



SÉRIE RELATÓRIOS

EMISSÕES VEICULARES

NO ESTADO DE SÃO PAULO

.....

2019



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Governo do Estado de São Paulo
João Doria - Governador

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
Marcos Penido - Secretário

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Patrícia Iglecias - Diretora-Presidente

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa
Clayton Paganotto - Diretor

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental
Zuleica Maria de Lisboa Perez - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Domenico Tremaroli - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Carlos Roberto dos Santos - Diretor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO



EMISSÕES VEICULARES

NO ESTADO DE SÃO PAULO

CETESB COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

2019

SÉRIE RELATÓRIOS

São Paulo ■ 2020

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB, Biblioteca, SP, Brasil)

C418e CETESB (São Paulo)

Emissões veiculares no estado de São Paulo 2019 [recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação técnica Marcelo Pereira Bales ; Elaboração Antônio de Castro Bruni... [et al.]. – São Paulo : CETESB, 2020.

1 arquivo de texto (137 p.) : il. color., PDF ; 5 MB. -- (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103)

Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes/>>
ISBN 978-65-5577-013-1

1. Ar – poluição 2. Emissões atmosféricas – fontes móveis 3. Emissões veiculares 4. Poluentes gasosos 5. São Paulo (est) 6. Veículos automotores - emissões I. Bales, Marcelo Pereira (Coord. téc.). II. Bruni, Antônio de Castro et al., Autor. III. Título. IV. Série.

CDD (21.ed. esp.) 629.2028 681 61

363.739 263 816 1

CDU (2.ed. port.) 614.72:629.33(815.6)

Catalogação na fonte: Margot Terada – CRB 8-4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB 2020.

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

Ficha Técnica

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Eng. Carlos Roberto dos Santos

Departamento de Apoio Operacional

Met. Carlos Ibsen Vianna Lacava

Divisão de Emissões Veiculares

Tecgo. Vanderlei Borsari

Coordenação Técnica

Eng. Marcelo Pereira Bales

Setor de Avaliação de Emissões Veiculares

Elaboração

Est. Antônio de Castro Bruni

Eng. Cristiane Dias

Eng. Marcelo Pereira Bales

Adm. Silmara Regina da Silva

Estagiário: Whellerson Rocha Fraga

Projeto Gráfico

Vera Severo

Distribuição

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 – Alto de Pinheiros

Tel.: 3133-3000 – CEP 05459-900 – São Paulo – SP

APRESENTAÇÃO

Nos últimos anos o Brasil conseguiu avanços importantes no combate à poluição do ar, com a aprovação de ações e regulamentos que projetam avanços no controle das emissões de poluentes por veículos e atividades industriais, assim como a adoção de novos padrões de qualidade do ar. A implementação das medidas previstas nos prazos acordados é fundamental para o atendimento aos padrões nacionais.

O Estado de São Paulo e a CETESB são pioneiros nesses temas e tem produzido resultados significativos. E os avanços devem continuar. Se por um lado, o desenvolvimento econômico e a demanda crescente por produtos e energia podem impactar na qualidade ambiental, por outro lado a sociedade se torna cada vez mais exigente nas garantias dos direitos fundamentais de proteção à saúde e ao meio ambiente.

A redução na emissão de poluentes dos veículos que conseguiu contrabalançar os efeitos do aumento da frota ocorrido até um passado recente, agora passa por uma estagnação de tendências. Essa estagnação será revertida com as novas exigências sobre os veículos novos, que trarão nova redução das emissões e a possibilidade de se alcançar patamares menores nas concentrações de poluentes e gases de efeito estufa, especialmente de ozônio e material particulado inalável, substâncias comprovadamente nocivas à saúde.

Além das medidas já estabelecidas pelo Conama, aquelas voltadas aos veículos que já circulam também tem importância fundamental e continuam contempladas no Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado de São Paulo – PCPV.

Este relatório apresenta as estimativas das emissões de poluentes locais e de gases do efeito estufa (GEE) no Estado de São Paulo para o período de 2006 a 2019, que balizam com dados, indicadores e análises as políticas necessárias para atingir os objetivos ambientais.

Estão também disponíveis os dados básicos utilizados para o cálculo das estimativas de emissão, permitindo que metodologias diferentes sejam aplicadas, possibilitando novos olhares para o entendimento dos fenômenos ligados à poluição veicular.

Boa leitura!

PATRÍCIA IGLECIAS
DIRETORA-PRESIDENTE

Resumo Executivo

As emissões de poluentes locais continuam, de forma geral, em trajetória descendente, conforme se verifica nesta nona edição do relatório *Emissões Veiculares no Estado de São Paulo*, que traz estimativas de emissão de poluentes por veículos rodoviários no período de 2006 a 2019. A emissão de gases de efeito estufa (GEE) sofreu pequeno aumento em 2019 em razão do aumento no consumo de combustível.

Metodologia aplicada

A metodologia utilizada para estimar as emissões foi baseada inicialmente no 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, desenvolvida pelo Ministério do Meio Ambiente, publicada em 2011.

A aplicação em escala estadual foi viabilizada pelas adaptações desenvolvidas pela CETESB e consiste, basicamente, na caracterização da frota circulante no estado de São Paulo.

Parâmetros inventariados

Os seguintes poluentes foram inventariados: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos não metano (NMHC), dióxido de enxofre (SO₂), aldeídos (RCHO), material particulado (MP) e GEE.

Caracterização da frota

Em 2019, a estimativa da frota circulante no estado foi de 15,4 milhões de veículos, pouco maior que a de 2018. São 10,4 milhões de automóveis, menos de 2 milhões de comerciais leves, 560 mil ônibus e caminhões e 2,5 milhões de motocicletas.

A idade média da frota é de 10,1 anos, maior que a de 2018 em razão do baixo nível de vendas de veículos novos em 2019.

Executive Summary

Local pollutants emissions continue generally to be on a downward trajectory, as show in this eighth edition of the *Vehicle Emissions Report in the State of São Paulo*, which provides estimates of pollutants emission by road vehicles from 2006 to 2019. The greenhouse gases (GHG) emission had a small increase in 2019 due to the high fuel consumption.

Methodology

The methodology used to estimate emissions was based initially on the 1st National Atmospheric Emissions Inventory for On-Road Motor Vehicles, developed by the Ministry of Environment, published in 2011.

The state application level was made possible through the employment of adaptations developed by CETESB that basically consists in circulating fleet characterization in the Sao Paulo estate.

Inventoried parameters

The following pollutants were inventoried: carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO_x), non-methane hydrocarbons (NMHC), sulfur dioxide (SO₂), aldehydes (RCHO), particulate matter (PM) and GHG.

Fleet Characterization

The São Paulo State in-use fleet in 2019 was estimated in 15.4 million vehicles, a little bigger than 2018. There are about 10.4 million cars, less than 2 million light commercial vehicles, 560 thousand buses and trucks and 2.5 million motorcycles.

The average age of the fleet is 10.1 years, bigger than 2018, due to the low level of new vehicle sales in 2019.

Emissão de poluentes locais

Em 2019, estima-se que foram emitidas no estado 299 mil toneladas de CO, 63 mil de NMHC, 165 mil de NO_x, 4,2 mil de MP, 2,2 mil de SO₂ e 1,9 mil de aldeídos, todos poluentes tóxicos.

Os automóveis foram os maiores emissores de CO e de NMHC. Os caminhões foram os maiores emissores de MP, NO_x e SO₂.

Emissão de gases de efeito estufa

Para demonstrar as emissões de GEE, apresentamos os resultados em CO_{2eq}. A emissão de CO₂ dos biocombustíveis está contabilizada separadamente, de acordo com os critérios adotados pela legislação climática para combustíveis renováveis.

Os veículos emitiram um total de 38,5 milhões de toneladas de CO_{2eq}. Houve um pequeno aumento em relação ao ano anterior, pelo aumento do consumo de diesel. A maior contribuição vem dos caminhões, cerca de 17 milhões de toneladas de CO_{2eq}, seguido dos automóveis com cerca de 10,5 milhões de toneladas.

PROCONVE

Em 2018 e 2019, o CONAMA estabeleceu novos limites de emissões, mais restritivos, para todas as categorias de veículos.

As novas fases L7 e L8 para veículos leves, P8 para veículos pesados e M5 para motocicletas passam a vigor ao longo da década de 2020.

PCPV

O acompanhamento das ações do Plano de Controle de Poluição Veicular – PCPV do Estado de São Paulo para o triênio 2017-2019 pode ser conferido em detalhes neste relatório.

Criteria pollutants emissions

In 2019, it is estimated that it was emitted in the São Paulo State 299,000 tons of CO, 63,000 tons of NMHC, 165,000 tons of NO_x, 4,200 tons of MP, 2,200 tons of SO₂ and 1,900 tons of aldehydes, all toxic pollutants.

Cars were the largest emitters of CO and NMHC. Trucks were the largest emitters of PM, NO_x and SO₂.

Greenhouse gases emission

To demonstrate GHG emissions, we present the results in CO_{2eq}. The CO₂ emission from biofuels is computed separately, according to the methodology adopted by climate change legislation for renewable fuels.

Vehicles emitted a total of 38.5 million tons of CO_{2eq}. There was a reduction small increase over the past year, by the increase of diesel consumption. The largest contribution comes from trucks, about 16.5 million tons of CO_{2eq}, followed by cars with about 10.5 million tons.

PROCONVE

In 2018 and 2019, CONAMA established new, more restrictive emission limits for all vehicle categories.

The new L7 and L8 phases for light duty vehicles, P8 for heavy duty vehicles and M5 for motorcycles will be in force throughout the 2020s.

PCPV

The follow-up of the actions of the São Paulo State Vehicle Pollution Control Plan – PCPV for the 2017-2019 triennium can be checked in detail in this report.

Conclusões

O gráfico de evolução das emissões no período de 2006 a 2019 mostra a tendência de redução da emissão da maior parte dos poluentes.

A emissão de GEE aumentou em 2019 em razão do aumento do consumo de diesel nos veículos pesados.

Ainda que as emissões estejam decrescendo, a qualidade do ar nas grandes cidades apresenta níveis de concentração de ozônio e de MP que não protegem a saúde das populações expostas.

As novas fases do PROCONVE permitirão a redução das emissões a partir de 2022. Recomenda-se ainda, entre outras ações, a implementação da inspeção ambiental dos veículos em uso.

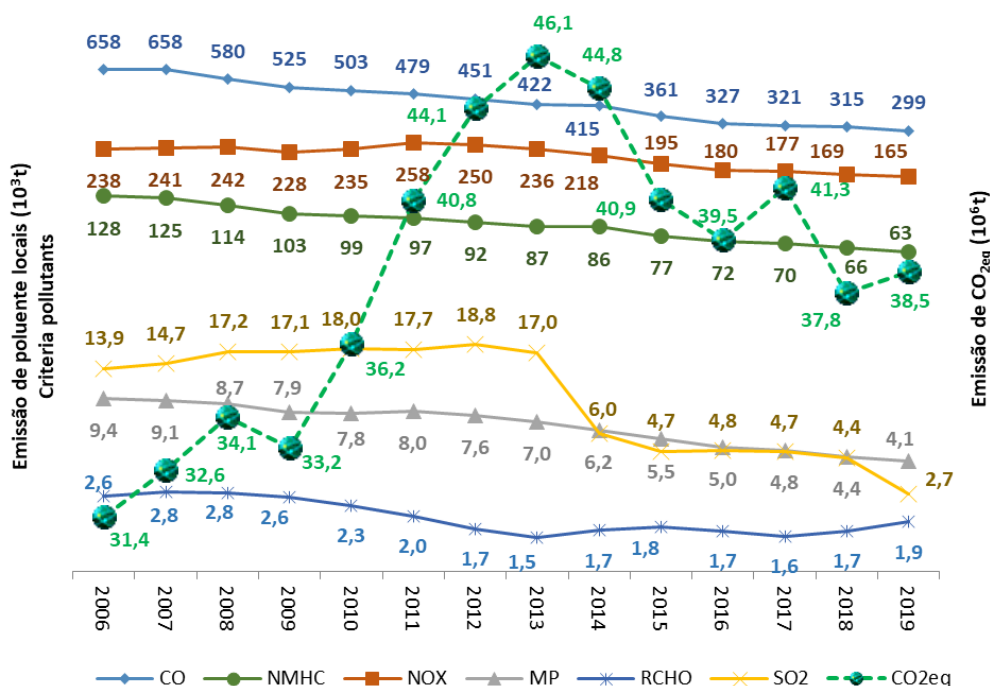
Conclusions

The 2006 to 2019 emissions evolution graph below shows the tendency of emission reduction of most of the pollutants.

The GHG emission increased in 2019 due to the increase in diesel consumption by heavy-duty trucks and buses.

Although emissions are decreasing, air quality in the largest cities has levels of ozone and PM concentration that do not protect the health of exposed populations.

The new phases of PROCONVE will allow emissions to be reduced from 2022. It is also recommended, among other actions, the implementation of the environmental inspection of the in-use vehicles.



LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABRACICLO	Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ARLA 32	Agente Redutor Líquido de NOx Automotivo
BEESP	Balanço Energético do Estado de São Paulo
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito de São Paulo
ESC	<i>European Stationary Cycle</i> (Ciclo Estacionário Europeu)
FABUS	Associação Nacional dos Fabricantes de Ônibus
GEE	Gases de Efeito Estufa
FE	Fator de emissão
GNV	Gás Natural Veicular
GWP	<i>Global Warming Potential</i> (Potencial de Aquecimento Global)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima)
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MM	Macrometrópole Paulista
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MP	Material particulado
MP _{2,5}	Partículas inaláveis com até 2,5 µm de diâmetro aerodinâmico
MP ₁₀	Partículas inaláveis com até 10 µm de diâmetro aerodinâmico
NMHC	Hidrocarbonetos não metano
PBT	Peso Bruto Total
PBTC	Peso Bruto Total Combinado
PCPV	Plano de Controle de Poluição Veicular
PEMC	Política Estadual de Mudança Climática
PIB	Produto Interno Bruto
PP	Pré-PROCONVE
PROCONVE	Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores
PROMOT	Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares
RQA	Relatório de Qualidade do Ar
RVEP	Relatório de Valores de Emissão da Produção
S-10	Concentração de enxofre de 10 mg/kg
S-50	Concentração de enxofre de 50 mg/kg

S-500	Concentração de enxofre de 500 mg/kg
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SIMA	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SHED	<i>Sealed Housing for Evaporative Determination</i>
SPTRANS	São Paulo Transporte S.A.
TEP	Tonelada equivalente de petróleo
THC	Hidrocarbonetos totais
TRR	Transportador Revendedor Retalhista
WMTC	<i>World-wide Motorcycle Test Cycle</i> (Ciclo de ensaio de motocicleta mundial)

LISTAS DE SÍMBOLOS

cc	Unidade usual para medir a capacidade volumétrica de um motor, em cm ³
CH ₄	Metano
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO _{2eq}	Gases de efeito estufa equivalentes em CO ₂ (GWP)
g	Grama
kg	Quilograma
km	Quilômetro
kWh	Quilowatt-hora
l	Litro
m ³	Metro cúbico
mg	Miligrama
MJ	Megajoule
N ₂ O	Óxido Nitroso
NO ₂	Dióxido de nitrogênio
NO _x	Óxidos de nitrogênio
RCHO	Aldeídos Totais (acetaldeído + formaldeído)
SO ₂	Dióxido de Enxofre
t	Tonelada
µg	micrograma
µm	micrômetro

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo Geral do Inventário	19
Figura 2 - Ciclo de condução de emissões para Automóveis e Comerciais Leves	29
Figura 3 - Ciclo WMTC para ensaio de emissão para Motocicletas e similares.....	29
Figura 4 - Ciclo de ensaio de emissão de motores para veículos pesados	30
Figura 5 - Veículo inserido para ensaio de emissão evaporativa na câmara SHED do laboratório de Emissão Veicular da CETESB em São Paulo	32
Figura 6 - Expulsão de vapor de combustível no processo de abastecimento	33
Figura 7 – Apresentação esquemática do tamanho das frotas	35
Figura 8 - Participação percentual da emissão conforme a idade e a fase do PROCONVE no estado de São Paulo em 2019.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Razões CH ₄ /THCescap para a decomposição de THCescap em CH ₄ e NMHCescap.....	27
Tabela 2 - Taxa de evaporação de combustíveis	34
Tabela 3 - Estimativa do consumo aparente de combustíveis no segmento rodoviário ..	41
Tabela 4 - Estimativas da frota circulante no estado de São Paulo em 2019.....	47
Tabela 5 - Taxa de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo em 2019 em relação a 2018 por categoria de veículo.....	48
Tabela 6 - Evolução da idade média da frota no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019 por categoria de veículo.....	56
Tabela 7 - Estimativas da emissão veicular no estado de São Paulo em 2019	61
Tabela 8 - Estimativa de emissão veicular de COV no estado de São Paulo em 2019 segregada por origem, categoria e combustível.....	65
Tabela 9 - Potencial de aquecimento global dos GEE.....	70
Tabela 10 - Estimativa das emissões de GEE de origem veicular	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curvas de sucateamento das categorias de veículos	37
Gráfico 2 - Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019, em bilhões de litros	41
Gráfico 3 - Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019, em TEP	42
Gráfico 4 - Evolução do consumo aparente de combustível fóssil e renovável no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019, em TEP	43
Gráfico 5 - Evolução das taxas de crescimento da frota circulante	48
Gráfico 6 - Evolução da frota circulante no estado de São Paulo por categoria	49
Gráfico 7 - Evolução da frota circulante de Caminhões por subcategoria	49
Gráfico 8 - Evolução da frota circulante de Ônibus por subcategoria	50
Gráfico 9 - Evolução da frota circulante de Automóveis por tipo de combustível	50
Gráfico 10 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves por tipo de combustível	51
Gráfico 11 - Evolução da frota circulante de Motocicletas por tipo de combustível	51
Gráfico 12 - Evolução da frota circulante de Automóveis segundo as fases do PROCONVE	52
Gráfico 13 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves do ciclo Otto segundo as fases do PROCONVE	53
Gráfico 14 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves diesel segundo as fases do PROCONVE	53
Gráfico 15 - Evolução da frota circulante de Ônibus segundo as fases do PROCONVE	54
Gráfico 16 - Evolução da frota circulante de Caminhões segundo as fases do PROCONVE	54
Gráfico 17 - Evolução da frota circulante de Motocicletas segundo as fases do PROMOT	55
Gráfico 18 - Evolução das vendas de Automóveis novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2019	57

Gráfico 19 - Evolução das vendas de Comerciais Leves do ciclo Otto novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2019	57
Gráfico 20 - Evolução das vendas de Motocicletas novas no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2019	58
Gráfico 21 - Evolução das vendas de Caminhões novos nos anos de 2006 a 2019 no estado de São Paulo, separados por subcategorias.....	59
Gráfico 22 - Contribuição relativa de cada categoria na emissão de poluentes no estado de São Paulo em 2019.....	62
Gráfico 23 Contribuição das categorias de veículos na emissão de monóxido de carbono no estado de São Paulo em 2019	62
Gráfico 24 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de óxidos de nitrogênio no estado de São Paulo em 2019	63
Gráfico 25 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de material particulado no estado de São Paulo em 2019	63
Gráfico 26 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de dióxido de enxofre no estado de São Paulo em 2019	64
Gráfico 27 – Contribuição relativa na emissão COV por origem e categoria no estado de São Paulo em 2019.....	66
Gráfico 28 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de COV no estado de São Paulo em 2019	67
Gráfico 29 - Evolução das emissões de poluentes no estado de São Paulo.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Poluentes incluídos no Inventário	24
Quadro 2 – Definição das categorias de veículos aplicadas neste relatório	36
Quadro 3 - Cronologia da mistura carburante automotiva	44
Quadro 4 - Evolução do teor de enxofre no diesel.....	45
Quadro 5 - Evolução do teor de biodiesel no diesel fóssil	46
Quadro 6 - PCPV 2017-2019: ações propostas, metas e indicadores de desempenho	83

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Fator de segregação de veículos pesados.....	95
APÊNDICE B - Fator de correção da frota registrada	96
APÊNDICE C - Evolução da frota circulante do Estado de São Paulo	98
APÊNDICE D- Fator de emissão para Automóveis novos	99
APÊNDICE D - Fator de emissão para Automóveis novos	100
APÊNDICE E - Fator de emissão para Comerciais Leves novos.....	101
APÊNDICE E - Fator de emissão para Comerciais Leves novos.....	102
APÊNDICE F - Fator de emissão para Comerciais Leves novos ensaiados como pesados	103
APÊNDICE G - Proporção de Comerciais Leves conforme ciclo de ensaio	104
APÊNDICE H - Fator de emissão para veículos convertidos para uso GNV	104
APÊNDICE I - Fator de emissão deteriorado para Automóveis do ciclo Otto	105
APÊNDICE I - Fator de emissão deteriorado para Automóveis do ciclo Otto	106
APÊNDICE J - Fator de emissão deteriorado para Comerciais Leves do ciclo Otto	107
APÊNDICE J- Fator de emissão deteriorado para Comerciais Leves do ciclo Otto	108
APÊNDICE K - Fator de emissão e consumo para motores do ciclo Diesel.....	109
APÊNDICE K - Fator de emissão e consumo para motores do ciclo Diesel.....	110
APÊNDICE K - Fator de emissão e consumo para motores do ciclo Diesel.....	111
APÊNDICE L - Fator de emissão para Veículos Pesados com motores do ciclo Diesel....	112
APÊNDICE L – Fator de emissão para Veículos Pesados com motores do ciclo Diesel...	113
APÊNDICE L – Fator de emissão para Veículos Pesados com motores do ciclo Diesel...	114
APÊNDICE M - Fator de emissão para Motocicletas e similares	115
APÊNDICE M - Fator de emissão para Motocicletas e similares	116
APÊNDICE N - Fator de emissão para Ciclomotores.....	116
APÊNDICE O - Fator de emissão evaporativa para Automóveis e Comerciais Leves.....	117
APÊNDICE O- Fator de emissão evaporativa para Automóveis e Comerciais Leves.....	118

APÊNDICE P - Fator de emissão de CO ₂ para combustíveis	119
APÊNDICE Q - Intensidade de uso de referência.....	120
APÊNDICE Q - Intensidade de uso de referência.....	121
APÊNDICE R - Evolução das emissões de monóxido de carbono no estado de São Paulo	122
APÊNDICE S - Evolução das emissões de hidrocarbonetos não metano no estado de São Paulo.....	123
APÊNDICE T - Evolução das emissões de aldeídos no estado de São Paulo	124
APÊNDICE U - Evolução das emissões de óxidos de nitrogênio no estado de São Paulo	125
APÊNDICE V - Evolução das emissões de material particulado no estado de São Paulo	126
APÊNDICE W - Evolução das emissões de dióxido de enxofre no estado de São Paulo..	127
APÊNDICE X - Evolução das emissões de GEE no estado de São Paulo	128
APÊNDICE Y – PROCONVE: Limites máximos de emissão para Automóveis.....	129
APÊNDICE Z – PROCONVE: Limites máximos de emissão para Comerciais Leves.....	130
APÊNDICE AA – PROCONVE: Níveis de emissão para Veículos Leves para enquadramento na Fase L8 conforme Resolução CONAMA 492/2018 (3)	131
APÊNDICE AB – PROCONVE: Limites da média corporativa para Veículos Leves na Fase L8 conforme Resolução CONAMA 492/2018 (3)	131
APÊNDICE AC – PROMOT: Limites máximos de emissão para Motocicletas e similares	132
APÊNDICE AD – PROMOT: Limites máximos de emissão para Ciclomotores.....	132
APÊNDICE AE – PROCONVE: Limites máximos de emissão para motores de Veículos Pesados.....	133
APÊNDICE AF - Síntese comparativa entre os relatórios.....	134

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	METODOLOGIA.....	19
2.1.	Definições.....	20
2.2.	Poluentes Inventariados.....	24
2.3.	Emissão de Escapamento	26
2.4.	Emissão Evaporativa.....	31
2.5.	Emissão de Abastecimento	33
2.6.	Frota Circulante	35
2.7.	Indicadores de Emissão e Atividade Veicular	38
3	COMBUSTÍVEIS.....	40
3.1.	Volumes comercializados.....	40
3.2.	Consumo nas regiões	43
3.3.	Características dos combustíveis	43
4	FROTA CIRCULANTE.....	47
4.1.	Estimativa da frota circulante	47
4.2.	Estimativa da idade média da frota circulante	55
4.3.	Vendas de veículos novos no estado de São Paulo	56
5	ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE POLUENTES LOCAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO	60
6	ESTIMATIVAS DE EMISSÃO DE GEE NO ESTADO DE SÃO PAULO.....	70
7	INDICADORES	74
7.1.	Indicador do controle das emissões dos veículos – indicador tecnológico	74
7.2.	Indicador da intensidade de uso	77
7.3.	Indicador de distâncias anuais percorridas (km/ano).....	78
7.4.	Indicador da taxa de motorização.....	79
7.5.	Indicador da emissão veicular de GEE por habitante	80
7.6.	Indicador da emissão de GEE por veículo.....	81
8	PCPV 2017-2019.....	82
9	INCERTEZAS METODOLÓGICAS.....	84
10	CONCLUSÕES.....	86
	REFERÊNCIAS.....	88
	APÊNDICES.....	94

1 INTRODUÇÃO

A nona edição do relatório Emissões Veiculares no Estado de São Paulo atualiza as informações e as estimativas de emissão no período de 2006 até 2019. Presta-se como fonte de dados e referência metodológica para se calcular as emissões originadas pela circulação de veículos no Estado.

Esta edição, extraordinariamente, apresentará apenas os dados de emissão do Estado. Para se estimar as emissões das regiões metropolitanas e da Macrometrópole Paulista, como tem sido apresentado nas últimas edições, são necessários os dados do consumo de combustível em cada município paulista. Esses dados não estavam disponíveis no momento de finalização desta edição.

Os poluentes considerados são: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos não metano (NMHC), óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂), aldeídos totais (RCHO) e material particulado (MP). Nas emissões de NMHC incluem-se não apenas as geradas pela queima incompleta dos combustíveis pelos motores, mas também a gerada pela evaporação dos combustíveis, inclusive no momento de abastecimento dos veículos, fontes significativas desse poluente.

Também são apresentadas as emissões de gases de efeito estufa, expressa em CO₂ equivalente (CO_{2eq}), que inclui as emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O).

Contém a estimativa da frota que circula no Estado, os fatores de emissão e as autonomias dos veículos rodoviários novos.

O acompanhamento das ações constantes no Plano de Controle de Poluição Veicular 2017-2019 – PCPV (1) está no Capítulo 8.

O capítulo sobre indicadores permite caracterizar de forma simples a evolução dos fenômenos ligados à emissão veicular.

Alguns dados e atualizações metodológicas podem impactar os resultados, inclusive de períodos anteriores. Portanto, comparações dos resultados deste relatório com resultados das edições anteriores devem levar em conta esse fato.

O Apêndice AF traz um panorama geral das principais alterações promovidas nas edições de 2011 a 2019 deste relatório.

PROCONVE

Estão dispostos nos Apêndices Y a AE os limites de emissão estabelecidos no Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE e no Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares – PROMOT.

O PROCONVE estabelece padrões de emissão de poluentes para as diferentes categorias de veículos. Para os automóveis e comerciais leves, as fases do programa são denominadas “L”, sendo que a fase L1 entrou em vigor em 1989. Atualmente, o programa encontra-se na fase L6. Para os veículos pesados (caminhões e ônibus), as fases são denominadas “P” e atualmente o programa encontra-se na fase P7. Para as motocicletas e ciclomotores, os padrões são estabelecidos pelo PROMOT e as fases são denominadas de “M”, estando em vigor a fase M4. Para veículos produzidos antes das primeiras fases, convencionou-se que pertencem à fase PP, Pré-PROCONVE (2).

Entre o final de 2018 e 2019 foram publicadas as resoluções do CONAMA que estabeleceram novos limites de emissão: Resolução nº 492/2018 (3) com as fases L7 e L8 para Automóveis e Comerciais Leves, Resolução nº 490/2018 (4) com a fase P8 para Caminhões e Ônibus e Resolução nº 493/2019 (5) com a fase M5 para Motocicletas. Os novos limites recém-aprovados passarão a vigorar ao longo da década de 2020.

As novas resoluções também introduzem novas formas de medir e controlar as emissões, destacando-se o controle da emissão de abastecimento nos veículos leves, a medição de emissões de escapamento em “condições reais”, isto é, com o veículo circulando pela rua com equipamentos portáteis acoplados, a serem adotados nos veículos leves e pesados. E no caso das motocicletas, foi estabelecido um novo procedimento mais rigoroso para a medição das emissões de vapor de combustível.

PROCONVE L8

Com a introdução da fase L8, a partir de 2025, inicia-se uma nova forma de controlar a emissão de poluentes dos veículos. A principal mudança é que o controle deixa de ser apenas sobre os veículos e passa a ser também sobre conjunto de veículos comercializados pelas empresas. Inicialmente a empresa desenvolve cada modelo de veículo enquadrando-o em um dos níveis constantes no APÊNDICE AA, dependendo do tipo de veículo e motor que usa (comercial leve ou leve de passageiros, motor ciclo Diesel ou ciclo Otto). Esses níveis equivalem a uma faixa de valores contra a qual se comparam os resultados das emissões dos poluentes.

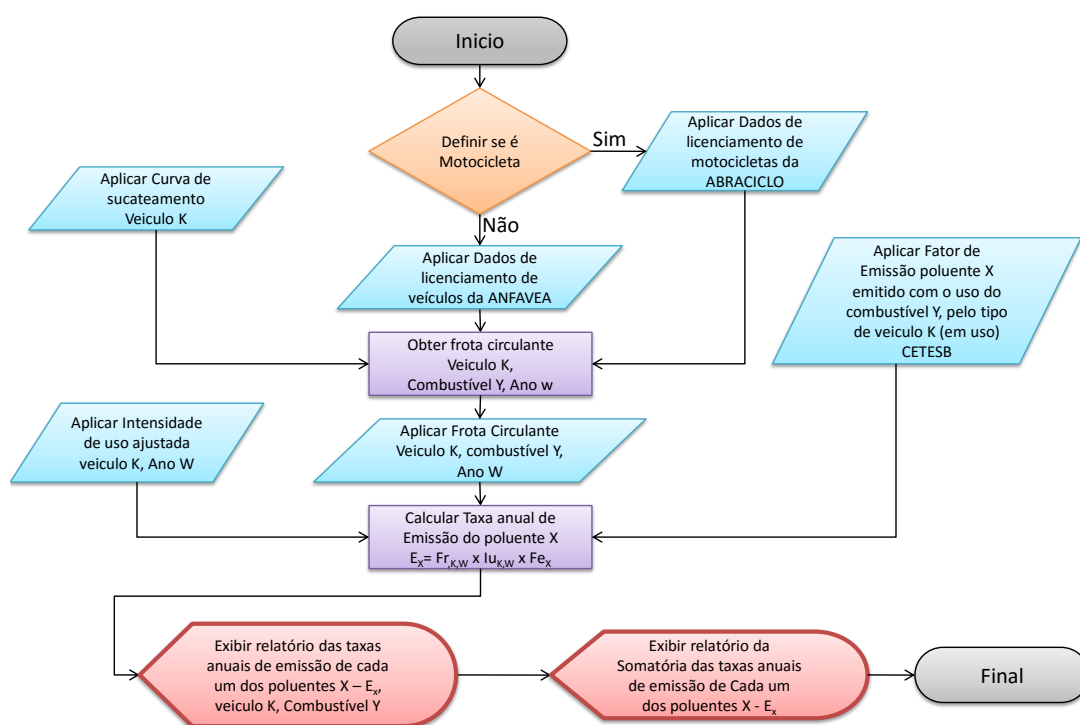
Ao final de cada ano civil será calculada a média dos níveis dos modelos comercializados ponderada pelas vendas deles, denominada média corporativa. Essa média corporativa deverá estar abaixo dos limites constantes no APÊNDICE AB, conforme tipo de veículo. Ressalta-se que a média corporativa não é exatamente a média da emissão de poluentes, mas a média dos níveis de enquadramento de cada modelo. Essa metodologia de controle possibilita a efetiva redução das emissões, permitindo ao mesmo tempo maior flexibilidade para que a empresa adote um mix de modelos com maior ou menor controle. O nível mais alto do APÊNDICE AA é igual ao limite da fase L7, portanto, fica vedada a comercialização de veículos mais poluentes que o estabelecido na fase anterior. Para atender aos limites corporativos, o mix de veículos planejado para ser comercializado no ano pode ser composto de modelos enquadrados em níveis maiores ou menores, desde que a média corporativa esteja abaixo do limite. Assim, para compensar a venda de veículos mais poluidores, a empresa deverá vender veículos menos poluidores ou até com emissão nula, como veículos elétricos.

2 METODOLOGIA

Um inventário de emissões atmosféricas é, basicamente, um conjunto de dados obtidos a partir de fontes de poluição especificadas, numa dada área geográfica e num dado período de tempo. Ele pode fornecer subsídios para entender as relações entre as emissões e as concentrações ambientais de poluentes resultantes e, portanto, é um instrumento fundamental para estabelecer políticas e ações para assegurar que os padrões de qualidade do ar sejam respeitados e para o acompanhamento da eficiência das políticas públicas implantadas.

Este capítulo apresenta o modelo geral utilizado neste estudo, para se inventariar as emissões dos veículos, utilizando como fonte de dados informações relativas à frota circulante, consumo aparente de combustível, fatores de emissão e autonomias. Apresenta também as definições que são utilizadas neste relatório. A Figura 1 apresenta o modelo geral do inventário.

Figura 1 - Modelo Geral do Inventário



LEGENDA

- Início e Fim:
- Entrada e Saída de Dados:
- Decisão:
- Processo:
- Geração de Relatório de Resultado:

2.1. Definições

A seguir são listados e conceituados os termos específicos utilizados neste relatório. O conhecimento desses termos e conceitos facilita o entendimento da sistemática adotada.

▪ **Autonomia**

É a distância que o veículo percorre utilizando um determinado volume de combustível. No Brasil, é usualmente expressa na unidade quilômetros por litro (km/l) e erroneamente chamada de consumo de combustível (vide definição para essa expressão).

▪ **Bottom-up**

Metodologia para se estimar emissão de poluentes a partir da frota, da distância percorrida e dos fatores de emissão dos veículos. É a metodologia adotada neste trabalho para a maior parte dos poluentes.

▪ **Compostos Orgânicos Voláteis – COV**

Compostos que possuem alta pressão de vapor sob condições normais a tal ponto de vaporizar significativamente e permanecer na atmosfera. São emitidos pelos processos evaporativos de combustíveis e solventes orgânicos, pela queima incompleta de combustíveis e por alguns processos industriais.

▪ **Consumo de combustível**

É o volume ou massa de combustível consumido por um veículo ou motor percorrendo uma determinada distância (veículo) ou produzindo determinada quantidade de trabalho mecânico (motor). Na Europa, é comumente expresso em litros a cada cem quilômetros para veículos (l/100km) e para os motores é usualmente expresso em gramas por quilowatt hora (g/kWh). Expressão pouco utilizada no Brasil. Quando o termo consumo se referir ao veículo, vide definição de autonomia.

▪ **Consumo aparente de combustível**

Quantidade de combustível vendido em determinada região geográfica. Obtido a partir dos dados fornecidos à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) a partir de declaração de vendas dos distribuidores de combustíveis. Expresso em volume por ano.

▪ **Curva de sucateamento**

Função desenvolvida a partir de um modelo estatístico que aplicada à frota de veículos novos permite estimar a frota circulante, retirando parte dos veículos que saíram de circulação por causa de sucateamento causado por acidentes com perda total, furtos sem recuperação, desmonte, abandono etc.

▪ **Emissão de escapamento**

Gases e partículas gerados pela queima de combustível no motor do veículo e lançados pelo tubo de escapamento do veículo. Podem ser poluentes locais e gases de efeito estufa.

▪Emissão evaporativa

Gases gerados pela evaporação do combustível armazenado no tanque de combustível do veículo.

▪Emissão de abastecimento

Gases emitidos pela expulsão do vapor do combustível armazenado no tanque do veículo durante o processo de abastecimento.

▪Etanol anidro

Álcool etílico com teor de água próximo de zero que é misturado à gasolina A para formar a gasolina C. No Brasil, é obtido a partir da cana-de-açúcar e, portanto, é um combustível renovável.

▪Etanol hidratado

Álcool etílico com teor de água próximo de 5% em volume, utilizado diretamente nos veículos movidos a etanol ou nos veículos *flex-fuel*. Também é obtido a partir da cana-de-açúcar, portanto, é um combustível renovável.

▪Fator de emissão

Massa de poluente emitida pelos veículos ao circular por uma determinada distância. A unidade usual é gramas por quilômetro (g/km). É determinado em laboratório de emissão veicular e publicado anualmente pela CETESB. Os fatores de emissão dos Veículos Pesados, Caminhões e Ônibus são obtidos a partir de teste no motor e são expressos em massa de poluente por quantidade de trabalho mecânico realizado (g/kWh). Para uso neste relatório, os fatores de emissão dos motores expressos em g/kWh passam por processo de cálculo que os converte para massa de poluente por quilômetro, como nos demais veículos.

▪Frota circulante

Conjunto de veículos que este relatório estima estarem circulando, independente de constar nos registros do órgão de trânsito. É calculada a partir das vendas de veículos novos nos últimos 40 anos e submetida às curvas de sucateamento. Espera-se que o número de veículos dessa frota seja maior que a licenciada, pois parte dos veículos circula sem licenciamento e é menor que a frota registrada, uma vez que ela estima o sucateamento de parte dos veículos vendidos.

▪Frota de veículos novos

Conjunto de veículos que receberam o primeiro licenciamento no órgão de trânsito quando novos, em determinado período. Neste relatório, no ano mais recente de referência. Equivalente à frota de veículos “zero quilômetro”.

▪Frota licenciada

Conjunto de veículos que estão com a documentação e impostos regularizados e, portanto, se entende que estão em circulação. Estima-se que essa frota seja menor que a registrada, uma vez que os proprietários tendem a não licenciar um veículo que tenha saído de circulação.

▪Frota registrada

Conjunto de veículos que receberam licenciamento no órgão de trânsito quando novos ou quando foram transferidos de outros estados e constam como existentes desde então, ou seja, seus registros continuam ativos. Normalmente a quantidade de veículos registrados é maior que a frota circulante, pois se sabe que muitos veículos deixam de circular e não sofrem o processo de baixa no respectivo registro.

▪Gases de efeito estufa (GEE)

Gases emitidos também por veículos que não causam prejuízos significativos à saúde nos níveis ambientais encontrados, mas contribuem para o fenômeno do aquecimento global. O principal deles é o CO₂. Outros gases de efeito estufa considerados neste relatório são o metano e o óxido nitroso. A lista de GEE que fazem parte do escopo deste relatório se encontra no Quadro 1

▪Gasolina A

Também chamada gasolina pura, não contém etanol em sua composição. Não é vendida nos postos de abastecimento. É obtida a partir do petróleo e, portanto, é um combustível fóssil ou não renovável.

▪Gasolina C

Gasolina comercial vendida nos postos de combustíveis. Possui em sua composição etanol anidro, em percentual definido em legislação que varia de 18% a 27% em volume, conforme a época.

▪Gás Natural Veicular (GNV)

Combustível fóssil formado basicamente por gás metano e utilizado em veículos convertidos com motor do ciclo Otto que eram originalmente movidos a etanol hidratado ou gasolina C. Existem ainda veículos originais de fábrica movidos a GNV de pouca circulação no Estado.

▪Intensidade de uso

É distância percorrida pelo veículo ao longo de um período de tempo. Neste relatório, o período é anual. É expressa em quilômetros por ano (km/ano).

▪Intensidade de uso ajustada

É o quanto se estima que o veículo percorra em um ano após comparar o volume de combustível calculado para determinada frota em uma região com o volume de combustível vendido na mesma região. Encontrada uma diferença, se ajusta a intensidade de uso para maior, se o calculado ficou abaixo do vendido, ou se reduz a intensidade de uso, caso o volume vendido for menor que o calculado.

▪Intensidade de uso de referência

É a estimativa inicial utilizada por este relatório de quanto um veículo percorre em um ano. Varia conforme o tipo de veículo e sua idade. Por exemplo, estima-se que um automóvel com um ano de uso percorra cerca de 20 mil quilômetros por ano, com 20 anos de uso percorra cerca de 10 mil quilômetros em um ano. A tabela de intensidade de uso de referência está publicada no Apêndice Q. Mais informações podem ser encontradas no Item 2.3.1.

▪ **Motor do Ciclo Diesel**

Motor de combustão interna cuja queima do combustível se dá devido ao aumento da temperatura provocada pela compressão do ar. Utiliza diesel como combustível e não possui vela de ignição. No Brasil, é normalmente utilizado em Caminhões, Ônibus e em parte dos veículos comerciais.

▪ **Motor do Ciclo Otto**

Motor de combustão interna que emprega o ciclo termodinâmico do tipo Otto. A principal característica desse motor é a vela de ignição, que provoca a combustão. Normalmente utilizado em automóveis, motos e em alguns veículos comerciais que utilizam gasolina C, etanol hidratado ou GNV como combustível. Também utilizado em veículos tipo *flex-fuel*.

▪ **Poluentes locais**

Poluentes emitidos por veículos que diretamente ou indiretamente causam prejuízos à saúde. A lista de poluentes que fazem parte do escopo deste relatório se encontra no Quadro 1.

▪ **Taxa de sobrevivência**

Utilizada no cálculo da estimativa da quantidade de veículos que ao longo dos anos continua em circulação. A taxa de sobrevivência é complementar à taxa de sucateamento. Ou seja, ano a ano, a probabilidade de o veículo estar em circulação diminui.

▪ **Top-down**

Metodologia para se estimar emissão de poluentes a partir do consumo aparente de combustível da área geográfica em questão. Nesse caso, utilizam-se os fatores de emissão do combustível, não do veículo.

▪ **Veículo *flex-fuel* ou *flex***

Veículo cujo projeto permite o uso de gasolina C, etanol hidratado ou qualquer mistura entre os dois combustíveis.

2.2. Poluentes Inventariados

As emissões de gases poluentes de um veículo ocorrem após a queima de combustível no motor e são lançadas pelo sistema de escapamento. São os chamados gases de exaustão. Ocorrem ainda pela evaporação do combustível contido no tanque, em pontos como a tampa do bocal de abastecimento, as mangueiras de combustível, suas conexões, o respiro do tanque etc. Por último, ocorrem durante o processo de abastecimento de combustível. Conforme o tanque vai sendo preenchido pelo combustível, os vapores ali contidos são expulsos através do bocal de abastecimento.

No grupo dos gases de exaustão estão o monóxido de carbono (CO), os óxidos de nitrogênio (NO_x), os hidrocarbonetos não metano (NMHC), os aldeídos totais (RCHO), o dióxido de enxofre (SO₂) e material particulado (MP). Nesse grupo estão também os gases de efeito estufa: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O).

As emissões evaporativas e de abastecimento são formadas por vapores de gasolina e etanol e definidas como hidrocarbonetos não metano (NMHC).

Compostos orgânicos voláteis

Os compostos orgânicos voláteis (COV) são emitidos pelos processos evaporativos de combustíveis e solventes orgânicos, pela queima incompleta de combustíveis e por alguns processos industriais, entre as principais fontes. São precursores da formação do poluente ozônio na atmosfera. Os hidrocarbonetos não metano (NMHC) e os aldeídos (RCHO) são apresentados conjuntamente em algumas análises como COV.

O Quadro 1 apresenta os poluentes e gases de efeito estufa incluídos no inventário de emissões, apresentado neste relatório.

Quadro 1 - Poluentes incluídos no Inventário

Poluentes	Automóveis e Comerciais Leves do ciclo		Motocicletas		Veículos do Ciclo Diesel
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	
Monóxido de carbono (CO)	✓	✓	✓	✓	✓
Óxidos de nitrogênio (NO _x)	✓	✓	✓	✓	✓
Material Particulado (MP)	✓		✓		✓
Hidrocarbonetos não-metano (NMHC)(1)	✓	✓	✓	✓	✓
Metano (CH ₄)	✓	✓	✓	✓	✓
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	✓		✓		✓
Dióxido de carbono (CO ₂)	✓	✓	✓	✓	✓
Aldeídos (RCHO)	✓	✓			
Óxido Nitroso (N ₂ O)	✓	✓	✓		✓

(1) Emissões de escapamento, evaporativa e de abastecimento incluídas.

Outra fonte importante de material particulado é ressuspensão do material depositado nas vias com a passagem dos veículos. Como existem poucos estudos no Brasil relativos à emissão por ressuspensão, essa forma de emissão não está considerada neste relatório.

Emissão de ressuspensão

Trata-se do material fino depositado nas vias que é lançado à atmosfera pelos ventos e pela movimentação dos veículos. Eventualmente, o fluxo de gases do escapamento dos veículos também pode provocar a ressuspensão de partículas. São diversas as fontes desse material de ressuspensão. O veículo é uma delas, por ter alguns componentes de desgaste, como os pneus e os sistemas de freio e embreagem. O próprio material particulado gerado pela queima de combustível também se deposita no pavimento e retorna à atmosfera por ressuspensão. Além do veículo, o próprio pavimento gera material particulado, assim como o ambiente no entorno (obras, indústrias, queimas diversas, solo e outras fontes naturais ou antrópicas), perda de material transportado etc.

As emissões podem ainda ser calculadas utilizando dois tipos de abordagem:

- *bottom-up*, na qual se considera a distância anual percorrida para cada tipo de veículo, além da quantidade de veículos, o fator de emissão, a autonomia e o volume de combustível consumido;
- *top-down*, na qual se utiliza o consumo aparente de combustível observado nas regiões de interesse. Os fatores de emissão estão relacionados ao tipo de combustível.

Para os poluentes monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos não metano (NMHC), aldeídos totais (RCHO) e material particulado (MP) utiliza-se a abordagem *bottom-up*.

Para o cálculo das emissões de dióxido de enxofre (SO₂) utiliza-se a abordagem *top-down*. Destaca-se que, como a emissão de SO₂ é calculada em razão do teor de enxofre máximo admitido pela especificação do combustível, é esperado que o combustível efetivamente consumido contenha teores menores que o limite especificado. Assim, a emissão real desse gás pode ser menor que a estimada.

A metodologia para o cálculo das emissões de gases de efeito estufa, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) está apresentada no Capítulo 6.

2.3. Emissão de Escapamento

Para o cálculo da emissão de escapamento são necessários os dados de fator de emissão, intensidade de uso e número de veículos, por combustível, ano e categoria de veículos.

A Equação geral para o cálculo das emissões de escapamento é dada pela Equação 1.

$$E = Iu \times Fe \times Fr \quad (1)$$

Onde:

E = Massa de poluente emitida no período considerado (g/ano);

Iu = Intensidade de uso média anual percorrida pelo veículo (km/ano);

Fe = Fator de Emissão do tipo de veículo, do poluente e do combustível utilizado (g/km);

Fr = Frota circulante, por tipo de veículo e por ano (número de veículos).

2.3.1. Intensidade de Uso

A distância percorrida pelo veículo ao longo de um ano é a intensidade de uso. Para cada categoria e idade de veículo é estabelecida uma intensidade de uso de referência. Como referência da distância média anual percorrida foram utilizados os dados constantes no relatório “Curvas de intensidade de uso por tipo de veículo automotor da frota da cidade de São Paulo”, publicado em 2014 pela CETESB (6). As curvas dos veículos *flex-fuel* foram atualizadas em 2016. As curvas dos veículos dedicados a etanol são ajustadas ano a ano, de acordo com a sua idade, uma vez que esse tipo de veículo teve a produção descontinuada no ano de 2006.

O Apêndice Q indica os valores empregados como intensidade de uso de referência para cada tipo de veículo em até 40 anos de uso.

Os valores de intensidade de uso de referência dos veículos foram ajustados ao consumo aparente de combustível rodoviário observado no estado de São Paulo, a partir de informações fornecidas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A intensidade de uso ajustada é calculada de acordo com a Equação 2:

$$Iu_{i,ajustada} = Iu_{referência} \times (C_{observado} / C_{estimado}) \quad (2)$$

Onde:

$Iu_{i,ajustada}$ = Intensidade de uso anual ajustada do tipo de veículo (km/ano);

$Iu_{referência}$ = Intensidade de uso anual de referência do tipo de veículo (km/ano);

$C_{observado}$ = Consumo aparente de combustível anual (l/ano);

$C_{estimado}$ = Consumo de combustível da categoria de veículo, estimado pela relação entre os valores de intensidade de uso de referência (km/ano) e autonomia (km/l).

2.3.2. Fatores de Emissão de Escapamento e Autonomia

Fator de emissão é a massa de poluente emitida pelos veículos ao circular por uma determinada distância ou, no caso de motores, ao produzir determinada quantidade de trabalho mecânico.

Esses valores são publicados anualmente pela CETESB, a partir de informações recebidas de fabricantes ou importadores de veículos ou motores por meio dos Relatórios de Valores de Emissão de Produção (RVEP) e dos Relatórios de Vendas, quando existentes. Na ausência desses, são utilizados fatores de emissão da homologação ou descritos na literatura.

