

IPT

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS

Diretoria Técnica

**“1º Workshop Sobre Veículo Elétrico
Híbrido no Brasil”**

**Avaliação do impacto da
introdução de veículos
híbridos na emissão de
poluentes**

**Francisco E. B. Nigro
15 / 04 / 2003**

Objetivo:

- **Desenvolver um modelo que permita estimar o efeito, na emissão total de poluentes veiculares, da introdução de veículos híbridos em diferentes segmentos da frota.**

Metodologia:

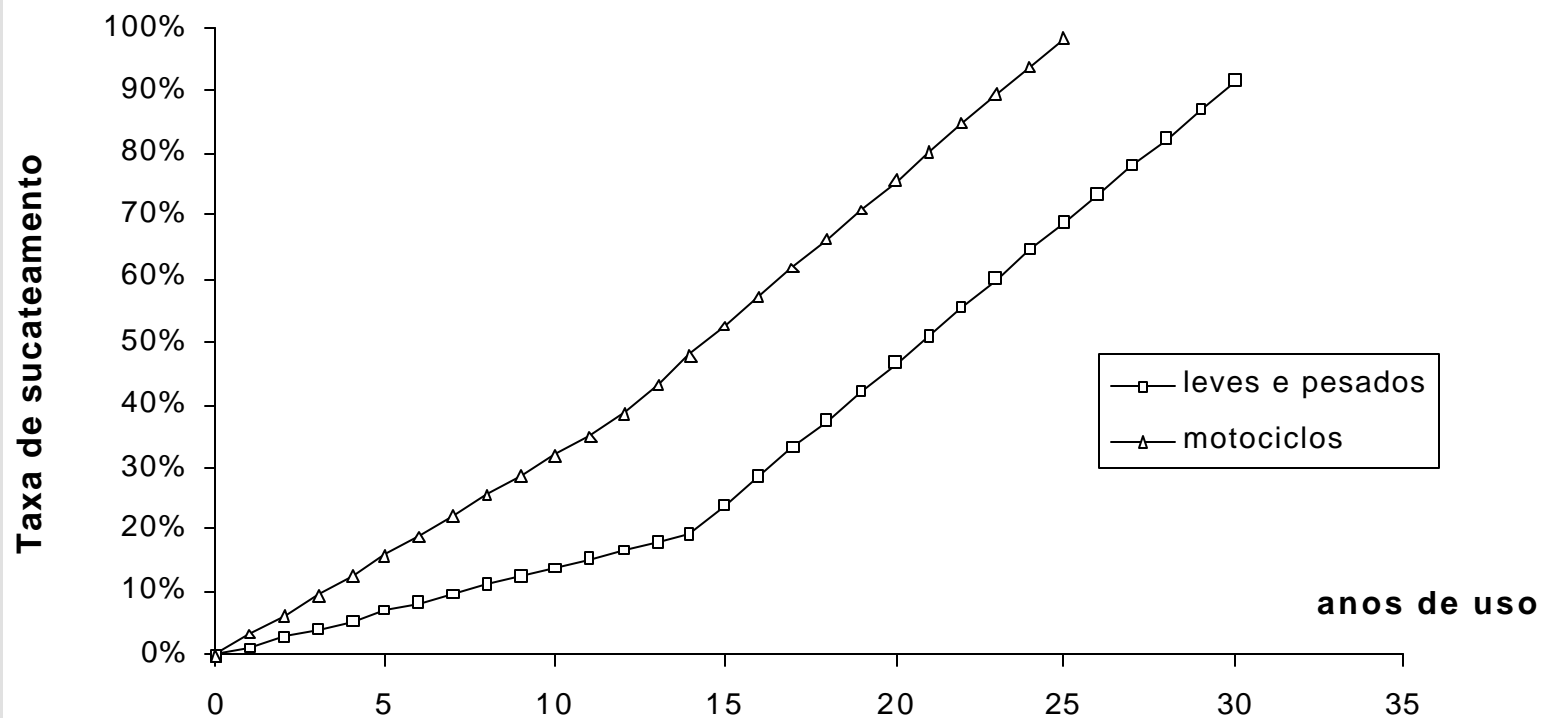
- **Estimar a composição atual da frota por tipo e geração de veículos;**
 - **Estimar os correspondentes fatores de emissão e tipos de serviços;**
-
-

Metodologia (cont.):

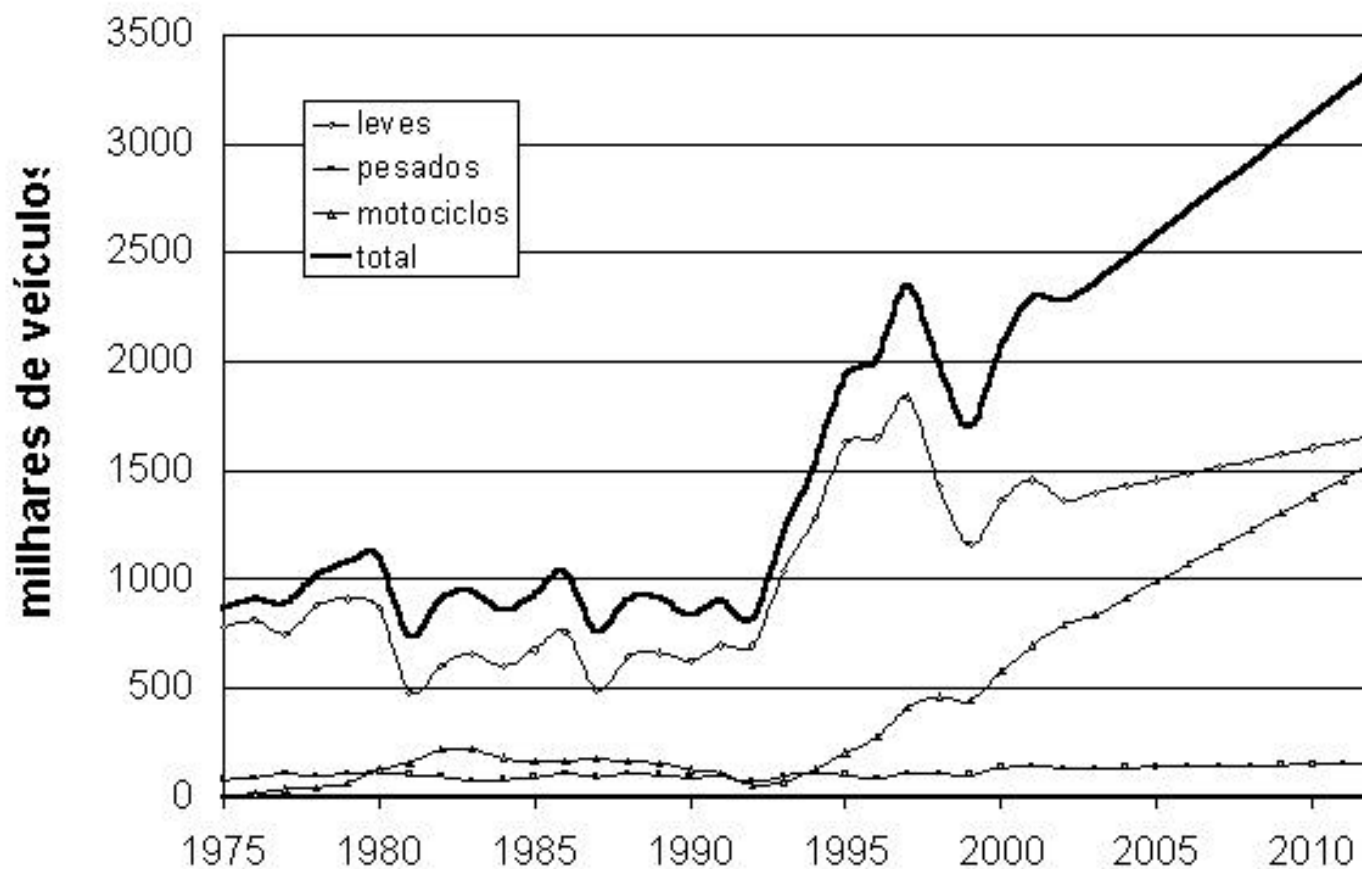
- **Estimar a evolução da frota no tempo;**
- **Estimar os fatores de emissão para os veículos com tecnologia híbrida;**
- **Admitindo uma certa velocidade de introdução de veículos híbridos na frota, calcular a variação da massa total de poluentes emitidos por veículos.**

“Mesma abordagem utilizada pelo IPT para estimar o efeito do programa de Inspeção Veicular”

