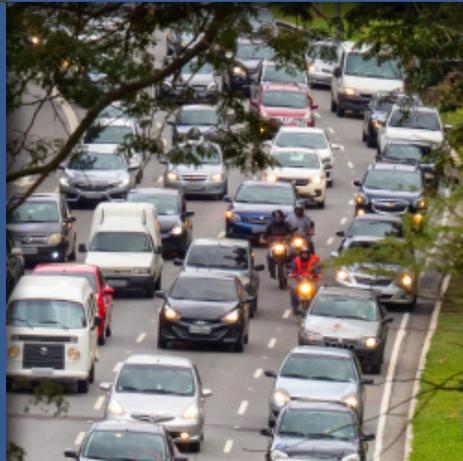


EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO



2022

SÉRIE RELATÓRIOS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO



Governo do Estado de São Paulo
Tarcísio de Freitas - Governador do Estado de São Paulo

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística
Natália Resende - Secretária de Estado

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Thomaz Miazaki de Toledo - Diretor-Presidente

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa
Liv Nakashima Costa - Diretora

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental
Adriano Rafael Arrepiá de Queiroz - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Carolina Fiorillo Mariani - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Mayla Matsuzaki Fukushima - Diretora

EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO

S É R I E R E L A T Ó R I O S

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

2022
SÉRIE RELATÓRIOS

São Paulo ■ 2023

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB, Biblioteca, SP, Brasil)

C418e CETESB (São Paulo)
Emissões veiculares no estado de São Paulo 2022 [recurso eletrônico] / CETESB ;
Coordenação geral Vanderlei Borsari ; Coordenação técnica Marcelo Pereira Bales ;
Equipe técnica Cristiane Dias, Marcelo Pereira Bales, Silmara Regina da Silva; Projeto
gráfico Vera Severo; Mapa Thiago De Russi Colella. – São Paulo : CETESB, 2023.
1 arquivo de texto (128 p.) : il. color., PDF ; 9 GB. - - (Série Relatórios / CETESB,
ISSN 0103-4103)

Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes/>>
ISBN 978-65-5577-079-7

1. Ar – poluição 2. Emissões atmosféricas – fontes móveis 3. Emissões
veiculares 4. Poluentes gasosos 5. São Paulo (BR) 6. Veículos automotores -
emissões I. Título. II. 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: Hilda Andriani de Lima – CRB 8-1861

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

© CETESB 2023.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Biol. Carolina Fiorillo Mariani
Diretor

Departamento de Apoio Operacional

Met. Carlos Ibsen Vianna Lacava
Gerente

Coordenação Geral

Divisão de Emissões Veiculares

Tecnol. Vanderlei Borsari
Gerente da Divisão de Emissões Veiculares

Coordenação Técnica

Eng. Marcelo Pereira Bales
Gerente do Setor de Avaliação de Emissões Veiculares

Equipe Técnica

Eng. Cristiane Dias
Eng. Marcelo Pereira Bales
Adm. Silmara Regina da Silva

Projeto Gráfico

Vera Severo

Mapa

Thiago De Russi Colella

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 - Brasil

Este relatório está também disponível na página da CETESB: <cetesb.sp.gov.br>

APRESENTAÇÃO

A CETESB tem como missão institucional desenvolver e acompanhar a execução das políticas públicas ambientais e de desenvolvimento sustentável, assegurando a melhoria contínua da qualidade do meio ambiente de forma a atender às expectativas da sociedade no Estado de São Paulo.

Essa melhoria contínua da qualidade ambiental pressupõe o estudo e o conhecimento das fontes de poluição e dos resultados obtidos pelas políticas públicas de controle.

O relatório Emissões Veiculares no Estado de São Paulo oferece um panorama detalhado desse segmento, apresentando como a qualidade do ar tem mudado ao longo do tempo, analisando: aspectos da frota, do consumo de combustível, e a emissão de poluentes e gases do efeito estufa gerada pela circulação de veículos no Estado e nas regiões metropolitanas.

Também avalia o impacto das leis que controlam a poluição dos veículos pela análise temporal dessas emissões, o que possibilita contextualizar a evolução e os impactos das políticas públicas associadas aos programas nacionais de controle de poluições, em especial o PROCONVE - Programa de Controle de Poluição do Ar por veículos Automotores e o PROMOT - Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares, essenciais para avanços na área desde os anos 80.

Em complemento, o relatório apresenta ainda o acompanhamento das ações promovidas pela CETESB no âmbito do PCPV - Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado de São Paulo.

Os dados produzidos para a elaboração dos inventários de frota e de emissão estão disponíveis para download em formato interoperável, permitindo o acesso livre à informação primária, fundamental para o controle social das políticas públicas e referência para especialistas e acadêmicos, visando sempre melhorar a qualidade ambiental.

Boa leitura!

Thomaz Miazaki de Toledo
Diretor-Presidente da CETESB

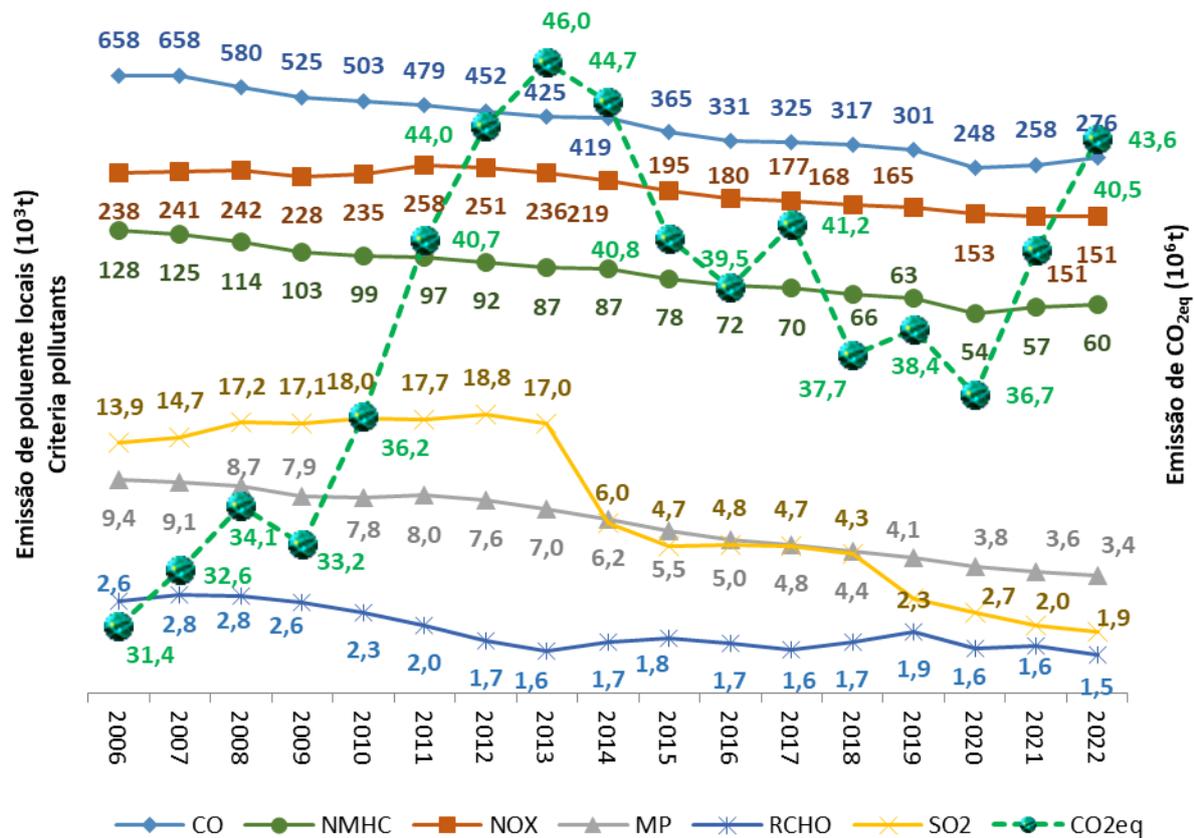
EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO 2022

Resumo executivo

As emissões de poluentes locais e gases de efeito estufa (GEE) por veículos rodoviários são apresentadas nesta décima segunda edição do relatório *Emissões Veiculares no Estado de São Paulo*, que traz estimativas de emissão no período de 2006 a 2022.

Executive summary

Local pollutants and greenhouse gases (GHG) emissions by road vehicles are presented in this twelfth edition of the *Vehicle Emissions Report in the State of São Paulo*, which provides emission estimates from 2006 to 2022.



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 gases de efeito estufa (GEE).

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.

| EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO 2022

Emissão de poluentes locais

Em 2022, estima-se que foram emitidas no estado 276 mil toneladas de CO, 60 mil de NMHC, 151 mil de NO_x, 3,4 mil de MP, 1,9 mil de SO₂ e 1,5 mil de aldeídos, todos poluentes tóxicos.

Os Automóveis foram os maiores emissores de CO e de NMHC e os Caminhões os maiores emissores de MP, NO_x e SO₂.

Criteria pollutants emissions

In 2022, it is estimated that it was emitted in the São Paulo State 276 kilotons of CO, 60 kilotons of NMHC, 151 kilotons of NO_x, 3,4 kilotons of MP, 1,9 kilotons of SO₂ and 1,5 kilotons 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.

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 44 milhões de toneladas de CO_{2eq}, aumento de cerca de 10% em relação ao ano anterior. A maior contribuição vem dos caminhões, cerca de 19 milhões de toneladas de CO_{2eq}, seguido dos automóveis com cerca de 14 milhões de toneladas.

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 44 million tons of CO_{2eq}, increase of about 10% compared to the past year. The largest contribution comes from trucks, about 19 million tons of CO_{2eq}, followed by cars with about 14 million tons.

Caracterização da frota

Em 2022, a estimativa da frota circulante no estado foi em torno de 15 milhões de veículos, praticamente inalterada em relação aos anos anteriores. São 10 milhões de Automóveis, 1,6 milhões de Comerciais Leves, 550 mil Ônibus e Caminhões e 2,6 milhões de Motocicletas. A idade média da frota é de 10,9 anos.

Fleet Characterization

The São Paulo State in-use fleet in 2022 was estimated around 15 million vehicles, practically unchanged from past years. There are about 10 million cars, 1.6 million light duty trucks, 550 thousand buses and trucks and 2.6 million motorcycles.

| EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO 2022

Proconve e PROMOT

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

A fase L7 entrou em vigor em 2022 e introduziu novos limites de emissão para os veículos leves. Em 2025 inicia-se a fase L8. As novas fases P8 para veículos Pesados e M5 para Motocicletas passaram a vigor a partir de 2023.

PCPV

O Plano de Controle de Poluição Veicular - PCPV do estado de São Paulo para o triênio 2020-2022 estabeleceu ações, indicadores e metas que visam o melhor controle das emissões veiculares e a melhoria da qualidade do ar. Os resultados finais do PCPV estão apresentados neste relatório. Em 2023 foi lançada a atualização do PCPV. As ações e metas para o triênio 2023-2025 também estão disponíveis neste relatório.

Metodologia aplicada

A metodologia utilizada para estimar as emissões de poluentes locais 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 níveis estadual e regional foi viabilizada pelas adaptações desenvolvidas pela CETESB e consiste, basicamente, na caracterização da frota circulante nas regiões de São Paulo.

Proconve and PROMOT

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

The L7 phase came started in 2022 and introduced new emission limits for light duty vehicles. In 2025, the L8 phase begins. The new phases P8 for heavy duty vehicles and M5 for motorcycles came into force in 2023.

PCPV

The 2020-2022 São Paulo state Vehicle Pollution Control Plan - PCPV have determined actions, indicators and goals that aim better vehicular emission control and the improvement of air quality. The final results may be found in this report. In 2023 the PCPV update was released. The actions and targets for the 2023-2025 triennium are also available in this report.

Methodology

The methodology used to estimate local pollutants 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 and regional application levels was made possible through the employment of adaptations developed by CETESB that basically consists in circulating fleet characterization in the Sao Paulo estate regions.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	COMBUSTÍVEIS.....	18
2.1.	Consumo nas regiões	22
2.2.	Características dos combustíveis	23
3	FROTA CIRCULANTE	27
3.1.	Vendas de veículos novos no estado de São Paulo	27
3.2.	Estimativa da frota circulante.....	31
4	EMISSÃO DE POLUENTES	43
4.1.	Estimativa de emissão de poluentes locais no estado de São Paulo	44
4.2.	Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de São Paulo	53
4.3.	Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de Campinas	57
4.4.	Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.....	60
4.5.	Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana da Baixada Santista	63
4.6.	Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de Sorocaba	66
4.7.	Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de Ribeirão Preto.....	69
4.8.	Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de São José do Rio Preto	72
4.9.	Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de Piracicaba.....	75
4.10.	Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de Jundiaí	78
5	EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA	82
5.1.	Estimativas de emissão de GEE no estado de São Paulo	84
5.2.	Estimativas de emissão de GEE nas regiões metropolitanas paulistas	88
6	PROCONVE E PROMOT	91
7	PLANO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO VEICULAR	101
7.1.	PCPV-SP 2020-2022	101
7.2.	PCPV-SP 2023-2025	105
8	CONCLUSÕES	111
	LISTAS	112
	REFERÊNCIAS	122

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Esta é a décima segunda edição do relatório Emissões Veiculares no Estado de São Paulo, que contempla as estimativas de emissão no período de 2006 até 2022. O objetivo desta longa série é servir de fonte de informações e de análises referentes à circulação de veículos rodoviários no estado e nas suas regiões metropolitanas.

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). A partir desta edição, começam a ser contabilizadas as emissões dos gases orgânicos não-metano, introduzidos pela Resolução CONAMA 492, de 20 de dezembro de 2018 (1), que estabeleceu as novas fases L7 e L8 de controle das emissões para veículos leves. Também são apresentadas as emissões de gases de efeito estufa, expressas em CO₂ equivalente (CO_{2eq}), que incluem as emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O).

A análise inicia-se no Capítulo 2 com informações sobre o consumo de combustíveis pelos veículos.

O Capítulo 3 caracteriza a frota que circula no estado, nas regiões metropolitanas e nos municípios em relação ao controle das emissões e consumo de combustível.

As emissões de poluentes locais no estado e nas regiões metropolitanas estão demonstradas no Capítulo 4, acompanhadas de análises conjunturais, inclusive da qualidade do ar da região em estudo.

O Capítulo 5 apresenta as emissões de gases de efeito estufa – GEE emitidos pelos veículos no estado, com análise detalhada da participação das categorias e dos combustíveis utilizados.

No Capítulo 6 são apresentados os programas de controle das emissões por veículos, o Proconve e seu equivalente para as motocicletas, o Promot. Destaque para as novas fases dos programas que iniciaram em 2022.

Os resultados finais das ações do Plano de Controle de Poluição Veicular 2020 - 2022 PCPV (2) estão no Capítulo 7. No mesmo capítulo poderá ser encontrada uma breve análise da nova versão 2023-2025 do PCPV (3).

A metodologia empregada para se estimar a frota circulante, as emissões e o cálculo dos indicadores apresentados pode ser encontrada na edição 2021 (4) deste relatório, disponível no site da CETESB.

A partir desta edição, os dados atualizados utilizados para o cálculo das emissões, bem como as tabelas com a evolução da frota e evolução das emissões ficarão disponíveis para download no site da CETESB e deixam de ser publicados nos apêndices deste relatório. Está garantida a disponibilidade da informação, pois os dados podem ser obtidos na forma interoperável, facilitando àqueles que irão fazer suas próprias análises.

Nesta edição atualizamos ainda alguns fatores de emissão de metano, para adequá-los às métricas do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)

Os fatores de emissão evaporativa passam a ser calculados a partir dos resultados dos ensaios de homologação dos veículos leves que atendem à nova fase L7 do Proconve. Para essa fase foi estabelecido um novo e mais exigente procedimento de ensaio. Nesse ensaio, a emissão do motor frio é obtida no período de 48 horas, mais uma hora da emissão do motor quente. No procedimento anterior a emissão era obtida em apenas uma hora para cada fase.

Outra inovação no relatório possibilitada pelas exigências da nova fase Proconve L7 é a publicação dos fatores de emissão de formaldeído, acetaldeído e etanol não queimado. Esses parâmetros compõem, junto com o NMHC e o NMOG, novo conceito de controle de emissão previsto na Resolução Conama 492/2018 (1) que leva em consideração o potencial de formação de ozônio dos gases, permitindo uma política mais focada de controle desse poluente.

Pelo fato de algumas alterações de dados e atualizações metodológicas impactarem os resultados de forma significativa, alguns valores publicados em edições anteriores podem ter sido revistos. Portanto, comparações dos resultados deste relatório com resultados das edições anteriores devem levar em conta esse fato. Recomenda-se a utilização dos dados existentes nesta edição para as avaliações, em especial para acompanhar a evolução das emissões e a participação de cada tipologia de veículo ou combustível nas emissões totais.

Abrangência geográfica das estimativas de emissão

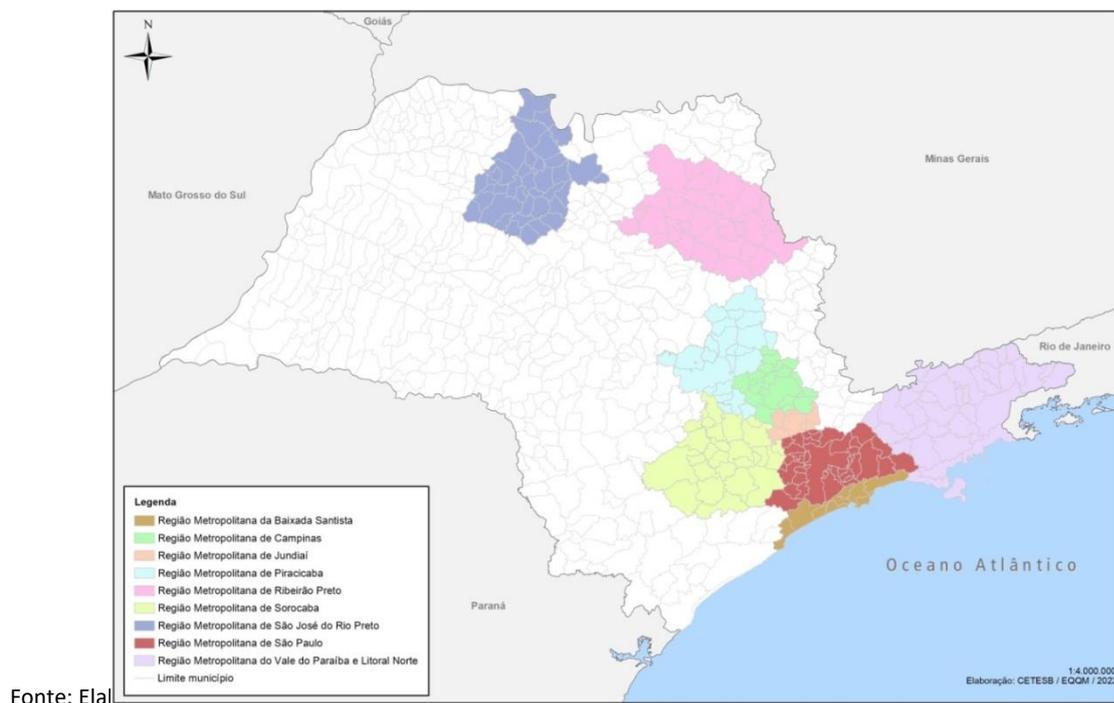
Este relatório estima as emissões veiculares do estado de São Paulo e das regiões metropolitanas paulistas.

O estado é composto por 645 municípios e abrange uma área de 248.219 km², o que corresponde a apenas 2,9% do território nacional. Apresenta a maior economia do país com um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 2,3 trilhões que representa cerca de 30% do PIB brasileiro (5). Possui a maior população do país com aproximadamente 45 milhões de habitantes (6).

Parte desses municípios está agrupada nas nove regiões metropolitanas legalmente constituídas até o ano de 2021 no estado. São elas, as Regiões Metropolitanas de São Paulo (RMSP) (7), de Campinas (RMC) (8), da Baixada Santista (RMBS) (9), do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVP) (10), de Sorocaba (RMSO) (11), de Ribeirão Preto (RMRP) (12), de São José do Rio Preto (RMSJRP) (13), de Piracicaba (RMPI) (14) e de Jundiaí (15). As emissões dessas nove regiões metropolitanas estão contempladas neste relatório.

O Mapa 1 mostra a localização das regiões metropolitanas no estado de São Paulo.

Mapa 1- Regiões Metropolitanas do estado de São Paulo



As informações sobre número de municípios, habitantes e frota circulante do estado de São Paulo e de cada região são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1- Número de municípios, população e frota no estado de São Paulo e nas regiões metropolitanas paulistas, no ano de 2022

Região	Número de municípios	População	Frota
Estado	645	45.404.900	14.887.705
RMSP	39	21.483.245	7.083.187
RMBS	9	1.874.118	486.835
RMC	20	3.275.039	1.196.396
RMJU	7	818.432	302.762
RMPI	23	1.527.698	520.844
RMRP	34	1.701.547	565.170
RMSJRP	37	929.282	338.151
RMSO	27	2.127.154	725.635
RMVP	39	2.539.662	740.692

Fontes:
 Número de municípios e população SEADE (6).
 Frota: elaboração própria.

COMBUSTÍVEIS

2 COMBUSTÍVEIS

No Brasil, os veículos leves de passageiros utilizam como combustível a gasolina, o etanol hidratado e o gás natural veicular (GNV). No caso dos veículos *flex-fuel* podem utilizar gasolina ou 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 gasolina, etanol hidratado, GNV e o diesel. Podem também ser do tipo *flex-fuel* e utilizar gasolina ou etanol hidratado. Os Veículos Pesados de modo geral utilizam somente o diesel como combustível.

Como demonstram Goldemberg, Nigro e Coelho (16), 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. Esse método mostrou-se adequado 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 Anuário de Energéticos por Município no Estado de São Paulo 2023 – Ano Base 2022 (17) o consumo aparente de GNV no estado em 2022 foi equivalente a 4 % do consumo total de energia nos veículos.

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 Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo (SEMIL) para o estado e para cada um dos municípios a partir de dados fornecidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP.

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 e nas regiões metropolitanas foi consumido na própria área geográfica.

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 e suas emissões não estão contabilizadas neste relatório. O volume do diesel considerado neste relatório procura refletir exclusivamente aquele que foi aplicado em veículos rodoviários.

Na Tabela 1 são apresentados os valores do consumo aparente dos combustíveis utilizados no segmento de veículos rodoviários no estado de São Paulo desde 2006 até 2022.

Tabela 1- Estimativa do consumo aparente de combustíveis no segmento rodoviário no estado, de 2006 a 2022

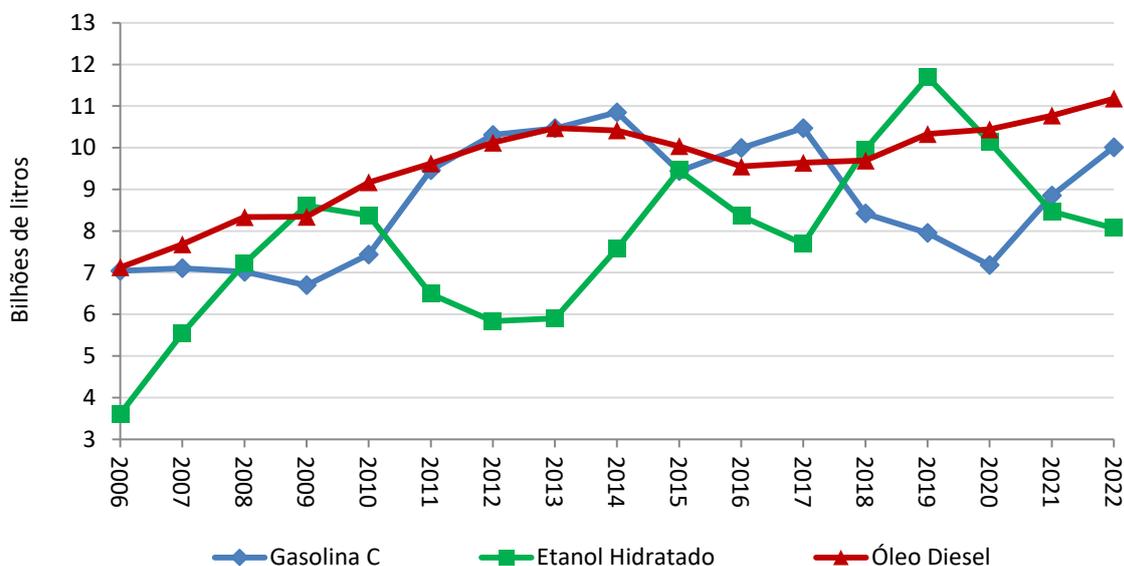
Combustível	Consumo anual em bilhões de litros																
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Gasolina C	7,00	7,10	7,02	6,70	7,40	9,50	10,30	10,50	10,85	9,44	9,99	10,47	8,42	7,95	7,18	8,85	10,01
Etanol Hidratado	3,61	5,54	7,22	8,61	8,40	6,50	5,80	5,90	7,58	9,46	8,36	7,69	9,96	11,70	10,14	8,47	8,07
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	10,44	10,77	11,18

Fonte: São Paulo (17), (18) adaptado por CETESB

No Gráfico 1 é apresentada a evolução do consumo aparente no segmento rodoviário no estado de São Paulo. Em 2022 o consumo de etanol hidratado diminuiu seguindo a queda que ocorre desde 2020. O consumo de gasolina subiu e o de diesel confirmou a tendência de crescimento desde 2017, ainda que pequeno.

A pandemia de COVID-19 influenciou na queda do consumo de gasolina e de etanol em 2020. Em 2022, foi observada uma diminuição do consumo de etanol hidratado, compensado pelo crescimento do consumo de gasolina C. O consumo de diesel, usado majoritariamente em veículos Pesados de uso comercial, não foi impactado pela pandemia e permanece com crescimento estável em 2022.

Gráfico 1- Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022, em bilhões de litros



Fonte: São Paulo (17) (18), adaptado por CETESB

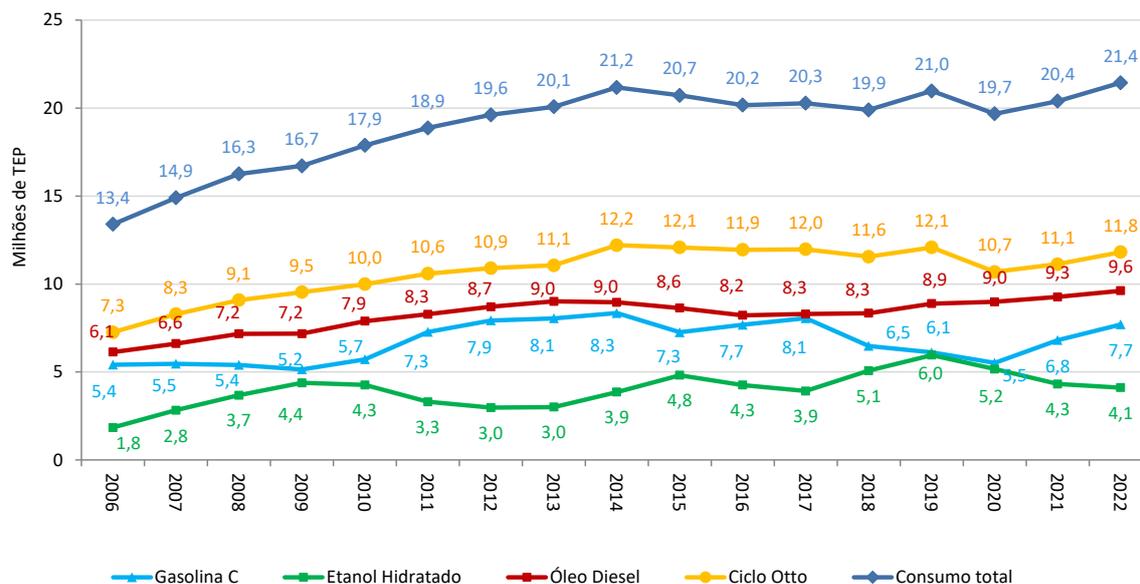
Como existem diferenças significativas no poder calorífico entre os combustíveis, além de diferentes eficiências entre os motores, o consumo dos veículos utilizando um ou outro combustível também é bastante diferente. Assim, a comparação direta dos volumes comercializados não reflete claramente o uso 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 nas categorias Automóveis e Motocicletas que utilizam motor do ciclo Otto ou similares. Essa somatória foi denominada “combustível do ciclo Otto”.

Os resultados dos volumes comercializados no período de 2006 a 2022 no estado de São Paulo apresentados na Tabela 1 convertidos para TEP são apresentados no Gráfico 2. O volume total comercializado em 2022 supera o consumo histórico no estado, impulsionado pelo aumento do consumo da gasolina e do diesel.

O consumo total do combustível do ciclo Otto apresentou um pequeno aumento em 2022, forçado pelo aumento do consumo de gasolina, apesar da redução do consumo de etanol.

Gráfico 2 - Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022, em TEP

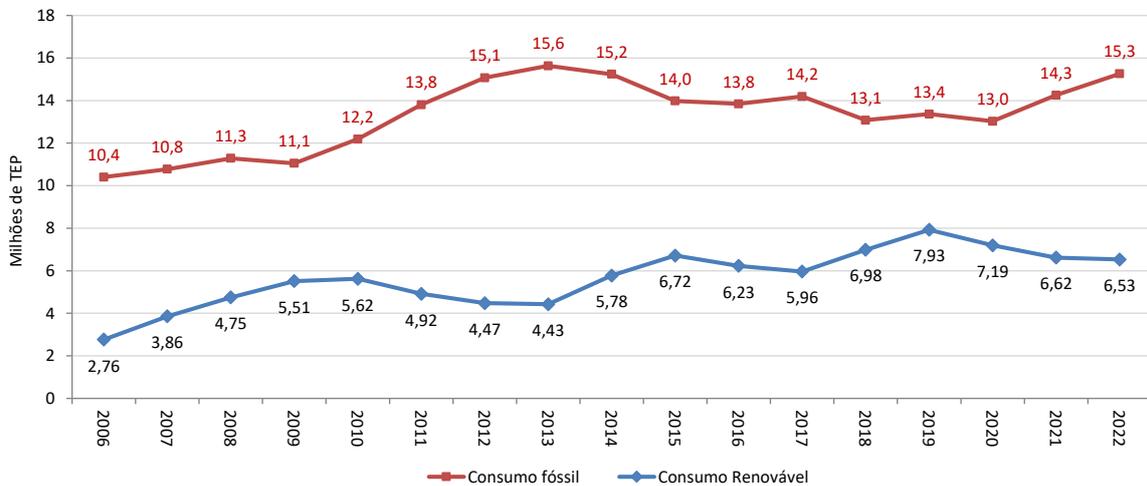


Fonte: São Paulo (17) (18), adaptado por CETESB

Outra abordagem comparativa possível é a evolução do consumo de combustível fóssil em comparação ao consumo de combustível renovável. Nessa abordagem, considerou-se renovável o etanol hidratado, o etanol anidro misturado à gasolina e o biodiesel misturado ao diesel. Foi considerado como combustível fóssil, a gasolina e o diesel sem a mistura dos renováveis.

No Gráfico 3 é mostrada a evolução, também apresentada em TEP, do consumo de combustível fóssil e renovável no estado no período de 2006 a 2022. No ano de 2022 houve a aumento do consumo dos combustíveis fósseis, em detrimento ao consumo de renováveis.

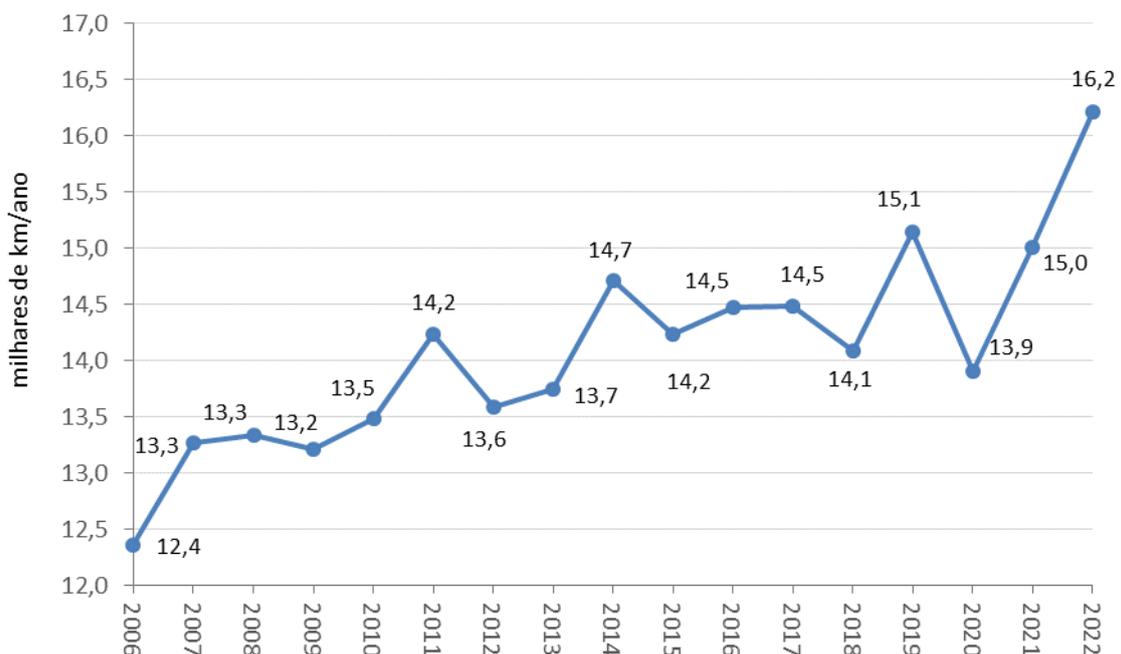
Gráfico 3 - Evolução do consumo aparente de combustível fóssil e renovável no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022, em TEP



Fonte: São Paulo (17) (18), adaptado por CETESB

O Gráfico 4 mostra a evolução do indicador de intensidade de uso ajustada no período de 2006 a 2022 para a categoria Automóveis. Este indicador é definido pela quantidade de veículos e pela intensidade de uso. A intensidade de uso média foi acima de 16 mil quilômetros em 2022, demonstrando o uso maior dos veículos que nos anos anteriores.