Os RVEP são elaborados pelos fabricantes e importadores após realizar ensaios de emissão em amostras de veículos ou motores destinados ao mercado brasileiro. Os dados de emissão de cada veículo ensaiado são tratados estatisticamente e são calculados os valores médios de emissão conforme a participação de cada modelo no mercado.

Os fatores de emissão utilizados para os cálculos das estimativas são apresentados nos Apêndices de D a O.

Para os Automóveis, Comerciais Leves e Motocicletas, os fatores de emissão dos hidrocarbonetos totais (THC) são apresentados separadamente para hidrocarbonetos não metano (NMHC) e metano (CH_4).

Na ausência de alguns dos valores, THC ou NMHC, para o cálculo da emissão de CH_4 , foi utilizada a razão CH_4/THC apresentada no 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (7). A Tabela 1 apresenta os valores dessa razão.

Tabela 1 - Razões $\text{CH}_4/\text{THC}_{\text{escap}}$ para a decomposição de $\text{THC}_{\text{escap}}$ em CH_4 e $\text{NMHC}_{\text{escap}}$

Tipo de veículo	Combustível	Razão $\text{CH}_4/\text{THC}_{\text{escap}}$
Automóveis e Comerciais Leves produzidos até 1993 (sem catalisadores)	Gasolina C	15%
	Etanol Hidratado	15%
Automóveis e Comerciais Leves produzidos a partir de 1994 (com catalisadores)	Gasolina C	24,9%
	Etanol Hidratado	26,6%

Fonte: BRASIL, 2011 (7)

No caso dos Comerciais Leves que utilizam motores do ciclo Diesel, existia a possibilidade de realizar ensaios de emissão como Veículos Pesados até 2011. A partir de 2012, todos os modelos passaram a ser ensaiados como Leves. Os fatores de emissão para os motores ensaiados como Pesados encontram-se no Apêndice F e a proporção de cada tipo de ensaio utilizado neste inventário está no Apêndice G.

O Apêndice K apresenta os valores do fator de emissão de motores a diesel para Veículos Pesados, originalmente em g/kWh, convertidos em g/km. Para essa conversão foram utilizadas as Equações 3 e 4 (7) dependente do consumo específico de combustível apresentado no Apêndice K e dos valores de autonomia dos veículos apresentados no Apêndice L.

$$\frac{g_{poluente}}{km} = \frac{g_{poluente}}{g_{diesel}} \times \frac{g_{diesel}}{L_{diesel}} \div \frac{km}{L_{diesel}} \quad (3)$$

Onde,

$$\frac{g_{poluente}}{g_{diesel}} = \frac{g_{poluente}}{kWh} \div \frac{g_{diesel}}{kWh} \quad (4)$$

A partir da edição de 2013, os valores de autonomia dos Ônibus Urbanos e Micro-ônibus foram obtidos a partir de dados da SPTRANS – São Paulo Transportes. Esses dados foram utilizados para o cálculo do inventário do Estado por entender que as maiores frotas de Ônibus Urbanos estão concentradas nas regiões metropolitanas do Estado e possuem um perfil de operação (tráfego e carregamento - variáveis que influenciam diretamente a autonomia) similar ao município de São Paulo.

O edital de concorrência da prestação de serviço de transporte coletivo público de passageiros publicado pela prefeitura de São Paulo em 2015 apresentou novos valores de autonomia para Ônibus Urbanos (8). Esses valores foram incorporados aos cálculos e estão descritos no Apêndice L.

Os fatores de emissão de CO₂ para veículos do ciclo Otto e Diesel foram obtidos do Inventário Nacional (7). No caso do N₂O e CH₄ para veículos do ciclo Diesel foram obtidos do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (9). Para os veículos do ciclo Otto, foram obtidos do IPCC (9) e BORSARI (10).

Os fatores de emissão para as Motocicletas nos anos de 2003 a 2012 foram calculados a partir dos dados de homologação obtidos do PROMOT e ponderados pelas vendas. A partir de 2013, foram obtidos baseados em dados dos Relatórios de Valores de Emissão de Produção (RVEP) e são apresentados em duas categorias: menor ou igual a 150 cilindradas (cc) e maiores que 150 cc, separados ainda por gasolina, *flex*-gasolina e *flex*-etanol. A partir da fase M4 os limites de emissão são classificados pela velocidade máxima, porém os fatores de emissão continuarão a ser classificados pela cilindrada.

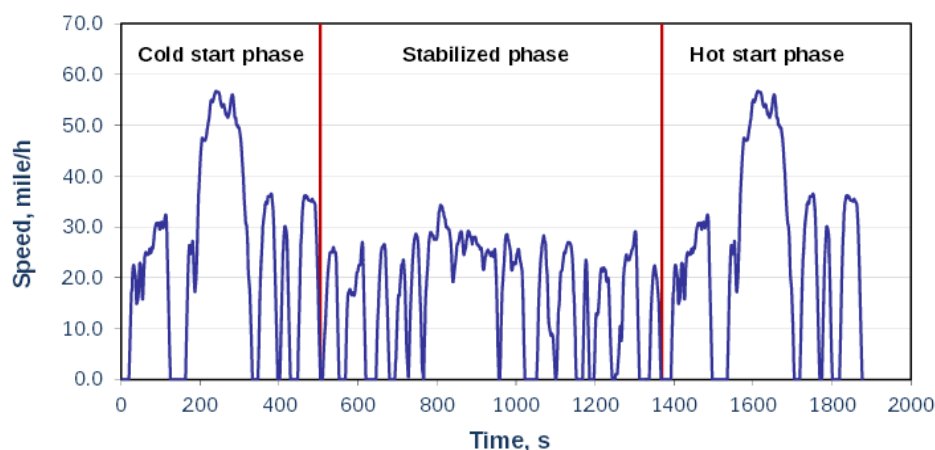
Os fatores de emissão dos ciclomotores são apresentados separadamente, porém para o cálculo das emissões esse tipo de veículo está contemplado juntamente com a categoria Motocicletas. O Apêndice M apresenta os fatores de emissão e autonomia para as Motocicletas e o Apêndice N para os Ciclomotores.

Atualmente, não são comercializados veículos novos desenvolvidos para usar GNV. Entretanto, por determinado período foram realizadas homologações de conversões de veículos. Os fatores médios de emissão de veículos convertidos para uso do GNV conforme as normas do PROCONVE vigentes à época encontram-se no Apêndice H.

2.3.3. Ciclos de condução para obtenção da emissão de escapamento

A Figura 2 apresenta o ciclo de condução utilizado para a realização dos ensaios de emissões e autonomia no ciclo urbano nos Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto, prescrito pela norma ABNT NBR 6601 (11). Ele é dividido em três fases: partida com o motor frio, transiente e partida com o motor quente. O ciclo percorre 18 quilômetros e tem duração total de cerca de 40 minutos, incluindo o intervalo de 10 minutos entre a segunda e a terceira fases, quando permanece desligado.

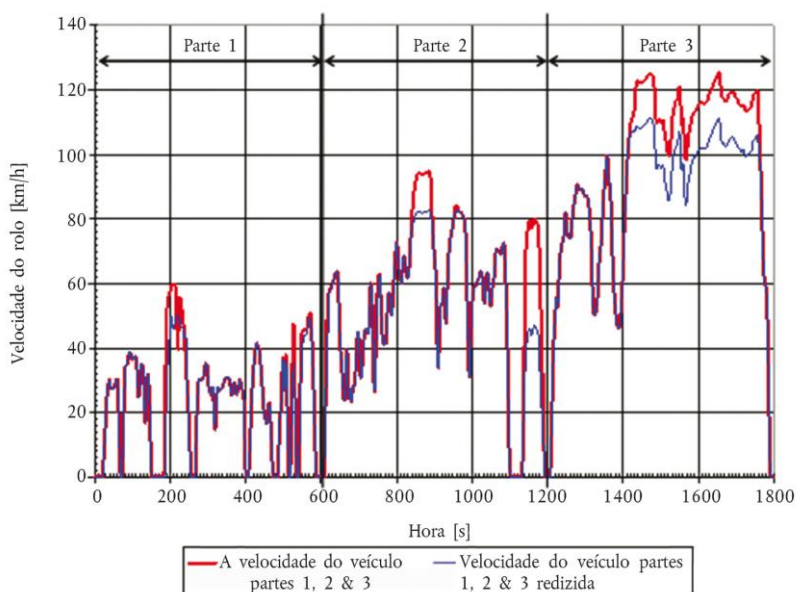
Figura 2 - Ciclo de condução de emissões para Automóveis e Comerciais Leves



Fonte: DieselNet (12)

A Figura 3 apresenta o novo ciclo para Motocicletas, adotado no Brasil a partir de 2014, o *World-wide Motorcycle Test Cycle* (WMTC), em substituição ao ciclo padrão europeu utilizado até então. Esse ensaio é determinado conforme a norma ABNT NBR 16369 (13).

Figura 3 - Ciclo WMTC para ensaio de emissão para Motocicletas e similares



Fonte: EUROPA (14)

Nota: onde se lê “redizida”, leia-se “reduzida”.

Figura 4 - Ciclo de ensaio de emissão de motores para veículos pesados

Figure 1 is a graph showing the load of the engine (Y-axis, 0 to 100%) versus engine speed (X-axis, 0 to 100%). The graph displays 13 operating modes (1-13) and their transitions. Mode 1 is at 0% speed and 0% load (15% probability). Modes 2-13 are arranged in a grid from 60% to 95% speed and 25% to 100% load. Transitions between modes are labeled with percentages: 8%, 9%, 8%, 5%, 10%, 5%, 5%, 10%, 5%, 5%, 10%, 5%, 5%. A green shaded area covers modes 2-13, labeled "Additional modes determined by certification personnel". Three pink dots are also present in the grid area.

2.3.4. Fatores de Deterioração

Capítulo: METODOLOGIA

2.4. Emissão Evaporativa

O cálculo das emissões evaporativas baseou-se na metodologia apresentada por VICENTINI (16) no Inventário Nacional (7), adaptada para as condições locais a partir do *Tier2* do Guia Europeu para Inventário de Emissões.

Foram utilizados como dados de entrada os valores de emissão evaporativa que constam nos processos de homologação para atendimento do PROCONVE, além de outros dados, como frota, número de viagens diárias e tecnologia empregada nos motores dos veículos.

A emissão evaporativa é obtida a partir de ensaio específico, determinado pela norma ABNT NBR 11481 (17), realizado com equipamento denominado SHED, acrônimo para a expressão em inglês *Sealed Housing for Evaporative Determination*. Trata-se de uma câmara selada, na qual o veículo é inserido e sua emissão de vapor de combustível é mensurada pela concentração de hidrocarbonetos ao final do ensaio. O ensaio evaporativo é dividido em duas fases. A fase *diurnal* é realizada para mensurar o vapor de combustível emitido em consequência da exposição ao sol com o carro frio. A fase *hot soak* é realizada para quantificar a emissão de vapor de combustível devido ao aquecimento do motor após o uso. Esses resultados são utilizados para o cálculo do *running losses*, fator que representa a emissão evaporativa do veículo em funcionamento. A Figura 5 mostra um veículo inserido na câmara SHED do Laboratório de Emissões Veiculares da CETESB em São Paulo.

Para os veículos movidos a etanol, no período de 2002 a 2007, foram obtidos valores da emissão evaporativa por meio de regressão logarítmica, utilizando os dados históricos dos fatores de emissão de veículos movidos a etanol.

Figura 5 - Veículo inserido para ensaio de emissão evaporativa na câmara SHED do laboratório de Emissão Veicular da CETESB em São Paulo



A Equação 5 foi utilizada para o cálculo de emissão evaporativa.

$$E_{cov} = \sum_s D_s \times \sum_j N_j \times (HS_j + e_{dj} + RL_j) \quad (5)$$

Onde:

E_{cov} = Emissões evaporativas de hidrocarbonetos anuais (g)

D_s = Números de dias no qual o fator de emissão deve ser aplicado

N_j = Quantidade de veículos na categoria inventariada

HS_j = Média diária *hot soak* (g/dia)

e_{dj} = Média diária da emissão na fase *diurnal* (g/dia)

RL_j = Média diária da emissão na fase *running losses* (g/dia)

O Apêndice O apresenta os valores do fator de emissão evaporativa para Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto.

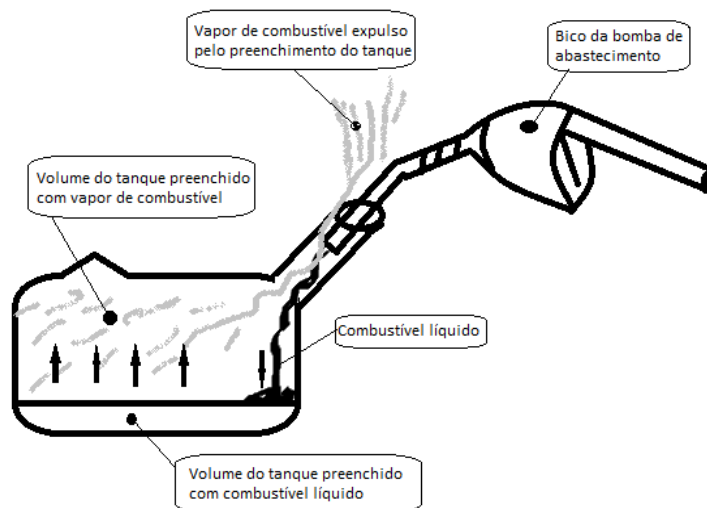
2.5. Emissão de Abastecimento

Os combustíveis do segmento automotivo passam por diversos processos de armazenagem, transporte e transferência. Todos esses processos são potenciais geradores de emissão de vapores de combustíveis. Esses vapores, classificados como compostos orgânicos voláteis (COV), além de serem poluentes, também são importantes precursores do poluente ozônio.

Estudo realizado pela CETESB (18) demonstra que com a redução das emissões de NMHC pelo escapamento e evaporativas, motivada pela evolução tecnológica induzida pelas exigências do PROCONVE, outras fontes de emissão passaram a ser objeto de interesse, em especial, a de abastecimento, por até então não ser objeto de controle.

O último processo de transferência e de armazenagem se dá no momento do abastecimento do veículo no posto de combustíveis. A emissão ocorre pelo fato do vapor contido no tanque de combustível do veículo ser expulso pelo preenchimento do tanque com combustível líquido. Os vapores escapam pelo próprio tubo de enchimento do tanque, em volume equivalente ao de abastecimento. A Figura 6 mostra de forma esquemática o processo de expulsão do vapor de combustível do tanque no momento do abastecimento.

Figura 6 - Expulsão de vapor de combustível no processo de abastecimento



Fonte: Marcelo Pereira Bales (2015)

De acordo com CETESB (18), o volume de vapor emitido é proporcional ao volume de combustível abastecido. Os valores de massa evaporada são obtidos a partir das taxas de evaporação. As taxas adotadas pelo estudo estão demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2 - Taxa de evaporação de combustíveis

Combustível	Taxa de evaporação (g/l)
Gasolina	1,14
Etanol	0,37

Fonte: CETESB (18)

Os volumes de combustível adotados para as estimativas de emissão de abastecimento, para gasolina e etanol, estão demonstrados na Tabela 3. Não se considerou significativa a emissão de abastecimento para o diesel em razão de sua baixa volatilidade.

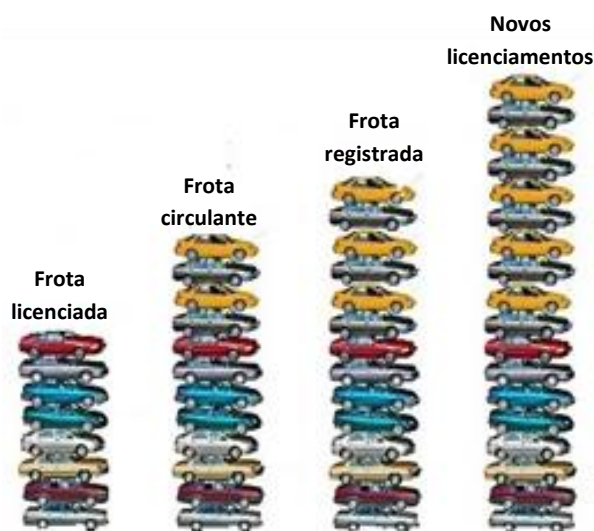
Os valores estimados da emissão de abastecimento estão incorporados nas estimativas de emissão de NMHC constantes neste relatório.

2.6. Frota Circulante

Frota circulante é o conjunto de veículos que se estima estarem circulando, independente de constar nos registros do órgão de trânsito. É calculada a partir das vendas de veículos novos nos últimos 40 anos e submetida às curvas de sucateamento. É diferente da frota registrada em que se considera um conjunto de veículos que receberam o primeiro licenciamento no órgão de trânsito quando novos e constam como existentes, ou seja, seus registros continuam ativos.

Normalmente, a quantidade de veículos registrados é maior que a frota circulante, pois é sabido que muitos veículos deixam de circular e não sofrem o processo de baixa nos órgãos de trânsito. Existe ainda a frota licenciada que é o conjunto de veículos que estão com a documentação e impostos regularizados e, portanto, se entende que estão em circulação. A Figura 7 traz a representação esquemática do tamanho das frotas utilizadas neste inventário.

Figura 7 – Apresentação esquemática do tamanho das frotas



Fonte: Marcelo Pereira Bales (2014)

O número de veículos novos licenciados é apresentado anualmente pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) (19) e pela Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares (ABRACICLO) (20).

Os valores informados para o estado de São Paulo foram utilizados para o cálculo da frota circulante. Esses números diferem dos produzidos pelo Departamento Estadual de Trânsito de São Paulo (DETRAN-SP), pois são estimados a partir da venda dos veículos novos subtraídos dos que, estatisticamente, espera-se que já estejam fora de circulação.

A frota está dividida em categorias de veículos e pelo combustível utilizado. No Quadro 2 são apresentadas as categorias que foram utilizadas neste relatório.

Quadro 2 – Definição das categorias de veículos aplicadas neste relatório

Categorias	Motor/Combustível		Definição
Automóveis	Otto	Gasolina C	Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, inclusive o condutor
		Etanol Hidratado	
		<i>Flex-fuel</i>	
Comerciais Leves	Otto	Gasolina C	Veículo automotor destinado ao transporte de pessoas ou carga, com PBT até 3.856 kg (1)
		Etanol Hidratado	
		<i>Flex-fuel</i>	
	Diesel		
Motocicletas	Otto	Gasolina C	Veículo automotor de duas rodas, com ou sem side-car, dirigido em posição montada
		<i>Flex-fuel</i>	
Caminhões Semileves (3,8 t < PBT < 6 t)	Diesel		Veículo automotor destinado ao transporte de carga, com carroçaria, e PBT superior a 3.856 kg
Caminhões Leves (6 t ≤ PBT < 10 t)			
Caminhões Médios (10 t ≤ PBT < 15 t)			
Caminhões Semipesados (15 t ≤ PBT e PBTC < 40 t)			
Caminhões Pesados (15 t ≤ PBT e PBTC ≥ 40 t)			
Ônibus Urbanos	Diesel		Veículo automotor de transporte coletivo dentro do município, de uso intermunicipal nas regiões metropolitanas e os midiônibus
Micro-ônibus			Veículo automotor de transporte coletivo com capacidade para até vinte passageiros para uso urbano, intermunicipal ou rodoviário, incluindo os miniônibus
Ônibus Rodoviários			Veículo automotor de transporte coletivo para transporte entre municípios, interestadual, internacional, turismo, fretamento e os especiais

Notas: PBT – Peso Bruto Total

PBTC – Peso Bruto Total Combinado

(1) Resolução CONAMA nº 15/1995 (21)

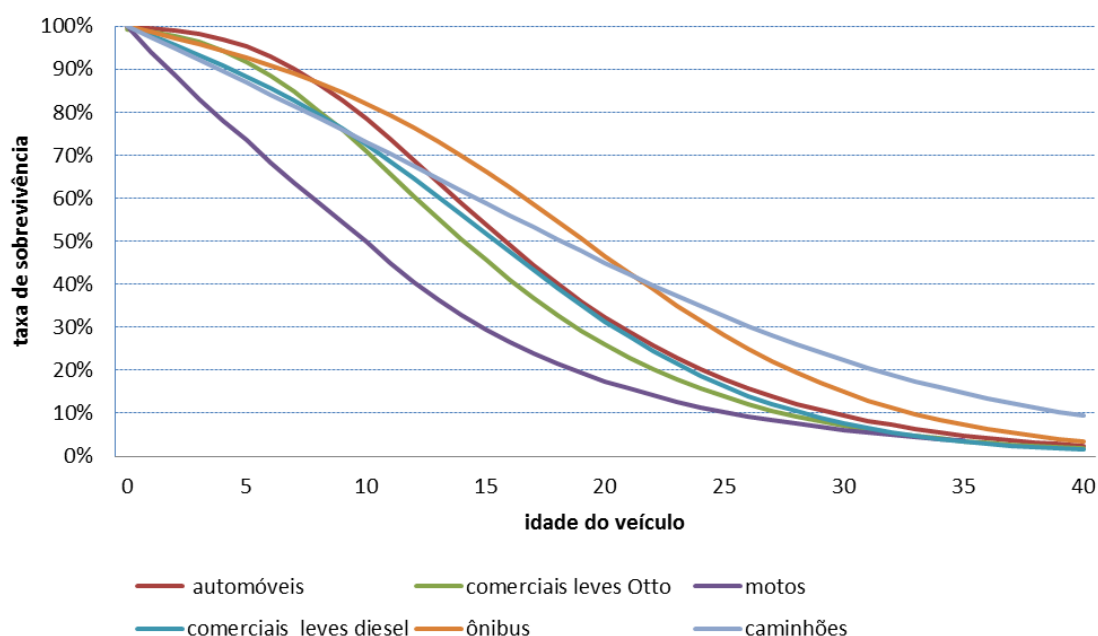
Para o cálculo da frota circulante dos Caminhões, utilizou-se um fator de segregação para determinar as subcategorias (Semileves, Leves, Médios, Semipesados e Pesados). Os fatores de segregação representam um percentual das vendas publicadas pela ANFAVEA para cada uma das subcategorias em relação ao total.

No caso dos Ônibus, o fator de segregação é determinado pela sua aplicação: Urbano, Micro-ônibus e Rodoviário. Foi utilizada uma metodologia considerando o percentual de vendas para cada aplicação informada pela Associação Nacional dos Fabricantes de Ônibus (FABUS) (22). Essa metodologia foi descrita no relatório de 2013 (23) e os fatores de segregação dos Caminhões e Ônibus estão disponíveis no Apêndice A.

Depois da aplicação dos fatores de segregação para cada categoria, os valores resultantes foram multiplicados, ano a ano, pela taxa de sobrevivência publicada no Inventário Nacional (7). A somatória dos resultados obtidos é a frota em circulação do

ano de interesse. O Gráfico 1 apresenta as curvas de sucateamento empregadas nos cálculos, que indicam o percentual de veículos que sobrevivem ao longo do tempo. A taxa de sucateamento é complementar à taxa de sobrevivência.

Gráfico 1 - Curvas de sucateamento das categorias de veículos



Fonte: Inventário Nacional (7), adaptado por CETESB

Para o cálculo da estimativa da frota circulante dos 645 municípios paulistas foram utilizados os dados da frota registrada fornecidos pelo DETRAN-SP, aplicando-se o fator de segregação para os Veículos Pesados (Apêndice A) e o fator de correção de frota (Apêndice B), obtido a partir dos dados de vendas de veículos novos fornecidos pela ANFAVEA aplicando-se a taxa de sobrevivência.

Essas estimativas incorporam incertezas decorrentes dos métodos estatísticos, em especial, a taxa de sobrevivência e a regionalização da informação, como por exemplo: a transferência e a circulação de veículos entre cidades e estados. Entretanto, consideram-se aceitáveis as incertezas geradas para o fim a que se destina, pois se entende que o volume de veículos nessas condições seja pouco expressivo e a correção da intensidade de uso pelo consumo aparente de combustível permite um bom ajuste, conforme item 2.3.1.

A idade máxima dos veículos adotada para estimar a frota circulante é de 40 anos, pois se considera que não existam veículos mais antigos em circulação em número significativo. As justificativas, considerações e estimativas de emissão para a tomada dessa decisão constam no relatório de 2013 (23).

2.7. Indicadores de Emissão e Atividade Veicular

No Capítulo 7 será apresentada uma série de indicadores que tem por objetivo demonstrar de forma clara e simplificada os fenômenos ligados à evolução da emissão veicular.

Alguns dos indicadores apresentam dados diretamente resultantes da emissão veicular, como o indicador tecnológico e os de emissão de gases de efeito estufa (GEE), que apresentam a emissão média por veículo ou por habitante. Outros indicadores apresentam dados ligados à atividade veicular, incluindo a comercialização de veículos novos, como o de intensidade de uso, o de quilometragem anual e o indicador de idade média.

Os dados utilizados para o cálculo de cada indicador são extraídos dos resultados intermediários ou finais do cálculo de emissões, baseado na metodologia empregada neste relatório. A metodologia de cálculo de cada um dos indicadores está detalhada a seguir.

2.7.1 Indicador do controle das emissões dos veículos – indicador tecnológico

O parâmetro de interesse é a emissão média por veículo, por ano, por poluente atmosférico. Esse valor é influenciado pela distribuição de veículos com características tecnológicas diferentes e pela intensidade de uso. O indicador mostra a evolução do controle da emissão da frota circulante, incorpora a renovação e aponta seu impacto nas emissões.

A Equação 6 define o cálculo do indicador.

$$\text{Indicador tecnológico} = E_{\text{ano}} / (Fr_{\text{ano}} \times Iuaj_{\text{ano}}) \quad (6)$$

Onde:

E = Emissão total dos veículos, por poluente, no ano;

Fr = Frota circulante no ano;

$Iuaj$ = Intensidade de uso ajustada da frota Fr no ano;

2.7.2 Indicador da intensidade de uso

Este indicador demonstra a evolução da intensidade de uso de um veículo da frota circulante no período sendo definido pela quantidade de veículos e pela intensidade de uso ajustada pelo consumo aparente de combustível. A Equação 7 define o cálculo do indicador.

$$\text{Indicador da intensidade de uso dos veículos} = (\sum Fr_{\text{tipo,ano}} \times Iuaj_{\text{tipo,ano}}) / Fr_{\text{tipo,ano}} \quad (7)$$

Onde:

Fr = Frota circulante, por tipo de veículo e ano;

$Iuaj$ = Intensidade de uso ajustada da frota Fr no ano.

2.7.3 Indicador de distâncias anuais percorridas (km/ano)

Este indicador demonstra a evolução das estimativas das distâncias percorridas ao longo do ano por categoria de veículo e relaciona-se ao tamanho da frota circulante e ao consumo aparente de combustível. Permite a interpretação da evolução da atividade veicular do conjunto da frota. A Equação 8 define o cálculo do indicador.

$$\text{Distância anual percorrida} = \sum Fr_{\text{tipo,ano}} \times Iuaj_{\text{tipo,ano}} \quad (8)$$

Onde:

Fr = Frota circulante, por tipo de veículo e ano;

$Iuaj$ = Intensidade de uso ajustada da frota Fr no ano.

2.7.4 Indicador da taxa de motorização

Este indicador demonstra a evolução do número de veículos por habitante. Como o objetivo é refletir a propriedade de veículo de uso particular, foram considerados apenas indicadores para Automóveis e Motocicletas. A Equação 9 mostra o cálculo do indicador.

$$\text{Indicador da taxa de motorização} = (Fr_{\text{tipo}})/Hab \quad (9)$$

Onde:

Fr = Frota circulante no ano por tipo;

Hab = População no ano.

2.7.5 Indicador da emissão veicular de GEE por habitante

Este indicador demonstra a evolução da emissão de gases de efeito estufa (GEE) pelo uso de veículo por habitante. Foram considerados todos os tipos de veículos. A Equação 10 mostra o cálculo do indicador.

$$\text{Indicador da emissão de GEE veicular por habitante} = (ECO_{2eq,ano})/Hab_{ano} \quad (10)$$

Onde:

ECO_{2eq} = Emissão de CO_{2eq} no ano;

Hab = População no ano.

2.7.6 Indicador da emissão de GEE por veículo

Este indicador demonstra a evolução da emissão de gases de efeito estufa (GEE) pelo uso de veículo. Foram considerados todos os tipos de veículos. A Equação 11 mostra o cálculo do indicador.

$$\text{Indicador da emissão de GEE por veículo} = (ECO_{2eq,ano})/Fr \quad (11)$$

Onde:

ECO_{2eq} = Emissão de CO_{2eq} no ano;

Fr = Frota circulante

3 COMBUSTÍVEIS

No Brasil, os Veículos Leves de passageiros utilizam como combustível o etanol hidratado, a gasolina e o gás natural veicular (GNV). No caso dos veículos *flex-fuel*, podem utilizar gasolina e etanol hidratado. Existe uma fração ínfima de veículos elétricos. As Motocicletas utilizam gasolina e os modelos *flex-fuel* podem utilizar também etanol hidratado. Os Comerciais Leves podem utilizar etanol hidratado, gasolina, GNV e também o diesel. Podem também ser do tipo *flex-fuel* e utilizar gasolina e etanol hidratado. Os Veículos Pesados de modo geral utilizam somente o diesel como combustível.

Como demonstram Goldemberg, Nigro e Coelho (24), a utilização do etanol hidratado ou da gasolina nos veículos *flex-fuel* depende principalmente da relação de preços desses combustíveis, assim como da resistência ao uso do etanol hidratado, que varia de acordo com a localidade. Na publicação é dada uma função que calcula a porcentagem de veículos que utiliza etanol hidratado, ao invés de gasolina, em razão da relação de preços etanol/gasolina fornecida pela ANP. Essa função mostrou-se adequada para o estado de São Paulo. Para as Motocicletas *flex-fuel* não existem estudos a respeito da opção pelo uso de gasolina ou etanol hidratado.

Não foram estimadas as emissões dos veículos movidos a GNV devido à baixa participação desses na frota circulante no Estado. De acordo com o Balanço Energético do Estado de São Paulo 2018 (BEESP) (25), o consumo aparente de GNV no Estado em 2017 foi equivalente a 1% do consumo total de energia nos veículos. Não é esperada alteração significativa no consumo de GNV em 2019.

3.1. Volumes comercializados

O consumo aparente de combustíveis dos veículos é utilizado para o ajuste da intensidade de uso no cálculo das estimativas de emissão. Os dados de consumo são disponibilizados pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA) para o Estado.

Considera-se, para efeito de inventário, que todo volume de combustível comercializado foi consumido no mesmo período, não sendo contabilizadas eventuais diferenças de estocagem entre o primeiro e o último dia do ano. Da mesma forma, considera-se que todo volume comercializado no Estado foi consumido no Estado.

Uma parte do volume do diesel comercializado pode ser utilizada em outras aplicações, tais como construção civil, máquinas e tratores na produção rural, geração de energia e sistemas aeroportuários. O consumo aparente é controlado a partir das declarações de comercialização das bases para seus clientes, que podem ser frotistas, postos revendedores e o Transportador Revendedor Retalhista (TRR).

O volume do diesel considerado neste relatório procura refletir exclusivamente aquele que foi aplicado em veículos rodoviários. A Tabela 3 mostra os valores do consumo aparente de combustíveis considerados neste inventário.

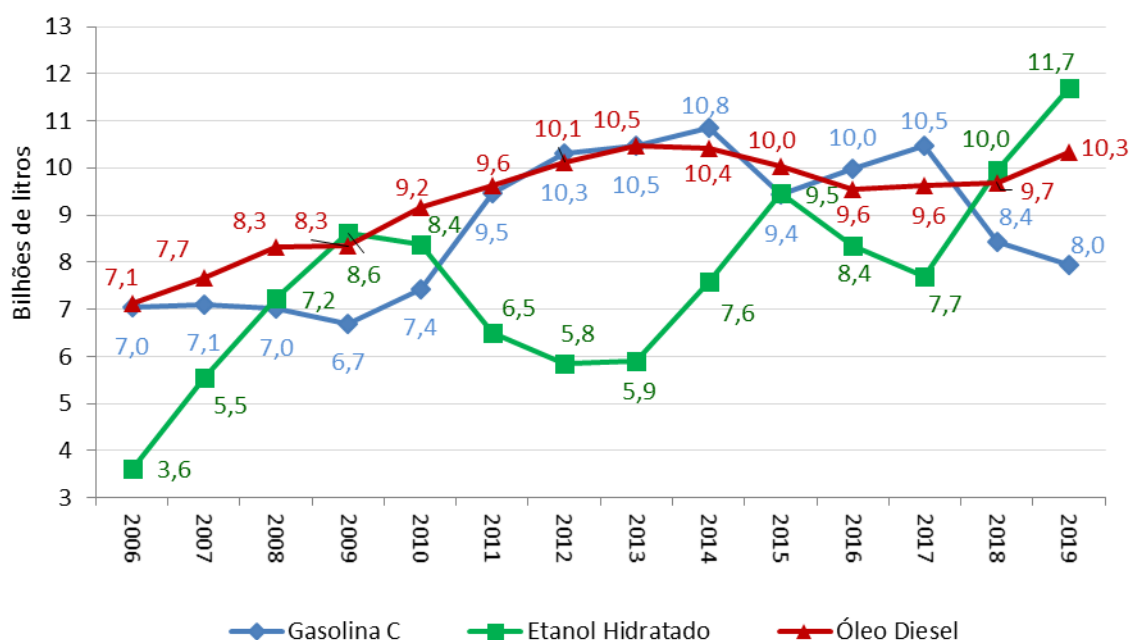
Tabela 3 - Estimativa do consumo aparente de combustíveis no segmento rodoviário

Combustível	Consumo anual em bilhões de litros													
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Gasolina C	7,00	7,10	7,02	6,70	7,40	9,50	10,30	10,50	10,85	9,44	9,99	10,47	8,42	7,95
Etanol Hidratado	3,61	5,54	7,22	8,61	8,40	6,50	5,80	5,90	7,58	9,46	8,36	7,69	9,96	11,70
Óleo Diesel	7,13	7,68	8,33	8,34	9,17	9,62	10,12	10,47	10,42	10,06	9,55	9,64	9,69	10,33

Fonte: São Paulo (25), adaptado por CETESB

O Gráfico 2 apresenta a evolução do consumo aparente no segmento rodoviário no estado de São Paulo. Percebe-se que em relação a 2018 o consumo de etanol hidratado aumentou e o consumo de gasolina caiu. O consumo de diesel em 2019 confirmou uma tendência de crescimento iniciada em 2017 e acelerada no último ano.

Gráfico 2 - Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019, em bilhões de litros



Fonte SÃO PAULO (25), ANP (26) adaptado por CETESB.

Como existem diferenças significativas no poder calorífico entre os combustíveis, além de diferentes eficiências entre os motores, o consumo dos veículos utilizando um ou outro combustível também é bastante diferente. Assim, a comparação direta dos volumes comercializados não reflete claramente o uso dos veículos.

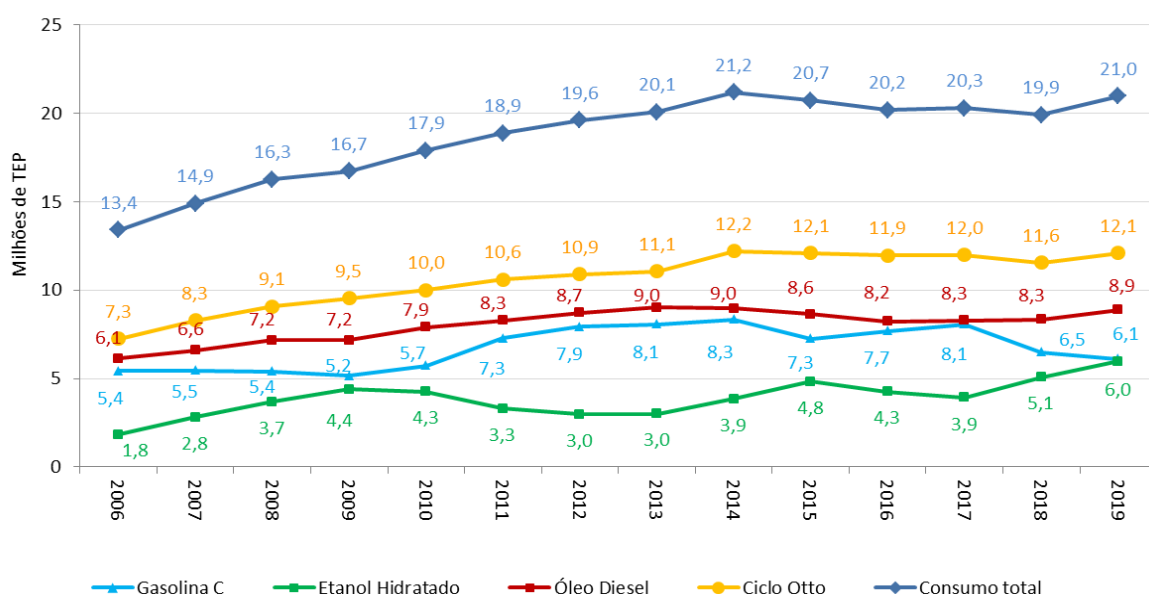
Para que essa comparação seja mais precisa, em especial, pela variação permitida pelos veículos *flex-fuel*, foram convertidos os volumes comercializados de cada um dos combustíveis em uma unidade de medida comum, a “tonelada equivalente de petróleo” (TEP). Assim, com a mesma unidade de medida, somam-se os volumes de gasolina e etanol hidratado, que são combustíveis típicos de uso em Automóveis e Motocicletas que utilizam motor do ciclo Otto. Essa somatória foi denominada “combustível do ciclo Otto”.

Os resultados de volume comercializado no período de 2006 a 2019 no Estado de São Paulo convertidos para TEP são apresentados no Gráfico 3. Depois de um período de aumento no consumo total de combustíveis, em 2015, há queda no consumo que se estabiliza até 2018. Em 2019, houve aumento significativo no consumo total, mais de 5% do que o consumido em 2018.

O consumo do ciclo Otto evoluiu de forma similar a do consumo total. O consumo de etanol oscila ao longo dos anos, mas aumentou em 2018 e 2019, ao contrário da gasolina que apresentou redução. O consumo combinado, apresentado no Gráfico 3 como Ciclo Otto aumentou em 2019, demonstrando aumento no uso de Automóveis, predominantemente de uso particular.

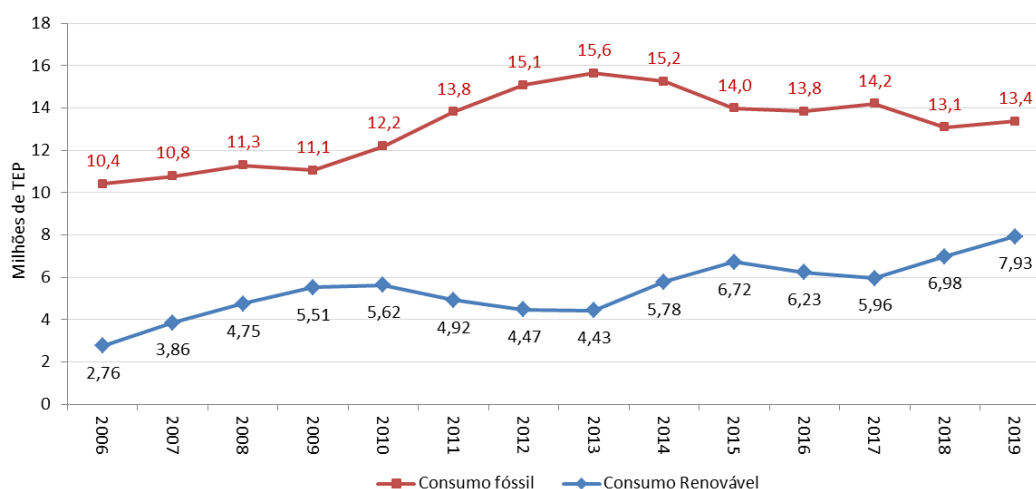
Com relação ao diesel, combustível de aplicação típica em veículos de uso comercial, apresenta redução do consumo de 2014 a 2016, aumento constante desde 2017, mostrando um comportamento diverso do setor – veículos de aplicação comercial – em relação aos veículos de uso predominantemente particular.

Gráfico 3 - Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019, em TEP



O Gráfico 4 mostra a evolução do consumo de combustível fóssil e do consumo de combustível renovável no estado, no período de 2006 a 2019, apresentados em TEP. Considerou-se renovável o etanol hidratado, o etanol anidro misturado à gasolina e o biodiesel misturado ao diesel. Considerou-se fóssil os volumes de gasolina e de diesel puros. Tanto o consumo de combustíveis renováveis quanto o consumo de combustíveis fósseis aumentaram em 2019 em relação a 2018. Entretanto, o aumento nos renováveis foi significativamente maior.

Gráfico 4 - Evolução do consumo aparente de combustível fóssil e renovável no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019, em TEP



3.2. Consumo nas regiões

Para estimar as emissões a partir da metodologia aplicada neste relatório, é necessário o ajuste da intensidade de uso de referência. Para esse ajuste, utiliza-se o consumo de combustível na região de interesse. A escolha dessa variável para o ajuste se dá em razão da qualidade da informação, pois há um controle rigoroso da comercialização de combustível por parte da ANP.

Esta edição, extraordinariamente, não contempla as emissões nas regiões em razão da inexistência dos dados de consumo dos municípios do Estado até o momento da finalização das estimativas.

3.3. Características dos combustíveis

Por padrão, o teor de etanol anidro que é misturado à gasolina pura para compor a gasolina é de 22% em volume. Esse é o teor definido para o combustível de referência, empregado para a realização dos ensaios de emissão e autonomia em laboratório, que geram os fatores de emissão e os dados de autonomia (km/l) descritos neste relatório. Entretanto, a legislação permite a variação no teor de etanol anidro na gasolina comercial, vendida nos postos de combustíveis. Essa variação se dá principalmente por causa da disponibilidade de etanol anidro no mercado, dependente principalmente da produção de etanol da cana-de-açúcar. O Quadro 3 mostra a variação do teor de etanol anidro na gasolina em 15 anos.

Quadro 3 - Cronologia da mistura carburante automotiva

Dispositivo Legal		Mistura	
Nº	Data Edição	Percentual Fixado	Vigência
Lei nº 10.464 - Art. 16	24/05/2002	20% < > 25%	27/05/2002
Portaria MAPA nº 266	21/06/2002	25%	01/07/2002
Portaria MAPA nº 17	22/01/2003	20%	01/02/2003
Portaria MAPA nº 554	27/05/2003	25%	01/06/2003
Portaria MAPA nº 429	13/10/2005	20%	14/10/2005
Portaria MAPA nº 51	22/02/2006	20%	01/03/2006
Portaria MAPA nº 278	10/11/2006	23%	20/11/2006
Portaria MAPA nº 143	27/06/2007	25%	01/07/2007
Portaria MAPA nº 7	11/01/2010	20%	01/02/2010
		25%	02/05/2010
Portaria MAPA nº 678	31/08/2011	20%	01/10/2011
Portaria MAPA nº 105	01/03/2013	25%	01/05/2013
Lei nº 13.033	25/09/2014	18 < > 27,5 %	16/03/2015
Portaria MAPA nº 75	05/03/2015	27% (25%) (1)	16/03/2015

Nota: Estão em vigor a Lei 13.033 de 25/09/2014 (27) e a Portaria MAPA nº 75 de 05/03/2015 (28), os demais dispositivos legais foram revogados.

(1) 25% para a gasolina *premium*.

Alteração das características dos combustíveis

A CETESB considera fundamental que qualquer alteração da composição dos combustíveis seja precedida de estudos que incluam: a determinação da emissão utilizando a nova mistura de combustível nas mais diversas tecnologias veiculares, a validação da deterioração dos componentes e a modelagem das novas emissões com seus impactos na atmosfera.

A partir de 2014, a gasolina sofreu algumas alterações em suas características, destacando-se a redução do teor máximo de enxofre, que passou dos 800 mg/kg para 50 mg/kg e a redução de hidrocarbonetos olefínicos e aromáticos. A queda do teor de enxofre reduziu drasticamente a emissão do gás poluente dióxido de enxofre. A redução de olefínicos e aromáticos diminui a emissão de gases mais nocivos à saúde.

O diesel considerado neste inventário é o de aplicação rodoviária. Desde 2014, são comercializados dois tipos de diesel para essa aplicação, conforme o teor de enxofre máximo admitido: o “diesel B S500”, com até 500 mg/kg (S-500) e o “diesel B S10”, com até 10 mg/kg (S-10). Este último foi introduzido em 2013 e substituiu o chamado diesel B S-50, com até 50 mg/kg. O Quadro 4 apresenta a evolução do teor de enxofre no diesel comercializado no Brasil.

Diesel S-10

O diesel comercializado no Brasil possui teores máximos de enxofre de 10 e 500 mg/kg. O diesel com mais baixo teor de enxofre, comumente chamado de S-10, deve obrigatoriamente ser utilizado em todos os veículos fabricados a partir da fase P7 do PROCONVE, implementada a partir de 2012. O uso de combustível com teor de enxofre maior prejudica o controle da emissão pelo fato de que os compostos formados a partir desse elemento deterioram o catalisador, reduzindo sua eficiência e durabilidade.

Quadro 4 - Evolução do teor de enxofre no diesel

Dispositivo Legal		Diesel				Início da Comercialização
Nº	Data Edição	Tipo/Aplicação				
		Limite máximo de enxofre (mg/kg)				
Resolução CNP nº 7	22/01/1980	13.000 (1)				-
Portaria DNC nº 28	20/12/1993	Tipo A	Tipo B		Tipo D	-
		10.000	5.000		10.000	
Portaria DNC nº 9	23/03/1996	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	-
		10.000	5.000	3.000	10.000	
Portaria DNC nº 32	04/08/1997	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	-
		10.000	5.000	3.000	2.000	
Portaria ANP nº 310	27/12/2001	Metropolitano		Interior		-
		2.000		3.500		
Resolução ANP nº 12	22/03/2005	Ônibus Urbano	Metropolitano		Interior	-
		500	2.000		3.500	
Resolução ANP nº 15	17/07/2006	Metropolitano		Interior		-
		500		2.000		
Resolução ANP nº 32	16/10/2007	Fase P6 - S50				-
		50				
Resolução ANP nº 41	24/12/2008	Metropolitano		Interior		S-1800: a partir de 1º de janeiro de 2009
		500		1.800		
Resolução ANP nº 31	14/10/2009	Fase P7 - S10				-
		10				
Resolução ANP nº 42	16/12/2009	S-50	S-500		S-1800	
		50	500		1800	
Resolução ANP nº 65	09/12/2011	S-10	S-50	S-500	S-1800	S-50: a partir de 1º de janeiro de 2012
		10	50	500	1.800	
		Metropolitano		Interior		S-10: a partir de 1º de janeiro de 2013
		10/500		500/1800		
		Metropolitano		Interior		S-500: a partir de 1º de janeiro de 2014
10/500		500				
Resolução ANP nº 50	23/12/2013	S-10		S-500		01/01/2014
		10		500		

Notas: Está em vigor a Resolução ANP nº 50, de 23/12/2013 (29), os demais dispositivos legais foram revogados.

(1) Flexibilizado tendo em vista a crise do petróleo de 1973.

O diesel comercial recebe uma parcela de biodiesel. De acordo com a Lei Federal nº 11.097/2005 (30) e seu regulamento, até 2007 a mistura de 2% de biodiesel ao diesel era facultativa. A partir de 2008 passou a ser obrigatória, com percentuais crescentes indicados pelas Leis Federais nº 13.033/2014 (27) e nº 13.263/2016 (31) alcançando 11% em setembro de 2019, como indica o Quadro 5.

Quadro 5 - Evolução do teor de biodiesel no diesel fóssil

Dispositivo Legal	Data Edição	Teor de biodiesel	Início da Comercialização
Lei 11.097	2005	Facultativo	janeiro-05
		2%	janeiro-08
		3%	julho-08
		4%	julho-09
		5%	janeiro-10
Lei 13.033	2014	6%	setembro-14
		7%	novembro-14
Lei 13.263	2016	8%	março-17
		10%	março-18
		11%	setembro-19
Resolução 16 CNPE	2018	12%	março-20
		11% ⁽¹⁾	setembro-20

Nota: (1): Redução de percentual por falta de biodiesel

4 FROTA CIRCULANTE

4.1. Estimativa da frota circulante

A Tabela 4 apresenta as estimativas da frota circulante do estado de São Paulo em 2019.

Tabela 4 - Estimativas da frota circulante no estado de São Paulo em 2019

Categoria		Combustível	Veículos
Automóveis		Gasolina C	2.471.472
		Etanol Hid.	180.593
		<i>Flex-fuel</i>	7.702.530
Comerciais Leves		Gasolina C	464.581
		Etanol Hid.	17.096
		<i>Flex-fuel</i>	955.640
		Diesel	494.667
Caminhões	Semileves	Diesel	31.147
	Leves		103.835
	Médios		59.984
	Semipesados		113.252
	Pesados		132.085
Ônibus	Urbanos	Diesel	63.337
	Micro-ônibus		15.593
	Rodoviários		28.513
Motocicletas		Gasolina C	1.772.646
		<i>Flex-fuel</i>	777.231
Total			15.384.201

No Apêndice C encontram-se as estimativas da frota circulante dos anos de 2006 a 2019 para o estado de São Paulo.

