

EMISSIONES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO



2023

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 Arrepia de Queiroz - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Carolina Fiorillo Mariani - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Mayla Matsuzaki Fukushima - Diretora

EMISSIONES 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

2023

SÉRIE RELATÓRIOS

São Paulo 2024

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB, Biblioteca, SP, Brasil)

C418e CETESB (São Paulo)

Emissões veiculares no estado de São Paulo 2023 [recurso eletrônico] / CETESB ; Coordenação geral Vanderlei Borsari ; Coordenação técnica Marcelo Pereira Bales ; Equipe técnica Cristiane Dias, Marcelo Pereira Bales, Silmara Regina da Silva; Mapa Thiago De Russi Colella. – São Paulo : CETESB, 2024.

1 arquivo de texto (79 p.) : il. color., PDF ; 3 MB. - - (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103)

Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes/>>
ISBN 978-65-5577-092-6

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: Margot Terada – CRB 8-4422

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

© CETESB 2024.

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

FICHA TÉCNICA

Diretoria de Qualidade Ambiental

Biol. Carolina Fiorillo Mariani
Diretor

Departamento de Fontes Móveis de Emissão

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

No curso de sua missão institucional, a CETESB apresenta à sociedade a melhor informação sobre a atividade veicular, umas das mais importantes fontes de poluição do ar nas grandes cidades. A partir de dados da frota circulante e do consumo de combustível, o relatório Emissões Veiculares no Estado de São Paulo apresenta as estimativas de emissão de poluentes e de gases de efeito estufa no estado e nas regiões metropolitanas. Análises diversas complementam as informações, procurando explicar os fenômenos relatados. Por fim, estão disponíveis no site da CETESB para download os dados utilizados para a elaboração das estimativas, para que a sociedade, a comunidade científica e os administradores públicos possam conhecer, avaliar e propor as políticas públicas para a manutenção da qualidade ambiental.

Boa leitura!

Thomaz Miazaki de Toledo
Diretor-Presidente da CETESB

Resumo executivo

As emissões de poluentes e gases de efeito estufa (GEE) por veículos rodoviários são apresentadas nesta décima terceira edição do relatório *Emissões Veiculares no Estado de São Paulo*, que traz estimativas de emissão no período de 2006 a 2023.

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).

Emissão de poluentes locais

Em 2023, estima-se que foram emitidas no estado 293 mil toneladas de CO, 61 mil de NMHC, 148 mil de NO_x, 3,4 mil de MP, 1,8 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.

Emissão de gases de efeito estufa

Para demonstrar as emissões de GEE, apresentamos os resultados em CO_{2eq}. Os veículos emitiram um total de 45 milhões de toneladas de CO_{2eq}, aumento de cerca de 3% 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.

Executive summary

Pollutants and greenhouse gases (GHG) emissions by road vehicles are presented in this thirteenth edition of the *Vehicle Emissions Report in the State of São Paulo*, which provides emission estimates from 2006 to 2023.

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.

Criteria pollutants emissions

In 2023, it is estimated that it was emitted in the São Paulo State 293 kilotons of CO, 61 kilotons of NMHC, 148 kilotons of NO_x, 3,4 kilotons of MP, 1,8 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.

Greenhouse gases emission

To demonstrate GHG emissions, we present the results in CO_{2eq}. Vehicles emitted a total of 45 million tons of CO_{2eq}, increase of about 3% 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 2023, 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.

Proconve e Promot

A fase L7 do Proconve entrou em vigor em 2022 e introduziu novos limites de emissão para os veículos leves. A fase P8 passou a ser obrigatória em 2023, exigindo redução significativa na emissão de caminhões e ônibus. Também em 2023 passaram a vigorar os limites para novos modelos motocicletas, previstos na fase M5 do Promot.

Metodologia aplicada

A metodologia utilizada para estimar as emissões de poluentes consiste na caracterização da frota circulante, na estimativa dos fatores de emissão dos veículos que a compõe e no consumo de combustível. A descrição completa da metodologia consta em publicação específica, disponível no site da CETESB.

Fleet Characterization

The São Paulo State in-use fleet in 2023 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.

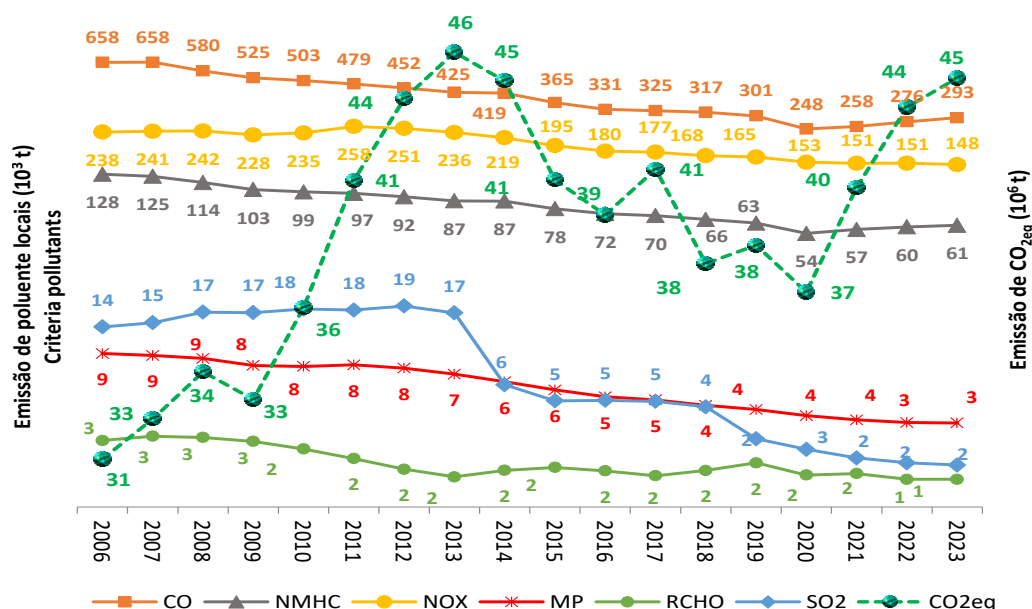
Proconve and Promot

The L7 phase came started in 2022 and introduced new emission limits for light duty vehicles. The P8 phase became mandatory in 2023, requiring a significant reduction in emissions from trucks and buses. Also in 2023, the limits for new motorcycles models came into force, fixed in phase M5 of Promot.

Methodology

The methodology used to estimate pollutant emissions consists of characterizing the circulating fleet, estimating the emission factors of the vehicles that make up it and fuel consumption.

The complete description of the methodology is contained in a specific publication, available on the CETESB website.



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS.....	19
2.1.	Volumes comercializados no Estado de São Paulo	19
2.2.	Características dos combustíveis utilizados	22
3	FROTA CIRCULANTE.....	25
3.1.	Vendas de veículos novos no estado de São Paulo	25
3.2.	Estimativa da frota circulante	29
3.3.	Estimativa da frota circulante por tipo de combustível	32
3.4.	Frota circulante por fase do Proconve e do Promot.....	33
3.5.	Taxa de motorização da população do estado.....	37
3.6.	Estimativa da idade média da frota circulante.....	37
4	EMIÇÃO DE POLUENTES	40
4.1.	Estimativa de emissão de poluentes no estado de São Paulo.....	41
4.1.1.	Participação na emissão de poluentes conforme as categorias de veículos.....	43
4.1.2.	Efeitos do Proconve e Promot nas emissões de poluentes	48
4.2.	Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de São Paulo.....	52
4.3.	Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Campinas	55
4.4.	Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.....	57
4.5.	Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana da Baixada Santista	59
4.6.	Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Sorocaba.....	61
4.7.	Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Ribeirão Preto	63
4.8.	Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de São José do Rio Preto	65
4.9.	Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Piracicaba	67
4.10.	Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Jundiaí	69
5	EMIÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA	72
6	CONCLUSÕES.....	77
	LISTAS.....	78
	REFERÊNCIAS.....	86

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Esta é a décima terceira edição do relatório Emissões Veiculares no Estado de São Paulo, que contempla as estimativas de emissão no período de 2006 até 2023. O objetivo desta série é servir de fonte de informações referentes à circulação de veículos rodoviários no estado e nas suas regiões metropolitanas e com isso avaliar os resultados das políticas públicas de controle, em especial o Proconve e o Promot.

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). 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 1 com informações sobre o consumo de combustíveis pelos veículos.

O Capítulo 2 caracteriza a frota que circula no estado, nas regiões metropolitanas e nos municípios em relação ao controle das emissões e consumo de combustível. Nesta edição apresentamos a estimativa da frota de veículos elétricos e híbridos que circulam no Estado.

As emissões de poluentes no estado e nas regiões metropolitanas estão demonstradas no Capítulo 3, acompanhadas de análises conjunturais, inclusive da qualidade do ar da região em estudo.

O Capítulo 4 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.

A metodologia empregada para se estimar a frota circulante, as emissões e o cálculo dos indicadores apresentados pode ser encontrada na publicação Metodologia de Cálculo do Inventário de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo (1), disponível no site da CETESB. No mesmo documento podem ser obtidas outras informações sobre os combustíveis e sobre o Proconve e o Promot, incluindo os limites de emissão das diversas fases de controle.

Os dados 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 na forma interoperável, facilitando àqueles que irão fazer suas próprias análises.

O acompanhamento das ações do Plano de Controle de Poluição Veicular 2023 - 2025 PCPV (2), até então publicada nas edições deste relatório, estará disponibilizada no site da CETESB.

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.

Características do estado de São Paulo

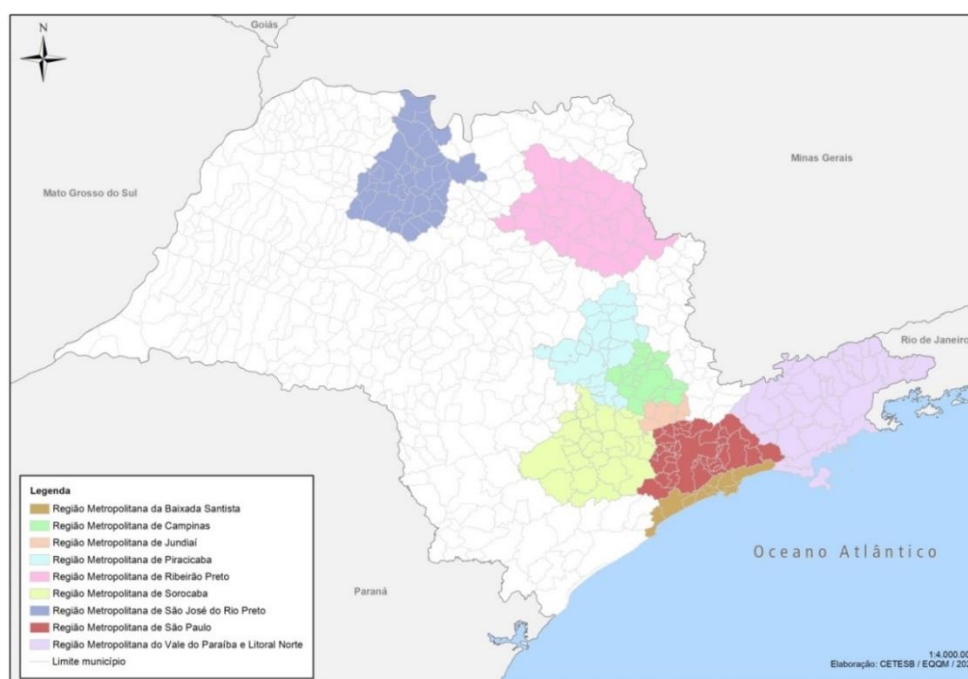
Este relatório estima as emissões veiculares do estado de São Paulo e das regiões metropolitanas paulistas.

O estado de São Paulo é composto por 645 municípios e abrange uma área de 248.219 km², o que corresponde a apenas 2,9% do território nacional. Além disso, detém a maior economia do país, com um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 2,7 trilhões, equivalente a cerca de 30% do PIB brasileiro (3). Possui a maior população do país com aproximadamente 44 milhões de habitantes (4).

As nove regiões metropolitanas legalmente constituídas até o ano de 2021 no estado agrupam parte dos municípios paulistas. São elas: Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (5), Campinas (RMC) (6), Baixada Santista (RMBS) (7), Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVP) (8), Sorocaba (RMSO) (9), Ribeirão Preto (RMRP) (10), São José do Rio Preto (RMSJRP) (11), Piracicaba (RMPI) (12) e de Jundiaí (RMJU) (13). Este relatório abrange as emissões de todas essas nove regiões metropolitanas.

A Figura 1 mostra a localização das regiões metropolitanas no estado de São Paulo.

Figura 1 Mapa do Estado com destaque para as Regiões Metropolitanas do estado de São Paulo



Fonte: CETESB (EQQM)

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 2023

Região	Número de municípios	População	Frota
Estado	645	44.539.225	14.872.079
RMSP	39	20.746.906	7.096.303
RMBS	9	2.194.465	486.550
RMC	20	3.200.246	1.193.383
RMJU	7	853.296	302.439
RMPI	23	1.526.637	517.908
RMRP	34	1.655.471	562.183
RMSJRP	37	979.951	337.199
RMSO	27	2.194.465	729.939
RMVP	39	2.518.559	738.328

Fontes:
 Número de municípios e população SEADE (4).
 Frota: elaboração própria.

COMBUSTÍVEIS

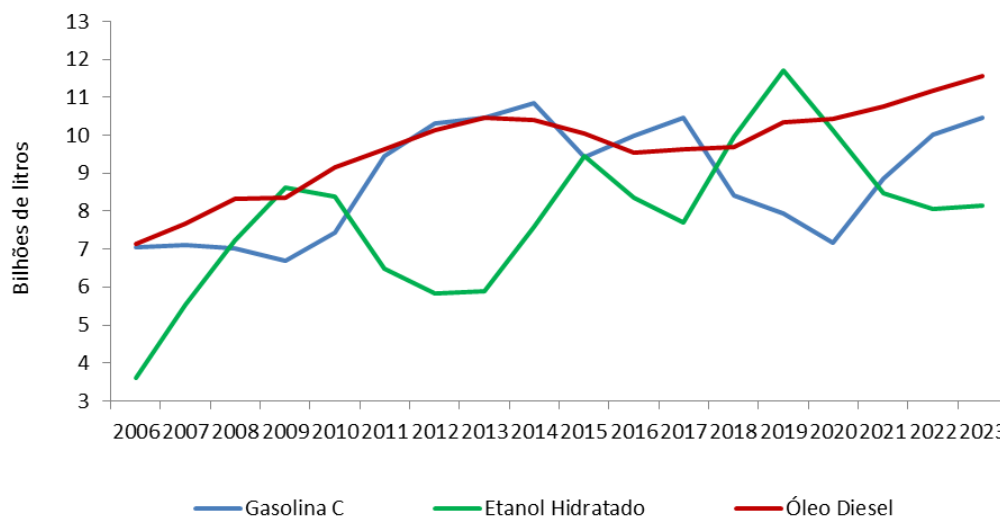
1 CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS

1.1. Volumes comercializados no Estado de São Paulo

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 paulistas, a partir de dados fornecidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP.

O Gráfico 1 apresenta a evolução do consumo aparente no segmento rodoviário no estado de São Paulo. Em 2023, em comparação com 2022, o consumo de etanol hidratado manteve-se estável, enquanto o de gasolina registrou um aumento. Já o consumo de diesel continuou a seguir a tendência de crescimento observada desde 2017, embora de forma modesta.

Gráfico 1- Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2023, em bilhões de litros

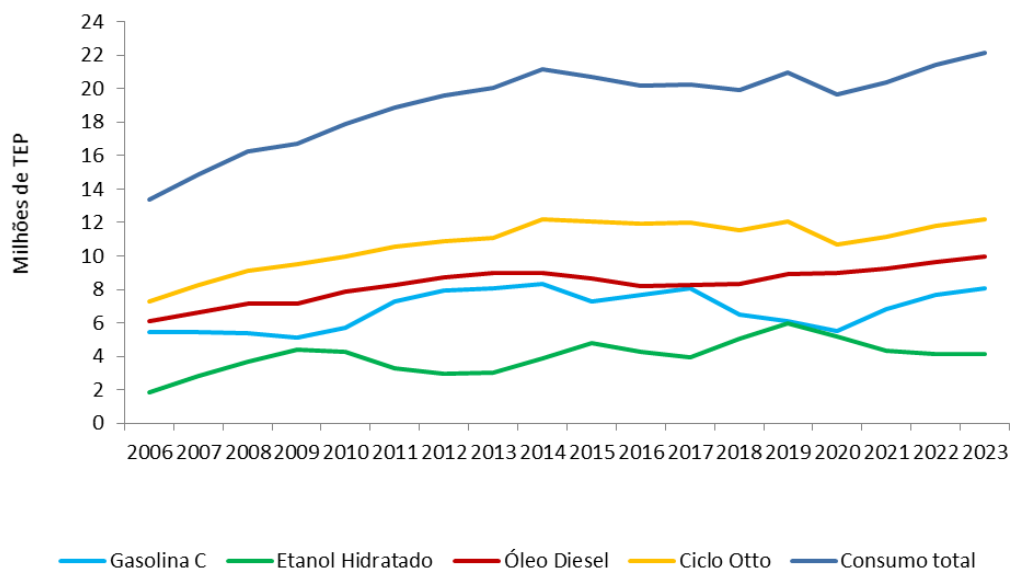


Fonte: São Paulo (14) (15), adaptado por CETESB

Os resultados dos volumes comercializados no período de 2006 a 2023 no estado de São Paulo convertidos para tonelada equivalente de petróleo (TEP) são apresentados no Gráfico 2. O total comercializado em 2023 supera o consumo histórico no estado, impulsionado pelo aumento do consumo da gasolina e do diesel.

O consumo total do combustível do ciclo Otto, soma de etanol e gasolina, apresentou um pequeno aumento em 2023, forçado pelo aumento do consumo de gasolina.

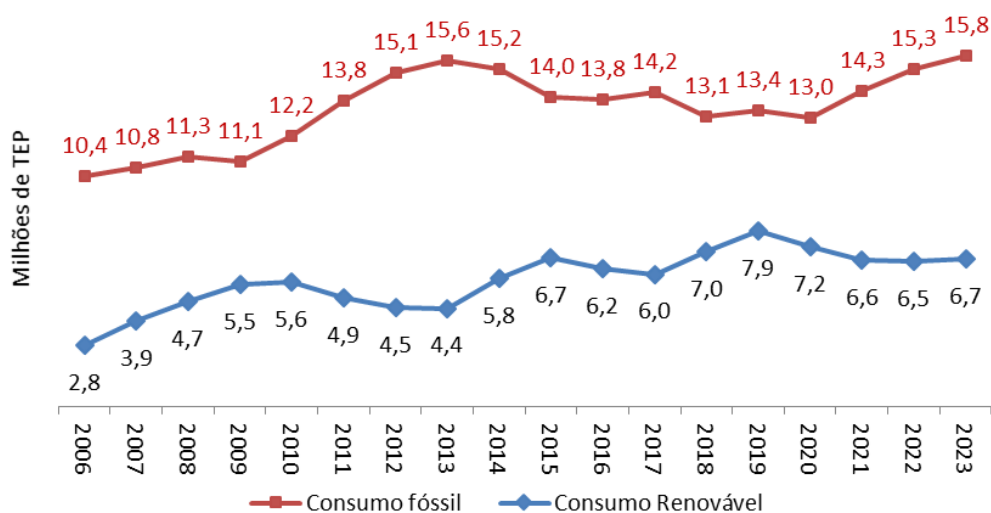
Gráfico 2 - Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2023, em TEP



Fonte: São Paulo (14) (15), adaptado por CETESB

O Gráfico 3 apresenta a evolução, também apresentada em TEP, do consumo de combustível fóssil e renovável no estado no período de 2006 a 2023. No ano de 2023 houve o aumento do consumo dos combustíveis, predominantemente dos fósseis.