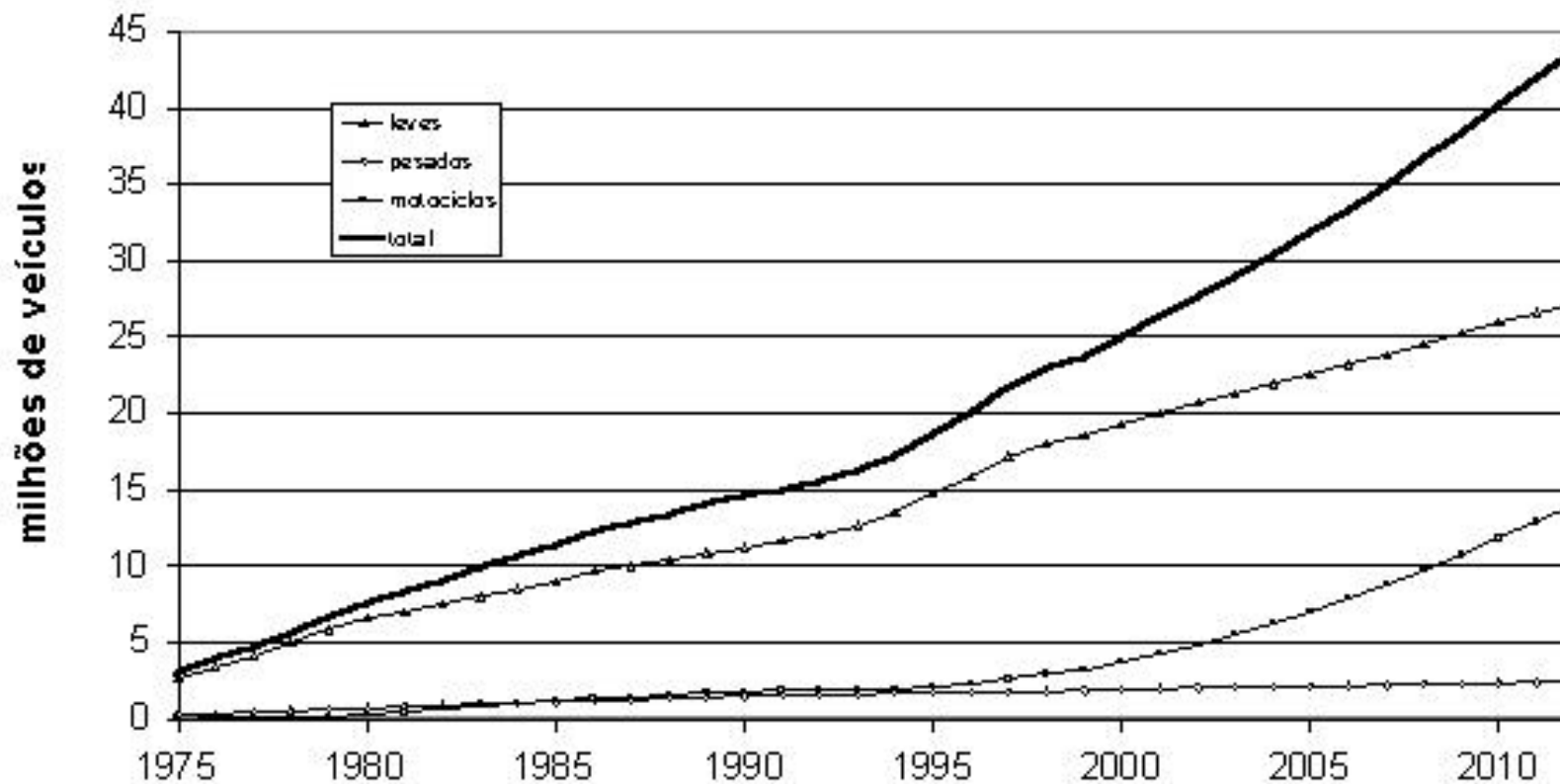
Taxa de sucateamento



Veículos comercializados no Brasil - histórico e tendências



Composição estimada da frota brasileira



Leves (Otto)

- **Automóveis (87%)**
- **80% dos comerciais leves (gasolina e álcool) (13%)**

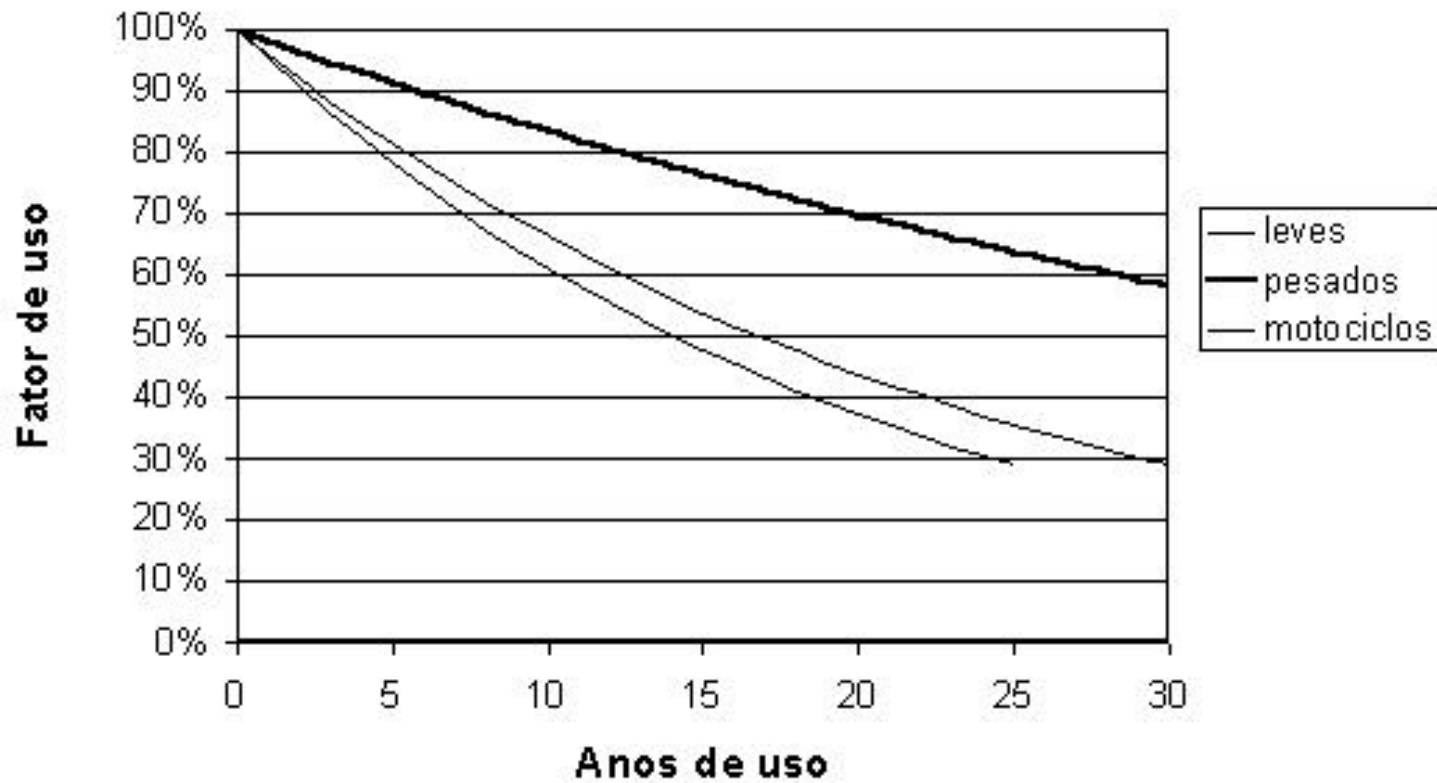
Pesados (Diesel)

- **20% dos comerciais leves (diesel) (25,4%)**
- **Caminhões leves (19,7%)**
- **Caminhões médios e médios pesados (32,7%)**
- **Caminhões pesados e extra-pesados (12,7%)**
- **ônibus (9,3%)**