A frota circulante no Estado manteve-se praticamente inalterada em relação aos últimos anos, com pequeno aumento desde 2018. Esse fato é atribuído ao baixo volume de vendas de veículos novos nos últimos anos. Na Tabela 5 está apresentada a síntese da variação da frota circulante no Estado por categoria de veículo. Observa-se que as taxas de crescimento foram baixas, mas positivas em 2019, exceto a categoria Comercial Leve, a única negativa.

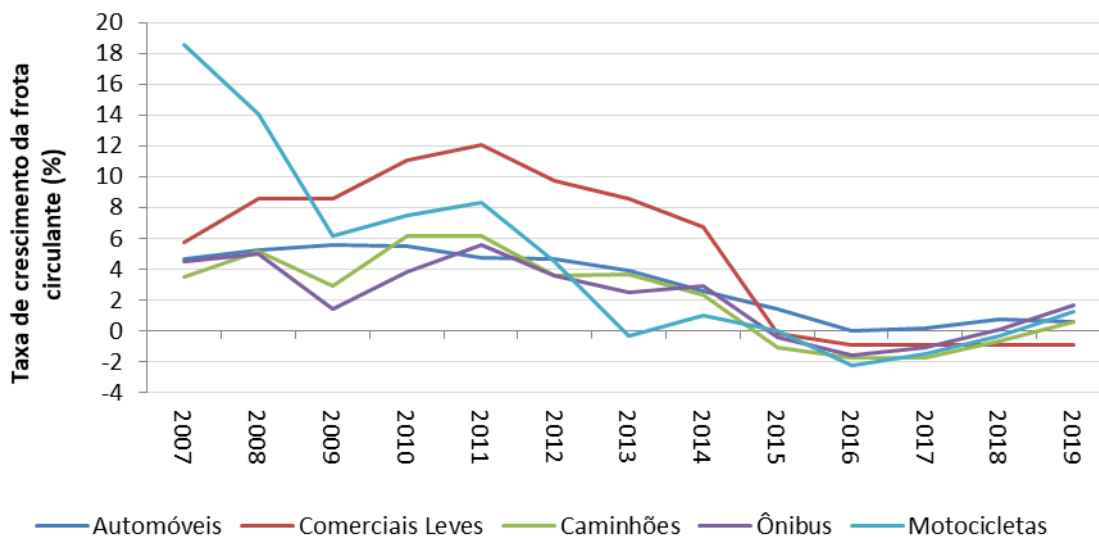
Tabela 5 - Taxa de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo em 2019 em relação a 2018 por categoria de veículo

Categoria	Taxa de crescimento (%)
Automóveis	0,60%
Comerciais Leves	-0,90%
Caminhões	0,58%
Ônibus	1,68%
Motocicletas	1,20%
Geral	0,51%

O Gráfico 5 apresenta a evolução das taxas de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo de 2007 a 2019, separadas por categoria, tendo o ano de 2006 como referência inicial. Observa-se que a maioria das categorias apresenta taxas de crescimento com viés positivo para quase todas e certa estabilidade na categoria Automóveis. A categoria Comercial Leve apresenta uma queda desde 2015, significando a redução da participação dessa categoria na frota circulante do Estado.

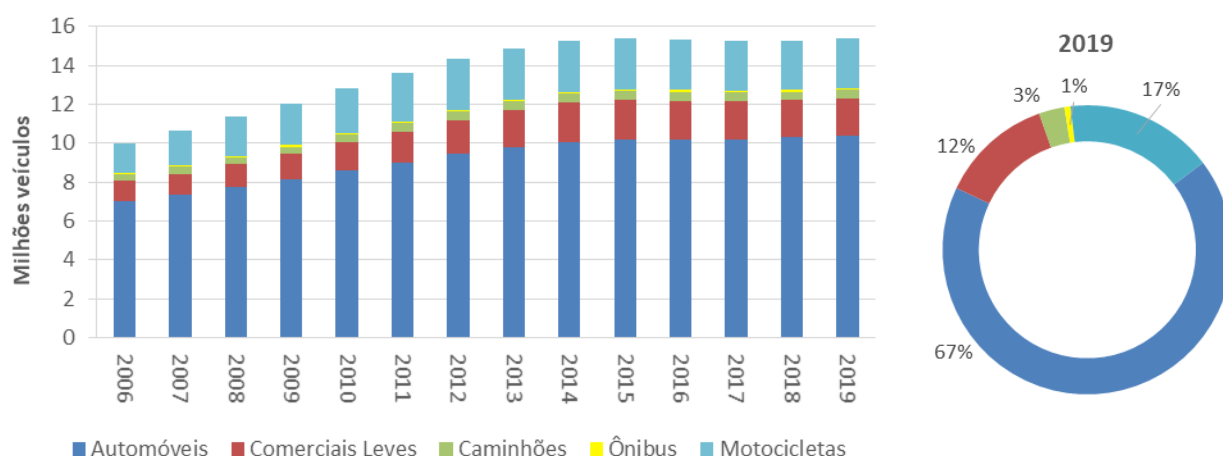
Taxas de crescimento próximas a zero indicam a estabilidade do tamanho da frota e ainda podem levar ao aumento da idade média da mesma.

Gráfico 5 - Evolução das taxas de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo



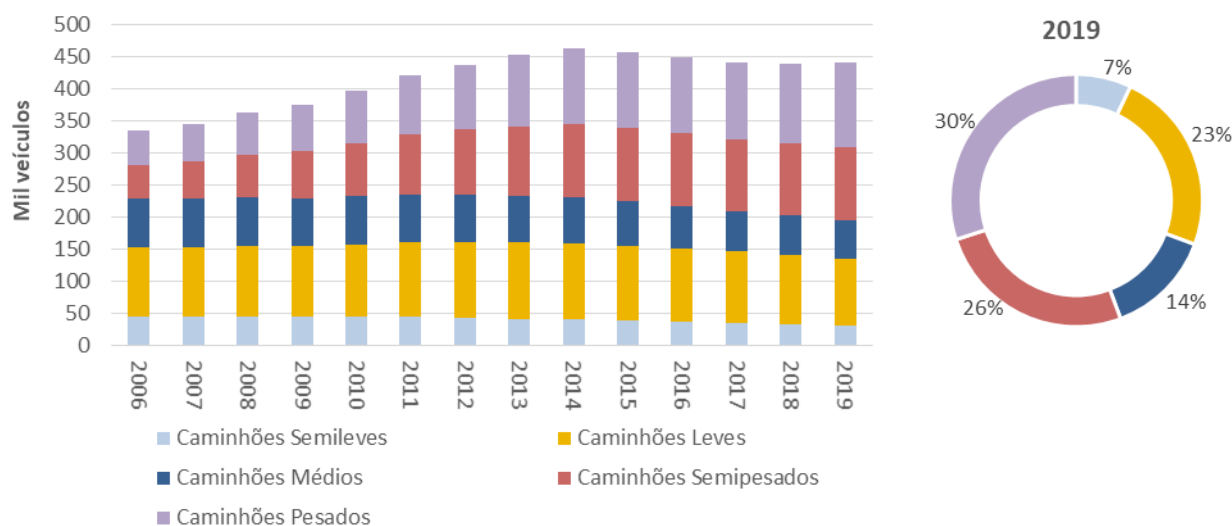
O Gráfico 6 apresenta a evolução da frota circulante no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2019, por categoria de veículos e em destaque a participação de cada categoria em 2019. Observa-se a expressiva participação dos Automóveis na composição dessa frota e o aumento na participação dos Comerciais Leves e Motocicletas ao longo dos anos, processo que parece se estabilizar nos últimos anos. Também a frota total está praticamente estabilizada.

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



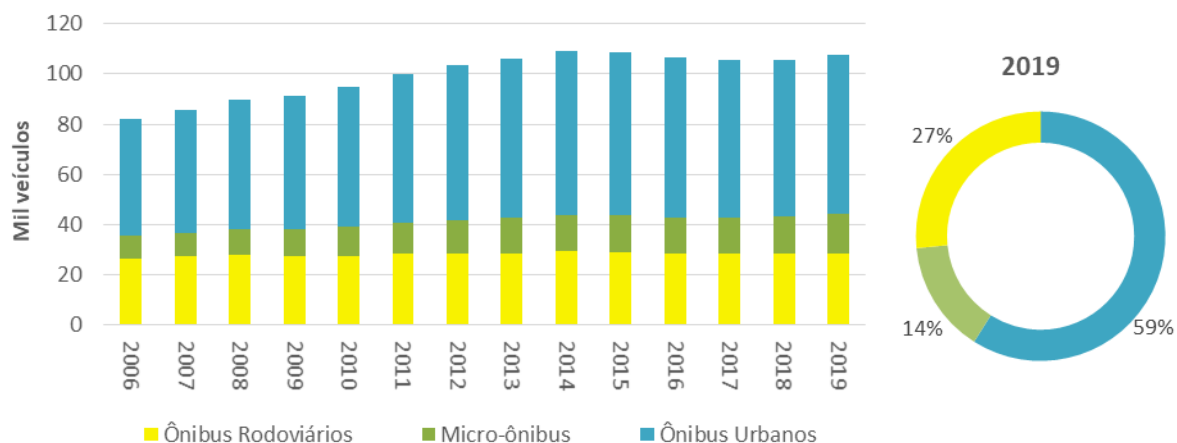
O Gráfico 7 apresenta a evolução da frota circulante de Caminhões no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2019, separados em subcategorias e no detalhe a participação de cada subcategoria em 2019. Observa-se no período o aumento da participação dos Pesados e Semipesados e uma tendência de redução da frota nos últimos anos.

Gráfico 7 - Evolução da frota circulante de Caminhões por subcategoria



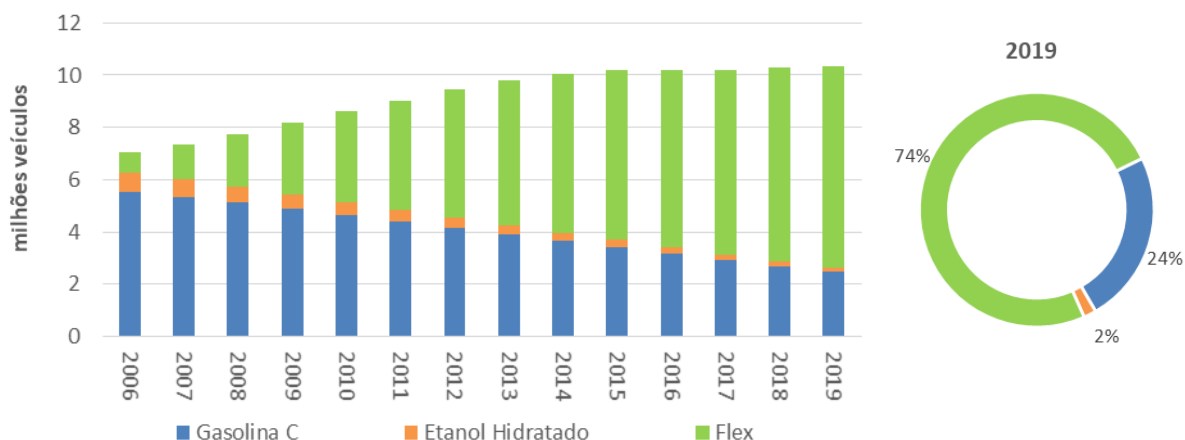
O Gráfico 8 apresenta a evolução da frota circulante de Ônibus no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2019, separados em subcategorias e no detalhe a participação de cada subcategoria em 2019. Observa-se no período o crescimento da subcategoria Ônibus Urbanos, com a estabilização das proporções nos últimos anos.

Gráfico 8 - Evolução da frota circulante de Ônibus por subcategoria



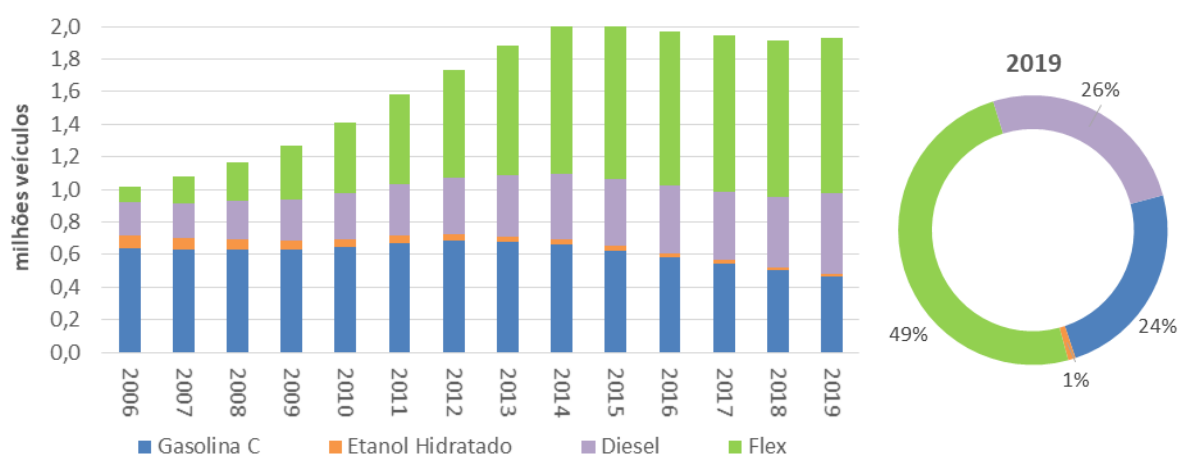
O Gráfico 9 apresenta a evolução da frota circulante na categoria Automóveis no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2019, por tipo de combustível. Ele mostra o crescimento expressivo do segmento *flex-fuel* e a redução do segmento a etanol, em vias de extinção, pois não são mais fabricados há vários anos. Em 2019, os veículos *flex-fuel* representavam 74% da frota total de Automóveis, os movidos a gasolina 24%, representando uma queda de 8% em relação a 2018. Os Automóveis movidos a etanol alcançam menos de 2% do total.

Gráfico 9 - Evolução da frota circulante de Automóveis por tipo de combustível



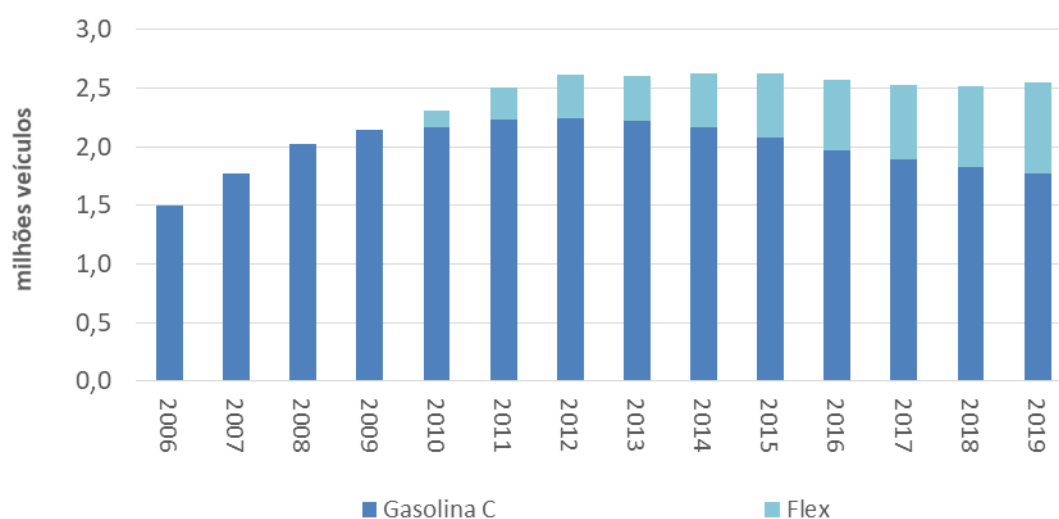
O Gráfico 10 apresenta a evolução da frota circulante no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2019, na categoria Comerciais Leves por tipo de combustível. Ele mostra o crescimento expressivo do segmento no começo da série, porém estável nos últimos anos. Entretanto, observando separadamente, há aumento nos modelos flex-fuel e a diesel e redução na frota movida a gasolina. Esse fenômeno será mais bem observado nas análises seguintes, separados por fase do PROCONVE. Os movidos exclusivamente a etanol estão praticamente fora de circulação.

Gráfico 10 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves por tipo de combustível



O Gráfico 11 apresenta a evolução da frota circulante no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2019, na categoria Motocicletas por tipo de combustível. Ele mostra o crescimento expressivo do segmento *flex-fuel* em detrimento dos modelos a gasolina, que ainda estão em posição predominante.

Gráfico 11 - Evolução da frota circulante de Motocicletas por tipo de combustível

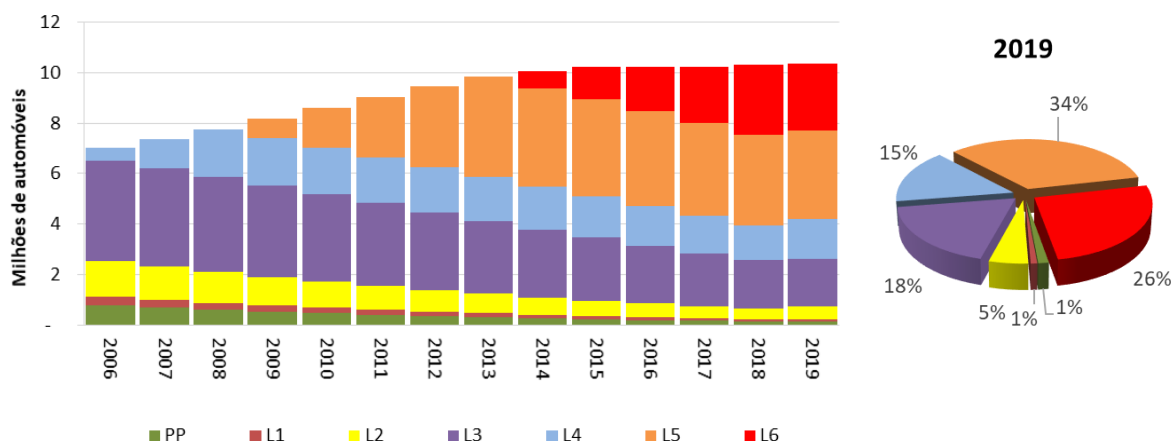


Os gráficos 12 a 17 apresentam a evolução da frota circulante no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2019, separados por fases do PROCONVE. Na fase PP (Pré PROCONVE), estão agrupados todos os veículos pesados fabricados até 1989, com exceção dos Ônibus Urbanos, que são os fabricados desde 1987. As informações sobre os limites de emissão e a vigência de cada fase encontram-se nos Apêndices Y até AE.

As fases de atendimento aos limites do PROCONVE caracterizam os fatores de emissão dos veículos sob duas vertentes complementares. Primeiro, pelo fato de o veículo ter sido projetado e fabricado para atender determinado nível de emissão exigido pela legislação. Segundo, pelo aumento da emissão ocasionada pela deterioração das condições do motor e dos equipamentos de controle da emissão ao longo do tempo. Assim veículos mais antigos, que já têm a emissão maior que a de veículos atuais por terem sido fabricados dessa forma, apresentam a emissão original aumentada em razão da deterioração.

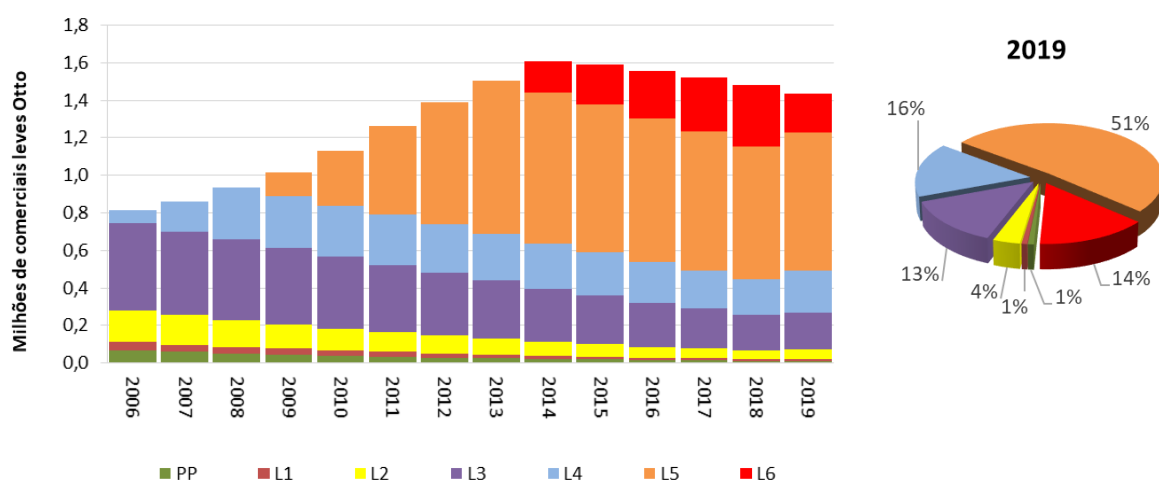
O Gráfico 12 apresenta a evolução da frota circulante na categoria Automóveis no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019. Observa-se neste ano que, apesar de 60% da frota ser composta por veículos das fases L5 e L6, existem ainda 25% de veículos fabricados até a fase L3, com mais de 20 anos de fabricação.

Gráfico 12 - Evolução da frota circulante de Automóveis segundo as fases do PROCONVE



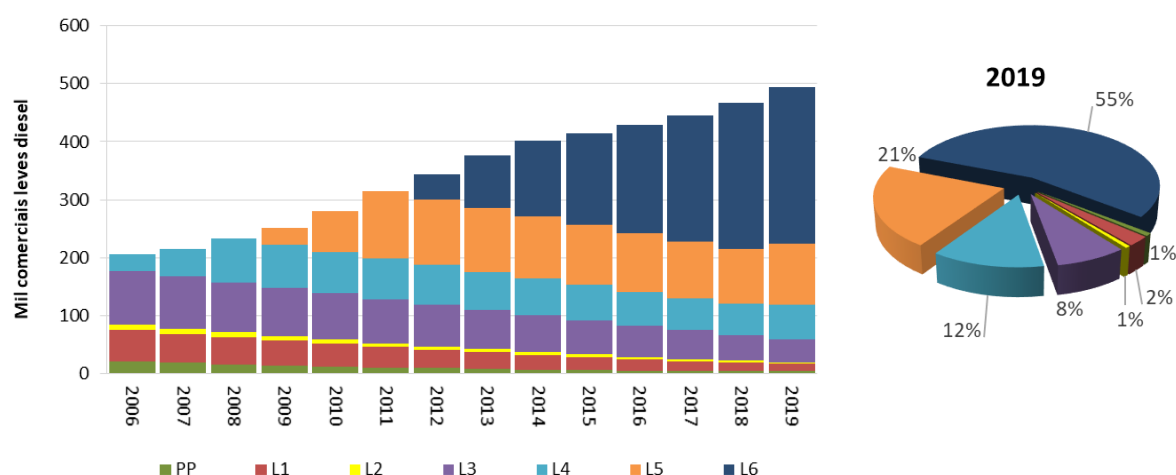
O Gráfico 13 apresenta a evolução da frota circulante na categoria Comerciais Leves do ciclo Otto no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019. Observa-se a expressiva quantidade de veículos da fase L5, fabricados de 2009 a 2013. Também se nota a redução do tamanho da frota desse segmento, notadamente sendo substituída por veículos movidos a diesel, conforme se observa no Gráfico 14.

Gráfico 13 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves do ciclo Otto segundo as fases do PROCONVE



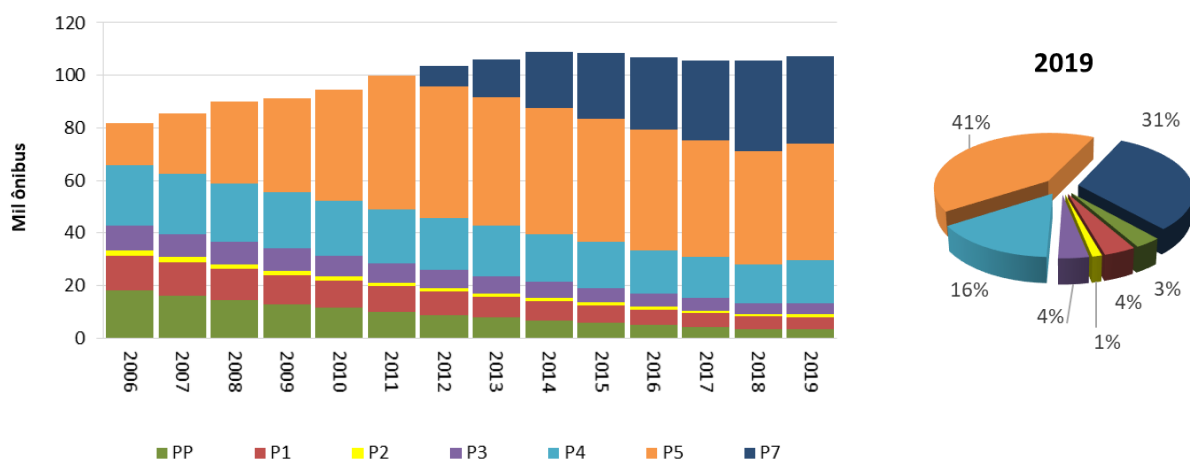
O Gráfico 14 apresenta a evolução da frota circulante da categoria Comerciais Leves movidos a diesel no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019. Para essa categoria, a fase L6 foi antecipada para 2012 em face do acordo judicial envolvendo a questão da fase P6 do PROCONVE e do diesel com baixo teor de enxofre. Assim destaca-se a grande participação (56%) de veículos dessa fase na frota circulante. Ao contrário dos Comerciais Leves do ciclo Otto apresentados no Gráfico 13, a frota circulante dos Comerciais Leves movidos a diesel continua em expansão. Esse aspecto leva a uma preocupação a mais em razão do intenso uso urbano dessa categoria de veículos, que é notadamente mais poluente do que os primeiros e também do que a categoria dos Automóveis.

Gráfico 14 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves diesel segundo as fases do PROCONVE



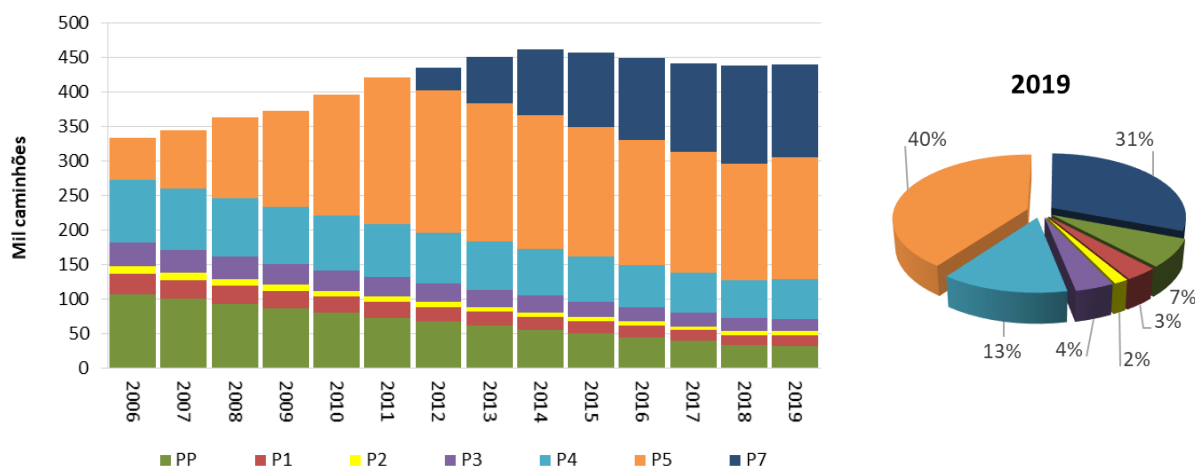
O Gráfico 15 apresenta a evolução da frota circulante de Ônibus no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019, segregada pelas subcategorias. Em 2019, 41% da frota pertencia à fase P5. Também houve um aumento na participação de veículos da fase atual, P7, para 31% do total. Aproximadamente 28% da frota, correspondente às fases Pré-PROCONVE até P4, ainda circulam no Estado com níveis de emissão de poluentes significativamente maiores que os veículos atuais.

Gráfico 15 - Evolução da frota circulante de Ônibus segundo as fases do PROCONVE



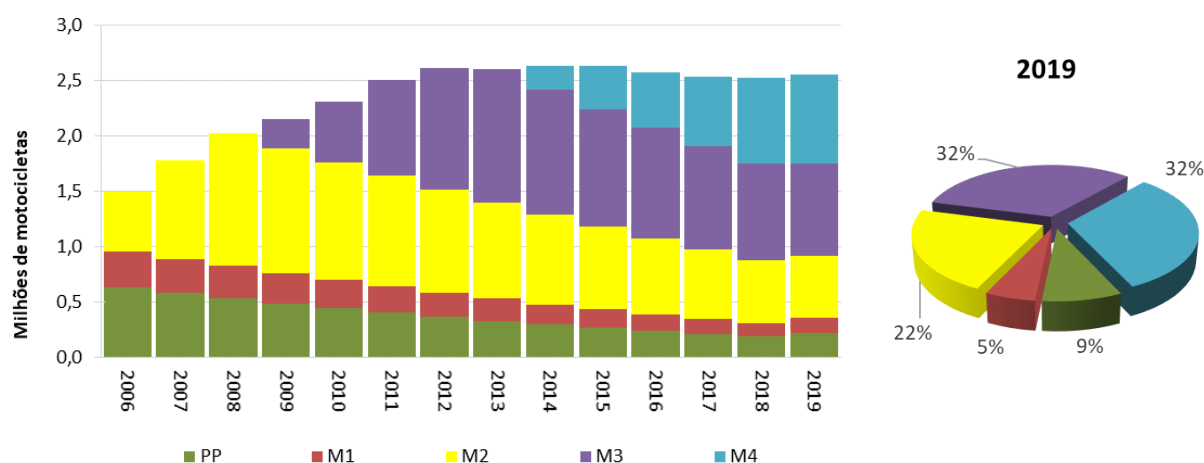
O Gráfico 16 apresenta a evolução da frota circulante de Caminhões no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019, segregada pelas subcategorias. Observa-se que, quando comparados aos Ônibus, a renovação da frota é mais lenta. Em 2019 a distribuição percentual da frota de Caminhões foi de 29% para os veículos fabricados nas fases anteriores a P5, o maior percentual para os veículos fabricados na Fase P5 (40%) e finalmente, 31% da frota fabricados sob a atual (Fase P7).

Gráfico 16 - Evolução da frota circulante de Caminhões segundo as fases do PROCONVE



O Gráfico 17 mostra a evolução da frota por fase do PROMOT da categoria Motocicletas no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019. Observa-se o crescimento da frota de Motocicletas da fase M4 e ainda a importante participação das Motocicletas da fase M3, fabricadas entre 2009 e 2013.

Gráfico 17 - Evolução da frota circulante de Motocicletas segundo as fases do PROMOT



4.2. Estimativa da idade média da frota circulante

O ano de fabricação de um veículo indica o padrão de emissão para o qual ele foi projetado, conforme as exigências do PROCONVE válidas para aquele ano. Por isso, o cálculo da idade média da frota circulante é importante indicador na avaliação do impacto da emissão de uma frota e pode auxiliar a estabelecer políticas públicas específicas.

A Tabela 6 mostra a idade média da frota circulante no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019 por categoria, ponderada pelo número de veículos de cada ano de fabricação.

Apesar de não ser significativamente alta quando comparada à idade média de outros países, em 2019, a idade média da frota circulante paulista sofreu pequeno crescimento, alcançando 10,1 anos, em especial, pelo baixo crescimento das vendas de veículos novos. Os destaques negativos, categorias com idade acima da média da frota, são os veículos a gasolina e a etanol, gradativamente saindo de circulação, e algumas faixas de Caminhões, e também as categorias de Ônibus.

Os Caminhões das subcategorias Semileves, Leves e Médios, e ainda os Ônibus Urbanos e Micro-ônibus, típicos de aplicação urbana, tem idade média avançada, o que significa uma grande parcela com altos níveis de emissão de poluentes, por terem sido projetados para fases menos restritivas do PROCONVE, além de ter acumulado rodagem e consequentemente, aumentado sua emissão por causa da deterioração.

Em 2019, circulavam no estado de São Paulo cerca de seis milhões de veículos com mais de 10 anos de uso, equivalente a aproximadamente 39% do total. A deterioração natural pelo uso, agravada pela falta de um programa de inspeção ambiental que incentive a realização de manutenção, incrementa as emissões desses veículos que já foram concebidos para atender fases do PROCONVE e do PROMOT há muito superadas.

A ausência da inspeção ambiental gera uma grande incerteza quanto ao montante das emissões desses veículos e também incertezas nos cálculos das emissões que constam neste relatório, que podem estar subestimadas.

Tabela 6 - Evolução da idade média da frota no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019 por categoria de veículo

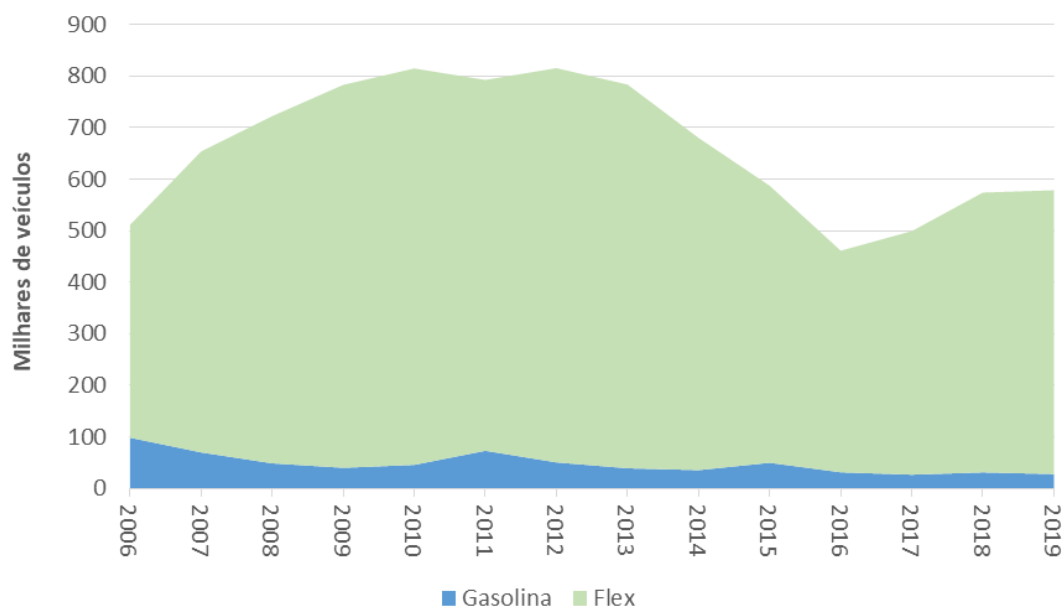
Categoria		Combustível	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Automóveis		Gasolina C	9,6	10,2	11,0	11,7	12,4	13,0	13,6	14,3	15,0	15,5	16,2	16,8	17,3	17,9
		Etanol Hid.	17,8	18,6	19,4	20,2	21,0	21,8	22,6	23,4	24,3	25,1	26,0	26,8	27,7	28,6
		Flex-fuel	1,6	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	4,0	4,4	4,9	5,5	6,1	6,6	7,1	7,5
Comerciais Leves		Gasolina C	9,2	9,6	9,9	10,1	10,1	9,8	9,8	10,1	10,4	11,1	11,8	12,5	13,2	14,0
		Etanol Hid.	17,0	17,8	18,7	19,5	20,4	21,3	22,1	23,0	23,9	24,8	25,7	26,6	27,5	28,5
		Flex-fuel	1,8	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	4,4	5,1	5,8	6,5	7,2	7,8
		Diesel	9,4	9,4	9,0	8,8	8,3	7,9	7,7	7,5	7,5	7,8	8,0	8,2	8,3	8,0
Caminhões	Semileves	Diesel	15,7	15,7	15,6	15,7	15,8	15,8	16,0	16,3	16,7	17,1	17,5	17,8	17,8	17,9
	Leves		15,4	15,3	15,1	15,0	14,5	14,1	13,9	13,8	13,8	14,0	14,2	14,5	14,6	14,8
	Médios		14,6	14,9	15,1	15,4	15,5	15,6	15,8	16,0	16,2	16,6	17,1	17,5	17,6	17,5
	Semipesados		8,8	8,5	8,1	8,1	7,8	7,5	7,7	7,8	8,1	8,6	9,3	9,9	10,4	10,8
	Pesados		8,9	8,6	8,2	8,2	7,8	7,6	7,6	7,6	7,8	8,3	8,9	9,4	9,6	9,6
Ônibus	Urbanos	Diesel	11,4	11,1	10,8	10,8	10,6	10,3	10,2	10,3	10,3	10,7	11,1	11,6	11,9	11,9
	Micro-ônibus		7,7	7,7	7,7	8,0	8,1	8,0	8,2	8,4	8,7	9,3	9,8	10,3	10,4	10,5
	Rodoviários		12,8	12,6	12,4	12,6	12,6	12,4	12,4	12,4	12,2	12,3	12,6	12,7	12,8	12,7
Motocicletas		Gasolina C	5,1	4,9	5,0	5,3	5,9	6,3	6,8	7,3	7,9	8,5	9,2	9,7	10,2	10,5
		Flex-fuel	-	-	-	-	1,0	1,5	2,0	2,2	2,7	3,2	3,8	4,3	4,7	4,9
Total			9,0	8,8	8,6	8,6	8,4	8,4	8,4	8,5	8,6	8,9	9,3	9,6	9,9	10,1

4.3. Vendas de veículos novos no estado de São Paulo

Para um melhor entendimento sobre a evolução do tamanho, da idade média da frota circulante e também para outras análises pertinentes, os gráficos 18 a 21 apresentam a evolução das vendas de veículos novos no Estado de São Paulo no período de 2006 a 2019, por categoria. Para as categorias Automóveis e Comerciais Leves, o ano de 2006 foi o último em que foram vendidos veículos dedicados exclusivamente a etanol.

O Gráfico 18 apresenta a evolução das vendas de Automóveis novos no período de 2006 a 2019. Observa-se o aumento significativo das vendas no período de 2006 a 2013, basicamente de veículos *flex-fuel* e a queda nas vendas entre 2014 e 2016. A partir de 2017, observamos um indicativo de recuperação e estabilização em 2019.

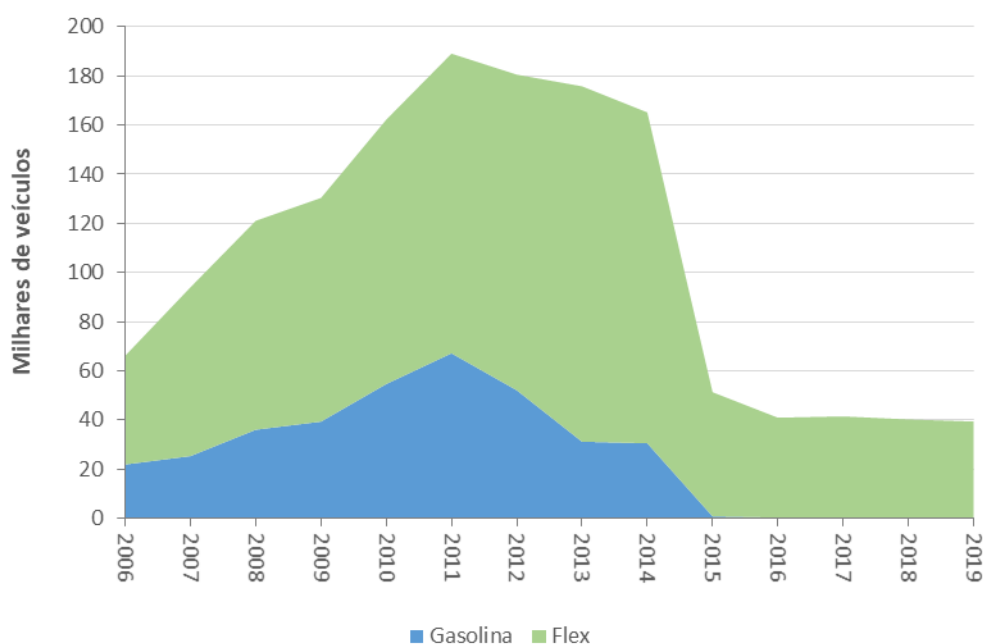
Gráfico 18 – Evolução das vendas de Automóveis novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2019



Fonte: ANFAVEA, 2020 (19)

O Gráfico 19 apresenta o total de veículos da categoria Comerciais Leves do ciclo Otto novos vendidos no período de 2006 a 2019. A venda de veículos *flex-fuel* também é maior nessa categoria e apresentou elevação até 2011 e uma queda acentuada a partir de 2015. A partir de 2016, nota-se a estabilização das vendas. A participação dos veículos dedicados a gasolina vem caindo desde 2015 chegando a menos de 200 unidades em 2019 em todo o estado de São Paulo.

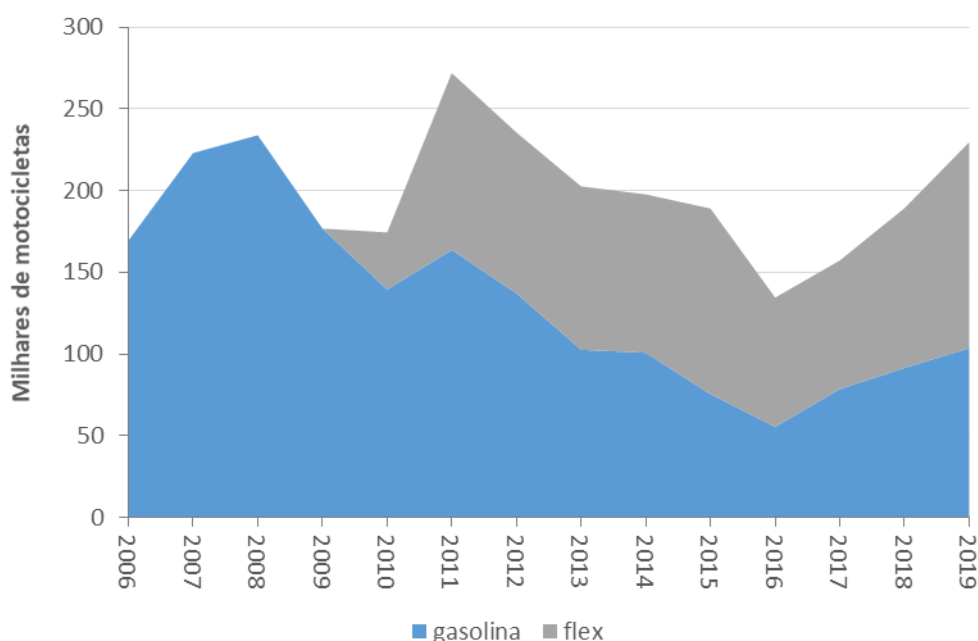
Gráfico 19 - Evolução das vendas de Comerciais Leves do ciclo Otto novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2019



Fonte: ANFAVEA, 2020 (19).

O Gráfico 20 apresenta a evolução das vendas de Motocicletas novas de 2006 a 2019. É possível observar o pico de vendas em 2011 e a queda nas vendas de 2012 a 2016. A partir de 2017, é possível observar uma tendência de recuperação nesse segmento. As Motocicletas *flex-fuel* representaram mais que 50% das vendas em 2019.

Gráfico 20 - Evolução das vendas de Motocicletas novas no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2019



Fonte: ABRACICLO, 2020 (20).

O Gráfico 21 apresenta a evolução das vendas de Caminhões novos separados por subcategoria no Estado de São Paulo no período de 2006 a 2019.

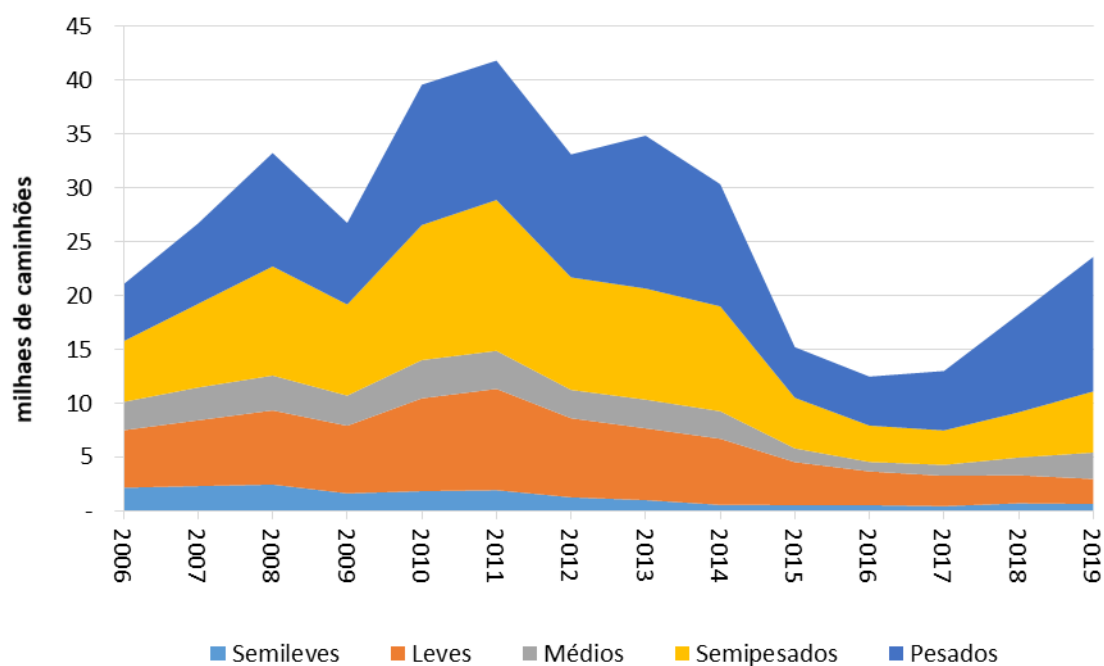
Em 2009, houve uma queda nas vendas em praticamente todo segmento de Caminhões, provavelmente, devido ao momento econômico à época. Depois de um período de aumento nas vendas por dois anos, em 2012, houve nova queda que se torna sistemática a partir de 2014. A partir de 2018, observa-se uma tendência de aumento nesse segmento.

A subcategoria Semileves vem apresentando uma queda ao longo da série histórica. Esse fato talvez ocorra pela migração das vendas dessa categoria para as outras nas quais a capacidade de carga dos caminhões é maior ou ainda para a categoria de Comerciais Leves.

A subcategoria Leves apresentou tendência de queda de 2012 a 2016 e uma certa estabilidade a partir de 2017. A subcategoria Médios, que apresentava a mesma tendência de queda, mostra uma pequena recuperação a partir de 2018.

No período apresentado, as subcategorias Semipesados e Pesados tiveram seu auge de vendas nos anos de 2010 e 2011. Entretanto, a partir de 2014 a queda nas vendas perdura de forma similar às outras subcategorias, com tendência de crescimento nas vendas dos Pesados a partir de 2018.

Gráfico 21 - Evolução das vendas de Caminhões novos nos anos de 2006 a 2019 no estado de São Paulo, separados por subcategorias



Fonte: ANFAVEA, 2020 (19)

5 ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE POLUENTES LOCAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO

As estimativas de emissão de poluentes foram calculadas para todo o estado de São Paulo.

Foi considerada a frota de veículos em circulação listada na Tabela 4. Em 2019, de acordo com a análise dos dados de consumo e preço de combustíveis pela metodologia utilizada neste relatório (24), obteve-se que no estado de São Paulo 68% da frota circulante de Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto com motor *flex-fuel* utilizou etanol hidratado como combustível, próximo ao ocorrido em 2018.

Nas tabelas e gráficos que apresentam as emissões, foi utilizado o parâmetro COV para totalizar as emissões de NMHC e aldeídos existentes. O parâmetro agrega as emissões de NMHC e aldeídos originados do escapamento, de NMHC evaporativo e de NMHC de abastecimento para as categorias Automóveis e Comerciais Leves equipados com motor do ciclo Otto.

Para as Motocicletas e veículos com motor do ciclo Diesel, são contabilizadas apenas as emissões de NMHC pelo escapamento, pois não há dados disponíveis da emissão evaporativa, de abastecimento e de aldeídos dessas categorias. Em seguida, em tabelas específicas da emissão de COV são detalhados cada um dos poluentes, apresentados separadamente por categoria de veículos e combustível.

A evolução das emissões no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019 por poluente, segregado por categoria de veículos e combustível, está apresentada nos Apêndices R até W.

Os resultados das estimativas de emissão de poluentes locais no estado de São Paulo em 2019 são apresentados na Tabela 7, segregados por categoria de veículo e combustível e as emissões dos compostos tipo COV agregados.

Comparadas a 2018, as estimativas totais para 2019 foram inferiores para os poluentes CO, COV, NO_x, MP e SO₂. Quando se observa a emissão de COV de forma desagregada, conforme apresentado na Tabela 8, verifica-se aumento na emissão de abastecimento e de aldeídos.