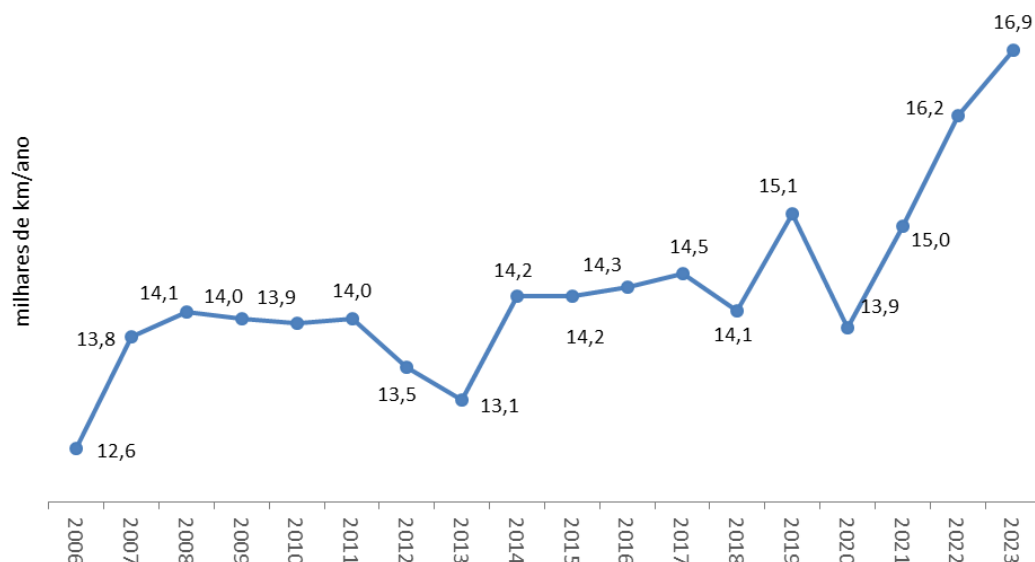
Gráfico 3 - Evolução do consumo aparente de combustível fóssil e renovável no estado de São Paulo no período de 2006 a 2023, em TEP



Fonte: São Paulo (14) (15), adaptado por CETESB

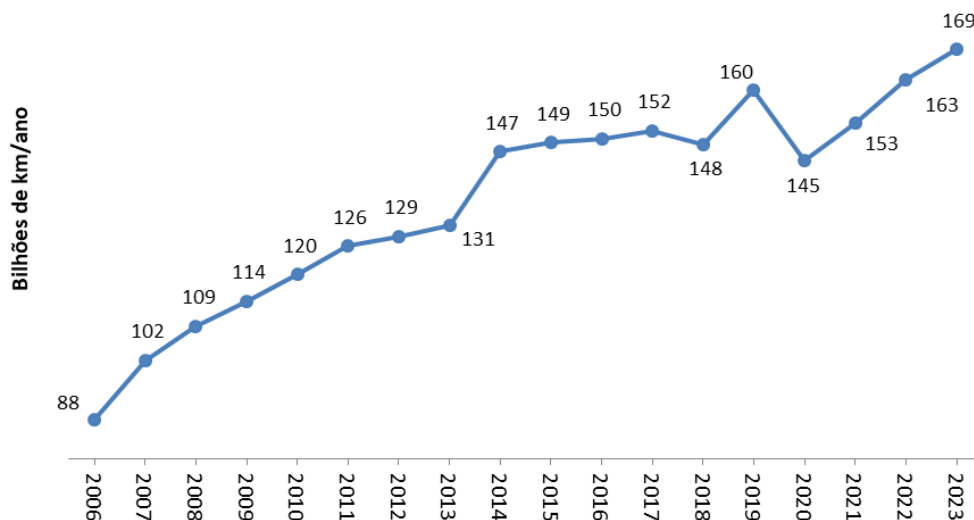
O Gráfico 4 mostra a evolução do indicador de intensidade de uso ajustada no período de 2006 a 2023 para a categoria Automóveis. Esse indicador é definido pela quantidade de veículos e pela intensidade de uso. A intensidade de uso média foi de 16,9 mil quilômetros em 2023, demonstrando o uso maior dos veículos que nos anos anteriores.

Gráfico 4 - Evolução do indicador da intensidade de uso ajustada de Automóveis no período de 2006 a 2023



O Gráfico 5 mostra a evolução do indicador de distância anual percorrida no período de 2006 a 2023 para a categoria Automóveis. O resultado demonstra o crescimento constante da atividade veicular desde 2020, atingindo 169 bilhões de quilômetros em 2023, maior valor no período analisado.

Gráfico 5 - Indicador de distância anual percorrida para Automóveis



1.2. Características dos combustíveis utilizados

Gasolina

O teor de etanol anidro adicionado à gasolina, formando a gasolina comercializada nos postos, conhecida como gasolina “C”, é atualmente de 27% em volume. Essa proporção é estabelecida pela Portaria 75 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de 05 de março de 2015 (16).

A CETESB realiza periodicamente o monitoramento do teor de etanol anidro na gasolina comum. As coletas são realizadas por técnicos da CETESB em bases de combustíveis localizadas nos municípios de Barueri, Guarulhos e São Paulo. As análises são realizadas no laboratório de emissões veiculares da CETESB. No Quadro 2 são apresentados os resultados das análises de combustíveis realizadas nos anos de 2021 e 2023.

Quadro 2- Teor de etanol anidro na gasolina comum

Ano	Nº de amostras	Teor de etanol (%)
2021	29	28,0%
2022	17	27,5%
2023	11	28,1%

Diesel

Desde 2014 são comercializados dois tipos de diesel para uso nos veículos, 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).

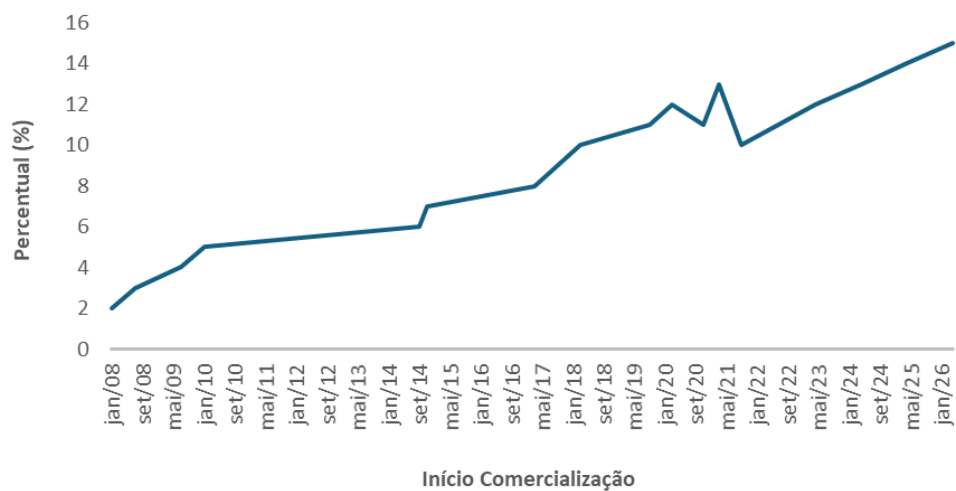
Diesel S-10

O diesel com mais baixo teor de enxofre, comumente chamado de S-10, deve obrigatoriamente ser utilizado em todos os veículos fabricados a partir das fases L6 e P7 do PROCONVE, em vigor desde 2012. O uso de diesel 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 recebe uma parcela de biodiesel. A Resolução 03, de 20 de março de 2023 (17) do Conselho Nacional de Política Energética estabeleceu a mistura de 12% no teor de biodiesel no diesel, com início em abril de 2023. A partir de abril de 2024, a parcela de biodiesel passou a 13% e está prevista para alcançar 14% em abril de 2025.

O Gráfico 6 apresenta a evolução da mistura de biodiesel no diesel no período de 2006 a 2025 (previsão).

Gráfico 6- Evolução do teor de biodiesel no diesel



FROTA CIRCULANTE

2 FROTA CIRCULANTE

2.1. 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. A Tabela 1 apresenta o número de veículos vendidos no estado de São Paulo em 2023, 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 (flex, gasolina, etanol, diesel ou GNV);
- VEHP - Veículo elétrico híbrido recarregável externamente (flex, gasolina, etanol, diesel ou GNV).

Fonte INMETRO (18)

Tabela 1- Número de veículos novos vendidos no estado de São Paulo em 2023.

Categoria		Número de Veículos
Automóvel	Otto	445.930
	VEH/VEHP	25.750
	VEB	5.805
Comerciais Leves	Otto e Diesel	101.276
	VEH/VEHP	1.088
	VEB	98
Caminhões	Diesel	22.063
	VEB	182
	GNV	63
Ônibus	Diesel	5.127
	VEB	69
Motocicletas	Otto	306.172
	VEB	3.707
Total		917.330

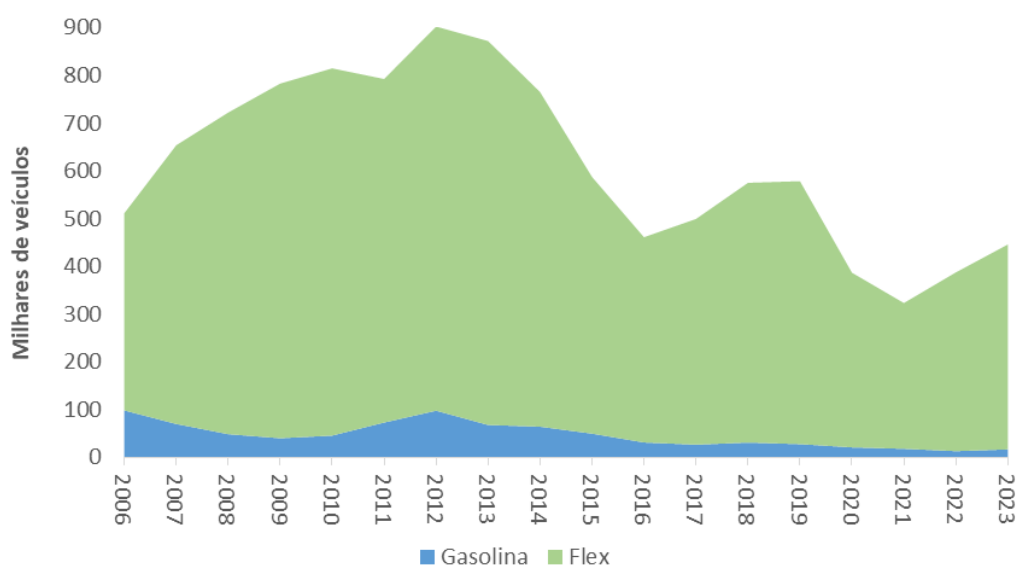
Fonte: ANFAVEA (19) e ABRACICLO (20)

Em 2023, cerca de 900 mil veículos foram vendidos, dos quais 37 mil eram elétricos ou híbridos, representando pouco mais de 4% do total, o que equivale ao dobro das vendas em 2022. No entanto, devido ao ainda baixo número de veículos elétricos e híbridos na frota circulante, sua contribuição para a redução das emissões ainda não é significativa.

Destaca-se que apenas os veículos elétricos a bateria (VEB) têm emissão nula de poluentes, ao contrário dos modelos híbridos elétricos (VEH) e híbridos plug-in (VEHP), que podem circular com motores a combustão, dependendo da tecnologia aplicada.

O Gráfico 7 apresenta a evolução das vendas da categoria Automóveis novos no período de 2006 a 2023. Nota-se um aumento significativo das vendas no período de 2006 a 2012, principalmente de veículos *flex-fuel*. De 2013 a 2016 houve uma queda no volume de vendas, seguida por um indicativo de recuperação a partir de 2017, interrompido nos anos mais críticos da pandemia, em 2020 e 2021. Observa-se uma nova tendência de aumento em 2023. No entanto, as vendas de veículos novos ainda permanecem substancialmente abaixo dos níveis observados no início da década passada e também inferiores aos números anteriores à pandemia. Além disso, desde 2013, há uma tendência de queda na venda de automóveis movidos exclusivamente a gasolina.

Gráfico 7 – Evolução das vendas de Automóveis novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2023



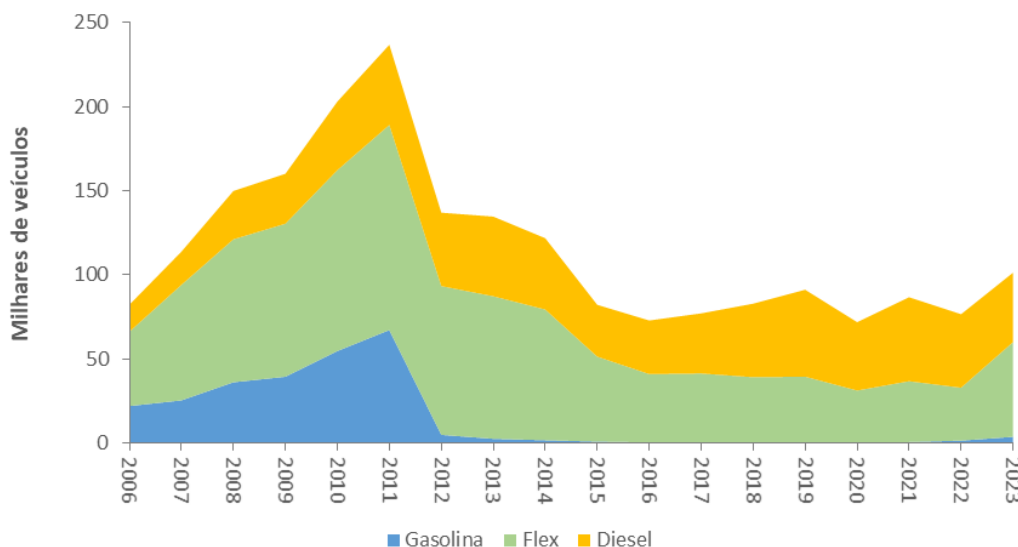
Fonte: ANFAVEA (19).

O Gráfico 8 apresenta a evolução das vendas de veículos novos da categoria Comerciais Leves vendidos no período de 2006 a 2023, segregada por combustível.

A aparente queda nas vendas a partir de 2012 se deve a alteração na base de dados fornecida pela ANFAVEA, que reclassificou parte dos modelos dessa categoria como Automóveis. No entanto, essa reclassificação retroagiu apenas até o ano de 2012. Portanto, é possível inferir que as vendas de Comerciais

Leves nos anos anteriores foram provavelmente menores do que o reportado. A participação dos veículos movidos a gasolina tem declinado ao longo dos anos, sendo substituídos pelos veículos flex-fuel e diesel.

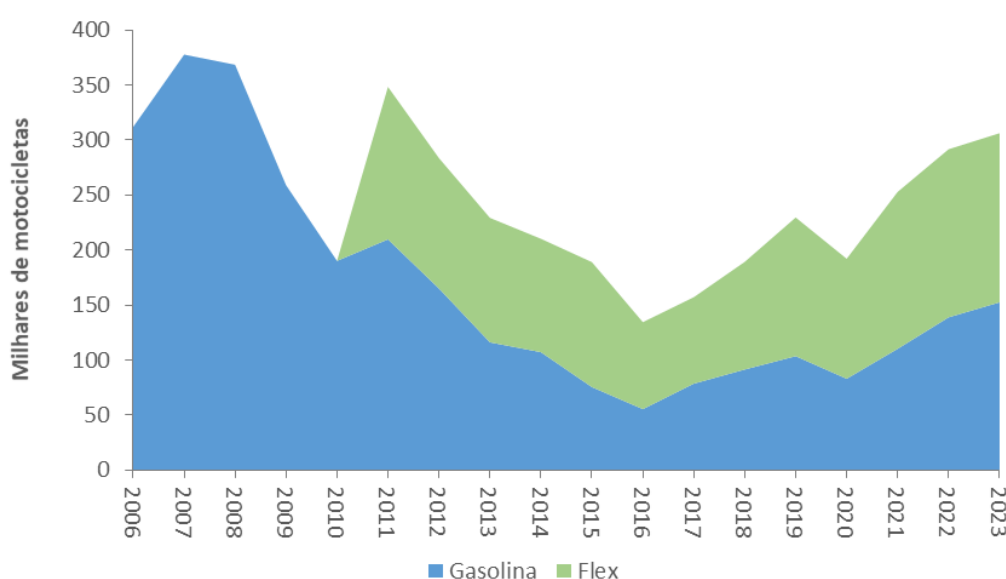
Gráfico 8 - Evolução das vendas de Comerciais Leves novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2023



Fonte: ANFAVEA (19).

O Gráfico 9 apresenta a evolução das vendas de motocicletas novas de 2006 a 2023. Nota-se uma grande variação nas vendas na década passada, com recuperação a partir de 2017, apesar da interrupção em 2020. Em 2023, houve um aumento de 5% no volume de vendas em comparação com 2022.

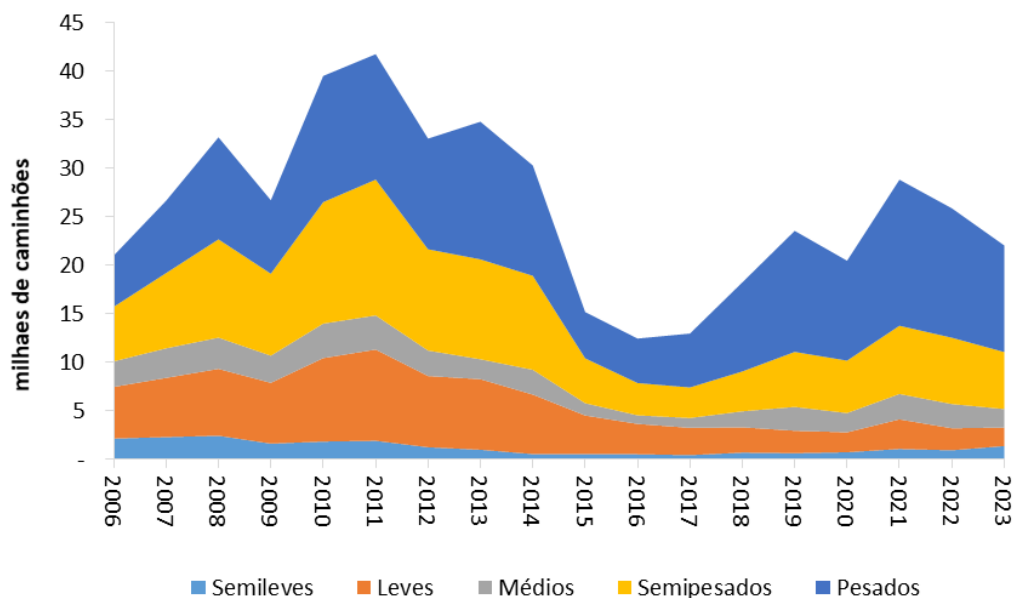
Gráfico 9 - Evolução das vendas de Motocicletas novas no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2023



Fonte: ABRACICLO (20).

O Gráfico 10 apresenta a evolução das vendas de Caminhões novos separados por subcategorias no período de 2006 a 2023. Todas as subcategorias apresentaram queda nas vendas em 2023, em média 18%, com exceção dos modelos Semileves.