Motociclos



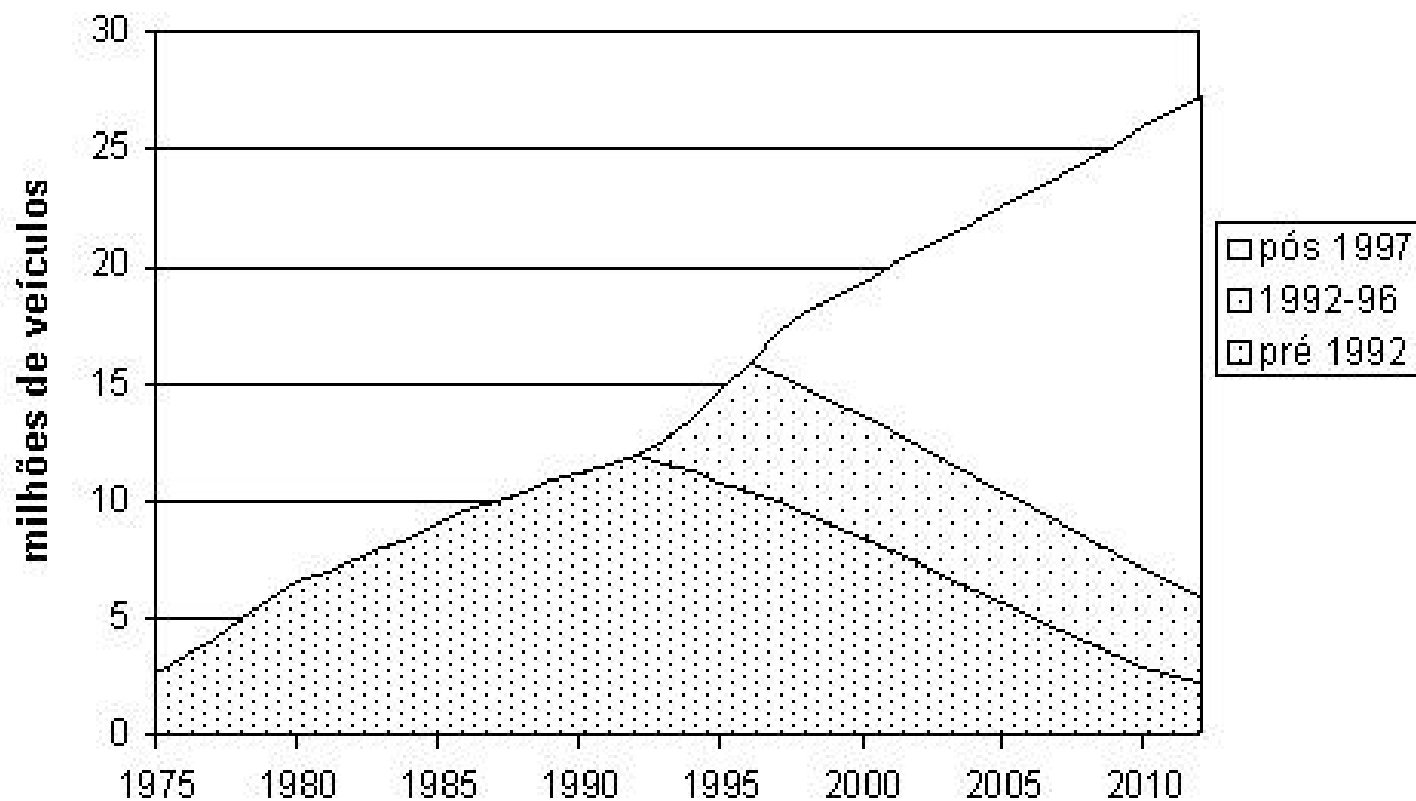
Fatores de uso



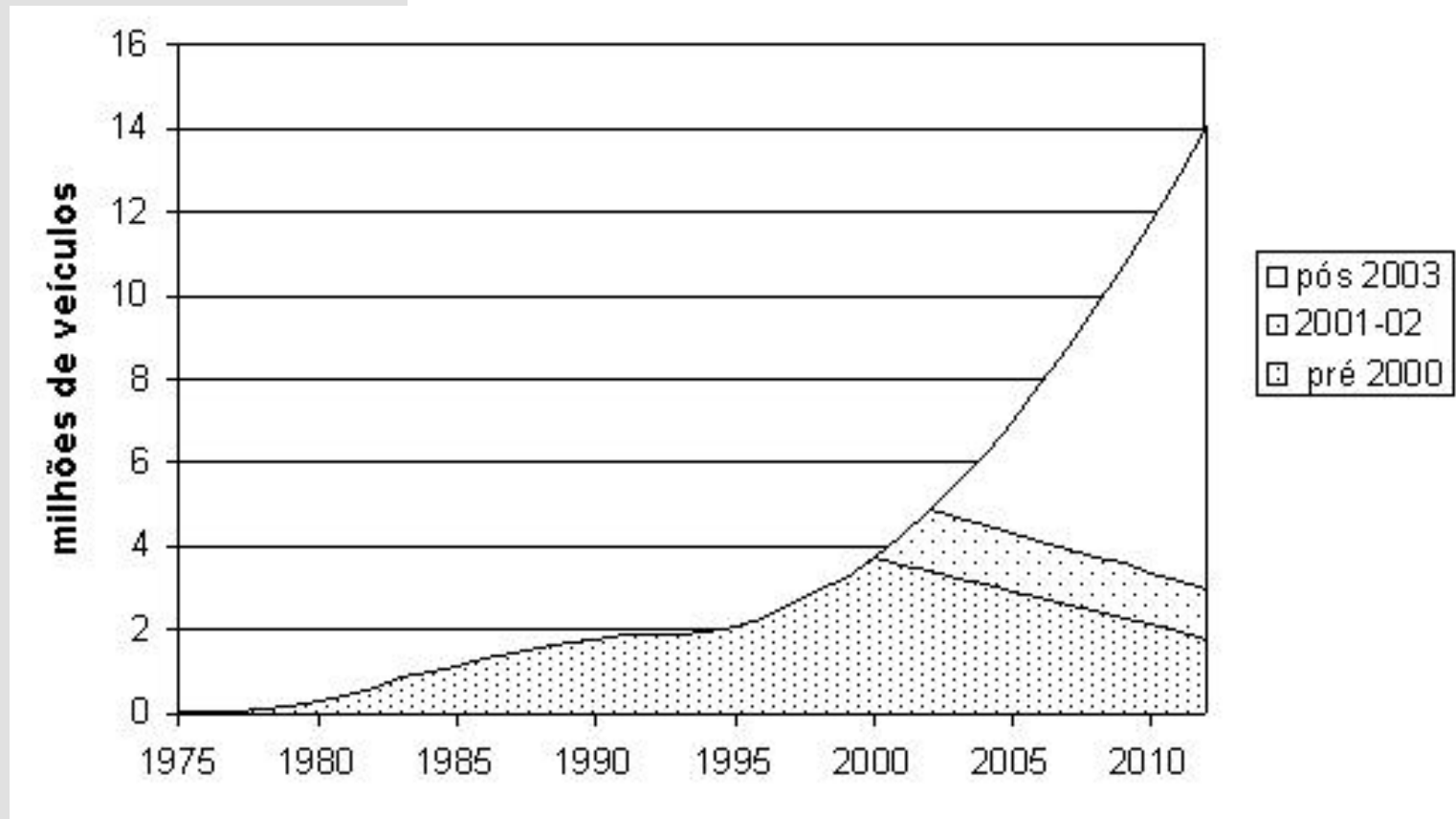
Quilometragem média admitida e vida útil máxima

TIPO	VIDA	Quilometragem no 1º ano
Automóvel	30	20.000
Utilitário diesel	30	30.000
Caminhão leve	30	60.000
Caminhão médio	30	90.000
Caminhão pesado e extrapesado	30	120.000
ônibus	30	70.000
Motociclo	25	12.000

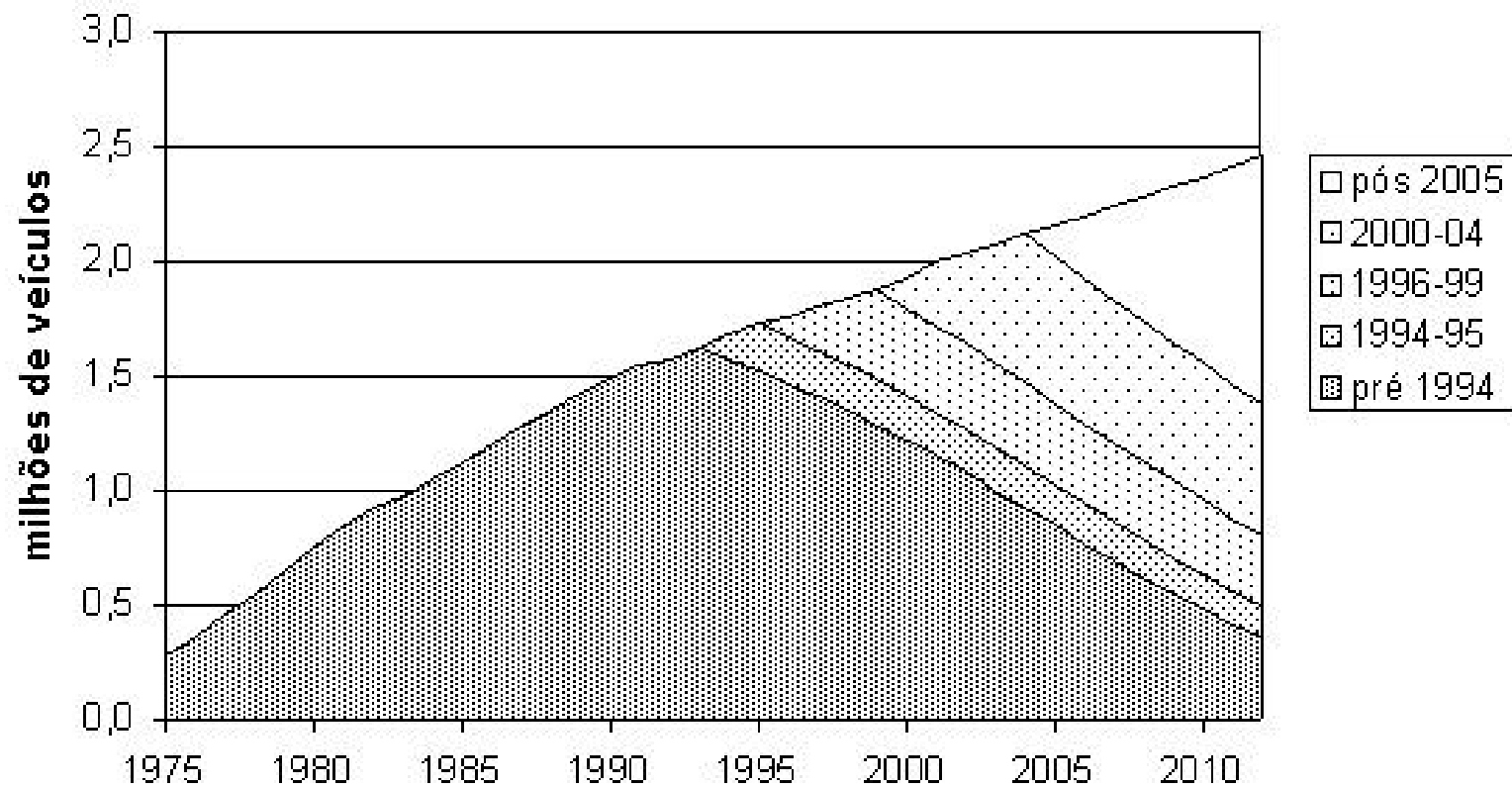
Composição estimada da frota de veículos leves