O aumento do consumo de etanol em substituição à gasolina nos veículos *flex-fuel* combinado com a prevalência desse tipo de tecnologia, aplicada na maior parte dos Automóveis e parte dos Comerciais Leves, provoca o aumento da emissão de aldeídos. O fator de emissão desse poluente é maior quando usando etanol. O aumento no consumo de combustível para ciclo Otto, tanto de etanol quanto de gasolina, provoca ainda o aumento na emissão de abastecimento, já que não há controle sobre essa fonte específica.

No caso do SO₂, a redução ocorre tanto pela substituição da gasolina quanto pelo uso maior do diesel de baixo teor de enxofre, o chamado diesel S10.

Tabela 7 - Estimativas da emissão veicular no estado de São Paulo em 2019

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NO _x	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	72.014	9.607	42	108	14.763
		Etanol Hidratado	19.225	1.536	nd	nd	3.724
		Flex-gasolina C	25.955	2.600	41	112	8.264
		Flex-etanol hidratado	63.184	4.861	nd	nd	17.092
Comerciais Leves		Gasolina C	12.910	1.355	8	29	2.482
		Etanol Hidratado	1.606	142	nd	nd	317
		Flex-gasolina C	4.071	467	6	22	1.366
		Flex-etanol hidratado	10.718	869	nd	nd	2.662
		Diesel	1.472	6.609	288	189	373
Caminhões	Semileves	Diesel	367	1.960	87	32	113
	Leves		1.692	9.291	355	157	475
	Médios		1.122	6.295	294	93	343
	Semipesados		7.193	43.282	1.105	877	1.527
	Pesados		7.406	46.491	1.065	877	1.720
Ônibus	Urbanos	Diesel	3.198	16.140	408	20	610
	Micro-ônibus		245	1.300	31	2	49
	Rodoviários		1.622	9.645	270	169	407
Motocicletas		Gasolina C	57.881	2.028	127	20	7.318
		Flex-gasolina C	4.385	248	21	5	549
		Flex-etanol hidratado	2.853	144	nd	nd	434
Total			299.118	164.869	4.148	2.712	64.589

Notas: nd – não disponível.

(1) MP calculado para veículos *flex-fuel* utilizando Gasolina C.

(2) Emissões calculadas pelo método *top-down*.

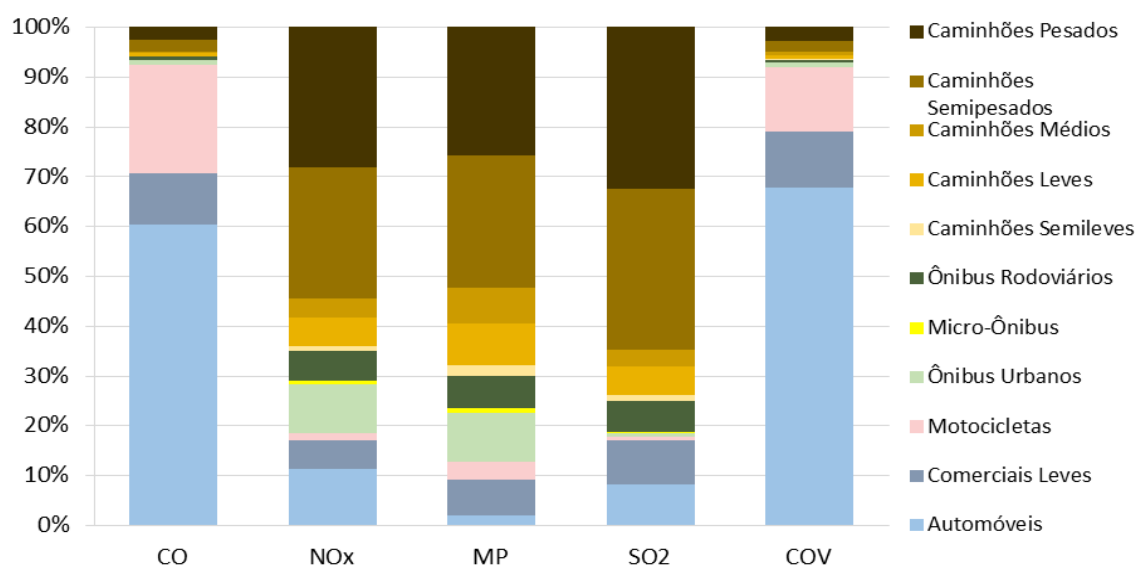
O Gráfico 22 mostra a contribuição relativa de cada categoria de veículo nas emissões dos poluentes no estado de São Paulo em 2019.

Pode-se destacar a maior contribuição dos veículos do ciclo Otto, Automóveis, Comerciais Leves e Motocicletas, nas emissões de CO e COV. Essas emissões são características desse tipo de motor e a grande quantidade de veículos nessas categorias faz com que sua contribuição seja predominante.

Os Caminhões Pesados, Semipesados e os Ônibus Urbanos destacam-se pela grande participação nas emissões de NO_x e MP. Esses poluentes são característicos dos motores do ciclo Diesel. O uso intensivo dessas categorias reflete na participação elevada na emissão total desses poluentes.

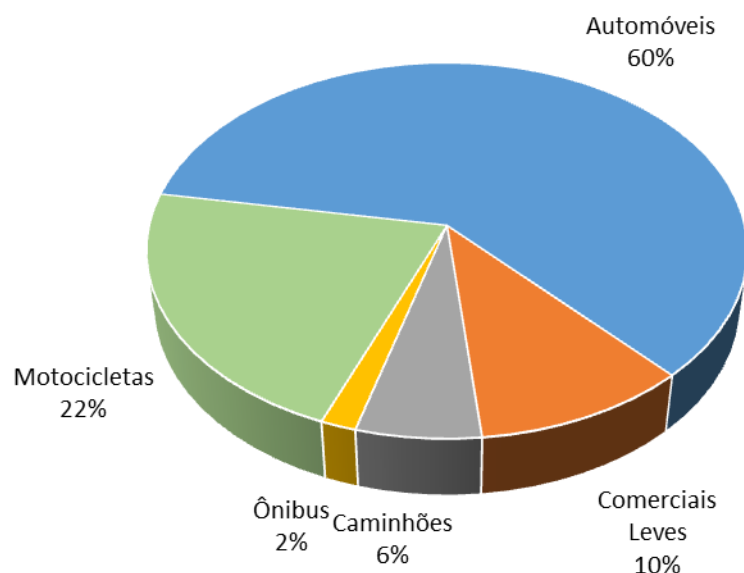
A emissão de SO₂ está ligada ao teor de enxofre contido nos combustíveis fósseis comercializados no país, em especial, na parcela do diesel com 500 mg/kg de enxofre e na gasolina, com até 50 mg/kg.

Gráfico 22 - Contribuição relativa de cada categoria na emissão de poluentes no estado de São Paulo em 2019



O Gráfico 23 apresenta a participação percentual das categorias para o poluente CO. Os Automóveis são os maiores contribuintes, com participação de 60% na emissão total.

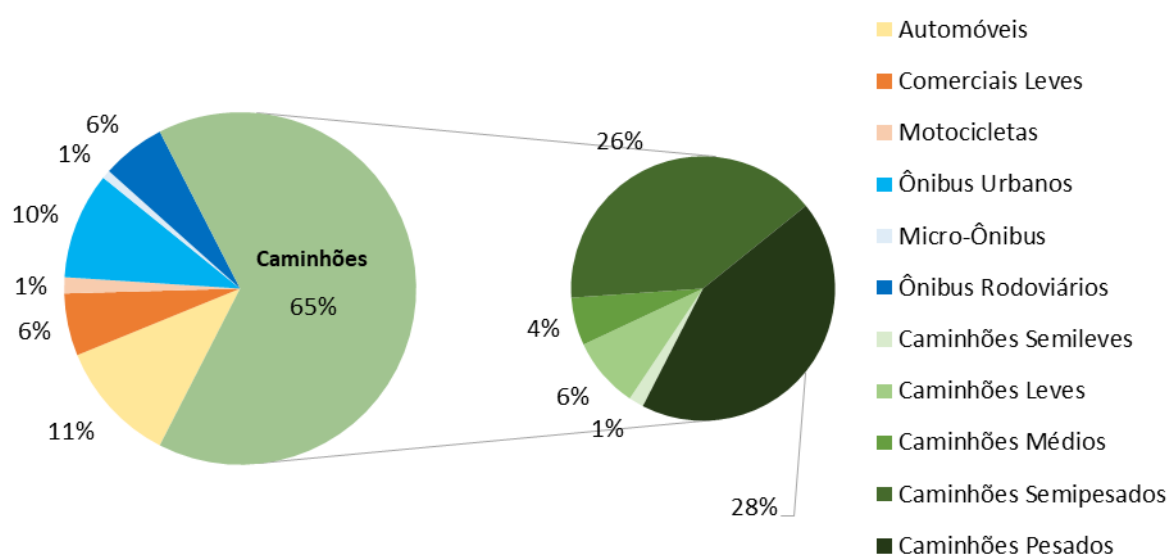
Gráfico 23 Contribuição das categorias de veículos na emissão de monóxido de carbono no estado de São Paulo em 2019



O Gráfico 24 apresenta a participação percentual das categorias para o poluente NO_x. Para esse poluente, a maior contribuição é da categoria Caminhões, em especial, os Pesados e os Semipesados, como é possível ver no detalhamento.

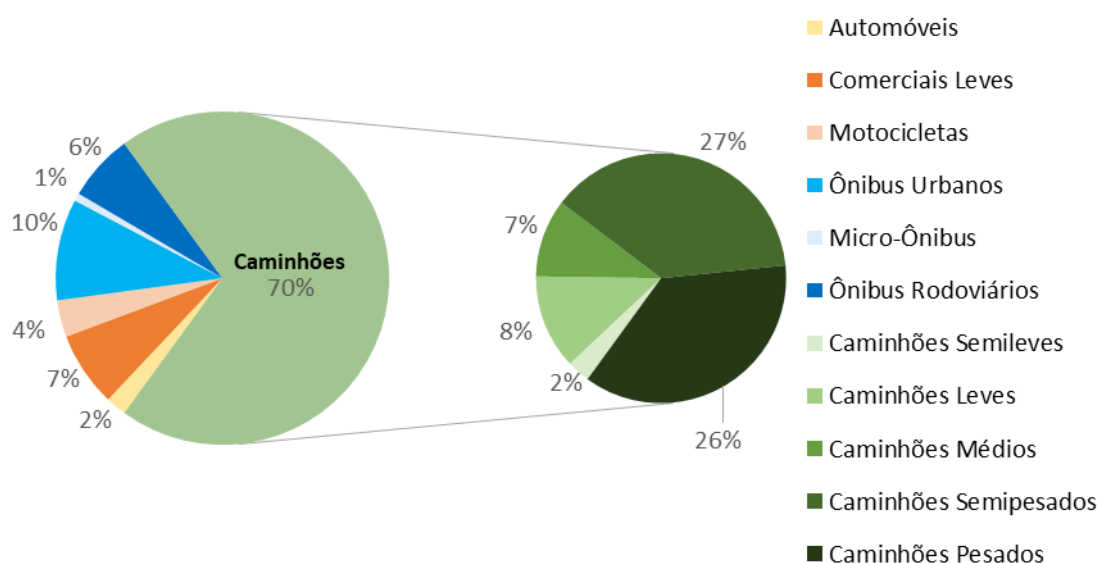
Na sequência, destacam-se as contribuições dos Automóveis e dos Ônibus Urbanos na emissão de NO_x, esses veículos são típicos de uso urbano e contribuem de maneira mais significativa no comprometimento da qualidade do ar dessas áreas.

Gráfico 24 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de óxidos de nitrogênio no estado de São Paulo em 2019



O Gráfico 25 apresenta a participação percentual das categorias para o poluente MP. Para esse poluente, a maior contribuição também é da categoria Caminhões, predominando os Pesados e os Semipesados, como é possível observar no detalhamento.

Gráfico 25 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de material particulado no estado de São Paulo em 2019

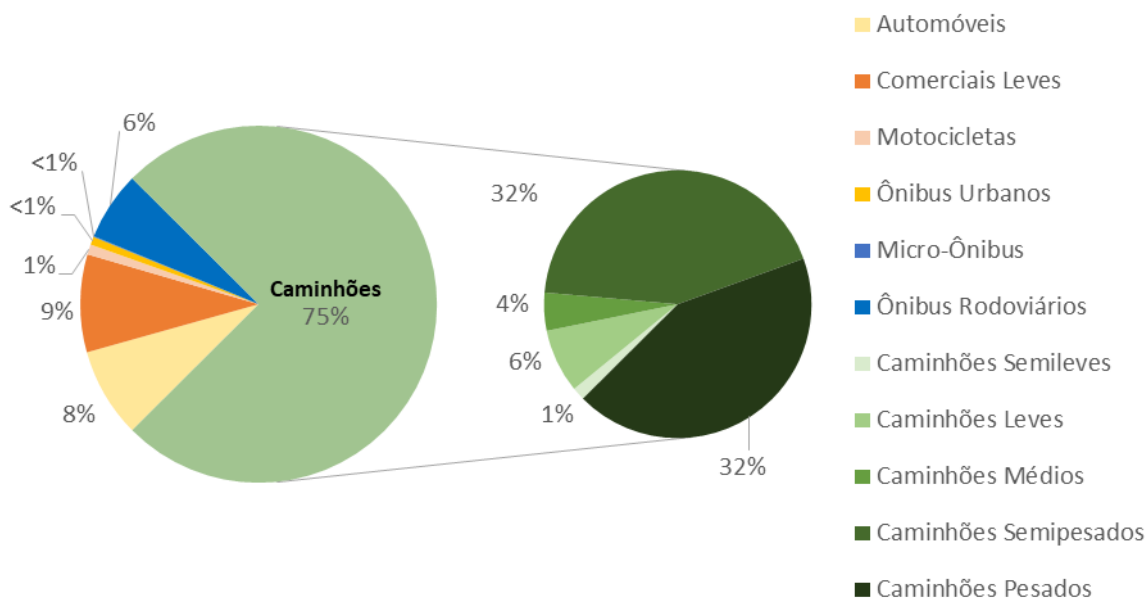


Vale observar que os Caminhões Pesados e Semipesados circulam predominantemente em estradas e sua contribuição no comprometimento das regiões urbanas deve ser relativizada. O mesmo raciocínio deve ser utilizado para os Ônibus Rodoviários. Os Caminhões menores são veículos de aplicação típica de distribuição de carga, de uso predominantemente urbano e que contribuem de maneira mais significativa no comprometimento nessas áreas, juntamente com os Ônibus Urbanos. Devem ser, portanto, objeto de maior atenção no controle das emissões, em especial, pelo grande comprometimento dessas áreas com o poluente.

Destaca-se que para os poluentes NO_x e MP, a nova Resolução CONAMA nº 490/2018 (4) introduz limites de emissão e procedimentos de ensaios bastante restritivos para Caminhões e Ônibus, que levarão a redução importante nas emissões destas categorias de veículos. As primeiras exigências entram em vigor a partir de 2022.

O Gráfico 26 apresenta a participação percentual das categorias para o poluente SO₂ no qual é possível observar a maior contribuição da categoria Caminhões. O detalhamento mostra a maior contribuição das subcategorias Pesados e Semipesados. Destaca-se também a categoria Comerciais Leves pelo uso do diesel em uma parcela significativa desses veículos.

Gráfico 26 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de dióxido de enxofre no estado de São Paulo em 2019



O poluente SO₂ é formado pela oxidação do enxofre presente nos combustíveis fósseis. O controle da emissão desse poluente, portanto, só é possível na especificação dos combustíveis. No caso do diesel, o diesel S10, de baixo teor de enxofre.

O S10 é obrigatório para os veículos que atendem às fases L6, P7 e posteriores. Assim, com a renovação natural da frota e a introdução de veículos novos que demandam o uso do diesel S10, a tendência é a redução gradativa da emissão de SO₂.

Os combustíveis renováveis não possuem teores de enxofre em valores detectáveis, portanto a emissão de poluente é considerada nula.

A Tabela 8 apresenta os valores de emissão de COV, segregados por tipo, origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), categoria de veículo e combustível. Ressalta-se que não existem dados disponíveis para a emissão evaporativa, de abastecimento e de aldeídos para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus. As primeiras, em especial, podem estar com as estimativas desse poluente subestimadas.

Tabela 8 - Estimativa de emissão veicular de COV no estado de São Paulo em 2019 segregada por origem, categoria e combustível.

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)			
			NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO
Automóveis		Gasolina C	7.171	3.968	3.334	289
		Etanol Hidratado	1.808	1.683	82	151
		<i>Flex</i> -gasolina C	2.539	2.173	3.448	103
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	7.393	5.072	3.520	1.107
Comerciais Leves		Gasolina C	1.071	504	871	36
		Etanol Hidratado	157	138	8	13
		<i>Flex</i> -gasolina C	393	293	663	17
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	1.077	746	662	178
		Diesel	373	nd	nd	nd
Caminhões	Semileves	Diesel	113	nd	nd	nd
	Leves		475	nd	nd	nd
	Médios		343	nd	nd	nd
	Semipesados		1.527	nd	nd	nd
	Pesados		1.720	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	610	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		49	nd	nd	nd
	Rodoviários		407	nd	nd	nd
Motocicletas		Gasolina C	7.318	nd	nd	nd
		<i>Flex</i> -gasolina C	549	nd	nd	nd
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	434	nd	nd	nd
Total			35.529	14.576	12.589	1.895

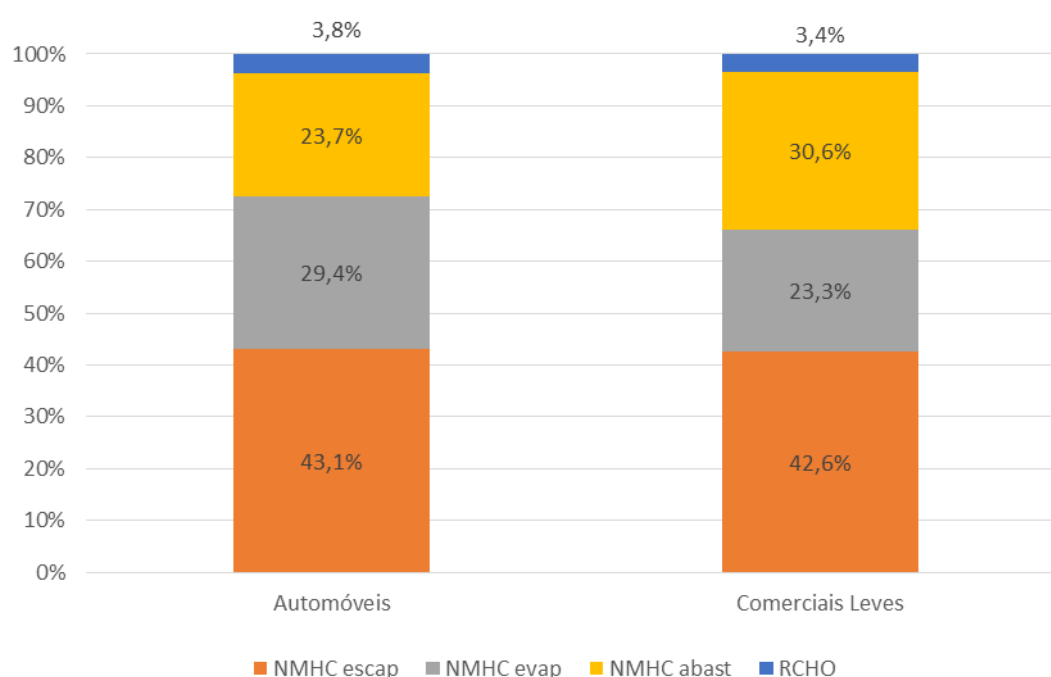
Notas: nd – não disponível.

Destaca-se que até 2022 a emissão de abastecimento não sofrerá qualquer tipo de controle no Brasil, diferentemente das emissões de escapamento e evaporativa que tiveram limites máximos reduzidos ao longo dos anos por força do PROCONVE. Assim, a emissão de abastecimento tende a evoluir de forma proporcional ao consumo de combustível, enquanto que as emissões de escapamento e evaporativa tendem a diminuir pela renovação da frota e introdução de veículos que atendem às fases mais recentes do programa de controle.

Com a aprovação da Resolução CONAMA nº 492/2018 (3), os Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto passarão a ter controle da emissão de abastecimento nos veículos fabricados a partir de 2023 em percentuais escalonados até que em 2025 todos os veículos dessas categorias passem a ter esse controle, o que deve levar à reversão da tendência de aumento dessa fonte de poluição na próxima década.

O Gráfico 27 apresenta a contribuição por origem na emissão de COV no Estado de São Paulo em 2019 nas categorias Automóveis e Comerciais Leves movidos a gasolina ou etanol. Observa-se que a emissão de NMHC de escapamento é predominante em ambas categorias, acima de 40%. Também são importantes as contribuições da emissão por evaporação de combustível, tanto do veículo como um todo, quanto no momento de abastecimento, chegando a 30% da emissão total de COV nos Comerciais Leves. Para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus são consideradas apenas as emissões de NMHC de escapamento, pois não existem estimativas das outras fontes nessas categorias.

Gráfico 27 – Contribuição relativa na emissão COV por origem e categoria no estado de São Paulo em 2019



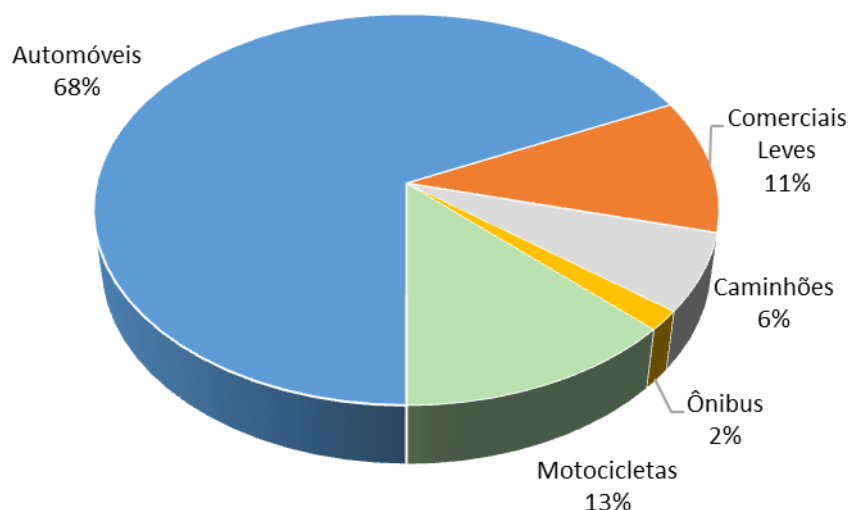
O Gráfico 28 apresenta a participação percentual das categorias para o grupo de poluentes COV, que incluem as emissões de NMHC e aldeídos. Da mesma forma, os Automóveis são os maiores contribuintes, com participação de 68% na emissão total.

Nesse caso, é possível considerar que as emissões estão subestimadas para as Motocicletas, pois não estão contabilizadas as emissões evaporativas, de abastecimento e de aldeídos, que podem aumentar a emissão de COV nessa categoria.

A Resolução CONAMA nº 493/2019 (5) prevê o controle de aldeídos para novos modelos de motocicletas a partir de 2023 e todos a partir de 2025. A mesma resolução introduz novos procedimentos de controle de emissão evaporativa nos mesmos períodos.

No caso das categorias de veículos que utilizam motor do ciclo Diesel, como Caminhões e Ônibus, espera-se que as emissões de aldeídos, evaporativas e de abastecimento do diesel sejam insignificantes em razão da característica do combustível.

Gráfico 28 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de COV no estado de São Paulo em 2019



As contribuições demonstradas nos Gráficos 23 a 28 refletem o conjunto das emissões de toda a frota no estado de São Paulo. O impacto dessas emissões na qualidade do ar e na saúde da população está ligado à contribuição de cada categoria em um espaço geográfico determinado, que não necessariamente reflete a mesma distribuição da frota do Estado.

Para exemplificar, é esperado que a maior parte das emissões de Caminhões Pesados, Semipesados e Ônibus Rodoviários se dispersem ao longo das rodovias, onde essas categorias concentram sua atividade. Portanto, elas impactam menos as regiões urbanas, mais densamente povoadas. Por outro lado, é esperado que os veículos das categorias Automóveis, Motocicletas, Ônibus Urbanos, Comerciais Leves e Caminhões Leves e Médios circulem mais em ambientes urbanos e, portanto, impactem mais a qualidade do ar e a saúde das populações.

O Gráfico 29 apresenta a evolução das emissões de poluentes locais no período de 2006 a 2019 no estado de São Paulo.

Observa-se que mesmo com o crescimento constante da frota, que perdurou até 2014 como visto no Gráfico 6, a emissão dos poluentes seguiu decrescente, motivada pela incorporação de veículos com novas tecnologias em substituição aos veículos antigos e mais poluidores.

A emissão de SO₂ sofreu redução drástica a partir de 2014 em razão da alteração do teor de enxofre do diesel a partir de 2013 e da gasolina a partir de 2014. Em 2019, o aumento do consumo do diesel S10 explica nova queda das emissões desse poluente.

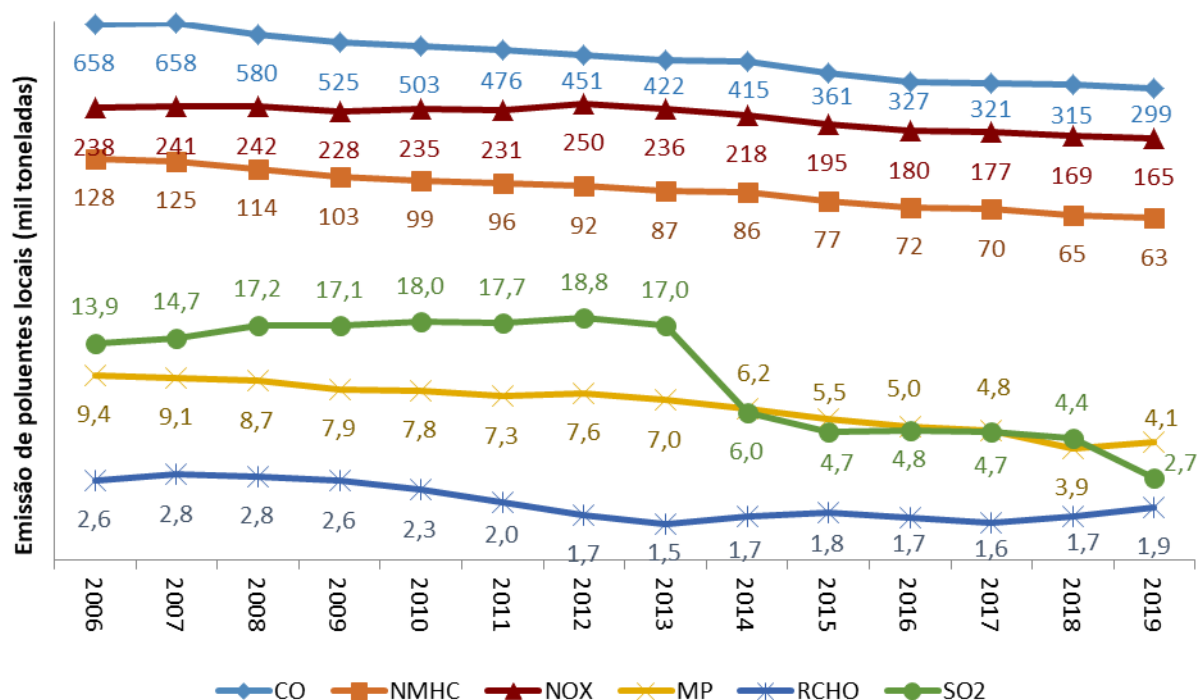
Apesar de as emissões dos poluentes locais terem apresentado uma tendência de queda, com algumas exceções no período avaliado, alguns municípios do estado de São Paulo

apresentam ultrapassagens do padrão estadual de qualidade do ar para o poluente ozônio.

O ozônio não é emitido diretamente para a atmosfera, é produzido fotoquimicamente na presença de radiação solar em atmosfera contaminada com NO_x e COV (NMHC e RCHO). Portanto, para a melhoria da qualidade do ar no parâmetro ozônio é necessária a redução das emissões de ambos poluentes.

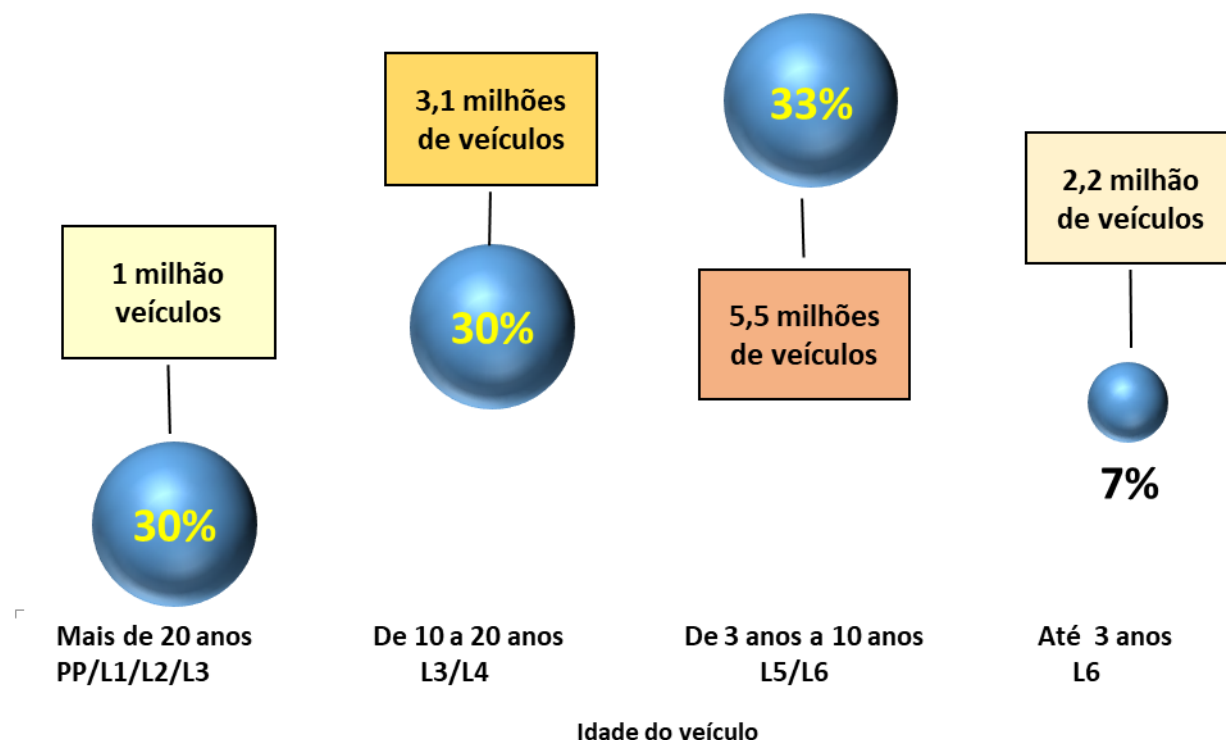
Da mesma forma, algumas regiões próximas as vias de tráfego intenso também apresentam valores de contaminação por $\text{MP}_{2,5}$ acima dos padrões legais. A emissão desse poluente é preponderante por veículos, mas também é possível que frações desse poluente tenham sido formadas a partir de reações químicas na atmosfera. Assim, são necessários esforços constantes para reduzir de forma mais acentuada a emissão desse poluente para buscar a melhoria da qualidade do ar.

Gráfico 29 - Evolução das emissões de poluentes no estado de São Paulo



A Figura 8 mostra a participação percentual da emissão da frota dos Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto em razão das fases do PROCONVE e ainda o número de veículos segregados por idade (conforme ano de fabricação) e, conseqüentemente, a respectiva fase do PROCONVE que atendeu quando fabricado.

Figura 8 - Participação percentual da emissão conforme a idade e a fase do PROCONVE no estado de São Paulo em 2019



O montante geral de veículos considerado nesta análise é de cerca de 11,8 milhões de veículos. O conjunto de veículos com até três anos, fabricados para atender à fase L6, é responsável por 7% da emissão total da categoria, ainda que seja composta por 2,2 milhões de veículos ou 19% da frota.

O conjunto de veículos com mais de 20 anos, fabricados para atender às fases antigas ou anteriores ao PROCONVE (PP, L1, L2 e L3), somam menos de 1 milhão de veículos ou 9% da frota, mas contribuem com 30% da emissão total.

Esses números demonstram o grande impacto que os veículos mais antigos e tecnologicamente defasados podem gerar na emissão total e justificam as políticas de renovação acelerada da frota e restrição de circulação dos modelos mais antigos em áreas mais poluídas. Programas desse tipo são aplicados em diversas cidades do mundo que sofrem com contaminação atmosférica gerada por veículos.

Além disso, considerando que os cuidados com a manutenção dessa parcela de veículos mais antigos devem ser precários, até pela ausência de um programa de inspeção ambiental obrigatório, a participação no total de emissões pode ser ainda maior.

6 ESTIMATIVAS DE EMISSÃO DE GEE NO ESTADO DE SÃO PAULO

As estimativas da emissão de gases de efeito estufa (GEE) diretos originados dos veículos no ano de 2019 foram calculadas para o estado de São Paulo, apresentadas em dióxido de carbono equivalente ($\text{CO}_{2\text{eq}}$), utilizando a metodologia Potencial de Aquecimento Global (GWP) em horizonte de 100 anos, prevista pelo IPCC - *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (9). Foram considerados os gases dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O).

A Tabela 9 mostra a equivalência dos GEE considerados neste relatório. De acordo com a metodologia, 1% do potencial de emissão de CO_2 não é efetivamente gerado, portanto, esse percentual foi reduzido do montante de CO_2 calculado.

Tabela 9 - Potencial de aquecimento global dos GEE

GEE	$\text{CO}_{2\text{eq}}$
CO_2	1
CH_4	21
N_2O	310

Fonte: IPCC (9)

Foi considerada a frota de veículos em circulação listada na Tabela 4. Em 2019, de acordo com a análise dos dados de consumo e preço de combustíveis pela metodologia utilizada neste relatório (24), obteve-se que no estado de São Paulo 68% da frota circulante de Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto com motor *flex-fuel* utilizou etanol hidratado como combustível.

As emissões de CO_2 provenientes dos combustíveis renováveis etanol anidro (misturado à gasolina no percentual de 27% em volume em 2019), etanol hidratado e biodiesel (em 2019 misturado ao óleo diesel no percentual de 10% até agosto e 11% em setembro) não são contabilizadas, de acordo com as regras estabelecidas pela Lei Estadual nº 13.798/2009 (32), que instituiu a Política Estadual de Mudanças Climáticas. As emissões dos gases CH_4 e N_2O de todas as origens entram na contabilização.

Para o cálculo das emissões de GEE de veículos foi adotado o método *top-down*, devido à indisponibilidade de fatores de emissão adequados ao cenário brasileiro. No método *top-down* é utilizado apenas o consumo aparente de combustível observado nas regiões de interesse ou no estado de São Paulo e o fator de emissão característico do combustível.

Para a obtenção dos resultados de emissões de dióxido de carbono foi adotada a metodologia descrita no 2º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (33). O Apêndice P apresenta a tabela com os fatores de emissão de CO_2 em kg/l de combustível, para gasolina automotiva, etanol hidratado, etanol anidro e diesel.

Para N_2O e CH_4 dos veículos movidos a diesel, os fatores de emissão foram obtidos na publicação do IPCC (9). Para os veículos do ciclo Otto, do IPCC (9) e BORSARI (10).

Os valores dos fatores de emissão encontram-se nos Apêndices D, E, L e M, conforme a categoria de veículo.

Os resultados das estimativas de GEE no estado de São Paulo em 2019 são apresentados na Tabela 10, em CO_{2eq}, segregados por categoria de veículo e combustível. O valor total ultrapassou 38,4 milhões de toneladas de CO_{2eq}, um pequeno aumento em relação a 2018 (1,8%).

Tabela 10 - Estimativa das emissões de GEE de origem veicular no estado de São Paulo em 2019

Categoria		Combustível	CO _{2eq} (mil t)
Automóveis		Gasolina C	4.920
		Etanol Hidratado	12
		<i>Flex</i> - Gasolina C	5.069
		<i>Flex</i> - Etanol Hidratado	477
Comerciais Leves		Gasolina C	1.279
		Etanol Hidratado	1
		<i>Flex</i> -Gasolina C	979
		<i>Flex</i> -Etanol Hidratado	70
		Diesel	2.661
Caminhões	Semileves	Diesel	235
	Leves		1.331
	Médios		726
	Semipesados		6.813
	Pesados		7.897
Ônibus	Urbanos	Diesel	3.082
	Micro-ônibus		283
	Rodoviários		1.566
Motocicletas		Gasolina C	883
		<i>Flex</i> -Gasolina C	210
		<i>Flex</i> -Etanol Hidratado	nd
Total			38.495

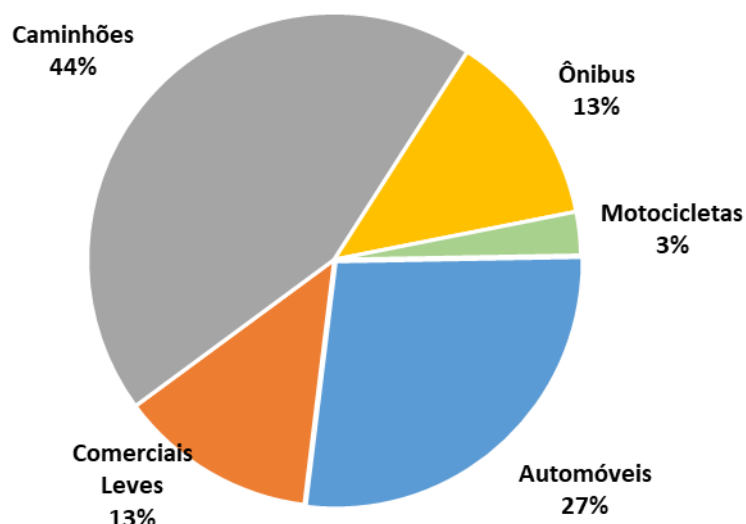
O Gráfico 30 apresenta a contribuição percentual de cada categoria de veículo nas emissões de GEE no estado de São Paulo em 2019. A participação dos Caminhões foi de 44%, seguida por Automóveis em 27%.

Apesar de os Caminhões comporem apenas 3% da frota total, conforme pode ser constatado no Gráfico 6, eles são movidos a diesel, combustível predominantemente fóssil.

Além disso, tem intensidade de uso alta. Assim, sua participação na emissão torna-se bastante relevante. Cabe destacar que para GEE, diferentemente dos poluentes locais, a localização geográfica da emissão não interfere no impacto, visto que as consequências dessa emissão são contabilizadas de maneira global.

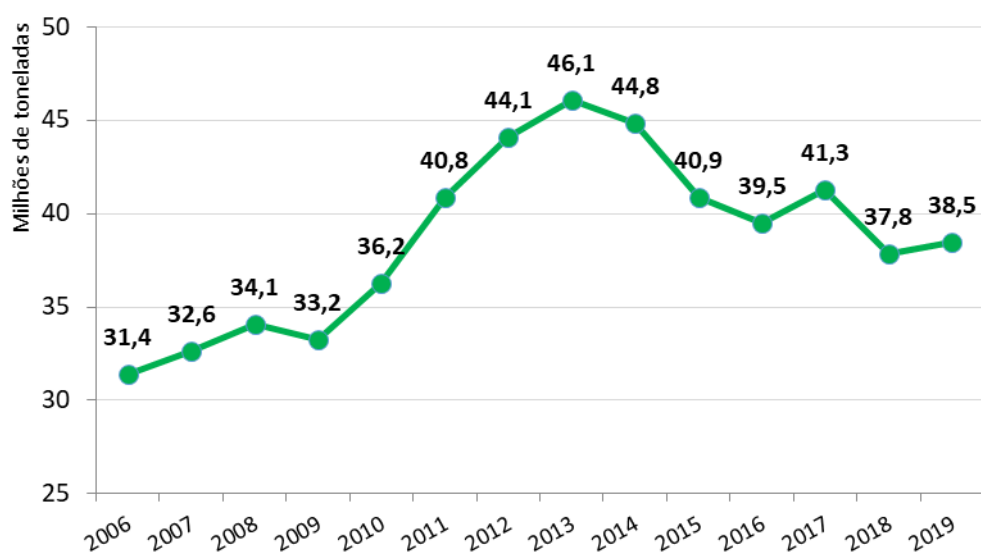
No caso dos Automóveis, a participação na frota é de 67%. Mesmo utilizando parcelas maiores de combustíveis renováveis, ainda assim o impacto de uso da gasolina é significativo na emissão de GEE.

Gráfico 30 - Contribuição de cada categoria de veículo nas emissões de GEE em CO_{2eq} no estado de São Paulo em 2019.



O Gráfico 31 apresenta a evolução das emissões de GEE de origem veicular no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019. Em 2019, houve um pequeno aumento das emissões em relação a 2018 devido ao aumento no consumo de combustível, em especial, o diesel. O Apêndice X apresenta a evolução das emissões de GEE de origem veicular no estado de São Paulo no período de 2006 a 2019.

Gráfico 31 - Evolução das emissões de GEE de origem veicular em CO_{2eq} no estado de São Paulo



A emissão de CH₄, conforme apontado pelo 2º Inventário Nacional (33) deve apresentar tendência de diminuição, visto que o incremento de veículos dotados de tecnologia de controle para abatimento das emissões de hidrocarbonetos leva também à diminuição na emissão daquele composto. Uma possível exceção a essa tendência poderia vir de um eventual incremento no uso do GNV em Automóveis, com aumento da emissão de CH₄ explicada pela própria composição do combustível, majoritariamente, metano.

Por outro lado, a emissão de N₂O deve apresentar tendência de elevação em virtude de sua emissão estar associada à presença de catalisadores de três vias que equipam os veículos leves. A emissão desses dois gases, no entanto, representa uma parcela pequena do total de GEE emitido. Assim, ações para a redução da emissão de GEE devem se concentrar na redução da emissão de CO₂.

Além da preferência pelo uso de combustíveis renováveis e pela tração elétrica, são necessários esforços para a melhoria da eficiência energética dos veículos por parte da indústria automotiva, tais como a diminuição de peso dos veículos, otimização do processo de combustão, redução do deslocamento volumétrico dos motores, hibridização, entre outros avanços tecnológicos.

7 INDICADORES

Os dados e resultados apresentados neste relatório permitem construir alguns indicadores que demonstram de forma clara e simplificada a evolução dos parâmetros de controle das emissões, da frota circulante e das questões correlatas.

A metodologia de cálculo desses indicadores está apresentada no item 2.7.

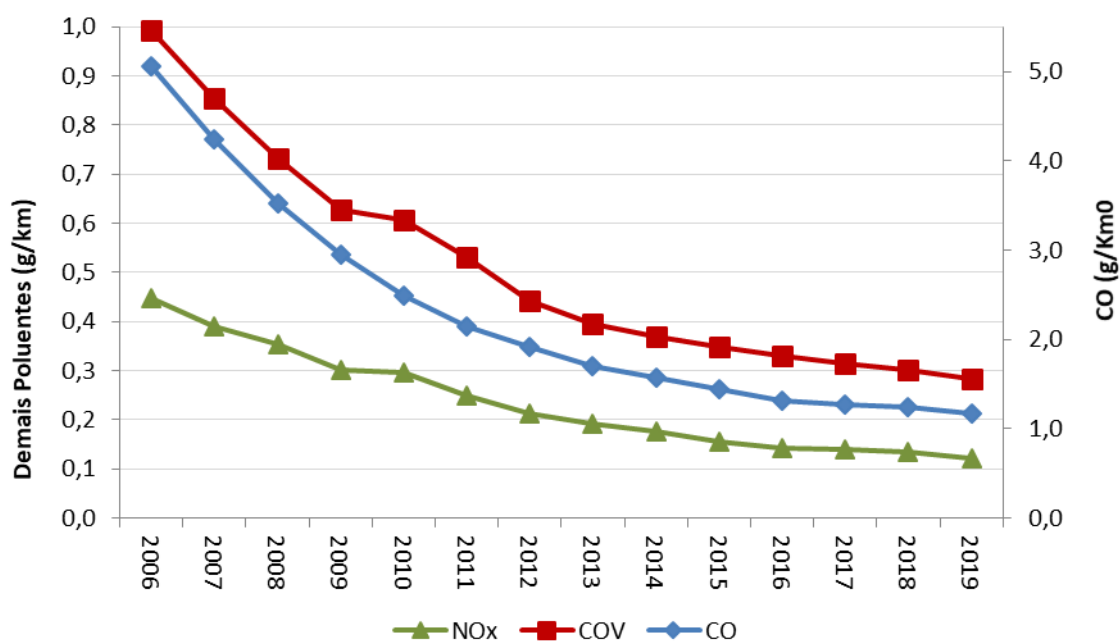
7.1. Indicador do controle das emissões dos veículos – indicador tecnológico

O Gráfico 32 mostra a evolução do indicador tecnológico no período de 2006 a 2019 para os Automóveis. Foram considerados os poluentes mais relevantes para essa categoria: CO com os valores no eixo à direita e COV e NO_x, no eixo à esquerda.

A tendência de redução da emissão se mantém ao longo dos anos, com variação na taxa conforme poluente e período. Essa variação pode ocorrer em razão da renovação da frota e da substituição do combustível nos veículos *flex-fuel*, em menor grau.

No período entre 2006 e 2010, a taxa da redução foi mais pronunciada e coincide com o aumento na venda de veículos novos, conforme demonstrado no Gráfico 18. Com o aumento na participação de veículos novos na frota total, com mais tecnologia de controle de emissões, o indicador apresenta tendência de queda acentuada. No período subsequente as vendas de novos diminuíram e a taxa de renovação foi menor, mas ainda mostrando ganhos na redução das emissões. O indicador ainda apresenta queda, porém, em inclinação menor nos últimos anos.

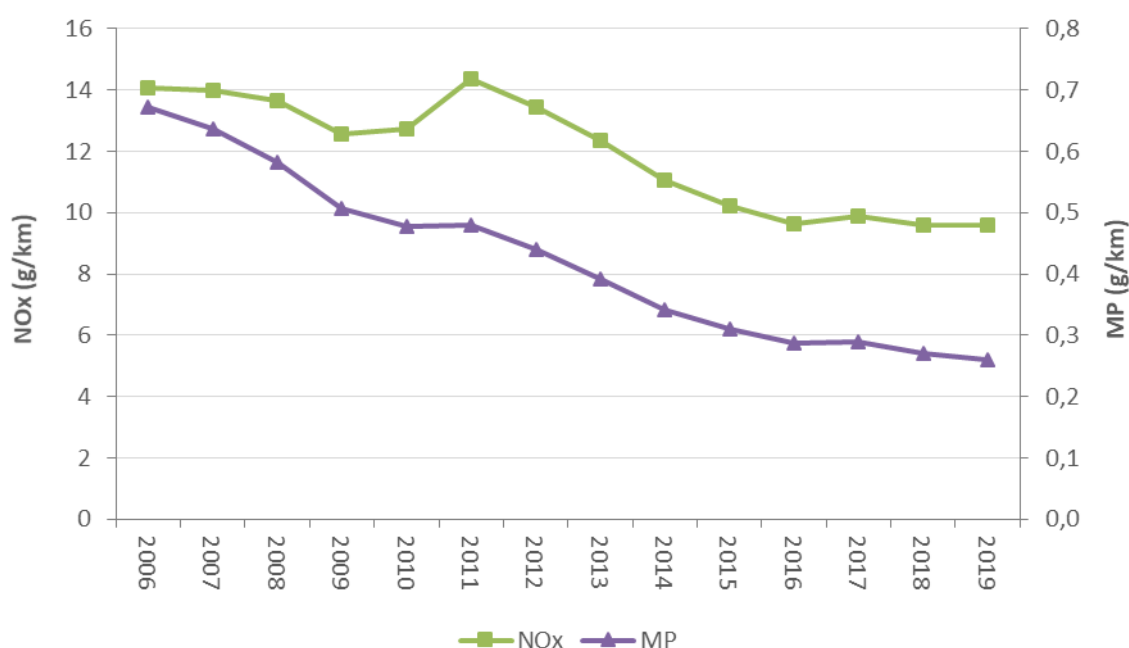
Gráfico 32 - Evolução do indicador tecnológico dos Automóveis no estado de São Paulo



O Gráfico 33 mostra a evolução do indicador tecnológico no período de 2006 a 2019 para os Caminhões. Nesse gráfico só estão apresentados os poluentes relevantes para a categoria, ou seja, MP e NO_x.

Os valores para MP são apresentados no eixo à direita e para NO_x no eixo à esquerda. A tendência de redução da emissão da frota circulante é bastante visível para ambos os poluentes em determinado período, em especial, por causa da evolução da frota para fase PROCONVE P7, iniciada em 2012. No período mais recente, desde 2016, se observa a redução da inclinação das linhas de tendência ou mesmo estabilização no caso do poluente NO_x. O fenômeno deve ser influenciado pela redução das vendas de novos, demonstrada na Tabela 5, e consequente redução da renovação da frota. Outra explicação é a proximidade da exaustão dos ganhos obtidos até a fase P7, considerando que parcela significativa da frota (aproximadamente 30%) é composta por veículos que atendem a essa fase, parcela que também é mais nova e portanto, tem maior intensidade de uso.