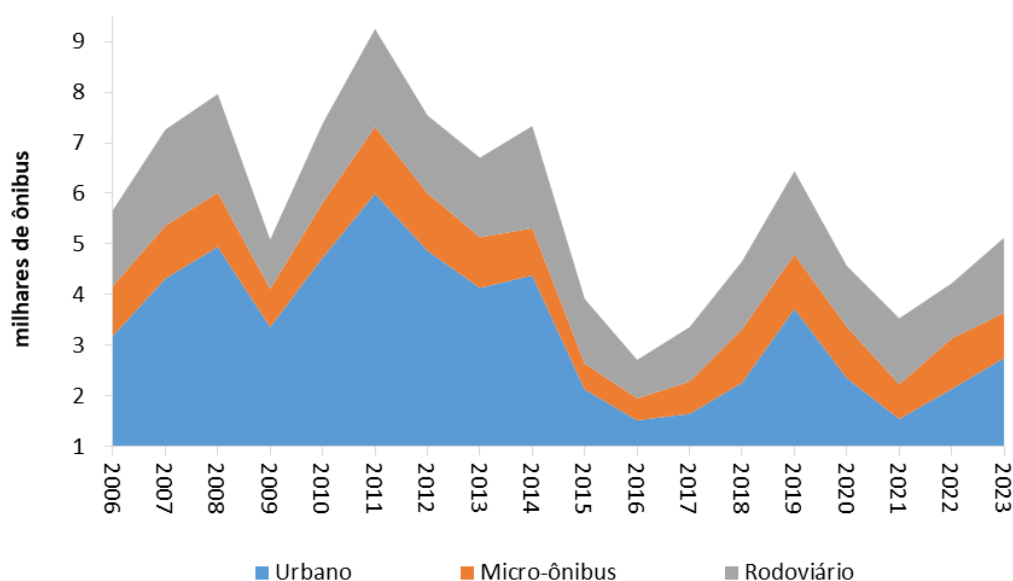
Gráfico 10 - Evolução das vendas de Caminhões novos nos anos de 2006 a 2023 no estado de São Paulo, separados por subcategorias



Fonte: ANFAVEA (19).

O Gráfico 11 apresenta a evolução das vendas de Ônibus novos divididos por subcategoria no período de 2006 a 2023.

Gráfico 11 - Evolução das vendas de Ônibus novos nos anos de 2006 a 2023 no estado de São Paulo, separados por subcategorias.



Fonte: ANFAVEA (19), FABUS (21)

2.2. Estimativa da frota circulante

Frota circulante é o conjunto de veículos que se estima estarem efetivamente sendo utilizados em uma determinada área. A metodologia para o cálculo da frota circulante está descrita em Metodologia de Cálculo do Inventário de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo (1).

A Tabela 2 apresenta as estimativas da frota circulante em 2023 do estado de São Paulo, 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).

Nesta edição apresentamos também a frota circulante de veículos elétricos e híbridos para o estado de São Paulo.

A frota circulante separada por combustível e subcategoria, bem como os totais para cada município do estado de São Paulo podem ser encontradas 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.

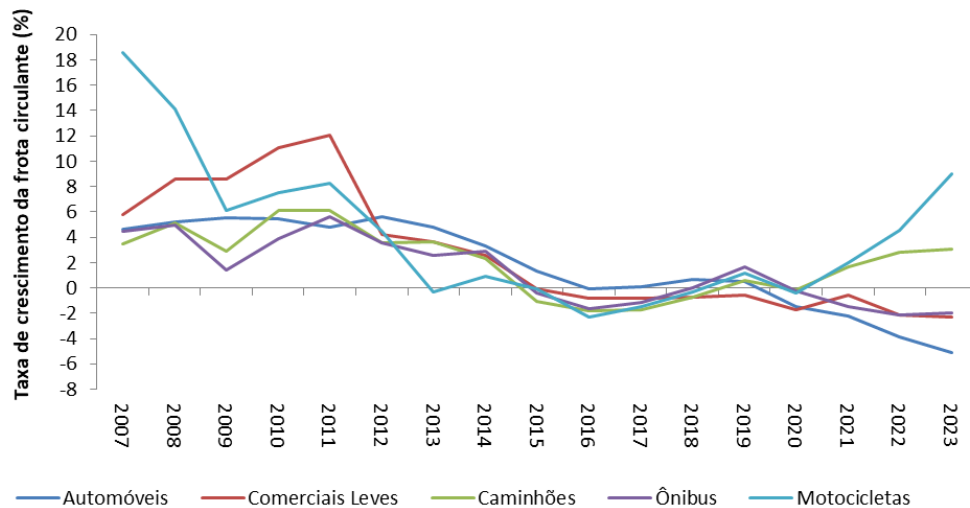
Tabela 2 - Estimativas da frota circulante no estado de São Paulo em 2023

Categoria	Estado de São Paulo	Município de São Paulo	RMSP	RMC	RMBS	RMVP	RMSO	RMRP	RMSJRP	RMPI	RMJU
Automóveis	9.913.686	3.198.145	5.037.479	817.286	285.962	490.051	464.984	342.206	205.879	321.856	205.850
Automóveis Elétricos e Híbridos	72.665	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Comerciais Leves	1.631.944	481.601	748.458	130.464	40.509	78.157	75.813	70.364	45.060	58.942	32.970
Comerciais Leves Elétricos e Híbridos	2.133	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Caminhões	453.057	93.245	175.489	36.338	13.072	16.468	24.525	24.303	12.955	20.182	12.366
Caminhões Elétricos	555	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ônibus	105.175	33.510	53.926	9.128	2.591	4.393	4.251	4.449	1.997	3.190	1.745
Ônibus Elétricos	369	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Motocicletas	2.768.216	635.303	1.080.952	200.168	144.414	149.259	160.366	120.861	71.309	113.737	49.508
Motocicletas Elétricas	7.373	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total	14.872.079	4.441.803	7.096.303	1.193.383	486.550	738.328	729.939	562.183	337.199	517.908	302.439
Total Elétrico e Híbridos	83.095	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

nd = não disponível

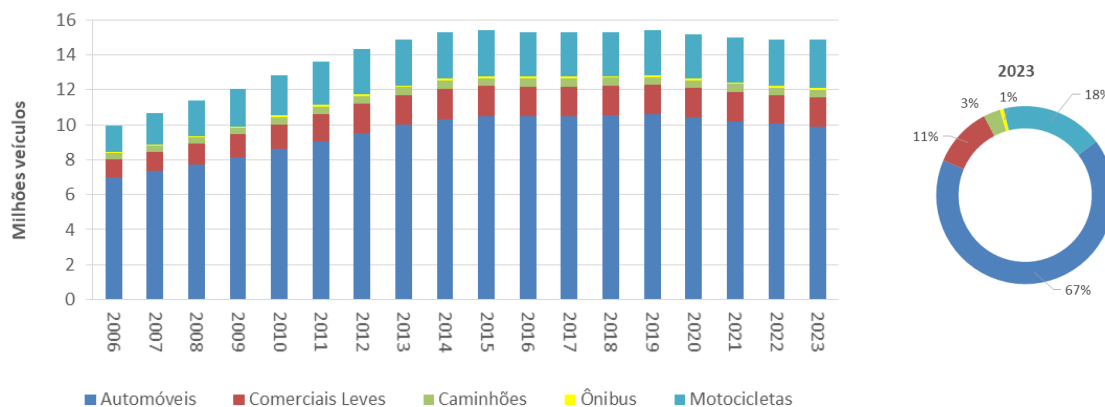
O Gráfico 12 apresenta a evolução percentual das taxas de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo, considerando 2006 como ano de referência. Nos últimos anos, nota-se uma diminuição na taxa de crescimento da categoria Automóveis. Essa redução pode ser atribuída ao fato de que o número de veículos novos licenciados no estado é inferior ao número de veículos retirados da frota, especialmente devido ao sucateamento. Em contrapartida, as categorias Motocicletas e Caminhões mostram uma tendência de crescimento.

Gráfico 12 - Evolução das taxas de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo



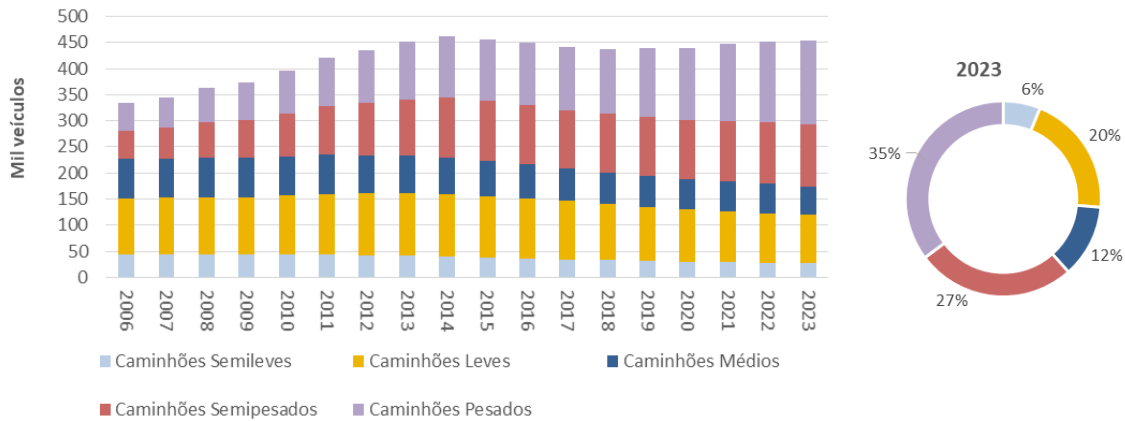
O Gráfico 13 apresenta a evolução da frota circulante no estado de São Paulo de 2006 a 2023, classificada por categoria de veículos, com destaque para a participação de cada categoria em 2023. Desde 2013 a frota circulante tem se mantido em torno de 15 milhões de veículos, mas a partir de 2019 apresenta uma tendência de queda, ainda que não muito acentuada. No destaque, é possível observar que quase 70% da frota é composta pela categoria Automóveis.

Gráfico 13 - Evolução da frota circulante no estado de São Paulo por categoria



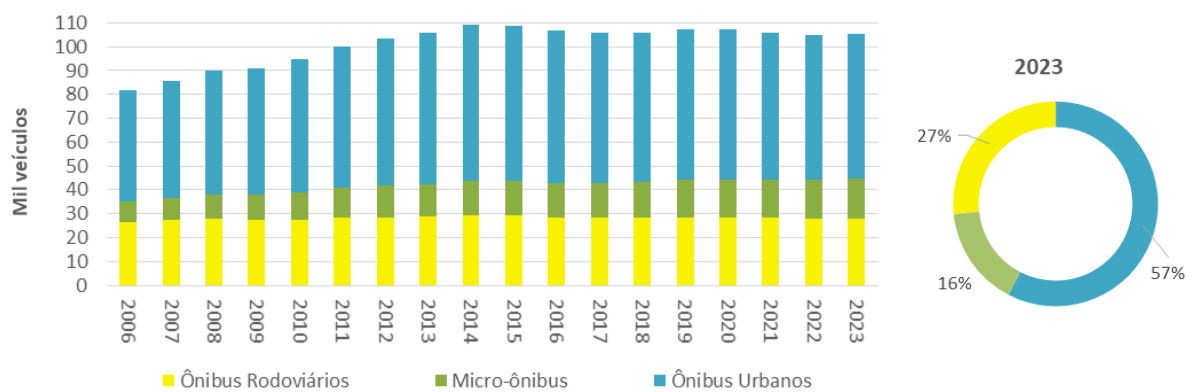
O Gráfico 14 apresenta a evolução da frota circulante de Caminhões no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2023, dividida por subcategorias, com destaque para a participação de cada subcategoria em 2023. Nota-se uma leve tendência de estabilidade neste segmento nos últimos anos.

Gráfico 14- Evolução da frota circulante de Caminhões por subcategoria



O Gráfico 15 apresenta a evolução da frota circulante de Ônibus no estado de São Paulo, no período de 2006 a 2023, dividida por subcategorias. Observa-se uma tendência de estabilidade nos últimos anos. No detalhe é possível notar que a subcategoria Ônibus Urbano representa aproximadamente 60% da frota total dessa categoria.

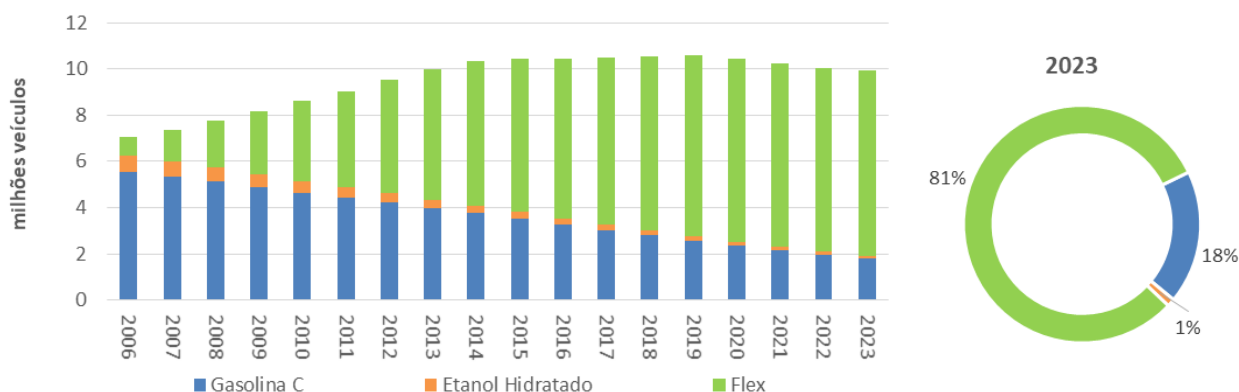
Gráfico 15 - Evolução da frota circulante de Ônibus por subcategoria



2.3. Estimativa da frota circulante por tipo de combustível

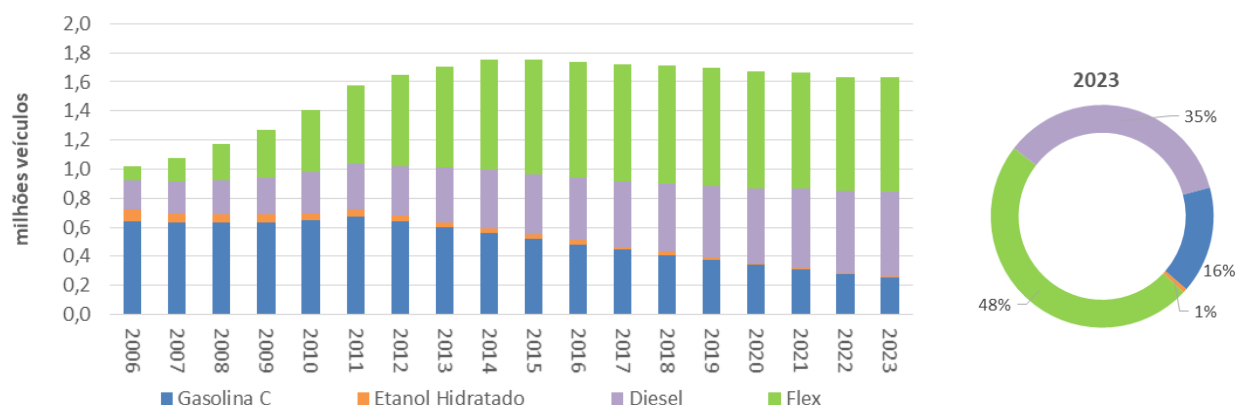
O Gráfico 16 apresenta a evolução da frota circulante na categoria Automóveis no estado de São Paulo de 2006 a 2023, por tipo de combustível. Em 2023 destaca-se a predominância dos veículos *flex-fuel* na composição da frota total de Automóveis, representando cerca de 80%.

Gráfico 16 - Evolução da frota circulante de Automóveis por tipo de combustível



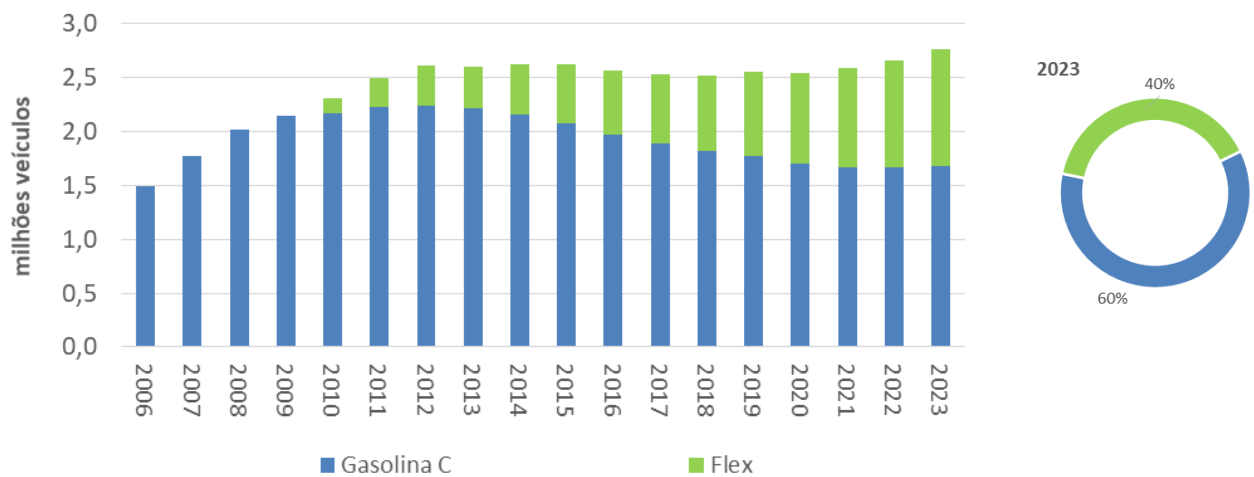
O Gráfico 17 apresenta a evolução da frota circulante no estado de São Paulo de 2006 a 2023, na categoria Comerciais Leves, por tipo de combustível. O gráfico mostra o crescimento expressivo desse segmento até 2014, seguido por uma tendência de estabilidade nos últimos anos. Além disso, é possível observar o aumento progressivo da frota de Comerciais Leves movidos a diesel, enquanto os veículos movidos exclusivamente a gasolina têm mostrado queda desde 2011.

Gráfico 17 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves por tipo de combustível



O Gráfico 18 mostra a evolução da frota circulante de motocicletas no estado de São Paulo entre 2006 e 2023, segmentada por tipo de combustível. Nos últimos anos, observa-se uma tendência de crescimento, com destaque para o aumento das motocicletas flex-fuel, embora o segmento movido a gasolina ainda predomine.

