Poluição do Ar

Prof. Tadeu Malheiros

2019

Vulnerabilidade = (**Exposição** x Sensibilidade)/ Capacidade de adaptação

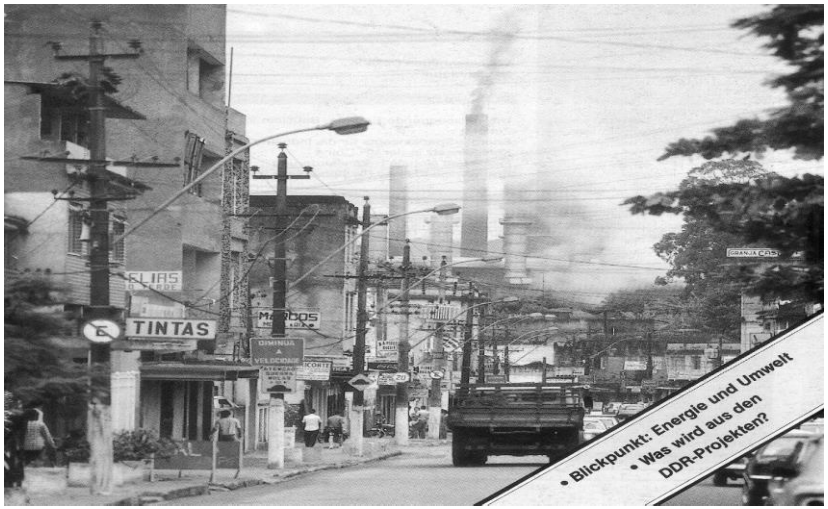
- **Exposição - natureza e a intensidade do estresse ambiental (biofísico e climático) ou sociopolítico experimentado por um sistema**
- Sensibilidade - propensão do sistema em ser afetado quando exposto a um distúrbio
- Capacidade de adaptação - habilidade de administrar, acomodar e recuperar-se de distúrbios

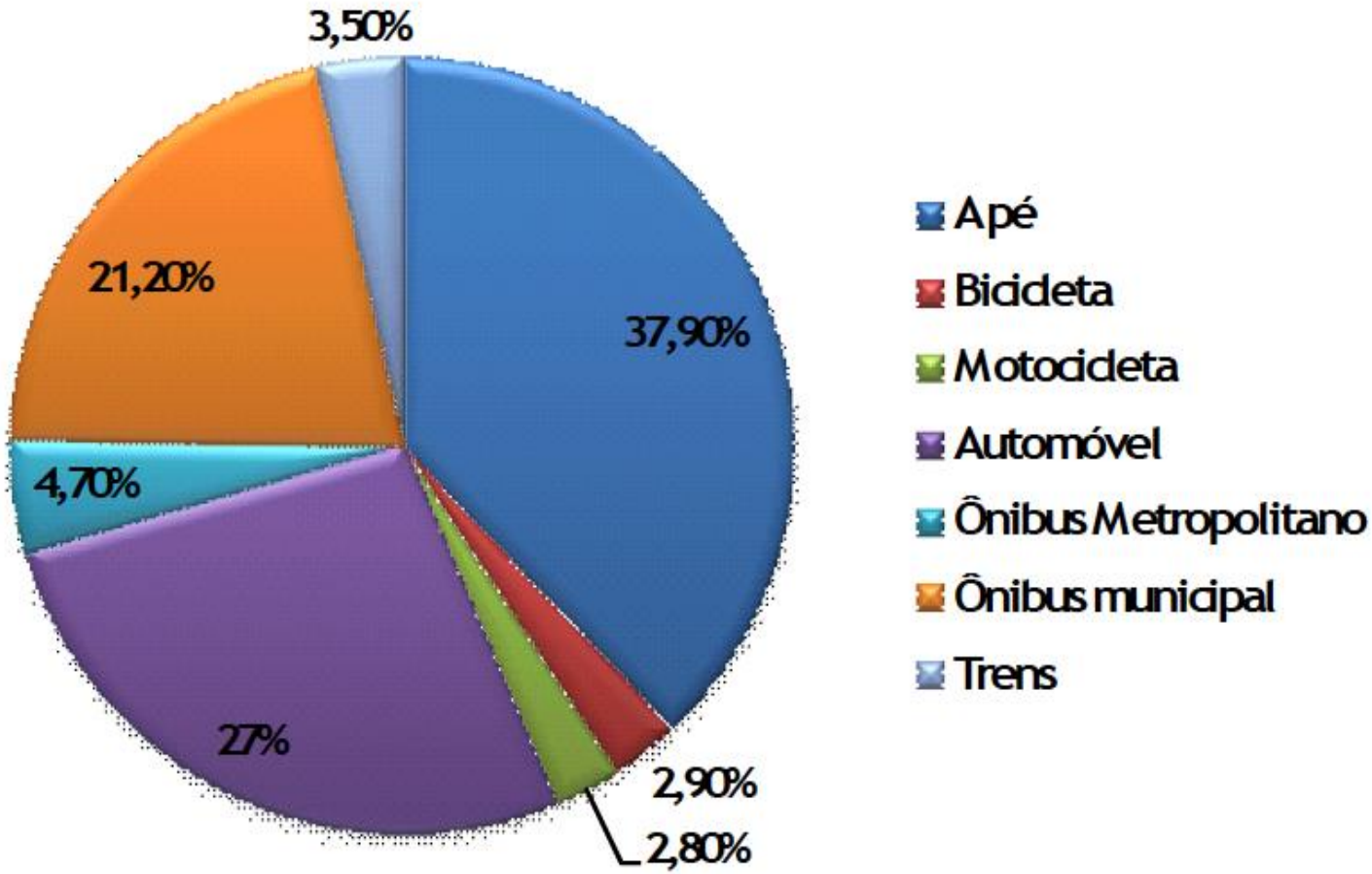
- Poluente atmosférico é qualquer substância presente no ar e que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde pública

- Poluente atmosférico é qualquer substância presente no ar e que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde pública

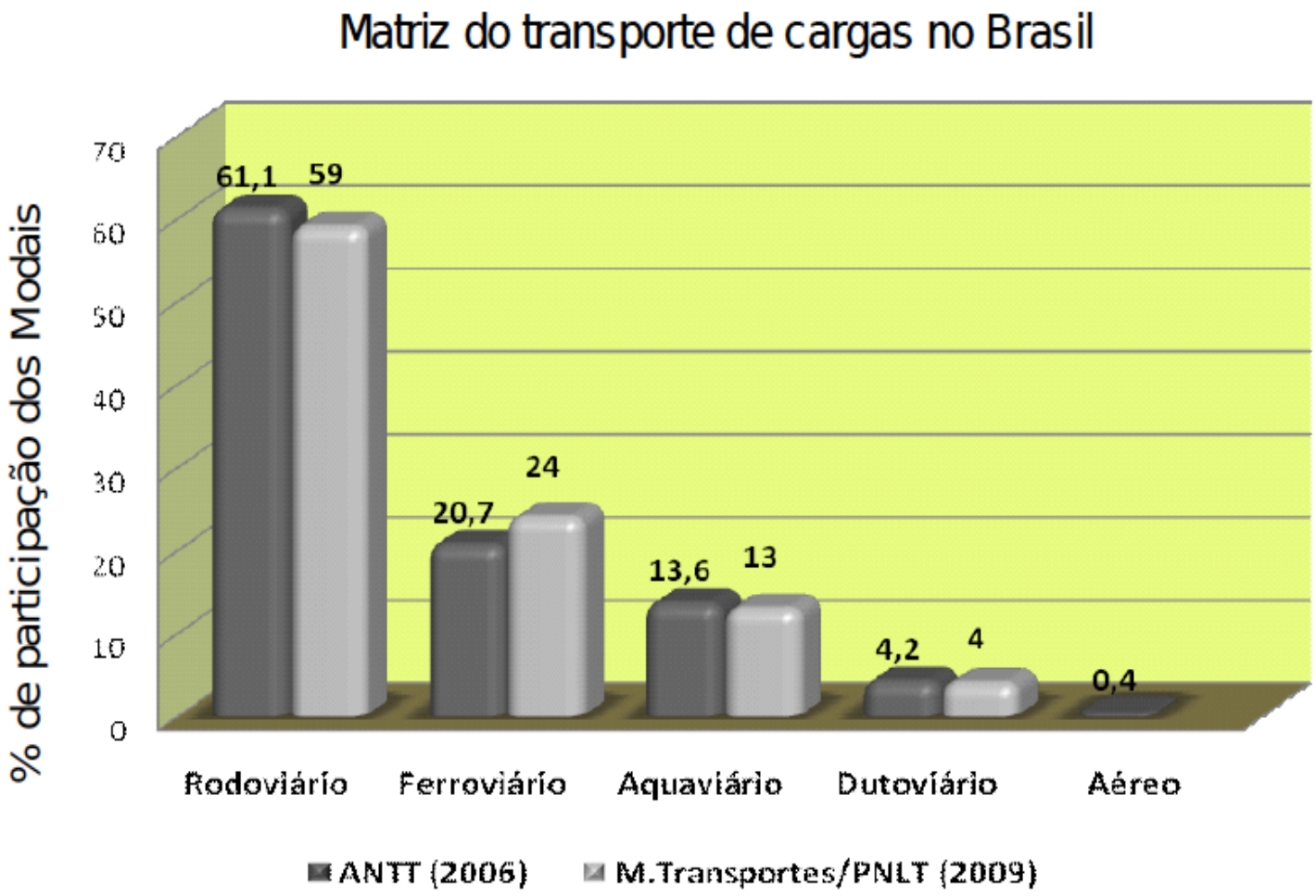
fonte de poluição atmosférica

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



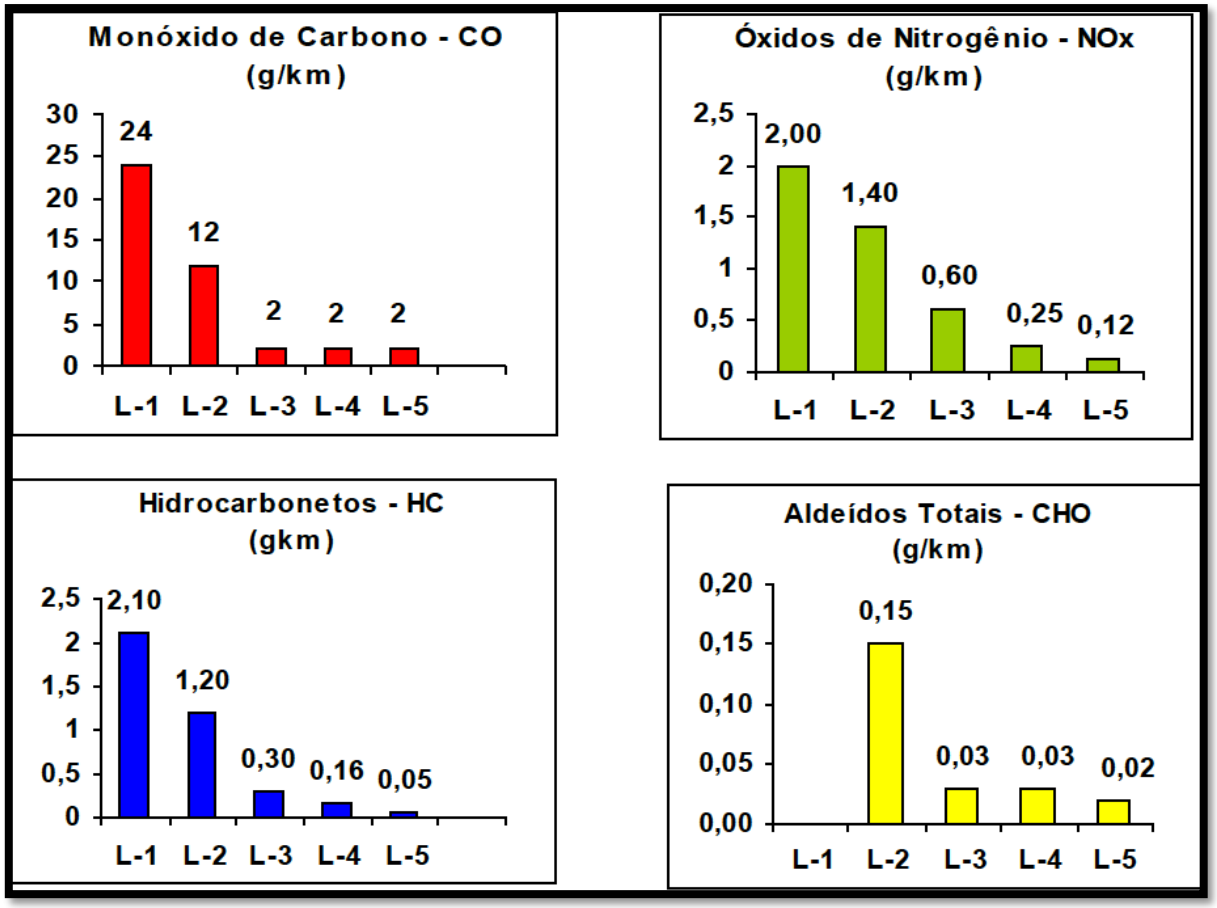


Modos de deslocamento nas cidades brasileiras com população superior a 60.000 habitantes (Fonte: ANTP)



Porcentual relativo da participação dos diferentes modais no transporte de cargas no Brasil (ANTT, 2006; Ministério dos Transportes, 2009)

Em 1986 a Resolução nº 18 do CONAMA criou o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, coordenado pelo IBAMA, e que veio definir os primeiros limites de emissão para veículos leves, e contribuir para o atendimento aos Padrões de Qualidade do Ar instituídos pelo PRONAR.



Fase L-5: 2009 – 2013

Síntese dos requisitos da fase L6 do PROCONVE e comparação com L5 (Fonte: ANFAVEA)

Categ.	Comb. (7)	Modelo	Classif.	Fase	Data Aplicação	Limites de Emissões								Durab. Emissões (6) (km)
						CO (g/km)	HC (g/km)	NMHC (g/km)	NOx (g/km)	CHO (2) (g/km)	M.P. (3) (g/km)	EVAP (2) (g/teste)	CO (2) (%)	
						Ciclo NBR-6601						SHED	M.Lenta	Ciclo AMA
Veículos Leves (PBT ≤ 3.856 kg e MOM ≤ 2.720 kg)	Gasolina (E22), Etanol (E100), Diesel (4) or GNV	Automóveis		L5	1/1/2009	2,0	0,30 (1)	0,05	0,12 (2) or 0,25 (3)	0,02	0,05	2,0	0,5	80.000
				L6	- Veículos Diesel: 1/1/2013 - Veículos Otto: NM: 1/1/2014 TM: 1/1/2015	1,30	0,30 (1)	0,05	0,08	0,02	0,025	1,5 (5)	0,2	80.000
		VeículosComerciais Leves & Off-Road	MVE. < 1.700 kg	L5	1/1/2009	2,0	0,30 (1)	0,05	0,12 (2) or 0,25 (3)	0,02	0,05	2,0	0,5	80.000
				L6	- Veículos Diesel: 1/1/2013 - Veículos Otto: NM: 1/1/2014 TM: 1/1/2015	1,30	0,30 (1)	0,05	0,08	0,02	0,030	1,5 (5)	0,2	80.000
			MVE > 1.700 kg	L5	1/1/2009	2,7	0,50 (1)	0,06	0,25 (2) or 0,43 (3)	0,04	0,06	2,0	0,5	80.000
				L6	- Veículos Diesel: 1/1/2013 - Veículos Otto: NM: 1/1/2014 TM: 1/1/2015	2,0	0,50 (1)	0,06	0,25 (2) or 0,35 (3)	0,03	0,040	1,5 (5)	0,2	80.000

Legenda:
(1) - Somente para veículos movidos a GNV;
(2) - Somente para veículos movidos a gasolina ou etanol;
(3) - Somente para veículos movidos a diesel;
(4) - Atualmente, automóveis diesel não são permitidos no Brasil;
(5) - A partir de 1/1/2012, estes limites são exigidos para os novos modelos (novas homologações);
(6) - Para menos de 15.000 unidades por ano é aceito a aplicação de 10% de DF para todos os poluentes;
(7) - Para veículos Flex Fuel é necessário testar com E22, E100 e 50% E22 + 50% E100;

MVE = Massa do Veículo para Ensaio (= MOM + 136 kg);
MOM = Massa em Ordem de Marcha;
PBT = Peso Bruto Total;
Gasolina E22 = Gasolina misturada com 22% de etanol;
Etanol E100 = 100% Etanol Hidratado;
GNV = Gás Natural;