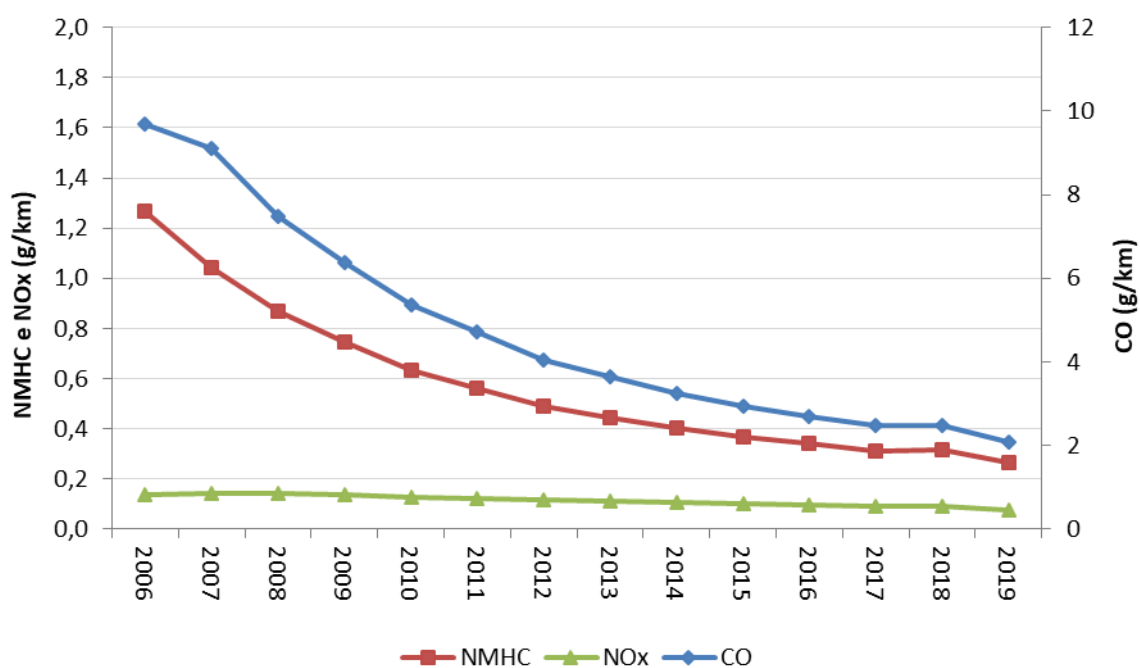
Gráfico 33 - Evolução do indicador tecnológico dos Caminhões no estado de São Paulo



O Gráfico 34 mostra a evolução do indicador tecnológico no período de 2006 a 2019 dos poluentes mais relevantes para a categoria Motocicletas. Destaca-se que para o poluente CO os valores de referência estão no eixo à direita. Para os demais poluentes, no eixo à esquerda.

Depois de ligeira alta em 2018, a evolução do indicador da categoria volta a cair em 2019, basicamente em razão do aumento da venda de veículos novos.

Gráfico 34 - Evolução do indicador tecnológico das Motocicletas no estado de São Paulo

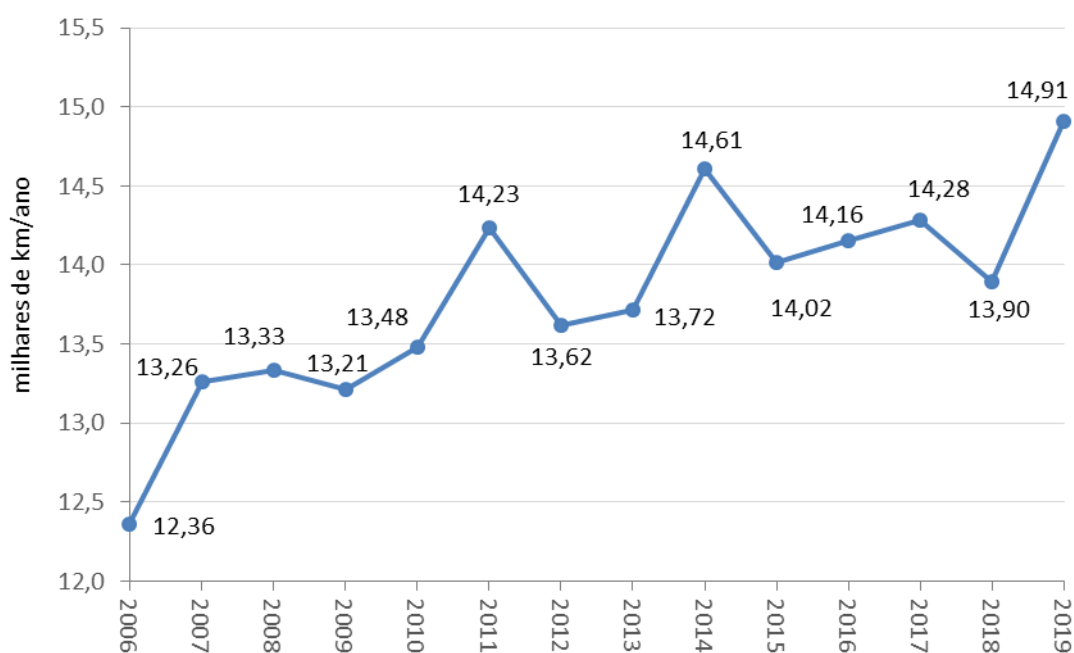


7.2. Indicador da intensidade de uso

O Gráfico 35 mostra a evolução do indicador de intensidade de uso no período de 2006 a 2019 para os Automóveis. A intensidade de uso média foi de 14,9 mil quilômetros por ano em 2019, aumento significativo em relação a 2018 e maior valor apurado no período. A explicação para esse aumento no indicador é o aumento do uso do veículo, constatado pelo aumento do consumo de combustível, sem o proporcional aumento do número de veículos na frota circulante.

A consequência desse fenômeno, aumento do uso dos veículos em uma frota com idade média aumentando, leva a desaceleração ou a reversão da tendência de redução da emissão total.

Gráfico 35 - Evolução do indicador da intensidade de uso ajustada de Automóveis no período de 2006 a 2019 no estado de São Paulo

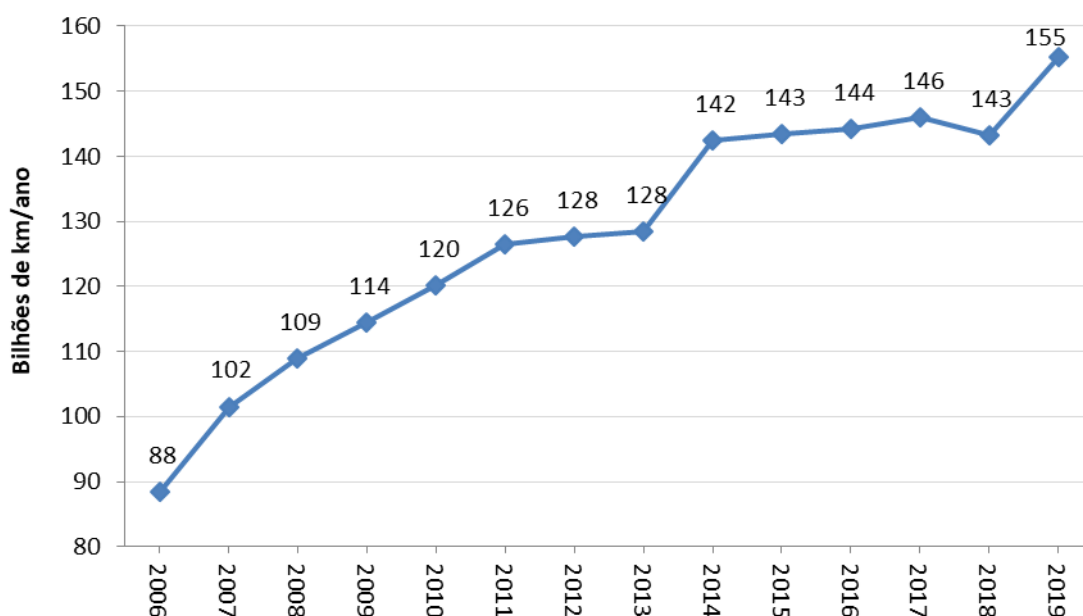


7.3. Indicador de distâncias anuais percorridas (km/ano)

O Gráfico 36 mostra a evolução do indicador de distância anual percorrida no período de 2006 a 2019 para os Automóveis, no Estado. Os resultados demonstram a influência da situação econômica no país no indicador, com estabilização no período de 2014 a 2018. Em 2019, ocorreu aumento significativo no indicador.

Ao contrário do indicador de intensidade de uso, esse indicador é dependente também do tamanho da frota circulante. Essa dependência fica clara no período de 2006 a 2011, quando a taxa de crescimento da frota circulante era maior, conforme Gráfico 5. Em 2019, o indicador mostra aumento significativo em relação ao período anterior, influenciado pelo aumento da frota e especialmente pelo aumento do uso dos veículos.

Gráfico 36 - Indicador de distâncias anuais percorridas para Automóveis do estado de São Paulo

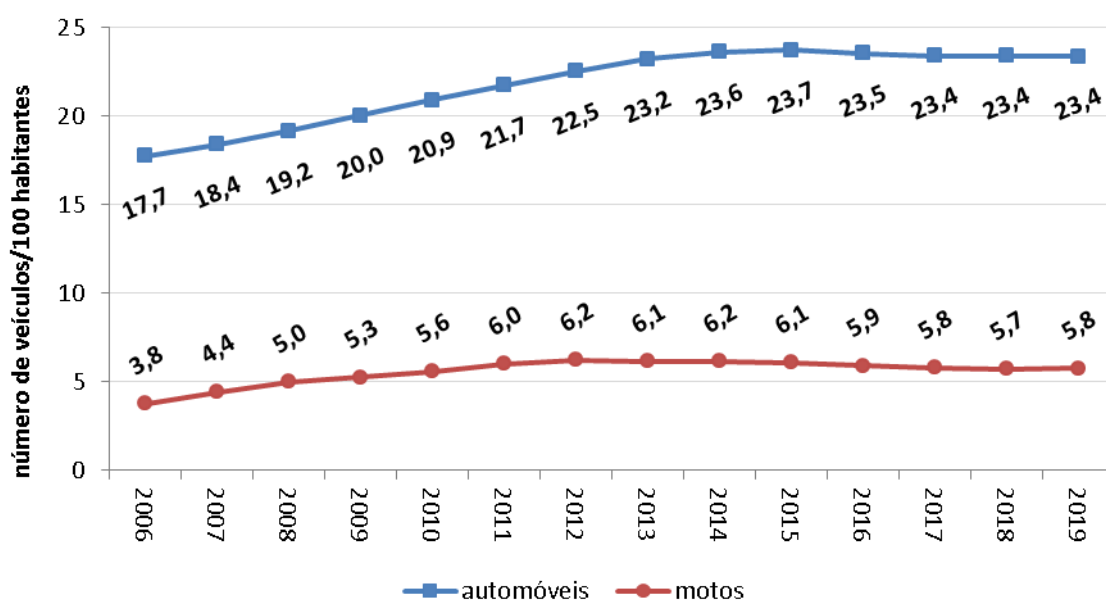


7.4. Indicador da taxa de motorização

O Gráfico 37 mostra a evolução do indicador da taxa de motorização no período de 2006 a 2019 para os Automóveis e Motocicletas.

O gráfico indica uma taxa de motorização de 23,4 automóveis por 100 habitantes, valor praticamente estabilizado há alguns anos. Essa taxa é significativamente menor que a encontrada em países desenvolvidos. A taxa para Motocicletas é de 5,8 veículos por 100 habitantes, também praticamente estabilizada. A população estimada para o estado de São Paulo em 2019 é de 44,3 milhões de habitantes (34).

Gráfico 37 - Evolução do indicador da taxa de motorização por habitante no estado de São Paulo

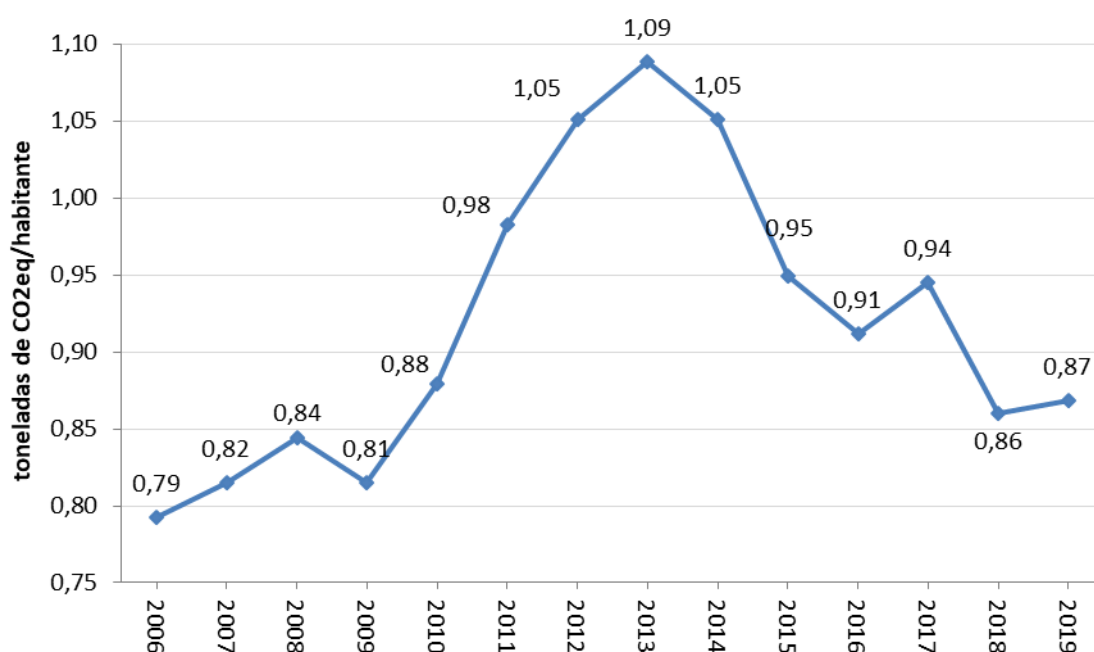


7.5. Indicador da emissão veicular de GEE por habitante

O Gráfico 38 mostra a evolução do indicador de emissão de GEE de origem veicular por habitante do Estado no período de 2006 a 2019. Observa-se que a emissão anual de CO_{2eq} por ano por habitante pelo uso dos veículos foi de 0,87 tonelada em 2019, praticamente igual a de 2018.

A tendência de queda que vinha ocorrendo desde 2014 se reverteu em 2017 e oscila desde então, sem apresentar tendência clara.

Gráfico 38 - Evolução do indicador da emissão de GEE de origem veicular por habitante

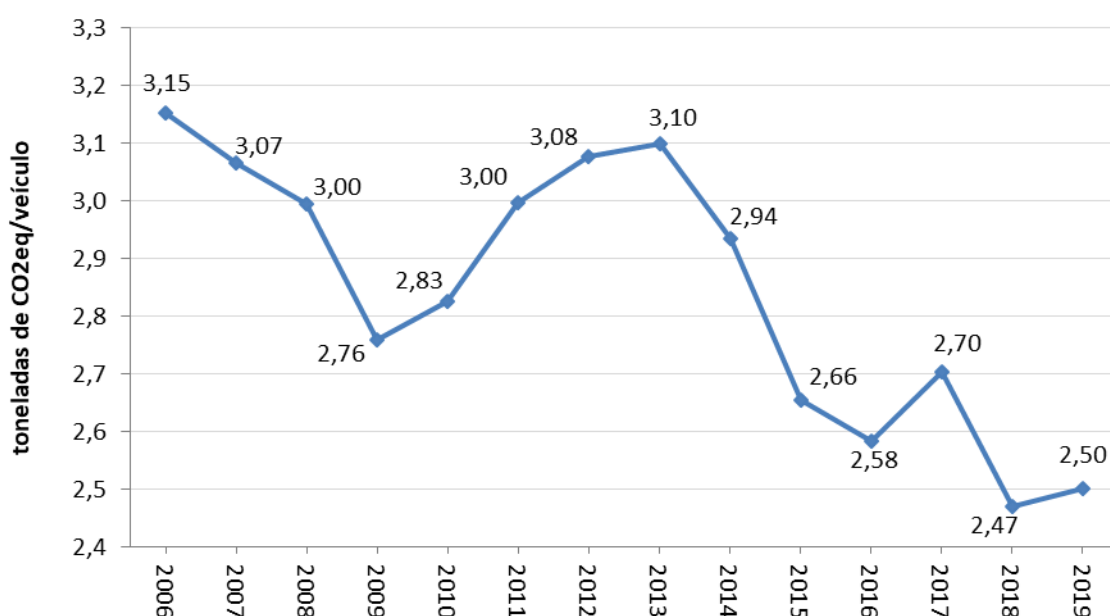


7.6. Indicador da emissão de GEE por veículo

O Gráfico 39 mostra a evolução do indicador de emissão de GEE por veículo no período de 2006 a 2019 no Estado. Foram consideradas todas as categorias de veículos.

A emissão em 2019 foi um pouco maior que a de 2018, alcançando 2,5 toneladas de CO_{2eq} por ano e veículo.

Gráfico 39 - Evolução do indicador da emissão de GEE por veículo no estado de São Paulo



8 PCPV 2017-2019

Em 2019, se encerrou o período de competência do Plano de Controle de Poluição Veicular – PCPV (1) para o triênio 2017-2019. Para o período, ele estabeleceu ações, indicadores e metas para o controle das emissões veiculares, de forma a buscar a melhoria ou a manutenção da qualidade do ar nas cidades paulistas, impactadas pelo uso intensivo de veículos.

As ações propostas pelo PCPV 2017-2019, as metas e os indicadores de acompanhamento estão expostos no Quadro 6. É importante esclarecer que, embora as ações já estivessem em desenvolvimento, o PCPV foi aprovado pela Direção da CETESB em fevereiro de 2018. Dessa forma, algumas metas foram criadas e ou alteradas durante o ano de 2017 prejudicando o seu cumprimento. É o caso da fiscalização de ARLA 32 em postos de combustíveis, cuja atividade somente foi implementada no início de 2018.

Atualmente a CETESB prepara a revisão do PCPV para o triênio 2020-2022, em cumprimento à Resolução CONAMA nº 418/2009 e ao Decreto Estadual nº 59.113/2013.

A revisão do plano considerará a nova classificação da qualidade do ar dos municípios e regiões para o próximo triênio, o inventário de emissões e da frota circulante atualizados e deverá propor novas metas e ações para a redução das emissões.

Quadro 6 - PCPV 2017-2019: ações propostas, metas e indicadores de

Ação	Meta	Indicador	2017		2018		2019	
			Meta anual	Resultado	Meta anual	Resultado	Meta anual	Resultado
Inspeção ambiental	Veículos diesel no Estado e demais na Macrometrópole	Implantação programa até 2019	NÃO	Atendida	NÃO	Atendida	NÃO	Atendida
Fiscalização de fumaça	Desconformidade de 6% ±2%	Resultado anual de desconformidade	SIM	Atendida	SIM	Atendida	SIM	Atendida
Operação Inverno	I. Fiscalizar 150 mil veículos ao ano	Resultado anual da fiscalização	SIM	Parcialmente atendida	SIM	Atendida	SIM	Parcialmente atendida
	II. Realizar 2 ações de orientação ao ano	Resultado anual de campanhas de orientação	SIM	Não atendida	SIM	Não atendida	SIM	Parcialmente atendida
Fiscalização de opacidade	Fiscalizar 120 veículos ao ano	Resultado anual da fiscalização	SIM	Atendida	SIM	Atendida	SIM	Parcialmente atendida
Fiscalização de Arla 32	I. Fiscalizar 60 veículos ao ano	Resultado anual da fiscalização	SIM	Não atendida	SIM	Atendida	SIM	Parcialmente atendida
	II. Fiscalizar 600 postos ao ano	Resultado anual da fiscalização	SIM	Não atendida	SIM	Não atendida	SIM	Não atendida
Expansão do PMMVD	Aumentar número de pedidos para 25% em 3 anos	Número de pedidos em 2019	NÃO	Atendida	NÃO	Atendida	SIM	Não atendida
Cartilha de Gestão Ambiental	Elaborar cartilha até 2018	Cartilha publicada em 2018	NÃO	Atendida	SIM	Não atendida	NÃO	Não atendida
Aperfeiçoamento do PROCONVE e do PROMOT	I. Subsidiar 3 resoluções	Minutas finalizadas	NÃO	Atendida	SIM	Atendida	SIM	Atendida
	II. Publicar 4 procedimentos	Procedimentos finalizados	NÃO	Atendida	NÃO	Atendida	SIM	Não atendida
Verificação da Conformidade	Verificar 40 veículos por ano	Veículos verificados	NÃO	Não atendida	NÃO	Não atendida	SIM	Não atendida
Laboratório de emissões	I. Reconhecimento do laboratório de SBC em 2018	Reconhecimento em 2018	NÃO	Atendida	SIM	Atendida	NÃO	Atendida
	II. Implantar até 2018 sistema de qualidade de SBC	Sistema implantado em 2018	NÃO	Atendida	SIM	Parcialmente atendida	NÃO	Atendida
	III. Obter até 2019 acreditação junto ao INMETRO de SBC	Certificado de acreditação em 2019	NÃO	Atendida	NÃO	Atendida	SIM	Não atendida
	IV. Obter em 2018 extensão da acreditação em SP	Certificado de acreditação em 2018	NÃO	Atendida	SIM	Não atendida	NÃO	Não atendida
Capacitação	Oferta anual dos cursos de Emissão e Fiscalização	Cursos ofertados	SIM	Atendida	SIM	Atendida	SIM	Atendida

9 INCERTEZAS METODOLÓGICAS

Mesmo com a utilização das melhores informações disponíveis, as estimativas que constam neste relatório são permeadas por diversas incertezas nos dados e na metodologia. Podemos destacar alguns pontos que precisam evoluir para que o inventário reflita melhor a emissão real gerada pela frota circulante:

- Fatores de emissão: são baseados em resultados de ensaios de laboratório e podem não refletir as emissões reais, que sofrem influências do tráfego, do modo de dirigir, das condições climáticas, topográficas, do estado de manutenção dos veículos, do uso do ar condicionado, diferenças entre combustíveis de ensaios e comerciais etc. Para reduzir a incerteza desse quesito é necessária a realização de ensaios em larga escala, estatisticamente significativos, com sistemas de medição instalados nos veículos ou por sensoriamento remoto, que permitem a medição das emissões na rua, em condição real de uso.
- A CETESB desenvolveu metodologia para as primeiras estimativas da emissão no abastecimento dos veículos. A partir de estimativas iniciais foi constatado que essa emissão é significativa nas grandes cidades. A partir da fase L7 do PROCONVE essa emissão passa a ser controlada e serão gerados dados para aperfeiçoar os fatores de emissão.
- Fator de deterioração das emissões: são baseados em resultados de ensaios normalizados e podem não refletir as situações reais de deterioração, que sofrem influências do modo de dirigir, dos cuidados com a manutenção dos veículos, da qualidade dos combustíveis etc. No caso das Motocicletas e dos Veículos Pesados não são adotados. A partir de 2015, foram declarados os primeiros resultados dos ensaios de acúmulo de rodagem das Motocicletas, que servirão para definir a deterioração a ser empregada nessa metodologia para o segmento. Para veículos pesados, a nova fase PROCONVE P8 estabeleceu obrigatoriedade de atendimento dos limites incluindo os fatores de deterioração.
- Frota circulante: ela é estimada com bases estatísticas, pois a frota real é desconhecida.
- Intensidade de uso: a partir de estudo realizado pela CETESB que teve por base o programa de inspeção veicular municipal, foi possível conhecer a rodagem real dos veículos da cidade de São Paulo, exceto das categorias com características de viagens de longa distância (Caminhões e Ônibus).
- Consumo aparente de combustível: quando a informação é regionalizada podem ocorrer fenômenos de abastecimento e consumo fora da região ou vice e versa. Além disso, não consideramos estoques existentes nos reservatórios dos postos, dos frotistas e dos veículos, que podem sofrer variação a cada virada de ano civil.
- Autonomia dos veículos: também baseada em dados obtidos nos ensaios de laboratório, pode não refletir a autonomia real dos veículos. Para o segmento Ônibus Urbano, a CETESB adotou a informação gerada pela empresa gestora do transporte público, SPTRANS, que possui estatísticas confiáveis. As demais categorias necessitam de estudos específicos.
- Escolha do etanol nos veículos *flex-fuel* (fração *flex*): o modelo para se estimar a utilização de etanol entre os veículos dedicados a etanol e os veículos *flex-fuel* é

baseado em estatística, mas pode sofrer influência de fatores não contabilizados. De um modo geral, o modelo responde bem ao costume do consumidor paulista, que é influenciado principalmente pela relação de preços entre o etanol e a gasolina. Além disso, a oferta de etanol no Estado é constante e há boa aceitação do combustível. Essa incerteza tende a se reduzir em poucos anos considerando que os veículos movidos exclusivamente a etanol estão saindo de circulação. Hoje representam menos de 2% da frota circulante. A partir do momento em que essa participação for considerada estatisticamente desprezível, todo o consumo de etanol no Estado será alocado para os veículos *flex-fuel*.

- Emissão de amônia: a partir da adoção de sistema de redução das emissões dos veículos a diesel com a utilização de solução de ureia (desde as fases P7 e L6 do PROCONVE), surge a preocupação com a contaminação do ar por amônia e por poluentes secundários derivados de sua emissão, como material particulado. Os valores iniciais da emissão de amônia para os veículos pesados estão disponibilizados no Apêndice AE. As novas fases do PROCONVE preveem o controle da emissão de amônia nos veículos a diesel.
- Geolocalização das emissões: o modelo de inventário utilizado pela CETESB não permite a estimativa das emissões, com razoável grau de certeza, em microrregiões.

10 CONCLUSÕES

Em 2019, ocorreram o aumento do consumo total de combustível, o aumento no uso do etanol e um pequeno aumento na venda de veículos novos em relação a 2018. Esses fenômenos impactam nas emissões em vetores de diferentes direções e intensidades.

A tendência geral de redução das emissões continua, mas em intensidade menor. Para os poluentes, material particulado e aldeídos houve pequeno aumento, interrompendo a tendência de queda. Explica-se essa reversão pelo aumento da idade média da frota, ao mesmo tempo em que ela foi mais usada. Soma-se ainda o fato do uso do etanol em substituição à gasolina nos veículos *flex-fuel* também aumenta a emissão de alguns poluentes, em especial, aldeídos.

Outro fator que pesa na desaceleração da queda é o amadurecimento das fases atuais do PROCONVE, que estão vigendo desde 2012, como a fase P7 de Caminhões e Ônibus e a L6 para Comerciais Leves movidos a diesel, e desde 2014/2015 para Automóveis. Com o aumento da participação dos veículos que atendem a essas fases na frota, há uma tendência inicial de queda da emissão total e depois ocorre a estabilização. Até que as novas fases P8 e L7/L8 entrem em vigor, deveremos observar certa estabilização nas emissões.

As emissões dos GEE aumentaram em 2019 em razão do aumento no consumo de diesel. A emissão de GEE é claramente influenciada pela situação econômica, que impacta o consumo de combustíveis e ainda pelo preço relativo entre gasolina e etanol, que indica a escolha do consumidor por um ou outro combustível.

Com relação à qualidade do ar, em 2019, regiões do estado de São Paulo apresentaram níveis de ozônio acima do recomendado pela legislação. Essa situação de comprometimento da qualidade do ar reforça a necessidade de adoção de medidas complementares para a redução de seus precursores e efetiva redução da concentração desse poluente (35).

No caso do material particulado, de maneira geral, não houve alterações relevantes nas médias anuais de 2019, quando comparadas com 2018. Para as partículas inaláveis finas (MP_{2,5}), na maioria das estações de monitoramento, em 2019, houve uma leve redução das concentrações médias, ou se mantiveram tanto na RMSP, quanto no interior e litoral. Estudo efetuado pela CETESB (36) aponta que 80% do MP_{2,5} é composto por partículas submicrométricas ($\leq 1 \mu\text{m}$). Essas partículas podem penetrar profundamente na região dos alvéolos e em seguida entrar na circulação sanguínea. As maiores concentrações média anuais, tanto para o MP₁ quanto para MP_{2,5}, foram observadas na região da Marginal Tietê, próximo a Ponte dos Remédios, na Capital. Trata-se de via de grande intensidade de veículos e onde se localiza uma das estações de monitoramento da qualidade do ar da CETESB.

A emissão durante o abastecimento corresponde a 25% das emissões de COV dos Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto e 20% do total de todas as categorias. Como essa emissão está diretamente ligada ao consumo de combustíveis e as medidas de controle só entrarão em vigor na próxima década, a tendência é de aumento da emissão sempre que houver aumento do consumo.

Da mesma forma, a adoção da nova fase P8 para os veículos pesados, equivalente à fase Euro VI adotada pela União Europeia em 2013/2014, permitirá uma redução importante na emissão de material particulado e de óxidos de nitrogênio, que poderá resultar na redução da concentração desses poluentes e do ozônio nas áreas urbanas.

REFERÊNCIAS

- 1 CETESB. **PCPV: Plano de Controle de Poluição Veicular no Estado de São Paulo 2017-2019**. São Paulo, 2017. 61 p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2018/01/PCPV-2017-2019.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 2 IBAMA. **Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores – PROCONVE/PROMOT/IBAMA**. 3ª ed. Brasília: Ibama/Diqua, 2011. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/veiculosautomotores/manual%20proconve%20promot_portugues.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 3 BRASIL. CONAMA. **Resolução CONAMA nº 492, de 20 de dezembro de 2018**. Estabelece as Fases PROCONVE L7 e PROCONVE L8 de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE para veículos automotores leves novos de uso rodoviário, altera a Resolução CONAMA nº 15/1995 e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=742>>. Acesso em: 30 ago. 2019.
- 4 BRASIL. CONAMA. **Resolução CONAMA nº 490, de 16 de novembro de 2018**. Estabelece a Fase PROCONVE P8 de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE para o controle das emissões de gases poluentes e de ruído para veículos automotores pesados novos de uso rodoviário e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=739>>. Acesso em: 30 ago. 2019.
- 5 BRASIL. CONAMA. **Resolução CONAMA nº 493, de 24 de junho de 2019**. Estabelece a Fase PROMOT M5 de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos similares – PROMOT para controle de emissões de gases poluentes e de ruído por ciclomotores, motociclos e veículos similares novos, altera as Resoluções CONAMA nº 297/2002 e nº 432/2011, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=743>>. Acesso em: 30 ago. 2019.
- 6 CETESB. **Curvas de intensidade de uso por tipo de veículo automotor da frota da cidade de São Paulo**. São Paulo, SP, 2013. 67 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2013/12/curvas-intensidade-uso-veiculos-automotores-cidade-sao-paulo.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 7 BRASIL. MMA. **1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários: relatório final**. [Brasília-DF], 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2019.

- 8 SÃO PAULO (Cidade). Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Transportes. **Concorrência nº 001/2015 – SMT-GAB**: Processo Administrativo nº 2015-0.051.567-8: Edital. Objeto: Delegação, por concessão, da prestação e exploração do serviço do serviço de transporte coletivo público de passageiros, na cidade de São Paulo. São Paulo, 2015. 1 pasta (6 arquivos PDF :1,36 MB). Anexo 4: Política Tarifária de Remuneração; Anexo 4.8: Memória de cálculo - remuneração por veículo - parâmetros gerais. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/noticias/index.php?p=205222>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 9 IPCC. National Greenhouse Gas Inventories Programme. **2006 IPCC guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Edited by Simon Eggleston et al. Hayama, JP: IGES, 2006. v. 2, n. 3. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf> Acesso em: 29 ago. 2019.
- 10 BORSARI, V. **Caracterização das emissões de gases de efeito estufa por veículos automotores leves no Estado de São Paulo**, 2009. 189 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-21092009-115044/pt-br.php>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 11 ABNT. **NBR 6601**: Veículos rodoviários automotores leves — Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, dióxido de carbono e material particulado no gás de escape. Rio de Janeiro, 2012.
- 12 DIESELNET. Emission Standard. Emission Test Cycle. **FTP-75**: Federal Test Procedure. United States, c1997-2015. Disponível em: <<https://www.dieselnet.com/standards/cycles/ftp75.php>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 13 ABNT. **NBR 16369**: Motociclos e veículos similares - Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono no gás de escape. Rio de Janeiro: s.n., 2017.
- 14 EUROPA. Comissão Europeia Regulamento Delegado (UE) nº 134/2014 da comissão de 16 de dezembro de 2013. Completa o Regulamento (UE) n.º 168/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho no que respeita aos requisitos de desempenho ambiental e da unidade de propulsão e que altera o APÊNDICE V. **Jornal Oficial da União Europeia**, ano 57, nº L 53, 21 fev. 2014. II Atos não Legislativos, Regulamentos, p. 82. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0134&rid=1>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 15 DIESELNET. Emission Standard. Emission Test Cycle. **European Stationary Cycle (ESC)**. United States, c1997-2015. Disponível em: <<https://www.dieselnet.com/standards/cycles/esc.php>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 16 VICENTINI, P. C. **Metodologia para o inventário de emissões evaporativas provenientes do sistema de alimentação de combustível de veículos do ciclo Otto**: desempenho de produtos em motores. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2010.

- 17 ABNT. **NBR 11481**: Veículos rodoviários automotores leves — Medição da emissão evaporativa. Rio de Janeiro: s.n., 2010.
- 18 CETESB. **Metodologia de inventário de evaporação de combustíveis no abastecimento de veículos leves do ciclo Otto**. São Paulo, SP, 2015. 15 p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2013/12/Metodologia-de-inventario-de-evaporacao-de-combustivel-no-abastecimento-de-veiculos-leves-Otto.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 19 ANFAVEA. Estatísticas. **Dados relativos a 2019**: produção, vendas, exportação - produção, vendas e exportação de auto veículos. São Paulo, [2019]. Disponível em <<http://www.anfavea.com.br/estatisticas-copiar-2.html>>. Acesso em: 20 out. 2020.
- 20 ABRACICLO. **Vendas Motocicletas Varejo 2019**. São Paulo, 2020. SOTERO, Paulo [Mensagem Pessoal] recebida por cdias@sp.gov.br em 18/02/2020.
- 21 BRASIL. CONAMA. **Resolução CONAMA 15/1995, de 13 de dezembro de 1995**. Dispõe sobre a nova classificação dos veículos automotores para o controle da emissão veicular de gases, material particulado e evaporativo, e dá outras providências. Com alterações posteriores. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=193>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 22 FABUS. **Carroçarias produzidas**: acumulado - modelo 03 A – folha 01: mapa de produção de carroçarias – associadas: janeiro a dezembro de 2018. São Paulo, c2019. um quadro, color., PDF. 13,6KB. Disponível em: <<https://www.fabus.com.br/pdfs/2018-03A.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 23 CETESB. **Relatório de emissões veiculares 2013**. [São Paulo, SP],[2014]. 150 p. (Série Relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2013/12/relatorio-emissoes-veiculares-2013.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 24 GOLDEMBERG, J; NIGRO, F; COELHO, S. **Bioenergia no estado de São Paulo**: situação atual, perspectivas, barreiras e propostas. São Paulo: IMESP, 2008.
- 25 SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Energia. **Balanço energético do estado de São Paulo - 2020**: ano-base - 2019. São Paulo, 2018. (Série Informações Energéticas, 002). Texto bilíngue português-inglês. Disponível em: <<http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalsev2/intranet/BiblioVirtual/diversos/BalancoEnergetico.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2020.
- 26 ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - Índice**. (Anuários dos anos de 2001 a 2018). Disponível em <<http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalsev2/intranet/BiblioVirtual/diversos/BalancoEnergetico.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2020.

- 27 BRASIL. Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014. Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final; altera as Leis nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e nº 8.723, de 28 de outubro de 1993; revoga dispositivos da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 151, n. 185, 25 set. 2014. Seção 1, p. 3. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13033.htm>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 28 BRASIL. Portaria MAPA nº 75, de 05 de março de 2015. Fixa, a partir da zero hora do dia 16 de março de 2015, novos percentuais obrigatórios de adição de etanol anidro combustível à gasolina. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 mar. 2015. Seção 1, p. 17. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=06/03/2015&jornal=1&pagina=17&totalArquivos=200>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 29 BRASIL. **Resolução ANP nº 50, de 23 de dezembro de 2013**. Regulamenta as especificações do óleo diesel de uso rodoviário, contidas no Regulamento Técnico ANP nº 4/2013, parte integrante desta Resolução, e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional. Com alterações posteriores. Disponível em: <<http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2013/dezembro&item=ranp-50--2013>>. Acesso em: 29 ago. 2019.
- 30 BRASIL. **Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005**. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, nº 9.847, de 26 de outubro de 1999 e nº 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Com alterações posteriores. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em 29 ago. 2019.
- 31 BRASIL. **Lei nº 13.263, de 25 de março de 2016**. Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13263.htm#art1>. Acesso em 29 ago. 2019.
- 32 SÃO PAULO (Estado). Lei Estadual nº 13.798, de 9 de novembro de 2009. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, v. 119, n. 209, 10 nov. 2009. Seção 1, p. 1-4. Disponível em: <<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20091110&Caderno=DOE-I&NumeroPagina=1>>. Acesso em: 30 ago. 2019.
- 33 BRASIL. MMA et al. **Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários 2013**: ano-base 2012: relatório final. [Brasília, DF], 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviaros_2013.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2019.
- 34 SEADE. Informações sobre população do estado de São Paulo. Disponível em: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/index.php>. Acesso em 30 jul. 2020.

- 35 CETESB. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2019**. São Paulo: s.n., 2020. 228 p. (Série relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2020/07/relatorio-qualidade-ar-2020.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2020.
- 36 CETESB. **Estudos das partículas submicrométricas (MP₁) e comparação com partículas inaláveis finas (MP_{2,5}) na atmosfera do município de São Paulo**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: 22 out. 2020.
- 37 BRASIL. CONAMA. Resolução CONAMA 291/2001, de 25 de outubro de 2001. Regulamenta os conjuntos para conversão de veículos para o uso do gás natural e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 abr. 2002. Seção 1, p. 130-131. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=288>>. Acesso em: 30 ago. 2019.
- 38 BRASIL. Instrução Normativa IBAMA nº15, de 23 de agosto de 2002. Dispõe sobre a obtenção da Certificação de Conformidade de Conjunto de Componentes do Sistema de Gás Natural, nacionais ou importados, junto ao Programa de Controle da Poluição por Veículos Automotores (PROCONVE). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 ago. 2002. Seção 1, p. 105-106.
- 39 BRASIL. CONAMA. **Resolução CONAMA nº 342/2003, de 25 de setembro de 2003**. Estabelece novos limites para emissões de gases poluentes por ciclomotores, motociclos e veículos similares novos, em observância à Resolução nº 297, de 26 de fevereiro de 2002, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=416>>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- 40 BRASIL. CONAMA. **Resolução CONAMA nº 242/1998, de 30 de junho de 1998**. Dispõe sobre limites de emissão de material particulado para veículo leve comercial e limite máximo de ruído emitido por veículos com características especiais para uso fora de estradas. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=242>>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- 41 SILVA, C. A. F. A., et al. **Emissões de dióxido de carbono por queima de combustível: abordagem bottom-up**. Brasília, DF: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010. 131 p. (Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa: relatórios de referência). Disponível em: <http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706423/RR_ENERGIA_II+CN.zip/b014515a-5918-44bf-af72-12fd032bce50>. Acesso em 30 ago. 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Fator de segregação de veículos pesados

Ano	Ônibus			Caminhões				
	urbano	micro-ônibus	rodoviário	semileves	leves	médios	semi-pesados	pesados
1974	0,5880	0,0708	0,3412	0,2035	0,4747	0,1582	0,0818	0,0818
1975	0,6021	0,0639	0,3340	0,1888	0,4405	0,2144	0,0781	0,0781
1976	0,5876	0,0430	0,3694	0,1937	0,4520	0,2076	0,0734	0,0734
1977	0,5640	0,0519	0,3841	0,2120	0,4946	0,1802	0,0566	0,0566
1978	0,6067	0,0496	0,3437	0,2131	0,4972	0,2035	0,0431	0,0431
1979	0,5818	0,0791	0,3391	0,1540	0,3592	0,4020	0,0424	0,0424
1980	0,5473	0,0684	0,3843	0,2078	0,4849	0,2076	0,0499	0,0499
1981	0,4472	0,1310	0,4219	0,1830	0,4271	0,2893	0,0503	0,0503
1982	0,4432	0,0667	0,4901	0,1856	0,4332	0,2660	0,0576	0,0576
1983	0,3939	0,0535	0,5526	0,1811	0,4226	0,2582	0,0691	0,0691
1984	0,4569	0,0803	0,4628	0,1826	0,4262	0,2505	0,0704	0,0704
1985	0,5796	0,0521	0,3684	0,1769	0,4128	0,2723	0,0690	0,0690
1986	0,4836	0,0674	0,4490	0,1656	0,3863	0,3060	0,0710	0,0710
1987	0,4589	0,0795	0,4616	0,1473	0,3437	0,3470	0,0810	0,0810
1988	0,5360	0,0531	0,4109	0,1428	0,3333	0,3400	0,0919	0,0919
1989	0,5181	0,0633	0,4186	0,1429	0,3335	0,3237	0,0999	0,0999
1990	0,4907	0,0490	0,4603	0,1427	0,3330	0,2931	0,1156	0,1156
1991	0,5715	0,0403	0,3881	0,1473	0,3437	0,2819	0,1136	0,1136
1992	0,5991	0,0269	0,3740	0,1184	0,2762	0,2772	0,1641	0,1641
1993	0,6452	0,0315	0,3233	0,1101	0,2568	0,2682	0,1825	0,1825
1994	0,6467	0,0227	0,3305	0,1113	0,2598	0,2681	0,1804	0,1804
1995	0,6308	0,0294	0,3398	0,1133	0,2643	0,2999	0,1613	0,1613
1996	0,7296	0,0297	0,2407	0,1097	0,2560	0,3035	0,1654	0,1654
1997	0,6612	0,0773	0,2615	0,1070	0,2496	0,3096	0,1669	0,1669
1998	0,6762	0,0816	0,2423	0,1087	0,2537	0,3303	0,1536	0,1536
1999	0,6103	0,0988	0,2909	0,1273	0,2970	0,3066	0,1346	0,1346
2000	0,4883	0,1847	0,3270	0,1252	0,2921	0,2751	0,1538	0,1538
2001	0,5211	0,1750	0,3039	0,1297	0,3026	0,1542	0,2068	0,2068
2002	0,5567	0,1849	0,2584	0,1109	0,2949	0,1504	0,2319	0,2121
2003	0,5472	0,2062	0,2465	0,0886	0,2691	0,1280	0,2547	0,2596
2004	0,5267	0,1753	0,2980	0,0913	0,2426	0,1041	0,2694	0,2926
2005	0,5762	0,1546	0,2692	0,0969	0,2471	0,1052	0,2891	0,2618
2006	0,5615	0,1744	0,2641	0,1022	0,2535	0,1251	0,2677	0,2515
2007	0,5949	0,1437	0,2614	0,0862	0,2290	0,1141	0,2911	0,2796
2008	0,6209	0,1342	0,2448	0,0734	0,2075	0,0972	0,3050	0,3169
2009	0,6603	0,1473	0,1924	0,0608	0,2348	0,1047	0,3165	0,2833
2010	0,6412	0,1468	0,2120	0,0464	0,2177	0,0899	0,3169	0,3291
2011	0,6481	0,1428	0,2091	0,0459	0,2251	0,0843	0,3351	0,3096
2012	0,6457	0,1507	0,2036	0,0379	0,2219	0,0795	0,3156	0,3451
2013	0,6164	0,1491	0,2345	0,0286	0,1914	0,0765	0,2959	0,4075
2014	0,5972	0,1273	0,2756	0,0184	0,2022	0,0843	0,3211	0,3740
2015	0,5433	0,1304	0,3263	0,0351	0,2628	0,0835	0,3091	0,3095
2016	0,5599	0,1600	0,2801	0,0424	0,2512	0,0708	0,2707	0,3650
2017	0,4896	0,1898	0,3205	0,0339	0,2166	0,0782	0,2466	0,4247
2018	0,4844	0,2277	0,2879	0,0381	0,1429	0,0902	0,2301	0,4987
2019	0,5774	0,1671	0,2555	0,0273	0,0982	0,1039	0,2406	0,5292

APÊNDICE B - Fator de correção da frota registrada

Ano	Automóveis			Comerciais Leves			Motos		Caminhões					Ônibus			
	gasolina	etanol	Flex	gasolina	etanol	Flex	Diesel	Gasolina	Flex	semileves	leves	médios	semi-pesados	pesados	urbano	Micro-ônibus	rodoviário
1979	0,0335	0,0084	0,0000	0,0361	0,0132	0,0000	0,0058	0,0000	0,0000	0,1237	0,1237	0,1237	0,1237	0,1237	0,0618	0,0618	0,0618
1980	0,0314	0,0921	0,0000	0,0376	0,0621	0,0000	0,0230	0,0000	0,0000	0,1426	0,1426	0,1426	0,1426	0,1426	0,0625	0,0625	0,0625
1981	0,0361	0,0370	0,0000	0,0345	0,0311	0,0000	0,0334	0,0000	0,0000	0,1227	0,1227	0,1227	0,1227	0,1227	0,0633	0,0633	0,0633
1982	0,0394	0,0701	0,0000	0,0256	0,0541	0,0000	0,0360	0,0000	0,0000	0,1488	0,1488	0,1488	0,1488	0,1488	0,0725	0,0725	0,0725
1983	0,0191	0,0603	0,0000	0,0153	0,0625	0,0000	0,0295	0,0000	0,0000	0,1695	0,1695	0,1695	0,1695	0,1695	0,1017	0,1017	0,1017
1984	0,0188	0,0549	0,0000	0,0113	0,0724	0,0000	0,0296	0,0351	0,0000	0,1761	0,1761	0,1761	0,1761	0,1761	0,1182	0,1182	0,1182
1985	0,0182	0,0599	0,0000	0,0147	0,0735	0,0000	0,0351	0,0285	0,0000	0,1745	0,1745	0,1745	0,1745	0,1745	0,1372	0,1372	0,1372
1986	0,0392	0,0678	0,0000	0,0258	0,0834	0,0000	0,0394	0,0265	0,0000	0,1941	0,1941	0,1941	0,1941	0,1941	0,1614	0,1614	0,1614
1987	0,0394	0,0786	0,0000	0,0344	0,0962	0,0000	0,0473	0,0294	0,0000	0,2201	0,2201	0,2201	0,2201	0,2201	0,1980	0,1980	0,1980
1988	0,0709	0,0954	0,0000	0,0485	0,1162	0,0000	0,0718	0,0310	0,0000	0,2403	0,2403	0,2403	0,2403	0,2403	0,2143	0,2143	0,2143
1989	0,0959	0,0958	0,0000	0,0931	0,1081	0,0000	0,0816	0,0346	0,0000	0,2477	0,2477	0,2477	0,2477	0,2477	0,1394	0,1394	0,1394
1990	0,1153	0,0974	0,0000	0,1187	0,1102	0,0000	0,1023	0,0365	0,0000	0,2523	0,2523	0,2523	0,2523	0,2523	0,2054	0,2054	0,2054
1991	0,1316	0,1144	0,0000	0,1276	0,1106	0,0000	0,1219	0,0453	0,0000	0,3083	0,3083	0,3083	0,3083	0,3083	0,2590	0,2590	0,2590
1992	0,1598	0,1206	0,0000	0,1431	0,1206	0,0000	0,1351	0,0487	0,0000	0,3650	0,3650	0,3650	0,3650	0,3650	0,3440	0,3440	0,3440
1993	0,1744	0,1270	0,0000	0,1597	0,1208	0,0000	0,1655	0,0577	0,0000	0,3877	0,3877	0,3877	0,3877	0,3877	0,2341	0,2341	0,2341
1994	0,1779	0,1183	0,0000	0,1544	0,1197	0,0000	0,2126	0,0667	0,0000	0,3447	0,3447	0,3447	0,3447	0,3447	0,1572	0,1572	0,1572
1995	0,1972	0,1132	0,0000	0,1775	0,1038	0,0000	0,2214	0,0781	0,0000	0,2960	0,2960	0,2960	0,2960	0,2960	0,1434	0,1434	0,1434
1996	0,2410	0,1033	0,0000	0,2258	0,0627	0,0000	0,3107	0,0875	0,0000	0,4447	0,4447	0,4447	0,4447	0,4447	0,1865	0,1865	0,1865
1997	0,2565	0,0561	0,0000	0,2479	0,0209	0,0000	0,2737	0,0932	0,0000	0,3624	0,3624	0,3624	0,3624	0,3624	0,1137	0,1137	0,1137
1998	0,2802	0,0786	0,0000	0,2568	0,0315	0,0000	0,2831	0,1417	0,0000	0,4036	0,4036	0,4036	0,4036	0,4036	0,1625	0,1625	0,1625
1999	0,4205	0,2004	0,0000	0,5487	0,1638	0,0000	0,5659	0,1801	0,0000	0,4800	0,4800	0,4800	0,4800	0,4800	0,1779	0,1779	0,1779
2000	0,4524	0,3156	0,0000	0,5061	0,1428	0,0000	0,5218	0,1977	0,0000	0,5895	0,5895	0,5895	0,5895	0,5895	0,2081	0,2081	0,2081
2001	0,5112	0,3401	0,0000	0,5493	0,2449	0,0000	0,4838	0,2185	0,0000	0,6316	0,6316	0,6316	0,6316	0,6316	0,3490	0,3490	0,3490
2002	0,4942	0,3012	0,0000	0,4714	0,2868	0,0000	0,4152	0,2423	0,0000	0,5540	0,5540	0,5540	0,5540	0,5540	0,5752	0,5752	0,5752
2003	0,5856	0,3258	0,4983	0,5029	0,2639	0,3430	0,4903	0,2671	0,0000	0,5655	0,5655	0,5655	0,5655	0,5655	0,5838	0,5838	0,5838
2004	0,6010	0,2828	0,4395	0,4895	0,2286	0,3761	0,4562	0,2989	0,0000	0,5866	0,5866	0,5866	0,5866	0,5866	0,7677	0,7677	0,7677