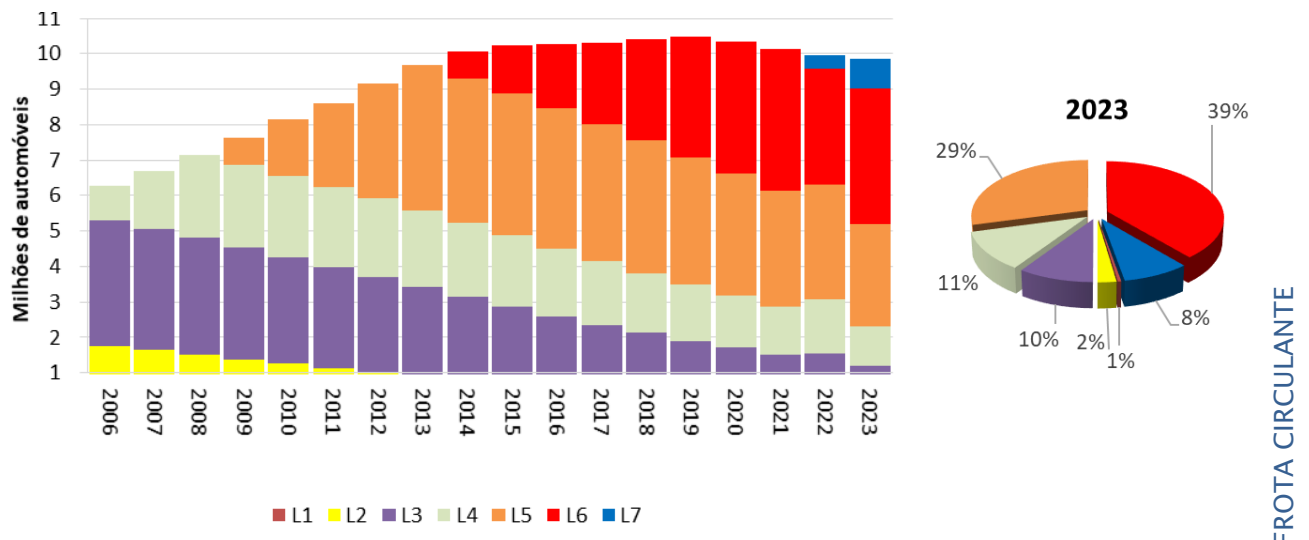
Gráfico 18 - Evolução da frota circulante de Motocicletas por tipo de combustível



2.4. Frota circulante por fase do Proconve e do Promot

O Gráfico 19 apresenta a evolução da frota circulante na categoria Automóveis separada por fases do Proconve, de 2006 a 2023. Em 2023, 68% da frota era composta por veículos das fases L5 e L6, enquanto 8% pertenciam à nova fase L7.

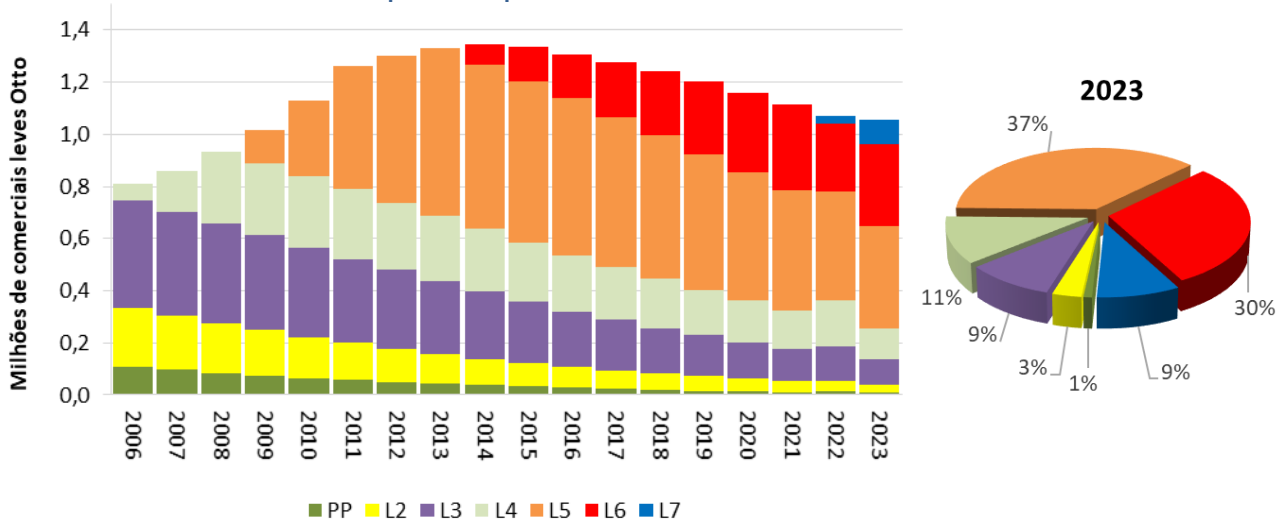
Gráfico 19 - Evolução da frota circulante de Automóveis separada por fases do Proconve



Na fase PP (Pré-Proconve), estão incluídos Ônibus fabricados até 1986, Caminhões até 1988, Comerciais Leves até 1991 e Motocicletas fabricadas até 2002. Em 2022 foram implementadas as novas fases do Proconve: L7 para Automóveis e Comerciais Leves (22) e P8 para Caminhões e Ônibus (23).

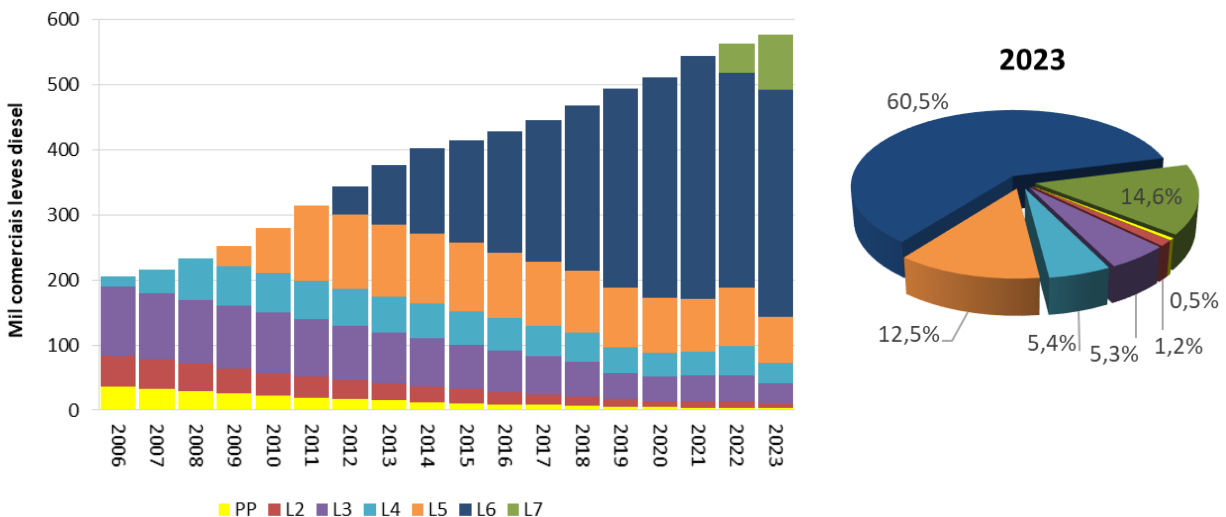
O Gráfico 20 apresenta a evolução da frota circulante na categoria Comerciais Leves do ciclo Otto de 2006 a 2023. Destaca-se a predominância da Fase L5, que compreende aproximadamente 40% da frota e inclui veículos fabricados de 2009 a 2013, enquanto a nova Fase L7 representa 9% dos veículos.

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



O Gráfico 21 apresenta a evolução da frota circulante da categoria Comerciais Leves movidos a diesel de 2006 a 2023. Para essa categoria, a fase L6 iniciou em 2012 e compõe 61% da frota circulante. A nova fase L7 representa 15% da frota. Ao contrário dos Comerciais Leves do ciclo Otto, a frota dos modelos movidos a diesel continua em expansão.

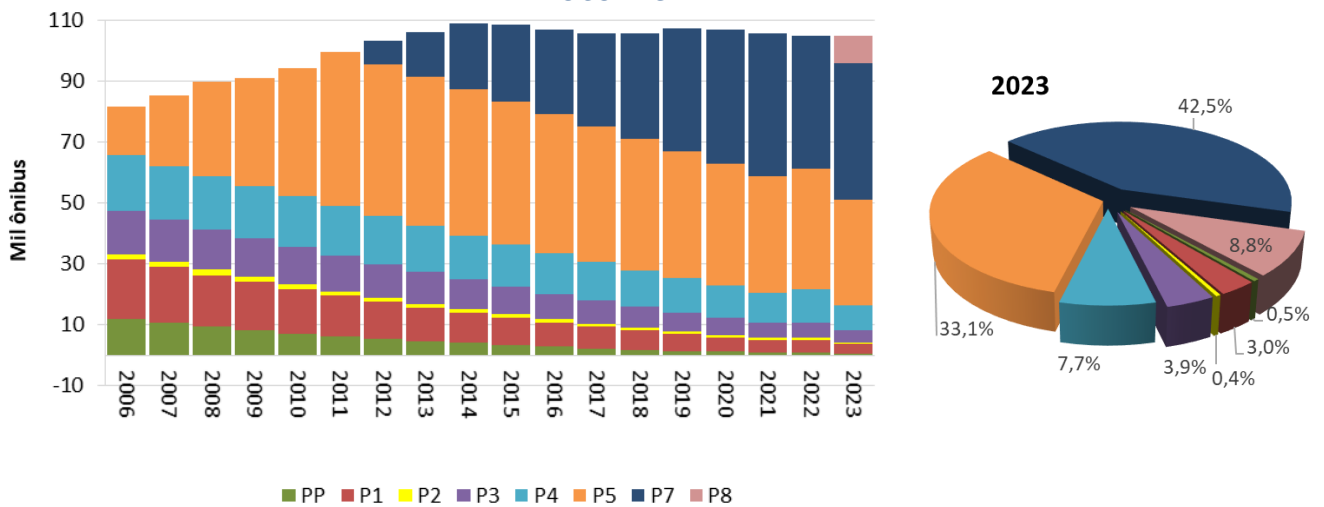
Gráfico 21 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves diesel separada por fases do Proconve



O Gráfico 22 apresenta a evolução da frota circulante de Ônibus no período de 2006 a 2023, segregada pelas subcategorias.

Cerca de 75% da frota atende as fases P5 e P7 e aproximadamente 15% dos veículos pertencem a fases anteriores, com níveis de emissão de poluentes significativamente mais altos. Quase 10% dos ônibus já são da nova Fase P8 do Proconve. 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.

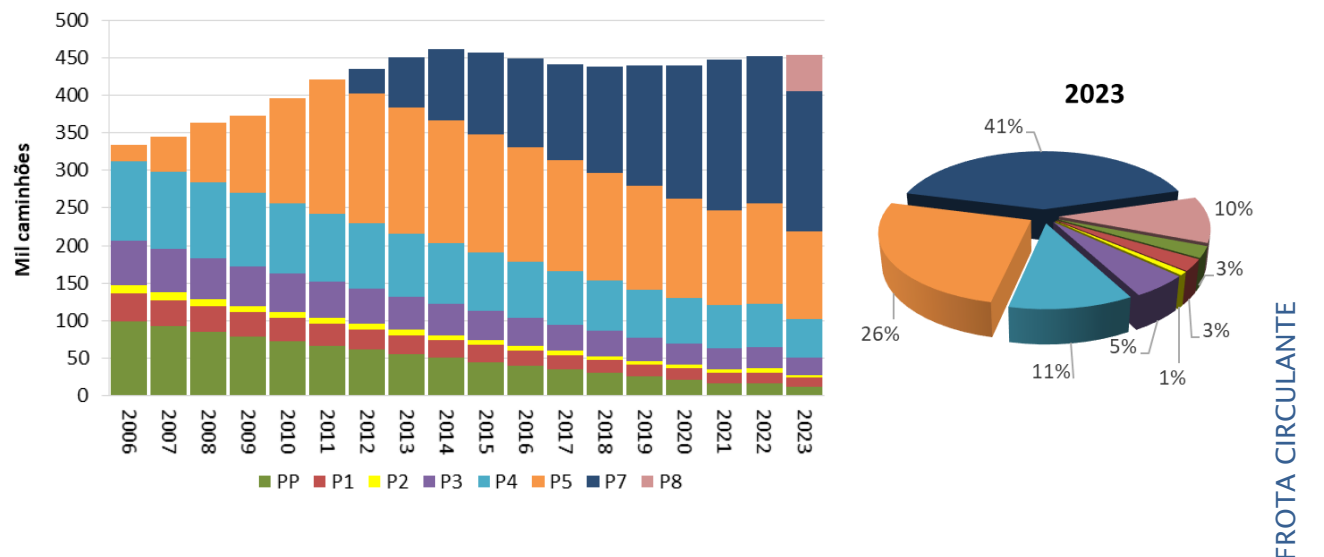
Gráfico 22 - Evolução da frota circulante de Ônibus separada por fases do Proconve



O Gráfico 23 apresenta a evolução da frota circulante de Caminhões no período de 2006 a 2023, segregada pelas subcategorias.

Em 2023, a distribuição percentual da frota de Caminhões foi de 23% para veículos fabricados antes da Fase P5, 26% fabricados na Fase P5, o maior percentual (41%), para veículos na Fase P7, e finalmente 10% na nova fase P8.

Gráfico 23 - Evolução da frota circulante de Caminhões separada por fases do Proconve

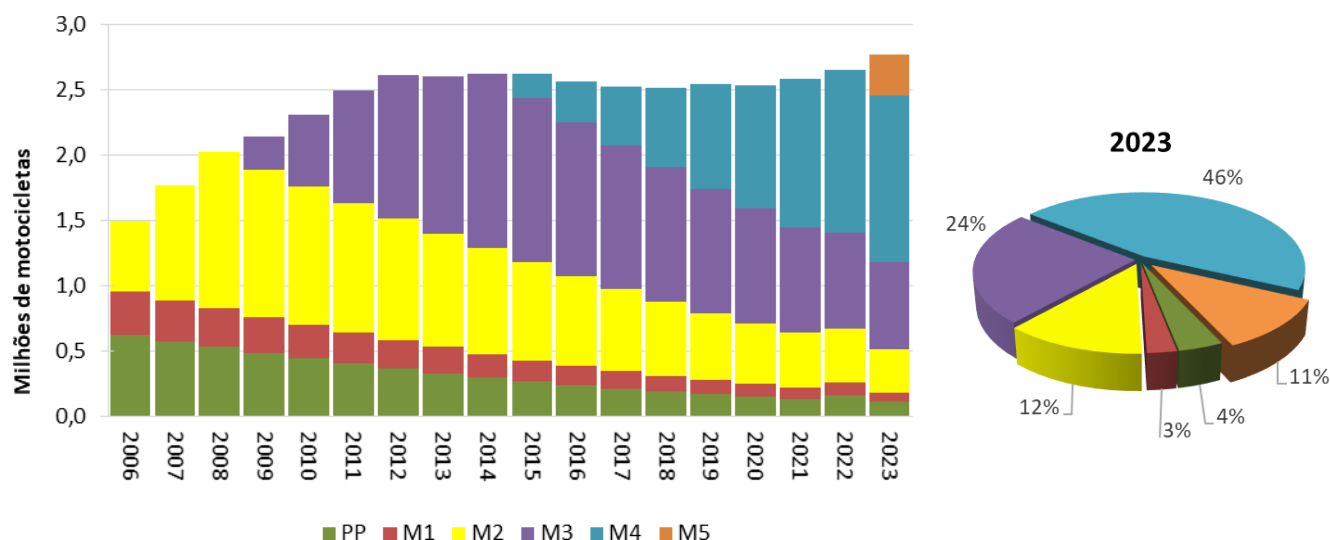


Observa-se que, em comparação com os ônibus, a renovação da frota de caminhões é um pouco mais lenta, visto que não há limitação de idade para uso, resultando em um número significativo de veículos das fases P4 e anteriores, já muito ultrapassadas em termos de controle de emissão.

O Gráfico 24 apresenta a evolução da frota por fase do Promot da categoria Motocicletas no período de 2006 a 2023.

É evidente o crescimento da frota de Motocicletas da fase M4, ainda mais significativo em 2023, enquanto ocorre uma diminuição na participação das Motocicletas da fase M3, fabricadas entre 2009 e 2013. A nova fase M5 já representa 11% da frota.

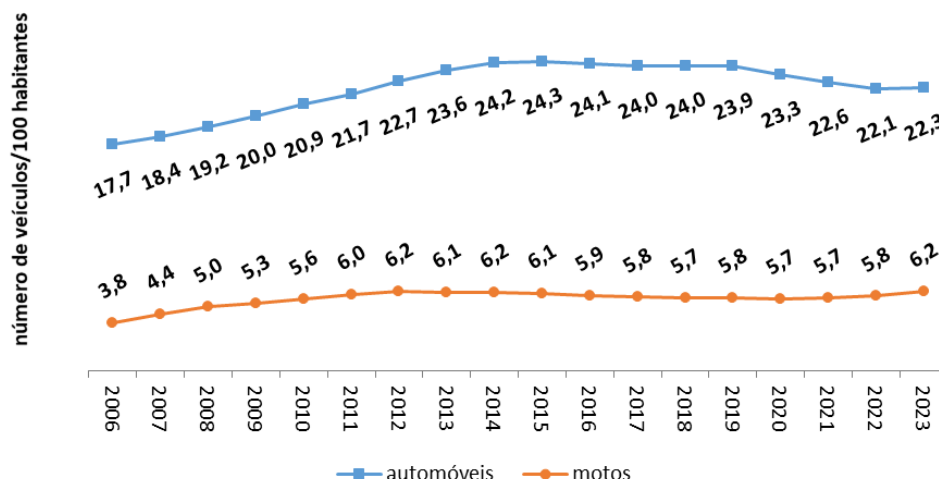
Gráfico 24- Evolução da frota circulante de Motocicletas separada por fases do Promot



2.5. Taxa de motorização da população do estado

O Gráfico 25 mostra a evolução da taxa de motorização no estado de São Paulo de 2006 a 2023 para as categorias Automóveis e Motocicletas.

Gráfico 25 - Evolução da taxa de motorização por habitante no estado de São Paulo de 2006 a 2023



Atualmente, a taxa de motorização para automóveis é de 22,3 veículos por 100 habitantes, refletindo uma tendência de queda nos últimos anos. Essa taxa é consideravelmente inferior à média de países desenvolvidos.

Para motocicletas, a taxa é de 6,2 veículos por 100 habitantes, indicando um aumento em comparação aos anos anteriores. O cálculo desses indicadores baseia-se na população estimada de 44,5 milhões de habitantes no estado de São Paulo em 2023 (5).

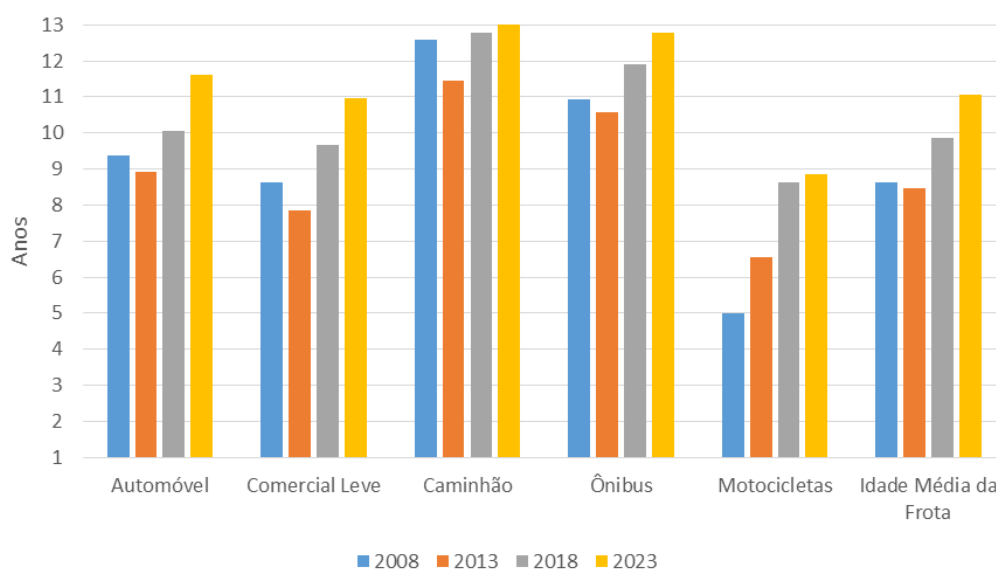
2.6. Estimativa da idade média da frota circulante

O ano de fabricação de um veículo indica a fase do Proconve ou Promot que ele atende e consequentemente seu padrão de emissão. Por isso, o cálculo da idade média da frota circulante é importante indicador para auxiliar a estabelecer políticas públicas específicas.