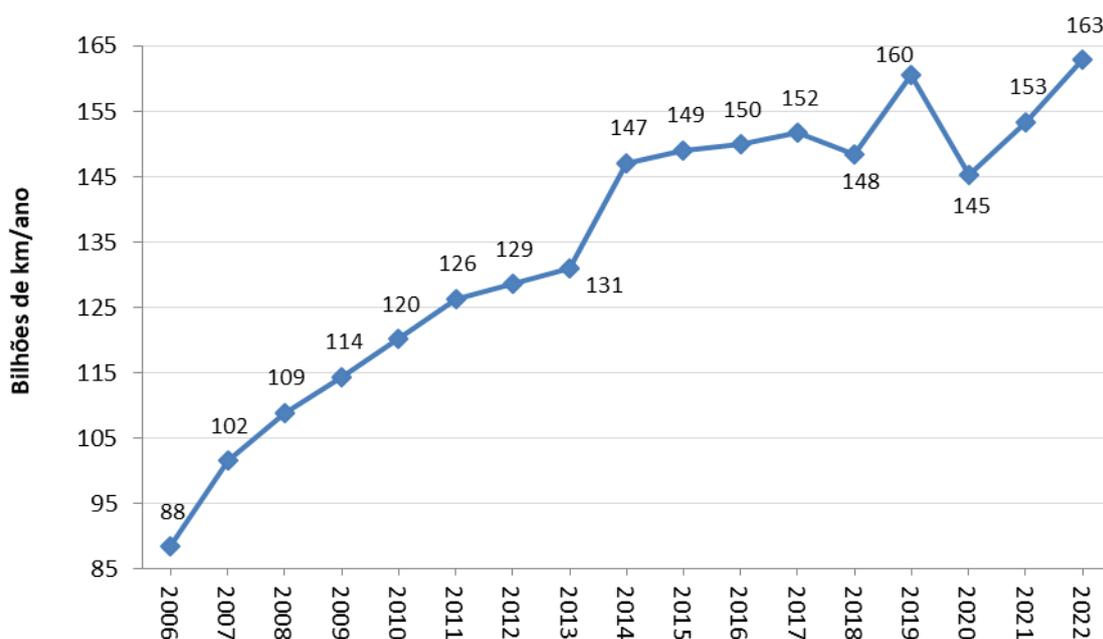
Gráfico 4 - Evolução do indicador da intensidade de uso ajustada de Automóveis no período de 2006 a 2022



O Gráfico 5 mostra a evolução do indicador de distância anual percorrida no período de 2006 a 2022 para a categoria Automóveis. Os resultados demonstram que o aumento significativo na atividade veicular até o ano de 2014. Em 2022 o indicador atinge o valor máximo após queda drástica em 2020.

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 11.

Gráfico 5 - Indicador de distância anual percorrida para Automóveis



2.1. Consumo nas regiões

Para estimar as emissões nas regiões metropolitanas, faz-se necessário estimar os volumes dos combustíveis consumidos nesses locais. Para tal, soma-se o volume consumido nas cidades que formam cada região metropolitana.

O consumo dos combustíveis nas cidades está disponível no Anuário de Energéticos por Município no Estado de São Paulo – 2023- Ano Base 2022 (18).

2.2. Características dos combustíveis

Gasolina

Por padrão, o teor de etanol anidro que é misturado à gasolina 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, em função da disponibilidade de etanol anidro no mercado, dependente, majoritariamente, da produção de etanol da cana-de-açúcar. O Quadro 2 mostra a variação do teor de etanol anidro na gasolina em 15 anos.

Quadro 2 - 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 (19) e a Portaria MAPA nº 75 de 05/03/2015 (20), os demais dispositivos legais foram revogados.

(1) na gasolina *premium* o teor de etanol anidro é 25%.

A CETESB realiza periodicamente o monitoramento do teor de etanol anidro misturado à gasolina comum. As coletas são realizadas por técnicos da CETESB nas bases de combustíveis localizados nos municípios de Barueri, Guarulhos e São Paulo. As análises são realizadas no laboratório de emissões veiculares da CETESB. Na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises de combustíveis realizadas nos anos de 2021 e 2022.

Tabela 2 - Teor de etanol anidro na gasolina comum

Ano	Nº de amostras	Teor de etanol (%)
2021	29	28,0%
2022	17	27,5%

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 diminuiu a emissão de gases mais nocivos à saúde.

Diesel

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). Esse último foi introduzido em 2013 e substituiu o chamado diesel B S-50, com até 50 mg/kg. No Quadro 3 é apresentada a evolução do teor de enxofre no diesel comercializado no Brasil.

Quadro 3 - 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		
Resolução ANP nº 50	23/12/2013	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 nº50, de 23/12/2013 (21) os demais dispositivos legais foram revogados.

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

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.

O diesel comercial recebe uma parcela de biodiesel. As Leis Federais 11.097/2005 (22), 13.033/2014 (19) e 13.263/2016 (23) estabeleceram o uso de biodiesel misturado ao diesel comercial com percentuais crescentes, como indicado no Quadro 4. A partir de 2023, está prevista na Resolução 03, de 20 de março de 2023 (24) do Conselho Nacional de Política Energética o incremento anual de 1% no teor de biodiesel no diesel, iniciando já em 2023 até atingir 15% em 2026.

Quadro 4 - 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
Resolução 831 ANP	2020	11%	novembro-20
Resolução 11 CNPE	2021	13%	março-21
Resolução 16 CNPE		10%	setembro-21
Resolução 3 CNPE	2023	12%	abril-23
		13%	abril-24
		14%	abril-25
		15%	abril-26

FROTA CIRCULANTE

3 FROTA CIRCULANTE

3.1. Vendas de veículos novos no estado de São Paulo

A análise das informações de vendas de veículos novos é determinante para o cálculo da estimativa da frota circulante, conforme prevê a metodologia detalhada na edição de 2021 (4) deste relatório.

Apresentamos na Tabela 3 o número de veículos vendidos no estado de São Paulo em 2022, incluindo os veículos elétricos e híbridos, segmento com tendência de aumento no volume de vendas.

De acordo com a Portaria Inmetro 169, de 03 de maio de 2023, os veículos com tração elétrica definem-se como:

- VEB - Veículo elétrico a bateria;
- VEH - Veículo elétrico híbrido (pode ser flex, gasolina, etanol, diesel ou GNV);
- VEHP - Veículo elétrico híbrido recarregável externamente (pode ser flex, gasolina, etanol, diesel ou GNV).

Fonte INMETRO (26)

Tabela 3 - Número de veículos novos vendidos no estado de São Paulo em 2022.

Categoria		Número de Veículos
Automóvel	Otto	387.520
	VEH/VEHP	12.697
	VEB	2.550
Comerciais Leves	Otto e Diesel	76.540
	VEH/VEHP	711
	VEB	71
Caminhões	Diesel	25.895
	VEB	185
	GNV	180
Ônibus	Diesel	4.225
	VEB	3
Motocicletas	Otto	291.578
	VEB	2.889
Total		805.044

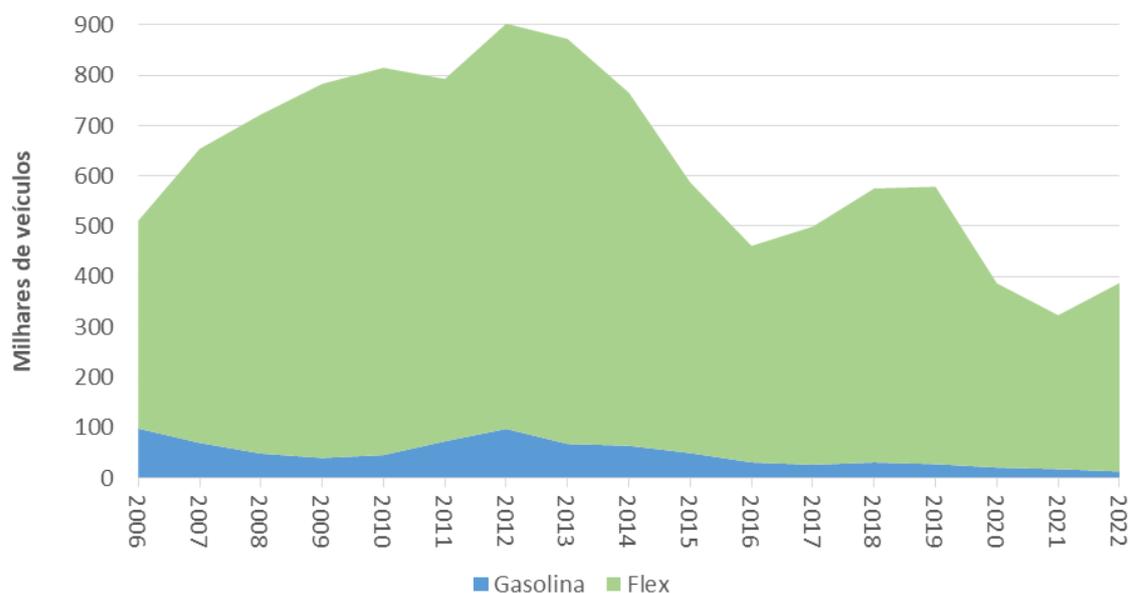
Fonte: ANFAVEA, 2023 (27) e ABRACICLO (28)

Em 2022, de aproximadamente 800 mil veículos vendidos, 19 mil foram elétricos ou híbridos, pouco mais de 2% do total. Considerando o baixo volume de VEB na frota circulante, o impacto positivo de sua circulação nas emissões ainda não é significativo.

Destaca-se que apenas os VEB têm emissão nula de poluentes, visto que os modelos VEH e VEHP circulam, em maior ou menor extensão, conforme a tecnologia aplicada, também com motor a combustão.

No Gráfico 6 é apresentada a evolução das vendas da categoria Automóveis novos no período de 2006 a 2022. Observa-se o aumento significativo das vendas no período de 2006 a 2012, basicamente de veículos *flex-fuel*. De 2013 a 2016 observa-se queda no volume de vendas. A partir de 2017 observamos um indicativo de recuperação, mas que foi interrompido em 2020 e 2021 no período mais crítico da pandemia. Observa-se novamente uma tendência de aumento em 2022. Ainda assim, as vendas de veículos novos se mantêm muito abaixo das vendas no período das maiores vendas, início da década passada e ainda abaixo das vendas do período pré-pandemia. Outro dado importante é que desde 2013 há tendência de queda na venda de Automóveis dedicados exclusivamente a gasolina.

Gráfico 6 - Evolução das vendas de Automóveis novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2022



Fonte: ANFAVEA, 2022 (27).

No Gráfico 7 é apresentada a evolução das vendas de veículos novos da categoria Comerciais Leves vendidos no período de 2006 a 2022, segregada por combustível.

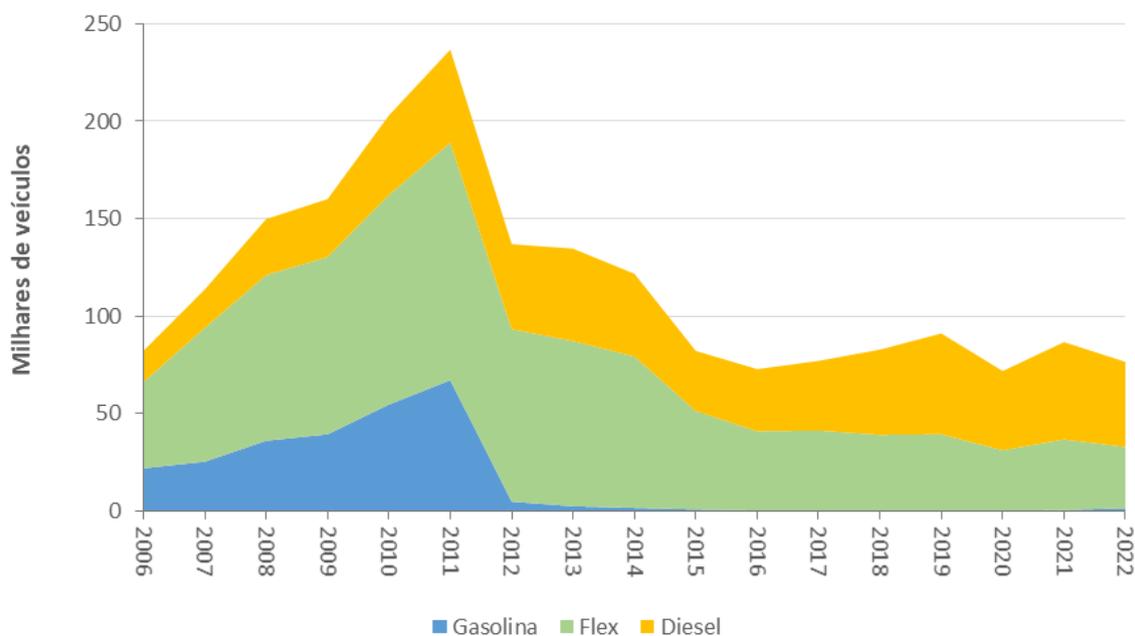
Chama atenção a queda acentuada na venda de Comerciais Leves vendidos a partir de 2012. Trata-se de questão metodológica, pois houve uma alteração na base de dados fornecida pela ANFAVEA em 2020 que reclassificou parte dos modelos dessa categoria para Automóveis. Entretanto, essa reclassificação

retroagiu apenas até o ano de 2012. Assim, pode-se concluir que a venda de Comerciais Leves nos anos anteriores deve ter sido menor que a apresentada.

Considerando-se apenas os dados a partir de 2012, observa-se uma queda acentuada das vendas até 2016. A partir de 2017 nota-se uma tendência de aumento que foi interrompida em 2020, com uma queda em torno de 20%. Em 2021 essa categoria teve um aumento de 21% em relação a 2020 e novamente uma queda em torno de 10% em 2022.

A participação dos veículos movidos a gasolina tem caído ao longo dos anos e a venda de veículos *flex-fuel* tem ocupado esse mercado ao longo de toda a série. Nota-se ainda crescente a venda de Comerciais Leves movidos a diesel na última década.

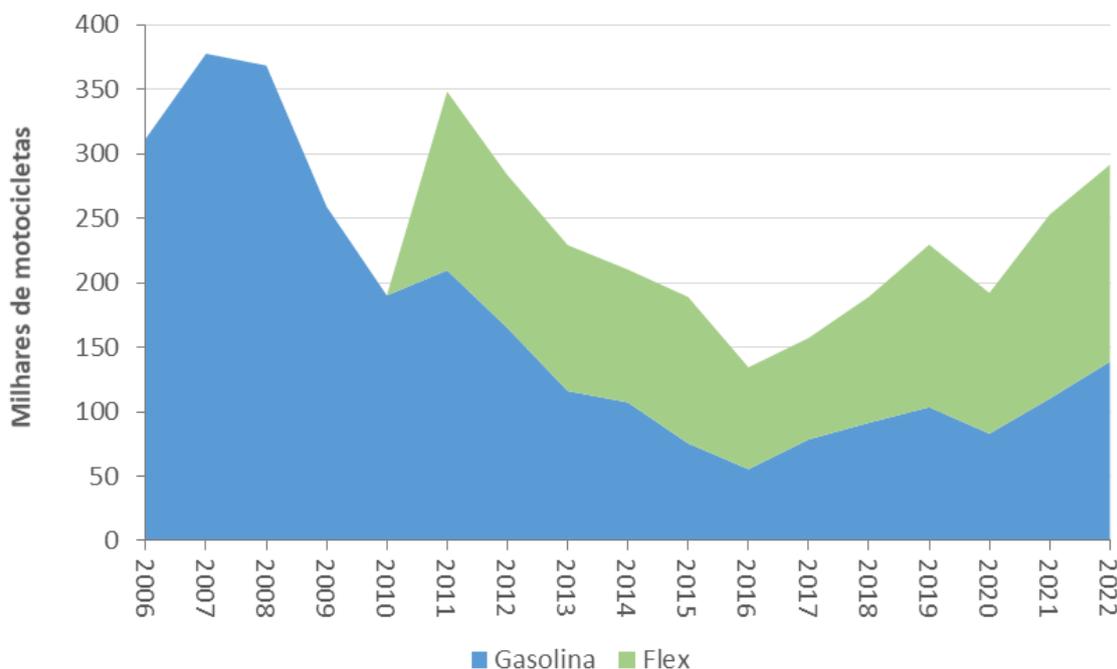
Gráfico 7 - Evolução das vendas de Comerciais Leves novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2022



Fonte: ANFAVEA, 2023 (27).

No Gráfico 8 é apresentada a evolução das vendas de motocicletas novas de 2006 a 2022. É possível observar grande variação nas vendas na década passada, com recuperação a partir de 2017 apesar da interrupção em 2020. Em 2022 houve um aumento de 15% no volume de vendas em relação a 2021.

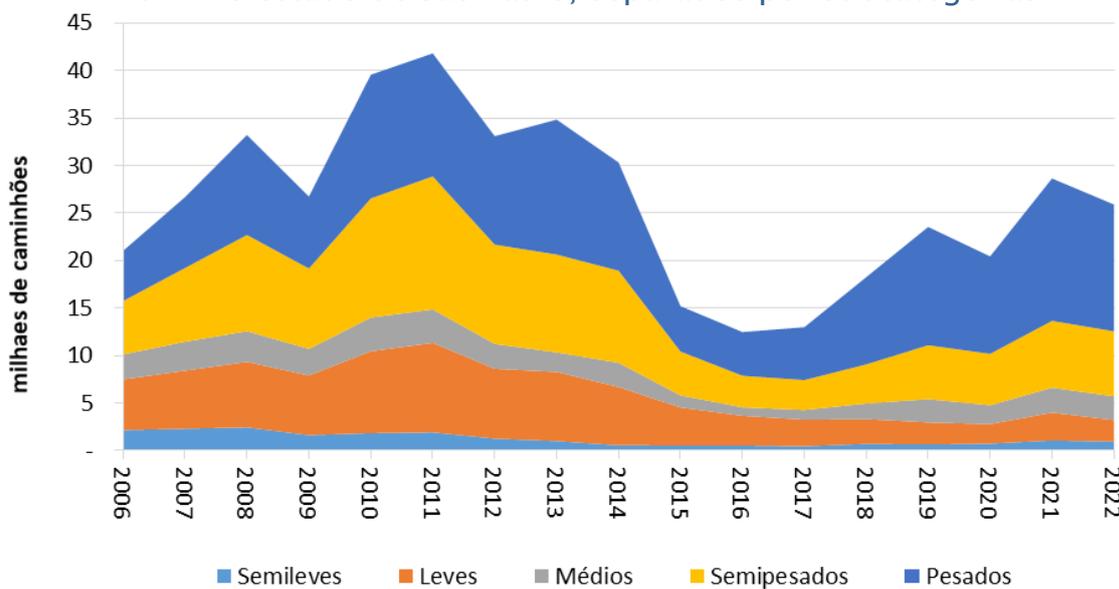
Gráfico 8 - Evolução das vendas de Motocicletas novas no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2022



Fonte: ABRACICLO, 2023 (28).

No Gráfico 9 é apresentada a evolução das vendas de Caminhões novos separados por subcategoria no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022.

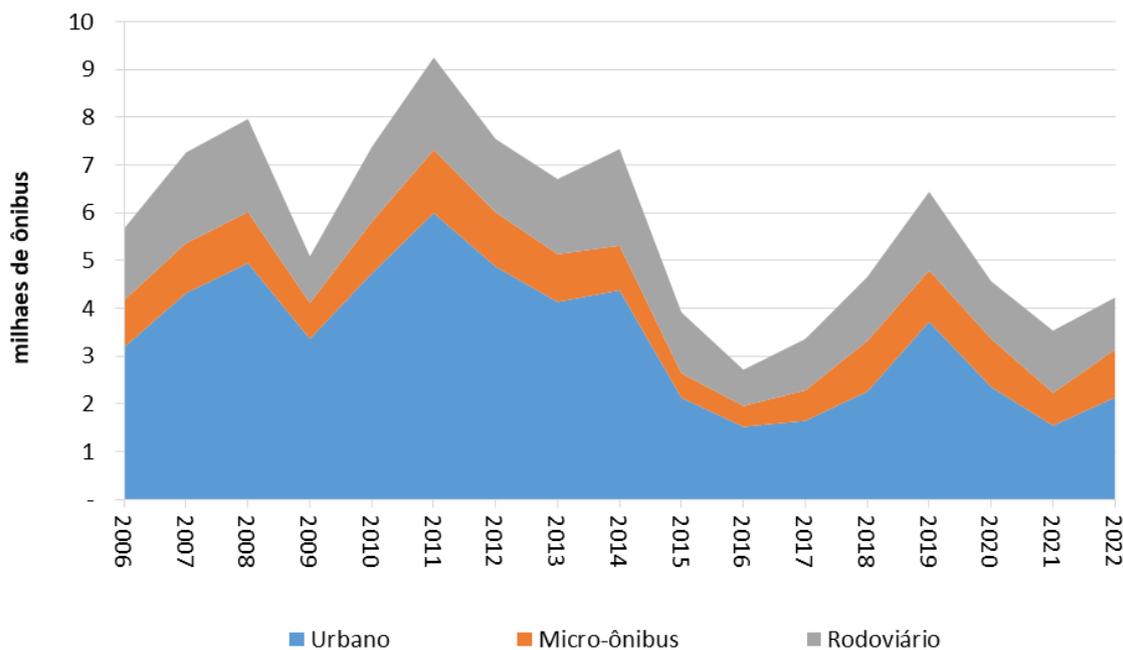
Gráfico 9 - Evolução das vendas de Caminhões novos nos anos de 2006 a 2022 no estado de São Paulo, separados por subcategorias



Fonte: ANFAVEA, 2023 (27).

No Gráfico 10 é apresentada a evolução das vendas de Ônibus novos separados por subcategoria no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022. É possível observar uma expressiva queda no volume de vendas entre os anos 2015 a 2017 e em seguida um aumento em 2019. Em 2020 e 2021 as vendas dessa categoria caíram drasticamente e cresceram cerca de 20% em 2022.

Gráfico 10 - Evolução das vendas de Ônibus novos nos anos de 2006 a 2022 no estado de São Paulo, separados por subcategorias.



Fonte: ANFAVEA (27), FABUS (29)

3.2. Estimativa da frota circulante

Frota circulante é o conjunto de veículos que se estima estarem efetivamente circulando em uma determinada área. A metodologia para o cálculo da frota circulante está descrita na versão deste relatório de 2021 (4).

Na Tabela 4 são apresentadas as estimativas da frota circulante do estado de São Paulo em 2022, do município de São Paulo e das Regiões Metropolitanas de São Paulo (RMSP), Campinas (RMC), Baixada Santista (RMBS), Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVP), Sorocaba (RMSO), Ribeirão Preto (RMRP), São José do Rio Preto (RMSJRP), Piracicaba (RMPI) e de Jundiaí (RMJU).

A frota circulante dos municípios do estado de São Paulo pode ser encontrada no site da CETESB e baixada em forma de dados interoperáveis.

Os números apresentados mostram a grande participação da frota do município de São Paulo na RMSP (62%) e no estado (30%), sendo até mesmo maior que a frota de qualquer outra região metropolitana.

Tabela 4 - Estimativas da frota circulante no estado de São Paulo em 2022

Categoria	Combustível	Estado de São Paulo	Município de São Paulo	RMSP	RMC	RMBS	RMVP	RMSO	RMRP	RMSJRP	RMPI	RMJU
Automóveis	Gasolina C	1.973.970	714.128	1.097.173	152.414	49.234	90.815	85.006	56.573	33.828	59.311	37.500
	Etanol Hid.	121.529	32.575	49.088	8.688	1.355	4.853	5.085	6.831	3.719	4.952	1.752
	<i>Flex-fuel</i>	7.945.123	2.470.912	3.943.913	666.875	239.819	401.578	377.096	285.168	170.415	263.536	169.087
Comerciais Leves	Gasolina C	278.179	103.877	157.373	20.284	8.750	13.725	11.065	7.984	4.277	8.119	5.251
	Etanol Hid.	11.405	2.898	4.343	793	197	457	508	742	368	524	156
	<i>Flex-fuel</i>	782.626	218.585	347.766	64.626	20.396	39.515	38.337	33.160	21.615	29.407	16.185
	Diesel	562.560	157.971	242.268	44.843	11.448	24.578	24.981	28.341	18.513	21.227	11.485
Caminhões	Semileves	28.093	5.772	10.876	2.213	882	1.090	1.550	1.433	779	1.256	664
	Leves	94.854	19.593	36.773	7.529	2.904	3.626	5.134	4.983	2.667	4.210	2.311
	Médios	55.814	11.512	21.661	4.363	1.719	2.122	3.092	2.896	1.533	2.493	1.396
	Semipesados	118.242	24.506	46.034	9.552	3.478	4.307	6.420	6.368	3.373	5.188	3.222
	Pesados	154.826	31.921	60.166	12.553	4.375	5.318	8.519	8.609	4.423	6.731	4.662
Ônibus	Urbanos	60.734	19.742	31.461	5.139	1.474	2.557	2.461	2.356	1.129	1.831	970
	Micro-ônibus	16.390	5.453	8.627	1.365	426	672	653	660	533	831	432
	Rodoviários	27.891	9.205	14.511	2.289	711	1.128	1.110	1.114	310	480	262
Motocicletas	Gasolina C	1.663.559	416.463	701.711	116.626	81.940	87.129	91.991	63.408	40.106	64.410	29.940
	<i>Flex-fuel</i>	991.618	173.316	309.326	76.221	57.718	57.214	62.608	54.530	30.555	46.328	17.477
Total		14.887.414	4.418.430	7.083.071	1.196.372	486.828	740.684	725.618	565.155	338.143	520.833	302.750

Na Tabela 5 estão apresentadas as taxas de crescimento da frota circulante no estado por categoria de veículo. A frota circulante no estado apresentou novamente uma queda no volume geral, em torno de 2%. Observa-se uma queda mais acentuada na categoria Automóveis e Comerciais Leves e um aumento de 4,5% na categoria Motocicletas.

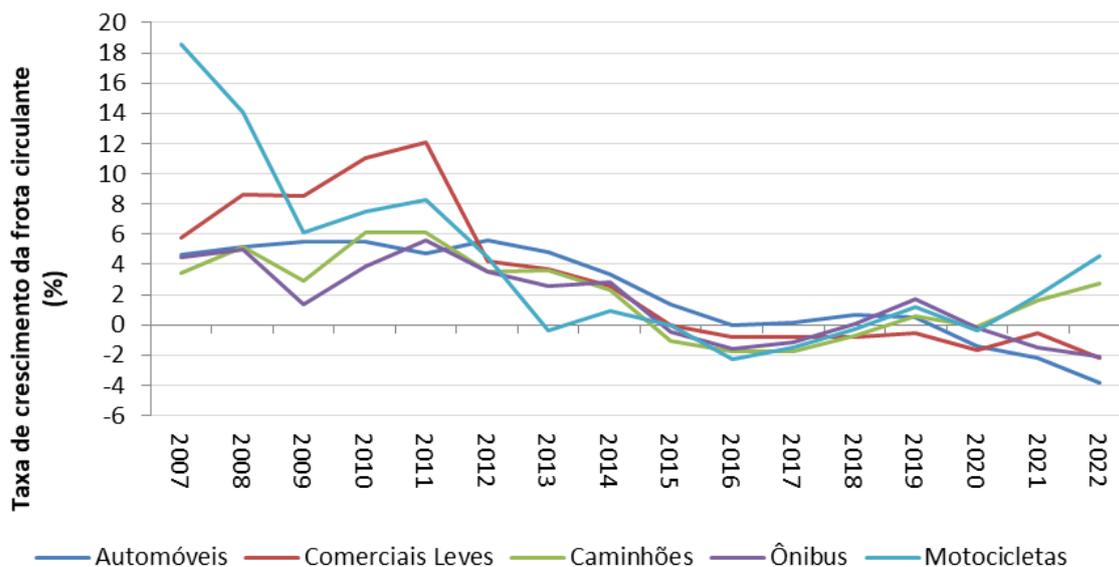
Essa redução do tamanho da frota é motivada pelo fato de que o número de veículos novos (zero-quilômetro) licenciados no estado é menor que o número de veículos que se estima são retirados da frota, especialmente por sucateamento. Este fenômeno vem ocorrendo há alguns anos.

Tabela 5 - Taxa de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo em 2022 em relação a 2021 por categoria de veículo

Categoria	Taxa de crescimento (%)
Automóveis	-3,87
Comerciais Leves	-2,15
Caminhões	2,78
Ônibus	-2,11
Motocicletas	4,56
Geral	-2,07

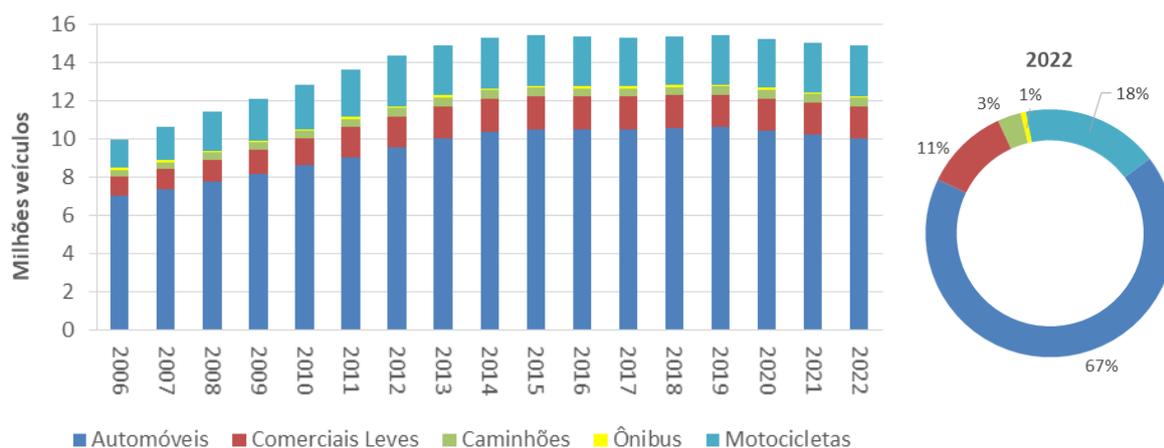
No Gráfico 11 é apresentada a evolução percentual das taxas de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo de 2007 a 2022, separadas por categoria, tendo o ano de 2006 como referência inicial. Observa-se que desde 2015 a maioria das categorias apresentava taxas de crescimento próximas de zero com viés positivo para quase todas desde 2017, que foi interrompido em 2020. Em 2022 volta a ser observada uma tendência de crescimento nas categorias Caminhões e Motocicletas.

Gráfico 11 - Evolução das taxas de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo



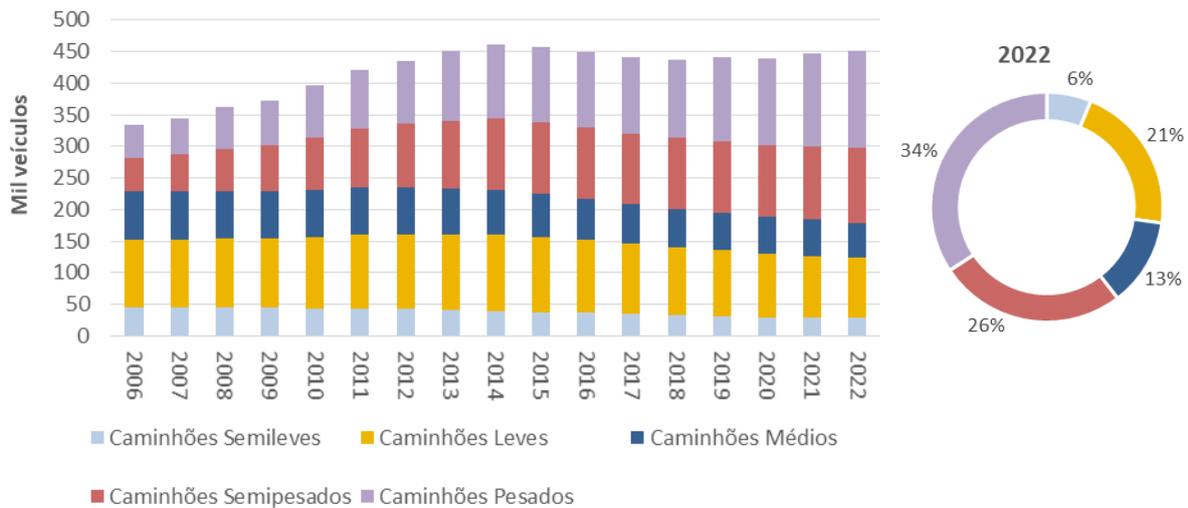
No Gráfico 12 é apresentada a evolução da frota circulante no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2022, por categoria de veículos e em destaque a participação de cada categoria em 2022. Observa-se que desde 2013 a frota circulante está em torno de 15 milhões de veículos, porém desde 2018 apresenta tendência de queda, ainda que não muito acentuada. No destaque, podemos observar que quase 70% da frota é composta pela categoria Automóveis.