APÊNDICE B - Fator de correção da frota registrada

Ano	Automóveis			Comerciais Leves			Motos		Caminhões					Ônibus			
	gasolina	etanol	Flex	gasolina	etanol	Flex	Diesel	Gasolina	Flex	semileves	leves	médios	semi-pesados	pesados	urbano	Micro-ônibus	rodoviário
2005	0,6565	0,6903	0,5322	0,5080	0,5728	0,4897	0,5013	0,3052	0,0000	0,6160	0,6160	0,6160	0,6160	0,6160	0,4685	0,4685	0,4685
2006	0,6990	3,5611	0,6057	0,5582	1,8585	0,5178	0,6252	0,3284	0,0000	0,7136	0,7136	0,7136	0,7136	0,7136	0,6009	0,6009	0,6009
2007	0,6957	0,0000	0,6705	0,5582	0,0000	0,5946	0,6358	0,3481	0,0000	0,7131	0,7131	0,7131	0,7131	0,7131	0,5752	0,5752	0,5752
2008	0,6770	0,0000	0,7142	0,5513	0,0000	0,6500	0,6800	0,3401	0,0000	0,7062	0,7062	0,7062	0,7062	0,7062	0,5290	0,5290	0,5290
2009	0,8246	0,0000	0,7772	0,7544	0,0000	0,7107	0,8075	0,6753	0,0000	0,7787	0,7787	0,7787	0,7787	0,7787	0,4762	0,4762	0,4762
2010	0,6767	0,0000	0,8125	0,6746	0,0000	0,7338	0,8431	0,4415	0,4417	0,7309	0,7309	0,7309	0,7309	0,7309	0,4503	0,4503	0,4503
2011	0,8423	0,0000	0,8167	0,7037	0,0000	0,7821	0,7716	0,5726	0,5326	0,7005	0,7005	0,7005	0,7005	0,7005	0,4207	0,4207	0,4207
2012	1,3278	0,0000	0,8849	1,1885	0,0000	0,8262	0,9470	0,7221	0,6986	1,0643	1,0643	1,0643	1,0643	1,0643	0,6009	0,6009	0,6009
2013	0,9834	0,0000	0,8881	0,8629	0,0000	0,8308	0,9181	0,7183	0,6462	0,8617	0,8617	0,8617	0,8617	0,8617	0,4376	0,4376	0,4376
2014	1,1187	0,0000	0,9174	0,9552	0,0000	0,9067	1,1538	0,8740	0,6052	0,9720	0,9720	0,9720	0,9720	0,9720	0,5444	0,5444	0,5444
2015	2,0061	0,0000	1,0024	0,0317	0,0000	0,4783	1,0732	0,8396	0,8181	1,0204	1,0204	1,0204	1,0204	1,0204	0,5268	0,5268	0,5268
2016	2,3748	0,0000	0,9875	0,0305	0,0000	0,4240	1,0639	0,7877	0,9531	1,2018	1,2018	1,2018	1,2018	1,2018	0,6091	0,6091	0,6091
2017	2,1077	0,0000	0,9544	0,0198	0,0000	0,3972	1,0191	0,9004	0,9088	0,9444	0,9447	0,9444	0,9445	0,9445	0,5967	0,5967	0,5967
2018	2,5043	0,0000	1,0095	0,0103	0,0000	0,3346	0,9739	0,8987	0,8998	0,9413	0,9413	0,9413	0,9413	0,9413	0,5365	0,5365	0,5365
2019	2,7739	0,0000	1,1924	0,0170	0,0000	0,3752	1,1832	1,0917	1,0242	1,0312	1,0312	1,0312	1,0312	1,0312	0,6899	0,6899	0,6899

APÊNDICE C - Evolução da frota circulante do Estado de São Paulo

Categoria		Combustível	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Automóveis		Gasolina C	5.518.711	5.335.402	5.116.682	4.877.231	4.633.644	4.410.832	4.162.149	3.902.442	3.642.310	3.402.645	3.153.818	2.911.503	2.686.720	2.471.472
		Etanol	747.588	679.643	616.178	557.205	502.650	452.378	406.215	363.966	325.418	290.356	258.559	229.811	203.893	180.593
		Flex-fuel	766.029	1.344.993	2.009.623	2.737.409	3.482.390	4.165.658	4.878.146	5.550.113	6.098.623	6.513.018	6.789.983	7.077.684	7.402.653	7.702.530
Comerciais Leves		Gasolina C	639.972	629.716	628.741	629.882	645.380	672.604	684.296	674.735	664.224	624.004	583.430	543.154	503.522	464.581
		Etanol	79.008	71.299	64.143	57.537	51.469	45.922	40.873	36.295	32.161	28.440	25.103	22.120	19.460	17.096
		Flex-fuel	92.440	159.824	242.606	330.079	432.270	546.423	664.066	794.105	909.887	937.122	949.552	957.488	959.325	955.640
		Diesel	206.282	215.543	233.388	251.461	279.991	314.478	343.766	375.866	401.813	415.240	428.931	445.616	467.315	494.667
Caminhões	Semileves		44.557	44.612	44.801	44.138	43.694	43.339	42.355	41.082	39.361	37.684	36.022	34.258	32.662	31.147
		Leves	106.720	107.513	109.060	109.865	112.968	116.770	118.449	119.264	119.406	117.440	114.577	111.309	107.579	103.835
	Médios	Diesel	76.639	76.060	75.669	74.830	74.747	74.585	73.475	72.416	71.270	68.824	65.931	63.203	61.148	59.984
		Semi-pesados	53.088	58.878	66.853	72.899	82.812	93.866	100.998	107.729	113.618	114.199	113.330	112.201	112.008	113.252
	Ônibus	Pesados	52.409	57.909	66.305	71.480	81.914	91.927	100.089	110.737	118.158	118.631	118.826	124.368	132.085	
Urbanos		46.534	48.838	51.700	52.893	55.420	59.155	61.719	63.442	65.357	64.912	63.817	62.795	62.351	63.337	
Micro-ônibus		8.728	9.503	10.286	10.729	11.492	12.471	13.248	13.855	14.375	14.433	14.393	14.533	15.069	15.593	
Motocicletas	Rodoviários	26.651	27.232	27.844	27.463	27.676	28.260	28.449	28.666	29.333	29.227	28.604	28.292	28.243	28.513	
	Gasolina C	1.495.843	1.773.579	2.023.713	2.147.415	2.167.487	2.228.524	2.237.933	2.215.367	2.160.266	2.073.441	1.968.248	1.888.679	1.823.493	1.772.646	
	Flex-fuel	nd	nd	nd	nd	140.549	270.673	372.863	386.266	466.115	551.676	597.269	638.726	696.079	777.231	
Total			9.961.200	10.640.542	11.387.592	12.052.516	12.826.553	13.627.865	14.329.090	14.856.346	15.271.694	15.401.291	15.310.394	15.261.234	15.305.888	15.384.201

Nota: nd – não disponível
Alterações nos valores dos Comerciais Leves Diesel nos anos de 2015 a 2018

APÊNDICE D- Fator de emissão para Automóveis novos

(continua)

Ano	Combustível (1)	Fase Proconve	CO (g/km)	HC				NOx (g/km)	RCHO (g/km)	MP (g/km)	CO ₂ (g/km)	N ₂ O (g/km) (3)	Autonomia (km/L) (4)
				Total (g/km)	NMHC (g/km)	CH ₄ (2) (g/km)	NMHC-ETOHO (g/km)						
Até 1982	Gasolina C	PP	33,000	3,000	2,550	0,450	nd	1,400	0,0500	0,002	nd	0,005	8,90
	Etanol		18,000	1,600	1,360	0,240	nd	1,000	0,1600	nd	nd	0,007	7,10
1983	Gasolina C	PP	33,000	3,000	2,550	0,450	nd	1,400	0,0500	0,002	nd	0,005	9,65
	Etanol		18,000	1,600	1,360	0,240	nd	1,000	0,1600	nd	nd	0,007	7,90
1984	Gasolina C	PP	28,000	2,400	2,040	0,360	nd	1,600	0,0500	0,002	nd	0,004	10,19
	Etanol		16,900	1,600	1,360	0,240	nd	1,200	0,1800	nd	nd	0,006	8,25
1985	Gasolina C	PP	28,000	2,400	2,040	0,360	nd	1,600	0,0500	0,002	nd	0,004	10,39
	Etanol		16,900	1,600	1,360	0,240	nd	1,200	0,1800	nd	nd	0,006	8,54
1986	Gasolina C	PP	22,000	2,000	1,700	0,300	nd	1,900	0,0400	0,002	nd	0,004	10,42
	Etanol		16,000	1,600	1,360	0,240	nd	1,800	0,1100	nd	nd	0,006	8,46
1987	Gasolina C	PP	22,000	2,000	1,700	0,300	nd	1,900	0,0400	0,002	nd	0,004	10,64
	Etanol		16,000	1,600	1,360	0,240	nd	1,800	0,1100	nd	nd	0,006	8,52
1988	Gasolina C	L1	18,500	1,700	1,445	0,255	nd	1,800	0,0400	0,002	nd	0,004	10,86
	Etanol		13,300	1,700	1,445	0,255	nd	1,400	0,1100	nd	nd	0,006	8,58
1989	Gasolina C	L1	15,200	1,600	1,360	0,240	nd	1,600	0,0400	0,002	nd	0,004	11,07
	Etanol		12,800	1,600	1,360	0,240	nd	1,100	0,1100	nd	nd	0,006	8,65
1990	Gasolina C	L1	13,300	1,400	1,190	0,210	nd	1,400	0,0400	0,002	nd	0,004	11,82
	Etanol		10,800	1,300	1,105	0,195	nd	1,200	0,1100	nd	nd	0,006	8,65
1991	Gasolina C	L1	11,500	1,300	1,105	0,195	nd	1,300	0,0400	0,002	nd	0,004	11,82
	Etanol		8,400	1,100	0,935	0,165	nd	1,000	0,1100	nd	nd	0,006	8,65
1992	Gasolina C	L2	6,200	0,600	0,510	0,090	nd	0,600	0,0130	0,002	nd	0,004	10,98
	Etanol		3,600	0,600	0,510	0,090	nd	0,500	0,0350	nd	nd	0,006	8,01
1993	Gasolina C	L2	6,300	0,600	0,510	0,090	nd	0,800	0,0220	0,002	nd	0,004	10,98
	Etanol		4,200	0,700	0,595	0,105	nd	0,600	0,0400	nd	nd	0,006	8,54
1994	Gasolina C	L2	6,000	0,600	0,451	0,149	nd	0,700	0,0360	0,002	nd	0,022	10,04
	Etanol		4,600	0,700	0,514	0,186	nd	0,700	0,0420	nd	nd	0,017	7,54
1995	Gasolina C	L2	4,700	0,600	0,451	0,149	nd	0,600	0,0250	0,002	nd	0,022	10,40
	Etanol		4,600	0,700	0,514	0,186	nd	0,700	0,0420	nd	nd	0,017	7,54
1996	Gasolina C	L2	3,800	0,400	0,300	0,100	nd	0,500	0,0190	0,002	nd	0,022	11,04
	Etanol		3,900	0,600	0,440	0,160	nd	0,700	0,0400	nd	nd	0,017	7,17
1997	Gasolina C	L3	1,200	0,200	0,150	0,050	nd	0,300	0,0070	0,001	nd	0,022	11,04
	Etanol		0,900	0,300	0,220	0,080	nd	0,300	0,0120	nd	nd	0,017	7,17
1998	Gasolina C	L3	0,790	0,140	0,105	0,035	nd	0,230	0,0040	0,001	nd	0,022	11,82
	Etanol		0,670	0,190	0,139	0,051	nd	0,240	0,0140	nd	nd	0,017	7,41
1999	Gasolina C	L3	0,740	0,140	0,105	0,035	nd	0,230	0,0040	0,001	nd	0,022	11,82
	Etanol		0,600	0,170	0,125	0,045	nd	0,220	0,0130	nd	nd	0,017	8,01
2000	Gasolina C	L3	0,730	0,130	0,098	0,032	nd	0,210	0,0040	0,001	nd	0,022	11,89
	Etanol		0,630	0,180	0,132	0,048	nd	0,210	0,0140	nd	nd	0,017	6,96
2001	Gasolina C	L3	0,480	0,110	0,083	0,027	nd	0,140	0,0040	0,001	nd	0,022	11,97
	Etanol		0,660	0,150	0,110	0,040	nd	0,080	0,0170	nd	nd	0,017	6,96
2002	Gasolina C	L3	0,430	0,110	0,083	0,027	nd	0,120	0,0040	0,001	198	0,022	10,9
	Etanol		0,740	0,160	0,117	0,043	nd	0,080	0,0170	nd	191	0,017	7,2
2003	Gasolina C	L3	0,400	0,110	0,083	0,027	nd	0,120	0,0040	0,001	194	0,021	11,2
	Etanol		0,770	0,160	0,117	0,043	nd	0,090	0,0190	nd	183	0,017	7,5
	Flex -Gasol.C	L3	0,500	0,050	0,038	0,012	nd	0,040	0,0040	0,001	210	0,023	10,3
	Flex -Etanol		0,510	0,150	0,110	0,040	nd	0,140	0,0200	nd	200	0,017	6,9
2004	Gasolina C	L3	0,350	0,110	0,083	0,027	nd	0,090	0,0040	0,001	190	0,021	11,4
	Etanol		0,820	0,170	0,125	0,045	nd	0,080	0,0160	nd	160	0,017	8,6
	Flex -Gasol.C	L3	0,390	0,080	0,060	0,020	nd	0,050	0,0030	0,001	201	0,022	10,8
	Flex -Etanol		0,460	0,140	0,103	0,037	nd	0,140	0,0140	nd	190	0,017	7,3
2005	Gasolina C	L4	0,340	0,100	0,075	0,025	nd	0,090	0,0040	0,001	192	0,021	11,3
	Etanol		0,820	0,170	0,125	0,045	nd	0,080	0,0160	nd	160	0,017	8,6
	Flex -Gasol.C		0,450	0,110	0,083	0,027	nd	0,050	0,0030	0,001	188	0,021	11,5
	Flex -Etanol		0,390	0,140	0,103	0,037	nd	0,100	0,0140	nd	180	0,017	7,7

APÊNDICE D - Fator de emissão para Automóveis novos

Ano	Combustível (1)	Fase Proconve	CO (g/km)	HC				NOx (g/km)	RCHO (g/km)	MP (g/km)	CO ₂ (g/km)	N ₂ O (g/km) (3)	Autonomia (km/L) (4)
				Total (g/km)	NMHC (g/km)	CH ₄ (2) (g/km)	NMHC-ETOH (g/km)						
2006	Gasolina C	L4	0,302	0,068	0,063	0,005	nd	0,066	0,0023	0,001	174	0,021	11,3
	Etanol		0,670	0,120	0,088	0,032	nd	0,050	0,0140	nd	200	0,017	6,9
	Flex-Gasol.C		0,509	0,114	0,073	0,041	nd	0,043	0,0020	0,001	203	0,020	11,7
	Flex-Etanol		0,492	0,126	0,087	0,039	nd	0,061	0,0212	nd	195	0,017	7,8
2007 (5)	Gasolina C	L4	0,302	0,068	0,063	0,005	nd	0,066	0,0023	0,001	174	0,021	11,3
	Flex-Gasol.C		0,509	0,114	0,073	0,041	nd	0,043	0,0020	0,001	203	0,020	11,7
	Flex-Etanol		0,492	0,126	0,087	0,039	nd	0,061	0,0212	nd	195	0,017	7,8
2008	Gasolina C	L4	0,369	0,057	0,053	0,004	nd	0,045	0,0021	0,001	201	0,024	9,6
	Flex-Gasol.C		0,519	0,095	0,080	0,015	nd	0,039	0,0023	0,001	181	0,021	11,4
	Flex-Etanol		0,558	0,115	0,080	0,035	nd	0,049	0,0136	nd	175	0,017	7,7
2009	Gasolina C	L5	0,199	0,028	0,020	0,008	nd	0,021	0,0010	0,001	222	0,024	9,9
	Flex-Gasol.C		0,317	0,037	0,034	0,003	nd	0,027	0,0019	0,001	178	0,021	11,5
	Flex-Etanol		0,544	0,076	0,037	0,039	nd	0,031	0,0114	nd	171	0,017	7,8
2010	Gasolina C	L5	0,204	0,029	0,023	0,006	nd	0,028	0,0014	0,001	206	0,023	10,9
	Flex-Gasol.C		0,278	0,038	0,031	0,007	nd	0,030	0,0015	0,001	177	0,019	12,3
	Flex-Etanol		0,508	0,071	0,040	0,031	nd	0,038	0,0093	nd	171	0,017	8,5
2011	Gasolina C	L5	0,274	0,035	0,028	0,007	nd	0,025	0,0028	0,001	197	0,021	11,2
	Flex-Gasol.C		0,284	0,041	0,032	0,009	nd	0,029	0,0015	0,001	178	0,019	12,2
	Flex-Etanol		0,488	0,084	0,044	0,040	0,021	0,031	0,0085	nd	171	0,017	8,6
2012	Gasolina C	L5	0,274	0,028	0,023	0,005	nd	0,022	0,0020	0,001	199	0,021	11,1
	Flex-Gasol.C		0,267	0,036	0,026	0,010	nd	0,027	0,0014	0,001	181	0,019	12,1
	Flex-Etanol		0,476	0,081	0,054	0,027	0,020	0,029	0,0082	nd	173	0,017	8,5
2013	Gasolina C	L5	0,241	0,025	0,019	0,006	nd	0,020	0,0019	0,001	197	0,022	11,2
	Flex-Gasol.C		0,227	0,030	0,024	0,006	nd	0,026	0,0014	0,001	176	0,019	12,4
	Flex-Etanol		0,423	0,077	0,051	0,026	0,020	0,023	0,0083	nd	168	0,017	8,6
2014	Gasolina C	L5/L6	0,211	0,021	0,015	0,006	nd	0,015	0,0013	0,001	197	0,021	11,5
	Flex-Gasol.C		0,228	0,024	0,020	0,004	nd	0,019	0,0015	0,001	173	0,019	12,7
	Flex-Etanol		0,398	0,073	0,053	0,020	0,021	0,018	0,0083	nd	165	0,017	8,8
2015	Gasolina	L6	0,155	0,016	0,012	0,004	nd	0,025	0,0010	0,001	186	0,020	12,0
	Flex-Gasolina		0,217	0,021	0,018	0,003	nd	0,015	0,0012	0,001	166	0,018	13,2
	Flex-Etanol		0,360	0,073	0,058	0,015	0,019	0,016	0,0078	nd	158	0,017	9,2
2016	Gasolina C	L6	0,114	0,016	0,010	0,006	nd	0,022	0,0010	0,0010	176	0,020	12,5
	Flex-Gasol.C		0,251	0,022	0,018	0,004	nd	0,012	0,0009	0,0010	159	0,018	13,8
	Flex-Etanol		0,363	0,075	0,047	0,028	0,020	0,013	0,0065	nd	151	0,017	9,6
2017	Gasolina	L6	0,141	0,015	0,011	0,004	nd	0,013	0,0008	0,001	175	0,020	13,1
	Flex-Gasolina		0,229	0,022	0,018	0,004	nd	0,011	0,0010	0,001	154	0,018	14,3
	Flex-Etanol		0,340	0,069	0,046	0,023	0,020	0,012	0,0064	nd	147	0,017	9,8
2018	Gasolina C	L6	0,173	0,016	0,012	0,004	nd	0,010	0,0005	0,0010	177	0,020	13,4
	Flex-Gasol.C		0,253	0,023	0,019	0,004	nd	0,012	0,0010	0,0010	154	0,018	14,2
	Flex-Etanol		0,338	0,070	0,047	0,023	0,019	0,012	0,0067	nd	147	0,017	9,8
2019	Gasolina	L6	0,166	0,014	0,011	0,003	nd	0,014	0,0006	0,001	184	0,020	12,1
	Flex-Gasolina		0,275	0,024	0,020	0,004	nd	0,011	0,0010	0,001	152	0,018	14,5
	Flex-Etanol		0,339	0,069	0,045	0,023	0,020	0,010	0,0067	nd	146	0,017	10,0

Notas: A partir de 2006 valores obtidos dos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP) e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais
2006 a 2013 - valores modificados com relação às publicações em anos anteriores.
nd - não disponível.

(1) Gasolina C : 78% + 22% Etanol anidro (v/v).

(2) Ver metodologia apresentada no Capítulo 6 deste relatório.

(3) Dados não são obtidos em ensaios de emissão, mas calculados conforme metodologia.

(4) De 2002 a 2010, valores calculados a partir dos fatores de emissão médios de CO₂, CO e HC. A partir de 2011 valores obtidos a partir dos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP) e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais.

(5) Repetidos os valores de 2006.

APÊNDICE E - Fator de emissão para Comerciais Leves novos

(continua)

Ano	Combustível (1)	Fase Proconve	CO (g/km)	HC			NOx (g/km)	RCHO (g/km)	MP (g/km)	CO ₂ (g/km)	N ₂ O (g/km) (3)	Autonomia (km/L) (4)
				Total (g/km)	NMHC (g/km)	CH ₄ (g/km) (2)						
Até 1983	Gasolina C	PP	33,000	3,000	2,550	0,450	1,400	0,0500	0,0024	221	0,005	7,7
	Etanol		18,000	1,600	1,360	0,240	0,830	0,1600	nd	168	0,007	7,1
1984	Gasolina C	PP	33,000	3,000	2,550	0,450	1,400	0,0500	0,0024	221	0,005	7,7
	Etanol		16,900	1,600	1,360	0,240	0,830	0,1800	nd	170	0,007	7,1
1985	Gasolina C	PP	28,000	2,400	2,040	0,360	1,600	0,0500	0,0024	231	0,004	7,7
	Etanol		16,900	1,600	1,360	0,240	0,830	0,1800	nd	170	0,007	7,1
1986	Gasolina C	PP	28,000	2,400	2,040	0,360	1,600	0,0500	0,0024	231	0,004	7,7
	Etanol		16,000	1,600	1,360	0,240	0,830	0,1100	0,0000	171	0,007	7,1
1987	Gasolina C	PP	22,000	2,000	1,700	0,300	1,900	0,0400	0,0024	241	0,004	7,7
	Etanol		16,000	1,600	1,360	0,240	0,830	0,1100	nd	171	0,006	7,1
1988	Gasolina C	PP	22,000	2,000	1,700	0,300	1,900	0,0400	0,0024	241	0,004	7,7
	Etanol		13,300	1,700	1,445	0,255	0,830	0,1100	nd	175	0,006	7,1
1989	Gasolina C	PP	18,500	1,700	1,445	0,255	1,800	0,0400	0,0024	248	0,004	7,7
	Etanol		12,800	1,600	1,360	0,240	0,830	0,1100	nd	176	0,006	7,1
1990	Gasolina C	PP	15,200	1,600	1,360	0,240	1,600	0,0400	0,0024	253	0,004	7,7
	Etanol		10,800	1,300	1,105	0,195	0,830	0,1100	nd	180	0,006	7,1
1991	Gasolina C	PP	13,300	1,400	1,190	0,210	1,400	0,0400	0,0024	257	0,004	7,7
	Etanol		8,400	1,100	0,935	0,165	0,830	0,1100	nd	185	0,006	7,1
1992	Gasolina C	PP	11,500	1,300	1,105	0,195	1,300	0,0400	0,0024	260	0,004	7,7
	Etanol		3,600	0,600	0,510	0,090	0,830	0,0350	nd	194	0,006	7,1
1993	Gasolina C	PP	9,670	0,600	0,510	0,090	0,600	0,0130	0,0024	265	0,004	7,7
	Etanol		4,200	0,700	0,595	0,105	0,830	0,0400	nd	193	0,006	7,1
1994	Gasolina C	PP	9,670	0,600	0,510	0,090	0,800	0,0220	0,0024	265	0,022	7,7
	Etanol		4,600	0,605	0,514	0,091	0,830	0,0420	nd	192	0,006	7,1
1995	Gasolina C	PP	9,670	0,531	0,451	0,080	0,700	0,0360	0,0024	266	0,022	7,7
	Etanol		4,600	0,605	0,514	0,091	0,830	0,0420	nd	192	0,017	7,1
1996	Gasolina C	L1	9,668	1,004	0,754	0,250	0,882	0,0081	0,0024	274	0,022	7,4
	Etanol		2,786	0,620	0,455	0,165	0,828	0,0201	nd	246	0,017	5,8
1997	Gasolina C	L2	6,605	0,727	0,546	0,181	0,584	0,0062	0,0011	276	0,022	7,5
	Etanol		3,281	0,650	0,477	0,173	0,767	0,0207	nd	246	0,017	5,7
1998	Gasolina C	L3	0,643	0,119	0,089	0,030	0,172	0,0034	0,0011	284	0,022	7,6
	Etanol		2,534	0,582	0,427	0,155	0,834	0,0194	nd	263	0,017	5,4
1999	Gasolina C	L3	0,614	0,104	0,078	0,026	0,187	0,0042	0,0011	276	0,022	7,8
	Etanol		2,547	0,587	0,431	0,156	0,828	0,0194	nd	267	0,017	5,3
2000	Gasolina C	L3	0,689	0,096	0,072	0,024	0,208	0,0043	0,0011	278	0,022	7,8
	Etanol		0,630	0,180	0,130	0,050	0,210	0,0140	nd	278	0,017	5,2
2001	Gasolina C	L3	0,956	0,126	0,095	0,031	0,246	0,0035	0,0011	278	0,022	7,8
	Etanol		0,660	0,150	0,110	0,040	0,080	0,0170	nd	278	0,017	5,2
2002	Gasolina C	L3	0,814	0,114	0,086	0,028	0,149	0,0040	0,0011	285	0,022	7,6
	Etanol		0,830	0,220	0,161	0,059	0,282	0,0195	nd	254	0,017	5,7
2003	Gasolina C	L3	0,916	0,111	0,083	0,028	0,143	0,0034	0,0011	284	0,021	7,6
	Etanol		0,770	0,160	0,120	0,040	0,090	0,0190	nd	249	0,017	5,7
	Flex -Gasolina C		0,500	0,050	0,040	0,010	0,040	0,0040	0,0011	210	0,023	10,3
	Flex -Etanol		0,510	0,150	0,110	0,040	0,140	0,0200	nd	206	0,017	6,9
2004	Gasolina C	L3	0,926	0,122	0,092	0,030	0,134	0,0032	0,0011	276	0,021	7,8
	Etanol		0,820	0,170	0,120	0,050	0,080	0,0160	nd	249	0,017	5,7
	Flex -Gasolina C		0,390	0,080	0,060	0,020	0,050	0,0030	0,0011	200	0,021	10,8
	Flex -Etanol		0,460	0,140	0,100	0,040	0,140	0,0140	nd	195	0,017	7,3
2005	Gasolina C	L4	0,782	0,112	0,109	0,003	0,215	0,0033	0,0011	280	0,021	7,7
	Etanol		0,689	0,204	0,167	0,037	0,295	0,0220	nd	251	0,017	5,8
	Flex -Gasolina C		0,450	0,110	0,080	0,030	0,050	0,0030	0,0011	188	0,021	11,5
	Flex -Etanol		0,390	0,140	0,100	0,040	0,100	0,0140	nd	185	0,017	7,7

APÊNDICE E - Fator de emissão para Comerciais Leves novos

(conclusão)

Ano	Combustível (1)	Fase Proconve	CO (g/km)	HC			NOx (g/km)	RCHO (g/km)	MP (g/km)	CO ₂ (g/km)	N ₂ O (g/km) (3)	Autonomia (km/L) (4)
				Total (g/km)	NMHC (g/km)	CH ₄ (g/km) (2)						
2006	Gasolina C	L4	0,707	0,085	0,073	0,012	0,238	0,0021	0,0011	280	0,021	7,7
	Etanol		0,670	0,120	0,090	0,030	0,050	0,0140	nd	251	0,017	5,8
	Flex-Gasolina C		0,501	0,136	0,112	0,024	0,062	0,0020	0,0011	215	0,023	10,1
	Flex-Etanol		0,347	0,120	0,085	0,035	0,128	0,0180	nd	204	0,017	7,1
	Diesel		0,485	0,093	0,093	nd	0,870	nd	0,0780	277	0,020	9,6
2007 (5)	Gasolina C	L4	0,654	0,110	0,097	0,013	0,070	0,0017	0,0011	280	0,021	7,7
	Flex-Gasolina C		0,537	0,127	0,082	0,045	0,059	0,0024	0,0011	220	0,020	9,8
	Flex-Etanol		0,405	0,125	0,069	0,056	0,094	0,0170	nd	204	0,017	7,1
	Diesel		0,485	0,093	0,093	nd	0,870	nd	0,0780	277	0,020	9,6
2008	Gasolina C	L4	0,494	0,119	0,062	0,057	0,048	0,0016	0,0011	290	0,024	7,7
	Flex-Gasol.C		0,487	0,128	0,078	0,050	0,056	0,0023	0,0011	252	0,020	8,6
	Flex-Etanol		0,432	0,129	0,073	0,056	0,069	0,0167	nd	236	0,017	6,1
	Diesel		0,334	0,083	0,083	nd	0,717	nd	0,0630	285	0,020	9,3
2009	Gasolina C	L5	0,282	0,026	0,025	0,001	0,019	0,0038	0,0011	231	0,028	8,3
	Flex-Gasol.C		0,220	0,061	0,037	0,024	0,033	0,0015	0,0011	224	0,028	8,3
	Flex-Etanol		0,448	0,019	0,011	0,008	0,030	0,0110	nd	208	0,017	7,0
	Diesel		0,285	0,033	0,025	0,008	0,681	nd	0,0600	269	0,020	9,5
2010	Gasolina C	L5	0,291	0,023	0,021	0,002	0,013	0,0018	0,0011	238	0,027	9,2
	Flex-Gasol.C		0,211	0,027	0,024	0,003	0,041	0,0014	0,0011	237	0,024	9,2
	Flex-Etanol		0,520	0,069	0,020	0,049	0,035	0,0113	nd	228	0,017	6,7
	Diesel		0,209	0,059	0,057	0,002	0,721	nd	0,0570	265	0,020	10,0
2011	Gasolina C	L5	0,299	0,032	0,024	0,008	0,017	0,0019	0,0011	224	0,024	9,8
	Flex-Gasol.C		0,241	0,038	0,026	0,012	0,032	0,0013	0,0011	251	0,026	8,6
	Flex-Etanol		0,666	0,087	0,039	0,048	0,019	0,0087	nd	242	0,017	6,2
	Diesel		0,153	0,047	0,043	0,004	0,624	nd	0,0520	264	0,020	10,1
2012	Gasolina C	L5	0,302	0,026	0,020	0,006	0,010	0,0021	0,0011	219	0,024	10,1
	Flex-Gasol.C		0,239	0,038	0,029	0,009	0,044	0,0024	0,0011	243	0,026	9,0
	Flex-Etanol		0,732	0,095	0,052	0,043	0,045	0,0103	nd	238	0,017	6,2
	Diesel		0,050	0,029	0,017	0,012	0,311	nd	0,0180	254	0,020	10,6
2013	Gasolina C	L5	0,195	0,022	0,017	0,005	0,012	0,001	0,001	246,000	0,025	9,000
	Flex-Gasol.C		0,221	0,037	0,027	0,010	0,039	0,002	0,001	243,000	0,027	9,100
	Flex-Etanol		0,643	0,085	0,051	0,034	0,035	0,011	nd	234,000	0,017	6,300
	Diesel	L6	0,075	0,028	0,014	0,014	0,276	nd	0,015	256,000	0,020	10,400
2014	Gasolina C	L5/L6	0,225	0,021	0,018	0,003	0,009	0,0013	0,0011	225	0,022	9,9
	Flex-Gasol.C		0,284	0,031	0,025	0,006	0,025	0,0027	0,0011	243	0,027	9,2
	Flex-Etanol		0,547	0,090	0,068	0,022	0,033	0,0118	nd	232	0,017	6,3
	Diesel	L6	0,080	0,023	0,010	0,013	0,276	nd	0,0150	256	0,020	10,4
2015	Gasolina C	L6	0,197	0,017	0,015	0,002	0,010	0,0013	0,0011	209	0,022	10,6
	Flex-Gasol.C		0,372	0,021	0,017	0,004	0,020	0,0020	0,0011	222	0,024	10,0
	Flex-Etanol		0,350	0,064	0,046	0,018	0,028	0,0078	nd	215	0,017	6,8
	Diesel		0,051	0,020	0,008	0,012	0,282	nd	0,0180	252	0,020	10,6
2016	Gasolina C	L6	0,218	0,019	0,016	0,003	0,008	0,0011	0,0011	210	0,022	10,4
	Flex-Gasol.C		0,351	0,021	0,017	0,004	0,010	0,0016	0,0011	216	0,024	10,1
	Flex-Etanol		0,440	0,077	0,061	0,016	0,038	0,0098	nd	217	0,017	6,7
	Diesel		0,043	0,024	0,012	0,012	0,281	nd	0,0120	247	0,020	10,8
2017	Gasolina	L6	0,160	0,016	0,013	0,003	0,011	0,0011	0,0011	200	0,022	10,9
	Flex-Gasolina		0,249	0,019	0,014	0,005	0,015	0,0022	0,0011	208	0,024	10,7
	Flex-Etanol		0,194	0,041	0,026	0,015	0,015	0,0082	nd	201	0,017	7,4
	Diesel		0,042	0,020	0,010	0,010	0,275	nd	0,0136	247	0,020	10,8
2018	Gasolina	L6	0,145	0,013	0,010	0,003	0,010	0,0006	0,0011	202	0,022	10,9
	Flex-Gasolina		0,215	0,021	0,017	0,004	0,014	0,0015	0,0011	199	0,024	11,1
	Flex-Etanol		0,190	0,045	0,026	0,019	0,009	0,0065	nd	188	0,017	7,8
	Diesel		0,045	0,019	0,008	0,011	0,253	0,0130	0,0120	240	0,020	11,1
2019	Gasolina	L6	0,116	0,010	0,008	0,003	0,007	0,0006	0,0011	163	0,022	15,3
	Flex-Gasolina		0,208	0,019	0,016	0,005	0,016	0,0011	0,0011	193	0,024	11,3
	Flex-Etanol		0,301	0,056	0,037	0,015	0,014	0,0079	nd	197	0,017	7,6
	Diesel		0,035	0,020	0,008	0,010	0,248	0,0081	0,0136	236	0,020	11,3

Notas: Até 1995 os fatores de emissão foram baseados em dados de homologação. Os valores de CO₂ foram calculados a partir dos valores de emissão de CO, HC total e autonomia, conforme norma NBR 7024:2010. Os valores de autonomia foram arbitrados pela CETESB.

Entre 1996 e 1999, foram utilizados valores dos Relatórios de Ensaio de Emissões ponderados pela quantidade de veículos submetidos ao ensaio.

Em 2000, foram utilizados valores dos Relatórios de Ensaio de Emissões ponderados pelos Relatórios de Vendas Anuais.

Em 2001, valores obtidos a partir dos resultados das emissões da homologação dos veículos ponderados pelos Relatórios de Vendas Anuais.

A partir de 2002, os valores foram obtidos a partir dos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP) e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais.

Gasolina C : 78% + 22% Etanol anidro (v/v).

Até 2011, parte dos modelos que utilizam motores do ciclo Diesel foram ensaiados como pesados.

Os resultados se encontram no APÊNDICE F.

Nd - não disponível

(1) Gasolina C : 78% + 22% Etanol anidro (v/v).

(Notas específicas continuam na página seguinte)

(2) Ver metodologia apresentada no Capítulo 6 deste relatório

(3) Dados não são obtidos em ensaios de emissão, mas calculados conforme metodologia indicada no IPCC (9).

(4) De 2009 a 2010, valores calculados a partir dos fatores de emissão médios de CO₂, CO e HC. A partir de 2011, valores obtidos a partir dos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP) e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais. Até 1995 valores arbitrados pela CETESB.

(5) Valores corrigido em 11 de outubro de 2016.

APÊNDICE F - Fator de emissão para Comerciais Leves novos ensaiados como pesados

Ano	Fase Proconve	CO		HC		NOx		MP		Consumo (1)	Autonomia
		(g/kWh)	(g/km)	(g/kWh)	(g/km)	(g/kWh)	(g/km)	(g/kWh)	(g/km)	(g diesel/kWh)	(km/l)
1999	P2	0,730	0,274	0,381	0,143	6,560	2,459	0,203	0,076	220	9,1
2000	P3	0,840	0,315	0,346	0,129	6,645	2,490	0,220	0,082	220	9,1
2001	P4	0,843	0,316	0,344	0,129	6,648	2,491	0,220	0,082	220	9,1
2002		0,739	0,277	0,262	0,098	6,712	2,516	0,189	0,071	220	9,1
2003		0,655	0,245	0,197	0,074	6,480	2,429	0,195	0,073	220	9,1
2004	P4/P5	1,377	0,516	0,372	0,139	5,406	2,026	0,143	0,054	220	9,1
2005		1,332	0,499	0,272	0,102	5,383	2,018	0,143	0,054	220	9,1
2006		1,249	0,468	0,289	0,108	6,014	2,254	0,198	0,074	241	9,3
2007		1,644	0,468	0,393	0,108	4,875	2,254	0,112	0,074	241	9,3
2008	P5	1,523	0,571	0,316	0,118	4,579	1,716	0,115	0,043	241	9,3
2009		1,358	0,509	0,297	0,111	4,403	1,650	0,095	0,036	241	9,3
2010		1,818	0,745	0,382	0,157	4,761	1,952	0,106	0,044	241	8,5
2011		1,370	0,477	0,301	0,105	4,211	1,468	0,093	0,032	241	10,0

Nota: A partir de 2012, todos os Comerciais Leves que utilizam motores do ciclo Diesel foram ensaiados como leves e os respectivos fatores de emissão estão no APÊNDICE K.

(1) Os valores de consumo de combustível, obtidos a partir dos dados de RVEP em 2011, foram retroagidos até 2006, em substituição ao valor padrão estabelecido pelo 1º Inventário Nacional (7)

APÊNDICE G - Proporção de Comerciais Leves conforme ciclo de ensaio

Ano	Veículos ensaiados como leves (%)	Veículos ensaiados como pesados (%)
Até 2007	0	100
2008	93	7
2009	60	40
2010	81	19
2011	67	33

Nota: Somente para veículos equipados com motor do ciclo Diesel.

APÊNDICE H - Fator de emissão para veículos convertidos para uso GNV

Ano	Status	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	RCHO (g/km) (1)	CO ₂ (g/km)
2002 (2)	Antes conversão	Gasolina C	1,16	0,13	0,24	nd	200
	Após conversão	GNV	0,80	0,44	0,90	nd	159
		Gasolina C	3,95	0,24	0,20	nd	199
2003 (3)	Antes conversão	Gasolina C	0,69	0,10	0,19	0,0030	207
	Após conversão	GNV	0,38	0,19	0,17	0,0030	167
		Gasolina C	0,7	0,1	0,22	0,0030	206
2004 (4)	Antes conversão	Gasolina C	0,8	0,11	0,2	nd	202
	Após conversão	GNV	0,59	0,24	0,18	0,0015	172
		Gasolina C	0,78	0,1	0,20	0,0025	201
	Antes conversão	Álcool	0,79	0,14	0,09	nd	184
		GNV	0,54	0,19	0,13	0,0091	158
		Álcool	0,68	0,18	0,10	0,0094	183
2005 (5)	Antes conversão	Gasolina C	0,79	0,23	0,22	nd	205
	Após conversão	GNV	0,61	0,23	0,13	0,0014	172
		Gasolina C	1,04	0,1	0,24	0,0025	207
2006 (6)	Antes conversão	Gasolina C	0,78	0,10	0,28	nd	221
	Após conversão	GNV	0,62	0,24	0,21	0,0061	175
		Gasolina C	0,92	0,09	0,24	0,0061	212
2007 (7)	Antes conversão	Gasolina C	1,09	0,11	0,06	nd	226
	Após conversão	GNV	0,37	0,21	0,28	0,0017	148
		Gasolina C	0,73	0,09	0,09	0,0020	210

Nota: Conforme a Resolução CONAMA nº 291/01 (37) e Instrução Normativa do IBAMA nº 15/2002 (38) ensaiados segundo a NBR 6601/2012 (11).

(1) Aldeídos totais.

(2) Valores típicos de 21 fabricantes de kits para conversão. Após a conversão, apenas quatro fabricantes atendiam aos limites do PROCONVE.

(3) Valores médios de homologação (CAGN) de 16 fabricantes de kits para conversão. Todos atendem aos limites do PROCONVE.

(4) Valores médios de homologação (CAGN) de 14 fabricantes de kits para conversão de veículos a gasolina e de 3 para álcool. Todos atendem aos limites do PROCONVE.

(5) Valores médios de homologação (CAGN) de 14 fabricantes de kits para conversão de veículos a gasolina.

(6) Valores médios de homologação (CAGN) de 5 fabricantes de kits para conversão de veículos a gasolina.

(7) Valores médios de homologação (CAGN) de 2 fabricantes de kits para conversão de veículos a gasolina.