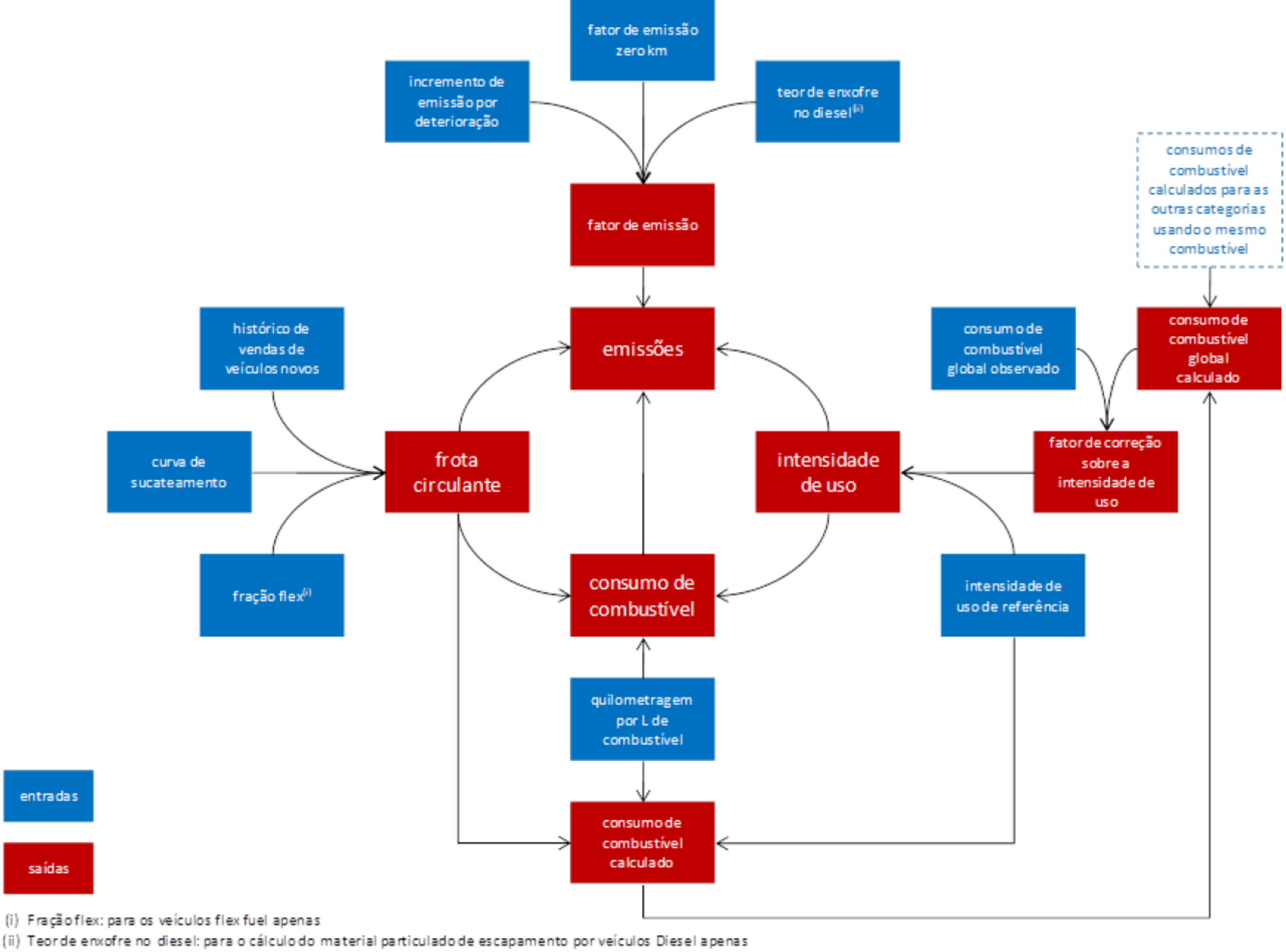
Padrões de controle PROCONVE

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					
		LIMITES			
		Desde 1º/1/2005[1][2]		a partir de 1º/1/2009[1]	
		Motorização			
POLUENTES		< 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%			

A ferramenta Inventário de Emissões Atmosféricas pode ser definida como sendo uma listagem atualizada e abrangente das emissões atmosféricas causadas por fontes ou grupo de fontes que estão localizadas numa área geográfica específica, para um intervalo de tempo definido.



(i) Fração flex: para os veículos flex fuel apenas
(ii) Teor de enxofre no diesel: para o cálculo do material particulado de escapamento por veículos Diesel apenas

Figura 1: Procedimentos adotados para estimar as emissões

Gráfico 1: Curvas de sucateamento para veículos do ciclo Otto

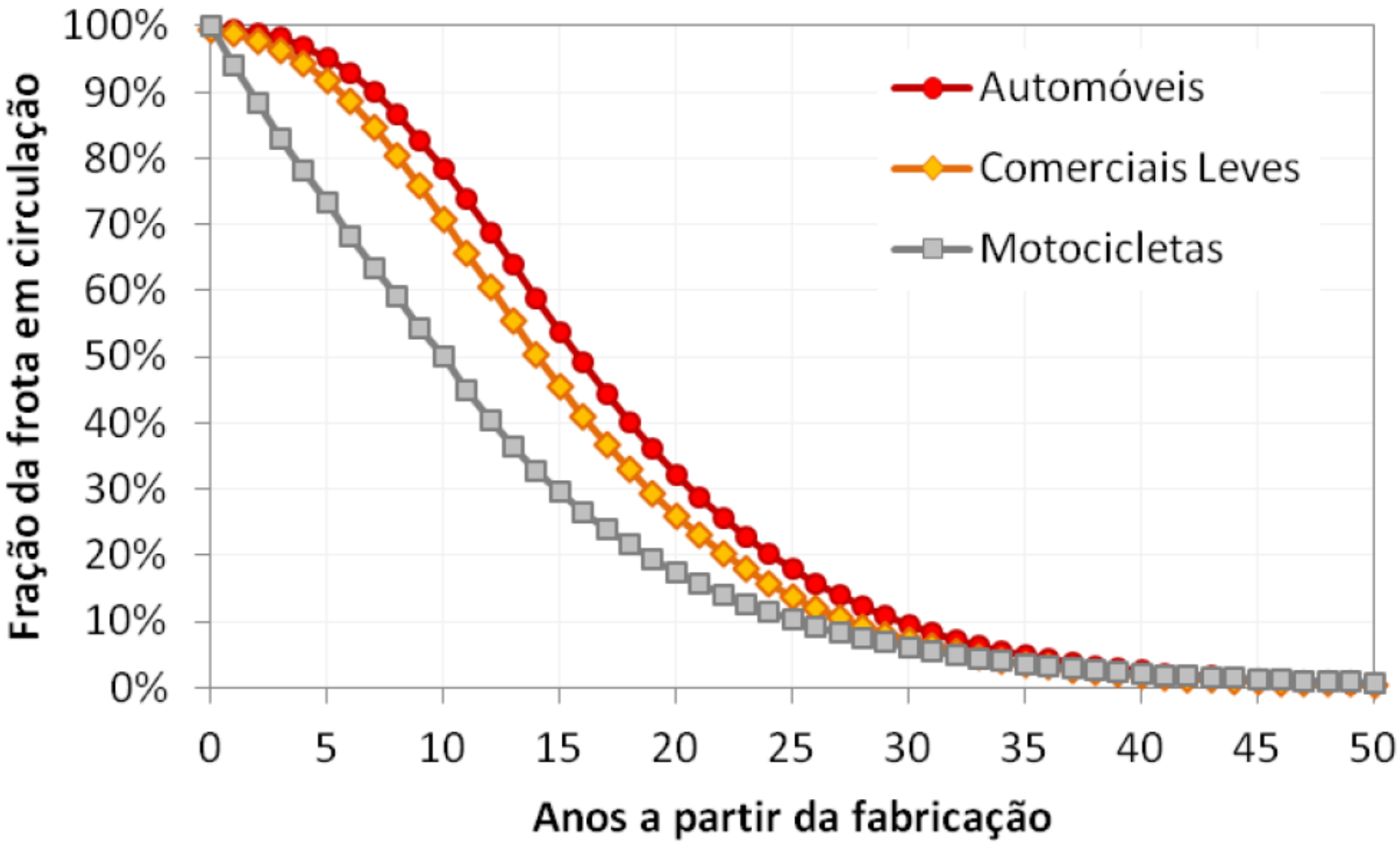


Gráfico 2: Curvas de sucateamento para veículos do ciclo Diesel

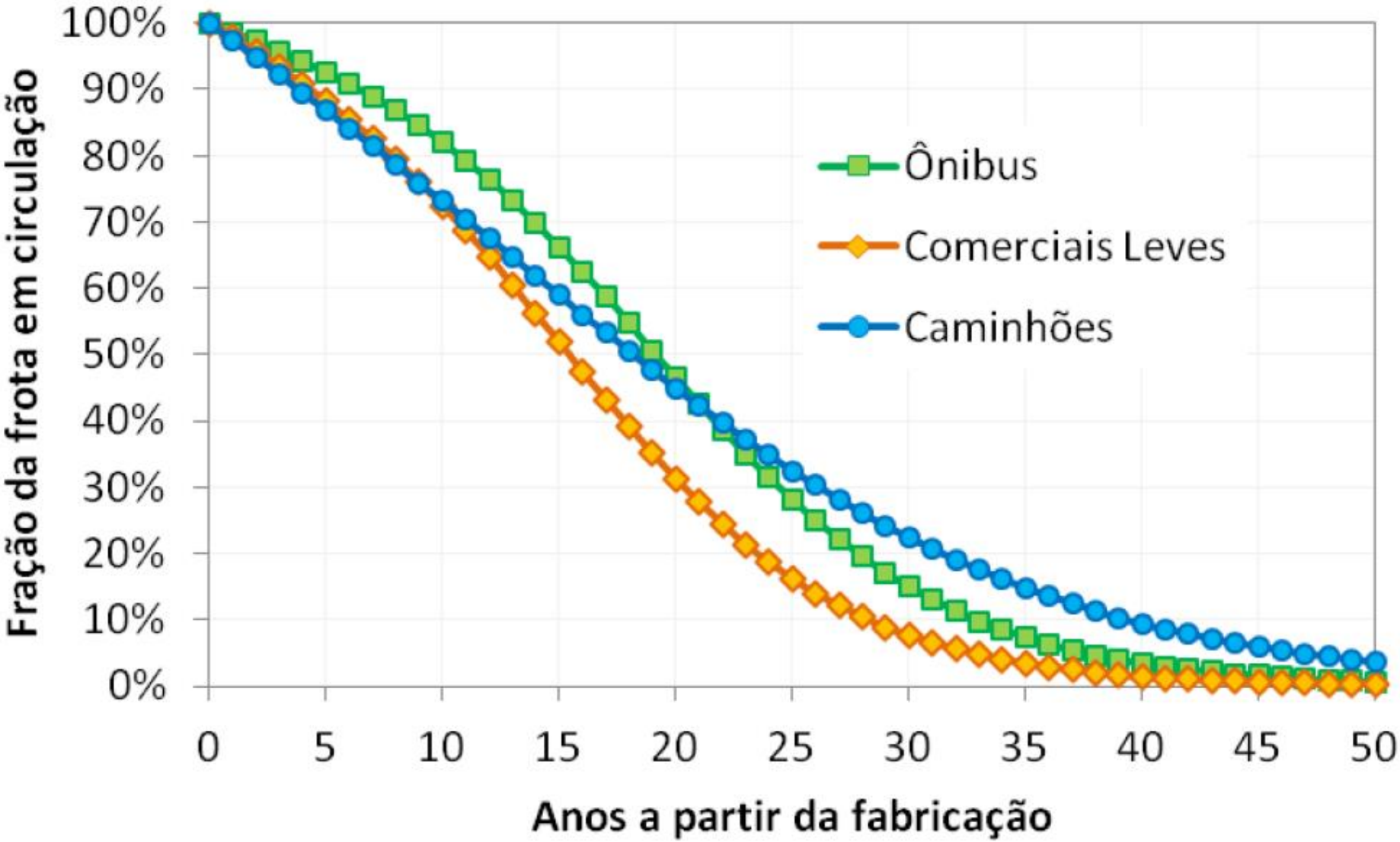
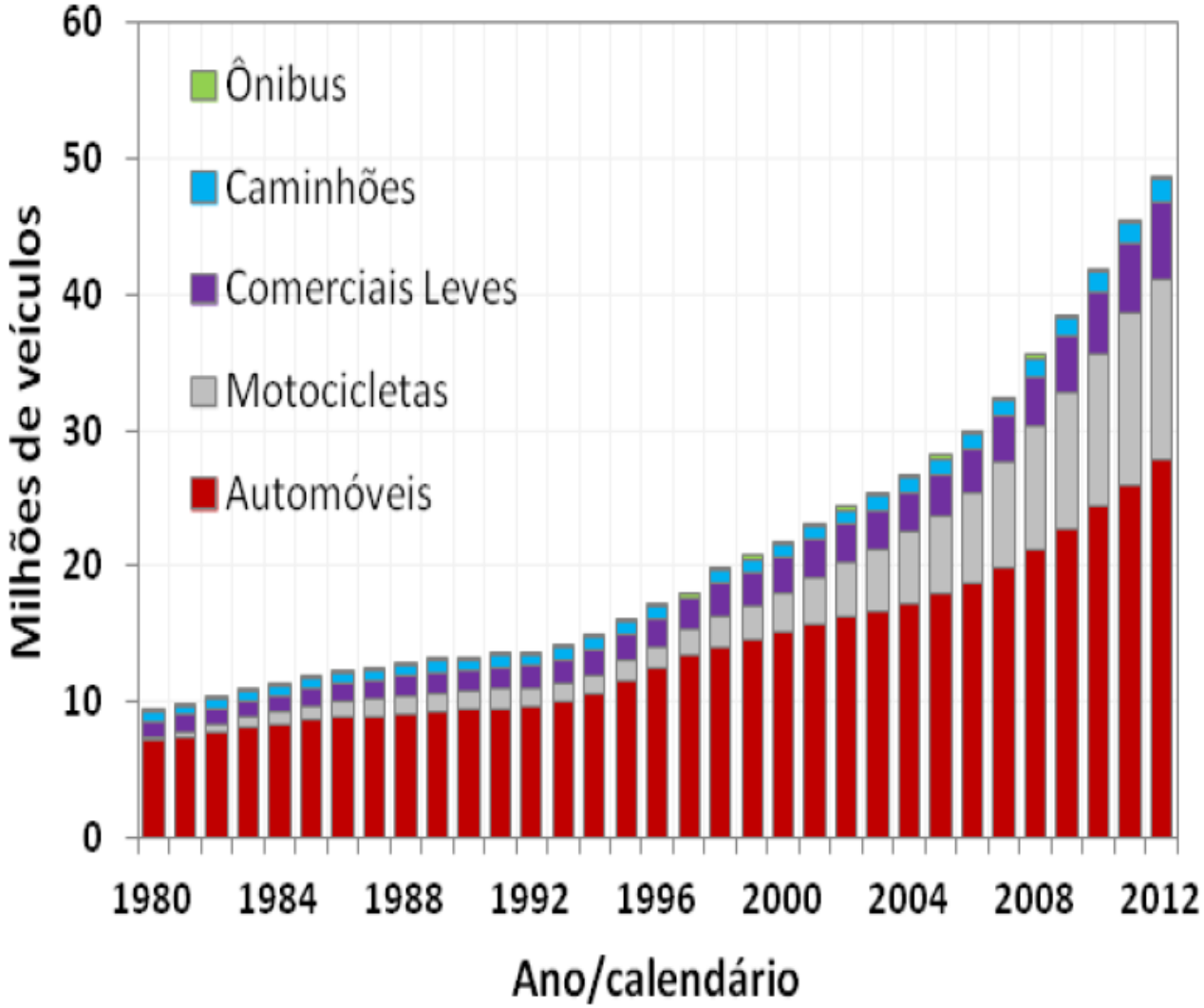
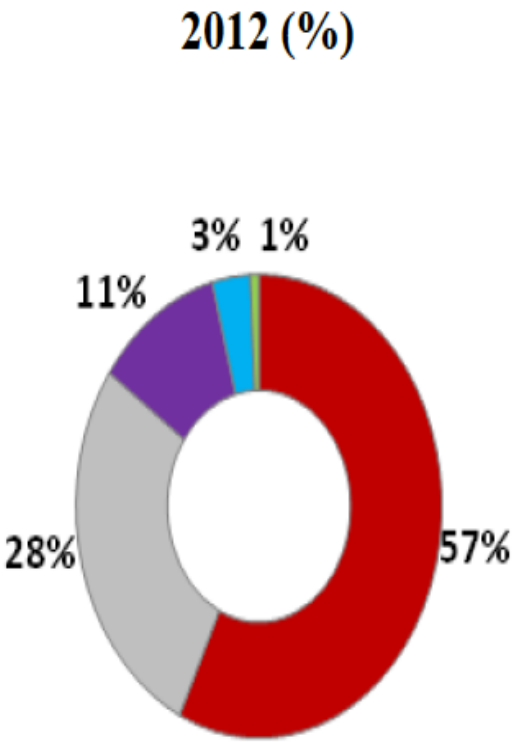


