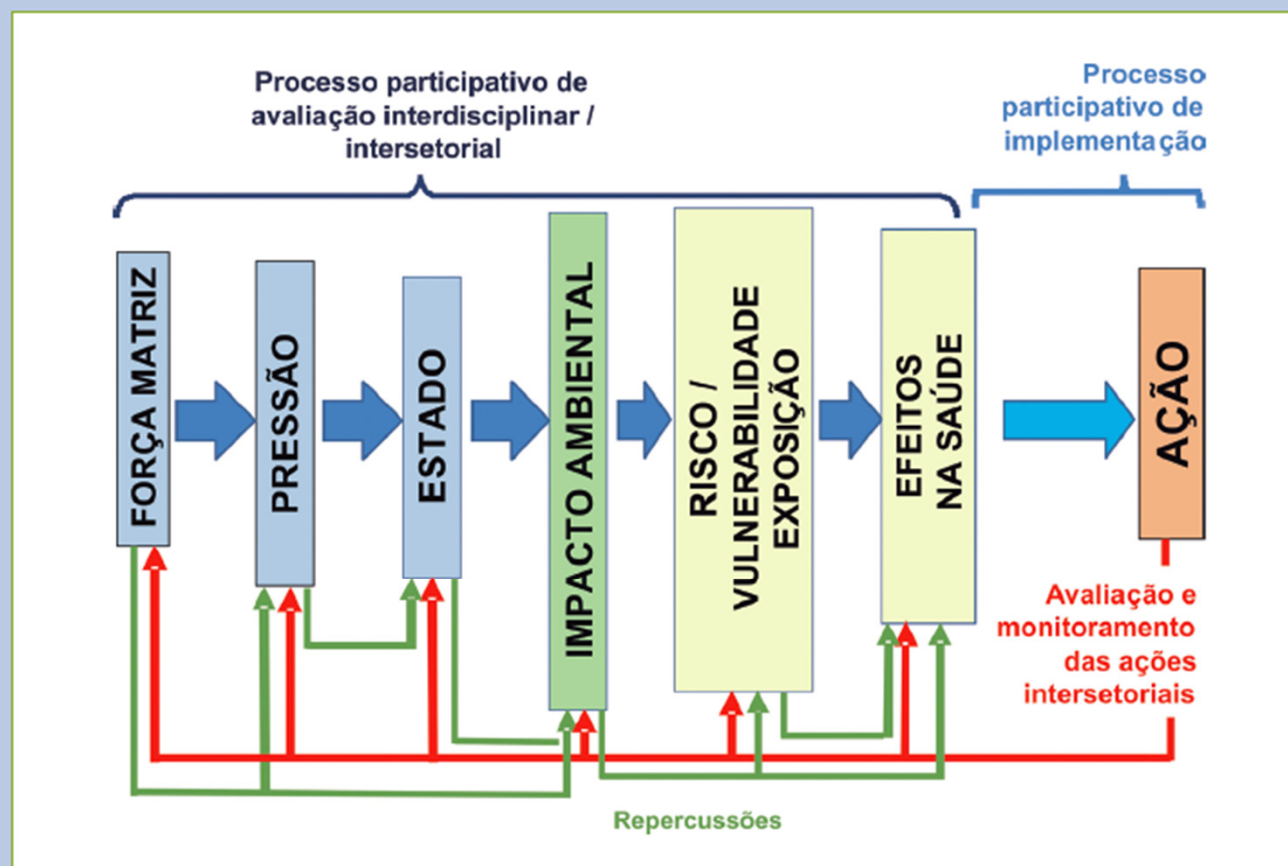
clima, meteorologia e topografia

condições de vida

uso e ocupação do solo

atributos individuais

Figura 3: Modelo GEO Saúde baseado na cadeia FPEEA



poluentes primários: emitidos diretamente pelas fontes de poluição

poluentes secundários: formados na atmosfera por meio de reação química entre poluentes primários e constituintes naturais da atmosfera

PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

Define o limite máximo

- garantia da proteção da saúde e do bem estar das pessoas.**
- baseados em estudos científicos**
- fixados em níveis com margem de segurança**

PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

Resolução CONAMA 03/90

Decreto Estadual 8468/76

(Estado de São Paulo)

(DECRETO Nº 59.113, DE 23 DE ABRIL DE 2013

Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas)

PADRÕES PRIMÁRIOS

concentrações de poluentes que, ultrapassadas poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo (CONAMA 1990)

PADRÕES SECUNDÁRIOS

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 à 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 (CONAMA 1990).