Composição estimada da frota de veículos motociclos



Composição estimada da frota de veículos pesados



Fatores de emissão para veículos leves em tráfego urbano

Emissões por geração tecnológica		Fatores de emissão [g/km]		
		EUA ⁽¹⁾	EURO ⁽²⁾	IPT
pré 1992 (carburados)	CO	27,7	31,5	27,7 ⁽³⁾
	HC	2,31	3,57	2,31 ⁽³⁾
	NO	2,04	2,29	2,04 ⁽³⁾
1992-96 (transição)	CO	22,37	24,1	22,37 ⁽³⁾
	HC	1,97	2,97	1,97 ⁽³⁾
	NO	1,84	2,40	1,84 ⁽³⁾
pós 1997 (injeção e catalisador)	CO	6,86	5,2	5,2 ⁽⁴⁾
	HC	0,48	0,32	0,32 ⁽⁴⁾
	NO	0,66	0,40	0,40 ⁽⁴⁾

Notas (1) estimativas utilizadas para automóveis à gasolina no MOBILE5a pela EPA

(2) [JOURMARD et al. 1995]

(3) apesar da maior similaridade com a frota europeia, foi adotado o menor valor dada a presença de veículos à álcool na frota

(4) foi adotado o menor valor dada a maior similaridade com a frota europeia

Fatores de emissão para motocicletas quatro tempos

Emissões por geração tecnológica		Fatores de emissão [g/km]		
		EUA (1)	EURO (1)	IPT
pré 2001 (pré controle)	CO	23,5	40,0	40,0 (2)
	HC	2,0	5,9	5,9 (2)
	NO _x	0,135	0,2	0,2 (2)
2001-02 (transição)	CO			19,5 (3)
	HC			3,9 (3)
	NO _x			0,2 (4)
pós 2003 (pós controle)	CO			4,5 (3)
	HC			3,9 (3)
	NO _x			0,15 (3)

- Notas
- (1) fatores utilizados para motocicletas sem controle de emissões [CHAN e WEAVER 1994]
 - (2) dada a existência de motores dois tempos e os limites propostos pela ABRACICLO
 - (3) limite proposto pela ABRACICLO agravado por um fator de deterioração de 1,5
 - (4) mantido igual ao anterior, dado que NO somente torna-se crítico em baixos níveis de CO / HC

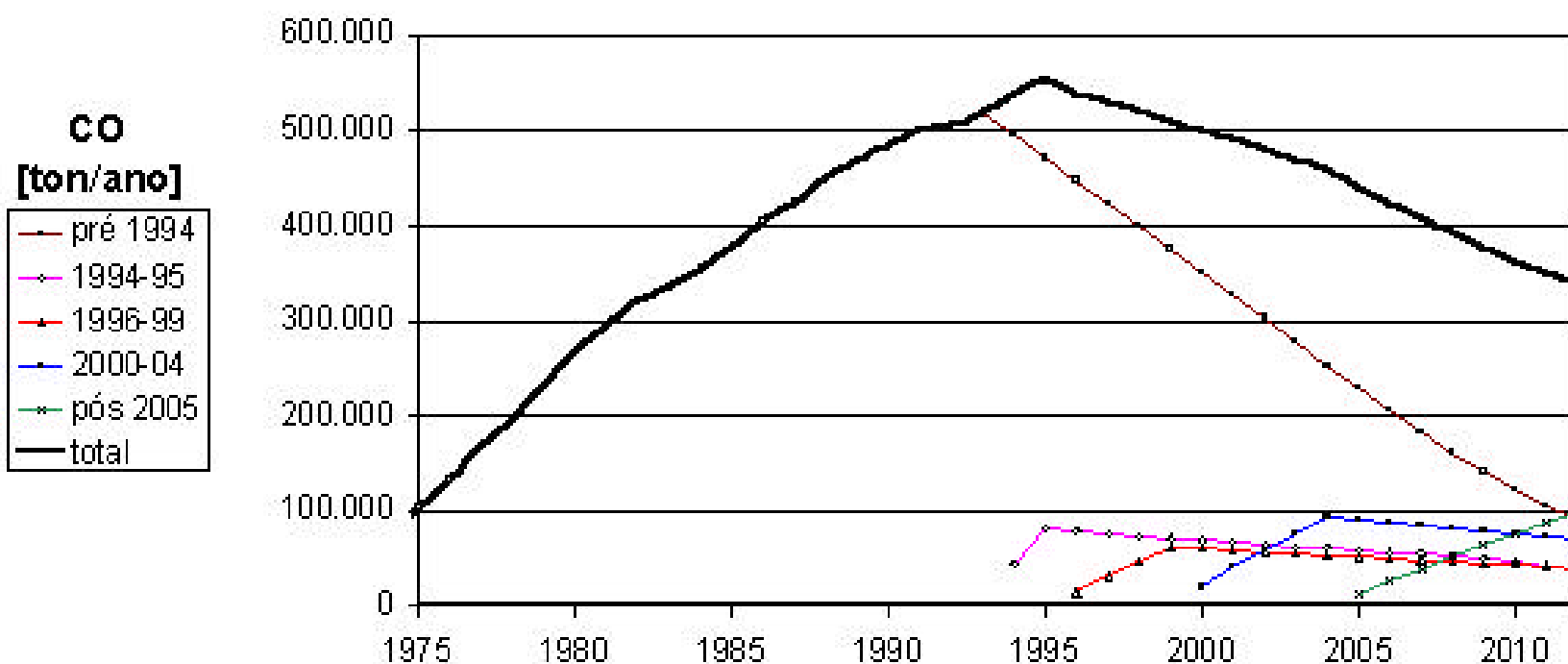
Emissões de veículos pesados

Geração tecnológica	Emissões observadas kg/ton de diesel consumido				Fatores de deterioração				Fatores de emissão kg/ton de diesel consumido			
	CO	HC	NO _x	MP	CO	HC	NO _x	MP	CO	HC	NO _x	MP
pré 1994 ⁽¹⁾	12,0	6,3	70,0	4,4	2,2	2,2	1,06	1,6	26,4	13,9	74,2	7,0
1994-95 ⁽¹⁾	9,8	4,9	58,0	3,6	2,8	2,8	1,05	1,6	27,4	13,7	60,9	5,8
1996-99	4,3	2,5	36,0	2,0 ⁽²⁾	2,7	2,7	1,10	1,8	11,6	6,8	39,6	3,6
2000-04	2,9	1,5	27,0	0,75	3,6	3,6	1,07	2,1	10,4	5,4	28,9	1,6
pós 2005 ⁽¹⁾	1,9	1,0	19,0	0,40	3,6	3,6	1,05	1,9	6,8	3,6	20,0	0,8