Gráfico 12 - Evolução da frota circulante no estado de São Paulo por categoria



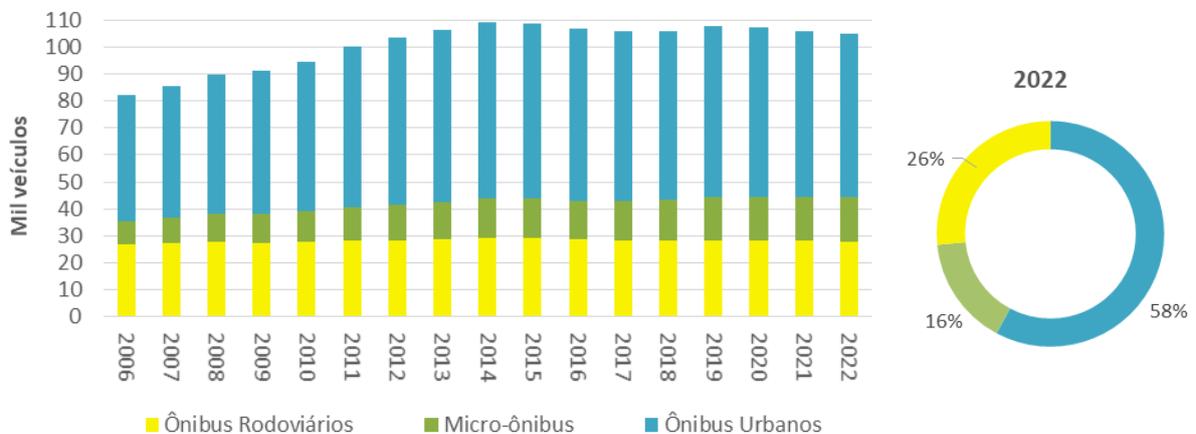
No Gráfico 13 é apresentada a evolução da frota circulante de Caminhões no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2022, separados em subcategorias e no detalhe a participação de cada subcategoria em 2022. Observa-se leve tendência de aumento da frota de Caminhões influenciada pela subcategoria Pesados.

Gráfico 13- Evolução da frota circulante de Caminhões por subcategoria



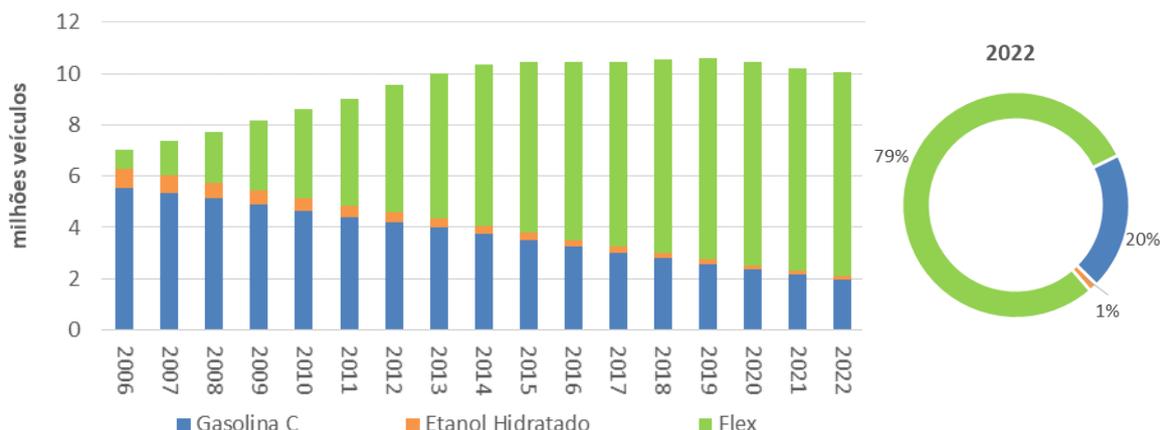
No Gráfico 14 é apresentada a evolução da frota circulante de Ônibus no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2022, separados em subcategorias, onde se observa uma tendência de estabilidade nos últimos anos. No detalhe podemos observar que a subcategoria Ônibus Urbano representa aproximadamente 60% da frota dessa categoria.

Gráfico 14 - Evolução da frota circulante de Ônibus por subcategoria



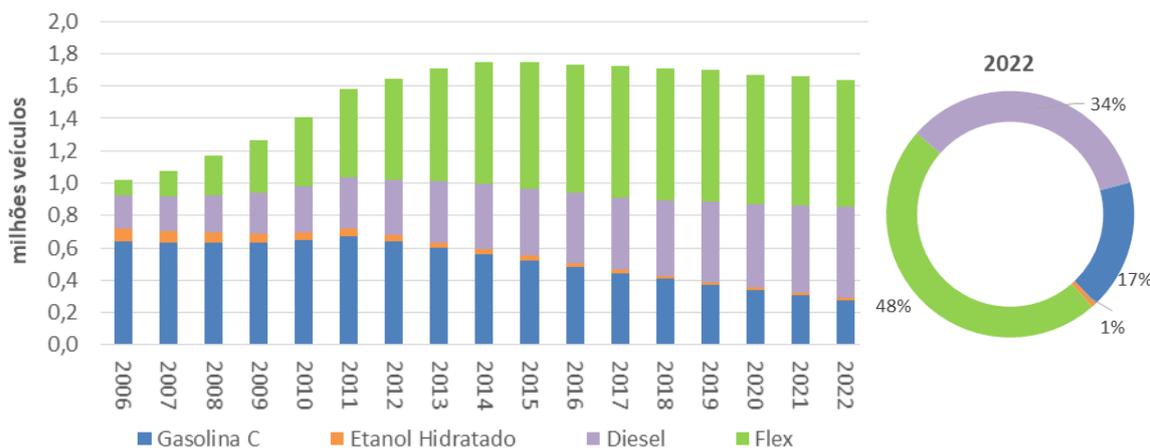
No Gráfico 15 é apresentada a evolução da frota circulante na categoria Automóveis no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2022, por tipo de combustível. Em 2022, os veículos *flex-fuel* representavam 79% da frota total de Automóveis e os movidos a gasolina, 20% do total. Os Automóveis movidos a etanol somam apenas 1% do total, pois não são mais fabricados há vários anos.

Gráfico 15 - Evolução da frota circulante de Automóveis por tipo de combustível



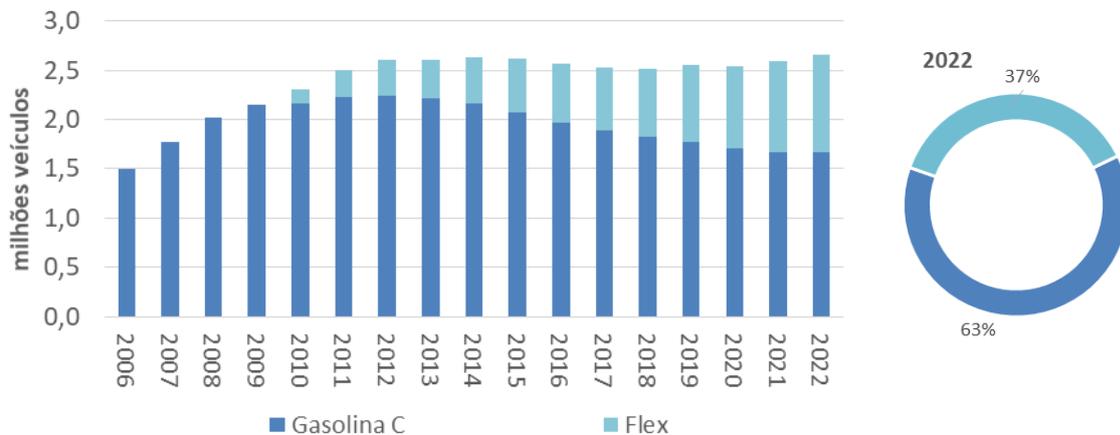
No Gráfico 16 é apresentada a evolução da frota circulante no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2022, na categoria Comerciais Leves por tipo de combustível. Ele mostra o crescimento expressivo desse segmento até 2014, porém apresentando tendência de estabilidade nos últimos anos. É possível observar também que a frota de Comerciais Leves movidos a diesel tem aumentado progressivamente, enquanto a movida unicamente a gasolina tem apresentado queda desde 2011.

Gráfico 16 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves por tipo de combustível



No Gráfico 17 é apresentada a evolução da frota circulante no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2022 na categoria Motocicletas por tipo de combustível. Há uma leve tendência de crescimento nos últimos anos. No destaque o crescimento das Motocicletas *flex-fuel*, mas com o segmento a gasolina ainda em posição predominante.

Gráfico 17 - Evolução da frota circulante de Motocicletas por tipo de combustível



Frota circulante por fase do Proconve e do Promot

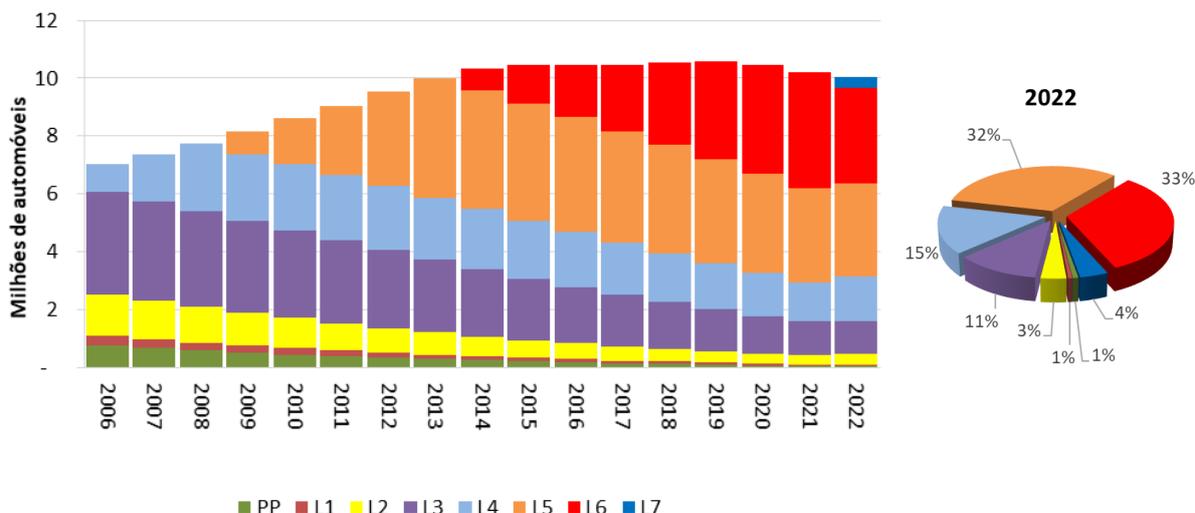
A seguir é apresentada a evolução da frota circulante no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022, separada por categoria e por fases do Proconve ou do Promot, no caso da categoria Motocicletas. Outras informações a respeito dos programas Proconve e Promot podem ser encontradas no Capítulo 0

Na fase PP (Pré-Proconve), estão agrupados todos os Ônibus fabricados até 1986, todos os Automóveis e Caminhões fabricados até 1988 e os Comerciais Leves fabricados até 1991. Para as Motocicletas estão agrupadas nessa fase as fabricadas até 2002.

Em 2022 entraram em vigor as novas fases do Proconve L7 para Automóveis e Comerciais Leves (1) e P8 para Caminhões e Ônibus (30).

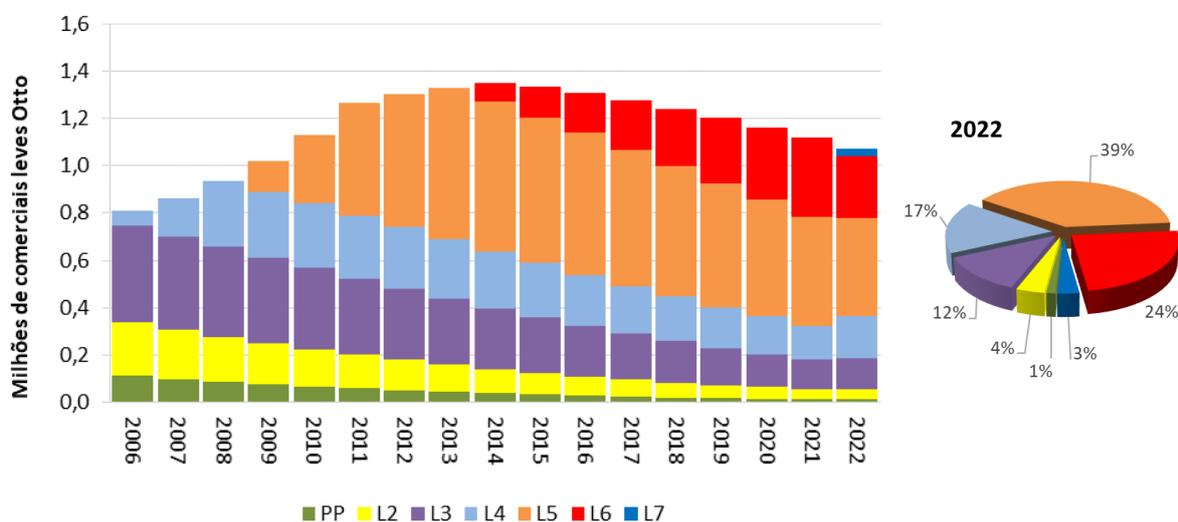
No Gráfico 18 é apresentada a evolução da frota circulante na categoria Automóveis no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022. Em 2022, 65% da frota era composta por veículos das fases L5 e L6 e 4% dos veículos são da nova fase L7.

Gráfico 18 - Evolução da frota circulante de Automóveis separada por fases do Proconve



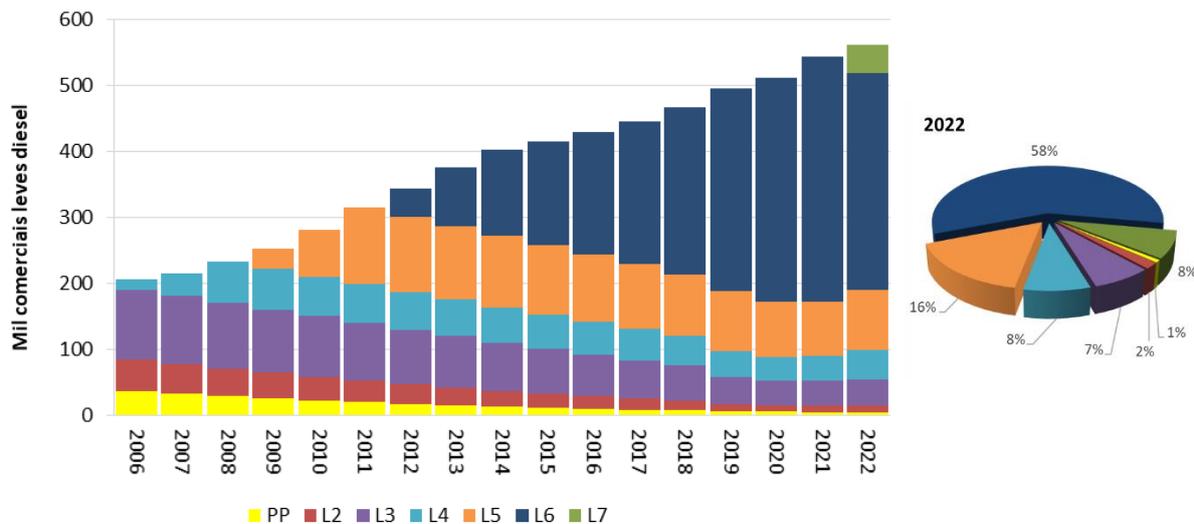
No Gráfico 19 é apresentada a evolução da frota circulante na categoria Comerciais Leves do ciclo Otto no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022. Observa-se a maior participação da Fase L5, aproximadamente 40% da frota, que são os veículos fabricados de 2009 a 2013 e com 3% os veículos da nova Fase L7.

Gráfico 19 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves do ciclo Otto separada por fases do Proconve



No Gráfico 20 é apresentada a evolução da frota circulante da categoria Comerciais Leves movidos a diesel no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022. Para essa categoria, a fase L6 foi antecipada para 2012 em face do acordo judicial envolvendo a questão do diesel com baixo teor de enxofre. Assim destaca-se a grande participação (68%) de veículos dessa fase na frota circulante. Observa-se também a participação de nova fase L7 com 8% da frota. Ao contrário dos Comerciais Leves do ciclo, a frota circulante dos modelos movidos a diesel continua em expansão.

Gráfico 20 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves diesel separada por fases do Proconve

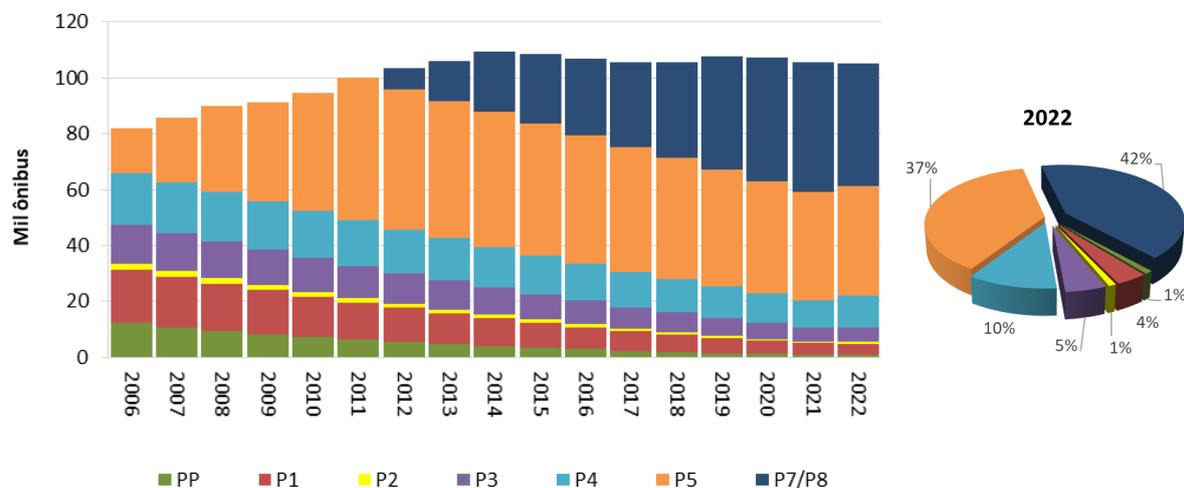


No Gráfico 21 é apresentada a evolução da frota circulante de Ônibus no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022, segregada pelas subcategorias.

Apesar de aproximadamente 80% da frota se encontrar nas fases P5 e P7, cerca de 20% da frota, que pertencem às fases anteriores ainda circula no estado, com níveis de emissão de poluentes significativamente maiores que os veículos atuais. Em 2022 entrou em vigor a Fase P8 do Proconve para novos modelos de veículos Pesados, porém não foram vendidos Ônibus atendendo essa fase.

Essa categoria tende a ser representada por uma frota mais nova em razão de exigências comuns nos contratos de concessão ou permissão de transporte de passageiros, que em geral limitam a idade do veículo em 10 ou 15 anos, conforme exigência do órgão regulador.

Gráfico 21 - Evolução da frota circulante de Ônibus separada por fases do Proconve

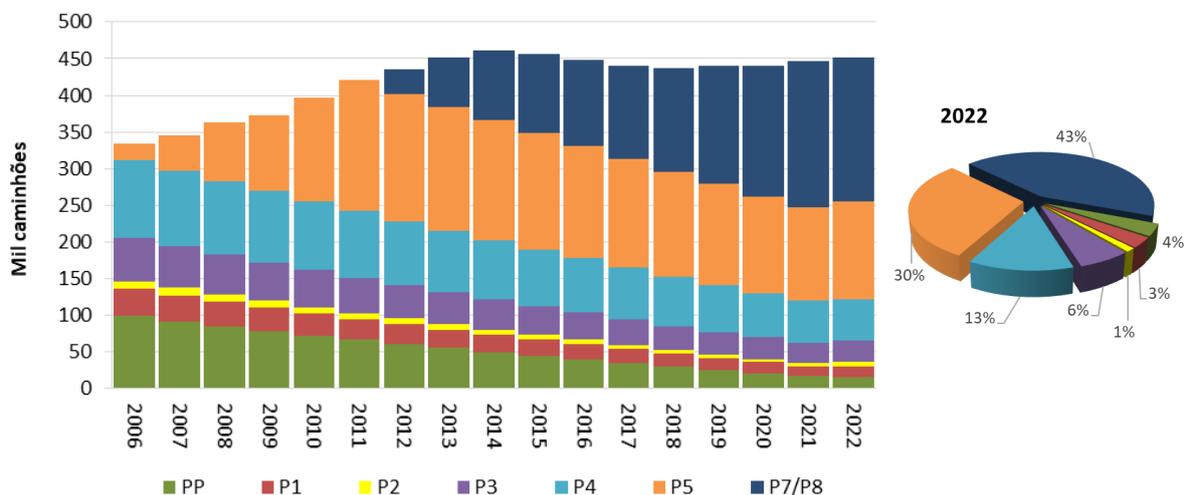


No Gráfico 22 é apresentada a evolução da frota circulante de Caminhões no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022, segregada pelas subcategorias.

Observa-se que, quando comparados aos Ônibus, a renovação da frota é um pouco mais lenta. Em 2021 a distribuição percentual da frota de Caminhões foi de 27% para os veículos fabricados nas fases anteriores a P5, 30% fabricados na Fase P5 e finalmente, o maior percentual (43%), para os veículos da frota na Fase P7. Em 2022 entrou em vigor a Fase P8 do Proconve para novos modelos de veículos Pesados, porém não foram vendidos Ônibus atendendo essa fase.

Diferentemente da categoria Ônibus, não há limitação de idade para uso desses veículos, que resulta em um número significativo de veículos de fases P4 e anteriores, já muito ultrapassadas em termos de controle de emissão.

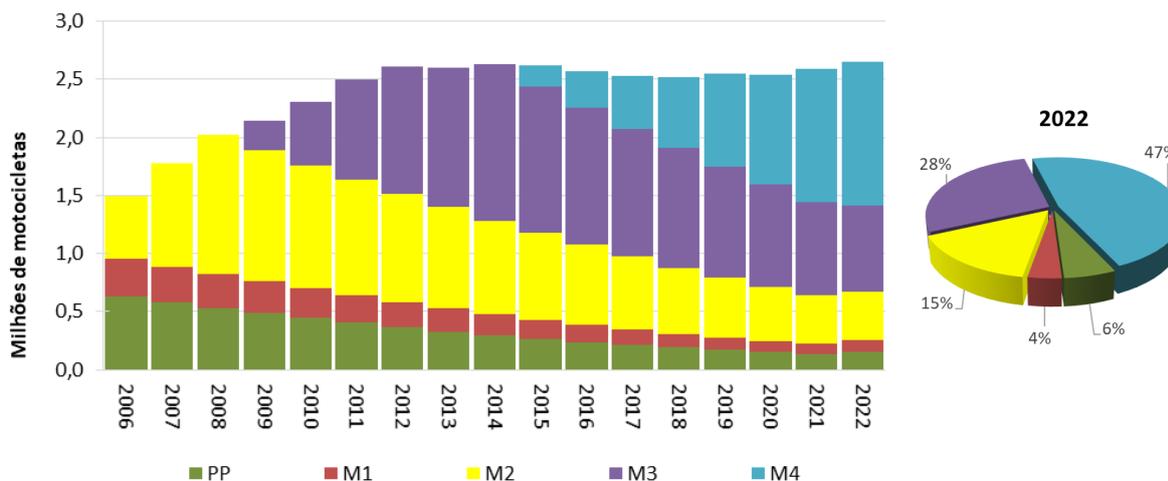
Gráfico 22 - Evolução da frota circulante de Caminhões separada por fases do Proconve



No Gráfico 23 é apresentada a evolução da frota por fase do Promot da categoria Motocicletas no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022.

Observa-se o crescimento da frota de Motocicletas da fase M4, ainda maior em 2022 e a diminuição da participação das Motocicletas da fase M3, fabricadas entre 2009 e 2013.

Gráfico 23- Evolução da frota circulante de Motocicletas separada por fases do Promot



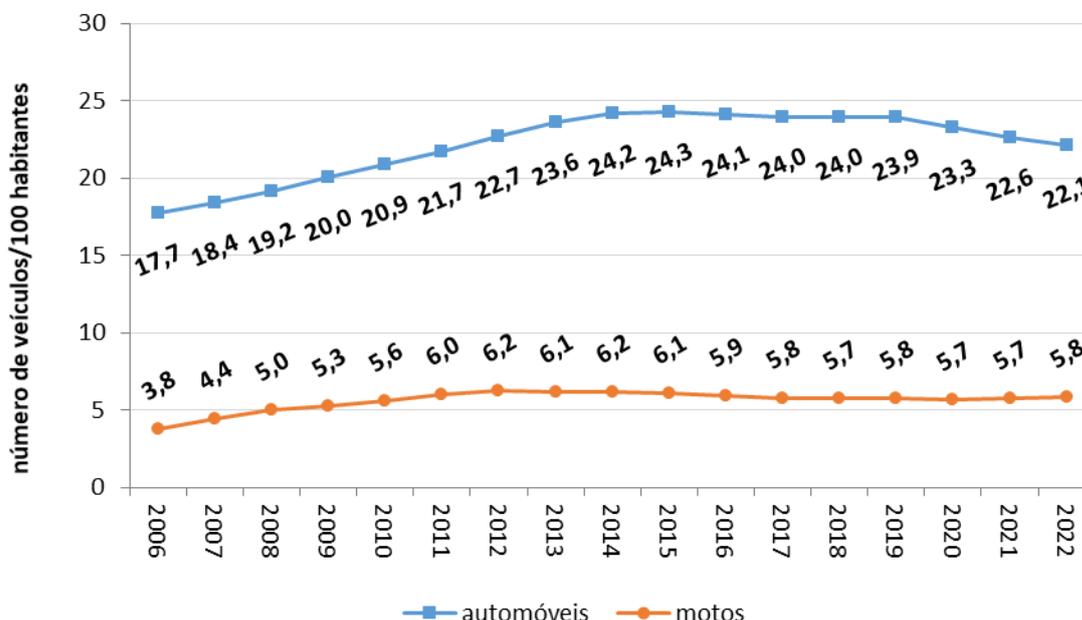
Taxa de motorização da população do estado

O Gráfico 24 mostra a evolução do indicador da taxa de motorização no período de 2006 a 2022 no estado para as categorias Automóveis e Motocicletas. A taxa de motorização atual é de 22,1 automóveis por 100 habitantes, confirmando uma tendência de redução nos últimos anos. Essa taxa é significativamente menor que a encontrada em países desenvolvidos.

A taxa para Motocicletas é de 5,8 veículos por 100 habitantes, com tendência de estagnação.

A população estimada para o estado de São Paulo em 2022, dado utilizado no cálculo do indicador, é de 45 milhões de habitantes (6).

Gráfico 24 - Evolução do indicador da taxa de motorização por habitante no estado de São Paulo



Estimativa da idade média da frota circulante

O ano de fabricação de um veículo indica a fase do Proconve ou Promot que ele atende e conseqüentemente seu padrão de emissão. 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.

Na Tabela 6 é apresentada a evolução da idade média da frota circulante no estado de São Paulo por categoria. Para uma melhor visualização apresentaremos os valores a cada cinco anos, iniciando a série em 2007.

Nota-se clara tendência de envelhecimento da frota, motivada em especial pela redução da venda de veículos novos. Os destaques negativos são os veículos movidos exclusivamente a etanol, estes em volume já reduzido, exclusivamente a gasolina e as subcategorias de caminhões menores de aplicação tipicamente urbana.

A idade média alta significa veículos mais antigos circulando, o que impacta negativamente a qualidade do ar não apenas por terem sido projetados para atender as fases anteriores do Proconve, mas também pelo desgaste acumulado com o uso, que pode ser agravado pela baixa manutenção, aumentando significativamente a emissão de poluentes.

Tabela 6 - Evolução da idade média da frota no estado de São Paulo nos anos de 2007, 2012, 2017 e 2022.

Categoria		Combustível	2007	2012	2017	2022
Automóveis		Gasolina C	10,2	13,5	16,4	19,2
		Etanol Hid.	18,6	22,6	26,8	31,0
		Flex-fuel	1,9	3,9	6,6	9,1
Comerciais Leves		Gasolina C	9,6	10,5	14,1	18,1
		Etanol Hid.	17,8	22,1	26,6	31,2
		Flex-fuel	2,0	3,8	6,8	9,6
		Diesel	9,4	7,7	8,2	8,6
Caminhões	Semileves	Diesel	15,7	16,0	17,8	17,8
	Leves		15,3	13,9	14,4	15,5
	Médios		14,9	15,8	17,6	17,1
	Semipesados		8,5	7,7	9,9	11,6
	Pesados		8,6	7,6	9,4	9,7
Ônibus	Urbanos	Diesel	11,1	10,2	11,6	12,9
	Micro-ônibus		7,7	8,2	10,3	11,2
	Rodoviários		12,6	12,4	12,7	13,0
Motocicletas		Gasolina C	4,9	6,8	9,7	11,0
		Flex-fuel	-	2,0	4,3	5,4
Total			8,8	8,4	9,6	10,9

EMISSÃO DE POLUENTES

4 EMISSÃO DE POLUENTES

As estimativas de emissão de poluentes foram calculadas para todo o estado de São Paulo e para as Regiões Metropolitanas de São Paulo, de Campinas, da Baixada Santista, do Vale do Paraíba e Litoral Norte, de Sorocaba, de Ribeirão Preto, de Piracicaba, de São José do Rio Preto e de Jundiaí.

Foi considerada a frota de veículos em circulação listada na Tabela 4.

Em 2022, de acordo com a análise dos dados de consumo e preço de combustíveis pela metodologia utilizada neste relatório (16), obteve-se que no estado de São Paulo 45% da frota circulante das categorias Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto com motor *flex-fuel* utilizou etanol hidratado como combustível, um aumento no consumo relativo quando comparado a 2021.

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 2022 por poluente, segregada por categoria de veículos e combustível e a evolução das emissões em cada uma das regiões no período de 2006 a 2022 por poluente está disponível para *download* no site da CETESB.

4.1. Estimativa de emissão de poluentes locais no estado de São Paulo

Os resultados das estimativas de emissão de poluentes locais no estado de São Paulo em 2022 são apresentados na Tabela 7, segregados por categoria de veículo e combustível.

Comparadas a 2021, as estimativas totais para 2022 foram superiores para todos os poluentes listados. Os aumentos podem ser atribuídos ao crescimento no consumo de combustíveis rodoviários, em especial dos combustíveis fósseis.

Tabela 7 - Estimativas da emissão veicular no estado de São Paulo em 2022

Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)					
		CO	NO _x	MP (1)	SO ₂ (2)	COV	
Automóveis	Gasolina C	53.561	7.303	34	90	10.781	
	Etanol Hidratado	13.679	1.117	nd	nd	2.654	
	<i>Flex</i> -gasolina C	57.767	5.805	82	210	15.680	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	51.138	3.890	nd	nd	12.610	
Comerciais Leves	Gasolina C	8.886	967	4	17	2.263	
	Etanol Hidratado	1.149	103	nd	nd	284	
	<i>Flex</i> -gasolina C	6.660	742	9	30	1.921	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	6.124	499	nd	nd	1.427	
	Diesel	1.272	5.992	258	114	325	
Caminhões	Semileves	Diesel	282	1.545	64	19	85
	Leves		1.362	7.460	262	93	363
	Médios		898	5.026	219	55	261
	Semipesados		6.281	39.831	925	560	1.294
	Pesados		7.047	45.916	912	574	1.474
Ônibus	Urbanos	Diesel	2.650	13.458	304	19	459
	Micro-ônibus		215	1.186	25	2	40
	Rodoviários		1.305	7.947	195	99	296
Motocicletas	Gasolina C	46.043	1.619	114	18	7.139	
	<i>Flex</i> -gasolina C	6.362	312	30	7	996	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	3.643	180	nd	nd	788	
Total		276.324	150.897	3.435	1.907	61.140	

Notas: nd – não disponível.

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

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

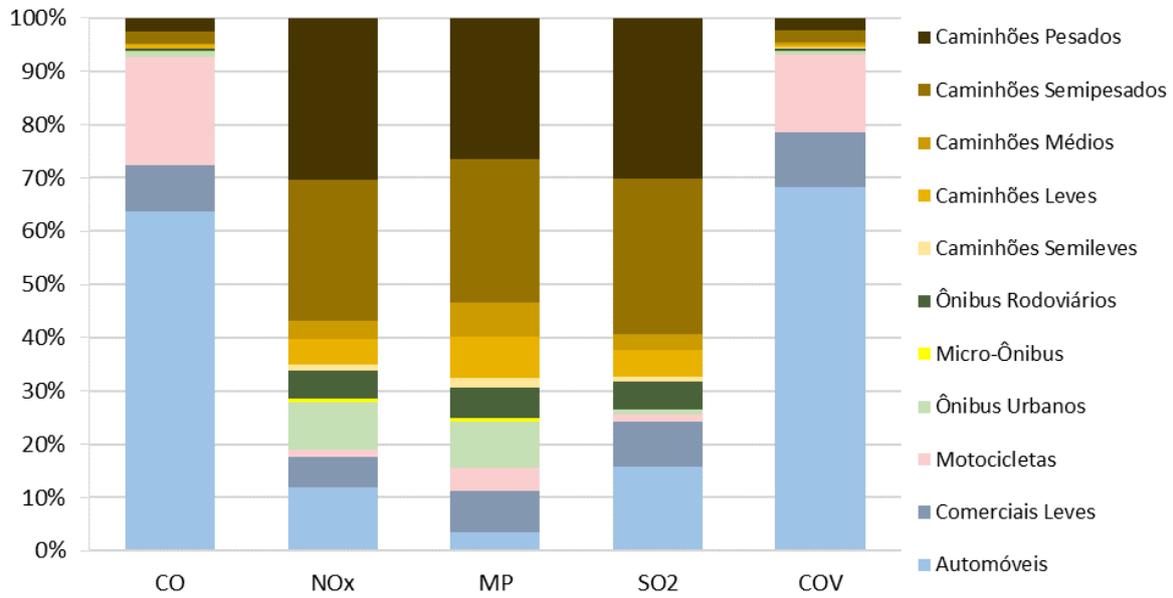
No Gráfico 25 é mostrada a contribuição relativa de cada categoria de veículo nas emissões dos poluentes no estado de São Paulo em 2022.