O Gráfico 26 apresenta 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 2008.

Nota-se clara tendência de envelhecimento da frota motivada, em especial, pela redução da venda de veículos novos. 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.

Gráfico 26 - Evolução da idade média agregada da frota no estado de São Paulo nos anos de 2008, 2013, 2018 e 2023



EMISSÃO DE POLUENTES

3 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 2.

Em 2023, de acordo com a análise dos dados de consumo e preço de combustíveis pela metodologia utilizada neste relatório (24), obteve-se que no estado de São Paulo 51% 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 2022.

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, uma vez que não há dados disponíveis sobre emissões evaporativas, abastecimento e aldeídos para essas categorias. Isso significa que as estimativas de poluição por NMHC, especialmente para motocicletas, podem estar subestimadas.

É importante destacar que, até 2022, a emissão de abastecimento não foi sujeita a qualquer controle no Brasil, ao contrário das emissões de escapamento e evaporativas, que tiveram seus limites máximos reduzidos ao longo dos anos em decorrência do Proconve. A projeção indicava que as emissões de abastecimento evoluíram de maneira proporcional ao consumo de combustível, enquanto as emissões de escapamento e evaporativas diminuiriam devido à renovação da frota e à introdução de veículos que atendem às novas fases do Proconve.

Com a aprovação da Resolução Conama 492/2018 (22), os Automóveis e Comerciais Leves do ciclo Otto passarão a ter controle sobre as emissões de abastecimento. Serão aplicados percentuais escalonados, de modo que, até 2025, todos os veículos dessas categorias sejam fabricados com esse controle. Com a substituição gradual dos veículos antigos, que não possuem esse sistema, por novos veículos já adequados à norma, espera-se uma redução nas emissões durante o abastecimento nos próximos anos. No entanto, os resultados dessa nova política ainda são irrelevantes em 2023, considerando a pequena quantidade de veículos já equipados com o sistema de controle.

A evolução das emissões no estado de São Paulo de 2006 a 2023 segregada por poluente e categoria de veículos e combustível, bem como a evolução das emissões em cada região no mesmo período, estão disponíveis para *download* no site da CETESB.

3.1. Estimativa de emissão de poluentes no estado de São Paulo

Os resultados das estimativas de emissão de poluentes no estado de São Paulo em 2023 estão apresentados na Tabela 3, segregados por categoria de veículo e combustível.

Tabela 3 - Estimativas da emissão veicular no estado de São Paulo em 2023

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NO _x	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	59.755	8.070	38	95	11.371
		Etanol Hidratado	9.567	857	nd	nd	2.023
		<i>Flex</i> -gasolina C	68.085	6.944	254	217	16.648
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	49.707	3.740	nd	nd	12.460
Comerciais Leves		Gasolina C	9.871	1.091	5	18	2.406
		Etanol Hidratado	876	83	nd	nd	219
		<i>Flex</i> -gasolina C	7.643	847	9	30	1.986
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	5.711	460	nd	nd	1.275
		Diesel	1.246	5.748	234	108	305
Caminhões	Semileves	Diesel	260	1.438	58	16	78
	Leves		1.270	6.922	239	83	334
	Médios		834	4.661	200	46	240
	Semipesados		6.055	38.809	879	529	1.243
	Pesados		6.904	45.250	872	566	1.422
Ônibus	Urbanos	Diesel	2.408	12.180	268	19	417
	Micro-ônibus		200	1.119	22	2	37
	Rodoviários		1.187	7.131	170	87	265
Motocicletas		Gasolina C	49.728	1.757	130	21	7.763
		<i>Flex</i> -gasolina C	8.193	391	38	8	1.264
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	3.480	167	nd	nd	762
Total			292.981	147.664	3.413	1.845	62.521

Notas: nd – não disponível.

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

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

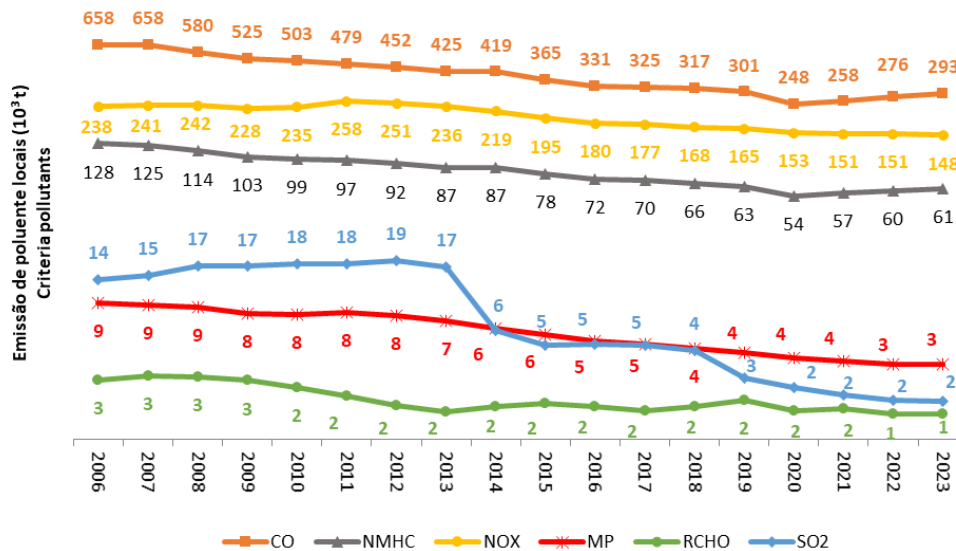
O Gráfico 27 apresenta a evolução das emissões de poluentes locais no período de 2006 a 2023, no estado de São Paulo.

Em 2023 houve o aumento nas emissões dos poluentes CO e NMHC em relação a 2022 e a manutenção em níveis dos demais poluentes, exceto a emissão do NO_x, que manteve a tendência de queda.

Mesmo com o crescimento constante da frota, que perdurou até 2014, como apresentado no Gráfico 13, a emissão dos poluentes foi decrescente, motivada pela incorporação de veículos com novas tecnologias em substituição aos veículos antigos e mais poluidores. Entretanto, desde 2021 constata-se o aumento das emissões veiculares, possivelmente devido ao constante aumento no uso dos veículos, demonstrado pelo aumento no consumo de combustíveis, conforme apontado no Gráfico 2, ao mesmo tempo em que a frota envelhece, conforme demonstra o Gráfico 26.

Para o poluente NO_x , emitido principalmente por veículos pesados, a longa tendência de queda se mantém, mesmo com a renovação lenta da frota de caminhões. Essa tendência ainda é impactada pela presença predominante dos veículos da fase P7, introduzida em 2012 e produzida até 2022, que somada aos novos veículos P8, ultrapassam 50% da frota, conforme pode ser observado no Gráfico 22 para os ônibus e no Gráfico 23 para os caminhões.

Gráfico 27 - Evolução das emissões de poluentes no estado de São Paulo°



A emissão de aldeídos (RCHO) varia ao longo dos anos em função do consumo de etanol nos veículos flex-fuel. Em geral, as emissões desse poluente são mais elevadas quando os veículos utilizam etanol em comparação ao uso de gasolina.

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 à redução das emissões de ambos os poluentes.

Da mesma forma, algumas regiões próximas às vias de tráfego intenso também apresentam valores altos de $\text{MP}_{2,5}$. 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.

A Tabela 4 apresenta os valores de emissão de COV, segregados por tipo, origem (escapamento, evaporativa e abastecimento), categoria de veículo e combustível.

Tabela 4 - Estimativa de emissão veicular de COV no estado de São Paulo em 2023 segregada por origem, categoria e combustível

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)			
			NMHC escap	NMHC evap	NMHC abast	RCHO
Automóveis		Gasolina C	5.802	2.409	2.928	233
		Etanol Hidratado	992	900	47	83
		<i>Flex</i> -gasolina C	6.292	3.455	6.684	218
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	5.801	3.289	2.562	808
Comerciais Leves		Gasolina C	857	991	531	28
		Etanol Hidratado	87	120	5	7
		<i>Flex</i> -gasolina C	704	345	911	27
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	502	338	340	96
		Diesel	305	nd	nd	nd
Caminhões	Semileves	Diesel	78	nd	nd	nd
	Leves		334	nd	nd	nd
	Médios		240	nd	nd	nd
	Semipesados		1.243	nd	nd	nd
	Pesados		1.422	nd	nd	nd
Ônibus	Urbanos	Diesel	417	nd	nd	nd
	Micro-ônibus		37	nd	nd	nd
	Rodoviários		265	nd	nd	nd
Motocicletas		Gasolina C	7.763	nd	nd	nd
		<i>Flex</i> -gasolina C	1.264	nd	nd	nd
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	762	nd	nd	nd
Total			35.168	11.846	14.007	1.500

Notas: nd – não disponível.

3.1.1. Participação na emissão de poluentes conforme as categorias de veículos

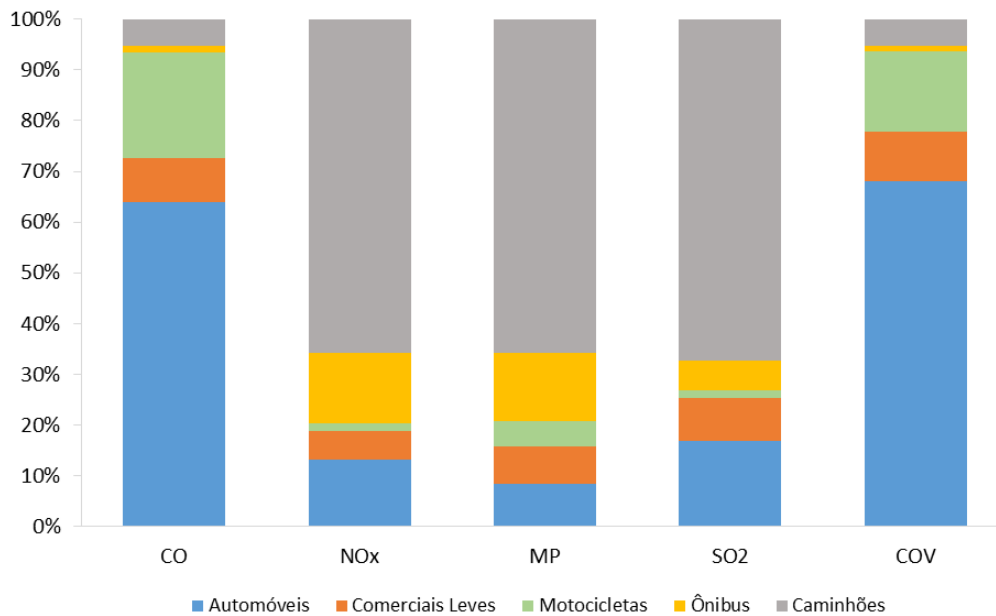
O Gráfico 28 mostra a contribuição relativa de cada categoria de veículo nas emissões dos poluentes no estado de São Paulo em 2023.

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 e Ônibus 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.

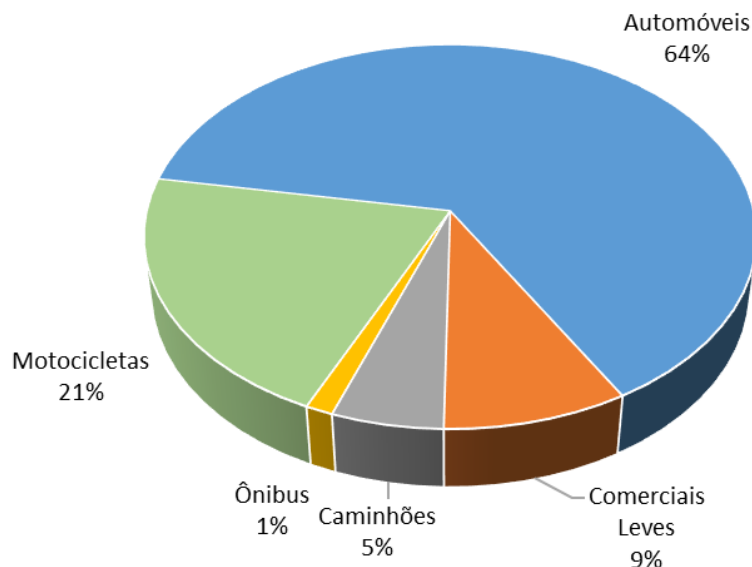
A emissão de SO₂ está ligada ao teor de enxofre contido nos combustíveis fósseis comercializados no país, em especial na parcela do diesel com 500 mg/kg de enxofre. Com a gradual redução do consumo desse combustível e a limitação do teor de enxofre na gasolina e no diesel S10, a tendência é de redução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

Gráfico 28 - Contribuição relativa de cada categoria na emissão de poluentes no estado de São Paulo em 2023



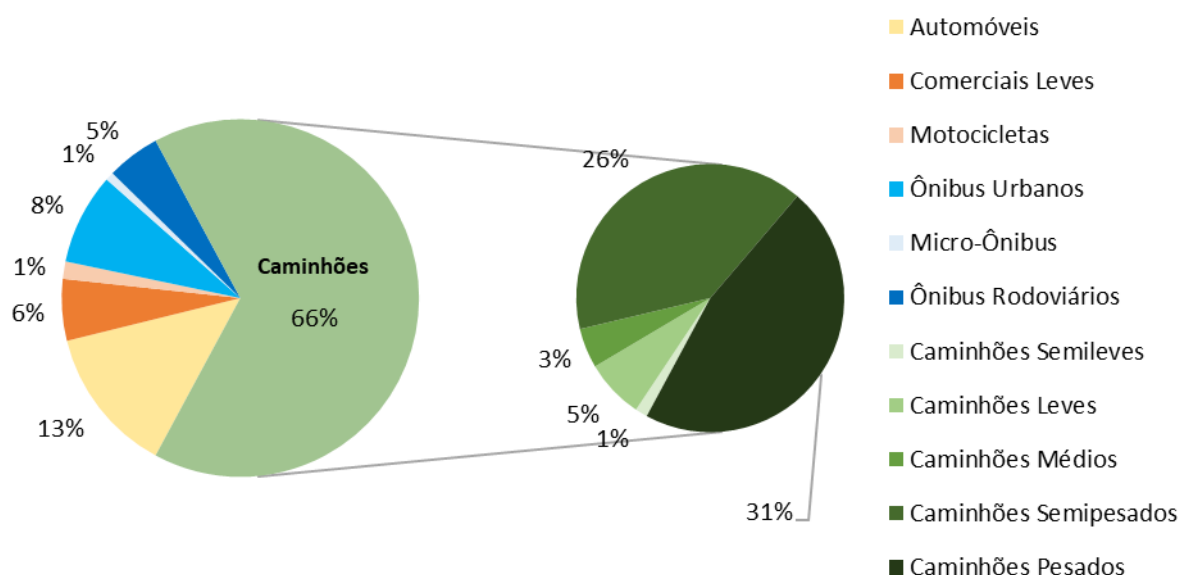
O Gráfico 29 apresenta a participação percentual das categorias para o poluente CO. Os Automóveis são os maiores contribuintes, com participação de 64% na emissão total.

Gráfico 29 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de monóxido de carbono no estado de São Paulo em 2023



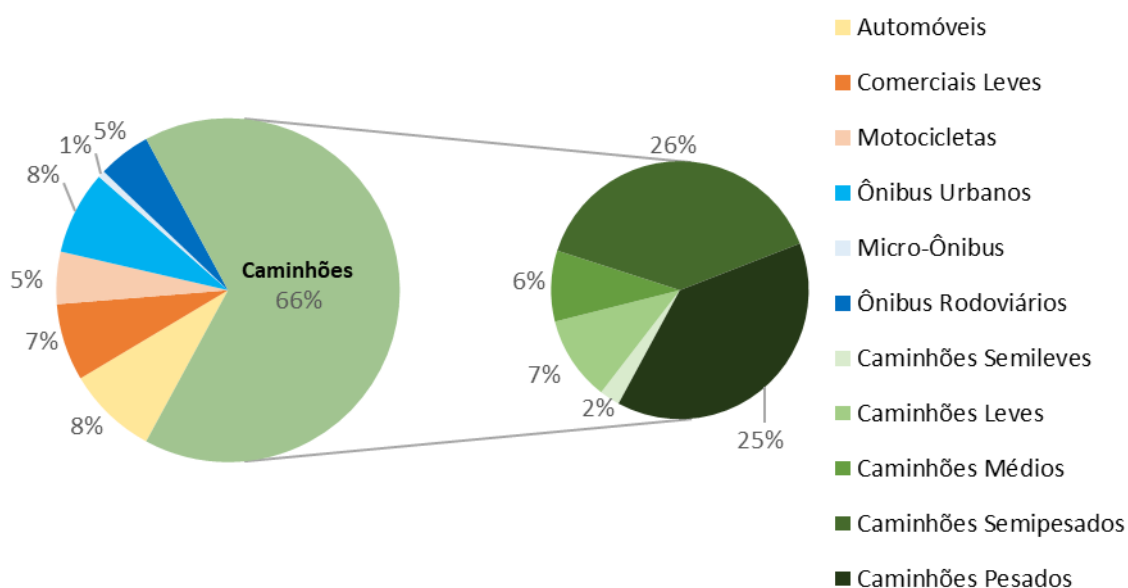
O Gráfico 30 apresenta a participação percentual das categorias para o poluente NO_x . Para esse poluente, a maior contribuição é da categoria Caminhões Pesados e Semipesados, como é possível ver no detalhamento do gráfico à direita. Na sequência, destacam-se as contribuições dos Automóveis e dos Ônibus Urbano, de uso predominantemente urbano, que contribuem de maneira mais significativa no comprometimento dessas áreas.