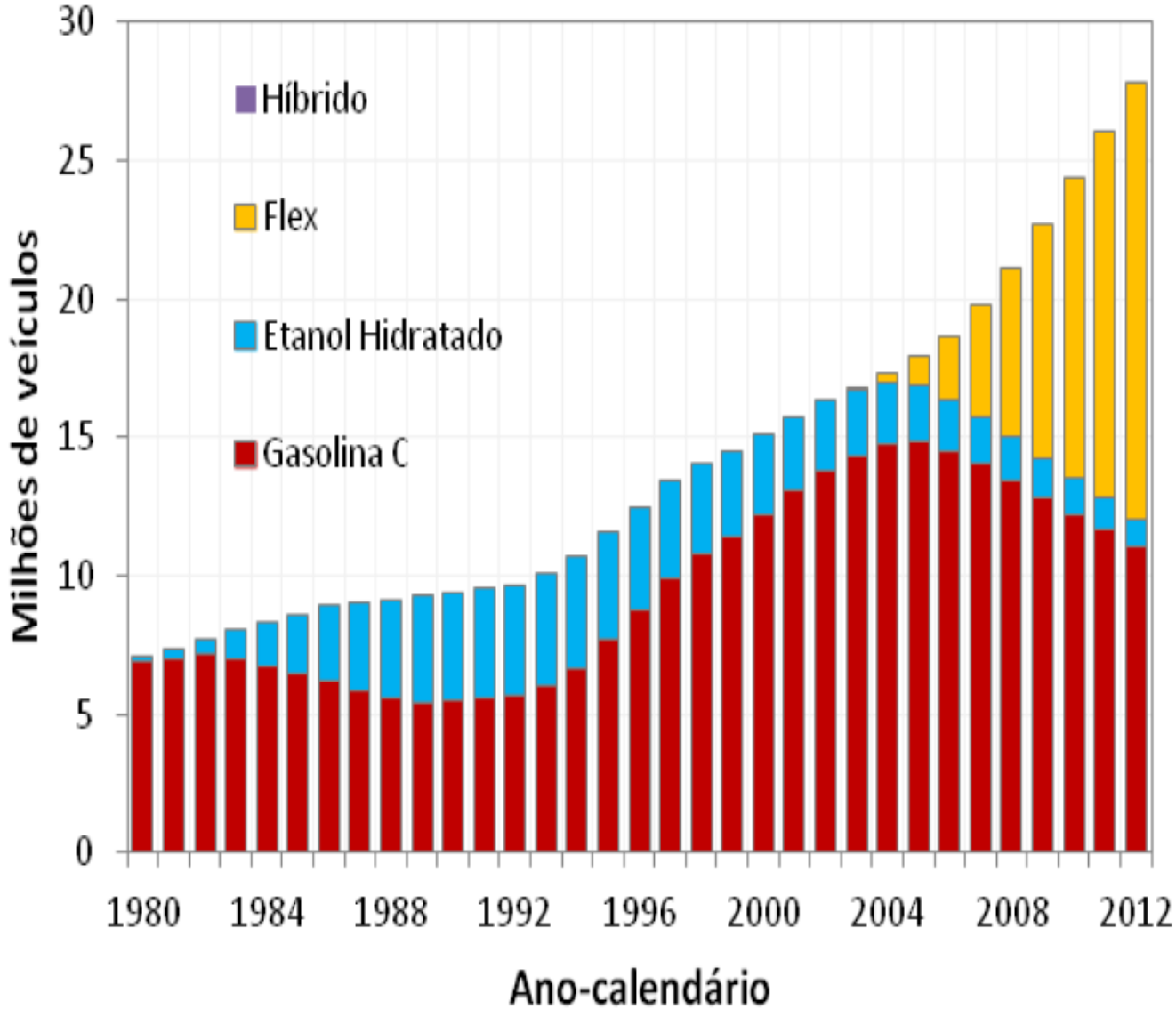
Gráfico 3: Evolução da frota estimada de veículos por categoria





Brasil

Gráfico 5: Evolução da frota estimada de automóveis por tipo de combustível



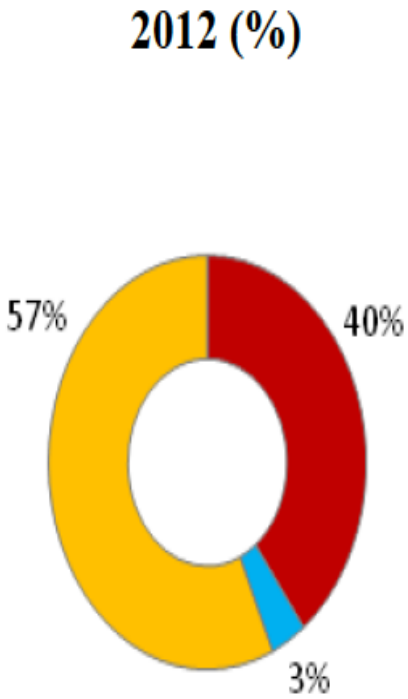
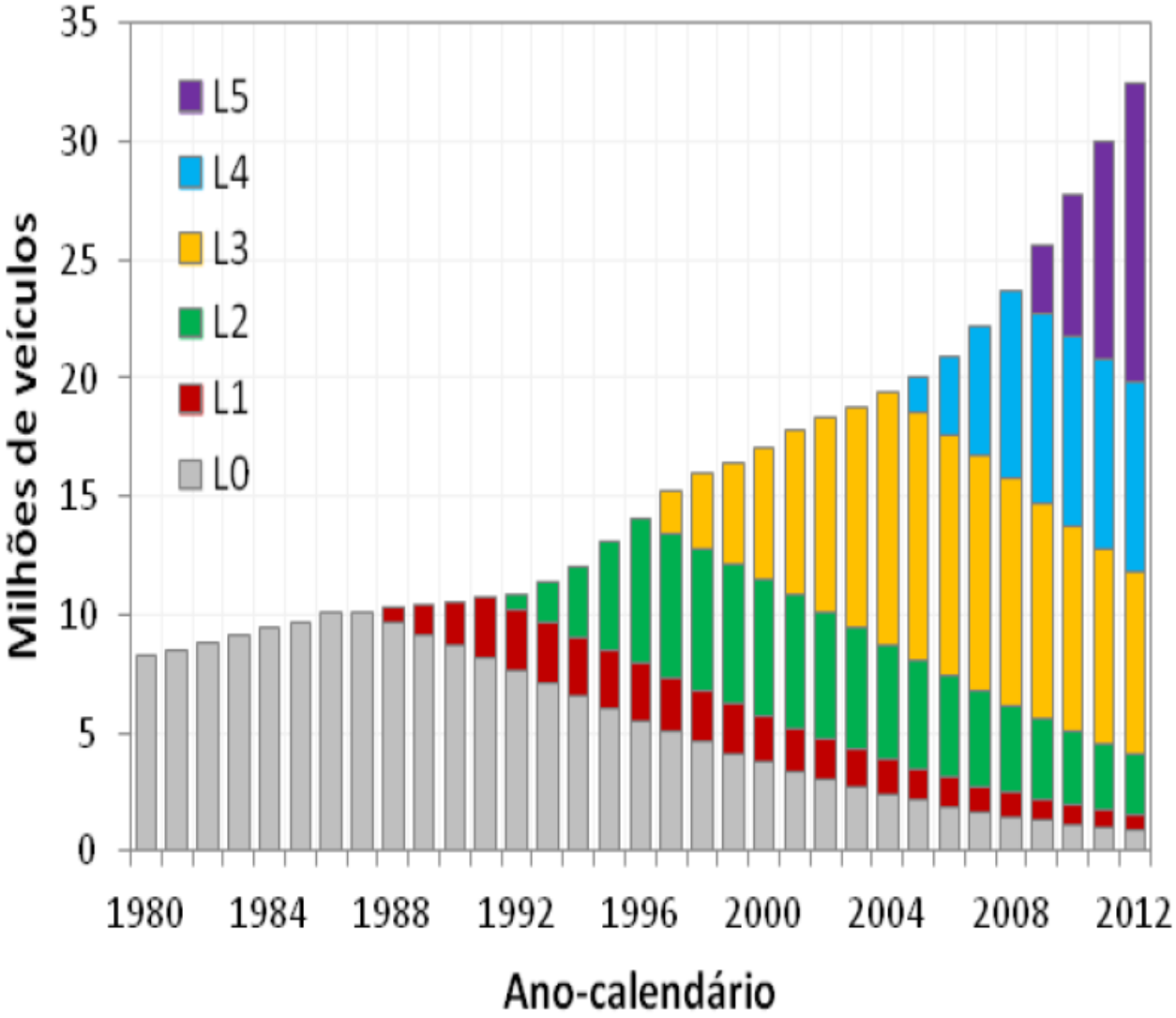


Gráfico 8: Evolução da frota estimada de veículos leves por fase do PROCONVE



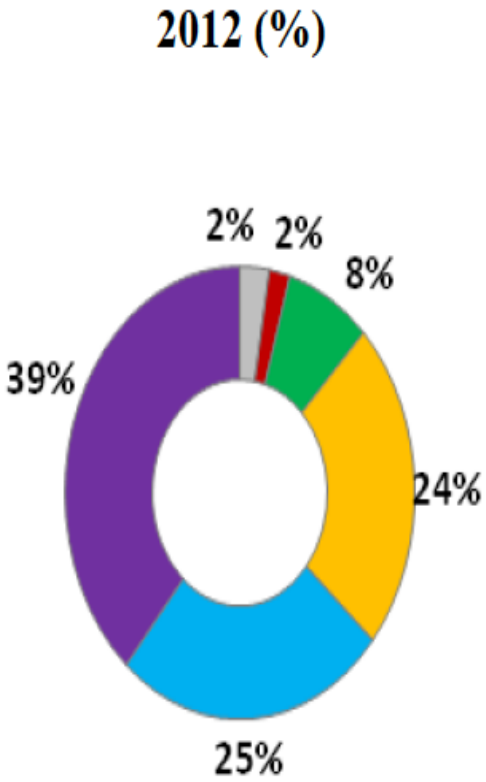


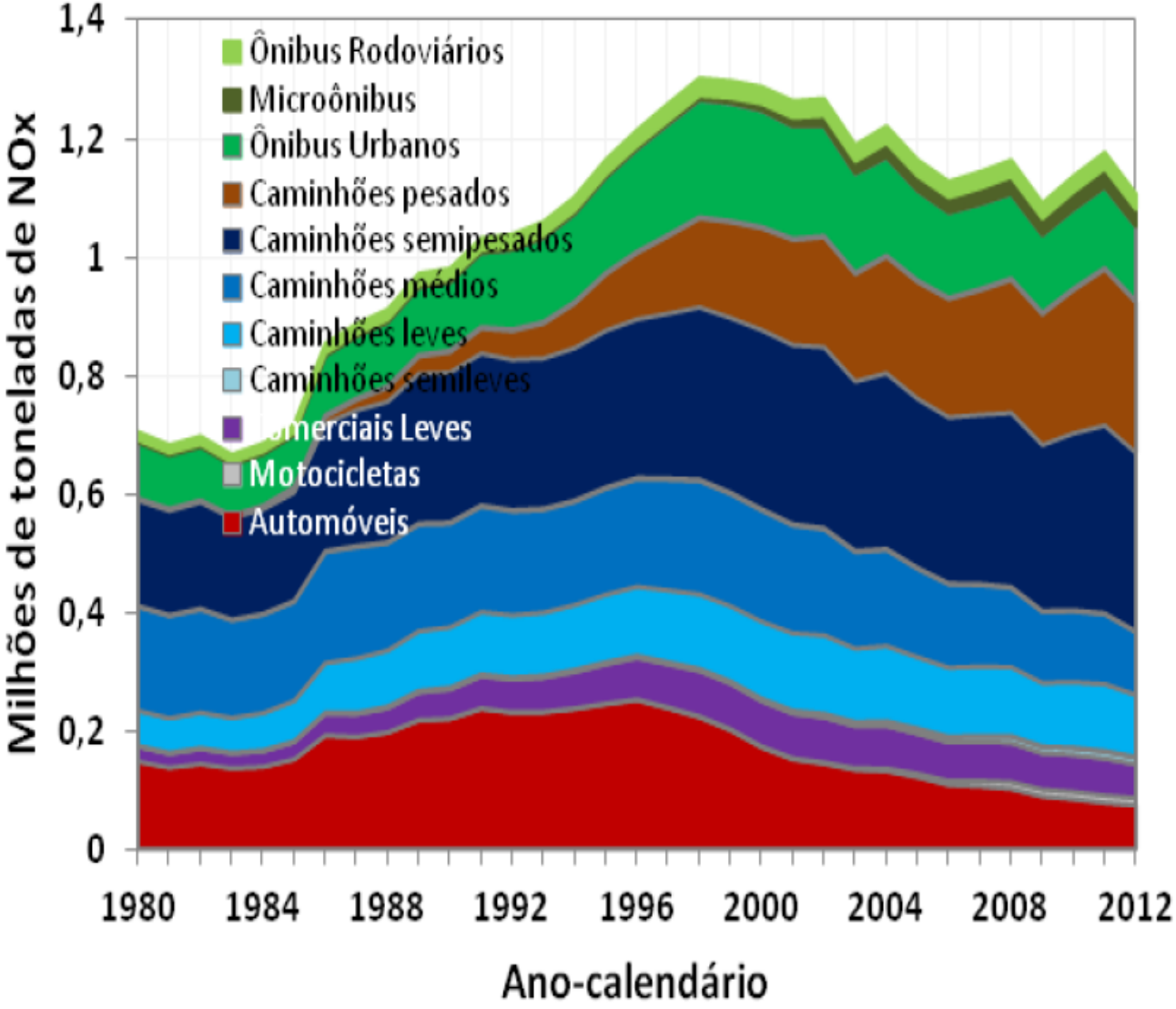
Tabela 4: Fatores de emissões evaporativas de automóveis e veículos comerciais leves movidos à gasolina C e a etanol hidratado

Ano/modelo	Combustível	e_d (g/dia)	e_s (g/viag)	e_r (g/viag)
Até 1989	Gasolina C	4,90	15,04	12,67
	Etanol hidratado	2,13	6,54	5,51
1990	Gasolina C	0,49	1,42	0,14
	Etanol hidratado	0,33	0,94	0,06
1991	Gasolina C	0,49	1,42	0,14
	Etanol hidratado	0,33	0,94	0,06
1992	Gasolina C	0,63	0,94	0,14
	Etanol hidratado	0,28	0,42	0,06
1993	Gasolina C	0,53	0,81	0,14
	Etanol hidratado	0,34	0,52	0,06
1994	Gasolina C	0,51	0,75	0,14
	Etanol hidratado	0,29	0,42	0,06
1995	Gasolina C	0,51	0,75	0,14
	Etanol hidratado	0,29	0,42	0,06
1996	Gasolina C	0,39	0,56	0,14
	Etanol hidratado	0,26	0,37	0,06
1997	Gasolina C	0,33	0,46	0,14
	Etanol hidratado	0,36	0,51	0,06
2012	Gasolina C	0,14	0,14	0,06
	Flex – Gasolina C	0,16	0,21	0,07
	Flex – Etanol hidratado	0,25	0,32	0,11

Tabela 21: Fatores de emissão para comerciais leves homologados como veículos leves, em $g_{poluente}$/km.

Ano/modelo	Combustível	CO	NO_x	$NMHC_{escap}$	CH_4	MP_{comb}
2008	Diesel	0,30	0,75	0,046	0,014	0,057
2009	Gasolina C	0,22	0,03	0,019	0,001	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,22	0,03	0,038	0,032	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,46	0,03	0,014	0,005	nd
	Diesel	0,28	0,68	0,025	0,008	0,060
2010	Gasolina C	0,26	0,02	0,023	0,008	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,20	0,04	0,011	0,049	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,47	0,04	0,023	0,008	nd
	Diesel	0,21	0,72	0,050	0,020	0,068
2011	Gasolina C	0,30	0,02	0,024	0,006	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,23	0,03	0,029	0,011	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,68	0,02	0,037	0,053	nd
	Diesel	0,15	0,61	0,043	0,004	0,052
2012	Gasolina C	0,28	0,01	0,019	0,006	0,0011
	Flex - Gasolina C	0,24	0,04	0,029	0,009	0,0011
	Flex - Etanol hidratado	0,73	0,05	0,056	0,045	nd
	Diesel	0,05	0,31	0,017	0,012	0,020