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.

As categorias 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.

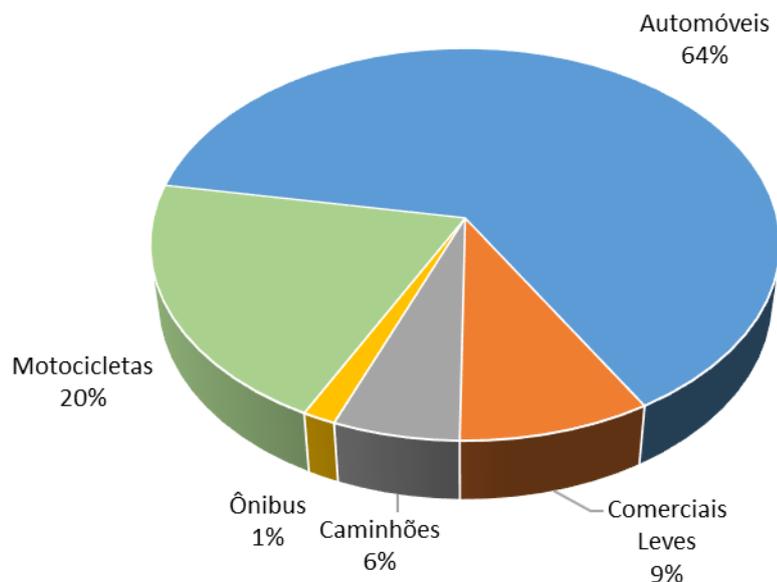
A emissão de SO₂ está ligada ao teor de enxofre contido nos combustíveis fósseis comercializados no país, em especial na parcela do diesel com 500 mg/kg de enxofre. Com a gradual redução do consumo desse combustível e a limitação do teor de enxofre na gasolina e no diesel S10, a tendência é de redução da emissão desse poluente.

Gráfico 25 - Contribuição relativa de cada categoria na emissão de poluentes no estado de São Paulo em 2022



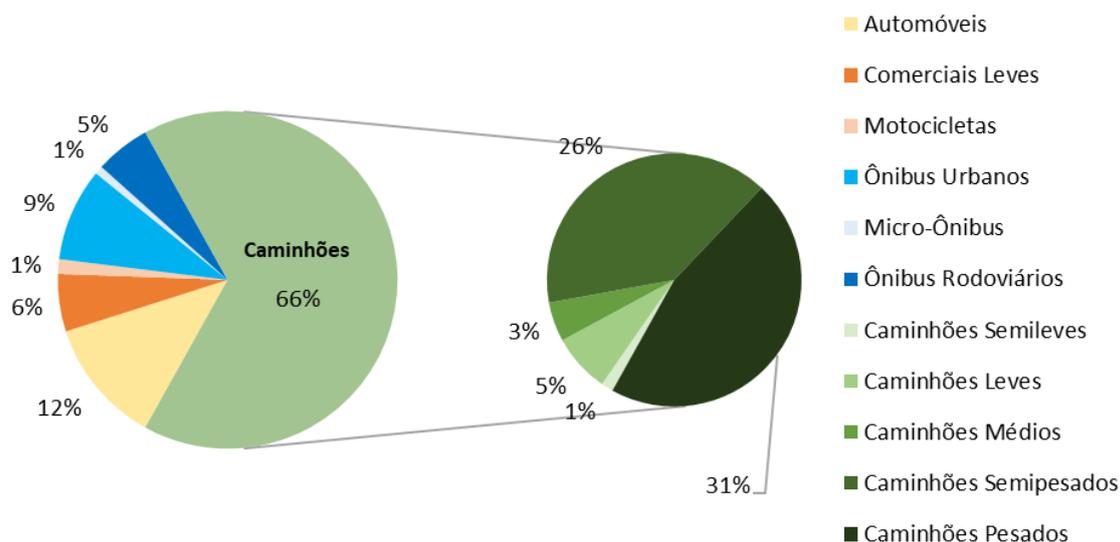
No Gráfico 26 é apresentada a participação percentual das categorias para o poluente CO. Os Automóveis são os maiores contribuintes, com participação de 64% na emissão total.

Gráfico 26 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de monóxido de carbono no estado de São Paulo em 2022



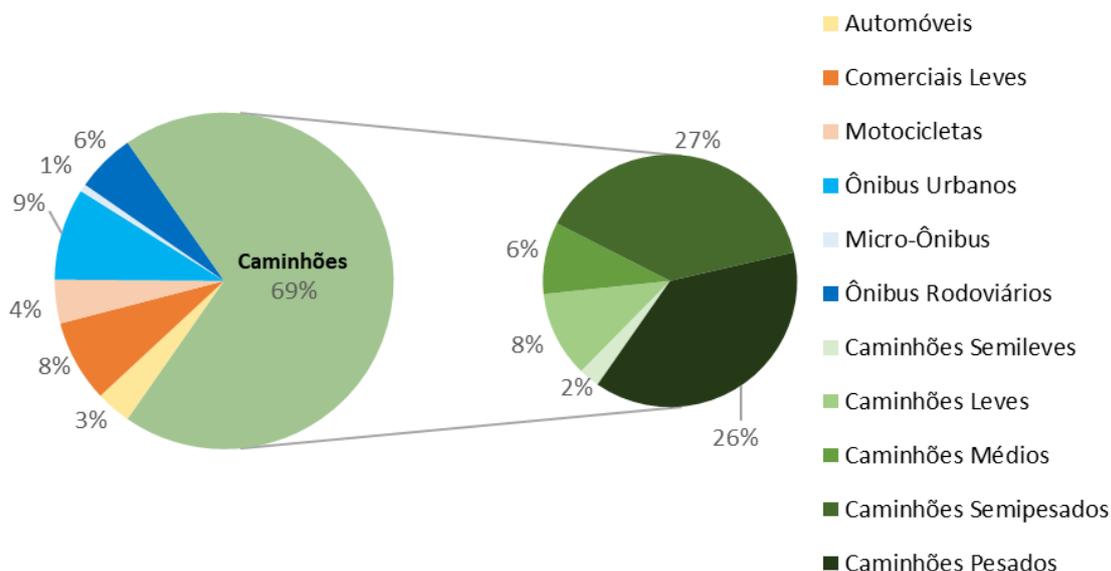
No Gráfico 27 é apresentada a participação percentual das categorias para o poluente NO_x. Para esse poluente, a maior contribuição é da categoria Caminhões Pesados e Semipesados, como é possível ver no detalhamento do gráfico à direita. Na sequência, destacam-se as contribuições dos Automóveis e dos Ônibus Urbano, de uso predominantemente urbano, que contribuem de maneira mais significativa no comprometimento dessas áreas.

Gráfico 27 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de óxidos de nitrogênio no estado de São Paulo em 2022



No Gráfico 28 é apresentada a participação percentual das categorias para o poluente MP. Para esse poluente, a maior contribuição também é da categoria Caminhões Pesados e Semipesados, como é possível observar no detalhamento.

Gráfico 28 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de material particulado no estado de São Paulo em 2022



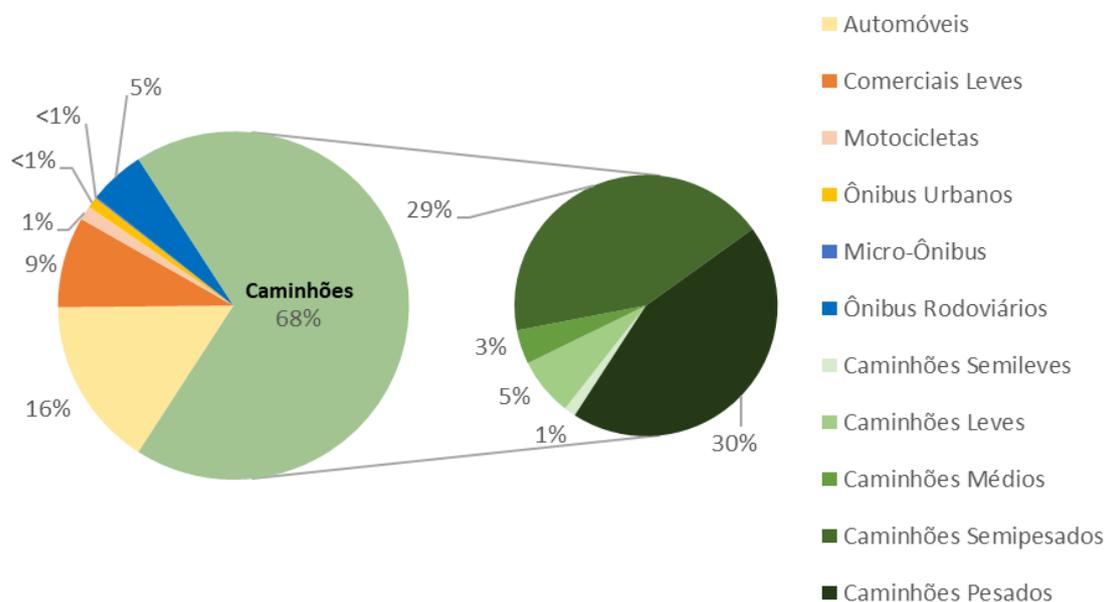
Cabe considerar que os veículos das categorias Caminhões Pesados e Semipesados circulam predominantemente em estradas e sua contribuição no comprometimento da qualidade do ar das regiões urbanas deve ser relativizada. O mesmo raciocínio deve ser utilizado para os Ônibus rodoviários.

As categorias Semileves, Leves e Médios são veículos menores, de aplicação típica de distribuição de carga e de uso predominantemente urbano. Contribuem de maneira mais significativa para o comprometimento da qualidade do ar dessas áreas, assim como a categoria Ônibus Urbano. Devem ser, portanto, objeto de maior atenção no controle das emissões.

Destaca-se que, para os poluentes NO_x e MP, a nova Resolução CONAMA 490/2018 (30) introduz limites de emissão e procedimentos de ensaios bastante restritivos para Caminhões e Ônibus, que levarão à significativa redução na emissão dessas categorias de veículos. As primeiras exigências entraram em vigor a partir de 2022.

No Gráfico 29 é apresentada a participação percentual das categorias para o poluente SO₂ onde é possível observar a maior contribuição da categoria Caminhões, seguida pela categoria Automóveis, que tem grande participação na frota circulante do estado. O detalhamento mostra a maior contribuição das subcategorias Pesados e Semipesados. Destaca-se a categoria dos Automóveis seguida pelos Comerciais Leves (ciclos Otto e Diesel).

Gráfico 29 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de dióxido de enxofre no estado de São Paulo em 2022



O poluente SO₂ é formado pela oxidação do enxofre presente nos combustíveis fósseis. O controle da emissão desse poluente é realizado na especificação dos combustíveis. A emissão de SO₂ sofreu redução drástica a partir de 2014 em função da alteração do teor de enxofre do diesel a partir de 2013 e em especial da gasolina a partir de 2014. Os combustíveis renováveis não possuem teores de enxofre em valores detectáveis, portanto a emissão de poluente é considerada nula.

Assim, com a renovação natural da frota e a introdução de veículos novos atendendo essa fase ou posteriores que demandam combustível com baixo teor de enxofre, o uso do diesel S10 será intensificado, levando a redução gradativa da emissão de SO₂.

Na Tabela 8 são apresentados os valores de emissão de COV, segregados por tipo, origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), categoria de veículo e combustível.

Não existem dados disponíveis para estimar 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 2022 segregada por origem, categoria e combustível

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)			
			NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO
Automóveis		Gasolina C	5.311	2.488	2.766	215
		Etanol Hidratado	1.303	1.181	61	109
		Flex-gasolina C	5.418	3.589	6.480	192
		Flex-etanol hidratado	5.945	3.329	2.511	825
Comerciais Leves		Gasolina C	744	985	509	25
		Etanol Hidratado	113	155	6	9
		Flex-gasolina C	621	371	904	25
		Flex-etanol hidratado	632	354	341	100
		Diesel	325	nd	nd	nd
Caminhões	Semileves	Diesel	85	nd	nd	nd
	Leves		363	nd	nd	nd
	Médios		261	nd	nd	nd
	Semipesados		1.294	nd	nd	nd
	Pesados		1.474	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	459	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		40	nd	nd	nd
	Rodoviários		296	nd	nd	nd
Motocicletas		Gasolina C	7.139	nd	nd	nd
		Flex-gasolina C	996	nd	nd	nd
		Flex-etanol hidratado	788	nd	nd	nd
Total			33.608	12.453	13.579	1.500

Notas: nd - não disponível.

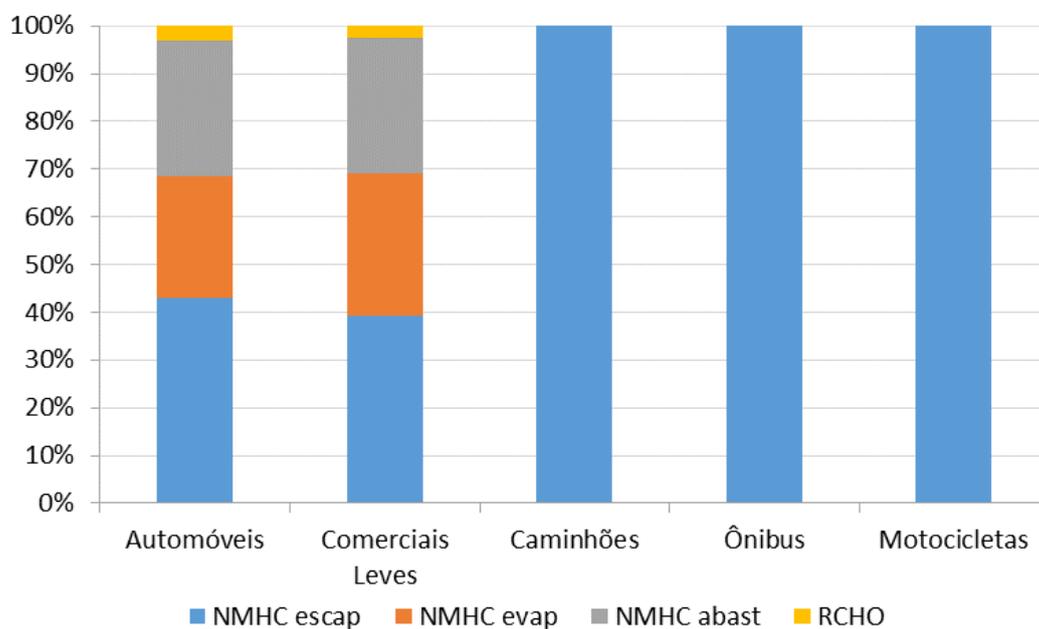
Destaca-se que a emissão de abastecimento não sofreu qualquer tipo de controle no Brasil até o ano de 2022, diferentemente das emissões de escapamento e evaporativa que tiveram limites máximos reduzidos ao longo dos anos por força do Proconve. Assim, a projeção ao longo do tempo mostra que a emissão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

Com a aprovação da Resolução CONAMA 492/2018 (1), os Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto passam a ter controle da emissão de abastecimento a partir de 2023. Serão aplicados percentuais escalonados até que em 2025 todos os veículos dessas categorias sejam fabricados com esse

controle. Com a substituição gradativa dos veículos fabricados sem o controle por novos já submetidos à restrição, a emissão durante o abastecimento tenderá a cair ao longo dos próximos anos.

No Gráfico 30 é apresentada a contribuição por origem e categoria de veículo na emissão de COV no estado de São Paulo em 2022. Observa-se que a emissão de NMHC de escapamento é seguida de perto pelas emissões evaporativas e durante o abastecimento nas categorias Automóveis e 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.

Gráfico 30 – Contribuição relativa na emissão COV por origem e categoria no estado de São Paulo em 2022



No Gráfico 31 é apresentada a participação percentual das categorias para o grupo de poluentes COV, que incluem as emissões de NMHC e aldeídos. Os Automóveis são os maiores contribuintes, com participação de 68% na emissão total.

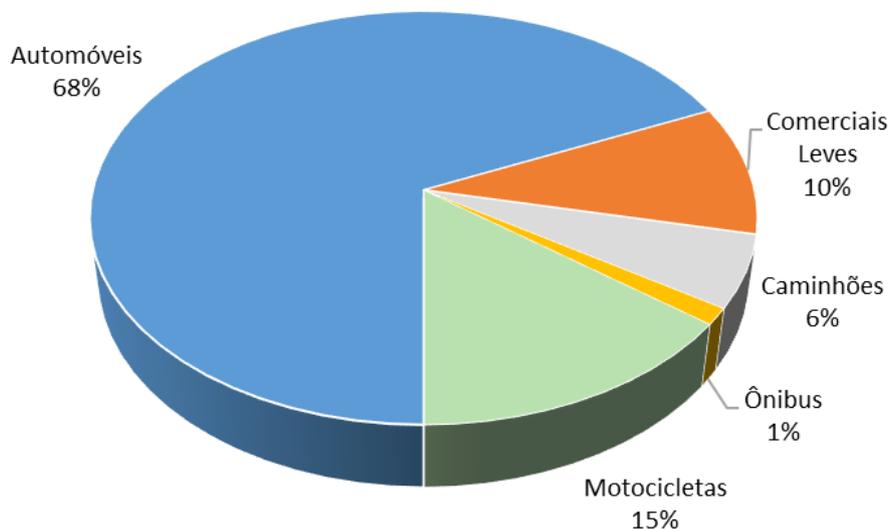
Nesse caso, é possível considerar que as emissões estão subestimadas para as Motocicletas, pois não estão contabilizadas as emissões evaporativas, de abastecimento e de aldeídos, que podem aumentar de maneira significativa a emissão de COV nessa categoria.

A Resolução CONAMA 493/2019 (31) 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, considera-se que as emissões de aldeídos, evaporativas

e de abastecimento do diesel sejam insignificantes em função da característica do combustível.

Gráfico 31 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de COV no estado de São Paulo em 2022



As contribuições demonstradas nos gráficos anteriores 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 das categorias Caminhões Pesados, Semipesados e Ônibus Rodoviários se dispersem ao longo das rodovias, onde os veículos dessas 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 Semileves, Leves e Médios circulem mais em ambientes urbanos e, portanto, impactem mais a qualidade do ar e a saúde das populações.

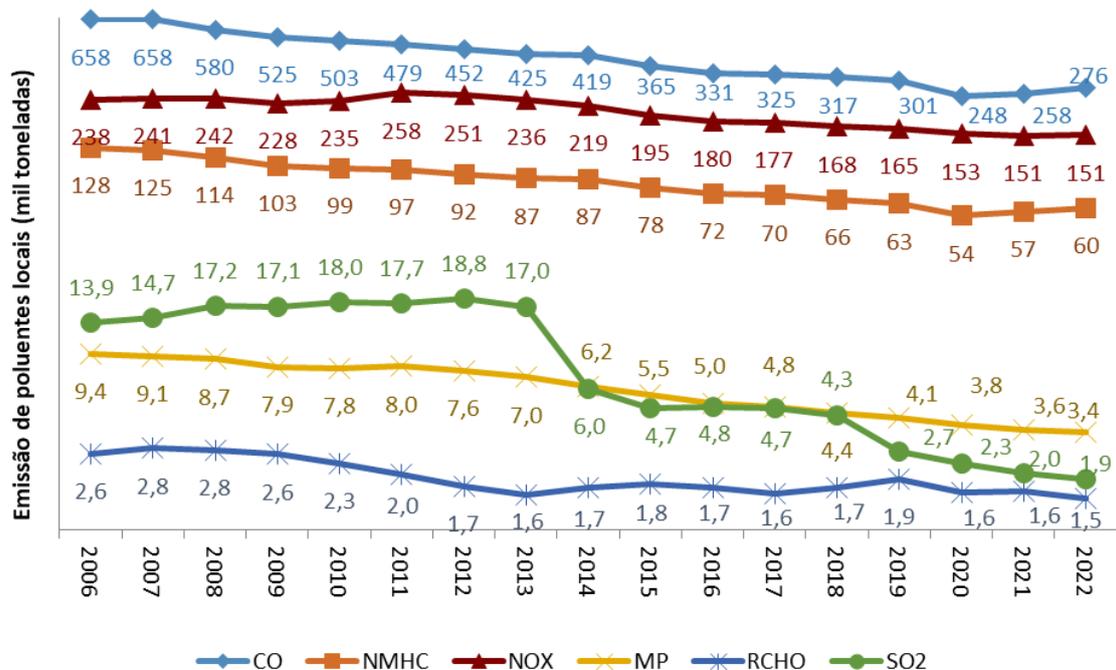
No Gráfico 32 é apresentada a evolução das emissões de poluentes locais no período de 2006 a 2022, no estado de São Paulo.

Mesmo com o crescimento constante da frota, que perdurou até 2014, como apresentado no Gráfico 12, a emissão dos poluentes foi decrescente, motivada pela incorporação de veículos com novas tecnologias em substituição aos veículos antigos e mais poluidores. Entretanto, deve-se ressaltar o aumento das emissões veiculares, em 2021 e 2022, possivelmente devido à recuperação econômica após o período de pandemia.

Uma exceção se observa na emissão de aldeídos, que oscila ao longo dos anos como função direta do consumo de etanol nos veículos *flex-fuel*. De modo geral, a emissão desse poluente é maior quando usando etanol em comparação à emissão quando usando gasolina.

Pode-se observar que a emissão de SO₂ sofreu drástica redução a partir de 2014 em função da alteração do teor de enxofre do diesel (2013) e em especial da gasolina (2014). A tendência de queda persiste em razão da diminuição da concentração média de enxofre nos combustíveis rodoviários, tanto na gasolina como no óleo diesel.

Gráfico 32 - Evolução das emissões de poluentes no estado de São Paulo

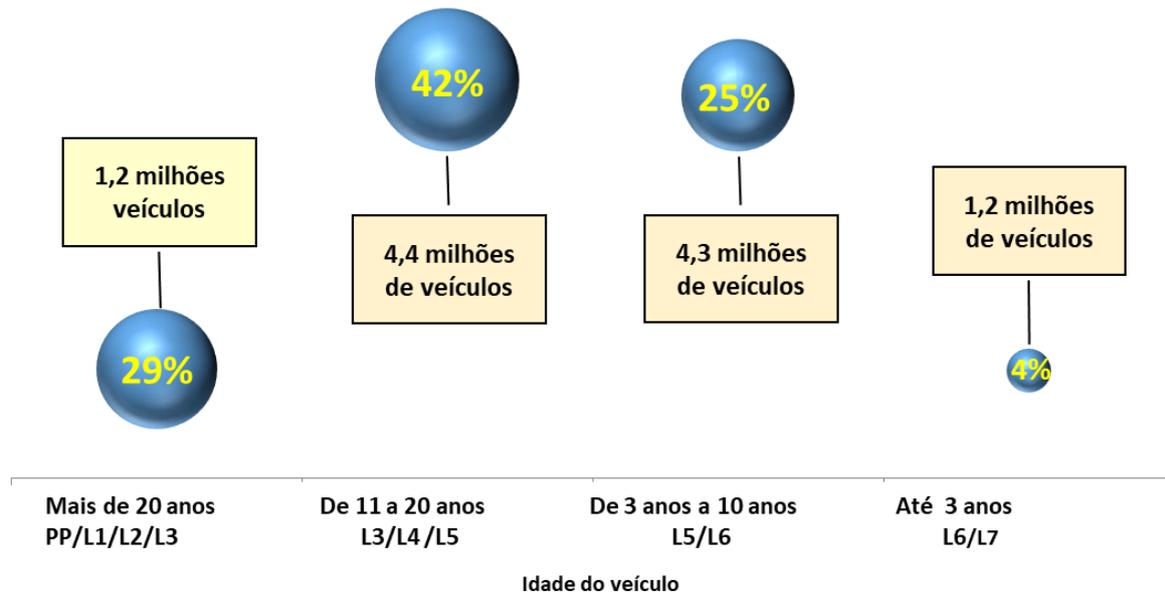


Apesar das emissões dos poluentes apresentarem uma tendência histórica de queda, alguns municípios do estado de São Paulo apresentam ultrapassagens do padrão estadual de qualidade do ar para o poluente ozônio. O ozônio não é emitido diretamente pelos veículos, é produzido fotoquimicamente pela radiação solar na 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 os poluentes.

Da mesma forma, algumas regiões próximas às vias de tráfego intenso também apresentam valores altos de MP_{2,5}. A emissão desse poluente é preponderante por veículos, mas também é possível que frações desse poluente tenham sido formadas a partir de reações químicas de outros poluentes na atmosfera. Assim, são necessários esforços constantes para reduzir de forma mais acentuada a emissão de todos os poluentes para buscar a melhoria da qualidade do ar.

Na Figura 1 é mostrada a participação percentual na emissão e a frota dos Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto em função das fases do Proconve. A porcentagem média de emissão considera a soma de todos os poluentes locais emitidos em 2022 e é representada pelo diâmetro das esferas. O valor percentual correspondente está inscrito no centro delas.

Figura 1 - Participação percentual da emissão de Automóveis e Comerciais Leves em função da fase do Proconve no estado de São Paulo em 2022



O conjunto de veículos com até três anos, fabricados para atender a fase L6 e a nova Fase L7, a partir de 2022, é responsável por 4% da emissão total da categoria, ainda que seja composta por 1,2 milhões de veículos.

O conjunto de veículos com mais de 20 anos, fabricados para atender as fases antigas ou anteriores ao Proconve (PP, L1, L2 e L3), somam a mesma quantidade dos veículos até três anos (1,2 milhões), mas contribuem com 29% da emissão total.

Esses números demonstram o impacto que veículos mais antigos e tecnologicamente defasados podem gerar na emissão total e sinalizam que programas de renovação acelerada da frota e restrição de circulação dos modelos mais antigos em áreas mais poluídas podem ser eficientes quando bem planejadas. 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 tendem a ser precários, até pela ausência de um programa de inspeção ambiental obrigatório, a participação no total de emissões pode ser ainda maior.

4.2. Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de São Paulo

Na Tabela 9 são apresentados os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) em 2022 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 9 - Estimativa da emissão veicular na RMSP em 2022

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	23.723	3.246	16	44	5.005
		Etanol Hidratado	4.801	386	nd	nd	932
		Flex-gasolina C	22.303	2.203	36	90	6.474
		Flex-etanol hidratado	16.100	1.186	nd	nd	4.335
Comerciais Leves		Gasolina C	3.985	427	2	8	1.068
		Etanol Hidratado	369	32	nd	nd	91
		Flex-gasolina C	2.304	254	3	12	714
		Flex-etanol hidratado	1.730	137	nd	nd	441
		Diesel	591	2.622	115	53	147
Caminhões	Semileves	Diesel	109	596	24	7	33
	Leves		528	2.887	100	36	140
	Médios		349	1.951	85	21	101
	Semipesados		922	5.827	136	82	190
	Pesados		1.030	6.712	134	84	216
Ônibus	Urbanos	Diesel	1.341	6.821	149	10	223
	Micro-ônibus		203	1.137	32	2	44
	Rodoviários		367	2.289	42	29	72
Motocicletas		Gasolina C	14.685	549	39	7	2.327
		Flex-gasolina C	1.683	79	8	2	258
		Flex-etanol hidratado	801	39	nd	nd	176
Total			97.923	39.381	921	487	22.987

Nota: nd - não disponível.

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

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

Os valores de emissão de COV segregados por tipo, por origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), por categoria de veículo e por combustível estão apresentados na Tabela 10. Não existem dados disponíveis da emissão evaporativa, de abastecimento e de aldeídos para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus.

Tabela 10 – Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMSP em 2022

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)			
			NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO
Automóveis		Gasolina C	2.367	1.197	1.344	97
		Etanol Hidratado	449	429	17	37
		<i>Flex</i> -gasolina C	2.100	1.534	2.764	76
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	1.898	1.244	920	273
Comerciais Leves		Gasolina C	333	471	253	11
		Etanol Hidratado	36	50	2	3
		<i>Flex</i> -gasolina C	214	142	350	9
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	178	119	113	30
		Diesel	147	nd	nd	nd
Caminhões	Semileves	Diesel	33	nd	nd	nd
	Leves		140	nd	nd	nd
	Médios		101	nd	nd	nd
	Semipesados		190	nd	nd	nd
	Pesados		216	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	223	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		44	nd	nd	nd
	Rodoviários		72	nd	nd	nd
Motocicletas		Gasolina C	2.327	nd	nd	nd
		<i>Flex</i> -gasolina C	258	nd	nd	nd
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	176	nd	nd	nd
Total			11.502	5.187	5.762	536

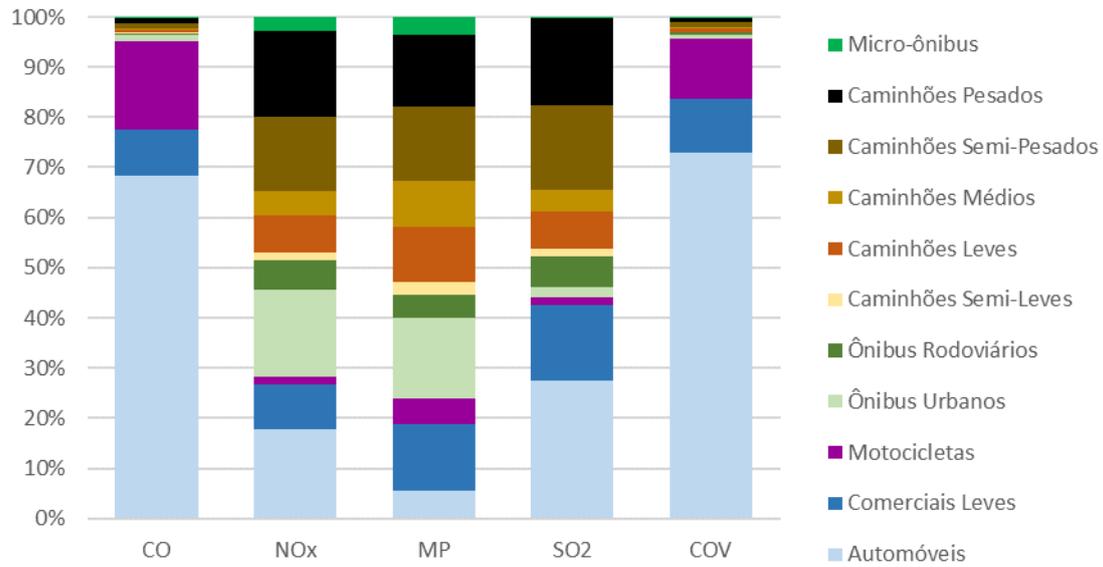
Nota: nd - não disponível.

No **Gráfico 33** é apresentada a contribuição relativa de cada categoria de veículo nas emissões dos poluentes na RMSP em 2022. Pode-se observar a contribuição significativa nas emissões de COV, incluindo NMHC e aldeídos por Automóveis. Assim, esforços para a redução da emissão desse grupo de poluentes devem ser concentrados nessa categoria.

As categorias Ônibus Urbano, Automóveis, Caminhões Pesados e Semipesados destacam-se pela grande participação nas emissões de NO_x.

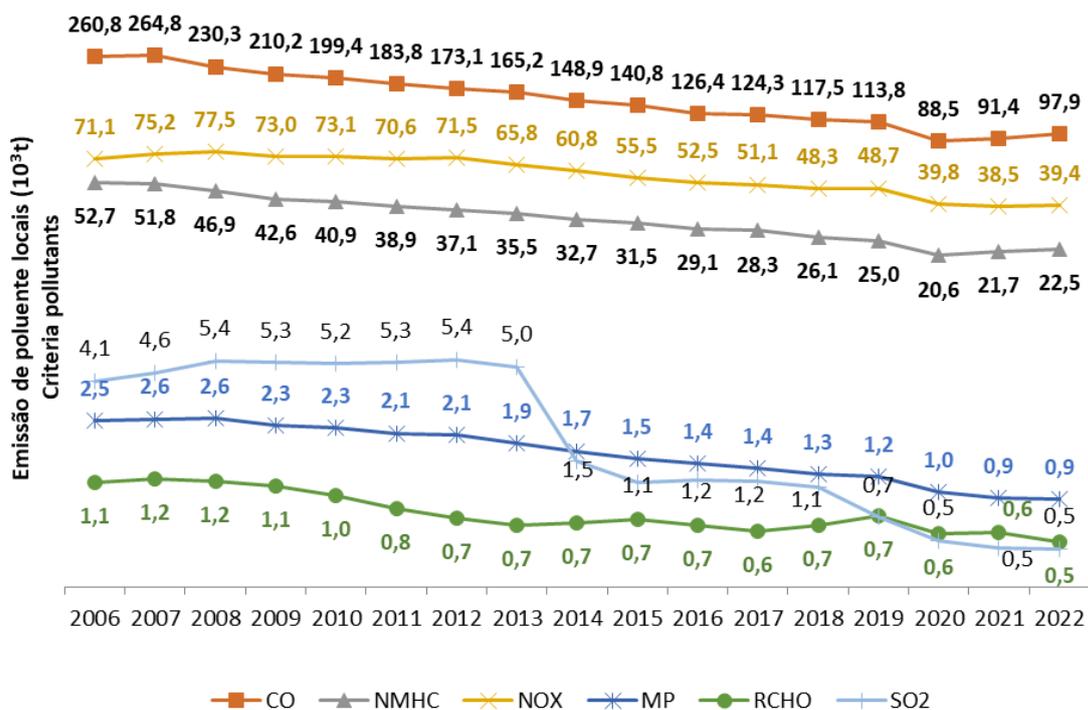
Todas as categorias de veículos equipadas com motor do ciclo Diesel destacam-se pela grande participação nas emissões de MP na região. Entretanto, ainda que a metodologia não permita quantificar, parte da emissão gerada pelos Caminhões Pesados e Semipesados não se concentra na RMSP, mas se dispersa ao longo das rodovias e em outras regiões, uma vez que o uso típico desse tipo de veículo é o transporte de carga de longa distância. Para o poluente SO₂, a participação é similar ao do MP, exceto para os Ônibus Urbanos.