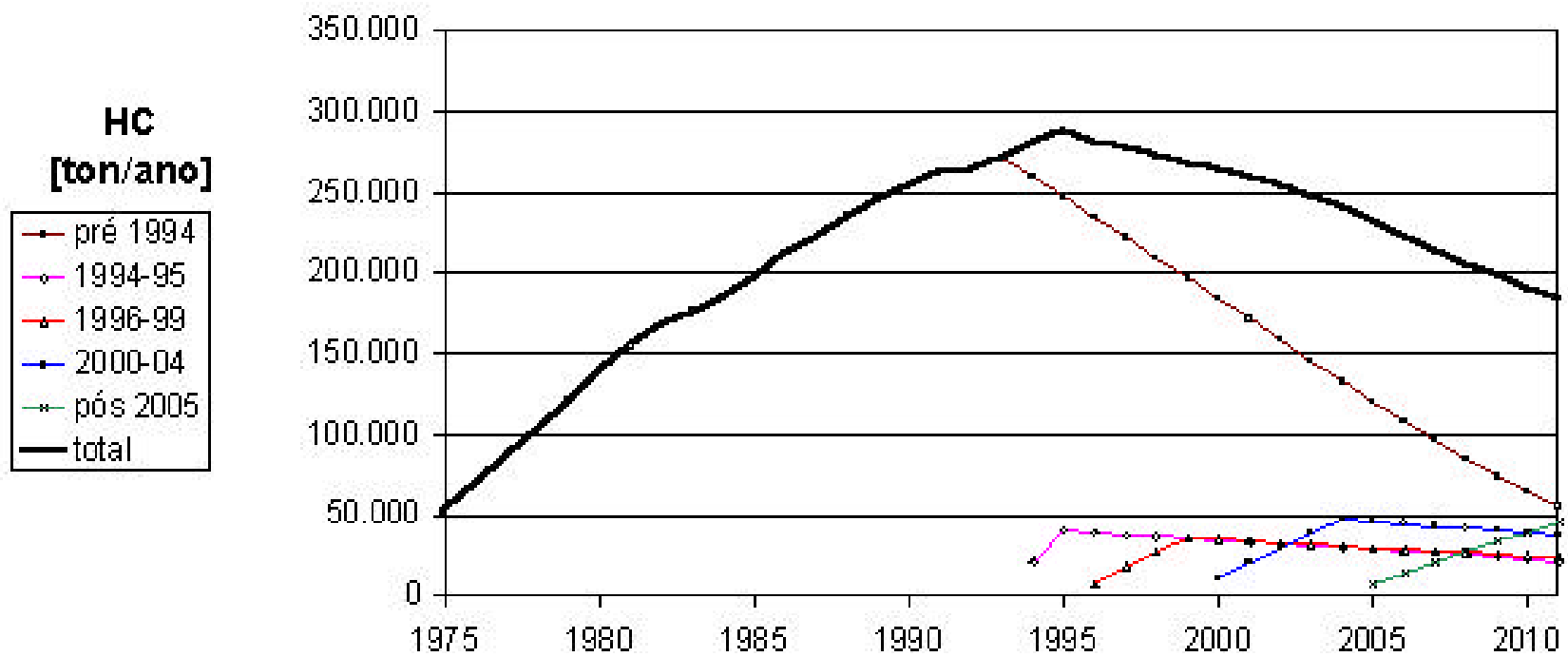
Notas

- (1) valores extrapolados com base na razão entre os valores observados e os limites legais da geração tecnológica correspondente
- (2) valores ponderados pela participação no consumo da frota de motores com potências menores e maiores que 85 kW

Evolução das emissões da frota de veículos pesados

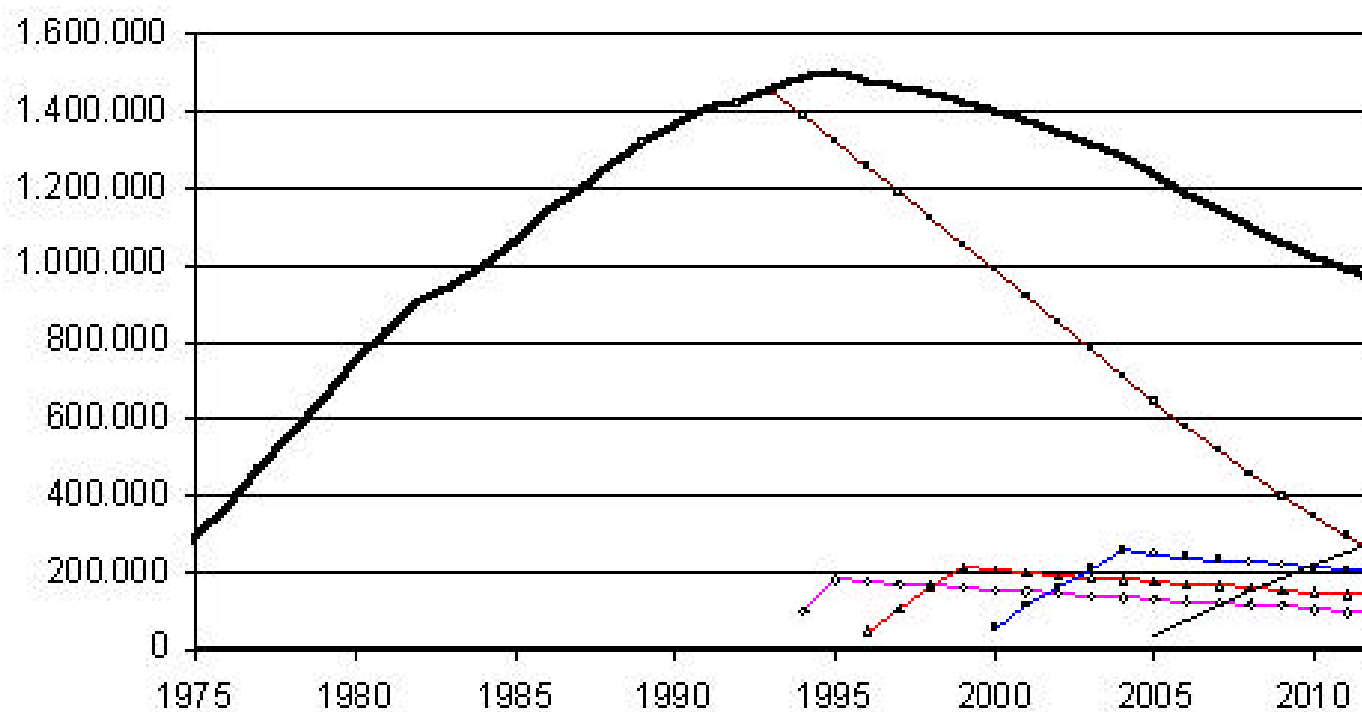
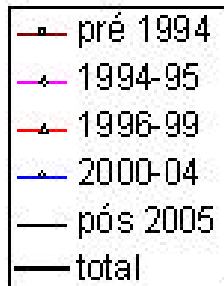


Evolução das emissões da frota de veículos pesados (cont.)