APÊNDICE I - Fator de emissão deteriorado para Automóveis do ciclo Otto

(continua)

Ano	CO (g/km)				NMHC escapamento (g/km)				NOx (g/km)				RCHO escapamento (g/km)			
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado
1979	33,60	21,6	nd	nd	3,06	1,632	nd	nd	1,40	1	nd	nd	0,0600	0,132	nd	nd
1980	33,60	21,6	nd	nd	3,06	1,632	nd	nd	1,40	1	nd	nd	0,0600	0,132	nd	nd
1981	33,60	21,6	nd	nd	3,06	1,632	nd	nd	1,40	1	nd	nd	0,0600	0,132	nd	nd
1982	33,60	21,60	nd	nd	3,06	1,632	nd	nd	1,40	1	nd	nd	0,0600	0,132	nd	nd
1983	33,60	21,60	nd	nd	3,06	1,632	nd	nd	1,40	1	nd	nd	0,0600	0,132	nd	nd
1984	33,60	20,28	nd	nd	2,448	1,632	nd	nd	1,60	1	nd	nd	0,0600	0,132	nd	nd
1985	33,60	20,28	nd	nd	2,448	1,632	nd	nd	1,60	1,2	nd	nd	0,0600	0,132	nd	nd
1986	26,40	19,20	nd	nd	2,04	1,632	nd	nd	1,90	1,2	nd	nd	0,0480	0,132	nd	nd
1987	26,40	19,20	nd	nd	2,04	1,632	nd	nd	1,90	1,8	nd	nd	0,0480	0,132	nd	nd
1988	22,20	15,96	nd	nd	1,73	1,734	nd	nd	1,80	1,8	nd	nd	0,0480	0,132	nd	nd
1989	18,24	15,36	nd	nd	1,63	1,632	nd	nd	1,60	1,4	nd	nd	0,0480	0,132	nd	nd
1990	15,96	12,96	nd	nd	1,43	1,33	nd	nd	1,40	1,10	nd	nd	0,0480	0,1320	nd	nd
1991	13,80	10,08	nd	nd	1,33	1,12	nd	nd	1,30	1,20	nd	nd	0,0480	0,1320	nd	nd
1992	7,44	4,32	nd	nd	0,61	0,61	nd	nd	0,60	1,00	nd	nd	0,0156	0,0420	nd	nd
1993	7,56	5,04	nd	nd	0,61	0,71	nd	nd	0,80	0,50	nd	nd	0,0264	0,0480	nd	nd
1994	7,20	5,05	nd	nd	0,50	0,56	nd	nd	0,70	0,60	nd	nd	0,0373	0,0480	nd	nd
1995	5,84	5,51	nd	nd	0,55	0,61	nd	nd	0,73	0,78	nd	nd	0,0278	0,0518	nd	nd
1996	4,90	4,79	nd	nd	0,40	0,54	nd	nd	0,63	0,78	nd	nd	0,0217	0,0495	nd	nd
1997	2,26	1,76	nd	nd	0,24	0,31	nd	nd	0,42	0,38	nd	nd	0,0096	0,0212	nd	nd
1998	1,81	1,50	nd	nd	0,19	0,23	nd	nd	0,35	0,31	nd	nd	0,0065	0,0228	nd	nd
1999	1,72	1,39	nd	nd	0,19	0,21	nd	nd	0,34	0,29	nd	nd	0,0064	0,0215	nd	nd
2000	1,67	1,39	nd	nd	0,18	0,21	nd	nd	0,32	0,28	nd	nd	0,0063	0,0221	nd	nd
2001	1,37	1,38	nd	nd	0,16	0,19	nd	nd	0,24	0,14	nd	nd	0,0062	0,0247	nd	nd
2002	1,28	1,42	nd	nd	0,16	0,19	nd	nd	0,22	0,14	nd	nd	0,0061	0,0243	nd	nd
2003	1,20	1,41	1,3594271	1,2510043	0,15	0,19	0,1127825	0,1894933	0,21	0,15	0,137959	0,2061611	0,0059	0,0259	0,0060898	0,0279393

APÊNDICE I - Fator de emissão deteriorado para Automóveis do ciclo Otto

(conclusão)

Ano	CO (g/km)				NMHC escapamento (g/km)				NOx (g/km)				RCHO escapamento (g/km)			
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex-fuel		Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex-fuel		Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex-fuel		Gasolina C	Etanol Hidratado
			Gasolina C	Etanol Hidratado			Gasolina C	Etanol Hidratado					Gasolina C	Etanol Hidratado		
2004	1,10	1,42	1,20	1,16	0,15	0,19	0,13	0,18	0,18	0,13	0,14	0,20	0,01	0,02	0,01	0,03
2005	1,04	1,38	1,21	1,05	0,14	0,18	0,15	0,17	0,17	0,13	0,14	0,16	0,0057	0,0220	0,0049	0,0210
2006	0,95	1,19	1,22	1,11	0,12	0,14	0,14	0,15	0,14	0,10	0,12	0,12	0,0039	0,0196	0,0047	0,0206
2007	0,90	nd	1,17	1,06	0,12	nd	0,13	0,15	0,13	nd	0,12	0,11	0,0038	nd	0,0046	0,0201
2008	0,92	nd	1,13	1,09	0,10	nd	0,13	0,14	0,11	nd	0,11	0,10	0,0034	nd	0,0045	0,0197
2009	0,70	nd	0,88	1,03	0,06	nd	0,08	0,09	0,08	nd	0,09	0,07	0,0022	nd	0,0034	0,0202
2010	0,65	nd	0,79	0,95	0,06	nd	0,08	0,09	0,08	nd	0,09	0,08	0,0025	nd	0,0036	0,0151
2011	0,67	nd	0,74	0,88	0,06	nd	0,07	0,09	0,07	nd	0,08	0,07	0,0038	nd	0,0026	0,0115
2012	0,62	nd	0,67	0,83	0,05	nd	0,06	0,09	0,06	nd	0,07	0,06	0,0028	nd	0,0020	0,0128
2013	0,54	nd	0,58	0,73	0,05	nd	0,05	0,08	0,05	nd	0,07	0,05	0,0026	nd	0,0023	0,0115
2014	0,46	nd	0,53	0,66	0,04	nd	0,05	0,08	0,04	nd	0,05	0,04	0,0019	nd	0,0021	0,0109
2015	0,35	nd	0,47	0,58	0,03	nd	0,04	0,08	0,05	nd	0,04	0,04	0,0015	nd	0,0020	0,0104
2016	0,27	nd	0,45	0,53	0,02	nd	0,04	0,07	0,04	nd	0,03	0,03	0,0014	nd	0,0019	0,0099
2017	0,25	nd	0,37	0,46	0,02	nd	0,03	0,06	0,03	nd	0,03	0,02	0,0011	nd	0,0018	0,0094
2019	0,19	nd	0,30	0,36	0,01	nd	0,02	0,05	0,02	nd	0,01	0,01	0,0007	nd	0,0015	0,0084

Nota: nd - não disponível

APÊNDICE J - Fator de emissão deteriorado para Comerciais Leves do ciclo Otto

(continua)

Ano	CO (g/km)				NMHC escapamento (g/km)				NOx (g/km)				RCHO escapamento (g/km)			
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex-fuel		Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex-fuel		Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex-fuel	
			Gasolina C	Etanol Hidratado			Gasolina C	Etanol Hidratado							Gasolina C	Etanol Hidratado
1979	39,60	21,6	nd	nd	3,06	1,632	nd	nd	1,40	nd	nd	nd	0,0600	0,132	nd	nd
1980	39,60	21,6	nd	nd	3,06	1,632	nd	nd	1,40	1	nd	nd	0,0600	0,132	nd	nd
1981	39,60	21,6	nd	nd	3,06	1,632	nd	nd	1,40	1	nd	nd	0,0600	0,132	nd	nd
1982	39,60	21,60	nd	nd	3,06	1,63	nd	nd	1,40	1,00	nd	nd	0,0600	0,1320	nd	nd
1983	39,60	21,60	nd	nd	3,06	1,63	nd	nd	1,40	1,00	nd	nd	0,0600	0,1320	nd	nd
1984	39,60	20,28	nd	nd	3,06	1,63	nd	nd	1,40	1,00	nd	nd	0,0600	0,1320	nd	nd
1985	33,60	20,28	nd	nd	2,448	1,63	nd	nd	1,60	1,20	nd	nd	0,0600	0,1320	nd	nd
1986	33,60	19,20	nd	nd	2,448	1,63	nd	nd	1,60	1,20	nd	nd	0,0600	0,1320	nd	nd
1987	26,40	19,20	nd	nd	2,04	1,63	nd	nd	1,90	1,80	nd	nd	0,0480	0,1320	nd	nd
1988	26,40	15,96	nd	nd	2,04	1,73	nd	nd	1,90	1,80	nd	nd	0,0480	0,1320	nd	nd
1989	22,20	15,36	nd	nd	1,73	1,63	nd	nd	1,80	1,40	nd	nd	0,0480	0,1320	nd	nd
1990	18,24	12,96	nd	nd	1,63	1,33	nd	nd	1,60	1,10	nd	nd	0,0480	0,1320	nd	nd
1991	15,96	10,08	nd	nd	1,43	1,12	nd	nd	1,40	1,20	nd	nd	0,0480	0,1320	nd	nd
1992	13,80	4,32	nd	nd	1,33	0,61	nd	nd	1,30	1,00	nd	nd	0,0480	0,0420	nd	nd
1993	11,60	5,04	nd	nd	0,61	0,71	nd	nd	0,60	0,50	nd	nd	0,0156	0,0480	nd	nd
1994	11,60	5,05	nd	nd	0,61	0,56	nd	nd	0,80	0,90	nd	nd	0,0264	0,0475	nd	nd
1995	10,83	5,34	nd	nd	0,55	0,59	nd	nd	0,83	0,90	nd	nd	0,0388	0,0499	nd	nd
1996	10,79	3,50	nd	nd	0,85	0,53	nd	nd	1,01	0,89	nd	nd	0,0108	0,0278	nd	nd
1997	7,70	3,97	nd	nd	0,64	0,55	nd	nd	0,71	0,83	nd	nd	0,0089	0,0281	nd	nd
1998	1,70	3,20	nd	nd	0,18	0,50	nd	nd	0,29	0,89	nd	nd	0,0060	0,0265	nd	nd
1999	1,64	3,19	nd	nd	0,17	0,50	nd	nd	0,30	0,89	nd	nd	0,0067	0,0263	nd	nd
2000	1,68	1,24	nd	nd	0,16	0,20	nd	nd	0,32	0,26	nd	nd	0,0067	0,0206	nd	nd
2001	1,91	1,25	nd	nd	0,18	0,17	nd	nd	0,35	0,13	nd	nd	0,0058	0,0233	nd	nd
2002	1,73	1,39	nd	nd	0,17	0,22	nd	nd	0,25	0,33	nd	nd	0,0062	0,0255	nd	nd
2003	1,79	1,30	1,44	1,32	0,16	0,18	0,12	0,20	0,24	0,14	0,15	0,21	0,01	0,02	0,01	0,03

Nota: nd - não disponível

APÊNDICE J- Fator de emissão deteriorado para Comerciais Leves do ciclo Otto

(conclusão)

Ano	CO (g/km)				NMHC escapamento (g/km)				NOx (g/km)				RCHO escapamento (g/km)			
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex-fuel		Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex-fuel		Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flex-fuel	
			Gasolina C	Etanol Hidratado			Gasolina C	Etanol Hidratado							Gasolina C	Etanol Hidratado
2004	1,76	1,32	1	1	0,16	0,17	0	0	0,23	0,12	0	0	0,0052	0,0214	0	0
2005	1,57	1,16	1,31	1,13	0,18	0,22	0,15	0,18	0,30	0,34	0,15	0,17	0,0052	0,0270	0,0051	0,0219
2006	1,45	1,11	1,31	1,05	0,14	0,14	0,18	0,16	0,32	0,09	0,15	0,19	0,0039	0,0187	0,0040	0,0255
2007	1,35	nd	1,30	1,06	0,16	nd	0,15	0,14	0,15	nd	0,15	0,15	0,0034	nd	0,0043	0,0241
2008	1,14	nd	1,20	1,05	0,12	nd	0,14	0,14	0,12	nd	0,14	0,12	0,0032	nd	0,0040	0,0233
2009	0,88	nd	0,89	1,02	0,08	nd	0,10	0,07	0,09	nd	0,11	0,08	0,0053	nd	0,0031	0,0172
2010	0,84	nd	0,83	1,05	0,07	nd	0,08	0,08	0,08	nd	0,11	0,08	0,0031	nd	0,0029	0,0170
2011	0,79	nd	0,81	1,15	0,07	nd	0,08	0,09	0,07	nd	0,10	0,06	0,0031	nd	0,0027	0,0139
2012	0,74	nd	0,75	1,17	0,06	nd	0,07	0,10	0,06	nd	0,10	0,08	0,0032	nd	0,0036	0,0150
2013	0,58	nd	0,67	1,03	0,05	nd	0,07	0,09	0,06	nd	0,09	0,07	0,0021	nd	0,0032	0,0152
2014	0,56	nd	0,67	0,88	0,05	nd	0,06	0,10	0,05	nd	0,07	0,06	0,0021	nd	0,0036	0,0154
2015	0,47	nd	0,69	0,62	0,04	nd	0,04	0,08	0,04	nd	0,06	0,05	0,0020	nd	0,0028	0,0107
2016	0,43	nd	0,59	0,65	0,03	nd	0,04	0,08	0,03	nd	0,04	0,06	0,0016	nd	0,0022	0,0121
2017	0,31	nd	0,42	0,34	0,03	nd	0,03	0,04	0,03	nd	0,03	0,03	0,0015	nd	0,0026	0,0098
2019	0,15	nd	0,24	0,33	0,01	nd	0,02	0,04	0,01	nd	0,01	0,02	0,0007	nd	0,0012	0,0082

Nota: nd – não disponível

APÊNDICE K - Fator de emissão e consumo para motores do ciclo Diesel

(continua)

Ano	Fase Proconve	Categoria		CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	MP (g/kWh)	CO ₂ (g/kWh)	NH ₃ (ppm)	Consumo (1) (gdiesel/kWh)
até 1999	P2/P3/P4			1,860	0,680	10,700	0,660	nd	nd	nd
2000-2001	P3/P4			1,620	0,540	6,550	0,318	nd	nd	nd
2002-2003	P4			0,850	0,290	6,160	0,120	nd	nd	nd
2004-2005 (2)	P4/P5			0,850	0,230	5,420	0,100	nd	nd	nd
2006	P4/P5	Caminhões	Semileves	1,457	0,301	4,887	0,114	nd	nd	239
			Leves	1,218	0,350	5,320	0,106	nd	nd	232
			Médios	1,207	0,194	4,749	0,103	nd	nd	231
			Semipesados	0,936	0,230	4,934	0,096	nd	nd	227
			Pesados	0,711	0,191	4,578	0,082	nd	nd	215
		Ônibus	Urbanos	1,009	0,196	4,595	0,091	nd	nd	224
			Micro-ônibus	1,489	0,194	4,586	0,105	nd	nd	238
			Rodoviários	0,802	0,209	4,627	0,084	nd	nd	214
2007	P4/P5	Caminhões	Semileves	1,457	0,301	4,887	0,114	nd	nd	239
			Leves	1,218	0,350	5,320	0,106	nd	nd	232
			Médios	1,207	0,194	4,749	0,103	nd	nd	231
			Semipesados	0,936	0,230	4,934	0,096	nd	nd	227
			Pesados	0,711	0,191	4,578	0,082	nd	nd	215
		Ônibus	Urbanos	1,009	0,196	4,595	0,091	nd	nd	224
			Micro-ônibus	1,489	0,194	4,586	0,105	nd	nd	238
			Rodoviários	0,802	0,209	4,627	0,084	nd	nd	214
2008	P5	Caminhões	Semileves	0,935	0,184	4,441	0,104	nd	nd	239
			Leves	1,052	0,191	4,718	0,096	nd	nd	232
			Médios	0,756	0,115	4,466	0,083	nd	nd	231
			Semipesados	0,960	0,097	4,587	0,083	nd	nd	227
			Pesados	0,627	0,131	4,744	0,075	nd	nd	215
		Ônibus	Urbanos	1,212	0,185	4,820	0,088	nd	nd	224
			Micro-ônibus	0,805	0,074	4,343	0,082	nd	nd	238
			Rodoviários	0,590	0,097	4,669	0,075	nd	nd	214
2009	P5	Caminhões	Semileves	0,986	0,177	4,358	0,075	nd	nd	239
			Leves	0,993	0,178	4,699	0,083	nd	nd	232
			Médios	0,762	0,118	4,557	0,089	nd	nd	231
			Semipesados	0,873	0,079	4,678	0,079	nd	nd	227
			Pesados	0,796	0,103	4,701	0,071	nd	nd	215
		Ônibus	Urbanos	1,032	0,163	4,627	0,082	nd	nd	224
			Micro-ônibus	0,754	0,079	4,569	0,079	nd	nd	238
			Rodoviários	0,490	0,110	4,665	0,070	nd	nd	214
2010	P5	Caminhões	Semileves	1,036	0,222	4,475	0,084	nd	nd	239
			Leves	0,751	0,135	4,571	0,074	nd	nd	232
			Médios	0,769	0,062	4,269	0,079	nd	nd	231
			Semipesados	0,826	0,120	4,695	0,089	nd	nd	227
			Pesados	0,565	0,148	4,669	0,058	nd	nd	215
		Ônibus	Urbanos	1,023	0,172	4,693	0,084	nd	nd	224
			Micro-ônibus	1,144	0,138	4,564	0,079	nd	nd	238
			Rodoviários	0,550	0,148	4,483	0,076	nd	nd	214
2011	P5	Caminhões	Semileves	0,953	0,159	4,361	0,093	726	nd	239
			Leves	0,767	0,132	4,564	0,074	718	nd	232
			Médios	0,787	0,174	4,688	0,086	740	nd	231
			Semipesados	0,939	0,093	4,458	0,079	703	nd	227
			Pesados	0,693	0,138	4,560	0,063	628	nd	215
		Ônibus	Urbanos	0,937	0,119	4,744	0,084	782	nd	223
			Micro-ônibus	1,144	0,132	4,692	0,091	697	nd	239
			Rodoviários	0,579	0,131	4,504	0,070	685	nd	219

APÊNDICE K - Fator de emissão e consumo para motores do ciclo Diesel

(continua)

Ano	Fase Proconve	Categoria		CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	MP (g/kWh)	CO ₂ (g/kWh)	NH ₃ (ppm)	Consumo (1) (gdiesel/kWh)
	P6 (3)									
2012	P7	Caminhões	Semileves	0,014	0,013	1,364	0,008	522	4,50	243
			Leves	0,190	0,015	1,617	0,011	617	7,3	224
			Médios	0,219	0,011	1,637	0,012	689	10,2	225
			Semipesados	0,128	0,015	1,525	0,014	677	7,3	219
			Pesados	0,228	0,027	1,415	0,013	644	4,2	207
		Ônibus	Urbanos	0,349	0,010	1,566	0,011	730	9,0	223
			Micro-ônibus	0,145	0,037	1,371	0,014	630	7,4	234
			Rodoviários	0,295	0,028	1,454	0,014	660	3,7	212
2013	P7	Caminhões	Semileves	0,028	0,013	1,237	0,009	605	4,5	236
			Leves	0,170	0,011	1,406	0,011	607	6,2	222
			Médios	0,131	0,014	1,630	0,013	692	7,7	217
			Semipesados	0,099	0,016	1,494	0,015	690	5,6	217
			Pesados	0,254	0,026	1,391	0,015	670	5,0	210
		Ônibus	Urbanos	0,288	0,010	1,462	0,012	720	9,5	218
			Micro-ônibus	0,121	0,029	1,147	0,011	635	4,5	234
			Rodoviários	0,339	0,039	1,445	0,014	660	5,1	211
2014 (4)	P7	Caminhões	Semileves	0,028	0,013	1,237	0,009	605	4,5	236
			Leves	0,170	0,011	1,406	0,011	607	6,2	222
			Médios	0,131	0,014	1,630	0,013	692	7,7	217
			Semipesados	0,099	0,016	1,494	0,015	690	5,6	217
			Pesados	0,254	0,026	1,391	0,015	670	5,0	210
		Ônibus	Urbanos	0,288	0,010	1,462	0,012	720	9,5	218
			Micro-ônibus	0,121	0,029	1,147	0,011	635	4,5	234
			Rodoviários	0,339	0,039	1,445	0,014	660	5,1	211
2015	P7	Caminhões	Semileves	0,111	0,017	1,337	0,010	705	7,4	234
			Leves	0,297	0,014	1,472	0,014	727	11,7	224
			Médios	0,137	0,014	1,479	0,013	690	6,2	217
			Semipesados	0,102	0,018	1,480	0,015	677	7,4	215
			Pesados	0,249	0,026	1,480	0,015	663	2,5	211
		Ônibus	Urbanos	0,291	0,011	1,490	0,013	725	9,8	220
			Micro-ônibus	0,077	0,024	1,257	0,009	705	5,3	231
			Rodoviários	0,311	0,024	1,404	0,014	666	3,1	213
2016	P7	Caminhões	Semileves	0,091	0,021	1,306	0,008	634	6,0	233
			Leves	0,253	0,017	1,461	0,012	694	9,1	222
			Médios	0,138	0,007	1,476	0,013	720	6,0	219
			Semipesados	0,115	0,010	1,370	0,013	707	4,9	217
			Pesados	0,261	0,029	1,510	0,014	648	3,0	208
		Ônibus	Urbanos	0,304	0,009	1,544	0,011	697	5,3	215
			Micro-ônibus	0,064	0,010	1,162	0,009	682	5,8	227
			Rodoviários	0,299	0,023	1,555	0,013	675	2,1	211
2017	P7	Caminhões	Semileves	0,074	0,009	1,197	0,007	716	16,1	229
			Leves	0,314	0,012	1,385	0,012	725	11,3	222
			Médios	0,155	0,018	1,373	0,011	682	7,3	219
			Semipesados	0,073	0,020	1,519	0,013	678	3,4	214
			Pesados	0,209	0,022	1,464	0,013	653	2,8	209
		Ônibus	Urbanos	0,251	0,013	1,435	0,012	713	4,9	217
			Micro-ônibus	0,073	0,008	1,220	0,007	719	8,6	228
			Rodoviários	0,302	0,024	1,313	0,014	682	2,7	214

APÊNDICE K - Fator de emissão e consumo para motores do ciclo Diesel

(conclusão)

Ano	Fase Proconve	Categoria		CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	MP (g/kWh)	CO ₂ (g/kWh)	NH ₃ (ppm)	Consumo (1) (gdiesel/kWh)
2018	P7	Caminhões	Semileves	0,059	0,008	1,195	0,005	714	16,5	228
			Leves	0,339	0,013	1,286	0,014	723	13,1	222
			Médios	0,312	0,013	1,274	0,011	694	12,5	217
			Semipesados	0,092	0,016	1,479	0,013	680	4,1	216
			Pesados	0,257	0,020	1,422	0,013	640	3,0	207
		Ônibus	Urbanos	0,295	0,005	1,107	0,012	691	6,5	219
			Micro-ônibus	0,108	0,007	1,262	0,007	718	17,6	226
			Rodoviários	0,322	0,024	1,445	0,015	679	2,7	214
2019	P7	Caminhões	Semileves	0,036	0,006	1,247	0,004	703	9,6	225
			Leves	0,409	0,010	1,484	0,013	732	10,8	224
			Médios	0,309	0,014	1,261	0,013	699	9,2	220
			Semipesados	0,112	0,020	1,550	0,014	704	4,8	217
			Pesados	0,165	0,011	1,294	0,011	644	3,2	206
		Ônibus	Urbanos	0,239	0,013	1,436	0,013	730	5,6	220
			Micro-ônibus	0,135	0,007	1,296	0,007	716	11,2	224
			Rodoviários	0,215	0,017	1,330	0,012	686	1,8	214

Nota: nd – não disponível

A partir de 2006 os valores foram obtidos dos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP) e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais.

- (1) Para os dados de consumo de combustível anteriores a 2006, foram utilizados os dados do 1º Inventário Nacional (7). De 2006 a 2010 foram utilizados os dados calculados em 2011 a partir dos dados de RVEP.
- (2) Valores médios das fases P4 e P5 publicados no RQA 2008.
- (3) Fase inviabilizada pela indisponibilidade do diesel com baixo teor de enxofre.
- (4) Por indisponibilidade de dados os fatores de emissão de 2013 foram repetidos em 2014.
- (5) Valores de fator de emissão para veículos Caminhões Semileves foram alterados em relação à publicação anterior.
- (6) Os valores publicados nesta edição podem estar divergentes em relação às publicações anteriores, pois foi efetuada uma revisão na base de dados.

APÊNDICE L - Fator de emissão para Veículos Pesados com motores do ciclo Diesel

(continua)

Ano	Fase Proconve	Categoria		CO (g/km)	HC (g/km)	CH ₄ (g/km)	NO _x (g/km)	MP (g/km)	N ₂ O (g/km)	Autonomia (km/l)
até 1999	P2/P3/P4	Caminhões	Semileves	0,764	0,279	0,06	4,395	0,271	0,03	9,1
			Leves	1,249	0,457	0,06	7,185	0,443	0,03	5,6
			Médios	1,250	0,457	0,06	7,190	0,444	0,03	5,6
			Semipesados	2,014	0,736	0,06	11,585	0,715	0,03	3,5
			Pesados	2,014	0,736	0,06	11,585	0,715	0,03	3,5
		Ônibus	Urbanos	3,019	1,104	0,06	17,368	1,071	0,03	2,3
			Rodoviários	2,292	0,838	0,06	13,182	0,813	0,03	3,0
2000-2001	P3/P4	Caminhões	Semileves	0,687	0,229	0,06	2,777	0,135	0,03	9,1
			Leves	1,123	0,374	0,06	4,539	0,220	0,03	5,6
			Médios	1,124	0,375	0,06	4,543	0,221	0,03	5,6
			Semipesados	1,810	0,603	0,06	7,319	0,355	0,03	3,5
			Pesados	1,810	0,603	0,06	7,319	0,355	0,03	3,5
		Ônibus	Urbanos	2,714	0,905	0,06	10,973	0,533	0,03	2,3
			Rodoviários	2,060	0,687	0,06	8,329	0,404	0,03	3,0
2002-2003	P4	Caminhões	Semileves	0,374	0,128	0,06	2,711	0,053	0,03	9,1
			Leves	0,612	0,209	0,06	4,432	0,086	0,03	5,6
			Médios	0,612	0,209	0,06	4,435	0,086	0,03	5,6
			Semipesados	0,986	0,336	0,06	7,146	0,139	0,03	3,5
			Pesados	0,986	0,336	0,06	7,146	0,139	0,03	3,5
		Ônibus	Urbanos	1,478	0,504	0,06	10,713	0,209	0,03	2,3
			Rodoviários	1,122	0,383	0,06	8,131	0,158	0,03	3,0
2004-2005	P4/P5	Caminhões	Semileves	0,360	0,100	0,06	2,280	0,042	0,03	9,1
			Leves	0,580	0,160	0,06	3,720	0,069	0,03	5,6
			Médios	0,580	0,160	0,06	3,720	0,069	0,03	5,6
			Semipesados	0,940	0,250	0,06	6,000	0,111	0,03	3,5
			Pesados	0,940	0,250	0,06	6,000	0,111	0,03	3,5
		Ônibus	Urbanos	1,410	0,380	0,06	9,000	0,166	0,03	2,3
			Rodoviários	1,070	0,290	0,06	6,830	0,126	0,03	3,0
2006	P4/P5	Caminhões	Semileves	0,563	0,116	0,06	1,890	0,044	0,03	9,1
			Leves	0,793	0,228	0,06	3,464	0,069	0,03	5,6
			Médios	0,789	0,127	0,06	3,106	0,067	0,03	5,6
			Semipesados	1,004	0,247	0,06	5,292	0,103	0,03	3,4
			Pesados	0,808	0,218	0,06	5,209	0,094	0,03	3,4
		Ônibus	Urbanos	1,801	0,351	0,06	8,205	0,163	0,03	2,1
			Micro-ônibus	1,546	0,201	0,06	4,761	0,109	0,03	3,4
2007	P4/P5	Caminhões	Rodoviários	0,974	0,254	0,06	5,622	0,103	0,03	3,2
			Semileves	0,563	0,116	0,06	1,890	0,044	0,03	9,1
			Leves	0,793	0,228	0,06	3,464	0,069	0,03	5,6
			Médios	0,789	0,127	0,06	3,106	0,067	0,03	5,6
			Semipesados	1,004	0,247	0,06	5,292	0,103	0,03	3,4
			Pesados	0,808	0,218	0,06	5,209	0,094	0,03	3,4
		Ônibus	Urbanos	1,801	0,351	0,06	8,205	0,163	0,03	2,1
			Micro-ônibus	1,546	0,201	0,06	4,761	0,109	0,03	3,4
2007	P4/P5	Caminhões	Rodoviários	0,974	0,254	0,06	5,622	0,103	0,03	3,2
			Semileves	0,563	0,116	0,06	1,890	0,044	0,03	9,1
			Leves	0,793	0,228	0,06	3,464	0,069	0,03	5,6
			Médios	0,789	0,127	0,06	3,106	0,067	0,03	5,6
			Semipesados	1,004	0,247	0,06	5,292	0,103	0,03	3,4
			Pesados	0,808	0,218	0,06	5,209	0,094	0,03	3,4
		Ônibus	Urbanos	1,801	0,351	0,06	8,205	0,163	0,03	2,1
			Micro-ônibus	1,546	0,201	0,06	4,761	0,109	0,03	3,4
2007	P4/P5	Caminhões	Rodoviários	0,974	0,254	0,06	5,622	0,103	0,03	3,2
			Semileves	0,563	0,116	0,06	1,890	0,044	0,03	9,1
			Leves	0,793	0,228	0,06	3,464	0,069	0,03	5,6
			Médios	0,789	0,127	0,06	3,106	0,067	0,03	5,6
			Semipesados	1,004	0,247	0,06	5,292	0,103	0,03	3,4
			Pesados	0,808	0,218	0,06	5,209	0,094	0,03	3,4
		Ônibus	Urbanos	1,801	0,351	0,06	8,205	0,163	0,03	2,1
			Micro-ônibus	1,546	0,201	0,06	4,761	0,109	0,03	3,4

APÊNDICE L – Fator de emissão para Veículos Pesados com motores do ciclo Diesel

(continua)

Ano	Fase Proconve	Categoria		CO	HC	CH ₄	NOx	MP	N ₂ O	Autonomia
				(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(km/l)
2008	P5	Caminhões	Semileves	0,361	0,071	0,060	1,717	0,040	0,030	9,1
			Leves	0,685	0,124	0,06	3,072	0,062	0,03	5,6
			Médios	0,494	0,075	0,06	2,921	0,054	0,03	5,6
			Semipesados	1,030	0,104	0,06	4,920	0,089	0,03	3,4
			Pesados	0,713	0,149	0,06	5,397	0,085	0,03	3,4
		Ônibus	Urbanos	2,164	0,330	0,06	8,607	0,158	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,836	0,077	0,06	4,508	0,085	0,03	3,4
			Rodoviários	0,718	0,117	0,06	5,674	0,092	0,03	3,2
2009	P5	Caminhões	Semileves	0,381	0,069	0,06	1,685	0,029	0,03	9,1
			Leves	0,647	0,116	0,06	3,060	0,054	0,03	5,6
			Médios	0,499	0,077	0,06	2,980	0,058	0,03	5,6
			Semipesados	0,936	0,085	0,06	5,018	0,085	0,03	3,4
			Pesados	0,906	0,117	0,06	5,349	0,080	0,03	3,4
		Ônibus	Urbanos	1,842	0,291	0,06	8,262	0,146	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,783	0,082	0,06	4,743	0,082	0,03	3,4
			Rodoviários	0,595	0,134	0,06	5,669	0,084	0,03	3,2
2010	P5	Caminhões	Semileves	0,401	0,086	0,06	1,730	0,032	0,03	9,1
			Leves	0,489	0,088	0,06	2,977	0,048	0,03	5,6
			Médios	0,503	0,041	0,06	2,792	0,052	0,03	5,6
			Semipesados	0,886	0,128	0,06	5,036	0,096	0,03	3,4
			Pesados	0,643	0,168	0,06	5,312	0,066	0,03	3,4
		Ônibus	Urbanos	1,827	0,307	0,06	8,380	0,151	0,03	2,1
			Micro-ônibus	1,188	0,143	0,06	4,738	0,082	0,03	3,4
			Rodoviários	0,668	0,180	0,06	5,448	0,093	0,03	3,2
2011	P5	Caminhões	Semileves	0,369	0,061	0,06	1,686	0,036	0,03	9,1
			Leves	0,499	0,086	0,06	2,972	0,048	0,03	5,6
			Médios	0,515	0,114	0,06	3,066	0,057	0,03	5,6
			Semipesados	1,007	0,099	0,06	4,782	0,085	0,03	3,4
			Pesados	0,789	0,157	0,06	5,188	0,071	0,03	3,4
		Ônibus	Urbanos	1,672	0,212	0,06	8,471	0,150	0,03	2,1
			Micro-ônibus	1,188	0,137	0,06	4,871	0,095	0,03	3,4
			Rodoviários	0,704	0,160	0,06	5,474	0,085	0,03	3,2
	P6 (1)									
2012	P7	Caminhões	Semileves	0,005	0,005	0,06	0,513	0,003	0,03	9,1
			Leves	0,128	0,010	0,06	1,090	0,007	0,03	5,6
			Médios	0,141	0,007	0,06	1,052	0,007	0,03	5,8
			Semipesados	0,136	0,016	0,06	1,620	0,015	0,03	3,6
			Pesados	0,256	0,030	0,06	1,590	0,015	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,626	0,018	0,06	2,810	0,020	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,153	0,039	0,06	1,448	0,015	0,03	3,4
			Rodoviários	0,344	0,033	0,06	1,695	0,016	0,03	3,4
2013	P7	Caminhões	Semileves	0,011	0,005	0,06	0,484	0,003	0,03	9,1
			Leves	0,116	0,007	0,06	0,957	0,008	0,03	5,6
			Médios	0,087	0,010	0,06	1,086	0,009	0,03	5,8
			Semipesados	0,106	0,017	0,06	1,602	0,016	0,03	3,6
			Pesados	0,281	0,029	0,06	1,542	0,016	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,528	0,018	0,06	2,683	0,021	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,128	0,031	0,06	1,211	0,011	0,03	3,4
			Rodoviários	0,400	0,046	0,06	1,702	0,017	0,03	3,4
2014 (2)	P7	Caminhões	Semileves	0,011	0,005	0,06	0,484	0,003	0,03	9,1
			Leves	0,116	0,007	0,06	0,957	0,008	0,03	5,6
			Médios	0,087	0,010	0,06	1,086	0,009	0,03	5,8
			Semipesados	0,106	0,017	0,06	1,602	0,016	0,03	3,6
			Pesados	0,281	0,029	0,06	1,542	0,016	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,528	0,018	0,06	2,683	0,021	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,128	0,031	0,06	1,211	0,011	0,03	3,4
			Rodoviários	0,400	0,046	0,06	1,702	0,017	0,03	3,4

APÊNDICE L – Fator de emissão para Veículos Pesados com motores do ciclo Diesel

(conclusão)										
Ano	Fase Proconve	Categoria		CO	HC	CH ₄	NOx	MP	N ₂ O	Autonomia
				(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)
2015	P7	Caminhões	Semileves	0,044	0,007	0,06	0,528	0,004	0,03	9,1
			Leves	0,200	0,009	0,06	0,993	0,009	0,03	5,6
			Médios	0,091	0,009	0,06	0,986	0,009	0,03	5,8
			Semipesados	0,111	0,019	0,06	1,602	0,016	0,03	3,6
			Pesados	0,275	0,029	0,06	1,633	0,016	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,530	0,021	0,06	2,710	0,024	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,085	0,026	0,06	1,385	0,010	0,03	3,3
			Rodoviários	0,363	0,028	0,06	1,639	0,017	0,03	3,4
2016	P7	Caminhões	Semileves	0,036	0,008	0,06	0,515	0,003	0,03	9,1
			Leves	0,172	0,012	0,06	0,994	0,008	0,03	5,6
			Médios	0,091	0,005	0,06	0,975	0,009	0,03	5,8
			Semipesados	0,124	0,011	0,06	1,469	0,014	0,03	3,6
			Pesados	0,292	0,033	0,06	1,690	0,016	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,566	0,016	0,06	2,873	0,021	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,072	0,012	0,06	1,303	0,010	0,03	3,3
			Rodoviários	0,352	0,028	0,06	1,832	0,016	0,03	3,4
2017	P7	Caminhões	Semileves	0,030	0,004	0,06	0,484	0,003	0,03	9,1
			Leves	0,214	0,008	0,06	0,942	0,008	0,03	5,6
			Médios	0,102	0,012	0,06	0,906	0,008	0,03	5,8
			Semipesados	0,080	0,022	0,06	1,652	0,014	0,03	3,6
			Pesados	0,233	0,025	0,06	1,630	0,014	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,462	0,024	0,06	2,645	0,021	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,081	0,009	0,06	1,362	0,008	0,03	3,3
			Rodoviários	0,351	0,028	0,06	1,525	0,017	0,03	3,4
2018	P7	Caminhões	Semileves	0,024	0,003	0,06	0,484	0,002	0,03	9,1
			Leves	0,230	0,009	0,06	0,875	0,009	0,03	5,6
			Médios	0,208	0,009	0,06	0,849	0,007	0,03	5,8
			Semipesados	0,099	0,017	0,06	1,593	0,014	0,03	3,6
			Pesados	0,289	0,023	0,06	1,598	0,014	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,538	0,010	0,06	2,021	0,022	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,122	0,008	0,06	1,421	0,008	0,03	3,3
2019	P7	Caminhões	Rodoviários	0,374	0,028	0,06	1,678	0,018	0,03	3,4
			Semileves	0,015	0,003	0,06	0,512	0,002	0,03	9,1
			Leves	0,276	0,006	0,06	1,001	0,009	0,03	5,6
			Médios	0,203	0,009	0,06	0,829	0,008	0,03	5,8
			Semipesados	0,120	0,021	0,06	1,662	0,015	0,03	3,6
		Ônibus	Pesados	0,186	0,013	0,06	1,462	0,013	0,03	3,6
			Urbanos	0,434	0,023	0,06	2,610	0,023	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,154	0,008	0,06	1,472	0,008	0,03	3,3
Rodoviários	0,250	0,019	0,06	1,544	0,014	0,03	3,4			

Notas: Até 2003, os valores foram obtidos do 1º Inventário Nacional (7).

De 2004 a 2005, valores médios das fases P4 e P5 publicados no RQA 2008 e a partir de 2006 obtidos dos RVEP e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais em g/kWh e convertidos para g/km.

Os valores de consumo de combustível utilizados na conversão foram alterados conforme Nota 1 do Apêndice K.

- (1) Fase inviabilizada pela indisponibilidade do diesel com baixo teor de enxofre.
- (2) Por indisponibilidade de dados os fatores de emissão de 2013 foram repetidos em 2014.
- (3) Valores de fator de emissão para Caminhões Semileves foram alterados em relação à publicação anterior.
- (4) Os valores publicados nesta edição podem estar divergentes em relação às publicações anteriores, pois foi efetuada uma revisão na base de dados.

APÊNDICE M - Fator de emissão para Motocicletas e similares

(continua)

Ano	Classificação	Fase Promot	Combustível	CO	HC	NMHC	CH4	NOx	MP	CO ₂	N ₂ O	Autonomia
				(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(km/l)
2003	≤ 150 cc	M1	Gasolina	4,785	0,725	0,616	0,109	0,145	0,0140	43	0,002	nd
	>150 e ≤ 500 cc			7,300	1,165	0,990	0,175	0,165		82	0,002	nd
	≥ 501 cc			3,570	0,110	0,094	0,017	0,110		163	0,002	nd
2004	≤ 150 cc	M1	Gasolina	6,065	0,815	0,693	0,122	0,175	0,0140	47	0,002	nd
	>150 e ≤ 500 cc			7,300	1,165	0,990	0,175	0,165		82	0,002	nd
	≥ 501 cc			3,665	0,685	0,582	0,103	0,120		172	0,002	nd
2005	≤ 150 cc	M1	Gasolina	2,610	0,460	0,391	0,069	0,160	0,0035	43	0,002	nd
	>150 e ≤ 500 cc			3,135	0,585	0,497	0,088	0,135		82	0,002	nd
	≥ 501 cc			1,725	0,395	0,336	0,059	0,125		145	0,002	nd
2006	≤ 150 cc	M2	Gasolina	2,235	0,335	0,285	0,050	0,175	0,0035	53	0,002	nd
	>150 e ≤ 500 cc			1,745	0,375	0,319	0,056	0,155		65	0,002	nd
	≥ 501 cc			1,225	0,205	0,174	0,031	0,050		201	0,002	nd
2007	≤ 150 cc	M2	Gasolina	1,795	0,320	0,272	0,048	0,170	0,0035	60	0,002	nd
	>150 e ≤ 500 cc			1,995	0,365	0,310	0,055	0,145		77	0,002	nd
	≥ 501 cc			1,315	0,215	0,183	0,032	0,095		158	0,002	nd
2008	≤ 150 cc	M2	Gasolina	1,355	0,230	0,196	0,035	0,115	0,0035	55	0,002	nd
	>150 e ≤ 500 cc			1,720	0,290	0,247	0,044	0,145		74	0,002	nd
	≥ 501 cc			1,250	0,190	0,162	0,029	0,070		132	0,002	nd
2009	≤ 150 cc	M3	Gasolina	1,090	0,165	0,124	0,041	0,100	0,0035	61	0,002	nd
	>150 e ≤ 500 cc			1,070	0,115	0,086	0,029	0,105		87	0,002	nd
	≥ 501 cc			1,015	0,150	0,113	0,037	0,105		143	0,002	nd
2010	≤ 150 cc	M3	Gasolina	0,684	0,175	0,131	0,044	0,065	0,0035	52	0,002	nd
	> 150 cc			1,142	0,124	0,093	0,031	0,095		79	0,002	nd
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,754	0,148	0,111	0,037	0,052		51	nd	nd
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,579	0,156	0,117	0,039	0,066		51	nd	nd
2011	≤ 150 cc	M3	Gasolina	0,610	0,200	0,150	0,050	0,080	0,0035	56	0,002	38,5
	> 150 cc			1,030	0,110	0,083	0,027	0,090		71	0,002	27,2
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,760	0,140	0,105	0,035	0,060		50	nd	42,8
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,680	0,160	0,120	0,040	0,060		49	nd	28,0
2012	≤ 150 cc	M3	Gasolina	0,500	0,167	0,125	0,042	0,067	0,0035	57	0,002	37,8
	> 150 cc			0,989	0,111	0,083	0,028	0,089		83	0,002	26,5
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,741	0,137	0,103	0,034	0,041		50	0,002	43,2
	> 150 cc			1,139	0,103	0,077	0,026	0,092		71	0,002	29,4
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,897	0,162	0,122	0,040	0,039		47	nd	29,3
	> 150 cc			1,430	0,254	0,191	0,063	0,051		71	nd	19,4
2013	≤ 150 cc	M3	Gasolina	0,492	0,160	0,120	0,040	0,063	0,0035	56	0,002	40,9
	> 150 cc			0,821	0,124	0,093	0,031	0,073		85	0,002	27,4
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,681	0,142	0,107	0,035	0,046		50	0,002	42,5
	> 150 cc			0,696	0,081	0,061	0,020	0,077		77	0,002	27,6
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,828	0,152	0,114	0,038	0,038		47	nd	29,4
	> 150 cc			0,780	0,090	0,068	0,022	0,042		76	nd	18,3
2014	≤ 150 cc	M3	Gasolina	0,492	0,160	0,120	0,040	0,063	0,0035	56	0,002	40,9
	> 150 cc			0,821	0,124	0,093	0,031	0,073		85	0,002	27,4
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,681	0,142	0,107	0,035	0,046		50	0,002	42,5
	> 150 cc			0,696	0,081	0,061	0,020	0,077		77	0,002	27,6
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,828	0,152	0,114	0,038	0,038		47	nd	29,4
	> 150 cc			0,780	0,090	0,068	0,022	0,042		76	nd	18,3
2015	≤ 150 cc	M4	Gasolina	0,570	0,130	0,097	0,032	0,043	0,0035	50	0,002	44,2
	> 150 cc			0,734	0,112	0,084	0,028	0,064		75	0,002	31,1
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,708	0,113	0,085	0,028	0,037		45	nd	47,2
	> 150 cc			0,633	0,072	0,054	0,018	0,050		54	nd	41,0
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,789	0,136	0,102	0,034	0,029		43	nd	32,5
	> 150 cc			0,697	0,087	0,065	0,022	0,032		52	nd	28,3

APÊNDICE M - Fator de emissão para Motocicletas e similares

Ano	Classificação	Fase Promot	Combustível	CO	HC	NMHC	CH ₄	NO _x	MP	CO ₂	N ₂ O	(conclusão) Autonomia
				(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(km/l)
2016	≤ 150 cc	M4	Gasolina	0,606	0,124	0,093	0,031	0,013	0,0035	47	nd	45,2
	> 150 cc			0,504	0,079	0,059	0,020	0,049		65	nd	35,5
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,649	0,130	0,098	0,032	0,038		46	nd	45,7
	> 150 cc			0,715	0,111	0,083	0,028	0,044		62	nd	34,3
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,517	0,160	0,120	0,040	0,039		45	nd	31,2
	> 150 cc			0,827	0,180	0,135	0,045	0,021		60	nd	23,0
2017	≤ 150 cc	M4	Gasolina	0,580	0,110	0,083	0,027	0,024	0,0035	38	0,002	57,1
	> 150 cc			0,525	0,073	0,055	0,018	0,043		48	0,002	45,6
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,731	0,120	0,090	0,030	0,031		41	nd	51,9
	> 150 cc			0,694	0,084	0,063	0,021	0,045		49	nd	44,0
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,476	0,151	0,113	0,038	0,024		40	nd	35,8
	> 150 cc			0,689	0,110	0,083	0,027	0,028		48	nd	29,8
2018	≤ 150 cc	M4	Gasolina	0,608	0,108	0,081	0,027	0,023	0,0035	37	0,002	58,5
	> 150 cc			0,545	0,073	0,055	0,018	0,046		50	0,002	44,2
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,834	0,113	0,085	0,028	0,030		41	nd	51,5
	> 150 cc			0,726	0,086	0,065	0,021	0,042		49	nd	44,0
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,502	0,139	0,104	0,035	0,027		40	nd	35,6
	> 150 cc			0,654	0,101	0,076	0,025	0,035		47	nd	30,3
2019	≤ 150 cc	M4	Gasolina	0,566	0,111	0,083	0,028	0,023	0,0035	39	0,002	55,9
	> 150 cc			0,503	0,070	0,052	0,017	0,047		54	0,002	43,1
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,834	0,123	0,093	0,031	0,029		39	nd	53,9
	> 150 cc			0,754	0,093	0,070	0,023	0,043		49	nd	44,0
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,524	0,140	0,105	0,035	0,023		39	nd	36,4
	> 150 cc			0,680	0,096	0,072	0,024	0,034		47	nd	30,2

Notas: De 2003 a 2009, valores obtidos pelas médias de homologação.

Em 2010 e 2011, calculados considerando os valores de homologação ponderados pelas vendas.

A partir de 2012, valores obtidos a partir dos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP) e ponderados pelos Relatórios de Vendas anuais.

Por indisponibilidade de dados os fatores de emissão de 2013 foram repetidos em 2014

Os valores de NMHC e CH₄ foram obtidos a partir da proporção informada na Tabela 1. Considerou-se as motos produzidas anteriormente a 2009 como sem catalisador e com catalisador após 2009.

APÊNDICE N - Fator de emissão para Ciclomotores

Ano	Combustível	CO	HC	NMHC	CH ₄	NO _x	CO ₂	Autonomia
		(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(g/Km)	(km/l)
2012	Gasolina	0,80	0,28	0,21	0,07	0,34	34	60,1
2013		0,80	0,29	0,22	0,07	0,31	33	61,9
2014		0,80	0,29	0,22	0,07	0,31	33	61,9
2015		0,59	0,12	0,09	0,03	0,08	39	54,6
2016		0,59	0,12	0,09	0,03	0,08	39	54,6
2017		0,59	0,12	0,09	0,03	0,08	39	54,6
2018		0,59	0,12	0,09	0,03	0,08	39	54,6
2019		0,59	0,12	0,09	0,03	0,08	39	54,6

Nota: n.a. – não se aplica.

(1) Apenas para os novos lançamentos.

(2) A categoria de ciclomoteres não foi submetida a uma fase equivalente a M3 (Resolução 342/2003 (39)).

(3) Limite para velocidade máxima final superior a 130 km/h

(4) Para veículos que utilizem gás natural como combustível

(5) Para veículos com sistema de injeção direta total ou parcial de combustível

APÊNDICE O - Fator de emissão evaporativa para Automóveis e Comerciais Leves

(continua)

Ano Modelo	Categoria	Combustível	Temperatura: 20 - 35°C			Temperatura: 10 - 25°C			Temperatura: 0 - 15°C		
			e _d (1) (g/dia)	e _s (2) (g/viag)	e _r (3) (g/viag)	e _d (g/dia)	e _s (g/viag)	e _r (g/viag)	e _d (g/dia)	e _s (g/viag)	e _r (g/viag)
Até 1989	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61	3,40	10,41	8,78	2,52	7,66	6,46
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35	1,48	4,53	3,82	1,10	3,33	2,81
1990	Automóveis	Gasolina C	0,68	2,03	0,16	0,12	0,19	0,10	0,08	0,05	0,07
		Etanol Hidratado	0,45	1,35	0,07	0,08	0,13	0,04	0,05	0,03	0,03
	Comerciais Leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61	3,40	10,41	8,78	2,52	7,66	6,46
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35	1,48	4,53	3,82	1,10	3,33	2,81
1991	Automóveis	Gasolina C	0,67	2,03	0,16	0,13	0,19	0,10	0,08	0,05	0,07
		Etanol Hidratado	0,45	1,35	0,07	0,09	0,13	0,04	0,05	0,03	0,03
	Comerciais Leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61	3,40	10,41	8,78	2,52	7,66	6,46
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35	1,48	4,53	3,82	1,10	3,33	2,81
1992	Automóveis	Gasolina C	0,75	1,25	0,16	0,38	0,32	0,10	0,29	0,15	0,07
		Etanol Hidratado	0,34	0,56	0,07	0,17	0,14	0,04	0,13	0,07	0,03
	Comerciais Leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61	3,40	10,41	8,78	2,52	7,66	6,46
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35	1,48	4,53	3,82	1,10	3,33	2,81
1993	Automóveis	Gasolina C	0,63	1,07	0,16	0,33	0,28	0,10	0,25	0,13	0,07
		Etanol Hidratado	0,41	0,69	0,07	0,21	0,18	0,04	0,16	0,08	0,03
	Comerciais Leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61	3,40	10,41	8,78	2,52	7,66	6,46
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35	1,48	4,53	3,82	1,10	3,33	2,81
1994	Automóveis	Gasolina C	0,61	0,99	0,16	0,32	0,27	0,10	0,24	0,12	0,07
		Etanol Hidratado	0,34	0,56	0,07	0,18	0,15	0,04	0,14	0,07	0,03
	Comerciais Leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61	3,40	10,41	8,78	2,52	7,66	6,46
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35	1,48	4,53	3,82	1,10	3,33	2,81
1995	Automóveis	Gasolina C	0,61	0,99	0,16	0,32	0,27	0,10	0,24	0,12	0,07
		Etanol Hidratado	0,34	0,56	0,07	0,18	0,15	0,04	0,14	0,07	0,03
	Comerciais Leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61	3,40	10,41	8,78	2,52	7,66	6,46
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35	1,48	4,53	3,82	1,10	3,33	2,81
1996	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	0,46	0,74	0,16	0,24	0,20	0,10	0,18	0,09	0,07
		Etanol Hidratado	0,31	0,49	0,07	0,16	0,13	0,04	0,12	0,06	0,03
1997	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	0,39	0,61	0,16	0,20	0,16	0,10	0,16	0,08	0,07
		Etanol Hidratado	0,43	0,67	0,07	0,22	0,18	0,04	0,18	0,09	0,03
1998	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	0,32	0,49	0,16	0,17	0,13	0,10	0,13	0,06	0,07
		Etanol Hidratado	0,53	0,80	0,07	0,28	0,21	0,04	0,21	0,10	0,03
1999	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	0,31	0,48	0,16	0,16	0,12	0,10	0,12	0,06	0,07
		Etanol Hidratado	0,64	1,00	0,07	0,33	0,25	0,04	0,25	0,12	0,03
2000	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	0,29	0,44	0,16	0,15	0,12	0,10	0,12	0,06	0,07
		Etanol Hidratado	0,54	0,81	0,07	0,28	0,22	0,04	0,22	0,11	0,03
2001	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	0,27	0,41	0,16	0,14	0,11	0,10	0,11	0,05	0,07
		Etanol Hidratado	0,52	0,79	0,07	0,27	0,21	0,04	0,21	0,10	0,03
2002	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	0,24	0,37	0,16	0,12	0,10	0,10	0,10	0,05	0,07
		Etanol Hidratado	0,40	0,63	0,19	0,10	0,44	0,10	0,07	0,25	0,07
2003	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	0,29	0,46	0,16	0,15	0,12	0,10	0,12	0,06	0,07
		Etanol Hidratado	0,38	0,61	0,18	0,09	0,42	0,10	0,07	0,24	0,07
		Flex - Gasolina C	0,16	0,40	0,16	0,08	0,28	0,10	0,06	0,16	0,07
		Flex - Etanol Hidratado	0,27	0,60	0,07	0,15	0,42	0,04	0,11	0,24	0,03
2004	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	0,27	0,42	0,16	0,14	0,11	0,10	0,11	0,05	0,07
		Etanol Hidratado	0,37	0,58	0,17	0,09	0,41	0,10	0,07	0,23	0,06
		Flex - Gasolina C	0,11	0,30	0,16	0,06	0,21	0,10	0,05	0,12	0,07
		Flex - Etanol Hidratado	0,21	0,60	0,07	0,11	0,42	0,04	0,09	0,24	0,03
2005	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	0,35	0,55	0,16	0,18	0,14	0,10	0,14	0,07	0,07
		Etanol Hidratado	0,35	0,56	0,17	0,09	0,39	0,09	0,06	0,22	0,06
		Flex - Gasolina C	0,17	0,26	0,16	0,09	0,18	0,10	0,07	0,10	0,07
		Flex - Etanol Hidratado	0,17	0,35	0,07	0,09	0,24	0,04	0,07	0,14	0,03
2006	Automóveis e Comerciais Leves	Gasolina C	0,18	0,28	0,16	0,09	0,07	0,10	0,07	0,04	0,07
		Etanol Hidratado	0,34	0,53	0,16	0,08	0,37	0,09	0,06	0,21	0,06
		Flex - Gasolina C	0,49	0,78	0,07	0,25	0,20	0,04	0,20	0,10	0,03
		Flex - Etanol Hidratado	0,24	0,38	0,16	0,12	0,10	0,10	0,10	0,05	0,07

APÊNDICE O- Fator de emissão evaporativa para Automóveis e Comerciais Leves

(conclusão)

Ano Modelo	Categorias	Combustível	Temperatura: 20 - 35°C			Temperatura: 10 - 25°C			Temperatura: 0 - 15°C		
			e _d (1) (g/dia)	e _s (2) (g/viag)	e _r (3) (g/viag)	e _d (g/dia)	e _s (g/viag)	e _r (g/viag)	e _d (g/dia)	e _s (g/viag)	e _r (g/viag)
2007	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,18	0,28	0,16	0,09	0,07	0,10	0,07	0,04	0,07
		Etanol Hidratado	0,32	0,51	0,15	0,08	0,35	0,08	0,06	0,20	0,06
		Flex-Gasolina C	0,49	0,78	0,07	0,25	0,20	0,04	0,20	0,10	0,03
		Flex-Etanol Hidratado	0,24	0,38	0,16	0,12	0,10	0,10	0,10	0,05	0,07
2008	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,25	0,41	0,16	0,13	0,1	0,1	0,1	0,05	0,07
		Flex-Gasolina C	0,42	0,68	0,07	0,21	0,18	0,04	0,16	0,08	0,03
		Flex-Etanol Hidratado	0,16	0,26	0,16	0,08	0,07	0,1	0,06	0,03	0,07
2009	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,25	0,41	0,16	0,13	0,1	0,1	0,1	0,05	0,07
		Flex-Gasolina C	0,42	0,68	0,07	0,21	0,18	0,04	0,16	0,08	0,03
		Flex-Etanol Hidratado	0,16	0,26	0,16	0,08	0,07	0,1	0,06	0,03	0,07
2010	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,08	0,08	0,06	0,05	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03
		Flex-Gasolina C	0,13	0,25	0,14	0,07	0,17	0,09	0,05	0,10	0,07
		Flex-Etanol Hidratado	0,23	0,37	0,23	0,12	0,26	0,14	0,09	0,15	0,11
2011	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,19	0,17	0,14	0,10	0,12	0,04	0,08	0,07	0,03
		Flex-Gasolina C	0,30	0,31	0,23	0,16	0,22	0,07	0,12	0,12	0,05
		Flex-Etanol Hidratado	0,41	0,41	0,31	0,22	0,29	0,09	0,17	0,16	0,07
2012	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,19	0,16	0,06	0,05	0,11	0,04	0,03	0,06	0,03
		Flex-Gasolina C	0,21	0,23	0,08	0,05	0,16	0,05	0,04	0,09	0,03
		Flex-Etanol Hidratado	0,33	0,35	0,12	0,08	0,25	0,07	0,06	0,14	0,05
2013	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,12	0,13	0,05	0,03	0,09	0,03	0,02	0,05	0,02
		Flex-Gasolina C	0,22	0,24	0,08	0,05	0,17	0,05	0,04	0,10	0,04
		Flex-Etanol Hidratado	0,28	0,35	0,12	0,07	0,25	0,07	0,05	0,14	0,05
2014	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,10	0,10	0,04	0,02	0,07	0,02	0,02	0,04	0,02
		Flex-Gasolina C	0,17	0,20	0,07	0,04	0,14	0,04	0,03	0,08	0,03
		Flex-Etanol Hidratado	0,26	0,36	0,11	0,06	0,25	0,06	0,05	0,14	0,04
2015	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,06	0,09	0,03	0,02	0,06	0,02	0,01	0,04	0,01
		Flex-Gasolina C	0,14	0,16	0,06	0,03	0,12	0,03	0,02	0,07	0,02
		Flex-Etanol Hidratado	0,22	0,27	0,09	0,05	0,19	0,05	0,04	0,11	0,04
2016	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,09	0,11	0,04	0,02	0,08	0,02	0,02	0,04	0,01
		Flex-Gasolina C	0,15	0,15	0,06	0,04	0,11	0,03	0,03	0,06	0,02
		Flex-Etanol Hidratado	0,21	0,22	0,08	0,05	0,15	0,05	0,04	0,09	0,03
2017	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,07	0,09	0,03	0,02	0,07	0,02	0,01	0,04	0,01
		Flex-Gasolina C	0,16	0,15	0,06	0,04	0,10	0,03	0,03	0,06	0,03
		Flex-Etanol Hidratado	0,23	0,23	0,08	0,06	0,16	0,05	0,04	0,09	0,04
2018	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,05	0,07	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,03	0,01
		Flex-Gasolina C	0,15	0,13	0,05	0,04	0,09	0,03	0,03	0,05	0,02
		Flex-Etanol Hidratado	0,19	0,20	0,07	0,05	0,14	0,04	0,03	0,08	0,03
2019	Comerciais Leves e Leves	Gasolina C	0,05	0,07	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,03	0,01
		Flex-Gasolina C	0,14	0,12	0,05	0,03	0,08	0,03	0,02	0,05	0,02
		Flex-Etanol Hidratado	0,18	0,19	0,07	0,04	0,13	0,04	0,03	0,08	0,03

(1) Emissão diurnal

(2) Emissão hotsoak

(3) Emissão running losses

(4) Para Comerciais Leves até 1995

APÊNDICE P - Fator de emissão de CO₂ para combustíveis

Ano	FE por combustível (kg/l)			
	Gasolina A	Etanol Anidro	Etanol Hidratado	Óleo Diesel
1980	2,209	1,526	1,457	2,631
1981	2,209			2,646
1982	2,212			2,656
1983	2,261			2,649
1984	2,258			2,674
1985	2,278			2,665
1986	2,275			2,686
1987	2,261			2,680
1988	2,281			2,671
1989	2,266			2,686
1990	2,261			2,686
1991-1997	2,261			2,674
1998	2,243			2,646
1999	2,232			2,631
2000	2,220			2,613
2001-2004	2,212			2,603
2005-2018	2,212			2,603

Fonte: BRASIL (33), adaptado.