Gráfico 33 - Contribuição relativa de cada categoria na emissão de poluentes na RMSP em 2022



No Gráfico 34 é apresentada a evolução das emissões de poluentes na RMSP no período de 2006 a 2022. Observa-se que as emissões de todos os poluentes apresentam tendências variadas nos últimos anos, alguns com alguma reversão na tendência de queda no período até 2020.

Gráfico 34- Evolução das emissões de poluentes na RMSP



As emissões de material particulado apresentam uma longa tendência de queda na RMSP. Analisando os dados de qualidade do ar, verifica-se que em 2022 ocorreram ultrapassagens do padrão diário das partículas inaláveis - MP_{10} ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em três estações na RMSP e não houve ultrapassagem do padrão de longo prazo ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (31). O percentual de qualidade do ar BOA foi o mais alto dos últimos cinco anos em 2022. Apesar de o inverno na RMSP ter sido seco, influenciando nas condições de dispersão dos poluentes atmosféricos, não houve registro de qualidade MUITO RUIM em 2022, diferente do ocorrido em 2021.

Para as partículas inaláveis finas ($MP_{2,5}$) ocorreram ultrapassagens do padrão diário ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em sete estações e duas ultrapassagens do padrão anual ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$), na RMSP. Em 2022, em comparação com o ano anterior houve aumento do percentual de qualidade BOA e redução das qualidades MODERADA e RUIM. Não foram registradas as qualidades MUITO RUIM e PÉSSIMA, ao contrário do que ocorreu em 2021.

Quando se comparam as concentrações atuais com as observadas no início da década de 2000, verifica-se que houve melhora nos níveis, grande parte em razão das ações e programas de controle de emissões. Tal fato pode ser verificado comparando-se, por exemplo, as concentrações médias em 2004 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e em 2018 ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$), anos em que o número de dias meteorologicamente desfavoráveis foi o mesmo.

Nos últimos anos, observa-se que as concentrações médias tendem à estabilidade, apesar da variação nas condições meteorológicas, indicando que, mesmo com as emissões dos veículos novos cada vez mais baixas, estas são suficientes apenas para compensar o aumento da frota e o comprometimento das condições de tráfego. O ano de 2022 foi meteorologicamente um pouco mais favorável à dispersão dos poluentes do que 2021, observando-se ligeira queda da concentração média em relação ao ano anterior (32).

A emissão de SO_2 sofreu redução a partir de 2014 em função da alteração do teor de enxofre do diesel a partir de 2013 e em especial da gasolina a partir de 2014. Em 2022, esse poluente não apresentou nenhum episódio de ultrapassagem do padrão de qualidade do ar na RMSP.

Apesar das emissões dos poluentes NO_x e COV, que são precursores do ozônio, apresentarem uma tendência de queda na RMSP, em 2022 o padrão de 8 horas ($130 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi ultrapassado em 35 dias. Foram observados vários dias com altas concentrações de ozônio, principalmente nos meses de fevereiro e outubro, devido à alta incidência de radiação solar e às altas temperaturas, que propiciaram condições meteorológicas para a formação desse poluente (32). Também foram observadas ultrapassagens de NO_2 , tanto do padrão diário ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), quanto do padrão anual ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

As emissões de COV na RMSP equivalem a cerca de 37,6% das emissões totais desse poluente no estado de São Paulo. Observando esse valor à luz dos dados de qualidade do ar da região, fica evidente a necessidade de novos esforços para reduzir a emissão desse poluente.

4.3. Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de Campinas

Na Tabela 11 são apresentados os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Campinas (RMC) em 2022, por categoria de veículo e combustível.

Tabela 11 - Estimativa da emissão veicular na RMC em 2022

Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)					
		CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV	
Automóveis	Gasolina C	4.615	624	3	8	913	
	Etanol Hidratado	1.009	83	nd	nd	241	
	Flex-gasolina C	5.708	579	8	20	793	
	Flex-etanol hidratado	4.524	344	nd	nd	1.372	
Comerciais Leves	Gasolina C	747	83	0,35	1	181	
	Etanol Hidratado	83	7	nd	nd	25	
	Flex-gasolina C	646	72	1	3	103	
	Flex-etanol hidratado	529	43	nd	nd	164	
	Diesel	93	447	19	8	25	
Caminhões	Semileves	Diesel	22	118	5	1	8
	Leves		106	578	19	7	33
	Médios		68	380	16	4	23
	Semipesados		482	3.055	69	43	115
	Pesados		542	3.532	68	44	130
Ônibus	Urbanos	Diesel	223	1.109	23	2	43
	Micro-ônibus		32	174	5	0,27	8
	Rodoviários		59	363	6	5	14
Motocicletas	Gasolina C	3.614	127	9	1	430	
	Flex-gasolina C	527	25	2	0,54	41	
	Flex-etanol hidratado	278	14	nd	nd	36	
Total		23.904	11.757	254	149	4.697	

Nota: nd - não disponível.

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

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

Os valores de emissão de COV, segregados por tipo, por origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), por categoria de veículo e por combustível estão apresentados na Tabela 12 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMC em 2022.

Não existem dados disponíveis da emissão evaporativa, de abastecimento e de aldeídos para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus.

Tabela 12 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMC em 2022

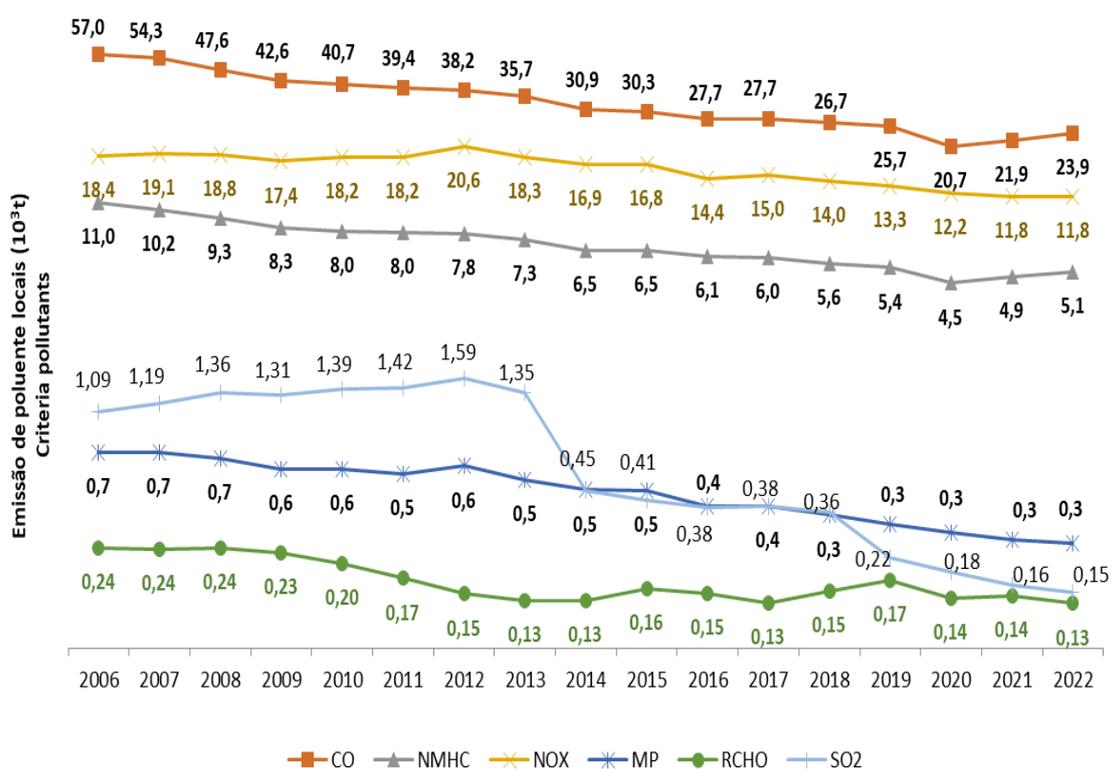
Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)				
		NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO	
Automóveis	Gasolina C	455	204	236	18	
	Etanol Hidratado	96	86	4	8	
	Flex-gasolina C	532	329	602	19	
	Flex-etanol hidratado	525	290	218	72	
Comerciais Leves	Gasolina C	63	77	40	2	
	Etanol Hidratado	8	11	0,43	1	
	Flex-gasolina C	60	34	82	2	
	Flex-etanol hidratado	55	30	29	9	
	Diesel	24	nd	nd	nd	
Caminhões	Semileves	Diesel	6	nd	nd	nd
	Leves		28	nd	nd	nd
	Médios		19	nd	nd	nd
	Semipesados		98	nd	nd	nd
	Pesados		112	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	35	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		6	nd	nd	nd
	Rodoviários		11	nd	nd	nd
Motocicletas	Gasolina C	559	nd	nd	nd	
	Flex-gasolina C	82	nd	nd	nd	
	Flex-etanol hidratado	61	nd	nd	nd	
Total		2.837	1.060	1.212	131	

Nota: nd - não disponível.

No [Gráfico 35](#) é apresentada a evolução das emissões de poluentes na RMC. Observa-se que a emissão dos poluentes apresenta uma tendência variada, em especial nos últimos anos.

A emissão de SO₂ sofreu drástica redução a partir de 2014 em função da alteração do teor de enxofre do diesel em 2013 e em especial da gasolina em 2014.

Gráfico 35 - Evolução das emissões de poluentes na RMC



A análise da qualidade do ar na região mostra que em 2022 não foram observadas ultrapassagens do padrão estadual de MP₁₀, MP_{2,5}, NO₂ e SO₂.

Apesar das emissões dos poluentes NO_x e COV, que são precursores do ozônio, apresentarem queda, em 2022 ocorreram ultrapassagens do padrão de qualidade do ar do ozônio (130 µg/m³) nos municípios de Americana, Campinas e Paulínia. Essas observações reforçam a necessidade da redução da emissão desses poluentes (32).

4.4. Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte

Na Tabela 13 estão apresentados os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVP) em 2022 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 13 - Estimativa da emissão veicular na RMVP em 2022

Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)					
		CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV	
Automóveis	Gasolina C	4.571	610	2,3	6,1	820	
	Etanol Hidratado	458	38	nd	nd	89	
	<i>Flex</i> -gasolina C	5.771	601	6,1	15,9	1.306	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	1.908	142	nd	nd	499	
Comerciais Leves	Gasolina C	755	84	0,3	1,2	169	
	Etanol Hidratado	41	4	nd	nd	10	
	<i>Flex</i> -gasolina C	669	75	0,6	2,3	158	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	225	18	nd	nd	55	
	Diesel	60	283	12,0	5,4	15	
Caminhões	Semileves	Diesel	12	63	2,7	0,8	4
	Leves		55	301	10,9	3,8	15
	Médios		37	204	9,2	2,3	11
	Semipesados		422	2.590	62,7	38,2	87
	Pesados		448	2.885	61,0	38,6	98
Ônibus	Urbanos	Diesel	113	565	11,6	0,8	18
	Micro-ônibus		16	86	2,2	0,1	3
	Rodoviários		30	185	3,3	2,6	6
Motocicletas	Gasolina C	3.648	128	9,0	1,4	565	
	<i>Flex</i> -gasolina C	534	26	2,5	0,6	84	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	168	8	nd	nd	36	
Total		19.939	8.897	197	120	4.050	

Notas: nd - não disponível.

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

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

Os valores de emissão de COV, segregados por tipo, por origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), por categoria de veículo e por combustível estão apresentados na Tabela 14.

Não existem dados disponíveis da emissão evaporativa, de abastecimento e de aldeídos para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus.

Tabela 14 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMVP em 2022

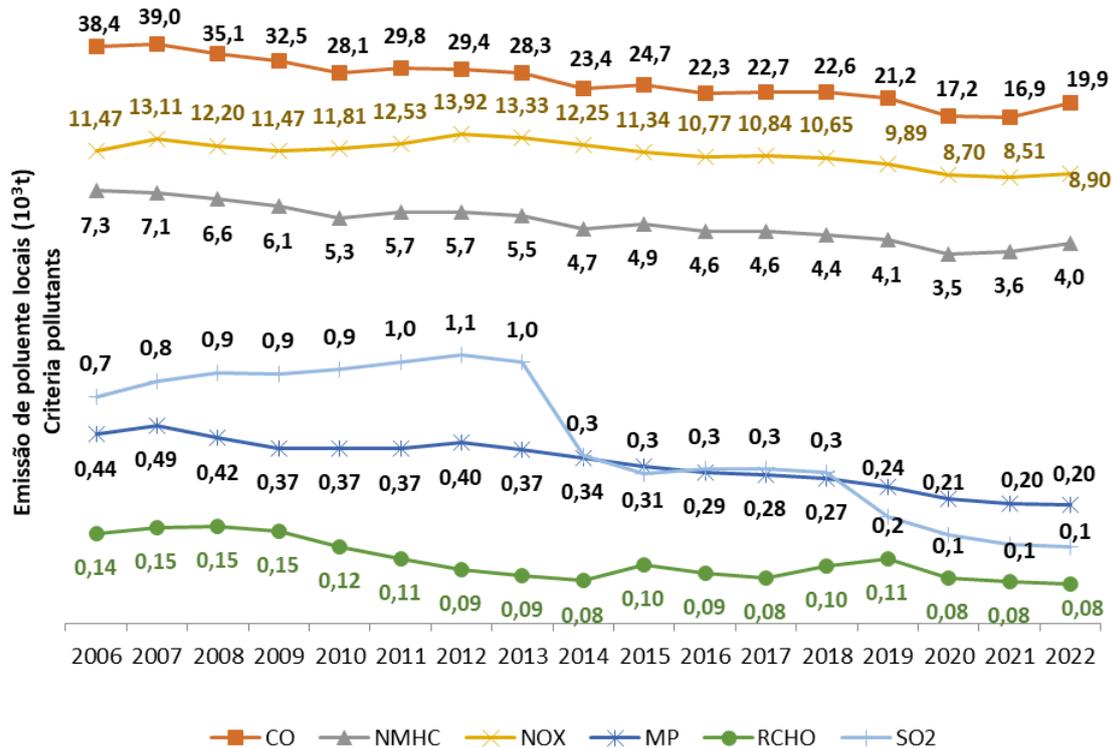
Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)				
		NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO	
Automóveis	Gasolina C	446	171	187	17	
	Etanol Hidratado	43	40	2	4	
	<i>Flex</i> -gasolina C	533	266	489	18	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	222	142	103	32	
Comerciais Leves	Gasolina C	64	66	37	2	
	Etanol Hidratado	4	6	0,18	0,30	
	<i>Flex</i> -gasolina C	61	27	68	2	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	23	15	14	4	
	Diesel	15	nd	nd	nd	
Caminhões	Semileves	Diesel	4	nd	nd	nd
	Leves		15	nd	nd	nd
	Médios		11	nd	nd	nd
	Semipesados		87	nd	nd	nd
	Pesados		98	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	18	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		3	nd	nd	nd
	Rodoviários		6	nd	nd	nd
Motocicletas	Gasolina C	565	nd	nd	nd	
	<i>Flex</i> -gasolina C	84	nd	nd	nd	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	36	nd	nd	nd	
Total		2.339	733	899	79	

Nota: nd - não disponível.

O Gráfico 36 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMVP. Pode-se observar que as emissões apresentam tendência de queda com pequeno aumento em 2022 para alguns dos poluentes, exceto para aldeídos (RCHO) que apresenta oscilação sem tendência definida ao longo dos anos, motivada pela variação no consumo de etanol em substituição à gasolina.

A emissão de SO₂ sofreu drástica redução a partir de 2014 em função da alteração do teor de enxofre do diesel em 2013 e em especial da gasolina em 2014.

Gráfico 36 - Evolução das emissões de poluentes na RMVP



A análise da qualidade do ar na região mostra que em 2022 não ocorreu ultrapassagem dos padrões de MP₁₀, MP_{2,5}, NO₂, SO₂ e também de ozônio (32).

4.5. Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana da Baixada Santista

Na Tabela 15 estão indicados os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) em 2022 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 15 - Estimativa da emissão veicular na RMBS em 2022

Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)					
		CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV	
Automóveis	Gasolina C	1.457	201	0,9	2,5	293	
	Etanol Hidratado	128	11	nd	nd	25	
	<i>Flex</i> -gasolina C	2.010	202	2,7	7,1	523	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	1.032	74	nd	nd	276	
Comerciais Leves	Gasolina C	302	33	0,2	0,6	73	
	Etanol Hidratado	17	1	nd	nd	4	
	<i>Flex</i> -gasolina C	203	22	0,3	0,9	56	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	106	8	nd	nd	27	
	Diesel	26	123	5,3	2,3	7	
Caminhões	Semileves	Diesel	9	51	2,1	0,6	3
	Leves		44	241	8,8	3,0	12
	Médios		30	165	7,4	1,8	9
	Semipesados		425	2.630	64,1	38,1	90
	Pesados		456	2.954	62,7	38,7	101
Ônibus	Urbanos	Diesel	62	319	7,0	0,5	10
	Micro-ônibus		10	55	1,5	0,1	2
	Rodoviários		18	111	2,0	1,3	3
Motocicletas	Gasolina C	2.531	88	6,3	1,0	391	
	<i>Flex</i> -gasolina C	405	20	1,9	0,4	63	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	161	8	nd	nd	35	
Total		9.432	7.317	173	99	2.002	

Nota: nd - não disponível.

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

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

Os valores de emissão de COV, segregados por tipo, por origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), por categoria de veículo e por combustível estão apresentados na Tabela 16.

Não existem dados disponíveis da emissão evaporativa, de abastecimento e de aldeídos para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus.

Tabela 16 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMBS em 2022

Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)				
		NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO	
Automóveis	Gasolina C	146	63	78	6	
	Etanol Hidratado	12	11	0,49	1	
	Flex-gasolina C	185	113	217	7	
	Flex-etanol hidratado	122	78	59	17	
Comerciais Leves	Gasolina C	26	29	18	1	
	Etanol Hidratado	2	2	0,08	0,12	
	Flex-gasolina C	18	10	27	1	
	Flex-etanol hidratado	11	7	7	2	
	Diesel	7	nd	nd	nd	
Caminhões	Semileves	Diesel	3	nd	nd	nd
	Leves		12	nd	nd	nd
	Médios		9	nd	nd	nd
	Semipesados		90	nd	nd	nd
	Pesados		101	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	10	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		2	nd	nd	nd
	Rodoviários		3	nd	nd	nd
Motocicletas	Gasolina C	391	nd	nd	nd	
	Flex-gasolina C	63	nd	nd	nd	
	Flex-etanol hidratado	35	nd	nd	nd	
Total		1.247	314	406	34	

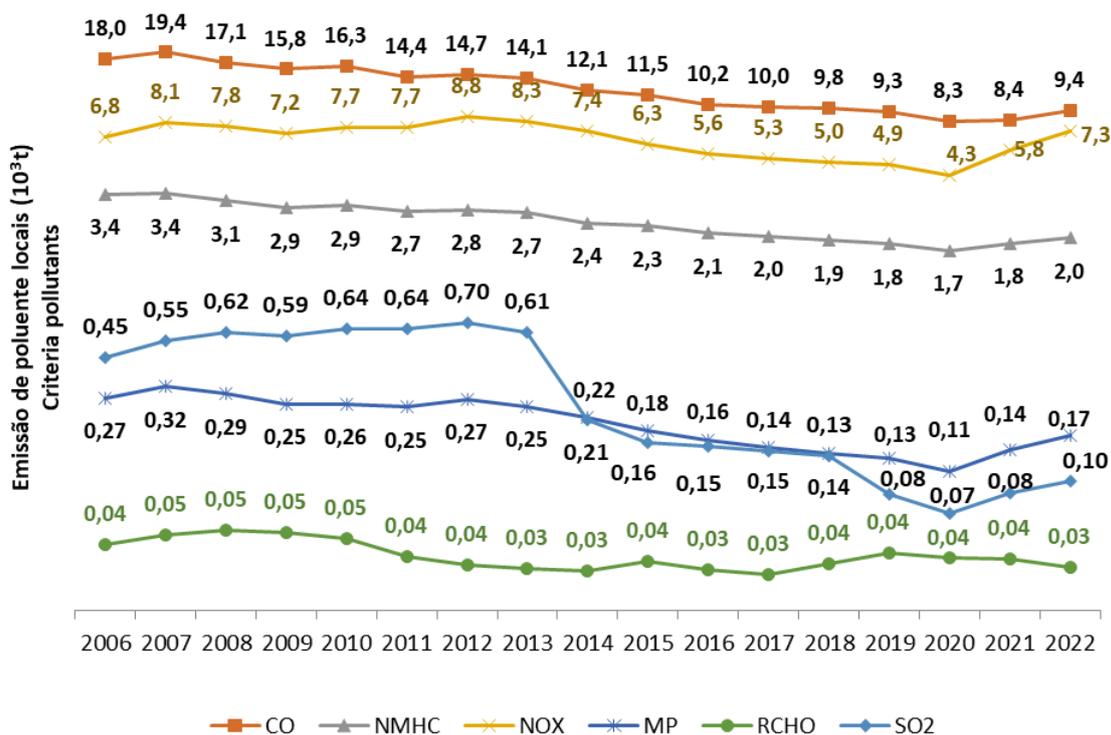
Nota: nd – não disponível.

O Gráfico 37 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMBS. Pode-se observar que a emissão dos poluentes apresentou pequeno aumento nos últimos anos para todos os poluentes, exceto aldeídos.

A emissão de SO₂ sofreu drástica redução a partir de 2014 em função da alteração do teor de enxofre do diesel em 2013 e em especial da gasolina em 2014.

A RMBS é bastante impactada pela circulação de caminhões originários de outras regiões e que tem como destino a zona industrial de Cubatão e o Porto de Santos. O impacto da circulação desses veículos não está totalmente estimado nesses resultados, pois apenas os veículos registrados nas cidades que fazem parte da RMBS compõem a frota circulante da região. Entretanto, parte desses veículos “estrangeiros” é abastecida na região e esse consumo de combustível “extra” é considerado nos cálculos de emissão, ainda que alocados em veículos da RMBS.

Gráfico 37 - Evolução das emissões de poluentes na RMBS



As maiores concentrações do poluente partículas inaláveis (MP_{10}) foram observadas na área industrial de Cubatão. O padrão de qualidade diário ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi ultrapassado 60 vezes em Cubatão, sem atingir o Nível de Atenção ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em nenhuma ocasião. A concentração média anual ultrapassou o padrão de longo prazo ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Em 2022 foram observadas no município de Cubatão 21 ultrapassagens do padrão diário de PTS ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sete ultrapassagens do padrão diário de SO_2 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), duas ultrapassagens do padrão de qualidade do ar de ozônio ($130 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e uma ultrapassagem do padrão de curto prazo ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) de dióxido de nitrogênio (NO_2).

Vale ressaltar a que a região é bastante impactada pelas emissões do polo industrial de Cubatão, pelo Porto de Santos, pelo tráfego de caminhões gerados por essas atividades e pela circulação de veículos da região.

No município de Santos houve uma ultrapassagem do padrão diário de partículas inaláveis e essas concentrações observadas estão associadas às atividades portuárias, com movimentação de caminhões, transporte e manipulação de grãos e cereais, entre outros. De maneira geral, as maiores concentrações de MP_{10} são observadas, em dias com ocorrência de períodos de calma, principalmente durante a noite e madrugada, precedidos de ventos provenientes do quadrante Norte-Este (32).

4.6. Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de Sorocaba

Na Tabela 17 estão indicados os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Sorocaba (RMSO) em 2022 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 17 - Estimativa da emissão veicular na RMSO em 2022

Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)					
		CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV	
Automóveis	Gasolina C	3.038	411	1,7	4,6	581	
	Etanol Hidratado	680	56	nd	nd	131	
	<i>Flex</i> -gasolina C	3.761	385	4,6	12,1	938	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	3.179	246	nd	nd	745	
Comerciais Leves	Gasolina C	481	53	0,2	0,8	116	
	Etanol Hidratado	62	6	nd	nd	15	
	<i>Flex</i> -gasolina C	450	50	0,5	1,8	118	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	393	32	nd	nd	87	
	Diesel	56	271	11,5	5,0	15	
Caminhões	Semileves	Diesel	16	86	3,6	1,0	5
	Leves		75	410	14,7	5,1	20
	Médios		50	280	12,3	3,0	15
	Semipesados		290	1.845	43,6	25,8	61
	Pesados		327	2.137	43,2	26,6	69
Ônibus	Urbanos	Diesel	108	545	12,4	0,8	19
	Micro-ônibus		16	91	2,7	0,1	4
	Rodoviários		28	178	3,4	2,4	6
Motocicletas	Gasolina C	2.865	103	7,4	1,2	449	
	<i>Flex</i> -gasolina C	476	22	2,2	0,5	73	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	260	13	nd	nd	57	
Total		16.612	7.220	164	91	3.523	

Notas: nd - não disponível.

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

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

Os valores de emissão de COV, segregados por tipo, por origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), por categoria de veículo e por combustível estão apresentados na Tabela 18.

Não existem dados disponíveis da emissão evaporativa, de abastecimento e de aldeídos para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus.

Tabela 18 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMSO em 2022

Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)				
		NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO	
Automóveis	Gasolina C	299	127	143	12	
	Etanol Hidratado	65	58	3	5	
	Flex-gasolina C	350	204	371	12	
	Flex-etanol hidratado	366	187	142	50	
Comerciais Leves	Gasolina C	40	51	24	1	
	Etanol Hidratado	6	8	0,32	1	
	Flex-gasolina C	42	22	53	2	
	Flex-etanol hidratado	41	20	20	6	
	Diesel	15	nd	nd	nd	
Caminhões	Semileves	Diesel	5	nd	nd	nd
	Leves		20	nd	nd	nd
	Médios		15	nd	nd	nd
	Semipesados		61	nd	nd	nd
	Pesados		69	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	19	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		4	nd	nd	nd
	Rodoviários		6	nd	nd	nd
Motocicletas	Gasolina C	449	nd	nd	nd	
	Flex-gasolina C	73	nd	nd	nd	
	Flex-etanol hidratado	57	nd	nd	nd	
Total		2.001	678	756	89	

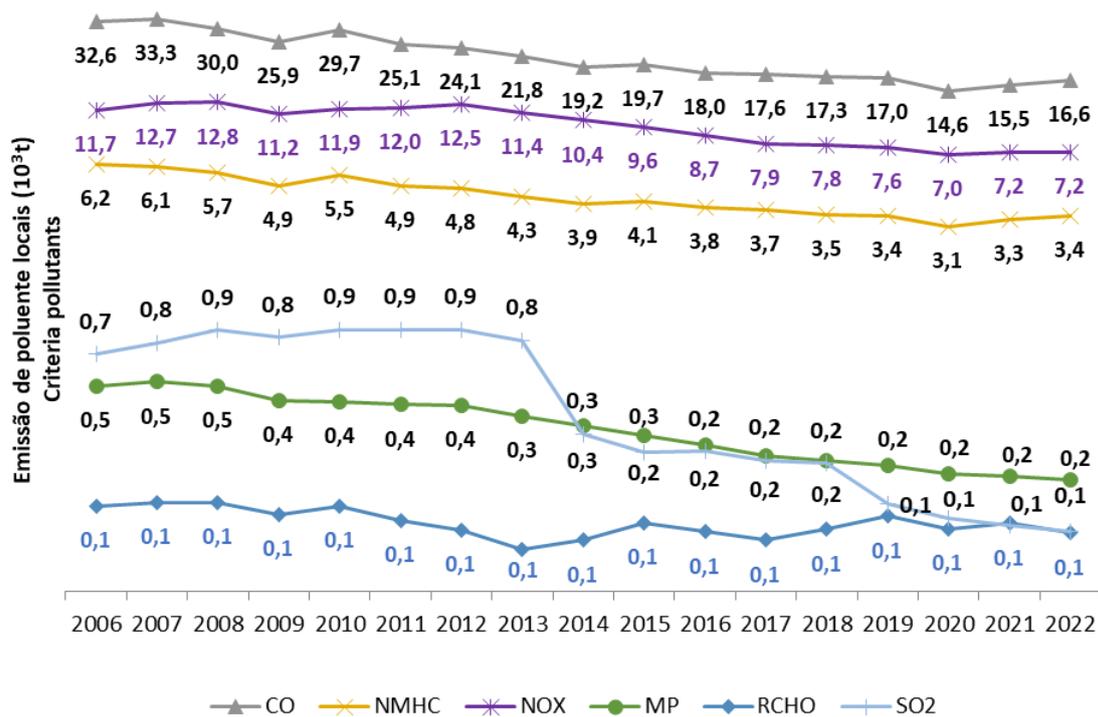
Nota: nd - não disponível.

O Gráfico 38 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMSO. Pode-se observar que a emissão de alguns poluentes mantém uma pequena tendência de aumento em 2022.

A emissão de aldeídos (RCHO) varia ao longo do tempo, em especial pela variação na utilização do etanol em substituição à gasolina.

A emissão de SO₂ sofreu drástica redução a partir de 2014 em função da alteração do teor de enxofre do diesel em 2013 e em especial da gasolina em 2014.

Gráfico 38 - Evolução das emissões de poluentes na RMSO



A análise da qualidade do ar na RMSO mostra que em 2022 não foi observada ultrapassagem do padrão de qualidade do ar dos parâmetros monitorados (32).

4.7. Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de Ribeirão Preto

Na Tabela 19 são apresentados os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Ribeirão Preto (RMRP) em 2022 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 19 - Estimativa da emissão veicular na RMRP em 2022

Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)					
		CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV	
Automóveis	Gasolina C	1.365	188	0,9	2,4	278	
	Etanol Hidratado	907	77	nd	nd	175	
	Flex-gasolina C	1.825	182	2,7	7,0	513	
	Flex-etanol hidratado	3.487	275	nd	nd	762	
Comerciais Leves	Gasolina C	235	26	0,1	0,4	60	
	Etanol Hidratado	86	8	nd	nd	22	
	Flex-gasolina C	244	27	0,3	1,2	73	
	Flex-etanol hidratado	488	41	nd	nd	101	
	Diesel	54	273	11,6	4,6	14	
Caminhões	Semileves	Diesel	14	75	3,0	0,9	4
	Leves		68	370	12,7	4,6	17
	Médios		44	245	10,5	2,6	12
	Semipesados		390	2.543	56,7	34,9	79
	Pesados		458	2.996	56,5	35,9	91
Ônibus	Urbanos	Diesel	102	525	12,6	0,7	19
	Micro-ônibus		17	98	3,1	0,1	4
	Rodoviários		29	181	3,4	2,4	6
Motocicletas	Gasolina C	1.981	63	4,4	0,7	298	
	Flex-gasolina C	317	16	1,5	0,3	50	
	Flex-etanol hidratado	307	15	nd	nd	65	
Total		12.414	8.225	180	99	2.645	

Notas: nd - não disponível.

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

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

Os valores de emissão de COV, segregados por tipo, por origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), por categoria de veículo e por combustível estão apresentados na Tabela 20.

Não existem dados disponíveis da emissão evaporativa, de abastecimento e de aldeídos para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus.

Tabela 20 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMRP em 2022

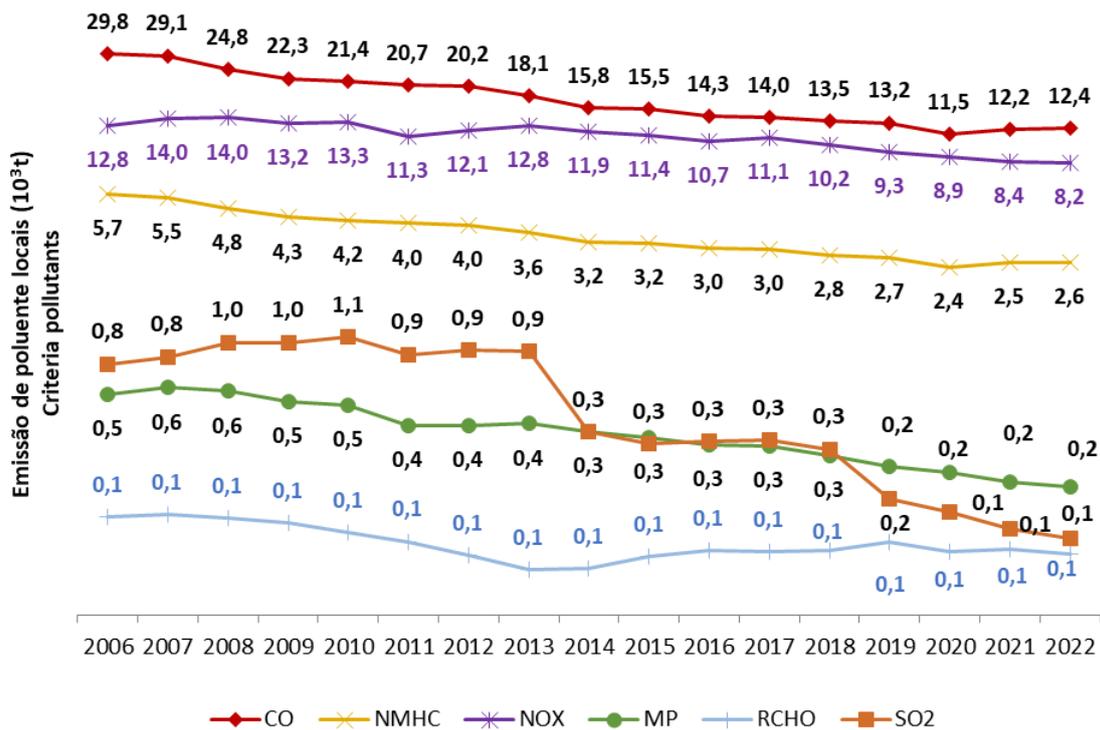
Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)			
			NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO
Automóveis		Gasolina C	135	64	72	6
		Etanol Hidratado	90	71	6	8
		<i>Flex</i> -gasolina C	172	120	215	6
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	399	175	136	52
Comerciais Leves		Gasolina C	20	26	13	1
		Etanol Hidratado	9	12	1	1
		<i>Flex</i> -gasolina C	23	15	35	1
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	51	22	21	7
		Diesel	14	nd	nd	nd
Caminhões	Semileves	Diesel	4	nd	nd	nd
	Leves		17	nd	nd	nd
	Médios		12	nd	nd	nd
	Semipesados		79	nd	nd	nd
	Pesados		91	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	19	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		4	nd	nd	nd
	Rodoviários		6	nd	nd	nd
Motocicletas		Gasolina C	298	nd	nd	nd
		<i>Flex</i> -gasolina C	50	nd	nd	nd
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	65	nd	nd	nd
Total			1.559	505	500	82

Nota: nd - não disponível.