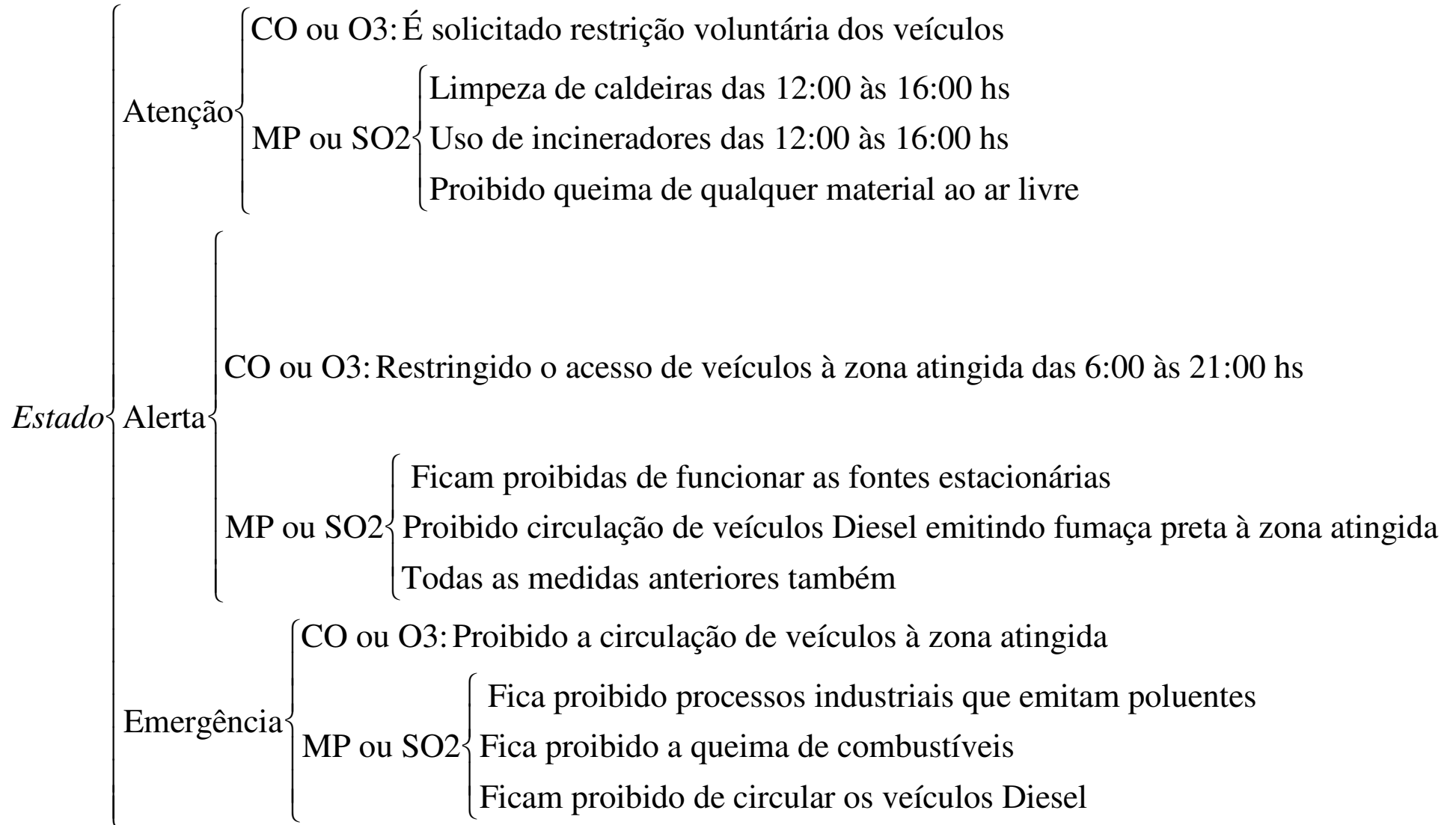
Padrões nacionais de qualidade do ar

poluente	tempo de amostragem	padrão primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	padrão secundário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	método de medição
partícula totais em suspensão (PTS)	24 horas ¹	240	150	amostrador de grande volume
partículas inaláveis (PI)	MGA ²	80	60	separação inercial/filtração
	24 horas ¹	150	150	
fumaça	MAA ³	50	50	refletância
	24 horas ¹	150	100	
dióxido de enxofre (SO ₂)	MAA ³	60	40	pararosanilina
	24 horas ¹	365	100	
dióxido de nitrogênio (NO ₂)	MAA ³	80	40	quimiluminescência
	1 hora	320	190	
monóxido de carbono (CO)	MAA ³	100	100	infravermelho não dispersivo
	1 hora ¹	40.000 35 ppm	40.000 35 ppm	
ozônio (O ₃)	8 horas ¹	10.000 9 ppm	10.000 9 ppm	quimiluminescência
	1 hora ¹	160	160	