Gráfico 30 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de óxidos de nitrogênio no estado de São Paulo em 2023



O Gráfico 31 apresenta 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 31 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de material particulado no estado de São Paulo em 2023



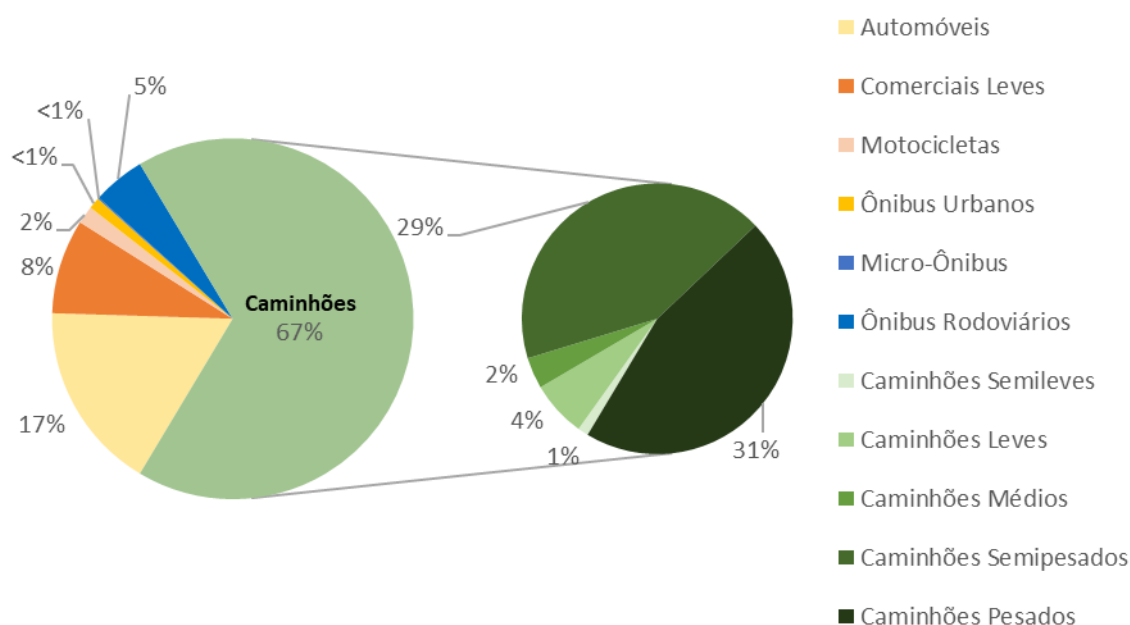
Os veículos das categorias Caminhões Pesados e Semipesados circulam predominantemente em estradas e sua contribuição no comprometimento da qualidade do ar das regiões urbanas deve ser relativizada. O mesmo raciocínio deve ser utilizado para os Ônibus Rodoviários.

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 NOx e MP, a Resolução Conama 490/2018 (23) 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.

O Gráfico 32 apresenta a participação percentual das categorias para o poluente SO₂. Observa-se 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.

Gráfico 32 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de dióxido de enxofre no estado de São Paulo em 2023

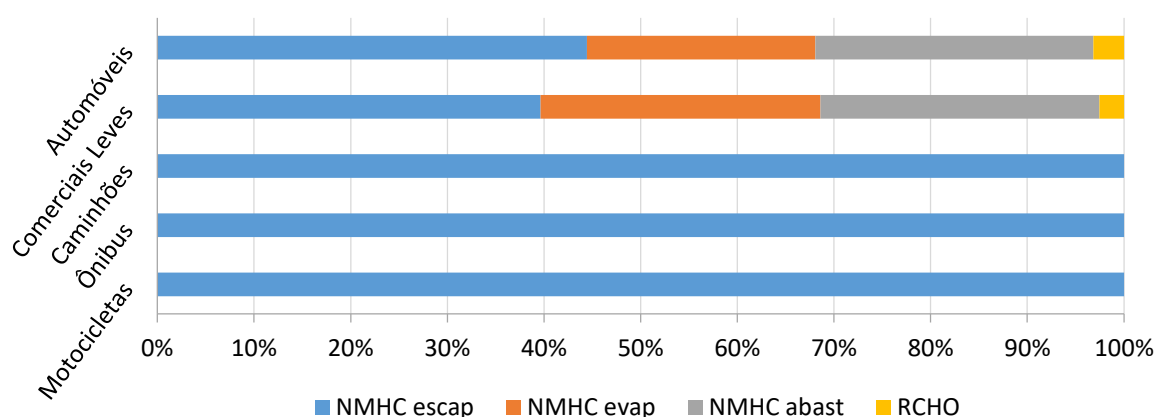


O poluente SO₂ é formado pela oxidação do enxofre presente nos combustíveis fósseis. O controle da emissão desse poluente é realizado na especificação dos combustíveis. A emissão de SO₂ sofreu redução drástica a partir de 2014 em razão da alteração do teor de enxofre do diesel a partir de 2013 e da gasolina 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 está sendo intensificado, levando a redução gradativa da emissão de SO₂.

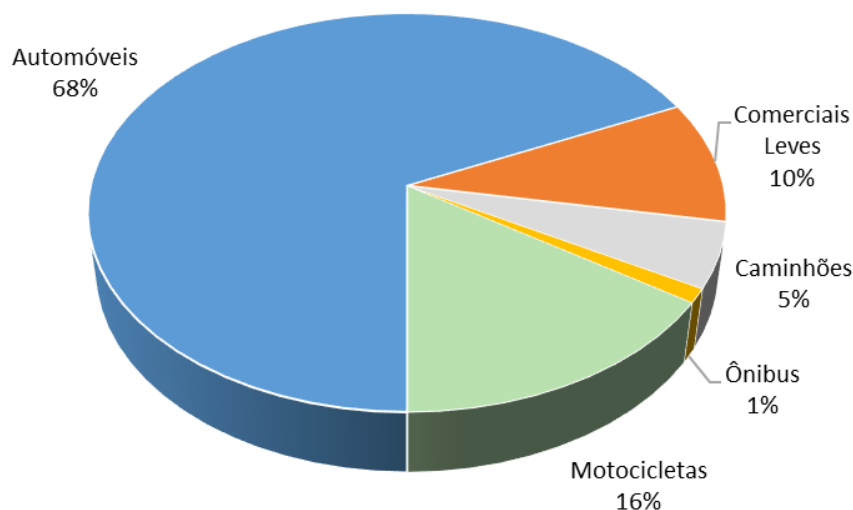
O Gráfico 33 apresenta a contribuição por origem e categoria de veículo na emissão de COV no estado de São Paulo em 2023. Observa-se que a emissão de NMHC de escapamento é seguida de perto pelas emissões evaporativas e durante o abastecimento nas categorias Automóveis e Comerciais Leves. Para as categorias Motocicletas, Comerciais Leves com motor do ciclo Diesel, Caminhões e Ônibus são consideradas apenas as emissões de NMHC de escapamento.

Gráfico 33 – Contribuição relativa na emissão COV por origem e categoria no estado de São Paulo em 2023



O Gráfico 34 apresenta 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.

Gráfico 34 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de COV no estado de São Paulo em 2023



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 nº 493/2019 (25) 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 movido a diesel, como Caminhões e Ônibus, considera-se que as emissões evaporativa e de abastecimento do diesel sejam insignificantes, enquanto as emissões de aldeídos, por não serem medidas, ainda são desconhecidas.

As contribuições demonstradas nos gráficos anteriores refletem o conjunto das emissões de toda a frota no estado de São Paulo. A contribuição 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.

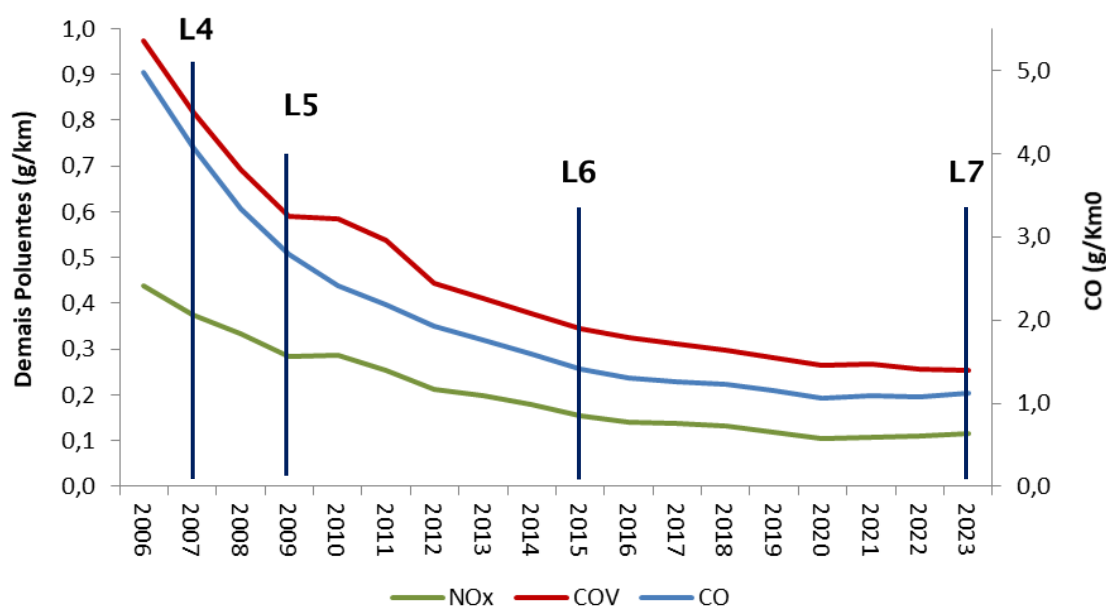
3.1.2. Efeitos do Proconve e Promot nas emissões de poluentes

O Proconve - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - foi instituído pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama com a aprovação da Resolução nº 18 em 06 de maio de 1986 (26) e o Promot - Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares, instituído pela Resolução Conama nº 297 de 26/02/2002, 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, com a fase L8 iniciando em 2025. 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 as fases são denominadas "M", estando em vigor atualmente a fase M4, iniciando a M5 em 2025. Para veículos produzidos antes das primeiras fases, convencionou-se que pertencem à fase PP, Pré-Proconve (26).

O Gráfico 35 apresenta a evolução do indicador tecnológico no período de 2006 a 2023 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. Complementarmente, são apresentadas as datas de vigência das fases do Proconve para a categoria L.

O indicador é composto pela emissão média por veículo, por ano, por poluente. Esse valor é influenciado pela presença de veículos com características tecnológicas diferentes na frota circulante e pela intensidade de uso. O indicador mostra a evolução do controle da emissão em razão das exigências do Proconve e da renovação da frota.

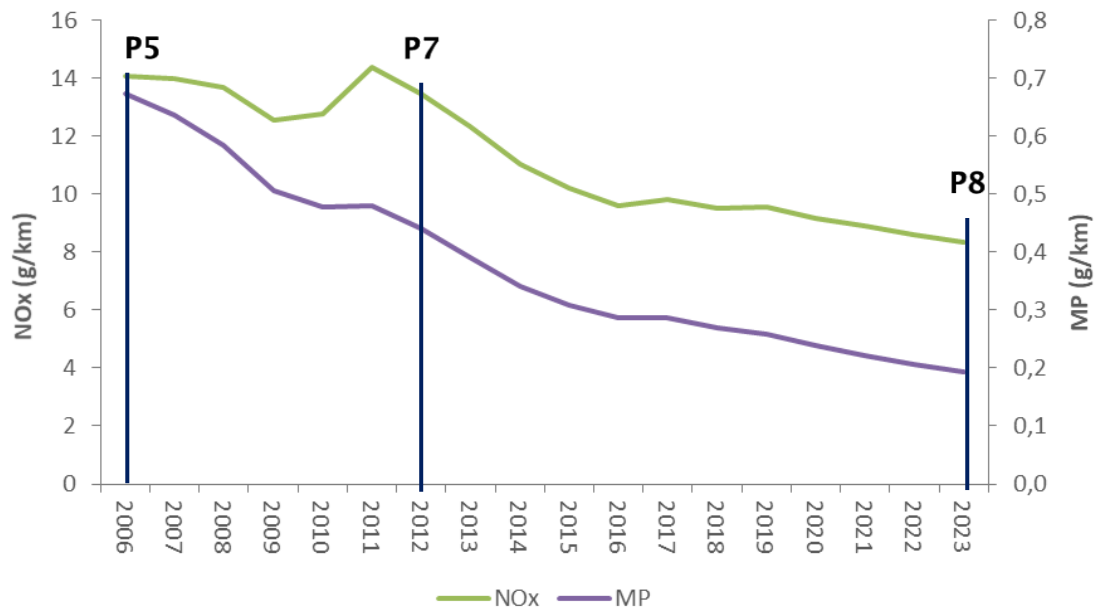
Gráfico 35- Evolução do indicador tecnológico dos Automóveis



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 integral da nova fase L7 do Proconve, que começou somente em 2023, após aproximadamente oito anos desde a entrada da fase anterior, L6.

O Gráfico 36 mostra a evolução do indicador tecnológico no período de 2006 a 2023 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. Complementarmente, são apresentadas as datas de vigência das fases do Proconve para a categoria P.

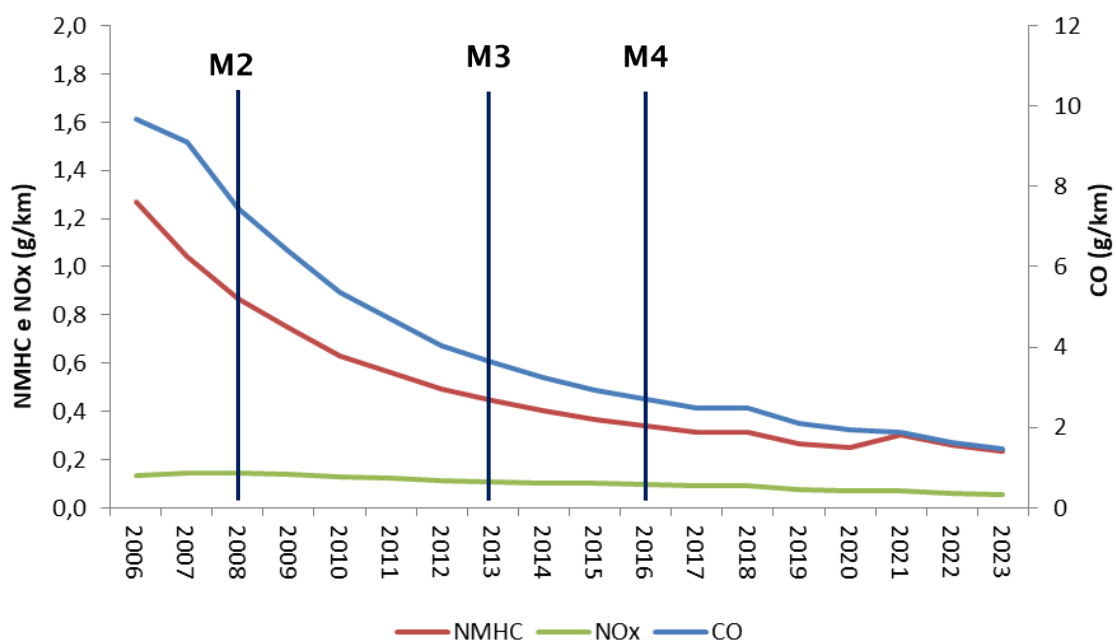
Gráfico 36 - Evolução do indicador tecnológico dos Caminhões



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, causada principalmente pelo longo intervalo para se estabelecerem novas exigências da fase P8.

O Gráfico 37 mostra a evolução do indicador tecnológico dos poluentes mais relevantes para a categoria Motocicletas entre 2006 a 2023. Os valores de referência para o poluente CO estão indicados no eixo à direita, enquanto os demais poluentes são representados no eixo à esquerda. Complementarmente, são apresentadas as datas de vigência das fases do Proconve para a categoria M.

Gráfico 37 - Evolução do indicador tecnológico das Motocicletas

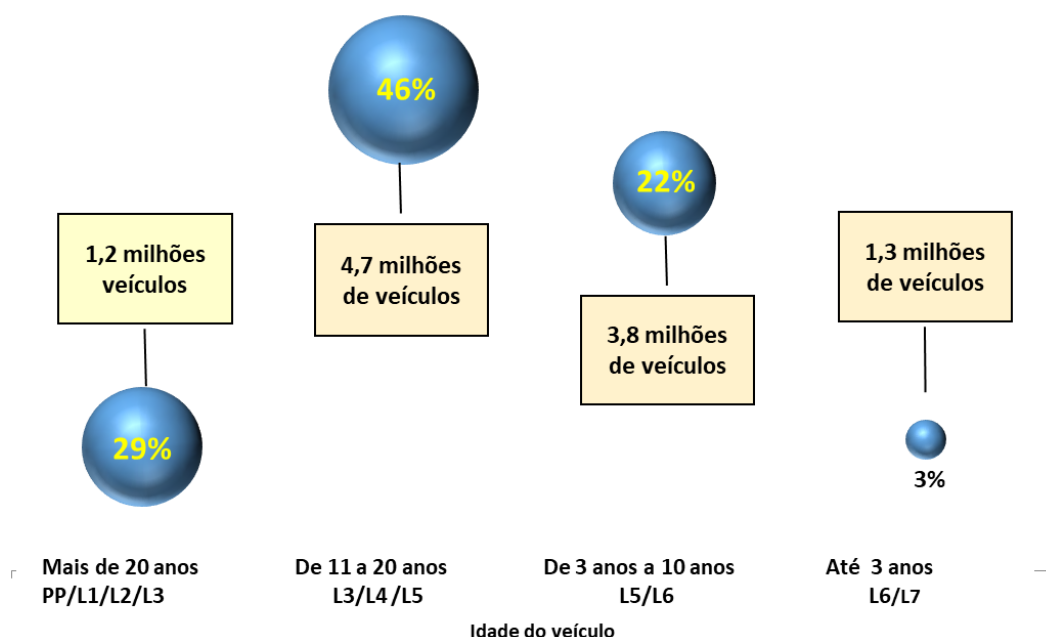


Observa-se que a evolução dos indicadores para os poluentes CO e NMHC é decrescente ao longo dos anos, mas se estabilizou nos últimos anos, evidenciando a necessidade de estabelecer limites mais restritivos. Essa ação foi parcialmente atendida pelo Conama em 2019, com a introdução da fase M5, que, no entanto, só entrará em vigor efetivamente em 2025

Por outro lado, o poluente NOx apresenta uma evolução mais estável, com poucas reduções significativas ao longo do tempo, o que sugere uma limitada efetividade das fases iniciais do Promot para esse poluente.

A Figura 2 apresenta 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 emitidos em 2023 e é representada pelo diâmetro das esferas. O valor percentual correspondente está inscrito no centro delas.

Figura 2 - Participação percentual da emissão de Automóveis e Comerciais Leves em função da fase do Proconve no estado de São Paulo em 2023



O conjunto de veículos com até três anos, fabricados para atender as fases L6 e L7, é responsável por 3% da emissão total da categoria, ainda que seja composta por 1,3 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 quase a mesma quantidade dos veículos até três anos, mas contribuem com 29% da emissão total.

Esses números demonstram a contribuição dos veículos mais antigos e tecnologicamente defasados na emissão total. 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.

3.2. Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de São Paulo

A Tabela 5 apresenta os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) em 2023 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 5 - Estimativa da emissão veicular na RMSP em 2023

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NO _x	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	25.485	3.483	18	45	5.151
		Etanol Hidratado	3.220	292	nd	nd	701
		<i>Flex</i> -gasolina C	25.350	2.540	111	91	6.696
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	15.310	1.113	nd	nd	4.217
Comerciais Leves		Gasolina C	4.319	471	2	9	1.113
		Etanol Hidratado	277	26	nd	nd	69
		<i>Flex</i> -gasolina C	2.563	281	3	12	722
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	1.585	124	nd	nd	387
		Diesel	588	2.548	105	51	140
Caminhões	Semileves	Diesel	100	552	22	6	30
	Leves		490	2.666	91	32	128
	Médios		323	1.801	77	18	93
	Semipesados		890	5.682	129	77	182
	Pesados		1.010	6.622	128	83	209
Ônibus	Urbanos	Diesel	1.204	6.105	131	10	202
	Micro-ônibus		185	1.046	28	2	40
	Rodoviários		335	2.058	37	26	65
Motocicletas		Gasolina C	15.851	598	45	8	2.535
		<i>Flex</i> -gasolina C	2.243	104	10	2	341
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	795	38	nd	nd	177
Total			102.121	38.149	938	471	23.199

Nota: nd - não disponível.