O Gráfico 39 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMRP. Pode-se observar que as emissões de alguns poluentes apresentaram pequeno aumento nos últimos anos, após tendência de queda generalizada por longo período.

A emissão de SO₂ sofreu drástica redução a partir de 2014 em função da alteração do teor de enxofre do diesel em 2013 e em especial da gasolina em 2014.

Gráfico 39 - Evolução das emissões de poluentes na RMRP



A análise da qualidade do ar na região mostra que em 2022 foram observadas ultrapassagens do padrão diário de MP_{10} ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nos municípios de Ribeirão Preto e Franca e o padrão de 8h do poluente Ozônio foi ultrapassado em um dia em Ribeirão Preto (32).

4.8. Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de São José do Rio Preto

Na Tabela 21 estão indicados os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de São José do Rio Preto (RMSJRP) em 2022 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 21 - Estimativa da emissão veicular na RMSJRP em 2022

Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)					
		CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV	
Automóveis	Gasolina C	832	115	0,5	1,3	167	
	Etanol Hidratado	568	47	nd	nd	110	
	<i>Flex</i> -gasolina C	1.044	104	1,5	4,0	298	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	2.418	192	nd	nd	514	
Comerciais Leves	Gasolina C	131	15	0,1	0,2	33	
	Etanol Hidratado	50	5	nd	nd	12	
	<i>Flex</i> -gasolina C	151	17	0,2	0,7	46	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	369	31	nd	nd	75	
	Diesel	36	182	7,8	3,2	9	
Caminhões	Semileves	Diesel	8	42	1,7	0,5	2
	Leves		37	204	6,9	2,6	10
	Médios		24	133	5,6	1,5	7
	Semipesados		359	2.288	50,8	32,8	72
	Pesados		404	2.641	50,0	33,5	82
Ônibus	Urbanos	Diesel	50	256	5,9	0,3	9
	Micro-ônibus		8	47	1,4	0,1	2
	Rodoviários		14	88	1,7	1,1	3
Motocicletas	Gasolina C	1.130	39	2,6	0,4	172	
	<i>Flex</i> -gasolina C	172	9	0,8	0,2	27	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	189	7	nd	nd	40	
Total		7.993	6.460	137	83	1.690	

Notas: nd - não disponível.

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

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

Os valores de emissão de COV, segregados por tipo, por origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), por categoria de veículo e por combustível estão apresentados na Tabela 22.

Não existem dados disponíveis da emissão evaporativa, de abastecimento e de aldeídos para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus.

Tabela 22 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMSJRP em 2022

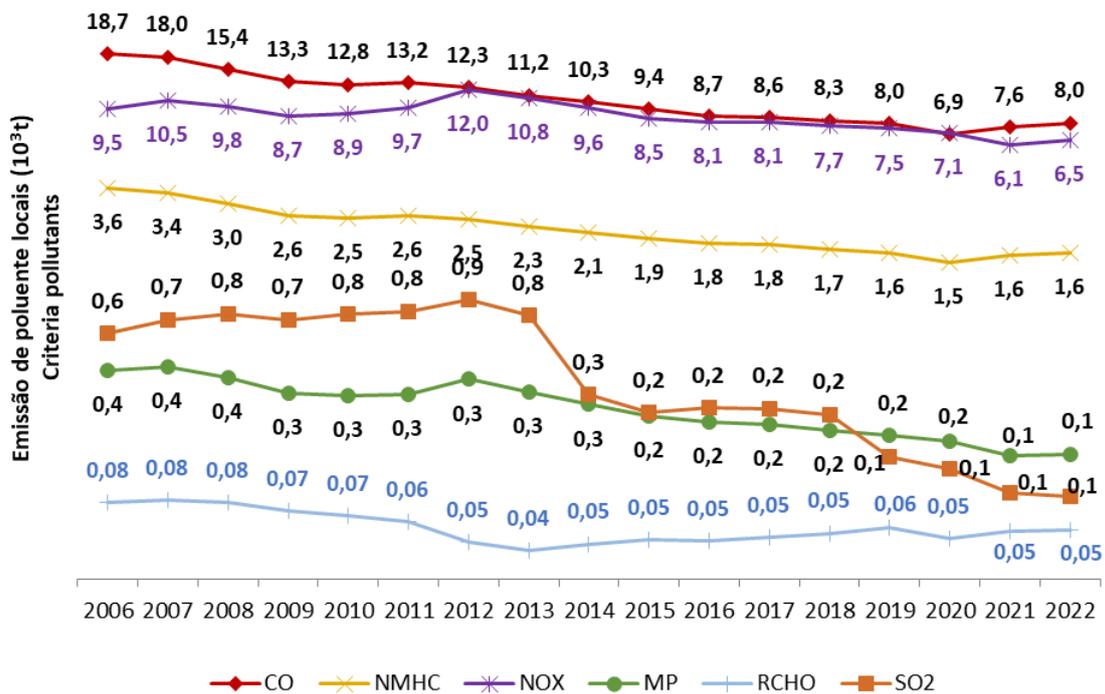
Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)			
			NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO
Automóveis		Gasolina C	83	40	41,11	3,41
		Etanol Hidratado	56	45	3,39	4,92
		<i>Flex</i> -gasolina C	99	71	124,70	3,54
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	275	114	88,67	35,76
Comerciais Leves		Gasolina C	11	16	6,71	0,35
		Etanol Hidratado	5	6	0,35	0,43
		<i>Flex</i> -gasolina C	14	9	22,18	0,58
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	38	15	15,37	5,49
		Diesel	9	nd	nd	nd
Caminhões	Semileves	Diesel	2	nd	nd	nd
	Leves		10	nd	nd	nd
	Médios		7	nd	nd	nd
	Semipesados		72	nd	nd	nd
	Pesados		82	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	9	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		2	nd	nd	nd
	Rodoviários		3	nd	nd	nd
Motocicletas		Gasolina C	172	nd	nd	nd
		<i>Flex</i> -gasolina C	27	nd	nd	nd
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	40	nd	nd	nd
Total			1.016	317	302	54

Notas: nd - não disponível.

O Gráfico 40 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMSJRP. Pode-se observar um pequeno aumento na emissão de alguns poluentes e estabilidade em outros, após um longo período de queda das emissões.

A emissão de SO₂ sofreu drástica redução a partir de 2014 em função da alteração do teor de enxofre do diesel em 2013 e em especial da gasolina em 2014.

Gráfico 40 - Evolução das emissões de poluentes na RMSJRP



A análise da qualidade do ar na região mostra que em 2022 foram observadas ultrapassagens do padrão de 8h de Ozônio ($130 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em cinco dias no município de São José do Rio Preto (32).

4.9. Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de Piracicaba

Na Tabela 23 estão indicados os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Piracicaba (RMPI) em 2022 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 23 - Estimativa da emissão veicular na RMPI em 2022

Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)					
		CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV	
Automóveis	Gasolina C	1.994	272	1,2	3,1	385	
	Etanol Hidratado	860	71	nd	nd	164	
	<i>Flex</i> -gasolina C	2.452	250	3,1	8,1	623	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	3.789	302	nd	nd	804	
Comerciais Leves	Gasolina C	323	36	0,1	0,6	77	
	Etanol Hidratado	81	7	nd	nd	20	
	<i>Flex</i> -gasolina C	323	36	0,4	1,3	87	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	519	44	nd	nd	104	
	Diesel	44	218	9,2	3,8	11	
Caminhões	Semileves	Diesel	13	70	2,9	0,9	4
	Leves		61	337	12,1	4,2	17
	Médios		41	229	10,1	2,5	12
	Semipesados		457	2.883	68,1	40,8	95
	Pesados		508	3.297	67,0	41,7	108
Ônibus	Urbanos	Diesel	81	410	9,7	0,6	15
	Micro-ônibus		13	71	2,2	0,1	3
	Rodoviários		22	135	2,6	1,9	5
Motocicletas	Gasolina C	2.487	78	5,6	0,8	375	
	<i>Flex</i> -gasolina C	338	17	1,6	0,3	53	
	<i>Flex</i> -etanol hidratado	278	14	nd	nd	60	
Total		14.684	8.778	196	111	3.021	

Notas: nd - não disponível.

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

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

Os valores de emissão de COV, segregados por tipo, por origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), por categoria de veículo e por combustível estão apresentados na Tabela 24.

Não existem dados disponíveis da emissão evaporativa, de abastecimento e de aldeídos para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus.

Tabela 24 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMPI em 2022

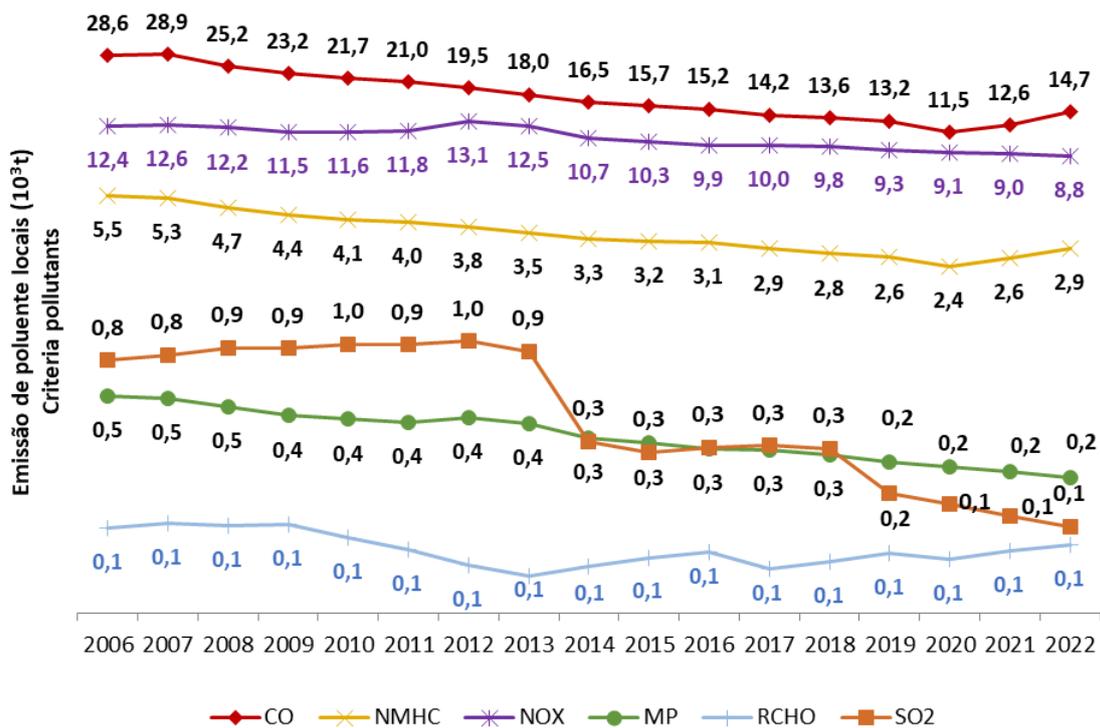
Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)			
			NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO
Automóveis		Gasolina C	197	85	95	8
		Etanol Hidratado	83	70	4	7
		Flex-gasolina C	229	137	249	8
		Flex-etanol hidratado	432	178	138	56
Comerciais Leves		Gasolina C	27	33	17	1
		Etanol Hidratado	8	10	0,48	1
		Flex-gasolina C	30	16	39	1
		Flex-etanol hidratado	54	21	21	8
		Diesel	11	nd	nd	nd
Caminhões	Semileves	Diesel	4	nd	nd	nd
	Leves		17	nd	nd	nd
	Médios		12	nd	nd	nd
	Semipesados		95	nd	nd	nd
	Pesados		108	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	15	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		3	nd	nd	nd
	Rodoviários		5	nd	nd	nd
Motocicletas		Gasolina C	375	nd	nd	nd
		Flex-gasolina C	53	nd	nd	nd
		Flex-etanol hidratado	60	nd	nd	nd
Total			1.817	551	563	89

Notas: nd - não disponível.

O Gráfico 41 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMPI. Pode-se observar um pequeno aumento na emissão de alguns poluentes e estabilidade em outros, após um longo período de queda das emissões.

A emissão de SO₂ sofreu drástica redução a partir de 2014 em função da alteração do teor de enxofre do diesel em 2013 e em especial da gasolina em 2014.

Gráfico 41 - Evolução das emissões de poluentes na RMPI



A análise da qualidade do ar na região mostra que em 2022 foram observadas ultrapassagens do padrão diário de MP_{10} ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nos municípios de Rio Claro e Santa Gertrudes. Para o poluente $MP_{2,5}$ foi observada ultrapassagem do padrão diário ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) em Rio Claro (32). Ressalta-se que parte dessas ultrapassagens pode resultar de contribuições de fontes de emissão industriais características de algumas das cidades da região.

Em 2022 foram observadas ultrapassagens do padrão de qualidade do ar do ozônio ($130 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nos municípios de Limeira e Rio Claro (22).

4.10. Estimativas de emissão de poluentes locais na Região Metropolitana de Jundiaí

Na Tabela 25 estão indicados os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Jundiaí (RMJU) em 2022 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 25 - Estimativa da emissão veicular na RMJU em 2022

Categoria	Combustível	Emissão por poluente (t)					
		CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV	
Automóveis	Gasolina C	1.356	183	0,8	2,1	261	
	Etanol Hidratado	190	15	nd	nd	37	
	Flex-gasolina C	1.779	182	2,2	5,6	437	
	Flex-etanol hidratado	939	71	nd	nd	239	
Comerciais Leves	Gasolina C	220	25	0,1	0,4	52	
	Etanol Hidratado	15	1	nd	nd	4	
	Flex-gasolina C	201	23	0,2	0,8	52	
	Flex-etanol hidratado	109	9	nd	nd	26	
	Diesel	26	120	5,2	2,3	6	
Caminhões	Semileves	Diesel	6	32	1,2	0,4	2
	Leves		30	161	5,1	1,9	7
	Médios		19	106	4,2	1,1	5
	Semipesados		100	678	14,2	8,7	20
	Pesados		126	840	14,4	9,1	23
Ônibus	Urbanos	Diesel	41	205	4,0	0,3	6
	Micro-ônibus		6	31	0,8	0,1	1
	Rodoviários		11	68	1,1	0,9	2
Motocicletas	Gasolina C	1.037	36	2,6	0,4	160	
	Flex-gasolina C	136	7	0,6	0,1	21	
	Flex-etanol hidratado	56	2	nd	nd	12	
Total		6.400	2.793	57	34	1.374	

Notas: nd - não disponível.

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

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

Os valores de emissão de COV, segregados por tipo, por origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), por categoria de veículo e por combustível estão apresentados na Tabela 26.

Não existem dados disponíveis da emissão evaporativa, de abastecimento e de aldeídos para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus.

Tabela 26 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMJU em 2022

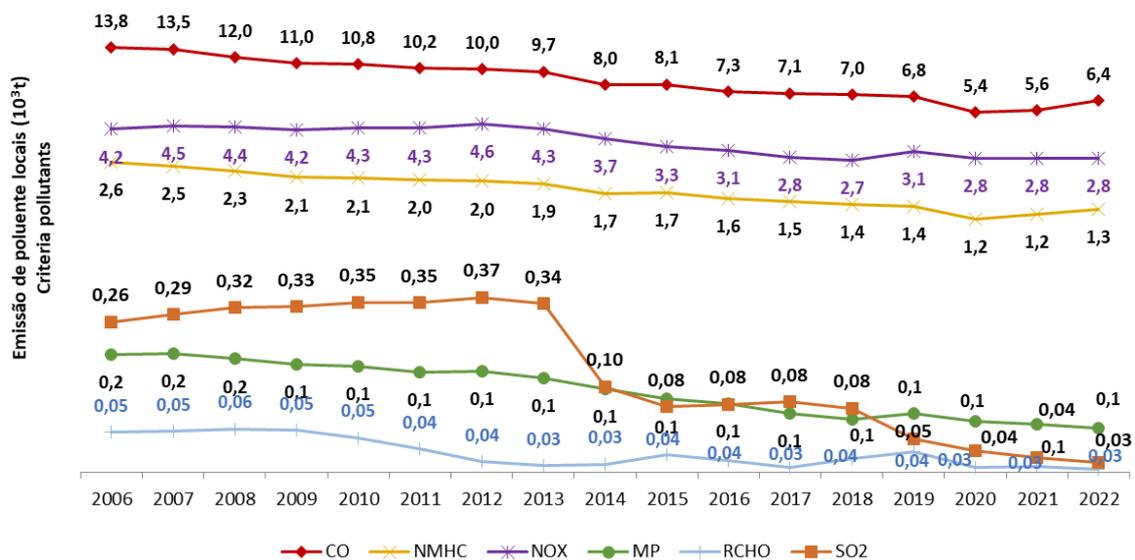
Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)			
			NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO
Automóveis		Gasolina C	134	56	66	5
		Etanol Hidratado	18	17	1	1
		Flex-gasolina C	165	94	173	6
		Flex-etanol hidratado	110	65	48	15
Comerciais Leves		Gasolina C	19	21	12	0,61
		Etanol Hidratado	1	2	0,07	0,12
		Flex-gasolina C	19	9	23	0,71
		Flex-etanol hidratado	11	7	6	2
		Diesel	6	nd	nd	nd
Caminhões	Semileves	Diesel	2	nd	nd	nd
	Leves		7	nd	nd	nd
	Médios		5	nd	nd	nd
	Semipesados		20	nd	nd	nd
	Pesados		23	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	6	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		1	nd	nd	nd
	Rodoviários		2	nd	nd	nd
Motocicletas		Gasolina C	160	nd	nd	nd
		Flex-gasolina C	21	nd	nd	nd
		Flex-etanol hidratado	12	nd	nd	nd
Total			742	271	329	31

Notas: nd - não disponível.

O Gráfico 42 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMJU. Pode-se observar que a emissão de alguns poluentes apresentou pequeno aumento nos últimos anos, mantida a tendência de queda ou estabilidade da emissão de outros poluentes.

A emissão de SO₂ sofreu drástica redução a partir de 2014 em função da alteração do teor de enxofre do diesel em 2013 e em especial da gasolina em 2014.

Gráfico 42 - Evolução das emissões de poluentes na RMJU



A análise da qualidade do ar na região mostra que em 2022 não foram observadas ultrapassagens do padrão de MP₁₀ e de MP_{2,5} no município de Jundiaí, porém foram observadas ultrapassagens do padrão de qualidade do ar para ozônio (130 µg/m³) (32).

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

5 EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

As estimativas da emissão de gases de efeito estufa (GEE) diretos originados dos veículos no ano de 2022 foram calculadas para o estado de São Paulo e para as Regiões Metropolitanas de São Paulo, de Campinas, da Baixada Santista, do Vale do Paraíba e Litoral Norte, de Sorocaba, de Ribeirão Preto, de São José do Rio Preto, de Piracicaba e de Jundiaí.

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 em caráter global. A estimativa regional serve, entretanto, para estabelecer a participação relativa das regiões na emissão total do estado e propiciar mais informação para o estabelecimento de políticas públicas.

Foram estimadas as emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O).

A estimativa total da emissão é apresentada em dióxido de carbono equivalente (CO_{2eq}), utilizando a metodologia Potencial de Aquecimento Global (GWP) em horizonte de 100 anos, prevista pelo IPCC (33). Na Tabela 27 são mostrados os valores do potencial de aquecimento global dos GEE considerados neste relatório.

De acordo com a metodologia, 1% do potencial de emissão de CO₂ não é efetivamente gerado, portanto esse percentual foi reduzido do montante de CO₂ calculado.

Tabela 27 - Potencial de aquecimento global dos GEE

GEE	CO _{2eq}
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265

Fonte: IPCC (33)

Foi considerada a frota de veículos em circulação listada na Tabela 4. Em 2022, de acordo com a análise dos dados de consumo e preço de combustíveis pela metodologia utilizada neste relatório (16), obteve-se que no estado de São Paulo 45% da frota circulante de Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto com motor *flex-fuel* utilizou etanol hidratado como combustível.

As emissões de CO₂ provenientes do uso dos combustíveis renováveis etanol anidro (misturado à gasolina no percentual de 27% em volume em 2022), etanol hidratado e biodiesel (adicionado ao óleo diesel no percentual médio de 11% em 2022) não são contabilizadas, de acordo com a metodologia adotada. As emissões dos gases CH₄ e N₂O provenientes do uso de todos os combustíveis entram na contabilização.

Para o cálculo das emissões foi adotado o método *top-down*, devido à indisponibilidade de fatores de emissão veicular adequados ao cenário

brasileiro. No método *top-down* é utilizado o consumo aparente de combustível observado no estado de São Paulo e nas regiões metropolitanas e o fator de emissão característico do combustível, disponíveis no 2º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores rodoviários (34).

Na Tabela 28 são apresentados os fatores de emissão de CO₂ em kg/l de combustível, para gasolina “A” sem adição de etanol anidro, etanol anidro, etanol hidratado e óleo diesel sem adição de biodiesel.

Tabela 28 - Fatores de emissão de CO₂ para combustíveis (kg/L)

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
2005-2022	2,212			2,603

Fonte: INVENTARIO NACIONAL (2014) adaptado

Para os gases N₂O e CH₄ dos veículos movidos a diesel, os fatores de emissão foram obtidos do IPCC (33). Para os veículos do ciclo Otto, do IPCC (33) e BORSARI (35).

5.1. Estimativas de emissão de GEE no estado de São Paulo

Os resultados das estimativas de GEE no estado de São Paulo em 2022 são apresentados na Tabela 29, em CO_{2eq}, segregados por categoria de veículo e combustível. O valor total alcançou 43,6 milhões de toneladas de CO_{2eq}, aumento de cerca de 3,1 milhões de toneladas ou 7,65% em relação a 2021.

Esse aumento se deu principalmente em razão do aumento do uso da gasolina, especialmente na categoria Automóveis.

Tabela 29 - Estimativa das emissões de GEE de origem veicular no estado de São Paulo em 2022

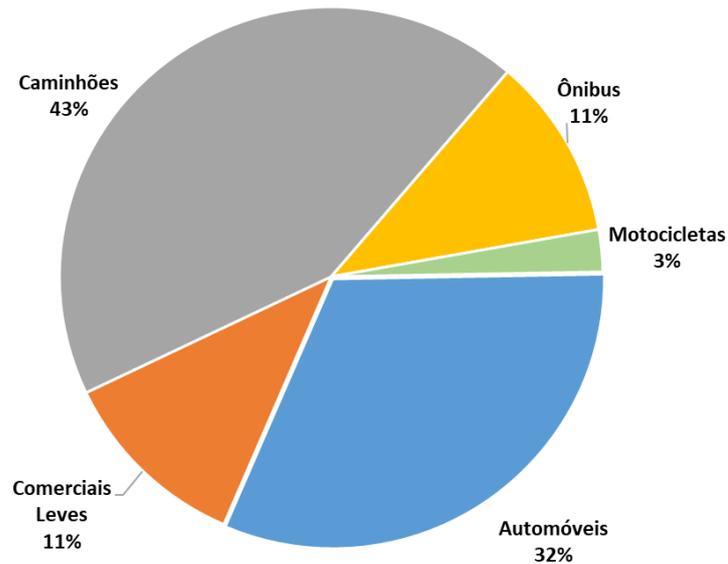
Categoria		Combustível	CO _{2eq} (mil t)
Automóveis		Gasolina C	4.058
		Etanol Hidratado	9
		<i>Flex</i> -Gasolina C	9.472
		<i>Flex</i> -Etanol Hidratado	313
Comerciais Leves		Gasolina C	744
		Etanol Hidratado	1
		<i>Flex</i> -Gasolina C	1.328
		<i>Flex</i> -Etanol Hidratado	34
		Diesel	2.890
Caminhões	Semileves	Diesel	213
	Leves		1.189
	Médios		684
	Semipesados		7.214
	Pesados		9.624
Ônibus	Urbanos	Diesel	2.895
	Micro-ônibus		297
	Rodoviários		1.581
Motocicletas		Gasolina C	824
		<i>Flex</i> -Gasolina C	278
		<i>Flex</i> -Etanol Hidratado	nd
Total			43.649

No Gráfico 43 é apresentada a contribuição percentual de cada categoria de veículo nas emissões de GEE no estado de São Paulo em 2022.

A participação da categoria Caminhões foi de 43%, apesar ser apenas 3% da frota total. São veículos movidos predominantemente a diesel, cuja parcela fóssil foi de 89% em volume no ano de 2022. Também possuem intensidade de uso alta, tornando sua participação na emissão bastante relevante.

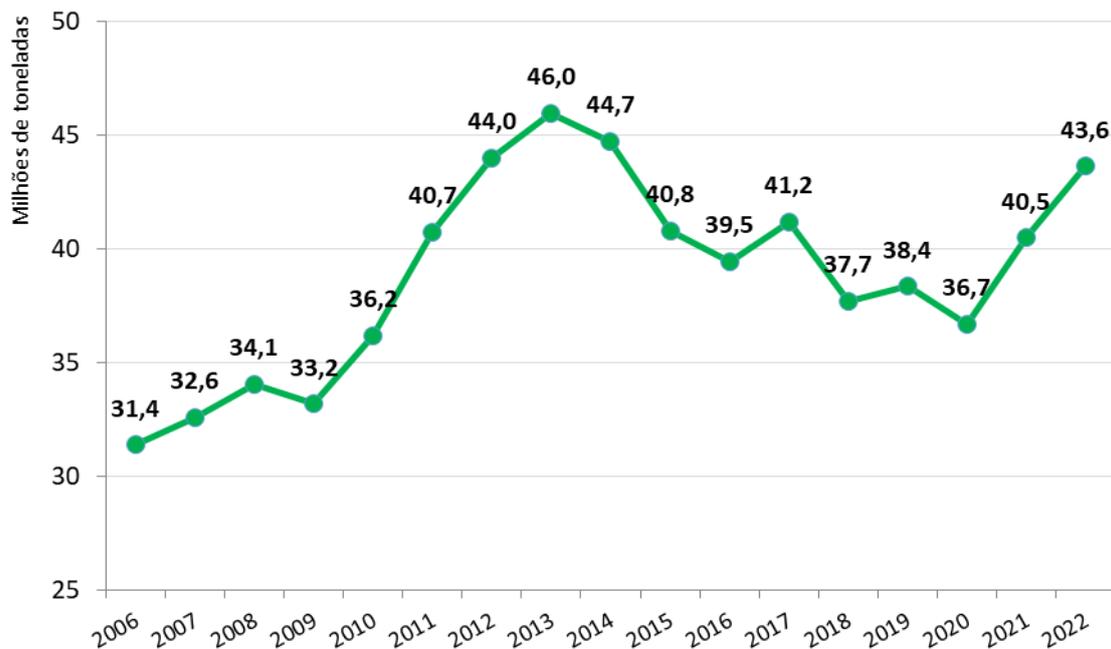
No caso dos Automóveis, a participação na frota é de 67% e, mesmo utilizando parcelas maiores de combustíveis renováveis, ainda assim o impacto do uso da gasolina é significativo na emissão de GEE, 32%.

Gráfico 43 - Contribuição de cada categoria de veículo nas emissões de GEE em CO_{2eq} no estado de São Paulo em 2022



No Gráfico 44 é apresentada a evolução das emissões de GEE de origem veicular no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022. O pico da emissão ocorreu em 2014 e desde então a emissão apresenta variações, aumentando nos últimos dois anos.

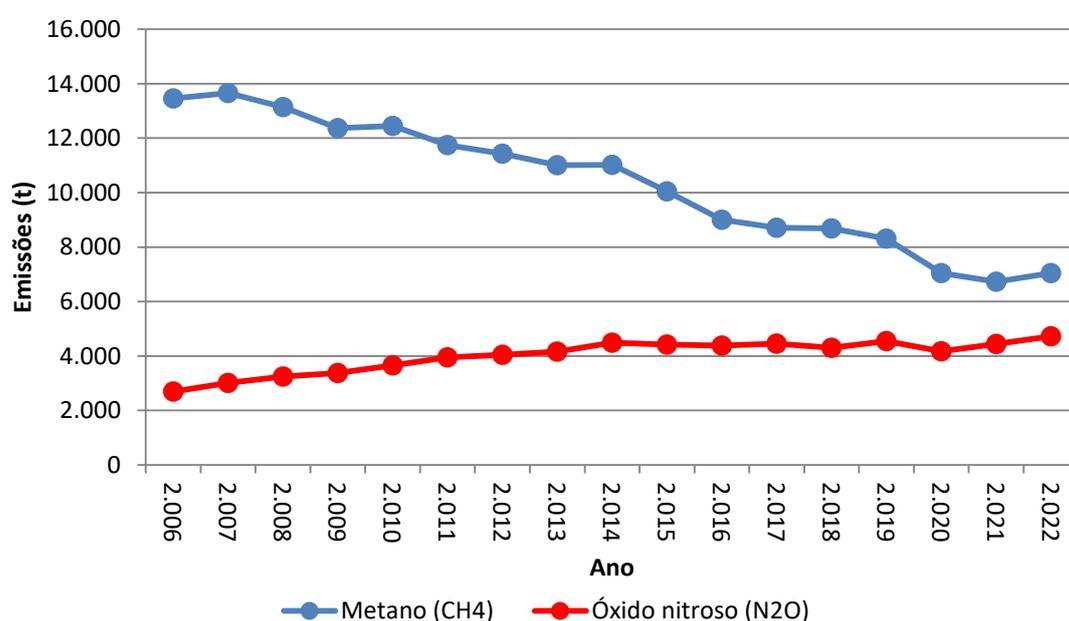
Gráfico 44 - Evolução das emissões de GEE de origem veicular em CO_{2eq} no estado de São Paulo



Como indica o Gráfico 45, a emissão de CH₄ apresentou 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 deste poluente. 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 apresentou 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.

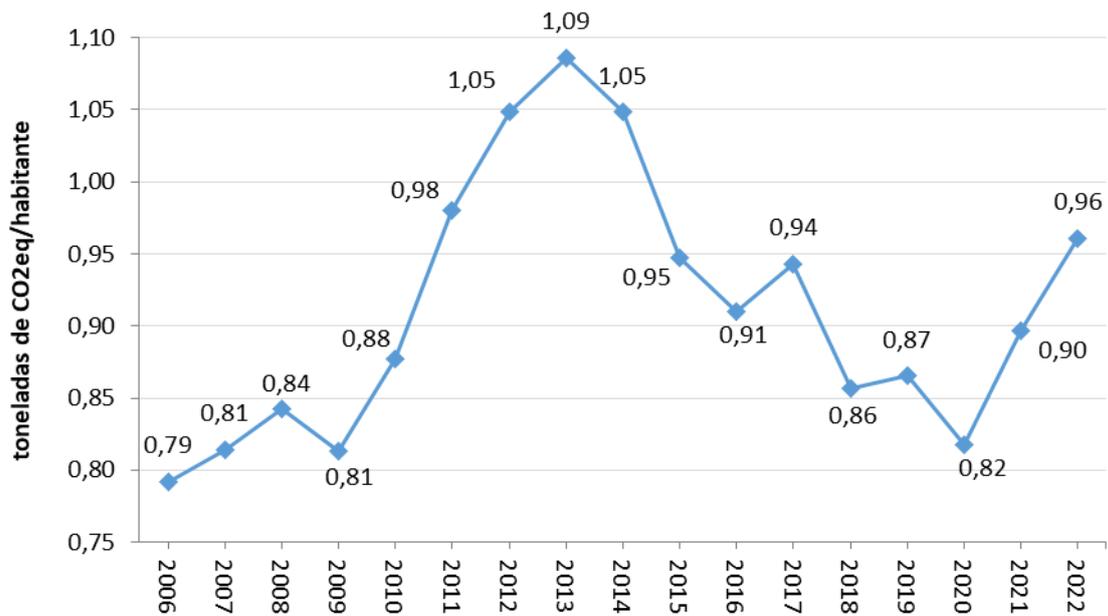
Gráfico 45 - Evolução das emissões de Metano e Óxido Nitroso no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2022



Além da preferência pelo uso de combustíveis não fósseis e por formas alternativas de tração automotiva como a elétrica, por exemplo, são necessários esforços para a melhoria da eficiência energética dos veículos por parte da indústria automobilística com objetivo final de reduzir as emissões de GEE.