Gráfico 24: Emissões de NO_x- por categoria de veículos



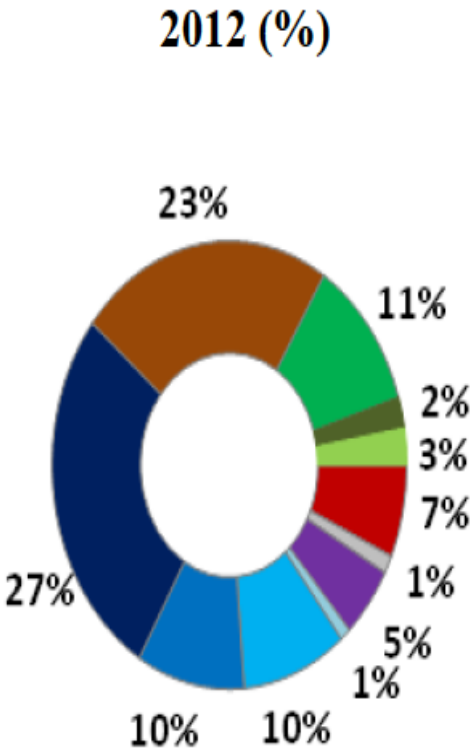
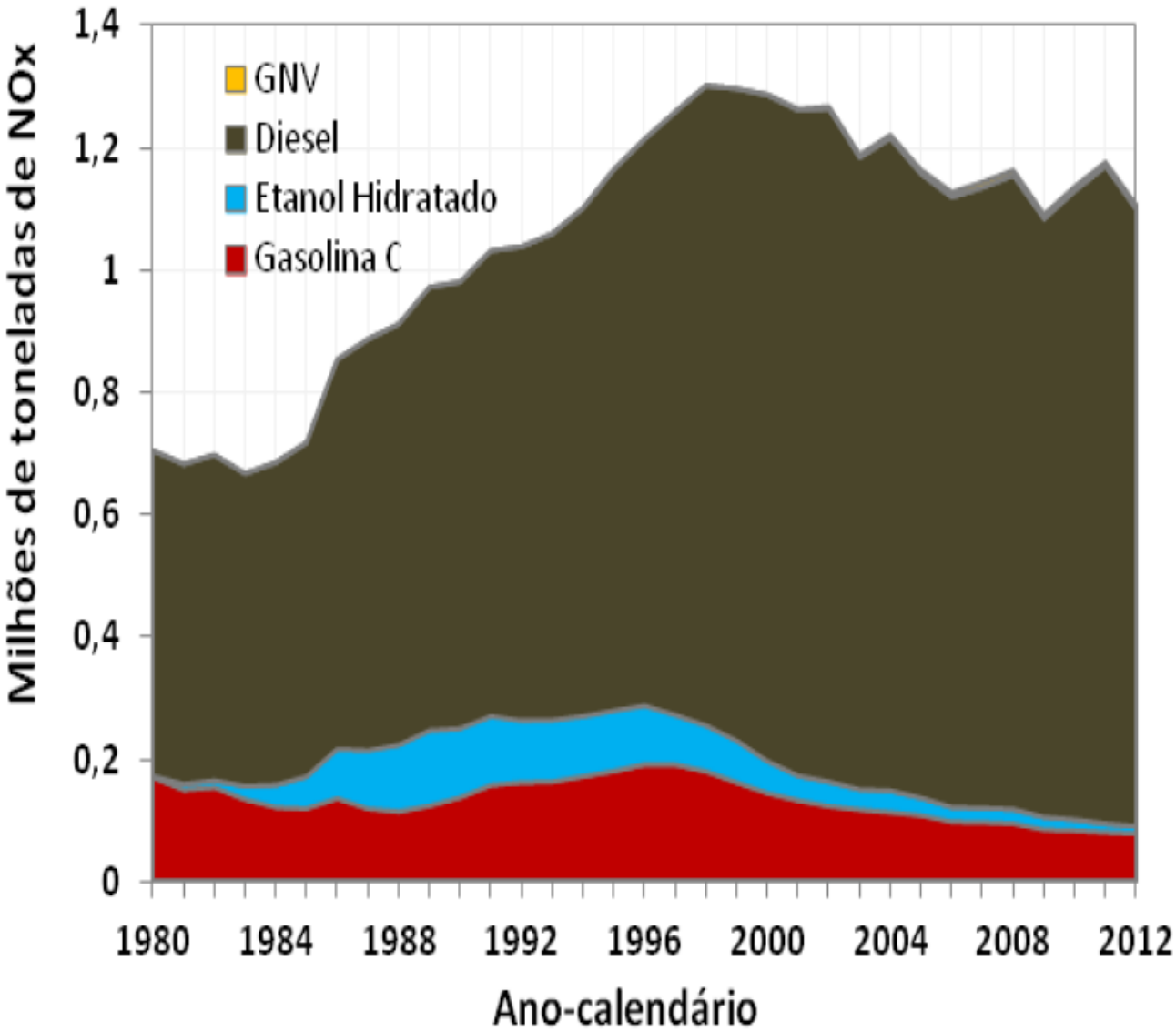


Gráfico 25: Emissões de NO_x- por tipo de combustível



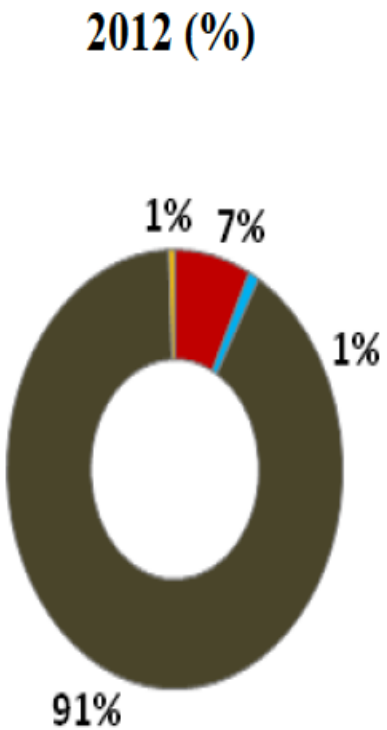
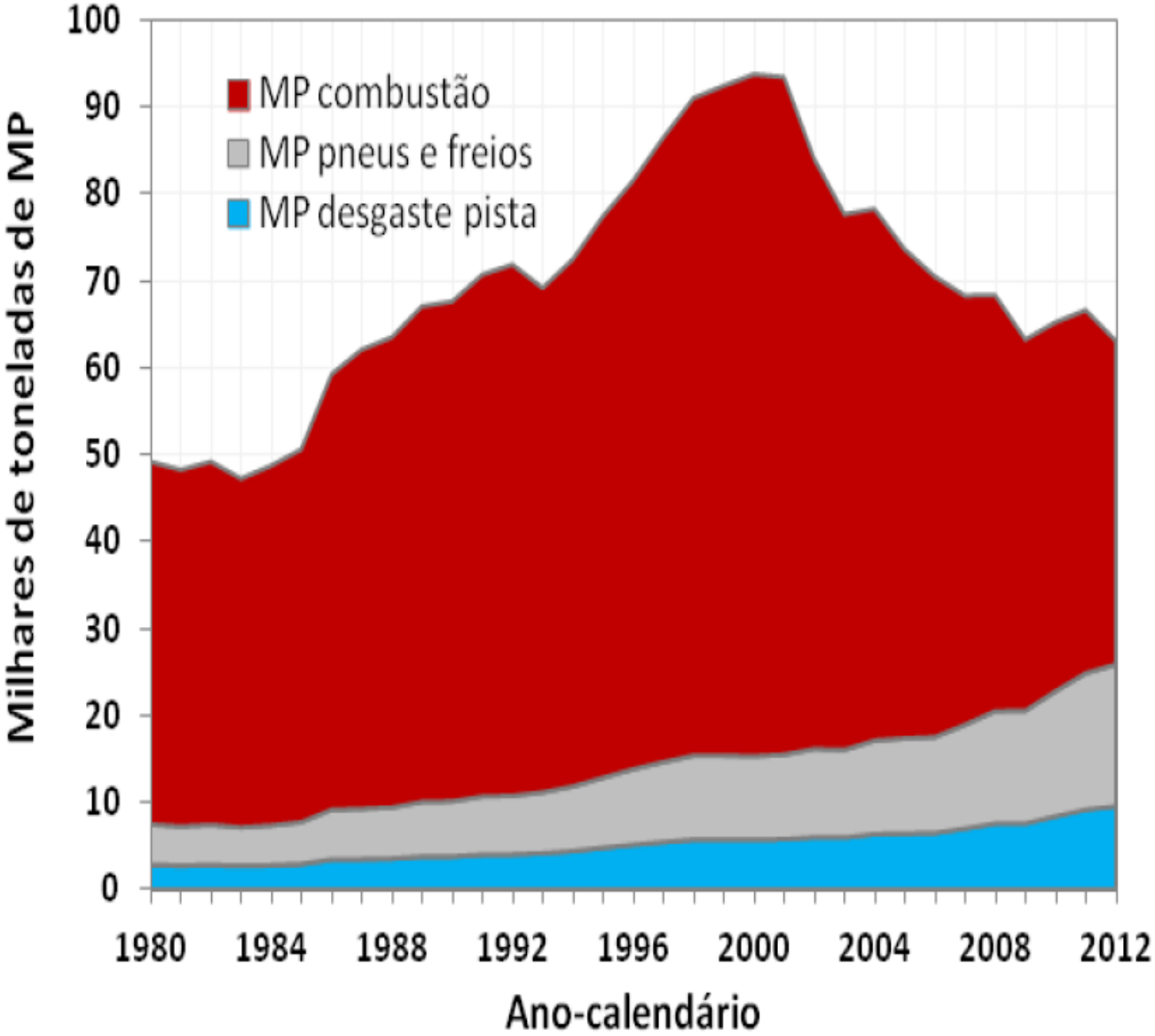
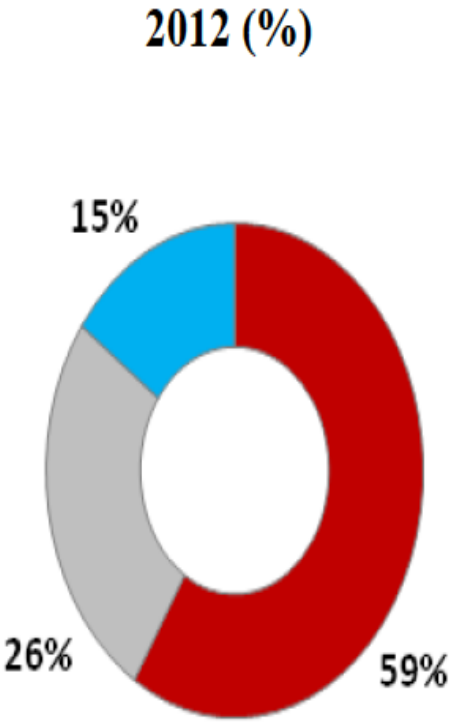


Gráfico 31: Emissões totais de MP por tipo de emissão





Anexo H: Tabelas de emissões por categoria de veículos e tipo de combustível

Tabela 39: Emissões de CO por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)

Ano	Automóveis				Comerciais Leves Otto				Motocicletas		
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Etanol hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Flex Fuel	
			Gasolina C	Etanol Hidratado			Gasolina C	Etanol Hidratado		Gasolina C	Etanol Hidratado
1980	3.902.671	52.155	-	-	613.093	3.601	-	-	42.689	-	-
1981	3.468.582	175.167	-	-	516.972	11.239	-	-	59.971	-	-
1982	3.592.795	211.496	-	-	507.177	14.989	-	-	92.529	-	-
1983	3.169.134	384.024	-	-	428.176	29.045	-	-	114.048	-	-
1984	2.894.785	609.683	-	-	380.283	51.048	-	-	133.730	-	-
1985	2.867.894	822.476	-	-	366.906	76.715	-	-	159.119	-	-
2003	923.813	367.326	111	111	112.414	42.518	26	26	786.607	-	-
2004	838.630	382.415	-	2.358	101.450	44.038	-	449	771.275	-	-
2005	757.795	291.595	-	7.551	91.196	33.390	-	1.144	743.801	-	-
2006	650.399	218.115	1.456	15.753	77.963	24.870	178	1.981	668.742	-	-

Ano	Automóveis				Comerciais Leves Otto				Motocicletas		
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Etanol hidratado	Flex Fuel		Gasolina C	Flex Fuel	
			Gasolina C	Etanol Hidratado			Gasolina C	Etanol Hidratado		Gasolina C	Etanol Hidratado
2012	330.765	66.899	121.832	49.688	42.457	7.542	14.462	7.107	406.768	11.846	3.723

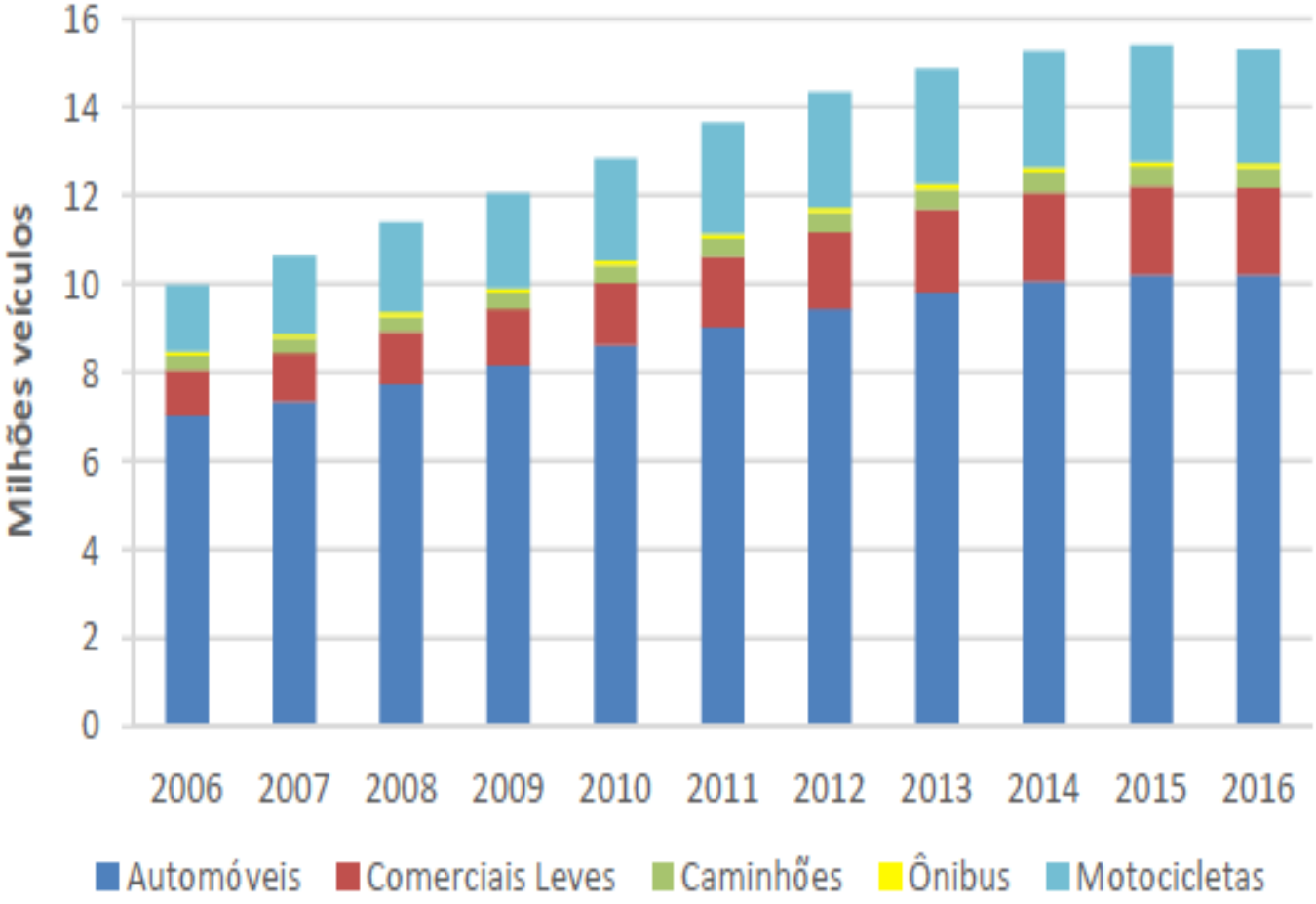
Tabela 12 – Estimativa da frota de veículos do Estado de São Paulo em 2016

Categoria		Combustível	Frota Circulante
Automóveis		Gasolina C	3.153.818
		Etanol Hidratado	258.559
		Flex-fuel	6.789.983
Comerciais leves		Gasolina C	583.430
		Etanol Hidratado	25.103
		Flex-fuel	949.552
		Diesel	413.733
Caminhões	Semileves	Diesel	36.022
	Leves		114.577
	Médios		65.931
	Semipesados		113.330
	Pesados		118.826
Ônibus	Urbanos	Diesel	63.817
	Micro-ônibus		14.393
	Rodoviários		28.604
Motocicletas		Gasolina C	1.968.248
		Flex-fuel	597.269
TOTAL			15.295.196

Fonte: CETESB (2018) adaptado do Relatório de Emissões Veiculares 2016 (CETESB, 2017c)

População do Estado de SP .... aprox. 45 milhões de habitantes ...