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

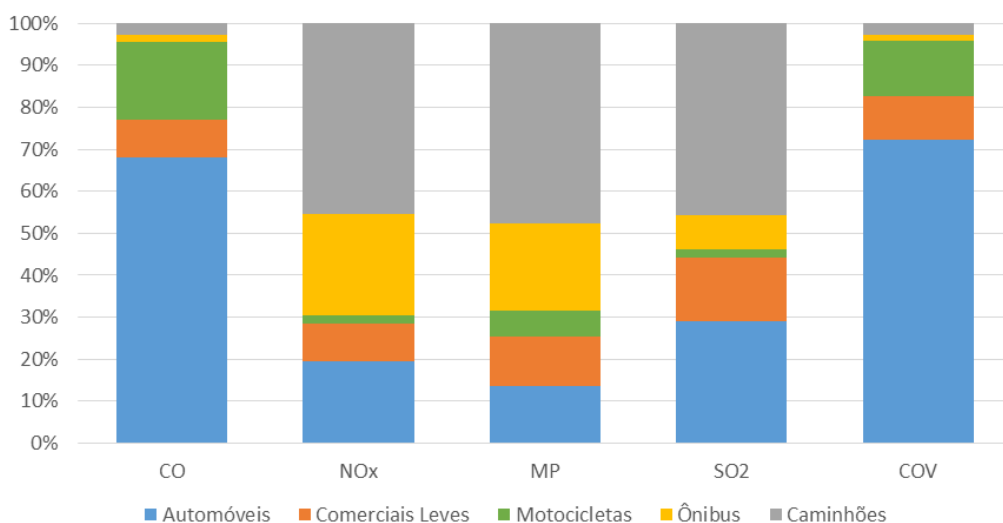
(2) Emissões calculadas pelo método *top-down*.

O Gráfico 38 apresenta a contribuição relativa de cada categoria de veículo nas emissões dos poluentes na RMSP em 2023. 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.

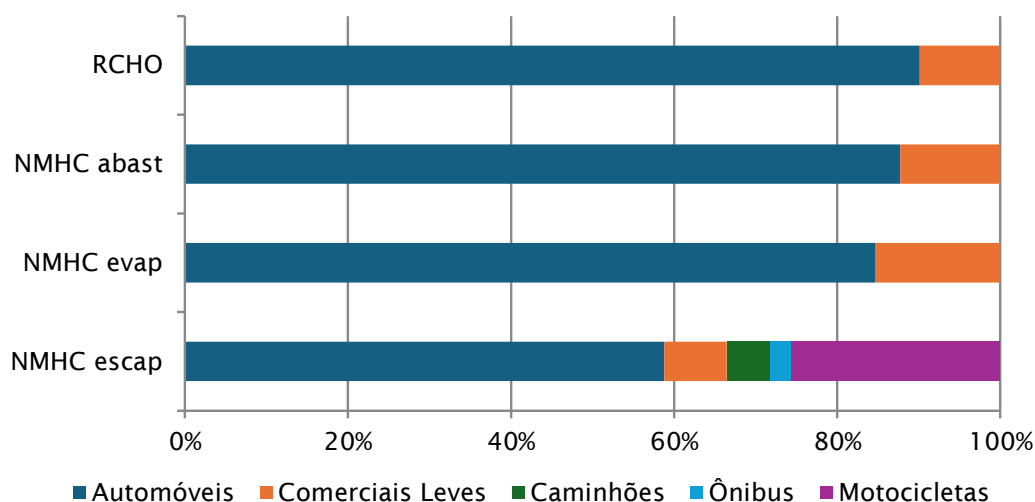
Todas as categorias de veículos equipadas com motor do ciclo Diesel destacam-se pela grande participação nas emissões de MP na região. Entretanto, ainda que a metodologia não permita quantificar, parte da emissão gerada pelos Caminhões Pesados e Semipesados não se concentra na RMSP, mas se dispersa ao 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 38 - Contribuição relativa de cada categoria na emissão de poluentes na RMSP em 2023



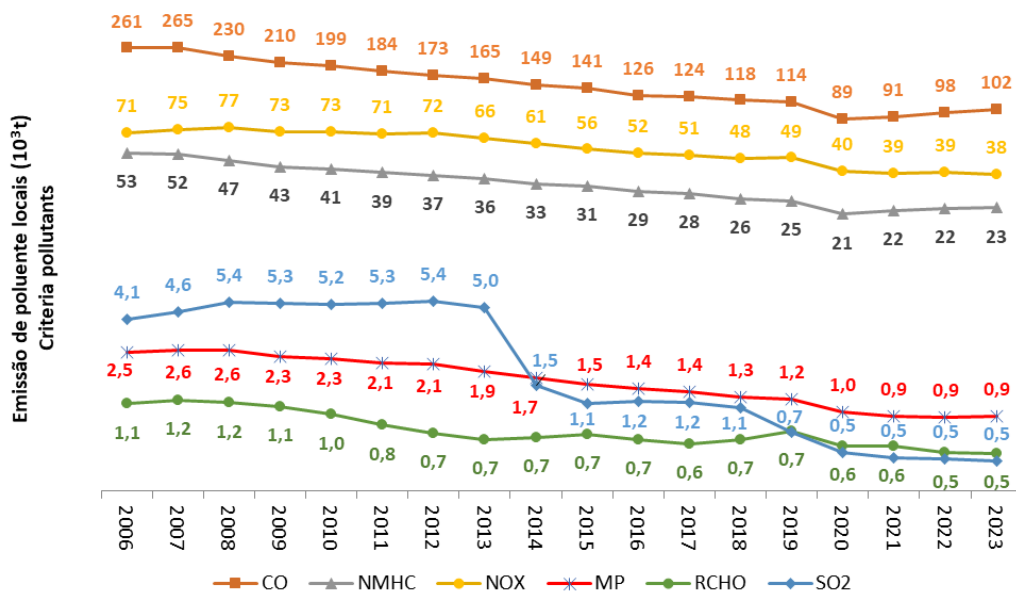
A contribuição de cada fonte de emissão de COV por categoria de veículo está apresentada no Gráfico 39. Destaca-se que a categoria de Automóveis é a maior emissora de aldeídos (RCHO) e de hidrocarbonetos de origem do escapamento (NMHC_{escap}), evaporado (NMHC_{evap}) e de abastecimento (NMHC_{abast}).

Gráfico 39 - Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMSP



O Gráfico 40 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMSP no período de 2006 a 2023. Observa-se que as emissões apresentam tendências variadas nos últimos anos, alguns com reversão da tendência de queda que existia até 2020.

Gráfico 40- Evolução das emissões de poluentes na RMSP



Apesar do fato de que as emissões de material particulado têm mostrado uma tendência de queda ao longo dos anos, em 2023 ocorreram ultrapassagens do padrão diário de qualidade do ar para as partículas inaláveis - MP₁₀ (100 µg/m³) em duas estações. Na RMSP, grande parte das emissões de material particulado tem origem veicular (27).

Em relação às partículas inaláveis finas (MP_{2,5}), foram registradas ultrapassagens do padrão diário (50 µg/m³) em 11 estações e duas ultrapassagens do padrão anual (17 µg/m³), na RMSP.

A emissão de SO₂ apresentou uma redução a partir de 2014, devido à diminuição do teor de enxofre no diesel a partir de 2013 e, especialmente, na gasolina a partir de 2014. Em 2023, não foram registrados episódios de ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar para esse poluente na RMSP.

Embora as emissões de poluentes como NOx e COV, precursores do ozônio, tenham mostrado uma tendência de queda na RMSP, em 2023 o padrão de qualidade do ar (PQAr) foi ultrapassado em 57 dias. Dentre esses dias, o Nível de Atenção (200 µg/m³- 8 h) também foi atingido (qualidade PÉSSIMA). A maioria dos dias com ultrapassagem do padrão ocorreu nos meses de primavera e verão (27).

Não foram observadas ultrapassagens de NO₂, tanto do padrão diário (240 µg/m³), quanto do padrão anual (50 µg/m³). A qualidade do ar tem se mantido predominantemente BOA para esse poluente (27).

3.3. Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Campinas

A Tabela 6 apresenta os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Campinas (RMC) em 2023, por categoria de veículo e combustível.

Tabela 6 - Estimativa da emissão veicular na RMC em 2023

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	5.330	709	3	8	987
		Etanol Hidratado	707	63	nd	nd	241
		Flex-gasolina C	6.929	714	24	20	793
		Flex-etanol hidratado	4.401	331	nd	nd	1.372
Comerciais Leves		Gasolina C	844	95	0,39	1	181
		Etanol Hidratado	64	6	nd	nd	25
		Flex-gasolina C	761	85	1	3	103
		Flex-etanol hidratado	492	40	nd	nd	164
		Diesel	90	426	18	8	25
Caminhões	Semileves	Diesel	20	110	4	1	8
	Leves		99	537	18	7	33
	Médios		64	353	15	4	23
	Semipesados		427	2.743	61	38	115
	Pesados		489	3.206	60	40	130
Ônibus	Urbanos	Diesel	203	1.009	20	2	43
	Micro-ônibus		16	90	2	0,18	8
	Rodoviários		96	569	12	7	14
Motocicletas		Gasolina C	3.938	139	10	2	430
		Flex-gasolina C	704	33	3	0,70	41
		Flex-etanol hidratado	272	13	nd	nd	36
Total			25.947	11.272	250	141	4.771

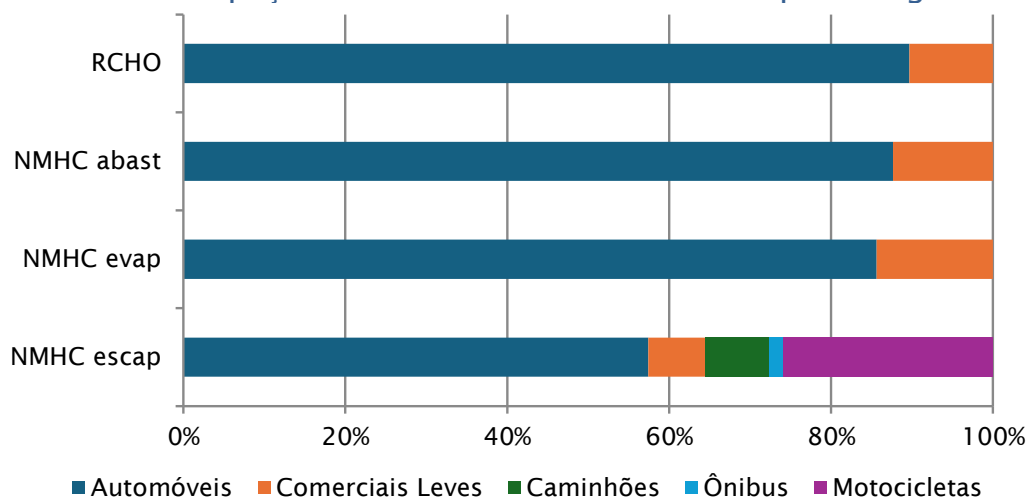
Nota: nd – não disponível.

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

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

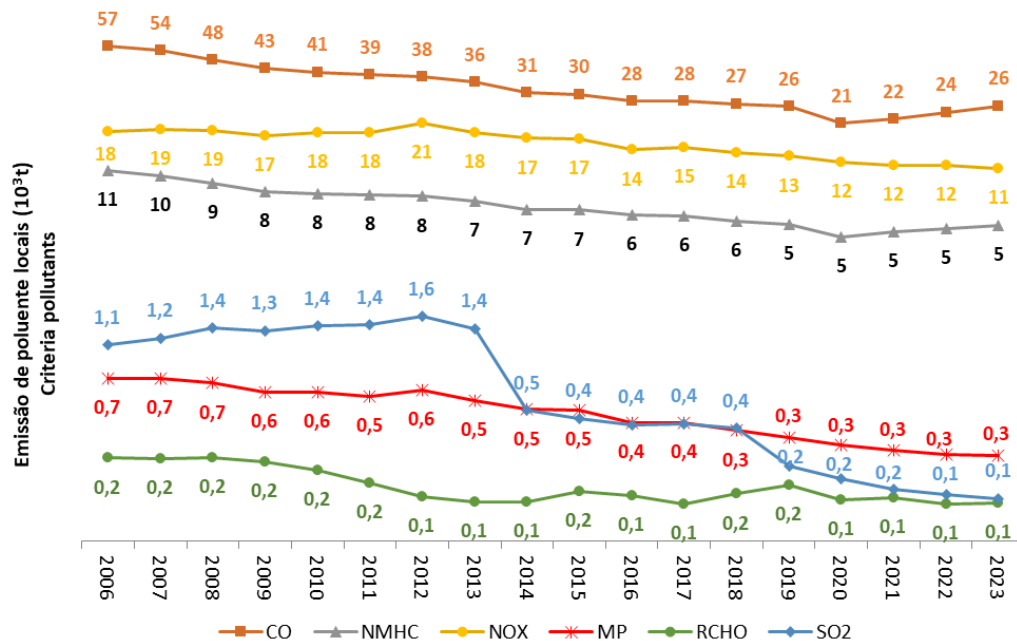
A contribuição de cada fonte de emissão de COV por categoria de veículo está apresentada no Gráfico 41.

Gráfico 41 – Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMC



O Gráfico 42 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMC. Observa-se que a emissão dos poluentes apresenta uma tendência variada, em especial nos últimos anos.

Gráfico 42 - Evolução das emissões de poluentes na RMC



A análise da qualidade do ar na região em 2023 revelou que não houve ultrapassagens do padrão estadual de MP_{10} , $MP_{2,5}$, NO_2 e SO_2 . Embora as emissões de NO_x e COV, precursores do ozônio, apresentarem tendência de queda, foram registradas ultrapassagens do padrão de qualidade do ar para o ozônio ($130 \mu g/m^3$) nos municípios de Americana, Campinas e Paulínia. Esses dados ressaltam a necessidade contínua de reduzir as emissões desses poluentes (27).

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

A Tabela 7 apresenta os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVP) em 2023 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 7 - Estimativa da emissão veicular na RMVP em 2023

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	5.252	684	2,5	6,4	872
		Etanol Hidratado	327	30	nd	nd	70
		Flex-gasolina C	6.891	727	17,4	16,1	1.403
		Flex-etanol hidratado	1.961	145	nd	nd	515
Comerciais Leves		Gasolina C	854	96	0,4	1,3	182
		Etanol Hidratado	32	3	nd	nd	8
		Flex-gasolina C	775	87	0,7	2,2	166
		Flex-etanol hidratado	222	18	nd	nd	52
		Diesel	59	273	11,0	5,1	15
Caminhões	Semileves	Diesel	11	58	2,4	0,7	3
	Leves		51	279	10,0	3,4	14
	Médios		34	189	8,4	1,9	10
	Semipesados		389	2.407	56,9	34,3	80
	Pesados		419	2.707	55,6	36,3	90
Ônibus	Urbanos	Diesel	102	510	10,3	0,8	16
	Micro-ônibus		8	45	0,9	0,1	1
	Rodoviários		47	283	6,0	3,7	10
Motocicletas		Gasolina C	3.898	138	10,0	1,6	607
		Flex-gasolina C	693	33	3,2	0,7	107
		Flex-etanol hidratado	168	8	nd	nd	37
Total			22.194	8.719	196	115	4.259

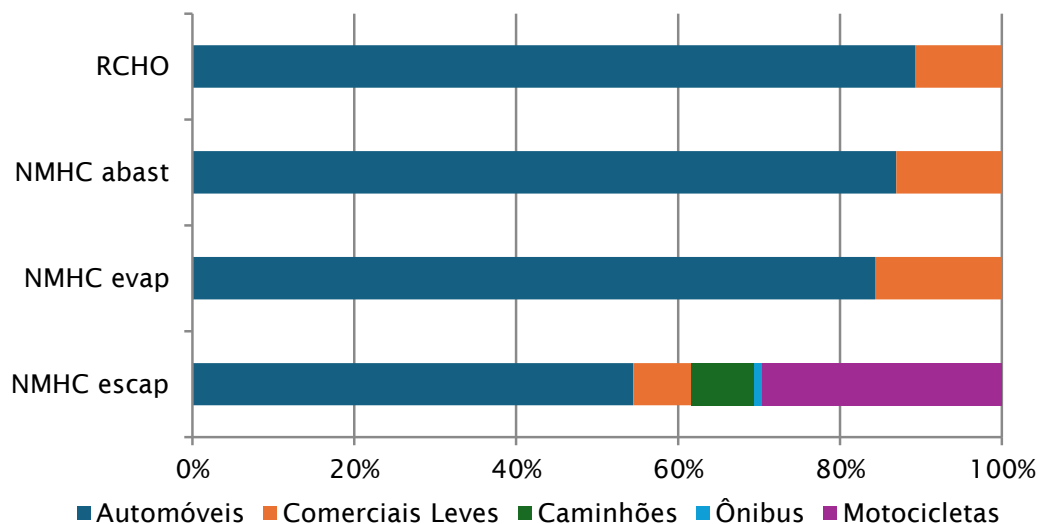
Notas: nd – não disponível.

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

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

A contribuição de cada fonte de emissão de COV por categoria de veículo está apresentada no Gráfico 43.

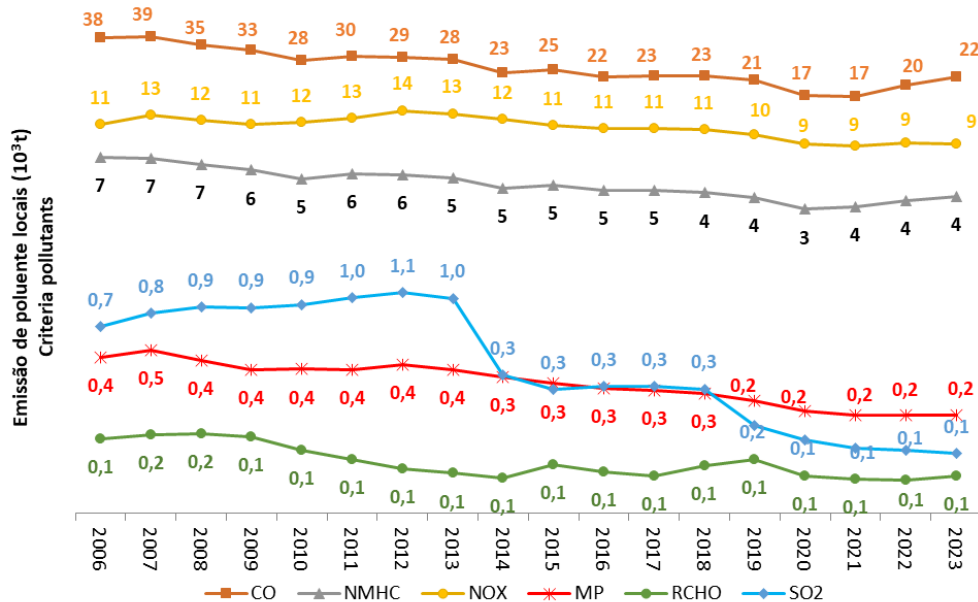
Gráfico 43 – Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMVP



O Gráfico 44 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMVP. Pode-se observar que as emissões apresentam tendência de aumento em 2023 para alguns dos poluentes, similar às tendências de outras regiões.

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 44 - Evolução das emissões de poluentes na RMVP



A análise da qualidade do ar na região em 2023 revelou que não houve ultrapassagens do padrão estadual de MP₁₀, MP_{2,5}, NO₂ e SO₂. Embora as emissões de NOx e COV, precursores do ozônio, apresentem uma certa estabilidade, foram registradas ultrapassagens do padrão de qualidade do ar para o ozônio (130 µg/m³) nos municípios de São José dos Campos, Taubaté, Guaratinguetá e Jacareí. Esses dados ressaltam a necessidade contínua de reduzir as emissões desses poluentes (27).