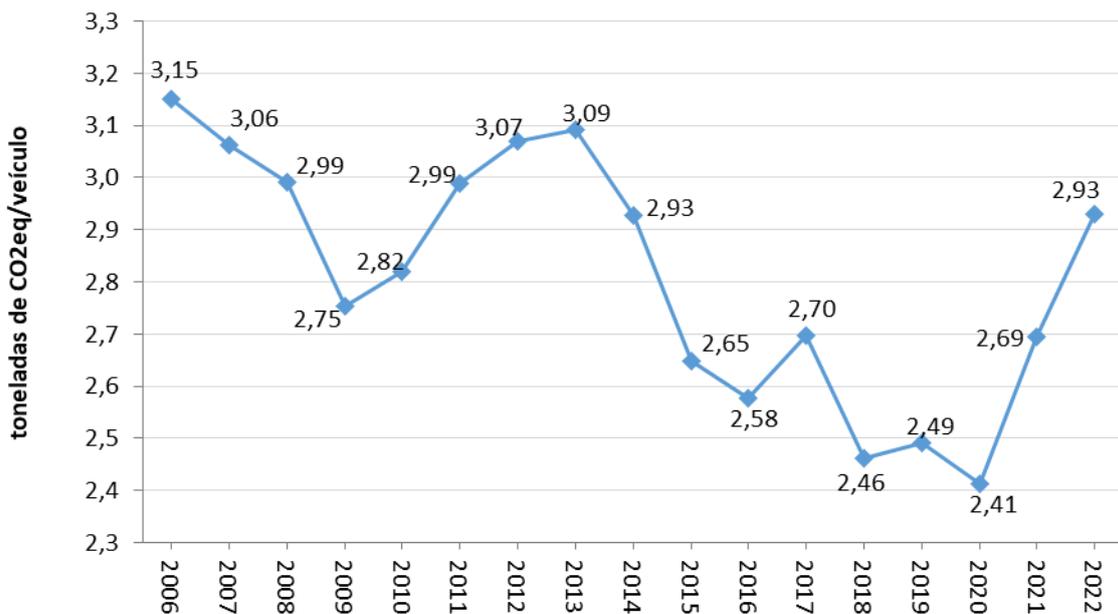
O Gráfico 46 mostra a evolução do indicador de emissão de GEE de origem veicular por habitante do estado no período de 2006 a 2022. Observa-se que a emissão anual de CO_{2eq} por ano por habitante pelo uso dos veículos foi de 0,96 toneladas em 2022. Havia uma tendência de queda desde o ano de 2014, com flutuações causadas principalmente pelo uso da gasolina em substituição ao etanol e vice-versa nos veículos *flex-fuel*. Essa tendência foi revertida em 2021.

Gráfico 46 - Evolução do indicador da emissão de GEE de origem veicular por habitante no estado de São Paulo



O Gráfico 47 mostra a evolução do indicador de emissão de GEE por veículo no período de 2006 a 2022 no estado. Foram consideradas todas as categorias de veículos. A emissão em 2022 continua a subir em razão ao aumento do consumo de combustíveis fósseis, tanto diesel como gasolina, considerando que este indicador contabiliza todas as categorias, inclusive Caminhões e Ônibus.

Gráfico 47 - Evolução do indicador da emissão de GEE por veículo no estado de São Paulo



5.2. Estimativas de emissão de GEE nas regiões metropolitanas paulistas

Os resultados das estimativas de GEE de origem veicular nas Regiões Metropolitanas do estado de São Paulo em 2022 são apresentados na Tabela 30, em CO_{2eq}, segregados por categoria de veículo e combustível.

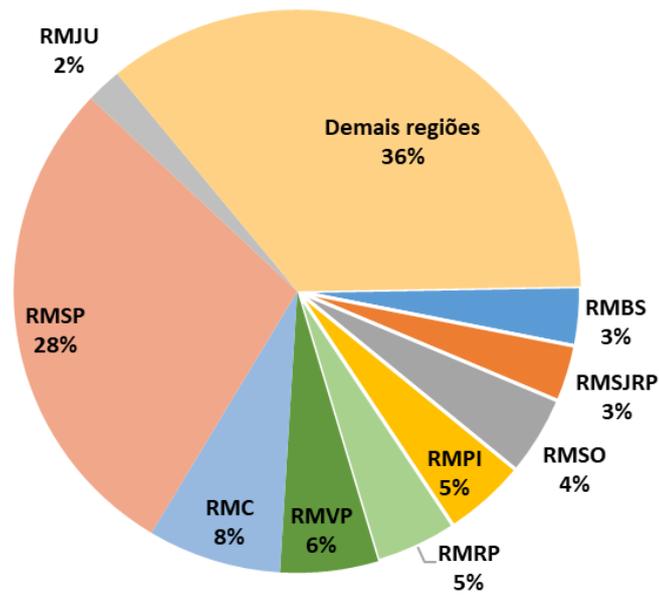
As participações relativas de cada categoria de veículo na emissão total de cada região variam, embora normalmente predominem as categorias Caminhões e Automóveis.

Tabela 30 - Estimativa das emissões de GEE de origem veicular nas regiões metropolitanas do estado de São Paulo em 2022

Categoria	Combustível	Emissão de CO ₂ eq (mil t) por região								
		RMSP	RMC	RMVP	RMBS	RMSO	RMRP	RMPI	RMSJRP	RMJU
Automóveis	Gasolina C	1.971	345	274	114	209	106	139	60	97
	Etanol Hidratado	3	1	0,30	0,079	0,47	1	1	0,489	0,121
	Flex-Gasolina C	4.041	880	715	318	543	315	364	182	252
	Flex-Etanol Hidratado	115	27	13	7	18	17	17	11	6
Comerciais Leves	Gasolina C	369	59	54	26	35	19	25	10	17
	Etanol Hidratado	0,213	0,054	0,024	0,010	0,039	0,073	0,057	0,040	0,009
	Flex-Gasolina C	514	120	99	39	78	51	57	33	34
	Flex-Etanol Hidratado	11	3	1	1	2	2	2	2	1
	Diesel	1.230	234	126	59	129	148	110	97	59
Caminhões	Semi-Leves	83	17	8	7	12	11	9	6	5
	Leves	462	95	45	36	64	63	52	33	30
	Médios	266	54	26	21	38	36	30	19	18
	Semi-Pesados	945	554	443	456	334	495	522	431	140
	Pesados	1.260	741	557	584	451	679	688	575	207
Ônibus	Urbanos	1.539	252	124	73	118	109	84	52	49
	Micro-ônibus	262	41	20	13	20	20	14	9	8
	Rodoviários	179	78	67	57	33	49	45	37	11
Motocicletas	Gasolina C	297	63	65	45	55	29	37	18	18
	Flex-Gasolina C	72	23	23	18	20	14	15	8	6
	Flex-Etanol Hidratado	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total		13.620	3.586	2.660	1.873	2.158	2.165	2.211	1.583	959

No Gráfico 48 é apresentada a participação das regiões metropolitanas nas emissões de GEE de origem veicular do estado de São Paulo, em 2022. Pode-se observar que a RMSP é responsável por 28% das emissões totais de GEE de origem veicular, seguida pela RMC com 8%. Entretanto, todos os demais municípios do estado que não fazem parte das regiões metropolitanas listadas respondem, conjuntamente, pela parcela de 36% da emissão do estado.

Gráfico 48- Participação das regiões metropolitanas nas emissões de GEE de origem veicular do estado de São Paulo em 2022



PROCONVE
PROMOT

6 PROCONVE E PROMOT

Proposto na década de 80, quando os índices de qualidade do ar monitorados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB indicavam a deterioração da qualidade do ar nas regiões mais urbanizadas, em especial na Região Metropolitana de São Paulo, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores– Proconve foi estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA com a aprovação da Resolução n° 18 em 06 de maio de 1986 (36).

A gestão do Proconve foi outorgada pelo CONAMA ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, órgão executivo federal à época subordinado à Secretaria Especial do Meio Ambiente, precursora do atual Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

Simultaneamente, o IBAMA credenciou a CETESB para atuar como agente técnico e executivo do Proconve. Na ocasião a CETESB já dispunha de laboratório de ensaios de veículos, equipe capacitada e grande experiência nas questões de qualidade do ar e emissão veicular.

A partir de então as primeiras ações foram desenvolvidas, em especial junto à indústria fabricante de veículos, que passou a submeter seus modelos a ensaios de emissão de forma a comprovar o atendimento dos padrões, bem como a fornecer informações quanto aos volumes de vendas e a construir infraestrutura de laboratórios para desenvolvimento de veículos e motores.

Tais padrões foram se tornando mais restritivos ao longo do tempo, agrupados nas denominadas “fases do Proconve”. As fases foram introduzidas em intervalos de tempo irregulares, tanto àquelas que estabeleciam as emissões dos veículos leves como àquelas dos veículos Pesados. Já na década de 2000 foi introduzido o Promot, programa de controle das emissões das Motocicletas.

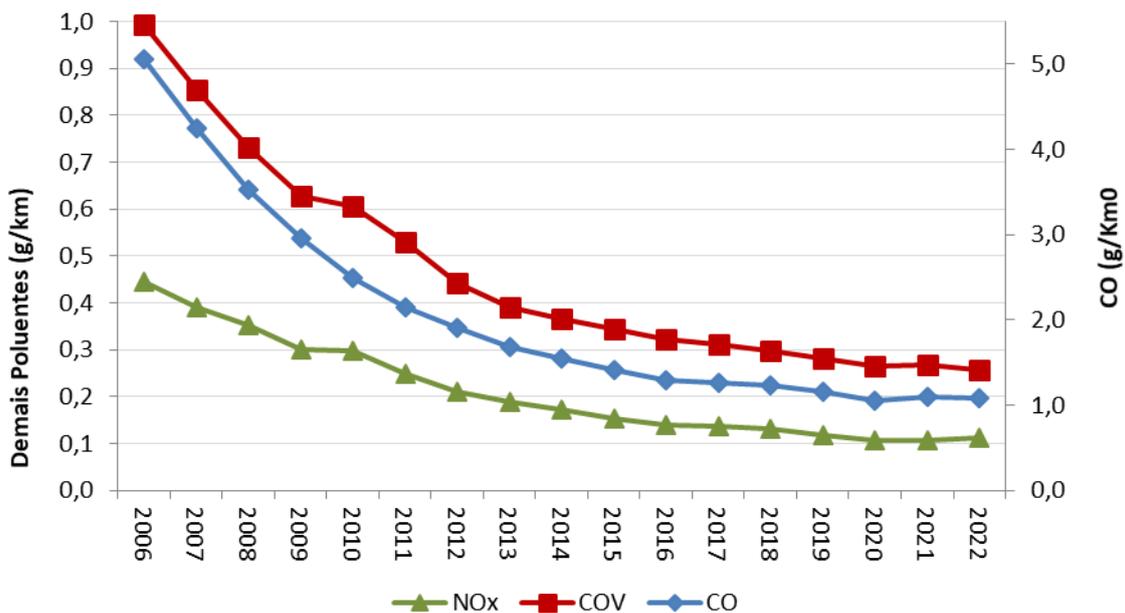
O Proconve e o Promot estabelecem padrões de emissão de poluentes para as diferentes categorias de veículos. Para as categorias Automóveis e Comerciais Leves as fases do programa são denominadas “L”, sendo que a fase L1 entrou em vigor em 1989. Atualmente o programa encontra-se na fase L7. Para a categoria Pesados, formada por caminhões e ônibus, as fases são denominadas “P” e atualmente o programa encontra-se na fase P8. Para a categoria Motocicletas e Ciclomotores os padrões são estabelecidos pelo Promot e as fases são denominadas “M”, estando em vigor atualmente a fase M4. Para veículos produzidos antes das primeiras fases, convencionou-se que pertencem à fase PP, Pré-Proconve (36).

No Gráfico 49 é apresentada a evolução do indicador tecnológico no período de 2006 a 2022 para a categoria 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. O indicador é composto pela 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 em razão das exigências do Proconve, incorpora a renovação e aponta seu impacto nas emissões.

No período inicial, entre 2006 e 2010, a taxa da redução foi mais pronunciada. Entretanto, nos últimos anos esse ganho é pouco perceptível, o que é explicado pela desaceleração na venda de veículos novos e pelo intervalo longo para a introdução de nova fase L7 do Proconve, que começou somente em 2022, após aproximadamente sete anos desde a entrada da fase anterior, L6, iniciada efetivamente no ano de 2015.

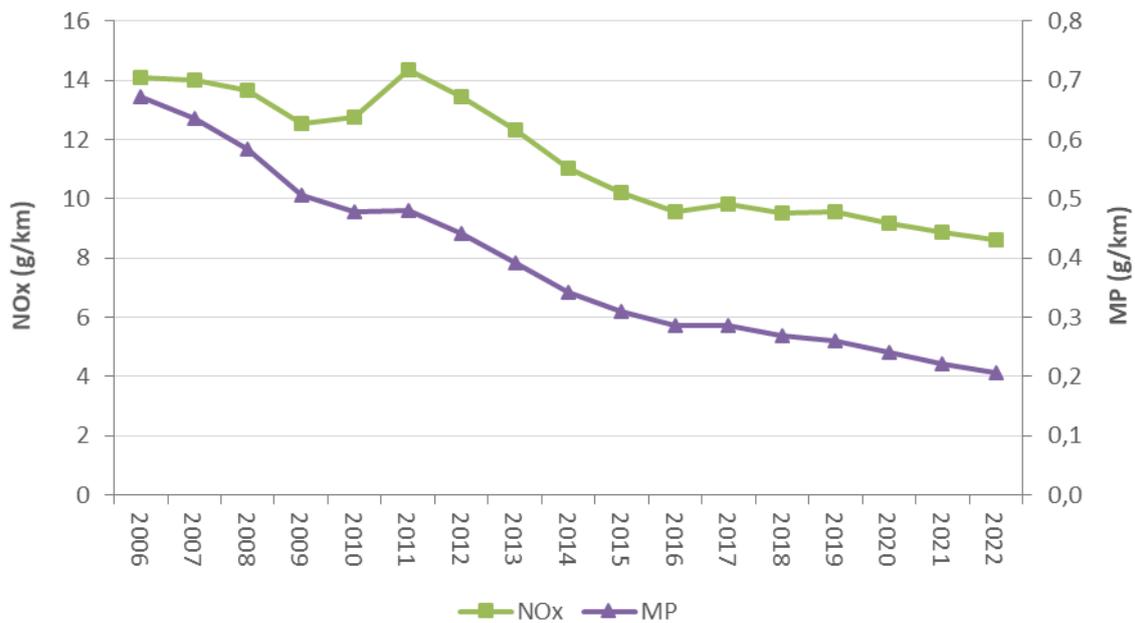
Gráfico 49- Evolução do indicador tecnológico dos Automóveis



O Gráfico 50 mostra a evolução do indicador tecnológico no período de 2006 a 2022 para a categoria Caminhões. Nesse gráfico só estão apresentados os poluentes relevantes para a categoria, MP no eixo à direita e NO_x no eixo à esquerda.

A tendência de redução da emissão é bastante visível para ambos os poluentes por causa da evolução para fases mais recentes do Proconve, como a fase P7, iniciada em 2012. Nos últimos anos observa-se a redução da inclinação das linhas de tendência, causado principalmente pelo longo intervalo para se estabelecerem novas exigências.

Gráfico 50 - Evolução do indicador tecnológico dos Caminhões

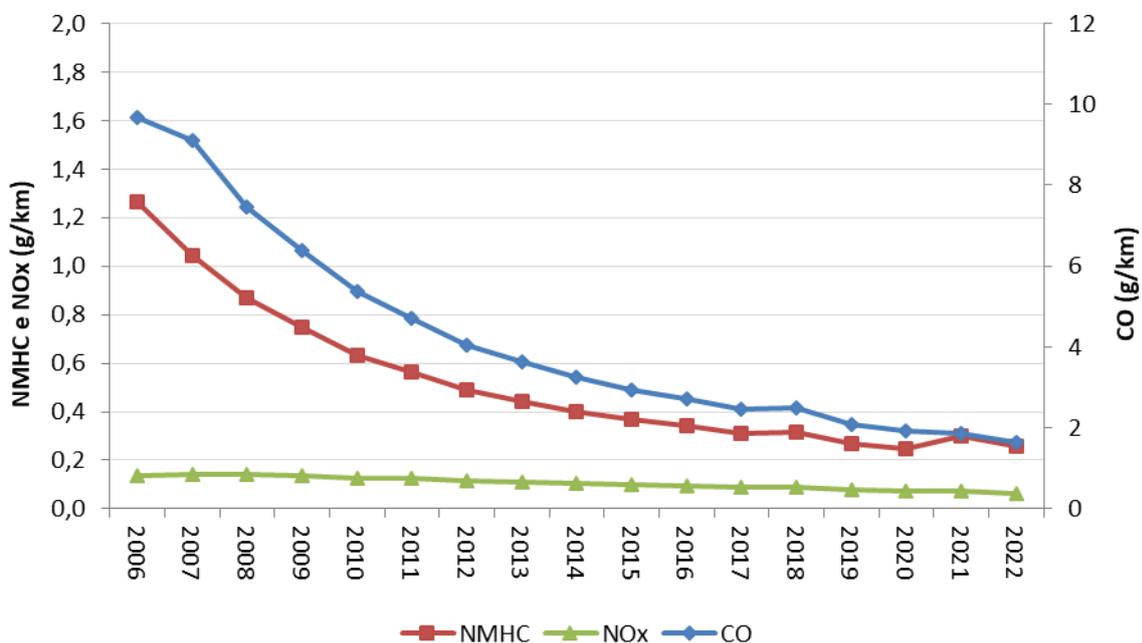


O Gráfico 51 mostra a evolução do indicador tecnológico no período de 2006 a 2022 dos poluentes mais relevantes para a categoria Motocicletas. Para o poluente CO os valores de referência estão no eixo à direita. Para os demais poluentes, no eixo à esquerda.

A evolução do indicador é decrescente para os poluentes CO e NMHC ao longo dos anos, mas quase que estável nos últimos anos, demonstrando a necessidade de se estabelecer limites mais restritivos, como foi feito pelo CONAMA em 2019, com o estabelecimento da fase M5. Entretanto, a fase M5 só passa a vigor efetivamente em 2025.

Já o poluente NO_x apresenta uma evolução mais estável, sem grandes reduções ao longo dos anos. Percebe-se a pouca efetividade das fases do Promot até agora.

Gráfico 51 - Evolução do indicador tecnológico das Motocicletas



Entre o final de 2018 e início de 2019 foram publicadas as resoluções do CONAMA que estabeleceram novos limites de emissão: Resolução 492/2018 (1) com as fases L7 e L8, Resolução 490/2018 (30) com a fase P8 e Resolução 493/2019 (31) com a fase M5. Os novos limites recém-aprovados passam 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 pelas ruas com equipamentos portáteis acoplados, a ser adotado nos veículos leves e pesados. E no caso das Motocicletas, foi estabelecido um procedimento mais rigoroso para a medição das emissões de vapor de combustível. Está prevista ainda a redução do teor máximo de enxofre na gasolina, atualmente 50 ppm, para 10 ppm. Essa redução é necessária para preservar os equipamentos de controle das emissões mais sofisticados e devem reduzir ainda mais as emissões de SO₂.

EMISSÃO CORPORATIVA NO 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 na Tabela 33, dependendo do tipo de veículo e motor que usa (Comercial Leve ou Leve de Passageiros, motor ciclo Diesel ou ciclo Otto). Estes 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, denominada média corporativa. Essa média corporativa deverá estar abaixo dos limites constantes na Tabela 34, 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 emissão. O nível mais alto admissível 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.

Da Tabela 31 até a Tabela 37 são apresentados 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.

Tabela 31 - Limites máximos de emissão para Automóveis até a fase L7

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 ⁽⁴⁾	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 ⁽⁵⁾	0,16 ⁽⁶⁾	0,25 ⁽³⁾ ou 0,60 ⁽²⁾	0,03	0,05	2,0	0,5	n.a.
		2006 (70%)									
		2007(100%)									
L5 (3)	315/02	2009 - 2013	2,0	0,30 ⁽⁵⁾	0,05 ⁽⁶⁾	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 ⁽⁷⁾		
L6	415/09	2013 ⁽²⁾	1,3	n.a.	0,05 ⁽⁶⁾	0,08	0,02	n.a.	0,025	n.a.	n.a.
		2014 ⁽⁸⁾		0,30 ⁽⁵⁾							
		2015									
L7	492/18	2022	1,000	n.a.	0,080 ⁽⁹⁾	0,015	0,006 ⁽¹⁰⁾	0,5	n.a.	0,05	

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) Limite estabelecido pela Resolução Conama 03/1989

(5) apenas para veículos a GNV

(6) Exceto para veículos a GNV

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

(8) apenas para os novos lançamentos de veículos do ciclo Otto

(9) NMOG+NOx

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

Tabela 32 - Limites máximos de emissão para veículos Comerciais Leves até a fase L7

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) ⁽¹⁾	Emissão de Abastecimento (mg/L) ⁽¹⁾	CO-Marcha Lenta (% vol) ⁽²⁾	Opacidade sem carga (m ⁻¹)
L2	18/86	1992	<=2800	-	Otto	24	2,1	--	2	0,15 ⁽³⁾	--	6		3	n.a.
					Diesel	--	--		--	--					
			>2800	Diesel	12	1,2	1,4		--	--					
				Diesel	24	2,1	2		--	0,05/0,124 ⁽⁵⁾	--				
n.a.	16/95	1996	Todos		Diesel	--	--	--	--	0,16	--				
L3	15/95	1998	<=3856	>1700	Otto	2,0	0,3	--	0,6	0,03 ⁽⁷⁾	--	6,0		0,5	
					Diesel	6,2	0,5		1,4	0,06 ⁽⁸⁾	--				
			<=3856 ⁽⁴⁾	<=1700	Diesel	2,0	0,3		0,6	--	0,05/0,124 ⁽⁵⁾	--			
					Diesel	6,2	0,5		1,4	--	0,16	--			
L4	315/02	2005 (40%) ⁽¹²⁾ 2006 (70%) ⁽¹²⁾	<=4536	<=1700	Otto	2,0	0,30 ⁽⁹⁾	0,16 ⁽¹⁰⁾	0,25	0,03	--	2,0		0,50	0,83 ⁽¹⁴⁾ 1,19 ⁽¹⁵⁾
					Otto	2,7	0,50 ⁽⁹⁾	0,2 ⁽¹⁰⁾	0,43	0,06	--				
		2007 (100%) 2006 100% ⁽⁶⁾	<=3856 ⁽⁴⁾	<=1700	Diesel	2,0	--	0,16	0,60	--	0,08	--			
					Diesel	2,7	--	0,20	1,00	--	0,10	--			
L5	315/02	2009	<=4536	<=1700	Otto	2,0	0,30 ⁽⁹⁾	0,05 ⁽¹⁰⁾	0,12	0,02	--	2,0		0,50	
					Otto	2,7	0,50 ⁽⁹⁾	0,06 ⁽¹⁰⁾	0,25	0,04	--				
	<=3856 ⁽⁴⁾	<=1700	Diesel	2,0	--	0,05	0,25	--	0,05	--					
			Diesel	2,7	--	0,06	0,43	--	0,06	--					
415/09	2012	<=4536	Todos	Otto	--	--	--	--	--	--	1,5/2,0 ⁽¹¹⁾	--	--		
L6	415/09	2014 ⁽⁶⁾ /2015	<=4536	<=1700	Otto	1,30	0,30 ⁽⁹⁾	0,05 ⁽¹⁰⁾	0,08	0,02	--	1,5/2,0 ⁽¹¹⁾		0,2	
					Otto	2,00	0,50 ⁽⁹⁾	0,06 ⁽¹⁰⁾	0,25	0,03	--				
		2012 ⁽¹³⁾	<=3856	<=1700	Diesel	1,30	--	0,05	0,08	--	0,030	--			
L7	492/18	2022			Otto	--	--	0,140	0,015	0,006	0,5	50		n.a.	
					Diesel	1,000	n.a.	0,320	n.a.	0,020	n.a.	n.a.	n.a.	0,4	

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

(2) apenas para veículos do ciclo Otto.

(3) Limite estabelecido na Resolução Conama 15/1995

(4) 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.

(5) Conforme Resolução CONAMA 242/1998 (37), a partir de 05/08/1998.

(6) apenas para novos lançamentos.

(7) 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.

(8) apenas para veículos a GNV.

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

(10) Exceto para veículos a GNV.

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

(12) percentuais compostos com veículos leves de passageiros

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

(14) Motores aspirados.

(15) Motores turbo-alimentados.

Tabela 33 - Níveis de emissão para Veículos leves para enquadramento na Fase L8 conforme Resolução CONAMA 492/2018

Tipo de veículo			Valor do Nível	Limites de emissão de cada nível							
				NMOG + NOx mg/km	MP ⁽¹⁾ mg/km	CO mg/km	NH3 ⁽²⁾ ppm	Aldeídos ⁽³⁾ mg/km	Evaporativa ⁽⁴⁾ g/teste	Emissão de abastecimento ⁽⁴⁾ mg/L abastecido	
Veículos leves comerciais movidos a diesel	Veículos leves comerciais ignição por centelha, acima de 1700kg de massa para ensaio	Veículos leves de passageiros	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					
		140	140	6	1000		0,5	50			
		110	110	6	1000						
		80	80	6	1000						
		70	70	4	600						
		60	60	4	600						
		50	50	4	600						
		40	40	4	500						
		30	30	3	500						
		20	20	2	400						
		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

Tabela 34 - Limites da média corporativa para Veículos leves na Fase L8 conforme Resolução CONAMA 492/2018

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

Tabela 35 - Limites de emissão para Motocicletas e veículos 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)	CO ₂ (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.		
M3	342/03	2009 a 2013	<150		2,0	0,8	0,15				n.a.	n.a.		
			>= 150		2,0	0,3	0,15				n.a.	n.a.		
M4	432/11	2014 (1)		<130	2,0	0,8	0,15				1,0	(4)	n.a.	n.a.
				>=130	2,0	0,3	0,15						n.a.	n.a.
	456/13	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	1,5	(4)	0,0045 (7)	0,020			
				>=130	1,0	0,1 (6)	0,06			0,0045 (7)	0,02(5) ou 0,03			

(1) apenas para os novos lançamentos.

(2) para deslocamentos volumétricos ≤ 250 centímetros cúbicos.

(3) para deslocamentos 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

Tabela 36 - Limites 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)	n.a.	0,06	1,50	Informar	0,0045 (5)	0,02 ou 0,03 (3)

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).

(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

Tabela 37 - Limites máximos de emissão para motores de Veículos Pesados

Fase	Resolução CONAMA	Ciclo de Ensaio	Período	Aplicação	CO	HC	NMHC	CH ₄ (1)	NOx	MP		NH ₃	Opacidade com carga	Opacidade sem carga	Fumaça
					g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	n/kWh	ppm	m-1	m-1	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	-	-	-	-	-	
P3			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	08/93 226/97 315/02	13 MODOS	1998	80% dos ônibus urbanos	4,0	1,10	-	-	7,0	0,25 (2) e (3) e 0,15	-	-	-	-	
			2000	80% dos demais veículos											
			2002	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	2009	Todos os veículos	5,45	-	0,78	1,6	5,0	0,16 e 0,21 (4)	-	-	-		
		ESC			4,0	-	0,55	1,1	3,5	0,03	-	-			
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	-	-	-	-	-	

(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.

PLANO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO VEICULAR

7 PLANO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO VEICULAR

7.1. PCPV-SP 2020-2022

O Plano de Controle de Poluição Veicular – PCPV (2) para o triênio 2020-2022 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.

O diagnóstico foi baseado nos dados da emissão veicular do ano de 2019 e na classificação da qualidade do ar para o triênio de 2020 a 2022, aprovada pela Deliberação CONSEMA nº 20/2019 (37).

A área prioritária para o controle da poluição emitida por veículos foi a então chamada Macrometrópole Paulista, agrupamento de cidades em torno da RMSP que incluíam as regiões de Campinas, São José dos Campos, Baixada Santista e Sorocaba, grande parte das quais o poluente ozônio tem ultrapassado o padrão de qualidade do ar estabelecido.

Além disso, a análise da concentração de material particulado junto às estações de monitoramento localizadas próximas às vias de maior tráfego mostra resultados preocupantes para a saúde. Considerando a existência de centenas de quilômetros de vias com grande fluxo de tráfego, localizadas nas áreas urbanas, apontou-se a necessidade de melhoria do controle desse poluente em todo o estado.

As ações propostas pelo PCPV 2020-2022, as metas e os indicadores de acompanhamento estão expostos no Quadro 5.

Quadro 5 – PCPV-SP 2020-2022: ações propostas, metas e indicadores de desempenho.

Ação	Meta	Indicador	2020		2021		2022		Observação	
			Meta anual	Resultado	Meta anual	Resultado	Meta anual	Resultado		
Inspeção ambiental de veículos	1	Elaborar e implantar em um prazo de 24 meses para a Fase I, e de 36 meses para a Fase II, assim que houver base legal.	Implantação das fases	NÃO	Não aplicável	NÃO	Não aplicável	NÃO	Não atendido	Aguardando base legal.
Índice de não conformidade	2	Manter o percentual de não conformidade igual ou menor que 5,0% na RMSP.	Estimativa anual do percentual de não conformidade.	SIM	Atendido	SIM	Atendido	SIM	Atendido	
Fiscalização de fumaça dos veículos diesel com a Escala de Ringelmann	3	Desenvolvimento, até 2021, de aplicativo para fiscalização digital e integração de sistemas pertinentes à multa por fumaça preta.	Desenvolvimento do sistema de fiscalização.	NÃO	Não aplicável	Não	Não atendido	Não	Não atendido	App em desenvolvimento.
	4	Aquisição, até 2021, de dispositivos para aplicação da Meta 3.	Aquisição de equipamentos, se necessário.	NÃO	Atendido	Não	Não aplicável	Não	Não aplicável	Ainda não há indicação de necessidade
	5	Utilização do aplicativo, até 2022, para todas as multas por fumaça lavradas.	Sistema informatizado de registro de multas.	NÃO	Não aplicável	Não	Não aplicável	Não	Não atendido	App em desenvolvimento
Fiscalização de fumaça dos veículos diesel com o uso do opacímetro	6	Realizar, por ano, 120 avaliações de opacidade em veículos a diesel.	Número de avaliações de opacidade.	Sim	Atendido	Sim	Atendido	Sim	Não atendido	Realizadas 90 avaliações em 2022. Redução de recursos humanos no segundo semestre de 2022.
	7	Realizar, por ano, 5 vistorias técnicas em empresas que operam veículos a diesel.	Vistorias técnicas realizadas.	Sim	Não atendido	Sim	Não atendido	Sim	Não atendido	Necessidade de priorização de outras atividades.
Fiscalização de Arla 32	8	Realizar, por ano, 60 inspeções de uso de ARLA 32 em veículos diesel e em tanques de abastecimento de empresas frotistas na RMSP.	Número de inspeções de ARLA 32.	Sim	Atendido	Sim	Atendido	Sim	Atendido	
Operação Inverno	9	Fiscalizar, por ano, 150.000 veículos diesel durante os comandos da Operação Inverno.	Número de veículos fiscalizados.	Sim	Atendido	Sim	Atendido	Sim	Atendido	
	10	Participar, por ano, de duas ações de orientação aos condutores e proprietários.	Eventos realizados.	Sim	Atendido	Sim	Atendido	Sim	Não atendido	Realizada uma ação em 2022.