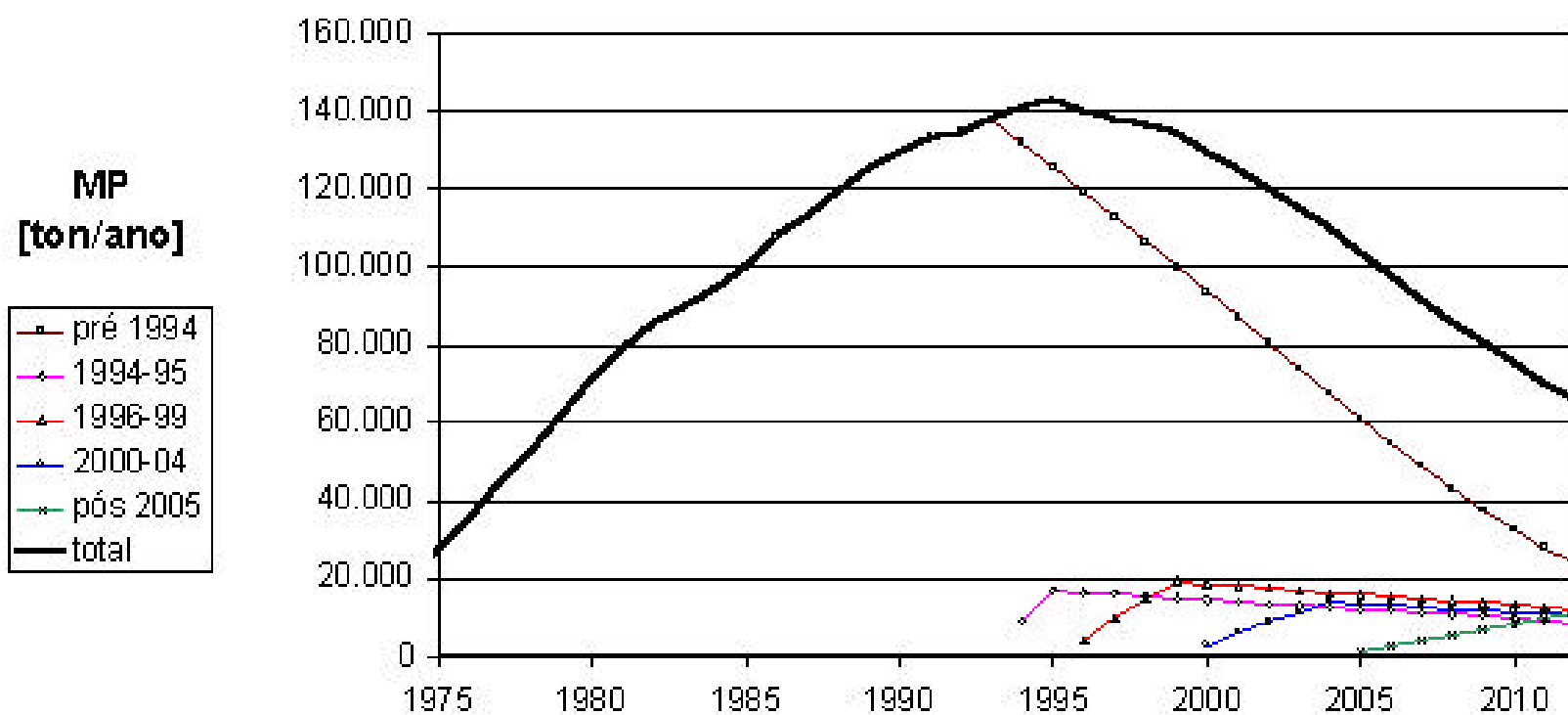


Evolução das emissões da frota de veículos pesados (cont.)