Critérios para episódios agudos de poluição do ar

parâmetros	episódios agudos, conforme concentração do poluente		
	atenção ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	alerta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	emergência ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
partículas totais em suspensão (PTS) – 24 horas	375	625	875
partículas inaláveis (PI) 24 horas	250	420	500
fumaça 24 horas	250	420	500
dióxido de enxofre – SO_2 24 horas	800	1.600	2.100
SO_2 x PTS 24 horas	65.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	261.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	393.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
dióxido de nitrogênio – NO_2 1 hora	1.130	2.260	3.000
monóxido de carbono – CO 8 horas	15 (ppm)	30 (ppm)	40 (ppm)
ozônio – O_3 1 hora	400	800	1.000

Providências tomadas conforme nível de poluição



Padrões de controle PROCONVE

POLUENTES	Veículos Pesados – Ciclo Diesel – Convencional e com Pós-tratamento (Ciclo de testes ESC/ELR)			Veículos Pesados - Ciclo Diesel – Convencional e com Pós-tratamento (Ciclo de testes ETC)			Veículos Pesados - Ciclo Diesel – Com Pós-tratamento (Ciclo de testes ESC/ELR)			Veículos Pesados – Movidos a GNV (Ciclo de testes ETC)	
	LIMITES			LIMITES			LIMITES			LIMITES	
	Fase P-5 ⁽¹⁾	Fase P-6	Fase P-7	Fase P-5 ⁽¹⁾	Fase P-6	Fase P-7	Fase P-5 ⁽¹⁾	Fase P-6	Fase P-7	Fase P-6	Fase P-7
	desde 1º/1/2004	a partir de 1º/1/2009	a partir de 1º/1/2012	desde 1º/1º/2004 ⁽²⁾	a partir de 1º/1º/2009	a partir de 1º/1º/2012	Desde 1º/1/2004	Desde 1º/1/2009	A partir de 1º/1/2012	desde 1º/1/2009	a partir de 1º/1/2012
monóxido de carbono (CO em g/kW.h)	2,1	1,5	1,5	5,45	4	4	2,1	1,5	1,5	4	4
hidrocarbonetos (HC em g/kW.h)	0,66	0,46	0,46	0,78	0,55	0,55	0,66	0,46	0,46	0,55	0,55
óxidos de nitrogênio (NOx em g/kw.h)	5	3,5	2	NE	NE	NE	5	3,5	2	1,1	1,1
material particulado (MP em g/kW.h)	0,10 ou 0,13 ⁽²⁾	0,02	0,02	5	3,5	2	0,10 ou 0,13 ⁽²⁾	0,02	0,02	3,5	2
opacidade ELR (m ⁻¹)	0,8	0,5	0,5	0,16 ou 0,21 ⁽³⁾	0,03	0,03	0,8	0,5	0,5	NE	NE

Padrões de controle PROCONVE

Motocicletas					
POLUENTES		LIMITES			
		Desde 1º/1/2005 ⁽¹⁾⁽²⁾		a partir de 1º/1/2009 ⁽¹⁾	
		Motorização			
		< 150 cc	≥ 150 cc	< 150 cc	≥ 150 cc
monóxido de carbono (CO em g/km)		5,5	5,5	2	2
hidrocarbonetos (HC em g/km)		1,2	1	0,8	0,3
óxidos de nitrogênio (NOx em g/km)		0,3	0,3	0,15	0,15
monóxido de carbono em marcha lenta		≤ 250 cc	6,00%		
(CO) Marcha lenta		> 250 cc	4,50%		

**Padrões Estaduais de Qualidade do Ar
(Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013)**

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_{10})	24 horas MAA ¹	120 40	100 35	75 30	50 20
partículas inaláveis finas ($\text{MP}_{2,5}$)	24 horas MAA ¹	60 20	50 17	37 15	25 10
dióxido de enxofre (SO_2)	24 horas MAA ¹	60 40	40 30	30 20	20 -
dióxido de nitrogênio (NO_2)	1 hora MAA ¹	260 60	240 50	220 45	200 40
Ozônio (O_3)	8 horas	140	130	120	100
monóxido de carbono (CO)	8 horas	-	-	-	9 ppm
fumaça* (FMC)	24 horas MAA ¹	120 40	100 35	75 30	50 20
partículas totais em suspensão* (PTS)	24 horas MGA ²	- -	- -	- -	240 80
Chumbo** (Pb)	MAA ¹	-	-	-	0,5

CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR

conjunto de medidas preventivas :

planejamento

políticas públicas

capacitação

pesquisa

educação ambiental

estabelecimento de indicadores

conjunto de medidas corretivas:

sistemas de tratamento ;

recuperação de ecossistemas degradados

O papel das atividades de gestão da qualidade do ar no processo de planejamento e gestão urbana