Gráfico 6 - Evolução da frota circulante no estado de São Paulo por categoria



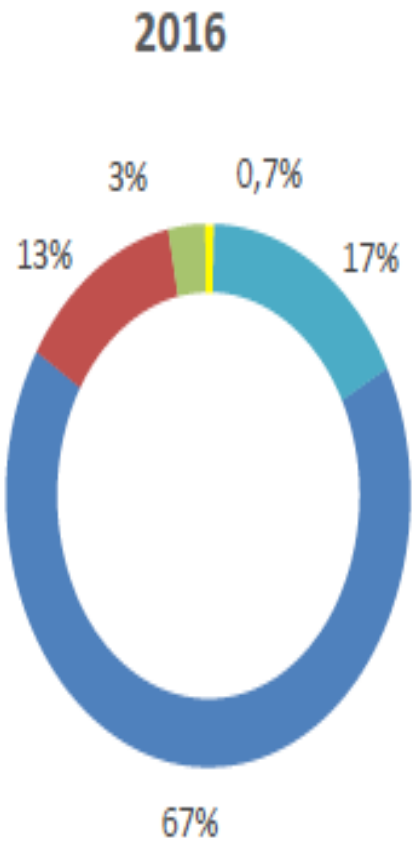
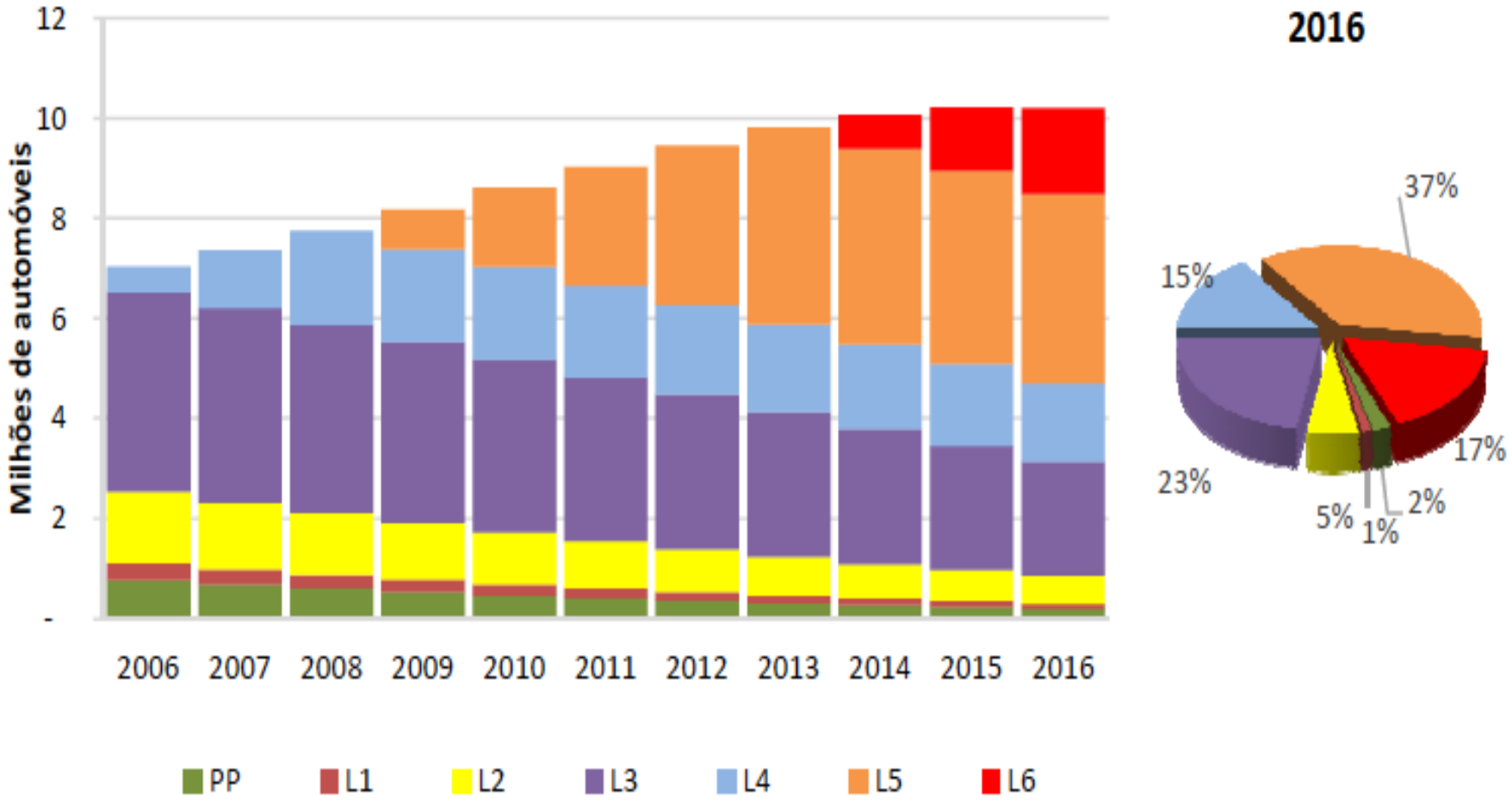
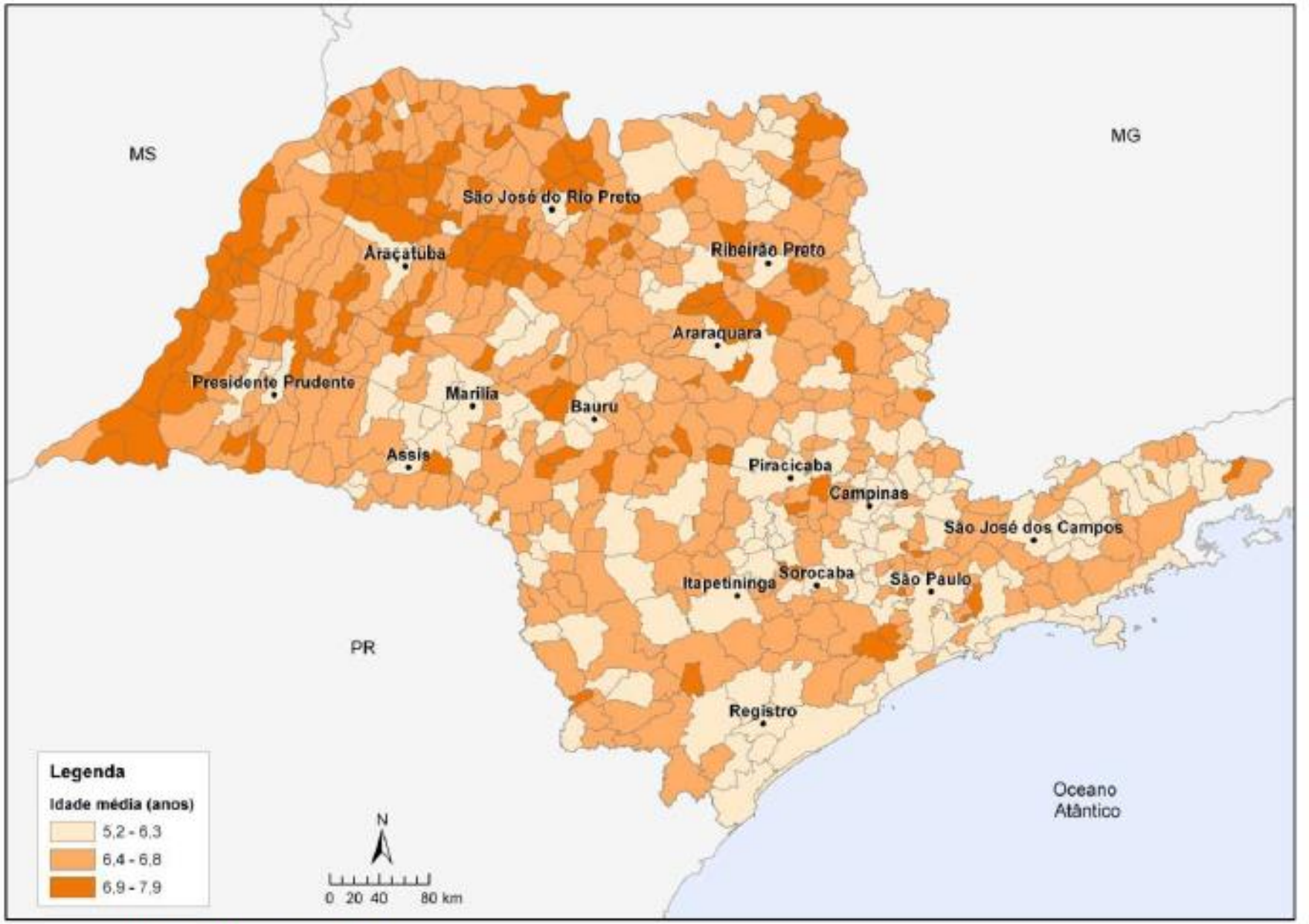


Gráfico 12 - Evolução da frota circulante de Automóveis separada por fases do PROCONVE

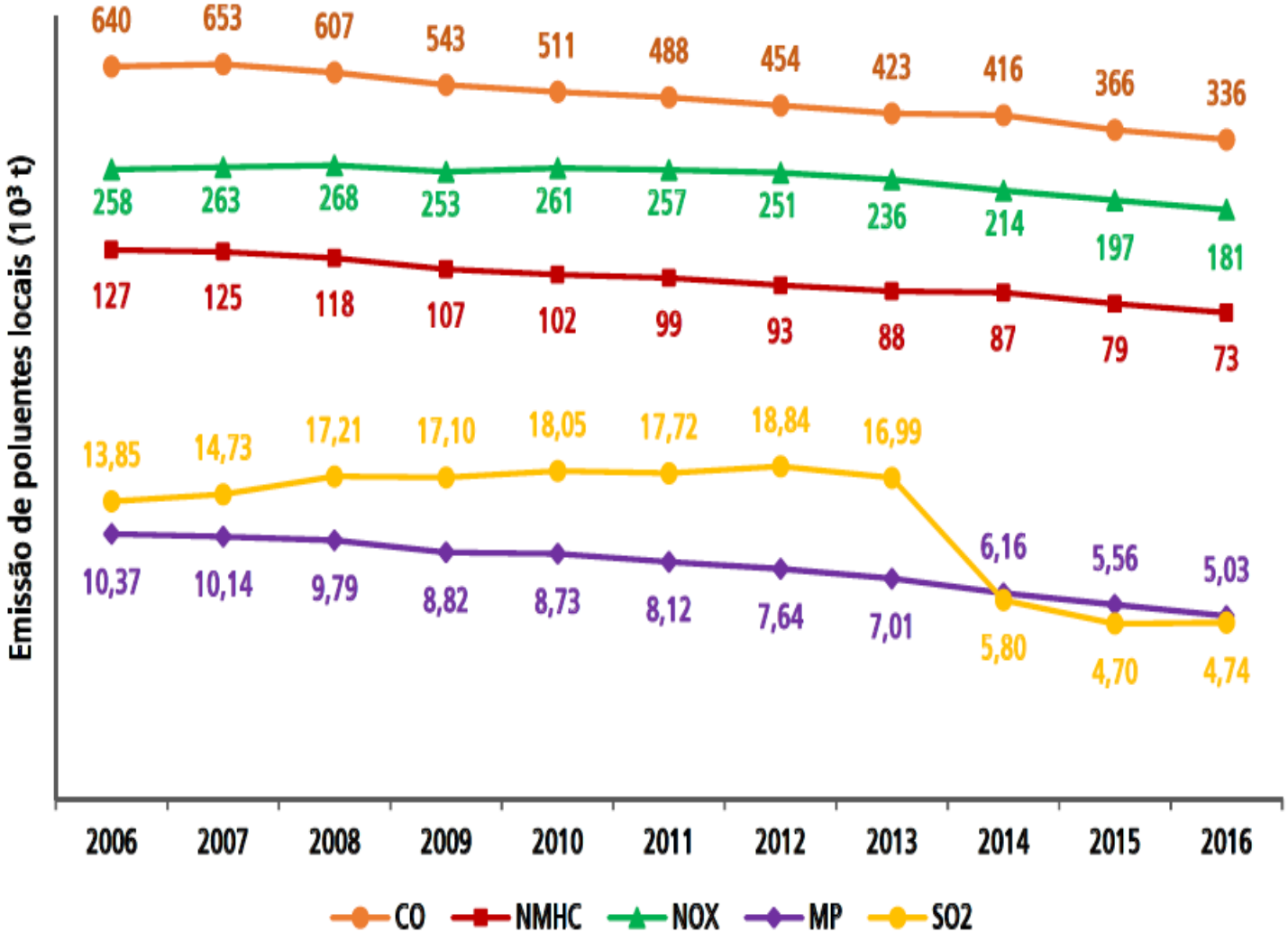


Mapa 8 - Idade média dos Automóveis *flex-fuel* no estado de São Paulo em 2016



Fonte: IBGE (9), adaptado.

Gráfico 2 – Evolução das emissões de poluentes veiculares no Estado de São Paulo



EMISSOES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO

2016

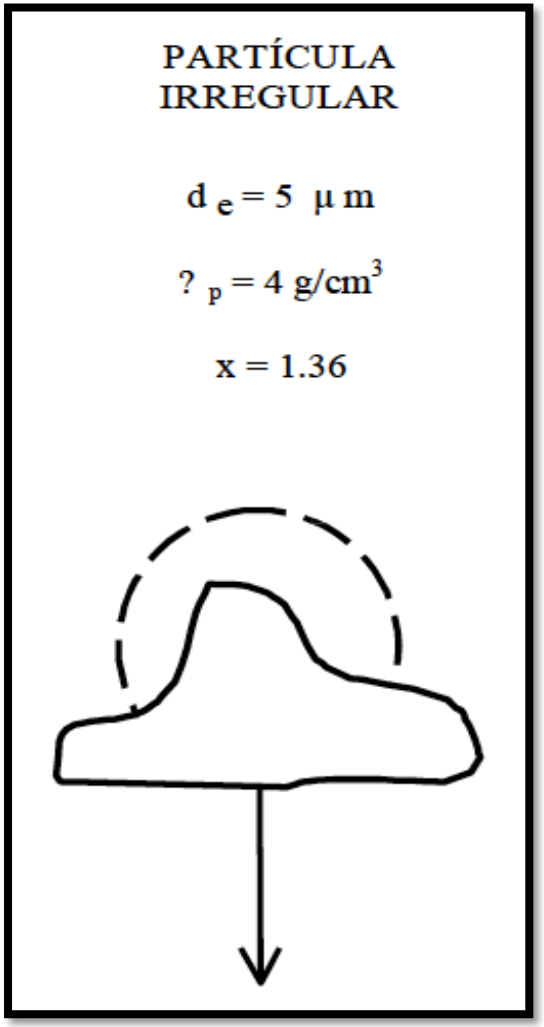
Fonte: CETESB (2018) adaptado do Relatório de Emissões Veiculares 2016 (CETESB, 2017c)

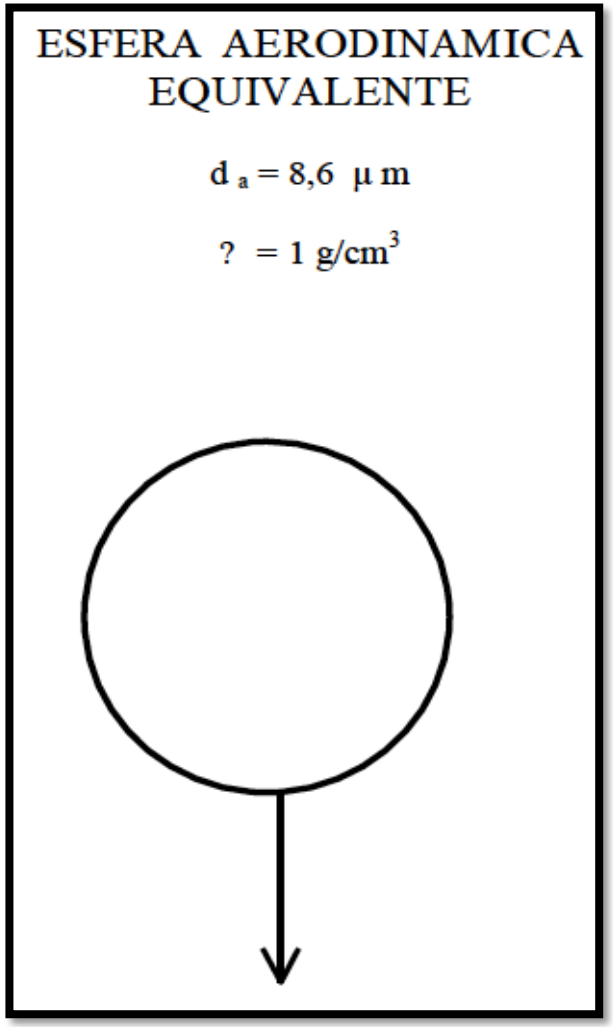
Nota: Gráfico em escala logarítmica.

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

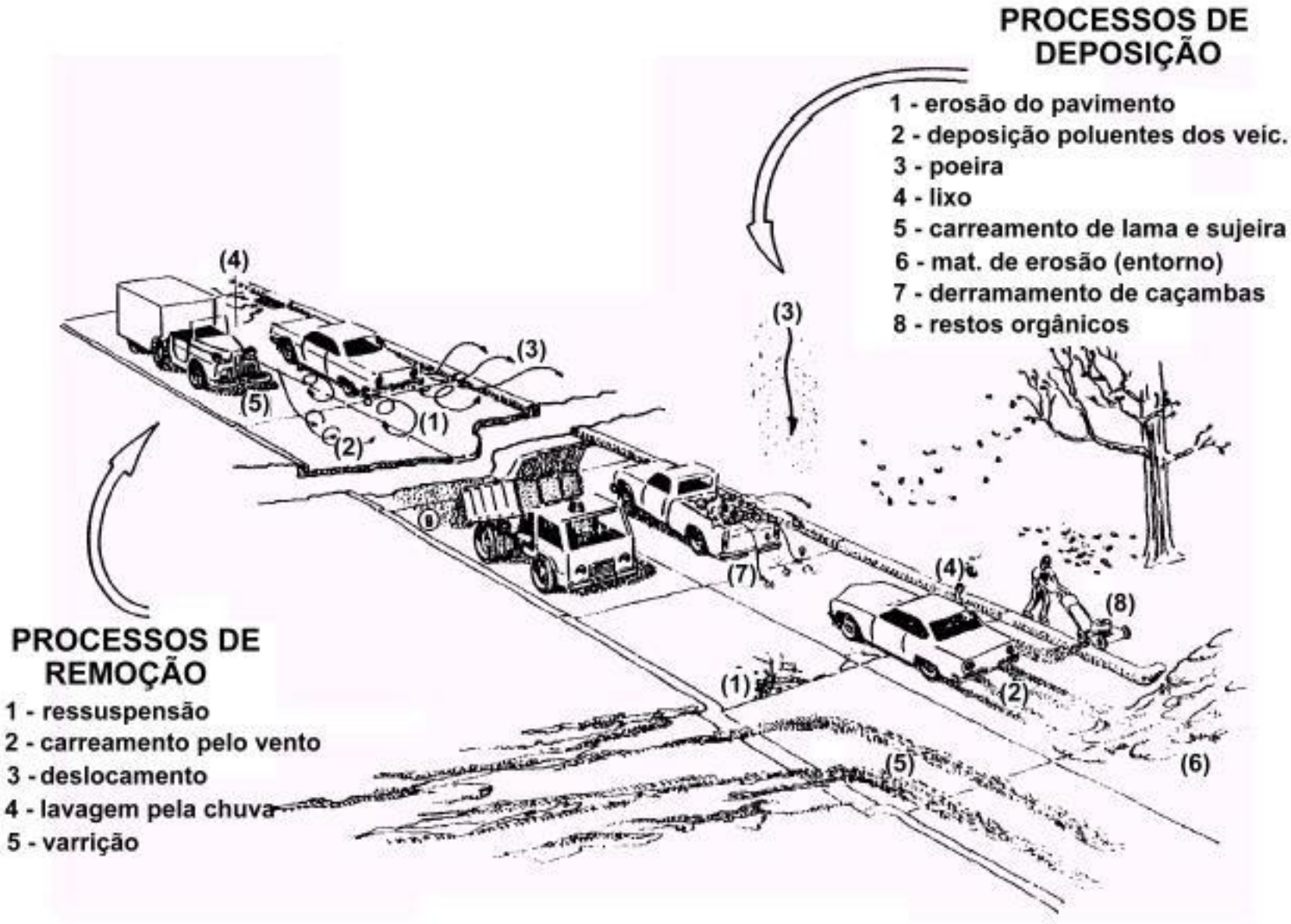
Diâmetro aerodinâmico é definido como o diâmetro de uma esfera equivalente com densidade unitária que tem a mesma velocidade terminal, das partículas no aerossol, sob ação da gravidade.