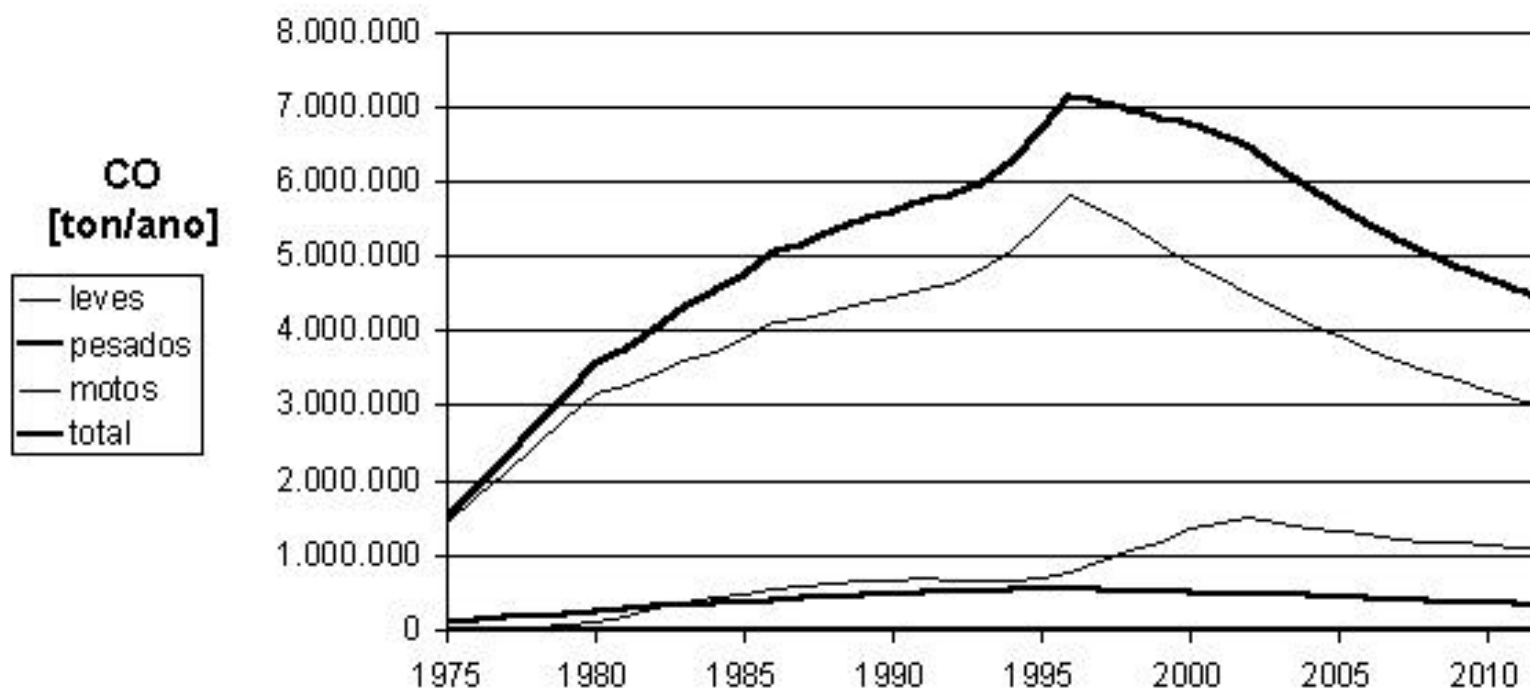
**NOx
[ton/ano]**



Evolução da emissão de material particulado

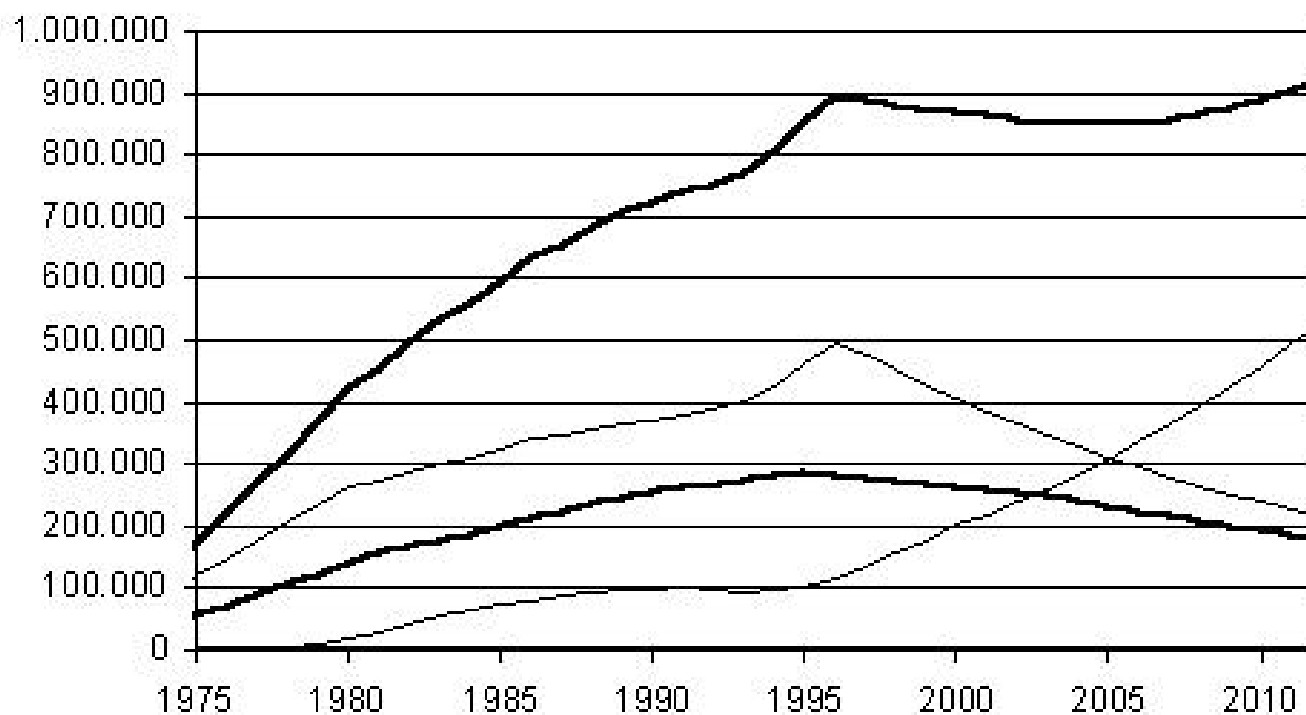


Evolução das emissões da frota brasileira



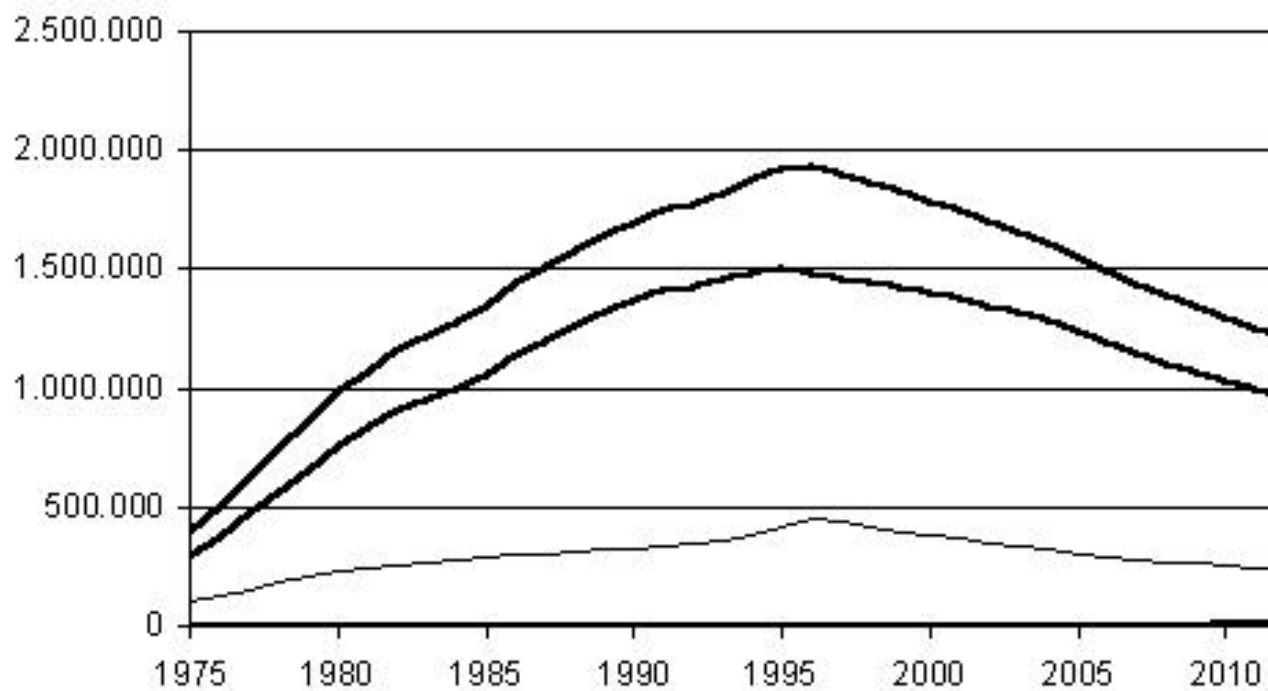
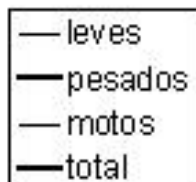
Evolução das emissões da frota brasileira (cont.)

HC
[ton/ano]



Evolução das emissões da frota brasileira (cont.)

NO_x
[ton/ano]



Na região metropolitana de São Paulo

23% dos automóveis

16% dos utilitários

13% dos caminhões

19% dos ônibus

11% dos motocicletas

Região Metropolitana de São Paulo

- Supondo-se que todos os ônibus urbanos novos vendidos a partir de 2004 e todos os caminhões leves e utilitários diesel sejam híbridos

*Ônibus **P** híbrido em série **P** potência gerador ~ 1/2 potência motor original*

Redução de:

Consumo	P 20%
NOx	P 30%
CO	P 60%
HC	P 20%
MP	P 70%

Região Metropolitana de São Paulo (cont.)

*Utilitários e caminhões leves (diesel) **P** híbrido paralelo **P**
potência gerador ~ 1/4 potência motor original*

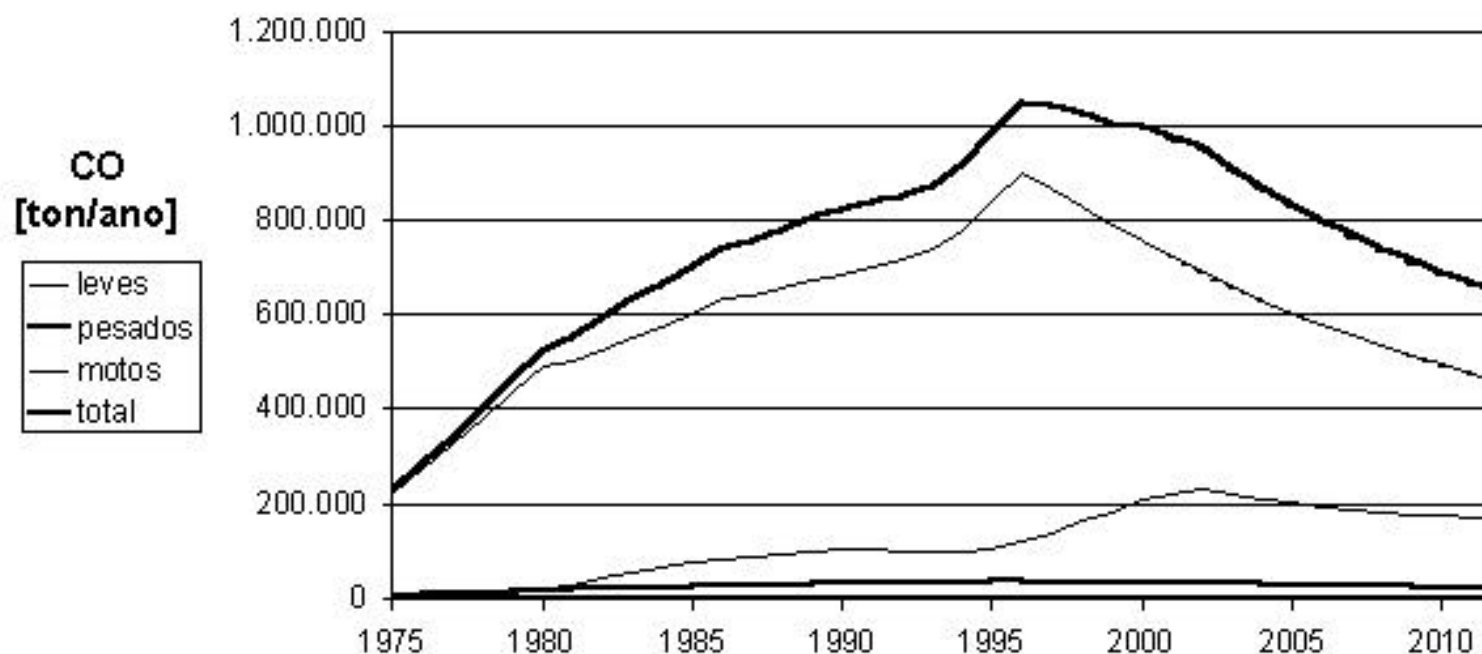
Redução de:

Consumo	P 10%
NOx	P 15%
CO	P 30%
HC	P 10%
MP	P 50%

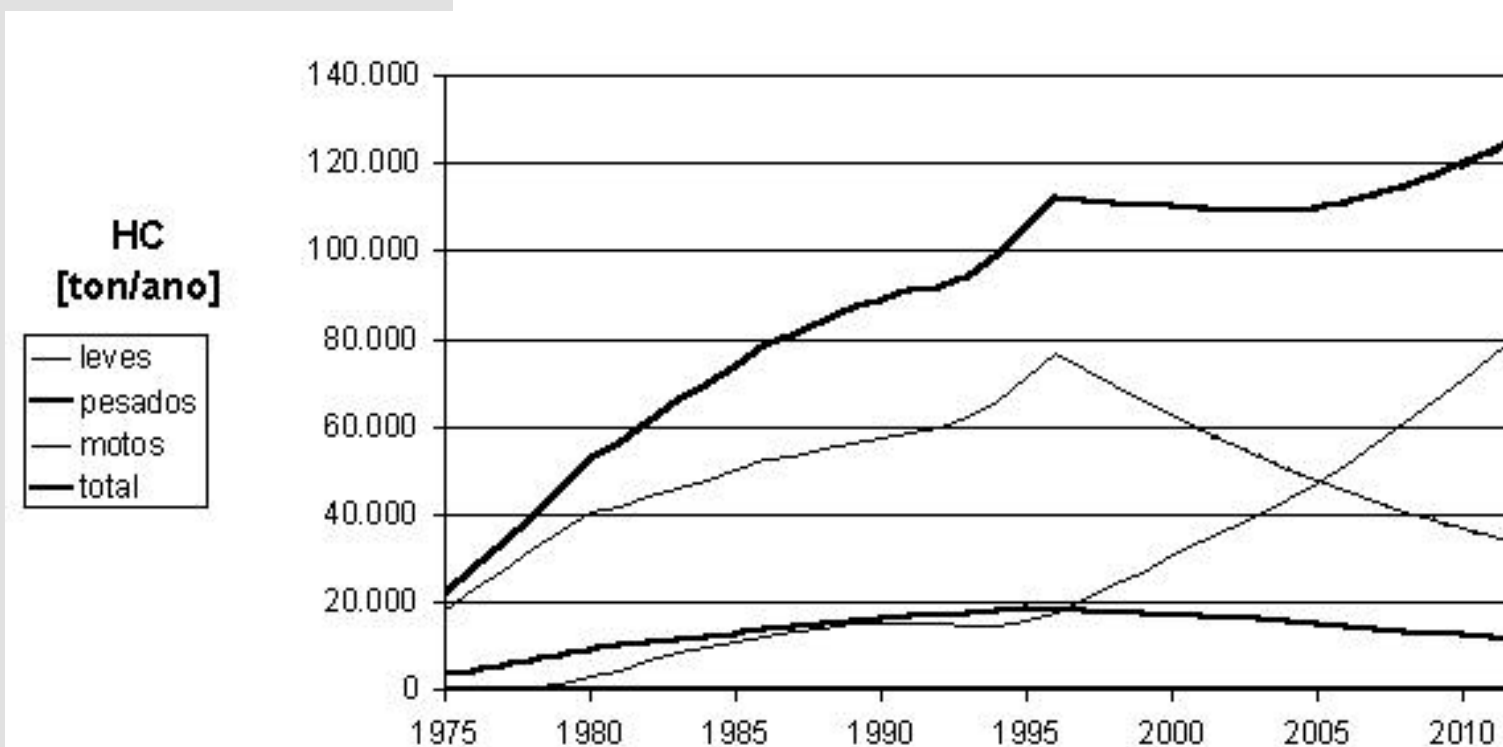
Aspectos importantes da introdução dos VEH