(continua)

EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO 2022

(continua)

Ação	Meta	Indicador	2020		2021		2022		Observação	
			Meta anual	Resultado	Meta anual	Resultado	Meta anual	Resultado		
Expansão do Programa de Melhoria da Manutenção de Veículos a Diesel - PMMVD	11	Aumentar, até dezembro de 2022, a relação percentual entre pedidos de redução e multas para 25%.	Relação percentual entre pedidos de redução e multas.	NÃO	Não aplicável	Não	Não aplicável	Não	Não atendido	
	12	Implantar, até dezembro de 2021, o sistema informatizado em 100% das unidades operacionais do PMMVD.	RMO emitidos pelas unidades operacionais pelo sistema do PMMVD.	NÃO	Atendido	Não	Não atendido	Não	Não atendido	Sistema passa por melhorias. Optou-se por postergar a adoção do sistema de maneira oficial no programa.
Laboratório de emissões veiculares	13	Obter, até 2021, a extensão do escopo de acreditação junto ao Inmetro do Laboratório de Emissões de São Paulo para ensaios de teor de etanol na gasolina, etanol não-queimado, monóxido de carbono em regime de marcha-lenta.	Certificado de acreditação.	NÃO	Não aplicável	Não	Atendido	Não	Não aplicável	
	14	Obter, até 2021, a acreditação junto ao Inmetro do Laboratório de Emissões de São Bernardo do Campo para os ensaios de emissão e consumo de veículos.	Certificado de acreditação.	NÃO	Não aplicável	Não	Atendido	Não	Não aplicável	
	15	Adquirir, até 2022, a atualização de software para atendimento as demandas de ensaios de motores para o Laboratório de Emissão Veicular Diesel em São Bernardo do Campo.	Formalização do comissionamento do software e equipamentos realizado pelo fornecedor.	NÃO	Não aplicável	Não	Não aplicável	Não	Não atendido	Aquisição finalizada, comissionamento previsto para ocorrer em 2023.
Estruturação das novas fases do Proconve e Promot	16	Finalizar, até dezembro de 2022, quatro minutas de instruções normativas do Ibama e três minutas de normas técnicas ABNT referentes à regulamentação das novas fases L7 e L8 do Proconve voltadas aos veículos leves, conforme plano de trabalho.	Propostas das minutas encaminhadas às respectivas instituições.	NÃO	Não aplicável	Não	Não aplicável	Não	Atendido	Propostas 7 minutas de IN e 3 de normas ABNT
	17	Finalizar, até dezembro de 2022, cinco minutas de normas técnicas ABNT referentes à regulamentação da nova fase P8 do Proconve voltada aos veículos pesados, conforme plano de trabalho.	Propostas das minutas encaminhadas à ABNT.	NÃO	Não aplicável	Não	Não aplicável	Não	Não atendido	
	18	Finalizar, até dezembro de 2022, uma minuta de instrução normativa do Ibama e três minutas de normas técnicas ABNT referentes à regulamentação da nova fase M5 do Promot voltada às motocicletas, conforme plano de trabalho.	Propostas das minutas encaminhadas às respectivas instituições.	NÃO	Não aplicável	Não	Não aplicável	Não	Atendido	Propostas 2 minutas de IN e 4 minutas de normas ABNT
Avaliação da Conformidade de Produção - ACP	19	Publicação, até janeiro de 2022, da Instrução Normativa Ibama com os critérios para a Avaliação de Conformidade de Produção.	Instrução Normativa publicada.	NÃO	Não aplicável	Não	Não aplicável	Não	Não atendido	Minuta acordada com Ibama em 2022.
	20	Iniciar, até dezembro de 2022, a Avaliação de Conformidade de Produção em veículos leves.	Número de veículos avaliados.	NÃO	Não aplicável	Não	Não aplicável	Não	Não atendido	IN não publicada

(conclusão)

(conclusão)

Ação	Meta	Indicador	2020		2021		2022		Observação	
			Meta anual	Resultado	Meta anual	Resultado	Meta anual	Resultado		
Confiabilidade laboratorial	21	Finalizar, até dezembro de 2021, a minuta da instrução normativa do Ibama que prevê critérios e periodicidade para a o reconhecimento de laboratórios e pista de prova para a realização de ensaios para o Proconve e para o Promot.	Proposta da minuta encaminhada ao Ibama.	NÃO	Atendido	Não	Não aplicável	Não	Não aplicável	
	22	Finalizar, até dezembro de 2021, a minuta de resolução Conama que prevê exigências de acreditação junto ao Inmetro e outros critérios para a o reconhecimento de laboratórios e pista de prova para a realização de ensaios para o Proconve e para o Promot.	Proposta da minuta encaminhada ao Ibama.	NÃO	Atendido	Sim	Não aplicável	Não	Não aplicável	
Capacitação	23	Oferecimento anual dos cursos listados. 1. Emissão Veicular 2. PMMVD - Regras e Procedimentos para Unidades Operacionais 3. PMMVD - Regras e Diretrizes para Auditores 4. Fiscalização de Fumaça Preta com a Escala de Ringelmann 5. Cálculo de consumo e emissões em veículos híbridos conforme ABNT NBR 16567	Cursos realizados no ano.	Sim	Atendido	Sim	Atendido	Sim	Atendido	Atendido parcialmente. Curso 1 não foi realizado em 2020 por falta de demanda.

7.2. PCPV-SP 2023-2025

Em 2023 a CETESB apresentou ao CONSEMA a nova versão do Plano de Controle de Poluição Veicular – PCPV para o triênio 2023-2025 (3), que 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.

O diagnóstico foi baseado nos dados da emissão veicular do ano de 2021 e na classificação da qualidade do ar para o triênio de 2023 a 2025, aprovada pela Deliberação CONSEMA nº 22/2022 (38).

As áreas prioritárias para o controle da poluição emitida por veículos foram as que não estão atendendo aos padrões de qualidade, em especial as grandes regiões metropolitanas do estado. Além disso, a análise da concentração de material particulado junto às estações de monitoramento localizadas próximas às vias de maior tráfego mostra resultados preocupantes para a saúde. Considerando a existência de centenas de quilômetros de vias com grande fluxo de tráfego, localizadas nas áreas urbanas, apontou-se a necessidade de melhoria do controle desse poluente em todo o estado.

Esta nova versão do PCPV inova com atenção à emissão de GEE, considerando que o estado está desenvolvendo o Plano de Ação Climática e o setor do transporte rodoviário tem grande participação na emissão total.

As ações propostas pelo PCPV 2023-2025, as metas e os indicadores de acompanhamento estão expostos no Quadro 6.

Quadro 6 – PCPV-SP 2023-2025: ações propostas, metas e indicadores de desempenho.

Ação	Meta	Indicador	2023 (até outubro)		Observação
			Meta anual	Resultado	
Novos limites de emissão de poluentes do Proconve e Promot	1 Promover estudo e elaborar proposta de criação de novas fases de controle de emissões de veículos novos leves e pesados no âmbito do Proconve até dezembro de 2025.	Relatório ou minuta de Resolução enviados ao Ibama	Não	Não aplicável	
Limites de emissão de GEE do Proconve e Promot	2 Promover estudo e elaborar proposta de criação de legislação de controle de emissões de gases de efeito estufa de veículos novos leves e pesados, até dezembro de 2023	Relatório ou minuta de Resolução enviados ao Ibama	Não	Não atendido	Em desenvolvimento. Previsão de finalização no primeiro semestre de 2024.
Instrução normativa Ibama para definir sistema OBD M2 (motocicletas)	3 Participar da elaboração de instrução normativa Ibama para o sistema OBD M2.	Relatório ou minuta de enviados ao Ibama	Não	Atendido	Minuta encerrada e enviada ao Ibama pelo GT AEA.
Instrução normativa Ibama para definir Fator de Resposta de Consumo	4 Participar da elaboração de instrução normativa Ibama para definir Fator de Resposta de Consumo (FRC)	Relatório ou minuta de enviados ao Ibama	Não	Não aplicável	Ao invés de Instrução Normativa, deverá ser inserido na norma ABNT NBR 7024. Sugestão de texto enviada em outubro de 2023 à Comissão de Estudos da ABNT.
Inspecção ambiental de veículos	5 Elaborar e implantar o Programa de Inspecção de Veículos em um prazo de 24 meses, assim que houver base legal.	Implantação do programa	NÃO	Não aplicável	Aguarda aprovação da base legal
Fiscalização de fumaça dos veículos diesel com a Escala de Ringelmann	6 Utilização do aplicativo, até dezembro de 2023, para todas as multas por fumaça lavradas.	Sistema informatizado de autuação e registro de multas implantado e funcional		Não atendido	Sistema e App em fase de desenvolvimento.
Fiscalização de fumaça dos veículos diesel com o uso do opacímetro	7 Realizar 120 avaliações de opacidade em veículos a diesel por ano	Número de avaliações de opacidade	Sim	Não atendido	90 testes até outubro de 2023

(continua)

EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO 2022

(continua)

Ação	Meta	Indicador	2023 (até outubro)		Observação	
			Meta anual	Resultado		
Fiscalização de ARLA 32	8	Realizar, por ano, 60 inspeções de uso de ARLA 32 em veículos a diesel e em tanques de abastecimento de empresas frotistas no Estado.	Número de inspeções de ARLA 32	Sim	Atendido	68 testes até outubro de 2023
	9	Elaborar, até dezembro de 2023, minuta de decreto estadual prevendo a fiscalização de ARLA 32	Minuta de decreto encaminhada para a diretoria da CETESB	Não	Não atendido	Em elaboração
Operação inverno	10	Fiscalizar 150 mil veículos diesel por ano durante os comandos da Operação Inverno	Número de veículos fiscalizados	Sim	Não atendido	Cerca de 90 mil veículos avaliados durante operação. Realizados 3 megacomandos.
	11	Participar, por ano, de duas ações de orientação aos condutores e proprietários	Eventos realizados	Sim	Atendido	
Expansão do Programa de Melhoria da Manutenção de Veículos a Diesel - PMMVD	12	Aumentar, até dezembro de 2025, a relação percentual entre o número de pedidos de redução do valor de multa e o número de multas aplicadas para 20%	Relação percentual entre pedidos de redução e multas	Não	Não aplicável	
	13	Implantar, até julho de 2024, o sistema informatizado em 100% das unidades operacionais do PMMVD	Porcentagem de unidades operacionais cadastradas no PMMVD e que utilizam o sistema informatizado da	Não	Não aplicável	
Proposta de Atualização da Instrução Normativa Ibama 06/2010	14	Apresentar uma proposta de texto para revisão da Instrução Normativa Ibama 06/2010 até dezembro de 2023	Minuta de Instrução Normativa enviada ao Ibama	Não	Não atendido	Previsão que as discussões sejam realizadas junto aos representantes do setor automotivo sob a chancela do IBAMA
Programa de Gestão Ambiental de Frotas Estadual	15	Apresentar, até dezembro de 2024, uma proposta de regulamento do Programa de Gestão Ambiental de Frotas de veículos de uso rodoviário no âmbito estadual	Minuta de legislação elaborada	Não	Não aplicável	

(continua)

(continua)

Ação	Meta	Indicador	2023 (até outubro)		Observação	
			Meta anual	Resultado		
Laboratório de emissões veiculares	16	Obter, até dezembro de 2023, a extensão do escopo de acreditação junto à Cgcre do laboratório de emissão veicular de São Paulo para ensaios de gases orgânicos não metano (NMOG).	Escopo de acreditação com o novo parâmetro	Não	Atendido	
	17	Adquirir, até dezembro de 2023, a atualização de software e equipamentos para atendimento às demandas de ensaios de veículos para o laboratório de São Paulo, de modo a atender às novas fases do Proconve.	Termo de Recebimento Definitivo confirmando o aceite pela CETESB dos termos do contrato com o fornecedor	Não	Atendido	
	18	Obter, até dezembro de 2025, a acreditação pela Cgcre do laboratório de Emissão veicular de São Bernardo do Campo para os ensaios de emissão e consumo de motores a diesel.	Escopo de acreditação com os novos ensaios	Não	Não aplicável	
	19	Comissionar, até dezembro de 2023, o pacote de atualização tecnológica de equipamentos, infraestrutura, sistemas e software, aplicados no banco de ensaio de motores para pleno atendimento aos requisitos de ensaio de motores Diesel estabelecidos pela fase P8 do Proconve.	Termo de Recebimento Definitivo" confirmando o aceite pela CETESB das instalações conforme os termos do contrato com o fornecedor	Não	Não aplicável	Comissionamento agendado para novembro 2023
	20	Adquirir, até dezembro de 2025, nova bancada analítica para os gases provenientes da combustão de motores do ciclo Otto para manutenção de atendimento às demandas de ensaios de emissão veicular no Laboratório de emissão veicular de São Paulo	Termo de Recebimento Definitivo" confirmando o aceite pela CETESB dos termos do contrato com o fornecedor	Não	Não aplicável	
	21	Instalar e validar, até dezembro de 2024, sistema de amostragem de aldeídos no laboratório de emissão veicular de São Bernardo do Campo para determinação de valores típicos de aldeídos na emissão de gases de veículos movidos a Diesel.	Relatório de correlação	Não	Não aplicável	
	22	Realizar, até dezembro de 2025, pesquisa para determinação de valores típicos da emissão de aldeídos em veículos leves do ciclo Diesel	Relatório de pesquisa	Não	Não aplicável	

(conclusão)

EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO 2022

(conclusão)

Ação	Meta	Indicador	2023 (até outubro)		Observação	
			Meta anual	Resultado		
Desenvolvimento de um sistema portátil de medição de emissões veiculares tipo PEMS (Portable Emission Measurement System) - projeto conjunto FAPESP-USP-CETESB	23	Construir até dezembro de 2025, sistema portátil de medição de emissões veiculares, conforme Projeto Fapesp 17/26931-1.	Sistema pronto para uso	Não	Não aplicável	
Concessões, contratações e permissões de serviços de transporte com metas ambientais	24	Elaboração, até dezembro de 2023, de minuta de decreto estabelecendo regras para a concessão ou permissão de serviços de transporte com exigências gradativas de redução da emissão de poluentes locais e GEE	Publicação da minuta	Não	Não atendido	Proposta em desenvolvimento
Novas exigências na aquisição de veículos para a frota pública do Estado	25	Atualizar, até dezembro de 2025 os critérios do Selo Socioambiental para veículos	Publicação de proposta com novos critérios de desempenho ambiental para veículos automotores para atualização do Selo Socioambiental	Não	Não aplicável	
Eletrificação acelerada da CETESB	26	Aquisição de 7 veículos e pontos de carregamento até 2023	Veículos operando na frota da CETESB	Não	Não atendido	
Capacitação	27	Oferecimento anual dos cursos listados. 1. Emissão Veicular 2. PMMVD - Regras e Procedimentos para Unidades Operacionais 3. PMMVD - Regras e Diretrizes para Auditores 4. Fiscalização de Fumaça Preta com a Escala de Ringelmann 5. Controle das Emissões de Veículos a Diesel 6. Cálculo de consumo e emissões em veículos híbridos conforme ABNT NBR 16567	Cursos realizados no ano.	Sim	Atendido	Atendido parcialmente. Ofertados e executados os cursos 02 e 05. Demais treinamentos não ofertados ou não executados devido a baixa demanda.

CONCLUSÕES

8 CONCLUSÕES

A retomada das atividades econômicas após o período de pandemia levou ao aumento do uso dos veículos. Somada à situação de baixa renovação da frota gerada pelo menor volume na venda de veículos novos e do longo prazo entre as novas fases do Proconve, observa-se uma tendência de aumento e estabilização nas emissões a depender do poluente.

Espera-se que essa situação seja revertida com a entrada efetiva de veículos que atendam aos limites previstos nas resoluções Conama aprovadas em 2018 e 2019 para o controle mais aprimorado da emissão dos veículos.

Destacam-se o novo controle da emissão de vapores de combustível, com novo padrão de ensaio mais rigoroso e o novo controle durante o abastecimento. Trata-se de importante poluente formador de ozônio. Como essas novas medidas de controle foram implementadas a partir da fase Proconve L7, iniciando em 2022, só serão efetivas ao final da década, quando cerca de 50% da frota circulante deverá ser composta por veículos dessa fase ou da fase L8.

Já a redução da emissão de material particulado e de NOx deve ser alcançada com a introdução de veículos da nova fase Proconve P8 para os veículos Pesados, equivalente à fase Euro VI adotada pela União Europeia. Os novos limites previstos permitirão a redução importante na emissão. Entretanto, o impacto também será sentido apenas ao final da década, quando uma quantidade significativa de veículos equipados com tecnologia de controle para atender essa fase estará circulando.

Uma possibilidade de redução antecipada ou ainda mais efetiva pode-se dar pela introdução de veículos elétricos no transporte público e nos caminhões de entrega urbana, como propõe alguns municípios do estado, como São Paulo e São José dos Campos.

Complementarmente a CETESB estuda os novos regulamentos de controle em implementação na Europa e nos EUA, de forma que o debate brasileiro possa se iniciar rapidamente, culminando com propostas a serem implementadas no longo prazo com bastante previsibilidade.

Por último, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de se controlar as emissões de GEE dos veículos, considerando a participação do setor de transporte rodoviário na emissão total no estado. Diversos países já adotaram medidas nesse sentido. Esses programas de controle são, em geral, combinados com programas de eficiência energética e etiquetagem, permitindo não apenas ganhos na questão climática, mas também informação mais qualificada à sociedade e benefícios econômicos aos usuários. Assim, a CETESB deverá retomar a discussão a respeito, atualizando a proposta desenvolvida em 2018 que foi submetida à consulta pública pelo Ibama.

LISTAS

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	Balanco 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
FE	Fator de emissão
GEE	Gases de Efeito Estufa
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	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (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 ₁₀	Partículas inaláveis com até 10 µm de diâmetro aerodinâmico
MP _{2,5}	Partículas inaláveis com até 2,5 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
RMBS	Região Metropolitana da Baixada Santista
RMC	Região Metropolitana de Campinas
RMJU	Região Metropolitana de Jundiaí
RMPI	Região Metropolitana de Piracicaba
RMRP	Região Metropolitana de Ribeirão Preto
RMSJRP	Região Metropolitana de São José do Rio Preto

RMSO	Região Metropolitana de Sorocaba
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
RMVP	Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte
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
SHED	<i>Sealed Housing for Evaporative Determination</i>
SIMA	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SPTRANS	São Paulo Transporte SA
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	Gramas
kg	Quilograma
km	Quilômetro
kWh	Quilowatt-hora
l	Litro
m ³	Metro cúbico
mg	Miligrama
MJ	Megajoule
NMOG	Gases orgânicos não-metano
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 - Participação percentual da emissão de Automóveis e Comerciais Leves em função da fase do Proconve no estado de São Paulo em 2022..... 52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022, em bilhões de litros 19

Gráfico 2 - Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022, em TEP 20

Gráfico 3 - Evolução do consumo aparente de combustível fóssil e renovável no estado de São Paulo no período de 2006 a 2022, em TEP 21

Gráfico 4 - Evolução do indicador da intensidade de uso ajustada de Automóveis no período de 2006 a 2022 21

Gráfico 5 - Indicador de distância anual percorrida para Automóveis 22

Gráfico 6 - Evolução das vendas de Automóveis novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2022..... 28

Gráfico 7 - Evolução das vendas de Comerciais Leves novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2022..... 29

Gráfico 8 - Evolução das vendas de Motocicletas novas no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2022..... 30

Gráfico 9 - Evolução das vendas de Caminhões novos nos anos de 2006 a 2022 no estado de São Paulo, separados por subcategorias 30

Gráfico 10 - Evolução das vendas de Ônibus novos nos anos de 2006 a 2022 no estado de São Paulo, separados por subcategorias. 31

Gráfico 11 - Evolução das taxas de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo..... 33

Gráfico 12 - Evolução da frota circulante no estado de São Paulo por categoria..... 33

Gráfico 13- Evolução da frota circulante de Caminhões por subcategoria 34

Gráfico 14 - Evolução da frota circulante de Ônibus por subcategoria	34
Gráfico 15 - Evolução da frota circulante de Automóveis por tipo de combustível	35
Gráfico 16 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves por tipo de combustível	35
Gráfico 17 - Evolução da frota circulante de Motocicletas por tipo de combustível	36
Gráfico 18 - Evolução da frota circulante de Automóveis separada por fases do Proconve	37
Gráfico 19 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves do ciclo Otto separada por fases do Proconve	37
Gráfico 20 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves diesel separada por fases do Proconve	38
Gráfico 21 - Evolução da frota circulante de Ônibus separada por fases do Proconve	38
Gráfico 22 - Evolução da frota circulante de Caminhões separada por fases do Proconve	39
Gráfico 23- Evolução da frota circulante de Motocicletas separada por fases do Promot	40
Gráfico 24 - Evolução do indicador da taxa de motorização por habitante no estado de São Paulo	40
Gráfico 25 - Contribuição relativa de cada categoria na emissão de poluentes no estado de São Paulo em 2022	45
Gráfico 26 Contribuição das categorias de veículos na emissão de monóxido de carbono no estado de São Paulo em 2022	45
Gráfico 27 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de óxidos de nitrogênio no estado de São Paulo em 2022	46
Gráfico 28 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de material particulado no estado de São Paulo em 2022	46
Gráfico 29 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de dióxido de enxofre no estado de São Paulo em 2022	47
Gráfico 30 - Contribuição relativa na emissão COV por origem e categoria no estado de São Paulo em 2022	49

Gráfico 31 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de COV no estado de São Paulo em 2022	50
Gráfico 32 - Evolução das emissões de poluentes no estado de São Paulo ...	51
Gráfico 33 - Contribuição relativa de cada categoria na emissão de poluentes na RMSP em 2022	55
Gráfico 34- Evolução das emissões de poluentes na RMSP	55
Gráfico 35 - Evolução das emissões de poluentes na RMC.....	59
Gráfico 36 - Evolução das emissões de poluentes na RMVP.....	62
Gráfico 37 - Evolução das emissões de poluentes na RMBS	65
Gráfico 38 - Evolução das emissões de poluentes na RMSO.....	68
Gráfico 39 - Evolução das emissões de poluentes na RMRP.....	71
Gráfico 40 - Evolução das emissões de poluentes na RMSJRP	74
Gráfico 41 - Evolução das emissões de poluentes na RMPI	77
Gráfico 42 - Evolução das emissões de poluentes na RMJU.....	80
Gráfico 43 - Contribuição de cada categoria de veículo nas emissões de GEE em CO _{2eq} no estado de São Paulo em 2022.....	85
Gráfico 44 - Evolução das emissões de GEE de origem veicular em CO _{2eq} no estado de São Paulo.....	85
Gráfico 45 - Evolução das emissões de Metano e Óxido Nitroso no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2022	86
Gráfico 46 - Evolução do indicador da emissão de GEE de origem veicular por habitante no estado de São Paulo.....	87
Gráfico 47 - Evolução do indicador da emissão de GEE por veículo no estado de São Paulo.....	87
Gráfico 48- Participação das regiões metropolitanas nas emissões de GEE de origem veicular do estado de São Paulo em 2022	89
Gráfico 49- Evolução do indicador tecnológico dos Automóveis	92
Gráfico 50 - Evolução do indicador tecnológico dos Caminhões	93
Gráfico 51 - Evolução do indicador tecnológico das Motocicletas	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Número de municípios, população e frota no estado de São Paulo e nas regiões metropolitanas paulistas, no ano de 2022.....	16
Quadro 2 - Cronologia da mistura carburante automotiva.....	23
Quadro 3 - Evolução do teor de enxofre no diesel	24
Quadro 4 - Evolução do teor de biodiesel no diesel fóssil	25
Quadro 5 - PCPV-SP 2020-2022: ações propostas, metas e indicadores de desempenho.....	102
Quadro 6 - PCPV-SP 2023-2025: ações propostas, metas e indicadores de desempenho.....	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa do consumo aparente de combustíveis no segmento rodoviário no estado, de 2006 a 2022	19
Tabela 2 - Teor de etanol anidro na gasolina comum.....	23
Tabela 3 - Número de veículos novos vendidos no estado de São Paulo em 2022.	27
Tabela 4 - Estimativas da frota circulante no estado de São Paulo em 2022.	32
Tabela 5 - Taxa de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo em 2022 em relação a 2021 por categoria de veículo.....	32
Tabela 6 - Evolução da idade média da frota no estado de São Paulo nos anos de 2007, 2012, 2017 e 2022.	41
Tabela 7 - Estimativas da emissão veicular no estado de São Paulo em 2022	44
Tabela 8 - Estimativa de emissão veicular de COV no estado de São Paulo em 2022 segregada por origem, categoria e combustível.....	48
Tabela 9 - Estimativa da emissão veicular na RMSP em 2022.....	53
Tabela 10 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMSP em 2022	54

Tabela 11 - Estimativa da emissão veicular na RMC em 2022	57
Tabela 12 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMC em 2022	58
Tabela 13 - Estimativa da emissão veicular na RMVP em 2022	60
Tabela 14 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMVP em 2022	61
Tabela 15 - Estimativa da emissão veicular na RMBS em 2022.....	63
Tabela 16 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMBS em 2022	64
Tabela 17 - Estimativa da emissão veicular na RMSO em 2022	66
Tabela 18 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMSO em 2022.....	67
Tabela 19 - Estimativa da emissão veicular na RMRP em 2022	69
Tabela 20 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMRP em 2022	70
Tabela 21 - Estimativa da emissão veicular na RMSJRP em 2022.....	72
Tabela 22 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMSJRP em 2022	73
Tabela 23 - Estimativa da emissão veicular na RMPI em 2022	75
Tabela 24 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMPI em 2022	76
Tabela 25 - Estimativa da emissão veicular na RMJU em 2022	78
Tabela 26 - Detalhamento da estimativa da emissão veicular dos COV na RMJU em 2022.....	79
Tabela 27 - Potencial de aquecimento global dos GEE.....	82
Tabela 28 - Fatores de emissão de CO ₂ para combustíveis (kg/L)	83
Tabela 29 - Estimativa das emissões de GEE de origem veicular no estado de São Paulo em 2022	84
Tabela 30 - Estimativa das emissões de GEE de origem veicular nas regiões metropolitanas do estado de São Paulo em 2022	88

Tabela 31 - Limites máximos de emissão para Automóveis até a fase L7.....	95
Tabela 32 - Limites máximos de emissão para veículos Comerciais Leves até a fase L7	96
Tabela 33 - Níveis de emissão para Veículos leves para enquadramento na Fase L8 conforme Resolução CONAMA 492/2018.....	97
Tabela 34 - Limites da média corporativa para Veículos leves na Fase L8 conforme Resolução CONAMA 492/2018	97
Tabela 35 - Limites de emissão para Motocicletas e veículos similares	98
Tabela 36 - Limites de emissão para ciclomotores	98
Tabela 37 - Limites máximos de emissão para motores de Veículos Pesados	99

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. **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. 2018. Disponível em: <<http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>> Acesso em 19 dez 2022.
2. **CETESB.** *PCPV: Plano de Controle de Poluição Veicular no Estado de São Paulo 2020-2022.* São Paulo : s.n., 2020. 59 p. Disponível em: <<http://veicular.cetesb.sp.gov.br/relatorios-e-publicacoes/>> Acesso em 19 dez 2022.
3. —. *PCPV: Plano de Controle de Poluição Veicular no Estado de São Paulo 2023-2025.* São Paulo : s.n., 2022. p. 59.
4. —. *Emissões Veiculares no Estado de São paulo - 2021.* São Paulo : s.n., 2022.
5. **IBGE.** Produto Interno Bruto. [Online] 2021. [Citado em: 12 de setembro de 2022.] <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>.
6. **SEADE.** Informações sobre a população do estado de São Paulo. [Online] 2021. [Citado em: 4 de agosto de 2022.] <https://populacao.seade.gov.br/>.
7. **(Estado) SÃO PAULO .** *Lei Complementar nº 1139 de 16/06/2011, que reorganiza a Região Metropolitana de São Paulo, criada pela Lei Complementar nº 14 de 08/06/1973.* Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2011/lei.complementar-1139-16.06.2011.html>> Acesso em 19.dez 2022.
8. **(Estado) SÃO PAULO.** *Lei Complementar nº 870 de 19/06/2000, que cria a Região Metropolitana de Campinas.* Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/5198#:~:text=Cria%20a%20Regi%C3%A3o%20Metropolitana%20de,Campinas%2C%20e%20d%C3%A1%20provid%C3%AAs%20correlatas>> Acesso em 19 dez 2022.
9. —. *Lei Complementar nº 815 de 30/07/1996, que cria a Região Metropolitana da Baixada Santista.* Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/5198#:~:text=Cria%20a%20Regi%C3%A3o%20Metropolitana%20de,Campinas%2C%20e%20d%C3%A1%20provid%C3%AAs%20correlatas.>>> Acesso em 19 dez 2022.
10. —. *Lei Complementar nº 1166 de 09/01/2012, que cria a Região Metropolitana do Vale do Paraíba.* Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2012/lei.complementar-1166-09.01.2012.html>> Acesso em 19 dez 2022.
11. —. *Lei Complementar nº 1241 de 08/05/2014, que cria a Região Metropolitana de Sorocaba e Lei Complementar 1.289/2016 que integra o município de Itapetininga.* Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2014/lei.complementar-1241->>

08.05.2014.html#:~:text=Artigo%201%C2%BA%20%2D%20Fica%20criada%20a,1%C2%BA%20de%20agosto%20de%201994.> Acesso em 19 dez 2022.

12. —. *Lei Complementar nº 1290 de 06/07/2016, que cria a Região Metropolitana de Ribeirão Preto*. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2016/lei.complementar-1290-06.07.2016.html#:~:text=Artigo%201%C2%BA%20%2D%20Fica%20criada%20a,1%C2%BA%20de%20agosto%20de%201994.>> Acesso em 19 dez 2022.

13. —. *Lei Complementar nº 1359 de 24/08/2021, que cria a Região Metropolitana de São José do Rio Preto*. São Paulo : s.n. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/199661#:~:text=Lei%20Complementar%20n%C2%BA%201.359%2C%20de%2024%2F08%2F2021&text=Somente%20os%20publicados%20no%20Di%C3%A1rio,%C3%A0%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20efeitos%20legais.>> Acesso em 19 dez 2022.

14. —. *Lei Complementar nº 1360 de 24/08/2021, que cria a Região Metropolitana de Piracicaba*. São Paulo : s.n. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2021/lei.complementar-1360-24.08.2021.html#:~:text=Artigo%201%C2%BA%20%2D%20Fica%20criada%20a,n%C2%BA%20760%2C%20de%201%C2%BA%20de%2024%2F08%2F2021&text=Somente%20os%20publicados%20no%20Di%C3%A1rio,%C3%A0%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20efeitos%20legais.>> Acesso em 19 dez 2022.

15. —. *Lei Complementar nº 1.362, de 30/11/2021 que cria a Região Metropolitana de Jundiaí*. [https://www.al.sp.gov.br/norma/?tipo=Lei%20Complementar&numero=1362&ano=2021] 4 de agosto de 2022.

16. **GOLDEMBERG, J, NIGRO, F e COELHO, S.** Bioenergia no estado de São Paulo: situação atual, perspectivas, barreiras e propostas. São Paulo : IMESP, 2008. Disponível em:

<https://cmsdespoluir.cnt.org.br/Documents/PDFs/livro_bioenergia.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2022.

17. **(Estado) SÃO PAULO; Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente.** Balanço energético do Estado de São Paulo 2022 Ano Base 2021. *São Paulo*. [Online] 2022.

<https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br//portalcev2/intranet/BiblioVirtual/diversos/BalancoEnergetico.pdf>.

18. **(Estado) SÃO PAULO; Secretaria de Infraestrutura e Meio ambiente.** *Anuário de Energéticos por Município no Estado de São Paulo - 2023- Ano Base 2022*. São Paulo : s.n., 2023. Disponível em <

http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalcev2/intranet/BiblioVirtual/diversos/anuario_energetico_municipio.pdf > .

19. **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 nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 8.723, de 28 de outubro de 1993; revoga dispositivos da Lei. *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>.

20. —. 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 obrigatório 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>>.

21. —. 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 comerc.* Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=263587>> Acesso em 19 dez 2022.

22. —. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. *Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 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>.

23. —. Lei nº 13.263, de 25 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: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13263.htm> Acesso em 19 dez 2022.

24. **CNPE - Conselho Nacional de Política Energética.** *Resolução 16/2021 - Estabelece como de interesse da Política Energética Nacional a Redução do teor da mistura obrigatória do Biodiesel no óleo diesel fóssil de 13% (treze por cento) para 10% (dez por cento).* Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/resolucoes-2021/ResoluoCNPE16_2021.pdf. Acesso em 24/11/2022.

25. —. *Resolução 3 de 20/03/2023, que dispõe sobre a evolução da adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, no território nacional, e dá outras providências.* [<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=443705>]

26. **INMETRO.** *Portaria 169 de 03 de maio de 2023.* Brasília : s.n. Aprova os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Veículos Leves de Passageiros e Comerciais Leves – Consolidado.

27. **LOPES, Eduardo.** *Dados de Vendas de Veículos no Estado de São Paulo 2022 - ANFAVEA.* [email] São Paulo : s.n., 24 de janeiro de 2023. e-mail recebido por cdias@sp.gov.br.

28. **SOTERO, Paulo.** *Vendas Motocicletas 2022 - ABRACICLO.* e-mail recebido por cdias@sp.gov.br. São Paulo : s.n., 30 de jan de 2023.

29. **FABUS**. Carroçarias produzidas: acumulado - modelo 03 A - folha 01: mapa de produção de carroçarias - associadas:-. Janeiro a dezembro de 2020. 2022. 1 quadro. Disponível em: <<http://www.fabus.com.br/pdfs/2021-03A.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2023.
30. **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 automoto. 2018. Disponível em:<<http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>> Acesso em 19 dez 2022.
31. —. 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. 2019. Disponível em:<<http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>> Acesso em 19 dez 2022.
32. **CETESB**. Qualidade do ar no estado de São Paulo 2022. São Paulo : s.n., 2022. 228 p. (Série relatórios). Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2022/10/Relatorio-de-Qualidade-do-Ar-no-Estado-de-Sao-Paulo-2022.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2023.
33. **IPCC**. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) AR5 Synthesis Report - Climate Change 2014. Disponível em: <https://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/ipcc/resources/pdf/IPCC_SynthesisReport.pdf> Acesso em 19 dez 2022.
34. **BRASIL. MMA**. Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários 2013: ano-base 2012: relatório final. [Brasília, DF] : s.n., 2014. Disponível em: <<https://energiaambiente.org.br/produto/inventario-nacional-de-emissoes-atmosfericas-por-veiculos-automotores-rodoviarios-2013-ano-base-2012>>. Acesso em: 19 dez 2022.
35. **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 : s.n., 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-21092009-115044/pt-br.php>>. Acesso em: 14 ago. 2015.
36. **BRASIL, 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%20roconve%20promot_portugues.pdf>. Acesso em: 19 dez 2022.
37. **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://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>> Acesso em 19 dez 2022.

38. **(Estado) SÃO PAULO.** Conselho Estadual do meio ambiente. Deliberação Consema 20/2019, de 24 de setembro de 2019. Aprova a Classificação da Qualidade do Ar – Relação de Municípios e Dados de Monitoramento - proposta pela CETESB. [Online] 2019.

https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/2019/09/del20_19-qualidade-do-ar-1.pdf.

39. —. Conselho Estadual do meio ambiente. Deliberação Consema 26/2022 de 21 de dezembro de 2022. Aprova a Classificação da Qualidade do Ar – Relação de Municípios e Dados de Monitoramento - proposta pela CETESB. [Online] 2022.

https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2023/01/del-26_22-ass-qualidade-do-ar-1.pdf.



Secretaria de  **SÃO PAULO**
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística GOVERNO DO ESTADO

Acompanhe as redes sociais da CETESB:

-  Site: cetesb.sp.gov.br
-  Facebook: facebook.com/cetesbsp
-  LinkedIn: linkedin.com/company/cetesb
-  Instagram: instagram.com/cetesbsp
-  SoundCloud: soundcloud.com/cetesbsp