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 de 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 poeiras;
composição	sulfato, $SO4^-$; nitrato $NO3^-$; amônia $NH4^+$; íon de hidrogênio H^+; carbono elementar; compostos orgânicos; metais (Pb, Cd, Ni, Zn, Fe, Mn);	poeira ressuspensa (poeira de solo, da rua); poeira de carvão, óxidos metálicos, carbonatos de cálcio, sal marinho, pólen, fragmentos de plantas e animais, e outros.
solubilidade	muito solúvel, higroscópico;	muito insolúvel e não higroscópico;
fontes principais	combustão de carvão, óleo, gasolina, diesel, madeira; produtos de transformação atmosférica de NOx, SO_2 e compostos orgânicos;	ressuspensão de poeira industrial e poeira das ruas; suspensão de poeira do solo, em ruas não pavimentadas, agricultura; fontes biológicas; construção e demolição; brisa marítima;
tempo de vida na atmosfera	dias a semanas	minutos a horas
distância que podem percorrer	centenas a milhares de quilômetros	menos do que um quilômetro a dezenas de quilômetros


PROCESSOS DE DEPOSIÇÃO
1 - erosão do pavimento
2 - deposição poluentes dos veic.
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

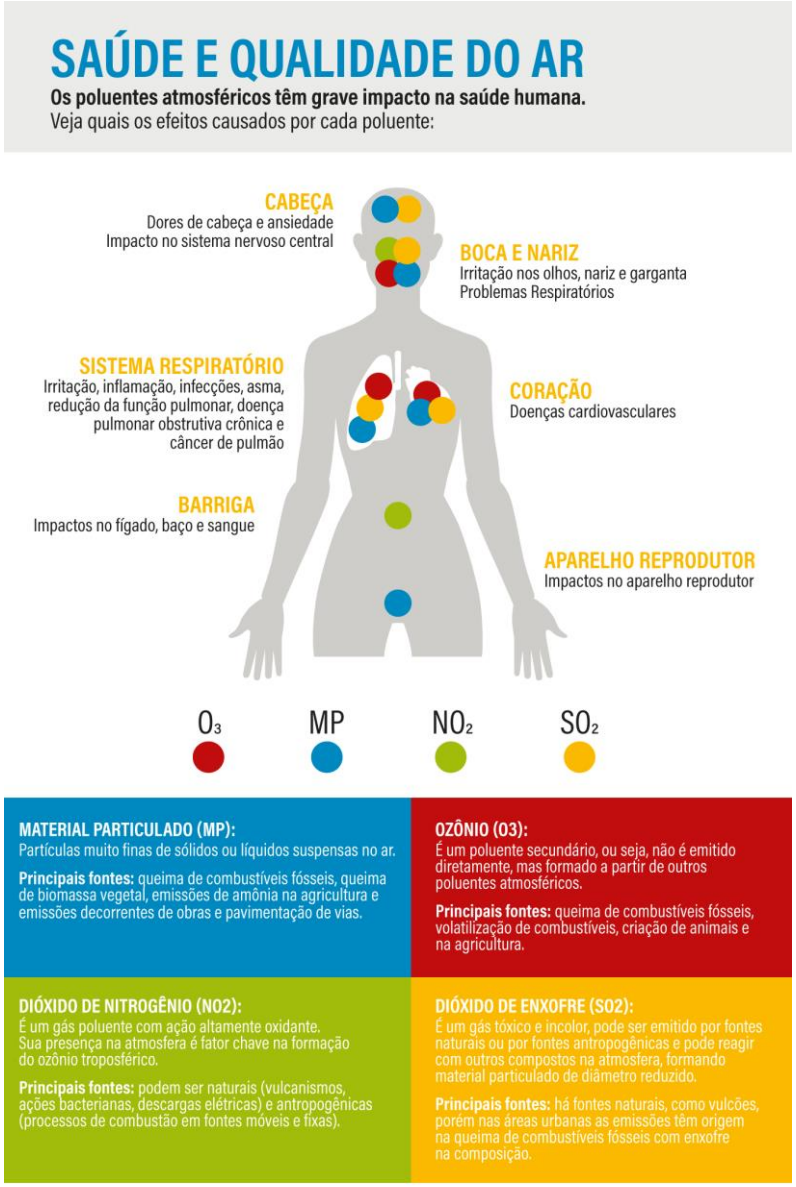
impactos na saúde pública

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

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

impactos na saúde pública

Organização Mundial da Saúde, em 1 de maio de 2018 – *Os níveis de poluição do ar permanecem perigosamente altos em muitas partes do mundo. Novos dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) mostram que nove em cada 10 pessoas respiram ar contendo altos níveis de poluentes. Estimativas atualizadas revelam um número alarmante: sete milhões de pessoas morrem todos os anos em decorrência da poluição em ambientes exteriores e interiores.*



Determinantes Socioambientais da Saúde

impactos na saúde pública

Tabela 4. DALYs atribuídos à exposição ao $MP_{2,5}$ e seu valor (US$) nas RM expandidas analisadas.

Gênero	Faixa etária	DALY	Valor (dólar)
Feminino	30 a 59 anos	11603,79763	$ 442.684.879,60
	60 a 69 anos	22916,99975	$ 123.638.380,59
	70 a 79 anos	37307,44058	$ 201.275.541,64
	mais de 80 anos	50984,8498	$ 275.065.860,80
Masculino	30 a 59 anos	11662,43387	$ 62.919.424,57
	60 a 69 anos	23024,92401	$ 124.220.637,45
	70 a 79 anos	37473,36537	$ 202.170.714,34
	mais de 80 anos	51201,09844	$ 276.232.533,25
	Total	**246.174,91**	**$ 1.708.207.972,23**

O método DALY (*Disability Adjusted Life Years* ou Anos de Vida Perdidos e Vividos com Incapacidades) é uma medida sumária de saúde expressa por um indicador padrão em unidade de tempo (anos), obtido pela soma de dois componentes: YLL – *Years of Life Lost* ou Anos de Vida Perdidos, em função de uma morte prematura (associada a um desfecho específico) correlacionada à expectativa de vida estimada e o YLD – Years Lived with Disability ou Anos Vividos com Incapacidades, ou seja, o tempo vivido em condições de saúde não condizentes às ideais devido a desfechos como doenças, lesões ou a fatores de risco.

Determinantes das doenças respiratórias

- **clima, meteorologia e topografia**
- **uso e ocupação do solo**
- **condições de vida**
- **atributos individuais**

<u>poluentes primários</u>: emitidos diretamente pelas fontes de poluição

o dióxido de enxofre (SO_2), o ácido sulfídrico (H_2S), os óxidos de nitrogênio (NO_x), a amônia (NH_3), o monóxido de carbono (CO), o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), fuligem, e aldeídos.

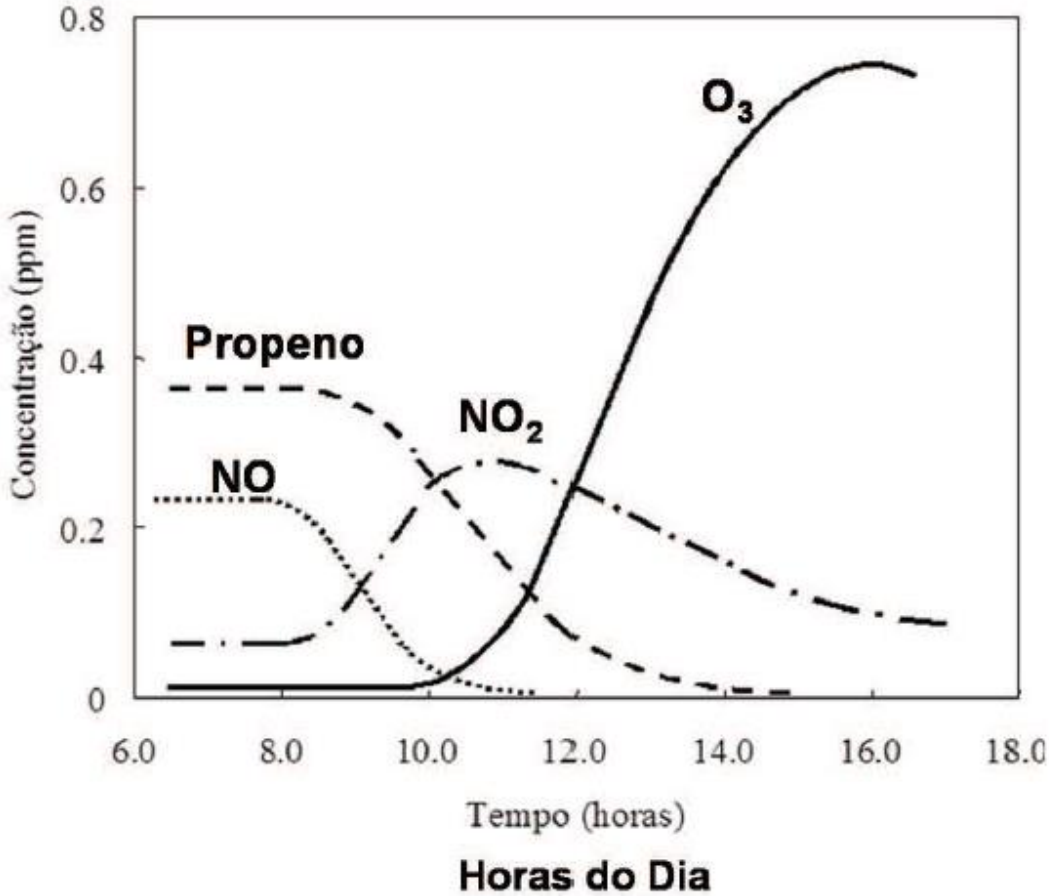
poluentes secundários: formados na atmosfera por meio de reação química entre poluentes primários e constituintes naturais da atmosfera

o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o ácido sulfúrico (H_2SO_4), o ácido nítrico (HNO_3), o trióxido de enxofre (SO_3), os nitratos (NO_3^-), os sulfatos (SO_4^{2-}) e o ozônio (O_3).

Formação do Ozônio Troposférico

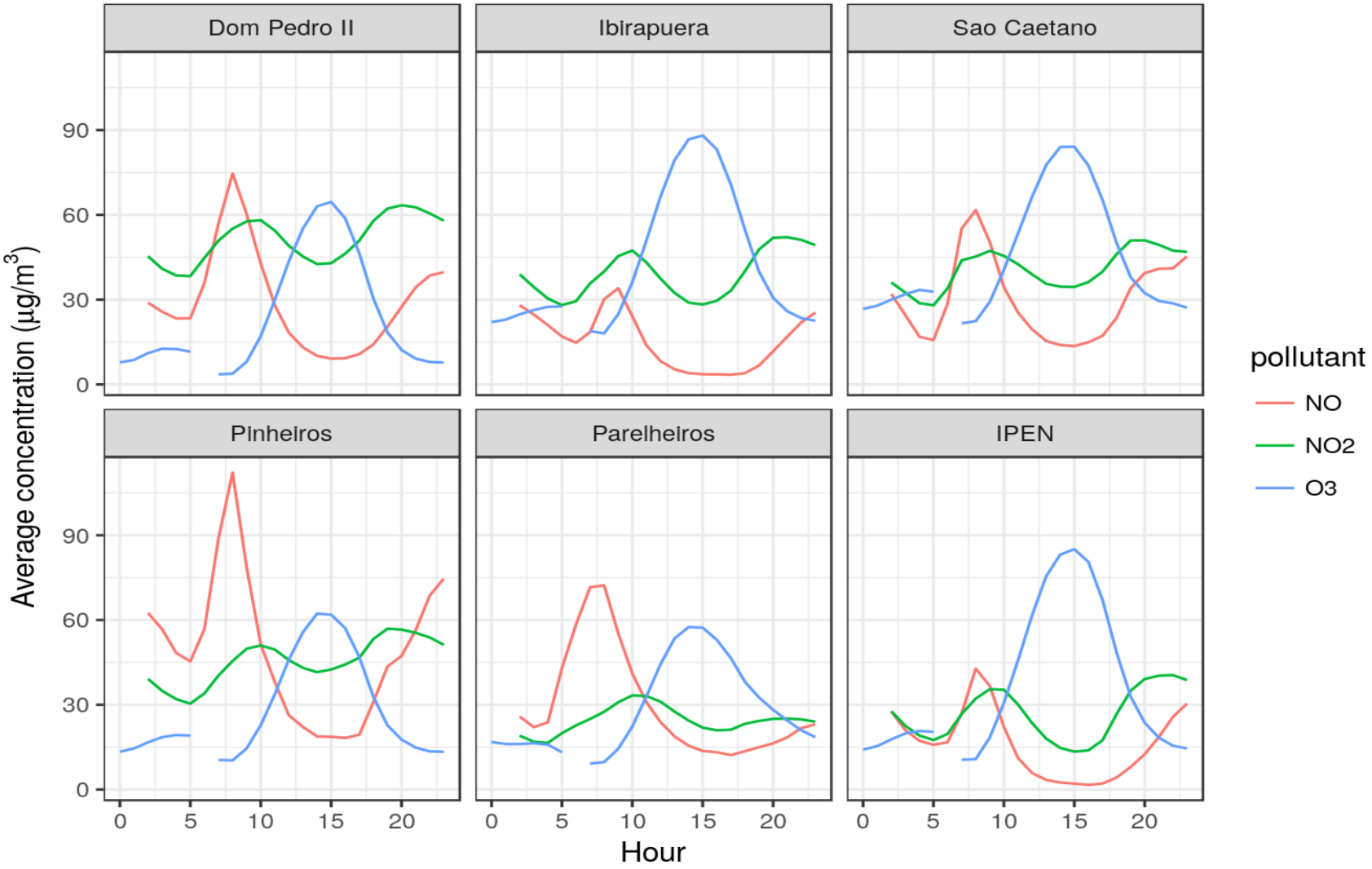
Formação do Ozônio Troposférico

Figura 1 – Perfil de concentração de espécies envolvidas no ciclo do ozônio obtido pela variação de intensidade da luz do dia, num sistema fechado



Fonte: USEPA (1996), adaptado por CETESB (2000)

Formação do Ozônio Troposférico



https://www.rpollution.com/blog/o-ciclo-do-ozonio/

Biomonitoramento do Ozônio Troposférico

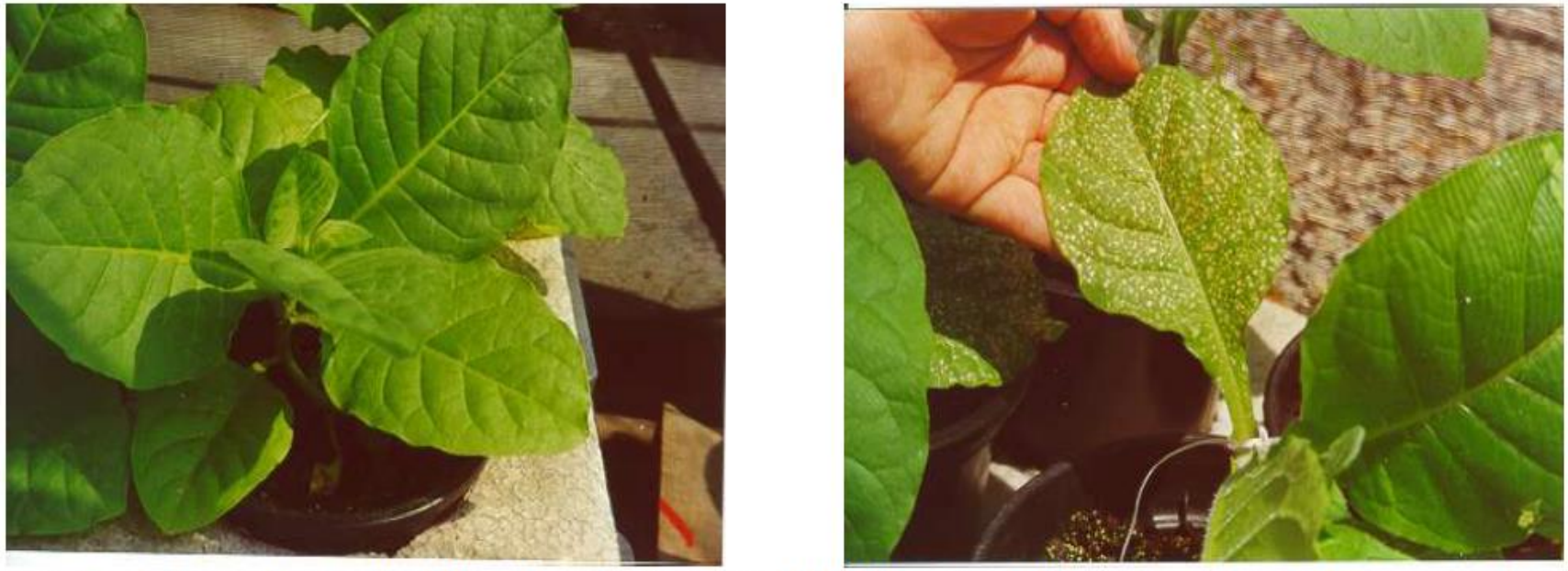


Figura 1 – Exemplares de *Nicotiana tabacum* Bel W3 com folhas saudáveis (esquerda) e com injúrias (direita) características do efeito fitotóxico do ozônio.