APÊNDICE Q - Intensidade de uso de referência

(continua)

Anos de uso	Intensidade de uso por categoria de veículo (km/ano)															
	Automóveis Gasolina	Automóveis Etanol	Automóveis flex-fuel	Comerciais Leves Gasolina	Comerciais Leves Etanol	Comerciais Leves flex-fuel	Comerciais Leves Diesel	Motocicletas	Ônibus Urbanos	Micro-Ônibus	Ônibus Rodoviários	Caminhões Semileves	Caminhões Leves	Caminhões Médios	Caminhões Semi-pesados	Caminhões Pesados
0	5.998	nd	8.610	8.966	nd	9.110	14.221	6.403	31.235	17.789	31.235	20.542	20.542	20.542	28.112	28.112
1	11.997	nd	17.220	17.933	nd	18.220	28.443	12.807	62.470	35.578	62.470	41.083	41.083	41.083	56.223	56.223
2	12.632	nd	15.968	17.638	nd	21.110	27.358	13.078	58.979	31.654	58.979	38.117	38.117	38.117	55.200	55.200
3	13.177	nd	15.277	17.320	nd	21.914	26.321	13.243	55.908	29.359	55.908	35.564	35.564	35.564	54.176	54.176
4	13.635	nd	15.001	16.981	nd	21.277	25.270	13.313	53.205	27.730	53.205	33.386	33.386	33.386	53.152	53.152
5	14.009	nd	14.995	16.623	nd	19.843	24.142	13.293	50.816	26.467	50.816	31.543	31.543	31.543	52.129	52.129
6	14.305	nd	15.112	16.248	nd	18.255	22.874	13.192	48.689	25.435	48.689	30.002	30.002	30.002	51.105	51.105
7	14.525	nd	15.208	15.858	nd	17.160	21.406	13.019	46.769	24.562	46.769	28.726	28.726	28.726	50.081	50.081
8	14.675	nd	15.136	15.456	nd	16.102	19.673	12.781	45.004	23.806	45.004	27.684	27.684	27.684	49.057	49.057
9	14.758	nd	14.750	15.044	nd	15.044	17.614	12.486	43.341	23.140	43.341	26.846	26.846	26.846	48.034	48.034
10	14.778	nd	14.744	14.624	nd	14.624	15.950	12.142	41.727	22.543	41.727	26.182	26.182	26.182	47.010	47.010
11	14.739	nd		14.198	nd		15.950	11.758	40.108	22.004	40.108	25.666	25.666	25.666	45.986	45.986
12	14.645	13.412		13.768	11.231		15.950	11.341	38.432	21.511	38.432	25.274	25.274	25.274	44.963	44.963
13	14.500	13.399		13.336	10.835		15.950	10.900	36.644	21.058	36.644	24.982	24.982	24.982	43.939	43.939
14	14.309	13.360		12.905	10.454		15.950	10.442	34.693	20.638	34.693	24.768	24.768	24.768	42.915	42.915
15	14.075	13.274		12.477	10.088		15.950	9.976	32.525	18.680	32.525	24.615	24.615	24.615	41.892	41.892
16	13.803	13.123		12.054	9.740		15.950	9.509	30.709	18.680	30.709	24.504	24.504	24.504	40.868	40.868
17	13.495	12.886		11.638	9.412		15.950	9.050	29.329	18.680	29.329	24.420	24.420	24.420	39.844	39.844
18	13.157	12.543		11.231	9.107		15.950	9.050	28.010	18.680	28.010	24.348	24.348	24.348	38.820	38.820
19	12.793	12.076		10.835	8.826		15.950	9.050	26.751	18.680	26.751	24.278	24.278	24.278	37.797	37.797
20	12.406	11.463		10.454	8.572		15.950	9.050	25.548	18.680	25.548	24.199	24.199	24.199	36.773	36.773
21	12.000	10.686		10.088	8.347		15.950	9.050	24.400	18.680	24.400	24.103	24.103	24.103	35.749	35.749
22	11.580	9.724		9.740	8.152		15.950	9.050	23.303	18.680	23.303	23.984	23.984	23.984	34.726	34.726
23	11.149	8.275		9.412	7.991		15.950	9.050	22.255	18.680	22.255	23.837	23.837	23.837	33.702	33.702
24	10.712	8.275		9.107	7.866		15.950	9.050	21.255	18.680	21.255	23.660	23.660	23.660	32.678	32.678
25	10.273	8.275		8.826	7.862		15.950	9.050	20.299	18.680	20.299	23.452	23.452	23.452	31.655	31.655
26	9.835	8.275		8.572	7.862		15.950	9.050	19.386	18.680	19.386	23.214	23.214	23.214	30.631	30.631
27	9.402	8.275		8.347	7.862		15.950	9.050	18.515	18.680	18.515	22.949	22.949	22.949	29.607	29.607
28	8.980	8.275		8.152	7.862		15.950	9.050	17.682	18.680	17.682	22.662	22.662	22.662	28.583	28.583
29	8.571	8.275		7.991	7.862		15.950	9.050	16.887	18.680	16.887	22.360	22.360	22.360	27.560	27.560
30	8.180	8.275		7.866	7.862		15.950	9.050	16.128	18.680	16.128	22.051	22.051	22.051	26.536	26.536

APÊNDICE Q - Intensidade de uso de referência

(conclusão)

Anos de uso	Intensidade de uso por categoria de veículo (km/ano)															
	Automóveis Gasolina	Automóveis Etanol	Automóveis flex-fuel	Comerciais Leves Gasolina	Comerciais Leves Etanol	Comerciais Leves flex-fuel	Comerciais Leves Diesel	Motocicletas	Ônibus urbanos	Micro-Ônibus	Ônibus Rodoviários	Caminhões Semileves	Caminhões Leves	Caminhões Médios	Caminhões Semi-pesados	Caminhões Pesados
31	7.810	8.275		7.862	7.862		15.950	9.050	15.403	18.680	15.403	21.745	21.745	21.745	25.512	25.512
32	7.467	8.275		7.862	7.862		15.950	9.050	14.711	18.680	14.711	21.456	21.456	21.456	24.489	24.489
33	7.153	8.275		7.862	7.862		15.950	9.050	14.049	18.680	14.049	21.197	21.197	21.197	23.465	23.465
34	6.873	8.275		7.862	7.862		15.950	9.050	13.418	18.680	13.418	20.984	20.984	20.984	22.441	22.441
35	6.631	8.275		7.862	7.862		15.950	9.050	12.814	18.680	12.814	20.835	20.835	20.835	21.418	21.418
36	6.430	8.275		7.862	7.862		15.950		12.238	18.680	12.238	20.769	20.769	20.769	20.394	20.394
37	6.276	8.275		7.862	7.862		15.950		11.688	18.680	11.688	20.809	20.809	20.809	19.370	19.370
38	6.172	8.275		7.862	7.862		15.950		11.163	18.680	11.163	20.978	20.978	20.978	18.346	18.346
39	6.174	8.275		7.862	7.862		15.950		10.661	18.680	10.661	21.804	21.804	21.804	17.323	17.323
40	6.174	8.275		7.862	7.862		15.950		10.181	18.680	10.181	21.804	21.804	21.804	16.299	16.299

Fonte: CETESB (6)

APÊNDICE R - Evolução das emissões de monóxido de carbono no estado de São Paulo

Categoria	Combustível	Emissão de CO (t/ano)													
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Automóveis	Gasolina C	262.227	244.935	214.773	183.315	183.783	162.973	166.288	157.965	147.625	112.632	91.950	92.539	88.064	72.014
	Etanol Hidratado	170.431	153.704	124.211	101.220	69.615	72.262	39.886	28.590	29.205	30.147	29.701	22.477	18.093	19.225
	Flex-gasolina C	433	289	527	1.564	2.309	15.124	17.416	18.743	22.404	20.814	28.898	34.513	23.794	25.955
	Flex-etanol hid.	6.636	15.387	24.390	32.723	33.713	26.263	23.004	23.076	31.232	42.054	39.915	36.606	48.350	63.184
	Gasolina C	33.822	38.730	21.847	28.960	30.187	26.849	27.513	26.286	24.819	19.091	15.723	15.989	15.458	12.910
Comerciais Leves	Etanol Hidratado	13.239	12.118	9.990	8.336	5.852	5.655	3.429	2.439	2.491	2.566	2.524	1.902	1.522	1.606
	Flex-gasolina C	62	41	78	234	837	2.386	2.841	3.156	3.959	3.788	5.111	6.034	3.973	4.071
	Flex-etanol hid.	909	1.988	3.659	4.392	4.102	4.170	4.066	4.507	6.579	9.033	8.236	7.171	8.863	10.718
	Diesel	1.370	1.538	1.733	1.899	1.767	2.297	2.340	2.240	2.153	2.031	1.876	1.726	1.595	1.472
Semileves		792	786	773	746	717	693	656	606	559	516	477	439	401	367
Leves		3.064	3.027	3.001	2.957	2.904	2.867	2.766	2.586	2.414	2.258	2.109	1.962	1.830	1.692
Caminhões	Médios	2.297	2.233	2.164	2.077	2.000	1.936	1.844	1.725	1.612	1.503	1.395	1.290	1.200	1.122
	Semipesados	6.239	6.812	7.199	6.716	7.305	7.176	11.733	10.851	9.561	8.422	7.591	7.684	7.228	7.193
	Pesados	9.790	10.197	10.526	9.868	10.703	10.424	10.253	9.754	8.880	7.977	7.276	7.417	7.199	7.406
Ônibus	Urbanos	4.464	4.520	4.729	4.877	4.943	5.128	5.129	4.879	4.624	4.356	4.058	3.744	3.507	3.198
	Micro-ônibus	282	318	339	339	347	374	378	355	335	314	294	275	259	245
	Rodoviários	5.089	5.022	4.808	4.082	3.978	3.485	3.179	2.872	2.500	1.852	1.922	1.887	1.775	1.622
Motocicletas	Gasolina C	136.450	156.385	145.560	130.301	137.732	124.089	125.657	118.820	110.338	86.967	72.559	71.623	74.981	57.881
	Flex-gasolina C	nd	nd	nd	nd	370	1.053	1.867	2.053	2.644	2.777	2.951	3.538	4.356	4.385
	Flex-etanol hid.	nd	nd	nd	nd	237	807	984	965	1.444	2.041	2.545	2.340	2.401	2.853
Total		657.595	658.030	580.305	524.607	503.401	476.011	451.231	422.469	413.378	361.141	327.110	321.153	314.850	299.118

Nota: nd- não disponível

APÊNDICE S - Evolução das emissões de hidrocarbonetos não metano no estado de São Paulo

Categoria	Combustível	Emissão NMHC (t/ano)													
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Automóveis	Gasolina C	49.559	46.505	41.432	35.718	37.146	33.011	33.413	31.640	29.442	22.934	18.961	18.674	17.551	14.474
	Etanol Hidratado	31.311	28.264	22.879	18.636	12.852	12.267	7.386	5.353	5.448	5.598	5.500	4.191	3.386	3.573
	Flex-gasolina C	219	145	259	777	1.103	7.040	7.582	7.707	8.716	8.073	10.928	11.921	7.655	8.161
	Flex-etanol hid.	2.775	5.842	8.490	10.186	10.072	7.541	6.963	7.120	9.245	11.829	10.656	9.890	13.103	15.985
Comerciais Leves	Gasolina C	11.687	10.841	8.943	8.210	8.487	7.599	7.721	7.331	6.851	5.375	4.445	4.374	4.124	2.445
	Etanol Hidratado	3.129	2.870	2.369	1.984	1.389	1.331	821	594	590	603	589	447	365	304
	Flex-gasolina C	69	120	39	126	443	1.267	1.422	1.499	1.761	1.644	2.129	2.239	1.350	1.349
	Flex-etanol hid.	370	734	1.267	1.508	1.314	1.195	1.156	1.246	1.725	2.260	1.969	1.742	2.175	2.484
Caminhões	Diesel	530	549	578	588	539	647	652	620	583	540	496	455	417	373
	Semileves	277	267	257	244	231	220	206	190	176	162	150	137	125	113
	Leves	1.077	1.052	1.022	978	936	898	849	786	727	672	621	577	527	475
	Médios	812	771	733	693	654	621	587	547	509	474	439	404	373	343
	Semipesados	2.074	2.121	2.104	1.869	1.899	1.766	2.673	2.442	2.129	1.857	1.657	1.660	1.550	1.527
	Pesados	3.312	3.392	3.396	3.028	3.163	2.989	2.843	2.625	2.313	2.031	1.823	1.836	1.730	1.720
Ônibus	Urbanos	1.526	1.480	1.454	1.412	1.366	1.332	1.258	1.150	1.050	956	866	782	706	610
	Micro-ônibus	88	89	88	84	82	82	80	76	71	67	62	57	53	49
	Rodoviários	1.766	1.715	1.604	1.335	1.287	1.109	990	873	738	497	537	518	467	407
Motocicletas	Gasolina C	17.864	17.961	16.951	15.268	16.211	14.762	15.140	14.485	13.588	10.802	9.061	8.990	9.435	7.318
	Flex-gasolina C	nd	nd	nd	nd	54	152	261	283	371	385	373	444	564	549
	Flex-etanol hid.	nd	nd	nd	nd	48	156	172	149	215	296	370	341	354	434
Total		128.443	124.718	113.864	102.643	99.274	95.983	92.175	86.716	86.248	77.054	71.630	69.679	66.010	62.693

Nota: nd- não disponível

APÊNDICE T - Evolução das emissões de aldeídos no estado de São Paulo.

Categoria	Combustível	Emissão de RCHO (t/ano)													
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Automóveis	Gasolina C	884	844	757	660	710	638	653	614	576	447	370	369	350	289
	Etanol Hidratado	1.305	1.187	966	790	544	523	311	222	227	235	232	176	142	151
	Flex-gasolina C	2,31	1,29	2,23	6,73	9,94	64,35	71,75	80	93	87	127	144	96	103
	Flex-etanol hid.	221	533	768	889	838	589	505	442	577	750	727	669	883	1.107
Comerciais Leves	Gasolina C	93	87	82	67	72	66	69	68	65	51	43	44	43	36
	Etanol Hidratado	106	97	80	67	47	45	27	20	20	21	20	15	12	13
	Flex-gasolina C	0,34	0,20	0,33	1,04	3,67	10,37	12,43	14	18	18	24	27	17	17
	Flex-etanol hid.	29	65	110	129	112	96	86	88	121	159	140	122	152	178
Caminhões	Diesel	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Semileves	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Leves	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Médios	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Semipesados	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ônibus	Pesados	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Urbanos	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Micro-ônibus	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Motocicletas	Rodoviários	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Gasolina C	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Flex-gasolina C	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total	Flex-etanol hid.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		2.641	2.815	2.766	2.611	2.337	2.032	1.736	1.548	1.698	1.769	1.682	1.566	1.695	1.895

Nota: nd- não disponível

APÊNDICE U - Evolução das emissões de óxidos de nitrogênio no estado de São Paulo

Categoria	Combustível	Emissão NO _x (t/ano)													
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Automóveis	Gasolina C	26.144	25.264	22.887	20.114	21.397	19.379	20.109	19.589	18.573	14.421	11.963	12.026	11.558	9.607
	Etanol Hidratado	11.351	10.406	10.333	8.668	5.964	5.740	3.421	2.275	2.318	2.386	2.343	1.792	1.443	1.536
	Flex-gasolina C	45	28	48	141	216	1.463	1.727	1.897	2.296	2.121	2.924	3.500	2.411	2.600
	Flex-etanol hid.	1.252	2.298	3.129	3.599	3.371	2.485	2.084	2.007	2.625	3.458	3.232	2.899	3.746	4.861
Comerciais Leves	Gasolina C	3.801	3.627	2.562	2.794	2.951	2.645	2.733	2.632	2.486	1.943	1.616	1.650	1.611	1.355
	Etanol Hidratado	1.013	933	885	647	452	434	265	216	221	227	223	168	135	142
	Flex-gasolina C	7	5	7	27	101	297	360	408	507	474	623	715	462	467
	Flex-etanol hid.	229	465	488	756	599	489	409	404	551	743	664	577	713	869
	Diesel	9.908	10.078	10.028	9.898	9.112	10.367	10.350	9.890	9.398	8.827	8.209	7.631	7.117	6.609
Caminhões	Semileves	4.410	4.261	4.124	3.960	3.785	3.632	3.440	3.198	2.963	2.744	2.538	2.333	2.138	1.960
	Leves	17.250	16.800	16.435	16.038	15.752	15.664	15.220	14.324	13.444	12.593	11.743	11.069	10.264	9.291
	Médios	12.861	12.346	11.897	11.453	11.045	10.708	10.232	9.615	9.043	8.469	7.873	7.281	6.767	6.295
	Semipesados	35.031	36.864	38.436	36.213	39.611	39.203	63.931	60.301	54.266	48.563	44.149	44.870	42.879	43.282
	Pesados	56.054	58.975	62.235	59.231	65.606	65.418	64.606	61.331	55.585	49.841	45.460	46.363	45.134	46.491
Ônibus	Urbanos	25.636	25.447	25.792	25.876	25.836	26.533	26.396	24.991	23.630	22.205	20.632	18.979	17.701	16.140
	Micro-ônibus	1.552	1.609	1.666	1.694	1.725	1.810	1.824	1.738	1.658	1.574	1.485	1.389	1.344	1.300
	Rodoviários	29.198	28.814	27.851	24.053	23.817	21.241	19.539	17.568	15.156	11.200	11.548	11.352	10.575	9.645
Motocicletas	Gasolina C	1.917	2.443	2.780	2.827	3.244	3.149	3.440	3.477	3.409	2.809	2.414	2.442	2.581	2.028
	Flex-gasolina C	nd	nd	nd	nd	26	77	133	143	186	191	194	224	265	248
	Flex-etanol hid.	nd	nd	nd	nd	27	84	84	62	87	114	137	122	123	144
Total		237.660	240.662	241.583	227.990	234.639	230.818	250.303	236.068	218.400	194.902	179.969	177.384	168.966	164.869

Nota: nd- não disponível

APÊNDICE V - Evolução das emissões de material particulado no estado de São Paulo

Categoria	Combustível	Emissão de MP (t/ano)											2018	2019
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
Automóveis	Gasolina C	96	94	87	78	84	78	81	78	74	60	51	49	42
	Etanol Hidratado	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Flex-gasolina C	0,91	0,56	0,99	3,01	4,55	30,44	33,79	35	41	39	54	38	41
	Flex-etanol hid.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Comerciais Leves	Gasolina C	12	11	11	10	11	11	12	13	13	11	10	9	8
	Etanol Hidratado	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Flex-gasolina C	0,13	0,08	0,14	0,44	1,62	4,86	5,66	6	7	7	9	6	6
	Flex-etanol hid.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Caminhões	Diesel	304	307	316	335	324	394	406	397	384	367	344	300	288
	Semileves	237	225	213	200	187	176	165	152	140	129	118	108	87
	Leves	913	864	820	776	734	697	655	608	562	518	477	452	355
	Médios	719	679	642	607	573	543	510	475	442	410	379	349	294
Ônibus	Semipesados	1.586	1.585	1.549	1.370	1.407	1.297	1.960	1.788	1.558	1.357	1.209	1.208	1.105
	Pesados	2.540	2.519	2.454	2.160	2.194	1.989	1.852	1.694	1.480	1.289	1.148	1.149	1.065
	Urbanos	1.237	1.166	1.107	1.045	984	940	881	799	724	655	589	527	408
	Micro-ônibus	59	59	58	57	55	55	53	49	46	43	39	36	31
Motocicletas	Rodoviários	1.450	1.369	1.255	1.035	981	825	722	627	520	432	367	353	270
	Gasolina C	250	250	237	217	235	218	228	222	212	199	200	148	127
	Flex-gasolina C	nd	nd	nd	nd	2	5	5	10	13	13	14	17	21
	Flex-etanol hid.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total		9.404	9.129	8.750	7.892	7.779	7.262	7.568	6.953	6.217	5.530	5.008	4.793	4.148

Nota: nd- não disponível

APÊNDICE W - Evolução das emissões de dióxido de enxofre no estado de São Paulo

Categoria	Combustível	Emissão SO ₂ (t/ano)													
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Automóveis	Gasolina C	2.942	2.952	2.880	2.627	2.764	2.588	2.726	2.677	376	148	128	129	125	108
	Etanol Hidratado	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Flex-gasolina C	38	23	41	126	188	1.244	1.373	1.431	240	109	149	162	104	112
	Flex-etanol hid.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Comerciais Leves	Gasolina C	546	544	520	491	563	566	639	662	97	40	35	35	34	29
	Etanol Hidratado	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Flex-gasolina C	5,67	3,59	6,81	22,50	84,52	256,59	301,45	330	58	27	36	37	22	22
	Flex-etanol hid.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	Diesel	389	402	431	469	454	589	653	552	459	404	430	390	352	189
Caminhões	Semileves	221	222	237	238	232	199	197	176	79	70	67	62	57	32
	Leves	873	879	948	975	993	898	932	813	366	325	325	301	278	157
	Médios	620	612	646	648	640	556	554	496	224	200	193	178	165	93
	Semipesados	3.264	3.655	4.338	4.393	5.058	4.576	4.877	4.173	1.782	1.503	1.511	1.533	1.443	877
	Pesados	3.227	3.593	4.280	4.325	4.976	4.497	4.800	4.080	1.745	1.472	1.499	1.522	1.434	877
Ônibus	Urbanos	704	744	805	850	88	95	101	91	22	22	21	20	20	20
	Micro-ônibus	50	55	60	64	7	7	8	7	2	2	2	2	2	2
	Rodoviários	785	813	1.736	1.576	1.605	1.295	1.271	1.078	447	367	346	314	288	169
Motocicletas	Gasolina C	186	227	259	269	320	323	369	388	58	24	21	22	24	20
	Flex-gasolina C	nd	nd	nd	nd	6	19	21	38	7	4	4	5	5	5
	Flex-etanol hid.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total		13.851	14.726	17.188	17.074	17.979	17.708	18.821	16.991	5.961	4.716	4.767	4.712	4.351	2.712

Nota: nd- não disponível

APÊNDICE X - Evolução das emissões de GEE no estado de São Paulo

Categoria	Combustível	Emissão GEE (mil toneladas/ano)													
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Automóveis	Gasolina C	0	9.812	9.549	8.603	9.061	8.554	9.494	9.542	8.443	6.758	5.802	5.886	5.696	4.920
	Etanol Hidratado	85	79	66	55	39	38	23	17	17	18	18	13	11	12
	Flex-gasolina C	130	77	136	410	613	4.088	4.755	5.075	5.349	4.956	6.754	7.326	4.695	5.069
	Flex-etanol hid.	75	160	236	299	311	229	214	221	284	357	317	299	400	477
	Gasolina C	1.841	1.779	1.698	1.584	1.817	1.843	2.198	2.333	2.158	1.765	1.520	1.541	1.488	1.279
Comerciais Leves	Etanol Hidratado	7	7	5	5	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
	Flex-gasolina C	18	11	20	66	243	739	914	1.022	1.132	1.050	1.388	1.456	981	979
	Flex-etanol hid.	11	22	35	45	41	37	37	39	53	67	57	50	63	70
	Diesel	1.214	1.256	1.345	1.466	1.425	1.840	1.663	2.197	2.358	2.417	1.646	2.359	2.352	2.661
Caminhões	Semi-leves	354	355	357	355	349	345	338	326	310	293	277	261	247	235
	Leves	1.378	1.387	1.411	1.433	1.470	1.535	1.582	1.596	1.596	1.570	1.517	1.444	1.392	1.331
	Médios	978	966	960	952	948	950	941	922	903	873	827	778	744	726
	Semi-pesados	4.960	5.556	6.172	6.082	6.904	7.200	7.622	7.841	7.536	6.966	6.473	6.716	6.520	6.813
	Pesados	4.903	5.463	6.090	5.987	6.792	7.076	7.503	7.932	7.823	7.271	6.787	7.051	7.181	7.897
	Urbanos	2.170	2.295	2.483	2.622	2.740	2.956	3.167	3.290	3.385	3.395	3.288	3.192	3.081	3.082
	Ônibus	157	173	190	201	211	230	248	259	268	269	263	263	271	283
	Rodoviários	2.355	2.442	2.466	2.179	2.187	2.034	1.983	1.921	1.779	1.623	1.489	1.448	1.415	1.566
Motocicletas	Gasolina C	681	793	892	908	1.072	1.087	1.300	1.396	1.292	1.071	945	985	1.071	883
	Flex-gasolina C	nd	nd	nd	nd	20	59	112	129	154	158	164	193	218	210
	Flex-etanol hid.	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total		21.317	32.633	34.112	33.250	36.246	40.843	44.096	46.059	44.843	40.879	39.534	41.262	37.825	38.495

Nota: nd- não disponível

APÊNDICE Y – PROCONVE: Limites máximos de emissão para Automóveis

Fase	Resolução CONAMA	Período	CO (g/km)	HC (g/km)	NMHC (g/km)	NO _x (g/km)	RCHO (g/km) (1)	MP (g/km) (2)	Evaporativa (g/teste) (1)	CO-Marcha Lenta (% vol) (3)	Emissão de Abastecimento (mg/L) (1)
L1	18/86	1989-1991	24,0	2,10	n.a.	2,0	n.a.	n.a.	6,0	3,0	n.a.
L2	18/86	1992 - 1996	12,0	1,20	n.a.	1,4	0,15	n.a.	6,0	2,5	n.a.
L3	15/95	1997-2004	2,0	0,30	n.a.	0,6	0,03	0,05	6,0	0,5	n.a.
	315/02	mai/2003							2,0		
L4	315/02	2005 (40%)	2,0	0,30 (4)	0,16 (5)	0,25 (3)	0,03	0,05	2,0	0,5	n.a.
		2006 (70%)				ou					
		2007(100%)				0,60 (2)					
L5 (3)	315/02	2009 - 2013	2,0	0,30 (4)	0,05 (5)	0,12 (3) ou 0,25 (2)	0,02	0,05	2,0	0,5	n.a.
	415/09	2012 (1)							1,5/2,0 (6)		
L6	415/09	2013 (2)	1,3	n.a.	0,05 (5)	0,08	n.a.	0,025	n.a.	n.a.	n.a.
		2014 (7)		0,30 (4)			0,02	n.a.	1,5/2,0 (6)	0,2	
		2015									
L7	492/18	2022	1,000	n.a.	0,080 (8)		0,015	0,006 (9)	0,5	n.a.	0,05

Nota: n.a. – não se aplica.

(1) Apenas para veículos do ciclo Otto, exceto a GNV

(2) Apenas para veículos do ciclo Diesel

(3) Para veículos do ciclo Otto

(4) Apenas para veículos a GNV

(5) Exceto para veículos a GNV

(6) Limites de 2,0 caso procedimento câmara de volume variável

(7) Apenas para os novos lançamentos de veículos do ciclo Otto

(8) NMOG+NO_x

(9) Aplicável a veículos equipados com motores de ignição por centelha e injeção direta de combustível ou motores do ciclo Diesel

APÊNDICE Z – PROCONVE: Limites máximos de emissão para Comerciais Leves

Fase	Resolução CONAMA	Período	Massa total máxima (kg)	Massa de veículo para ensaio (kg)	Ciclo do motor	CO (g/km)	HC (g/km)	NMHC (g/km)	NO _x (g/km)	RCHO (g/km)	MP (g/km)	Evaporativa (g/teste) (2)	Emissão de Abastecimento (mg/L) (2)	CO-Marcha Lenta (% vol) (3)	Opacidade sem carga (m ⁻¹)
L2	15/95	1996	≤2800	-	Otto	24	2,1	-	2	0,15	--	6		3	n.a.
			>2800		Diesel	12	1,2		--	--	--				
			≤3856 (1)	≤1700	Diesel	24	2,1		2	--	0,05/0,124 (4)	--		n.a.	
				>1700	--	--	--		--	0,16	--				
n.a.	16/95	1996	Todos		Diesel										
L3	15/95	1998	≤3856	≤1700	Otto	2,0	0,3	-	0,6	0,03 (6)	--	6,0		0,5	
				>1700		6,2	0,5		1,4	0,06 (7)	--				
			≤3856 (1)	≤1700	Diesel	2,0	0,3		0,6	--	0,05/0,124 (4)	--		-	
				>1700		6,2	0,5		1,4	--	0,16				
L4	315/02	2005 (40%) (11)	≤4536	≤1700	Otto	2,0	0,30 (8)	0,16 (9)	0,25	0,03	--	2,0		0,50	0,83 (13) 1,19 (14)
		2006 (70%) (11)		>1700		2,7	0,50 (8)	0,2 (9)	0,43	0,06					
		2007 (100%)	≤3856 (1)	≤1700	Diesel	2,0	--	0,16	0,60	--	0,08	--		-	
		2006 100% (5)		>1700		2,7	--	0,20	1,00	0,10					
L5	315/02	2009	≤4536	≤1700	Otto	2,0	0,30 (8)	0,05 (9)	0,12	0,02	--	2,0		0,50	
				>1700		2,7	0,50 (8)	0,06 (9)	0,25	0,04					
	≤3856 (1)	≤1700	Diesel	2,0	--	0,05	0,25	--	0,05	--	-				
		>1700		2,7	--	0,06	0,43	0,06							
	415/09	2012	≤4536	Todos	Otto	--	--	--	--	--	--	1,5/2,0 (10)		--	
L6	415/09	2014 (5) /2015	≤4536	≤1700	Otto	1,30	0,30 (8)	0,05 (9)	0,08	0,02	--	1,5/2,0 (10)		0,2	
		>1700		2,00		0,50 (8)	0,06 (9)	0,25	0,03						
		2012 (12)	≤3856	≤1700	Diesel	1,30	--	0,05	0,08	--	0,030	--		-	
	>1700	2,00	--	0,06		0,35	--	0,04							
L7	492/18	2022			Otto	1,000	n.a.	0,140	0,015	0,006	0,5	50		n.a.	0,4
					Diesel			0,320	n.a.	0,020	n.a.	n.a.			

(1) Veículos com massa total máxima superior a 2.000 kg equipados com motor do ciclo Diesel podem alternativamente atender às exigências estabelecidas para veículos pesados. Vide APÊNDICE específico.

(2) Apenas para veículos do ciclo Otto, exceto a GNV.

(3) Apenas para veículos do ciclo Otto.

(4) Conforme Resolução CONAMA nº 242/1998 (40), a partir de 05/08/1998.

(5) Apenas para novos lançamentos.

(6) Até 1998, limite igual a 0,06 g/km para os veículos movidos a etanol, desde que a soma com da emissão de HC e aldeídos não exceda 0,3 g/km.

(7) Limite igual a 0,10 g/km, desde que a soma com da emissão de HC e aldeídos não exceda 0,50 g/km.

(8) Apenas para veículos a GNV.

(9) Exceto para veículos a GNV.

(10) Limites de 2,0 caso procedimento câmara de volume variável.

(11) Percentuais compostos com veículos leves de passageiros

(12) Fase L6 antecipada para atendimento ao acordo judicial.

(13) Motores aspirados.

(14) Motores turbo-alimentados.

APÊNDICE AA – PROCONVE: Níveis de emissão para Veículos Leves para enquadramento na Fase L8 conforme Resolução CONAMA 492/2018 (3)

Tipo de veículo			Valor do Nível	Limites de emissão de cada nível						
				NMOG + NOx	MP ⁽¹⁾	CO	NH ₃ ⁽²⁾	Aldeídos ⁽³⁾	Evaporativa ⁽⁴⁾	Emissão de abastecimento ⁽⁴⁾
				mg/km	mg/km	mg/km	ppm	mg/km	g/teste	mg/L abastecido
Veículos leves comerciais movidos a diesel			320	320	20	1000	10			
			280	280	20	1000				
			250	250	20	1000				
			220	220	10	1000				
			200	200	10	1000				
			170	170	9	1000				
	Veículos leves comerciais ignição por centelha, acima de 1700kg de massa para ensaio	Veículos leves de passageiros	140	140	6	1000		15	0,5	50
			110	110	6	1000		15		
			80	80	6	1000		15		
			70	70	4	600		10		
			60	60	4	600		10		
			50	50	4	600		10		
			40	40	4	500		10		
			30	30	3	500		8		
			20	20	2	400		8		
			0	nula	nula	nula		nula	nula	nula

(1): Aplicável a veículos equipados com ignição por centelha com injeção direta de combustível ou motores do ciclo Diesel

(2): Aplicável a veículos equipados com motores do ciclo Diesel com sistemas de pós-tratamento que utilizem agente redutor líquido

(3): Aplicável somente a veículos equipados com motores do ciclo Otto

(4): aplicável somente a veículos equipados com motores do ciclo Otto, exceto GNV

APÊNDICE AB – PROCONVE: Limites da média corporativa para Veículos Leves na Fase L8 conforme Resolução CONAMA 492/2018 (3)

Data de Implantação	Veículos leves comerciais	Veículos leves de passageiros
01/01/2025	140	50
01/01/2027	110	40
01/01/2029	50	30
01/01/2031	30	30

APÊNDICE AC – PROMOT: Limites máximos de emissão para Motocicletas e similares

Fase	Resolução CONAMA	Período	Cilindrada (cm³)	Velocidade Máxima (km/h)	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	CO-Marcha Lenta (% vol)	Evaporativa (g/teste)	CO₂ (g/km)	MP (g/km)	Aldeídos (g/km)
M1	297/02	2003-2005	todos		13,0	3,0	0,3	6,0 (2) ou 4,5 (3)			n.a.	n.a.
M2	342/03	2005 (1) e 2006 até 2008	<150		5,5	1,2	0,3				n.a.	n.a.
			>= 150		5,5	1,0	0,3				n.a.	n.a.
			veículos de três ou quatro rodas		7,0	1,5	0,4				n.a.	n.a.
					2,0	0,8	0,15				n.a.	n.a.
M3	342/03	2009 a 2013	<150		2,0	0,3	0,15				n.a.	n.a.
M4	432/11 e 456/13	2014 (1)	<130		2,0	0,8	0,15				n.a.	n.a.
			>=130		2,0	0,3	0,15				n.a.	n.a.
		2016	<130	2,0	0,56	0,13	n.a.	n.a.				
			>=130	2,0	0,25	0,17	n.a.	n.a.				
M5	493/19	2023(1) e 2025	<130	1,0	0,1 (6)	0,06	0,5	1,5	(4)	0,0045 (7)	0,020	
			>=130	1,0	0,1 (6)	0,06	0,5			0,0045 (7)	0,02(5) ou 0,03	

- (1) Apenas para os novos lançamentos.
 (2) Para deslocamento volumétricos ≤ 250 centímetros cúbicos.
 (3) Para deslocamento volumétricos > 250 centímetros cúbicos.
 (4) Fabricante deverá informar o valor obtido no ensaio.
 (5) A partir de 2025
 (6) Para veículos que utilizem gás natural como combustível
 (7) Para veículos com sistema de injeção direta total ou parcial de combustível

APÊNDICE AD – PROMOT: Limites máximos de emissão para Ciclomotores

FASE	Resolução CONAMA	Período	CO (g/km)	HC (g/km)	HC + NOx (g/km)	NOx (g/km)	EVAP. (g/teste)	CO ₂ (g/km)	MP (g/km)	Aldeídos (g/km)
M1	297/02	2003-2005	6,0	n.a.	3,0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
M2	297/02	2005 (1) e 2006 até 2013	1,0	n.a.	1,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
M4 (2)	432/11	2014	1,0	0,8	n.a.	0,15	1,00	Informar	n.a.	n.a.
M5	493/19	2023(1) e 2025	1,0	0,1 (4)	0,16	0,06	1,50	Informar	0,0045 (5)	0,02 ou 0,03 (3)

Nota: n.a. – não se aplica.

- (1) Apenas para os novos lançamentos.
 (2) A categoria de ciclomotores não foi submetida a uma fase equivalente a M3 (Resolução 342/2003 (39)).
 (3) Limite para velocidade máxima final superior a 130 km/h
 (4) Para veículos que utilizem gás natural como combustível
 (5) Para veículos com sistema de injeção direta total ou parcial de combustível

APÊNDICE AE – PROCONVE: Limites máximos de emissão para motores de Veículos Pesados

Fase	Resolução CONAMA	Ciclo de Ensaio	Período	Aplicação	CO g/kWh	HC g/kWh	NMHC g/kWh	CH ₄ (1) g/kWh	NOx g/kWh	MP g/kWh	n/kWh	NH ₃ ppm	Opacidade com carga m-1	Opacidade sem carga m-1	Fumaça k2
P1	18/86	Fumaça em carga	1987	Ônibus urbanos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5
			1989	Todos os veículos	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
P2	08/93	13 MODOS	1994	80% da comercialização	11,2	2,45	-	-	14,4	-	-	-	-		
1994			80% dos ônibus urbanos	4,9	1,23	-	-	9,0	-	-	-				
1996			80% da comercialização			-	-		0,7 (2) e 0,4	-	-				
n.a.	16/95	ACEL LIVRE	1996	Todos os veículos	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
P4	08/93	13 MODOS	1998	80% dos ônibus urbanos	4,0	1,10	-	-	7,0	0,25 (2) e (3) e 0,15	-	-	-		
	226/97		80% dos demais veículos	-			-								
	315/02		Todos os veículos	-			-								
P5	315/02	ESC e ELR	2004	Ônibus urbanos	2,1	0,66	-	-	5,0	0,10 e 0,13 (4)	-	-	0,8	0,83 (5) e 1,19 (6)	
			2005	Microônibus				-							
				40% dos demais				-							
			2006	Todos os veículos				-							
P6 (7)	315/02	ETC	2006	Todos os veículos	5,45	-	0,78	1,6	5,0	0,16 e 0,21 (4)	-	-	-		
			2009	Todos os veículos	4,0	-	0,55	1,1	3,5	0,03	-	-			
				ESC	1,5	0,46	-	-	3,5	0,02	-	0,5			
P7	403/08	ESC	2012	Todos os veículos	1,5	0,46	-	-	2,0	0,02	25	0,5			
		ETC			4,0	-	0,55	1,1	2,0	0,03	25	-			
P8	490/18	WHSC	2022 (8) 2023	Todos os veículos	1,500	0,130	-	-	0,400	0,010	8x10 ¹¹	10			
		WHTC			4,000	0,160	0,160 (1)	0,500	0,460	0,010	6x10 ¹¹	10			
		CR/ISC			6,000	0,240	0,240	0,750	0,690	-	-				

Notas:

- (1) apenas para motores movidos a gás natural/ignição por centelha.
- (2) para motores até 85kW.
- (3) para motores de até 0,7 dm³/cilindro com rotação máxima acima de 3000 RPM.
- (4) para motores de até 0,75 dm³/cilindro com rotação máxima acima de 3000 RPM.
- (5) motores aspirados.
- (6) motores turbo-alimentados.
- (7) fase inviabilizada pela falta de oferta de diesel com baixo teor de enxofre.
- (8) apenas para novos modelos.

APÊNDICE AF - Síntese comparativa entre os relatórios

(continua)

Tópico	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Impactos nos resultados em 2018
Descrição da metodologia	Textual e sintética	Esquema gráfico com modelo geral do inventário	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	-
		Definições dos termos empregados							
		Esquemas gráficos dos ensaios de emissão							
Categorização da frota de veículos	Caminhões: leves, médios, pesados	Caminhões: semileves, leves, médios, semipesados, pesados	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Revisão da segregação entre comerciais leves diesel ensaiados como leves ou pesados.	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	-
	Ônibus: urbanos e rodoviários	Idem relatório anterior	Ônibus: urbanos, micro-ônibus e rodoviários						
Poluentes inventariados	CO, THC, CH ₄ , NO _x , MP, SO ₂ e CO ₂	Incluídos RCHO, NMHC, MP (gas.), CH ₄ (diesel), N ₂ O e CO _{2eq} .	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	-
Intensidade de uso de veículos	Baseado no Inventário Nacional (13)	Baseado no Inventário Nacional (13), com incorporação da Pesquisa CNT / Despoluir para caminhões	Baseado no relatório Curvas de intensidade de uso (12)	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Curvas para veículos <i>flex</i> alteradas para considerar veículos mais antigos.		Utilização da intensidade de uso de veículos a etanol, variando de acordo com a idade	Estimativas de emissão mais representativas no segmento dos veículos a etanol e <i>flex fuel</i>

APÊNDICE AF - Síntese comparativa entre os relatórios

(continua)

Tópico	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Impactos nos resultados em 2019
Combustíveis	Histórico da evolução do teor de enxofre no diesel, da mistura diesel + biodiesel e da mistura gasolina + etanol	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Consumo nas regiões obtidos aplicando-se a variação no Estado entre 2014 e 2015 sobre os valores de 2014 em cada região por falta de dados específicos.	Consumo nas RM em 2016 estimado por parâmetros econômicos. Consumo nas RM em 2015 utilizando-se dados reais publicados pela SE.			Os dados de consumo de combustíveis por município não estavam disponíveis para o cálculo das emissões nas regiões	-
	Redução da parcela de diesel comercializada pelos TRR destinado aos segmentos não rodoviários	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Revisão dos valores de consumo de diesel na série histórica.	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Inclusão do quadro Evolução do teor de biodiesel e de etanol anidro e biodiesel no Gráfico 4		-
Abrangência geográfica das estimativas de emissão	Incluídas regiões metropolitanas RMSP, RMC, RMBS, RMVP e Macrometrópole.	Incluída RMSO.	-	Incluída estimativa de emissão da RMRP, instituída em 2016.	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Nesta edição os resultados apresentados são do Estado de São Paulo como um todo, sem a divisão por regiões metropolitanas.	Ausência dos resultados regionalizados, mas serão publicados futuramente
Série histórica das estimativas de emissão	Emissões relativas ao período de 2009 até 2012 (4 anos de série histórica)	Emissões relativas ao período de 2008 a 2013 (6 anos de série histórica)	Emissões relativas ao período de 2006 a 2014 (9 anos de série histórica)	Emissões relativas ao período de 2006 a 2015 (10 anos de série histórica)	Emissões relativas ao período de 2006 a 2016 (11 anos de série histórica)	Emissões relativas ao período de 2006 a 2017 (12 anos de série histórica)	Emissões relativas ao período de 2006 a 2018 (13 anos de série histórica)	Emissões relativas ao período de 2006 a 2019 (14 anos de série histórica)	Incorporado ano de 2019

APÊNDICE AF - Síntese comparativa entre os relatórios

(continua)									
Tópico	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Impactos nos resultados em 2018
Fatores de emissão (FE) e consumo de combustível	Dados de 2011	Dados de 2012, 2010 e 2009	Dados de 2013 e 2008, com revisão de dados de anos anteriores	Dados de 2014, 2007 e 2006, com revisão de dados de anos anteriores	Mudanças na autonomia dos comerciais leves entre 1996 e 2007	Idem relatório anterior	Revisão geral no banco de dados de todos os FE. Valores modificados em relação às publicações anteriores	Idem relatório anterior	
	FE para cada uma das 3 categorias de caminhões	FE para cada uma das 5 categorias de caminhões	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Inclusão do FE N2O nos Apêndices				
	FE para cada uma das 2 categorias de ônibus	Idem relatório anterior	FE para cada uma das 3 categorias de ônibus	Idem relatório anterior	Estabelecidos FE evap. específicos para CL até 1995 em função da diferença de enquadramento previsto pela legislação em vigor à época				
	FE de CL iguais aos dos veículos leves até o ano de 2007	Idem relatório anterior	FE de CL específicos em todos intervalos de tempo	Idem relatório anterior	Complementados com dados para todo o período inventariado				
	Deterioração dos FE com o uso apenas descrito na metodologia	Incluída tabela com FE corrigidos pela deterioração esperada pelo uso do veículo	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Segregação do FE de THC em NMHC e CH ₄ para motocicletas				

APÊNDICE AF - Síntese comparativa entre os relatórios

(conclusão)									
Tópico	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Impactos nos resultados em 2018
Emissão de abastecimento	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Incluída informação baseada em metodologia desenvolvida pela CETESB	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	-
Indicadores	Inexistentes	Introdução de indicadores descrevendo os fenômenos ao longo da série histórica	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Introdução do indicador quilometragem anual acumulada	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	-
Emissões de CO ₂	Fatores de emissão constantes ao longo do tempo	-	Utilização da metodologia empregada pelo Relatório de Referência - Emissões por Queima de Combustíveis, Abordagem <i>bottom-up</i> , Segunda Comunicação Nacional (49).	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	-
Limites do PROCONVE e PROMOT	-	-	-	-	Corrigidas indicações das fases e limites.	Idem relatório anterior	Idem relatório anterior	Inclusão dos limites da Fase L7, L8, P8 e M5 nos Apêndices	-



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