- Tecnologia flexibiliza a otimização para cada aplicação específica
 - Redução significativa de consumo e emissões
 - Grande impacto ambiental local (corredores de ônibus)
 - Necessidade de redução de custos e aumento da confiabilidade
-
-

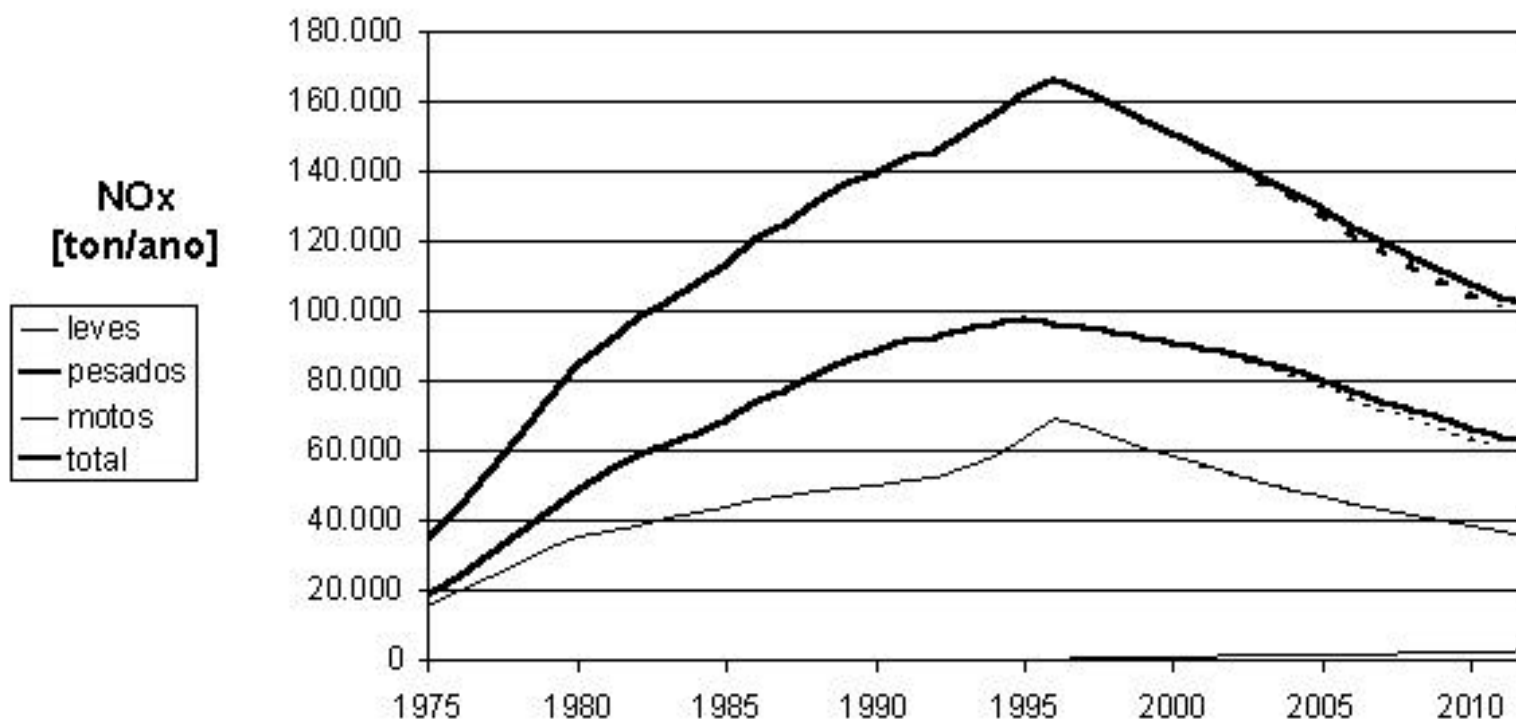
Emissões da frota da Região Metropolitana de São Paulo com veículos híbridos



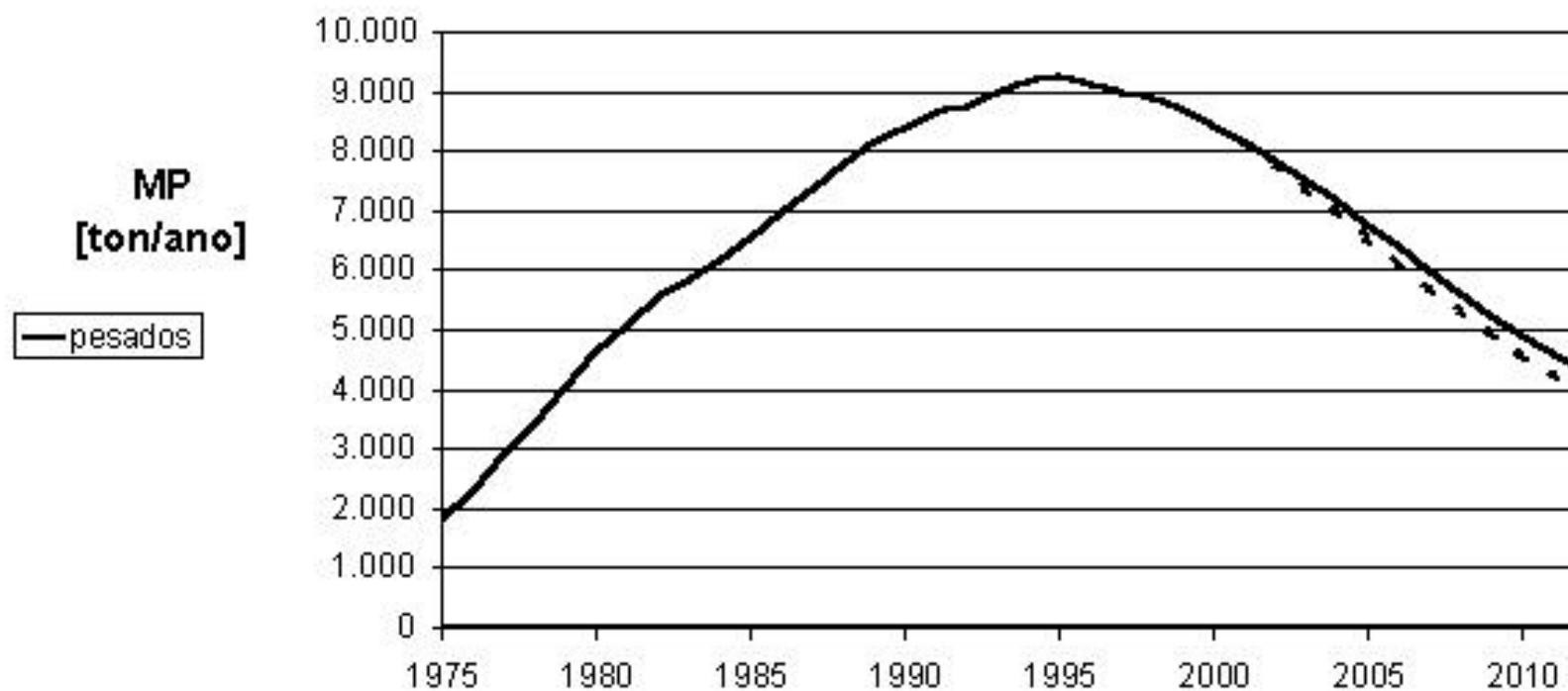
Emissões da frota da Região Metropolitana de São Paulo com veículos híbridos (cont.)



Emissões da frota da Região Metropolitana de São Paulo com veículos híbridos (cont.)



Evolução das emissões da frota da Região Metropolitana de São Paulo (cont.)



Aspectos necessários para viabilizar a aplicação da tecnologia

- **Legislação de emissões que avalie o veículo e não somente o motor (caminhões e ônibus);**
 - **Criação de categorias de veículos com requisitos de emissão mais apertados (SULEV) que possam receber incentivos ou circular em regiões centrais.**
-
-