ESTUDO INVESTIGATIVO DA OCORRÊNCIA DE OZÔNIO TROPOSFÉRICO POR MEIO DE BIOMONITORAMENTO, NO MUNICÍPIO DE CABREÚVA - SP

Os resultados obtidos com o biomonitoramento, realizado no Município de Cabreúva com *Nicotiana tabacum* Bel W3, mostraram injúrias foliares, características do efeito fitotóxico do ozônio troposférico, embora, considerando as medianas, os níveis de injúrias foliares foram inferiores a 5% em 5 pontos, incluindo o centro. O local que apresentou as maiores medianas de porcentagem de injúrias foi Cururu (entre 10 e 25%). Medianas superiores a 10% também foram observadas esporadicamente para Vale Verde, Jacaré, Bonfim, Cai de Cima, Fazenda Pinhal e Vilarejo

Dentre as campanhas realizadas, o período mais crítico, quanto a ocorrência de injúrias foliares, foi entre dezembro e janeiro.

A comparação realizada entre as medianas das porcentagens de injúrias foliares, obtidas por campanha e a ocorrência de ozônio troposférico indicam um risco potencial de ultrapassagem de padrão de qualidade do ar ou do Valor de Referência para Proteção da Produtividade Agrícola (VRPP), principalmente no período crítico, nos bairros Cururu e Jacaré.

Desta forma, este estudo indica que, para embasar o pedido do município de tornar-se estância turística, com relação ao ozônio troposféfico, faz-se necessária a medição das concentrações desse poluente a fim de verificar se o padrão é ultrapassado.

Por fim, sugere-se avaliar a viabilidade da realização de monitoramento automatizado da concentração de ozônio troposférico, no Bairro Cururu (EMEFEI - Miguel Elpidio da Costa), preferencialmente no período entre dezembro e janeiro.

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

Brasil

Resolução CONAMA 491/2018

Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.

(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)

padrão de qualidade do ar

um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica

Padrões nacionais de qualidade do ar CONAMA 2018 x 1990

ANEXO I
PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PF	
		µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	ppm
Material Particulado - MP_{10}	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual[1]	40	35	30	20	-
Material Particulado - $MP_{2,5}$	24 horas	60	50	37	25	-
	Anual[1]	20	17	15	10	-
Dióxido de Enxofre - SO_2	24 horas	125	50	30	20	-
	Anual[1]	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio - NO_2	1 hora[2]	260	240	220	200	-
	Anual[1]	60	50	45	40	-
Ozônio - O_3	8 horas[3]	140	130	120	100	-
Fumaça	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual[1]	40	35	30	20	-
Monóxido de Carbono - CO	8 horas[3]	-	-	-	-	9
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	-	-	-	240	-
	Anual[4]	-	-	-	80	-
Chumbo - Pb[5]	Anual[1]	-	-	-	0,5	-

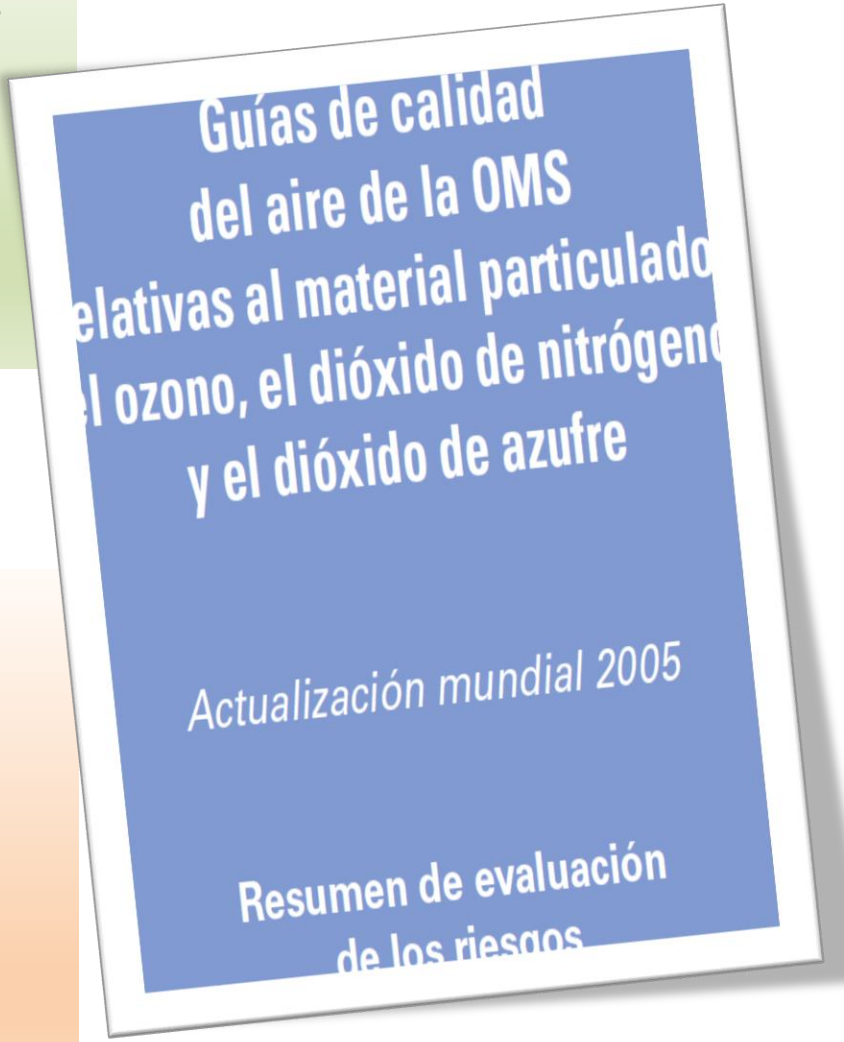
[1] - média aritmética anual
[2] - média horária
[3] - máxima média móvel obtida no dia
[4] - média geométrica anual
[5] - medido nas partículas totais em suspensão

2018

poluente	tempo de amostragem	padrão primário µg/m³	padrão secundário µg/m³	método de medição
partícula totais em suspensão (PTS)	24 horas[1]	240	150	amostrador de grande volume
	MGA[2]	80	60	
partículas inaláveis (PI)	24 horas[1]	150	150	separação inercial/filtração
	MAA[3]	50	50	
fumaça	24 horas[1]	150	100	refletância
	MAA[3]	60	40	
dióxido de enxofre (SO_2)	24 horas[1]	365	100	pararosanilina
	MAA[3]	80	40	
dióxido de nitrogênio (NO_2)	1hora	320	190	quimilumines-cência
	MAA[3]	100	100	
monóxido de carbono (CO)	1 hora[1]	40.000 35 ppm	40.000 35 ppm	infravermelho não dispersivo
	8 horas[1]	10.000 9 ppm	10.000 9 ppm	
ozônio (O_3)	1 hora[1]	160	160	quimilumines-cência

1990

padrões de qualidade do ar intermediários - PI: padrões estabelecidos como valores temporários a serem cumpridos em etapas



padrão de qualidade do ar final - PF: valores guia definidos pela Organização Mundial da Saúde - OMS em 2005

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

ANEXO III
NÍVEIS DE ATENÇÃO, ALERTA E EMERGÊNCIA PARA POLUENTES E SUAS CONCENTRAÇÕES

Nível	Poluentes e concentrações					
	SO_2 µg/m³ (média de 24h)	Material Particulado		CO ppm (média móvel de 8h)	O_3 µg/m³ (média móvel de 8h)	NO_2 µg/m³ (média de 1h)
		MP_{10} µg/m³ (média de 24h)	$MP_{2,5}$ µg/m³ (média de 24h)			
Atenção	800	250	125	15	200	1.130
Alerta	1.600	420	210	30	400	2.260
Emergência	2.100	500	250	40	600	3.000

SO_2 = dióxido de enxofre; MP10 = material particulado com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 µm;
$MP_{2,5}$ = material particulado com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5 µm; CO = monóxido de carbono;
O_3 = ozônio; NO_2 = dióxido de nitrogênio µg/m3; ppm = partes por milhão.

Resolução CONAMA Nº 491 DE 19/11/2018

Providências tomadas conforme nível de poluição

- *Estado*
  - Atenção
    - CO ou O3: É solicitado restrição voluntária dos veículos
    - MP ou SO2
      - Limpeza de caldeiras das 12:00 às 16:00 hs
      - Uso de incineradores das 12:00 às 16:00 hs
      - Proibido queima de qualquer material ao ar livre
  - Alerta
    - CO ou O3: Restringido o acesso de veículos à zona atingida das 6:00 às 21:00 hs
    - MP ou SO2
      - Ficam proibidas de funcionar as fontes estacionárias
      - Proibido circulação de veículos Diesel emitindo fumaça preta à zona atingida
      - Todas as medidas anteriores também
  - Emergência
    - CO ou O3: Proibido a circulação de veículos à zona atingida
    - MP ou SO2
      - Fica proibido processos industriais que emitam poluentes
      - Fica proibido a queima de combustíveis
      - Ficam proibido de circular os veículos Diesel

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

Poluente	Tempo de Amostragem	MI1 (µg/m³)	MI2 (µg/m³)	MI3 (µg/m³)	PF (µg/m³)
partículas inaláveis (MP_{10})	24 horas MAA[1]	120 40	100 35	75 30	50 20
partículas inaláveis finas ($MP_{2,5}$)	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

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.

Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias - PREFE 2014

Tabela 02 – Resultados do Monitoramento e percentual (%) das reduções para MI1 de Material Particulado MP_{10}

MP_{10}													
RC	ESTAÇÃO	Média Aritmética ($\mu g/m^3$)				MA ($\mu g/m^3$)	4º Máxima ($\mu g/m^3$)			M4VD ($\mu g/m^3$)	Reduções (%)		
		2009	2010	2011	2012		2010	2011	2012		LP	CP	FINAL
03	Limeira - Boa Vista (M)	45	47	47	46	47	111	102	89	101	14,9	-	14,9*
03	Paulínia Sul	36	46	47	39	44	124	106	107	112	9,1	-	9,1*
07	Piracicaba - Algodoal(M)	35	44	56	46	49	109	113	114	112	18,4	-	18,4*
06	Santa Gertrudes – Jd Luciene (M)	80	79	91	81	84	152	199	160	170	52,4	29,4	52,4**
05	Cubatão - Vale do Mogi	48	59	61	59	60	219	170	137	175	33,3	31,4	33,3
05	Cubatão - Vila Parisi	68	86	99	93	93	251	220	186	219	57	45,2	57,0*

Fonte: Adaptado do Anexo F

Legenda: RC = Região de Controle MA = Média aritmética das médias anuais dos últimos 3 anos representativos M4VD = Média do 4° maior valor diário de cada um dos últimos 3 anos LP = longo prazo CP = curto prazo (M) = Estação manual PQAr anual = 40 $\mu g/m^3$ PQAr diário = 120 $\mu g/m^3$

Notas:

(1) Nível de redução da Região de Controle

(2) Nível a ser buscado apenas no município de Santa Gertrudes

Tabela 04 – Resultados do Monitoramento e percentual (%)das reduções para MI1 de Ozônio O_3

O_3 8h						
RC	ESTAÇÃO	4º Máxima (µg/m³)			M4VD	(%)
		2010	2011	2012	(µg/m³)	FINAL
04	São José dos Campos	166	135	150	150	6,7*
02	Jundiaí	128	148	159	145	3,4*
03	Paulínia	161	167	172	167	16,2*
03	Paulínia Sul	157	162	154	158	11,4
01	Diadema	133	149	148	143	2,1
01	Ibirapuera	167	173	169	170	17,6
01	IPEN-USP	144	189	169	167	16,2
01	Itaquera	127	180	171	159	11,9
01	Mauá	166	159	195	173	19,1
01	Mooca	148	129	170	149	6,0
01	Parque Dom Pedro I	138	143	146	142	1,4
01	Pinheiros	135	157	150	147	4,8
01	Santana	151	140	155	149	6
01	Santo André – Capuava	150	135	184	156	10,3
01	São Caetano do Sul	161	185	182	176	20,5*
05	Cubatão	173	136	117	142	1,4*

Figura 01 – Regiões de Controle do PREFE 2014

Fonte: Adaptação do IBGE (2005) e Tabela 05

Tabela 06 – Metas de Redução de Emissão da Região de Controle 01 – SÃO PAULO

Parâmetro	Redução (%)	Estação Referência
Ozônio	20,5	São Caetano do Sul
Material Particulado	4,8	São Caetano do Sul

Fonte: Extraído das Tabelas 03 e 04

Tabela 07 – Resumo das Emissões de Fontes Estacionárias e Móveis da Região de Controle 01

		MP	COV	NOx
Fontes Móveis	Emissão (t/ano)	1.379	23.751	61.246
	% de redução	4,8	20,5	20,5
	Redução (t/ano)	66	4.869	12.555
Fontes Estacionárias	Emissão (t/ano)	3.657	9.281	26.210
	% de redução	4,8	20,5	20,5
	Redução (t/ano)	176	1.903	5.373
TOTAL	Emissão (t/ano)	5.036	33.032	87.456
	Redução (t/ano)	242	6.772	1.7928

Fonte: Extraído da CETESB (2009, 2013a, 2013b)

Tabela 3 - Fatores de Emissão por Tipo de Combustível

Tipo de Combustível	Fonte	Unidade do consumo de combustível	NOx	MP	SOx	HC
Óleo Combustível Tipo A	Caldeira > 50 t/h de vapor	m^3	8,0 kg/m^3	1,45 kg/m^3	19,19 kg/m^3	0,13 kg/m^3
		t	7,84 kg/t	1,46 kg/t	18,18 kg/t	0,127 kg/t
	Caldeira < 50 t/h de vapor	m^3	6,60 kg/m^3	1,45 kg/m^3	19,19 kg/m^3	0,15 kg/m^3
		t	6,47 kg/t	1,46 kg/t	18,18 kg/t	0,147 kg/t
Óleo Combustível Tipo B	Caldeira < 50 t/h de vapor	m^3	2,4 kg/m^3	0,84 kg/m^3	18,19 kg/m^3	0,03 kg/m^3
		t	2,45 kg/t	0,857 kg/t	18,56 kg/t	0,031 kg/t
Óleo Diesel	Caldeira < 50 t/h de vapor	m^3	2,4 kg/m^3	0,24 kg/m^3	17,19 kg/m^3	0,03 kg/m^3
		t	2,82 kg/t	0,282 kg/t	20,22 kg/t	0,035 kg/t
Bagaço de cana	Caldeira de qualquer porte	t	0,6 kg/t	7,80 kg/t	-	-
Lenha	Caldeira de qualquer porte	t	0,75 kg/t	4,40 kg/t	0,037 kg/t	0,11 kg/t
		m^3	0,428 kg/ m^3	2,51 kg/ m^3	0,021 kg/ m^3	0,063 kg/ m^3
Cavaco	Caldeira de qualquer porte	t	0,75 kg/t	23,50 kg/t	0,037 kg/t	0,11 kg/t
		m^3	0,428 kg/ m^3	13,40 kg/ m^3	0,021 kg/ m^3	0,063 kg/ m^3
Lenha e Cavaco	Caldeira de qualquer porte	t	0,75 kg/t	3,60 kg/t	0,037 kg/t	0,11 kg/t
		m^3	0,428 kg/ m^3	2,05 kg/ m^3	0,021 kg/ m^3	0,063 kg/ m^3
Gás Natural	Caldeira > 50 t/h de vapor	m^3	8800 kg/10^6m^3	48,00 kg/10^6m^3	9,60 kg/10^6m^3	28,00 kg/10^6m^3
	Caldeira < 50 t/h de vapor	m^3	2240 kg/10^6m^3	219,00 kg/10^6m^3	9,60 kg/10^6m^3	92,00 kg/10^6m^3
GLP	Caldeira de qualquer porte	m^3	2,50 kg/m^3	0,07 kg/m^3	0,0125 kg/m^3	0,06 kg/m^3

LISTA SETORIAL DE EMPRESAS PARA CONTROLE DAS EMISSÕES EVAPORATIVAS DE BASES DE ARMAZENAMENTO

CETESB

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

	EMPRESA	ENDEREÇO	MUNICÍPIO	RC*
1.	ADONAI QUÍMICA S.A.	MARGEM ESQUERDA DO PORTO ORG. DE SANTOS, S/N. - ÁREA DE TANQUES - ILHA BARNABÉ	SANTOS	5
2.	AGEO NORTE TERMINAIS E ARMAZÉNS GERAIS S.A.	ILHA BARNABE - PROAPS 42 – DOCAS	SANTOS	5
3.	AGEO TERMINAIS E ARMAZÉNS GERAIS LTDA.	TERMINAL DE TANQUES DA ILHA BARNABÉ, S/N - BACIA 10 - ILHA BARNABÉ	SANTOS	5
4.	ALESAT	ESTRADA VELHA GUARULHOS - SAO MIGUEL,, 35 - PIMENTAS	GUARULHOS	1
5.	ATLANTA DISTRIBUIDORA DE PETRÓLEO LTDA.	AVENIDA SENADOR ONOFRE QUINAN, 763 - BONFIM	PAULÍNIA	3
6.	COPAPE PRODUTOS DE PETRÓLEO LTDA.	RUA MADRI, 350 - JARDIM ARAPONGAS	GUARULHOS	1

CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR

conjunto de ações e posturas

necessidade de enfoque integrado

água, ar e solo

que direta ou indiretamente,

possa ser nociva à vida em geral ou ao bem estar humano em particular

CONTROLE DA POLUIÇÃODO AR

conjunto de medidas preventivas :

planejamento

políticas públicas

capacitação

pesquisa

educação ambiental

estabelecimento de indicadores

conjunto de medidas corretivas:

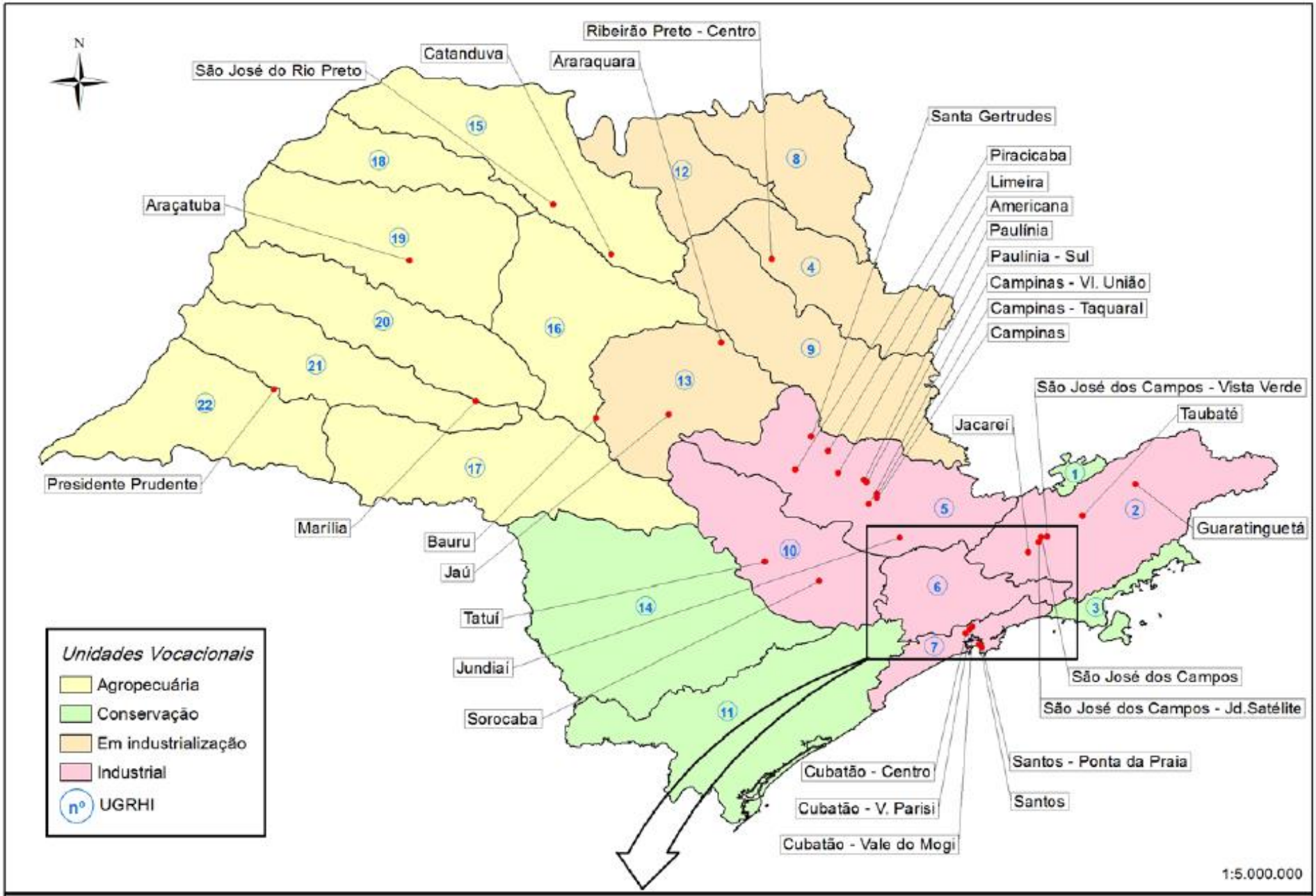
sistemas de tratamento ;

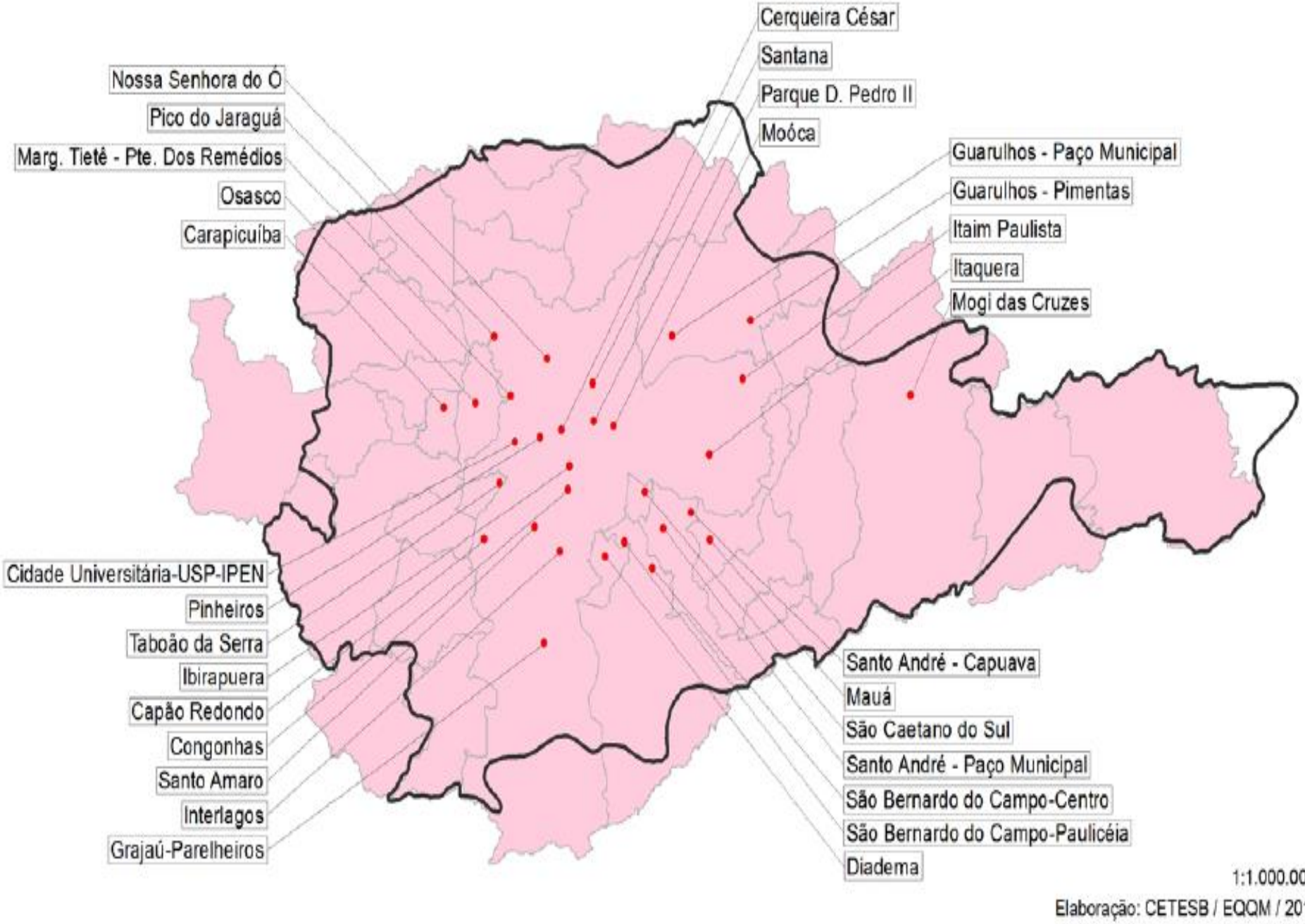
recuperação de ecossistemas degradados

CETESB – 2017

Rede Automática composta por 61 estações fixas e uma estação móvel.

Mapa 1 – Localização das estações da Rede Automática – 2017.





Fonte: CETESB (2018)

Mapa 2 – Localização das estações e pontos de amostragem da Rede Manual – 2017.

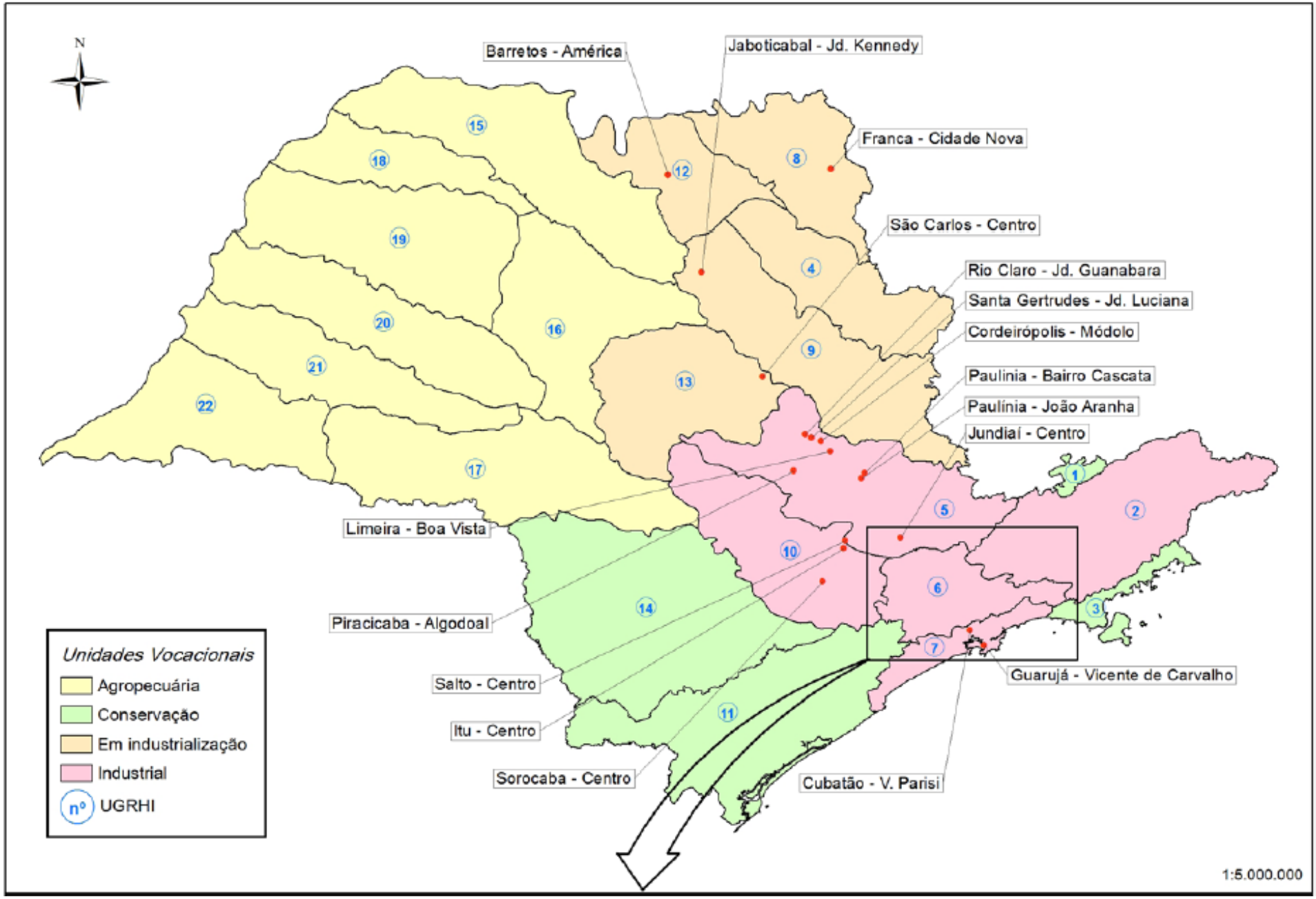


Tabela 11 – Métodos de medição dos parâmetros.

REDE	PARÂMETRO	MÉTODO
Rede Automática	partículas inaláveis finas - $MP_{2,5}$	radiação Beta
	partículas inaláveis - MP_{10}	radiação Beta
	dióxido de enxofre	fluorescência de pulso (ultravioleta)
	óxidos de nitrogênio	quimiluminescência
	monóxido de carbono	infravermelho não dispersivo (GFC)
	ozônio	ultravioleta
	benzeno/tolueno	cromatografia gasosa / detecção por fotoionização (PID)
	enxofre reduzido total	oxidação térmica - fluorescência de pulso (ultravioleta)

Rede Manual	partículas inaláveis finas - $MP_{2,5}$	gravimétrico / impactação virtual (dicotômico)
		gravimétrico / impactação e ciclone
	partículas inaláveis - MP_{10}	gravimétrico / amostrador de grandes volumes acoplado a um separador inercial
		gravimétrico / impactação
	partículas totais em suspensão	gravimétrico / amostrador de grandes volumes
	fumaça	refletância
	dióxido de enxofre	cromatografia iônica / amostrador passivo
	acetaldeído/formaldeído	cromatografia líquida de alto desempenho/detecção UV-visível

Amostrador de Grandes Volumes PTS

Amostrador de Grandes Volumes 2,5

Filtro

TABELA F – Partículas Totais em Suspensão (PTS) - Rede Manual. (Continua)

ANO			2014											2015										
Vocacional	UGRHI	LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	N	Média Geom. (µg/m³)	Máximas 24h (µg/m³)				Nº de Ultrapassagens				Repres.	N	Média Geom. (µg/m³)	Máximas 24h (µg/m³)				Nº de Ultrapassagens			
						1ª	2ª	3ª	4ª	PQAr Est.	PQAr Nac.	AT Nac.	AL Nac.				1ª	2ª	3ª	4ª	PQAr Est.	PQAr Nac.	AT Nac.	AL Nac.
Industrial	6	Cerqueira César*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	50	52	153	149	132	116	0	0	0	0
		Ibirapuera	S	57	55	169	168	144	117	0	0	0	0	S	50	44	155	138	126	112	0	0	0	0
		Pinheiros	S	47	64	181	160	150	121	0	0	0	0	N	32	51	107	100	96	92	0	0	0	0
		Santo Amaro	S	55	49	123	108	107	106	0	0	0	0	S	54	48	152	150	140	130	0	0	0	0
		Osasco	S	57	109	354	241	238	195	2	2	0	0	S	54	90	258	239	195	192	1	1	0	0
		Santo André - Capuava*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	49	60	136	123	119	106	0	0	0	0
		São Bernardo do Campo	S	53	66	157	156	151	142	0	0	0	0	S	52	53	151	145	142	136	0	0	0	0
		Nº ultrapassagens UGRHI 6								**2**	**2**	**0**	**0**								**1**	**1**	**0**	**0**
	7	Cubatão - Vila Parisi	N	42	256	697	650	618	556	24	24	9	2	N	37	218	675	525	523	458	15	15	5	1

Fonte: CETESB (2018)

Nota:

Repres. = Atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

N = Número de dias válidos

PQAr Est. = Padrão Estadual de Qualidade do Ar = 240µg/m³ - 24h

PQAr Nac. = Padrão Nacional de Qualidade do Ar = 240µg/m³ - 24h

AT = Atenção (declarados e não declarados)

AL = Alerta (declarados e não declarados)

O nº de ultrapassagens do nível de atenção e de alerta também foi considerado no nº de ultrapassagens do PQAr

O nº de ultrapassagens do nível de alerta também foi considerado no nº de ultrapassagens do nível de atenção

* Não houve monitoramento em 2014

Instrumentos de gestão da qualidade do ar

1 - Resumo executivo.

1. Descrição das características da região do estado e do Distrito Federal:
a) Condições Meteorológicas
b) Uso e ocupação do solo
c) Outras características consideradas relevantes
2. Descrição da rede de monitoramento
3. Poluentes Atmosféricos monitorados
4. Redes de Monitoramento
5. Tipos de Rede e Parâmetros Monitorados
a) Rede Automática
b) Rede Manual
6. Metodologia de Monitoramento
7. Metodologia de Tratamento dos Dados
8. Representatividade de Dados
a) Rede Automática
b) Rede Manual
9. Representatividade espacial das estações
10. Descrição das fontes de poluição do ar
11. Considerações gerais sobre estimativas de emissão de fontes móveis e fontes estacionárias
12. Apresentação dos resultados quanto aos poluentes
13. Medidas de gestão implementadas
14. Referências legais e bibliográficas

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

IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA : monitoramento; inventários de fontes; avaliação de impactos ambientais

FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS: modelagem de alternativas; avaliação de cenários; análise de custo benefício

CONTROLAR A SITUAÇÃO : legislação, padrões de emissão e padrões de qualidade do ar; uso do solo; combustíveis