3.5. Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana da Baixada Santista

A Tabela 8 apresenta os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) em 2023 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 8 - Estimativa da emissão veicular na RMBS em 2023

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	1.731	233	1,1	2,8	323
		Etanol Hidratado	88	8	nd	nd	19
		<i>Flex</i> -gasolina C	2.450	250	9,5	7,3	566
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	983	70	nd	nd	267
Comerciais Leves		Gasolina C	353	39	0,2	0,6	80
		Etanol Hidratado	12	1	nd	nd	3
		<i>Flex</i> -gasolina C	243	27	0,3	0,9	60
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	99	8	nd	nd	24
		Diesel	26	118	4,8	2,2	6
Caminhões	Semileves	Diesel	9	47	1,9	0,5	3
	Leves		40	220	7,9	2,6	11
	Médios		27	151	6,7	1,5	8
	Semipesados		409	2.554	61,1	35,6	86
	Pesados		446	2.898	59,9	37,8	97
Ônibus	Urbanos	Diesel	58	292	6,3	0,5	10
	Micro-ônibus		5	28	0,5	0,1	1
	Rodoviários		28	174	3,9	1,9	6
Motocicletas		Gasolina C	2.786	97	7,3	1,2	433
		<i>Flex</i> -gasolina C	536	25	2,5	0,5	83
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	153	7	nd	nd	34
Total			10.481	7.248	174	96	2.120

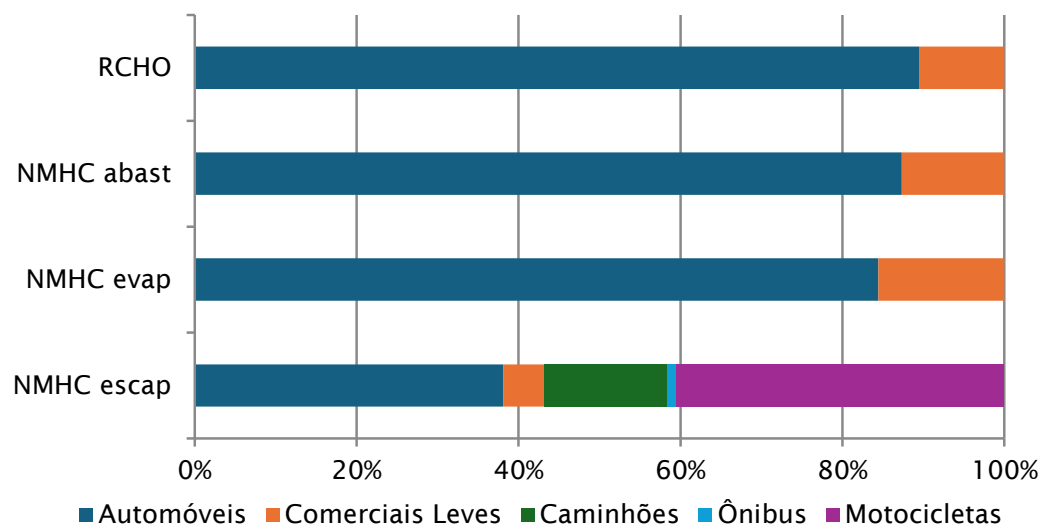
Nota: nd – não disponível.

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

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

A contribuição de cada fonte de emissão de COV por categoria de veículo está apresentada no Gráfico 45.

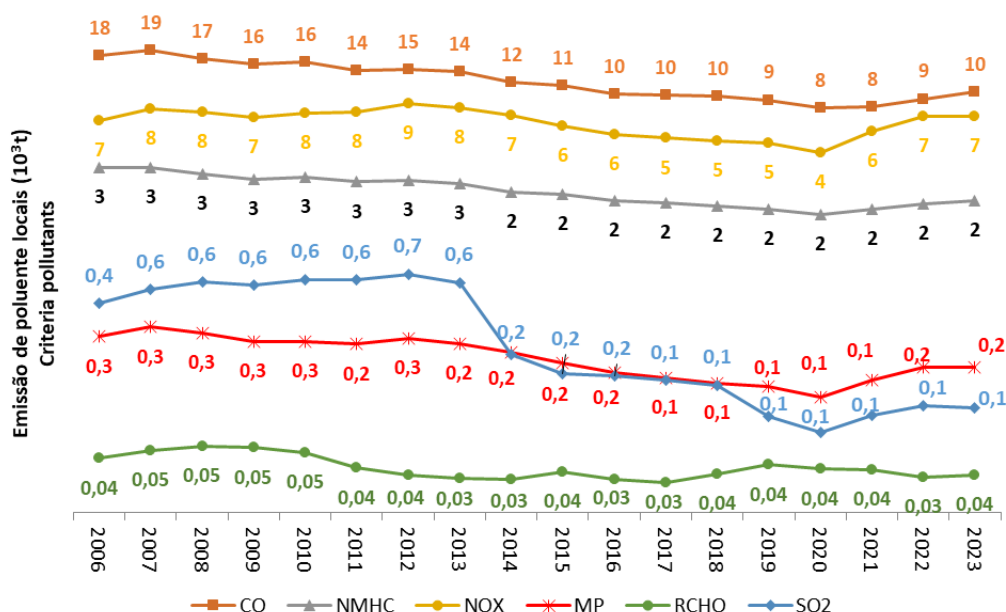
Gráfico 45 – Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMBS



O Gráfico 46 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMBS. Pode-se observar que a emissão dos poluentes apresentou pequeno aumento nos últimos anos para quase todos os poluentes.

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

Gráfico 46 - Evolução das emissões de poluentes na RMBS



As maiores concentrações do poluente partículas inaláveis (MP_{10}) foram observadas na área industrial de Cubatão. Em 2023, o padrão diário de MP_{10} ($100 \mu g/m^3$) foi excedido 133 vezes em Cubatão. A concentração média anual de MP_{10} ultrapassou o padrão de longo prazo ($35 \mu g/m^3$). Registraram-se 18 ultrapassagens do padrão diário de partículas totais em suspensão (PTS) ($240 \mu g/m^3$), quatro ultrapassagens do padrão diário de SO_2 ($40 \mu g/m^3$), 10 ultrapassagens do padrão de qualidade do ar para ozônio ($130 \mu g/m^3$) e uma ultrapassagem do padrão de longo prazo ($50 \mu g/m^3$) para dióxido de nitrogênio (NO_2). Entretanto, estima-se que a maior parcela da emissão na região é proveniente de fontes industriais, não dos veículos (27).

No município de Santos houve uma ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de ozônio ($130 \mu g/m^3$). Também foi observada uma ultrapassagem do padrão diário para partículas (27). A cidade recebe emissões significativas provenientes do Porto de Santos e do tráfego intenso de caminhões relacionados a essa atividade.

3.6. Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Sorocaba

A Tabela 9 apresenta os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Sorocaba (RMSO) em 2023 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 9 - Estimativa da emissão veicular na RMSO em 2023

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	3.555	471	2,0	5,0	633
		Etanol Hidratado	485	43	nd	nd	100
		Flex-gasolina C	4.628	481	14,3	12,6	1.029
		Flex-etanol hidratado	3.117	238	nd	nd	740
Comerciais Leves		Gasolina C	552	62	0,2	0,9	127
		Etanol Hidratado	48	5	nd	nd	12
		Flex-gasolina C	537	60	0,5	1,8	126
		Flex-etanol hidratado	369	30	nd	nd	78
		Diesel	55	261	10,5	4,8	14
Caminhões	Semileves	Diesel	15	81	3,3	0,9	4
	Leves		70	382	13,5	4,5	19
	Médios		47	261	11,3	2,6	14
	Semipesados		289	1.850	42,9	25,0	61
	Pesados		328	2.153	42,6	26,8	69
Ônibus	Urbanos	Diesel	99	499	11,0	0,8	17
	Micro-ônibus		8	44	0,9	0,1	1
	Rodoviários		47	285	6,8	3,7	11
Motocicletas		Gasolina C	3.155	114	8,6	1,4	498
		Flex-gasolina C	628	29	2,9	0,6	96
		Flex-etanol hidratado	252	12	nd	nd	56
Total			18.285	7.361	171	91	3.706

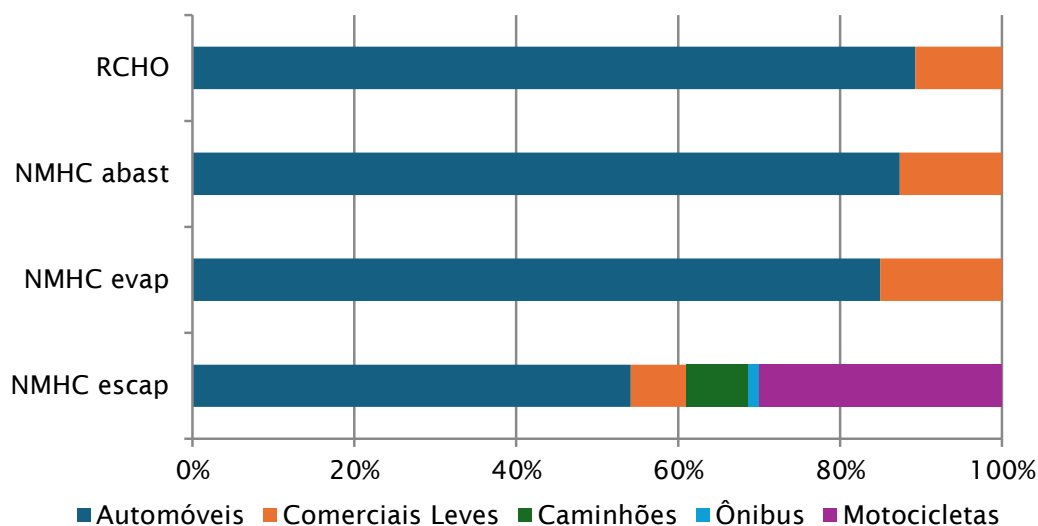
Notas: nd – não disponível.

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

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

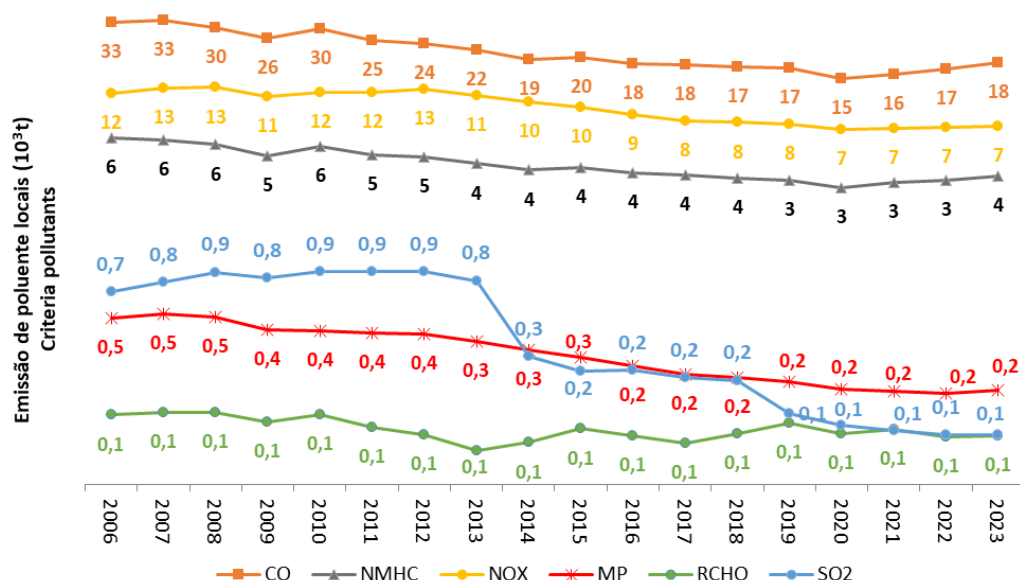
A contribuição de cada fonte de emissão de COV por categoria de veículo está apresentada no Gráfico 47.

Gráfico 47 – Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMSO



O Gráfico 48 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 2023.

Gráfico 48 - Evolução das emissões de poluentes na RMSO



A análise da qualidade do ar na RMSO mostra que em 2023 não foi observada ultrapassagem do padrão de qualidade do ar dos parâmetros monitorados (27).

3.7. Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Ribeirão Preto

A Tabela 10 apresenta os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Ribeirão Preto (RMRP) em 2023 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 10 - Estimativa da emissão veicular na RMRP em 2023

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	1.591	217	1,0	2,6	305
		Etanol Hidratado	649	58	nd	nd	131
		<i>Flex</i> -gasolina C	2.252	229	8,5	7,3	560
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	3.253	254	nd	nd	725
Comerciais Leves		Gasolina C	270	30	0,1	0,5	66
		Etanol Hidratado	64	7	nd	nd	16
		<i>Flex</i> -gasolina C	292	32	0,4	1,2	78
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	433	36	nd	nd	88
		Diesel	51	258	10,4	4,5	13
Caminhões	Semileves	Diesel	12	70	2,8	0,8	4
	Leves		63	344	11,5	4,1	16
	Médios		41	228	9,5	2,3	11
	Semipesados		380	2.511	54,3	33,4	77
	Pesados		456	3.004	54,5	36,1	89
Ônibus	Urbanos	Diesel	95	484	11,2	0,8	18
	Micro-ônibus		8	48	0,9	0,1	2
	Rodoviários		49	294	7,4	3,4	11
Motocicletas		Gasolina C	2.180	69	5,0	0,7	329
		<i>Flex</i> -gasolina C	421	21	2,0	0,4	66
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	285	14	nd	nd	61
Total			12.846	8.208	180	98	2.666

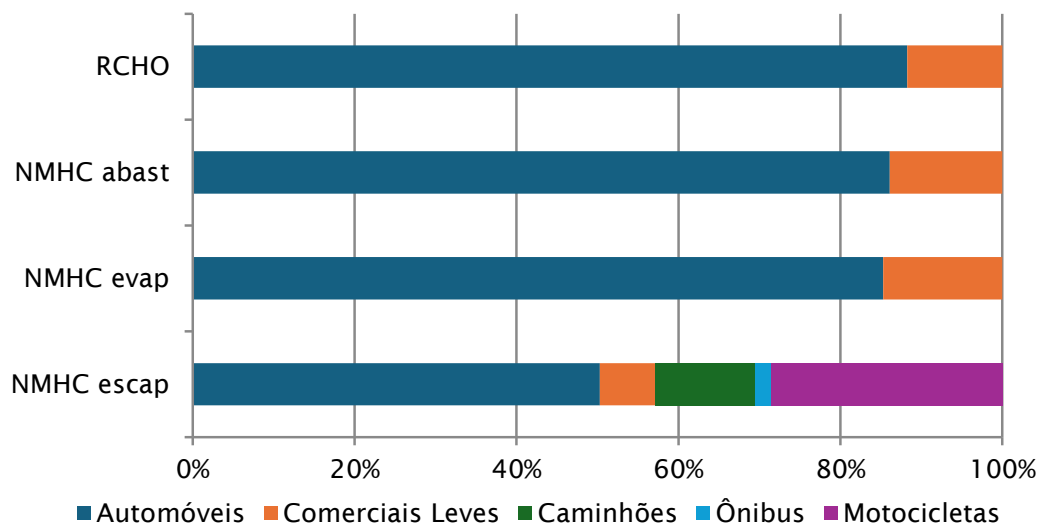
Notas: nd – não disponível.

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

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

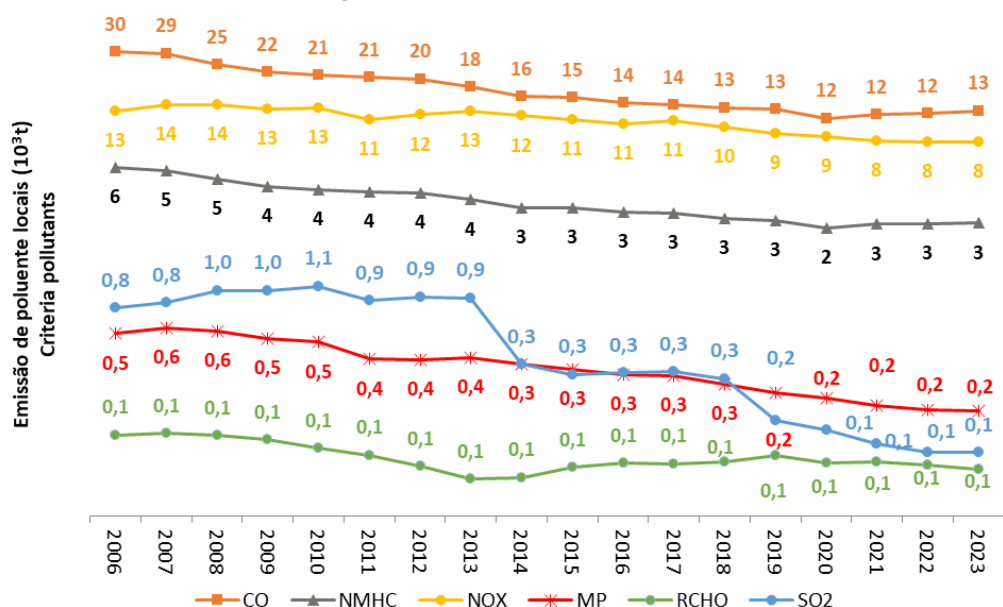
A contribuição de cada fonte de emissão de COV por categoria de veículo está apresentada no Gráfico 49.

Gráfico 49 – Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMRP



O Gráfico 50 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMRP. Pode-se observar que as emissões de alguns poluentes apresentaram estabilização ou pequeno aumento nos últimos anos, após tendência de queda generalizada por longo período.

Gráfico 50 - Evolução das emissões de poluentes na RMRP



A análise da qualidade do ar na região mostra que em 2023 foram observadas duas ultrapassagens do padrão diário de MP_{10} ($100 \mu g/m^3$) no município de Ribeirão Preto (27).

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

A Tabela 11 apresenta os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de São José do Rio Preto (RMSJRP) em 2023 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 11 - Estimativa da emissão veicular na RMSJRP em 2023

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	887	122	0,6	1,4	171
		Etanol Hidratado	426	37	nd	nd	85
		Flex-gasolina C	1.192	121	4,6	4,1	308
		Flex-etanol hidratado	2.402	190	nd	nd	515
Comerciais Leves		Gasolina C	138	16	0,1	0,2	34
		Etanol Hidratado	38	4	nd	nd	9
		Flex-gasolina C	167	18	0,2	0,7	46
		Flex-etanol hidratado	350	29	nd	nd	68
		Diesel	34	172	7,0	3,0	9
Caminhões	Semileves	Diesel	7	39	1,5	0,4	2
	Leves		35	191	6,3	2,3	9
	Médios		22	124	5,1	1,3	6
	Semipesados		271	1.735	37,6	24,0	54
	Pesados		307	2.021	37,2	25,7	62
Ônibus	Urbanos	Diesel	46	237	5,4	0,3	9
	Micro-ônibus		4	23	0,5	0,0	1
	Rodoviários		23	143	3,5	1,7	5
Motocicletas		Gasolina C	1.181	41	2,8	0,4	180
		Flex-gasolina C	214	11	1,0	0,2	34
		Flex-etanol hidratado	179	7	nd	nd	38
Total			7.925	5.279	113	66	1.646

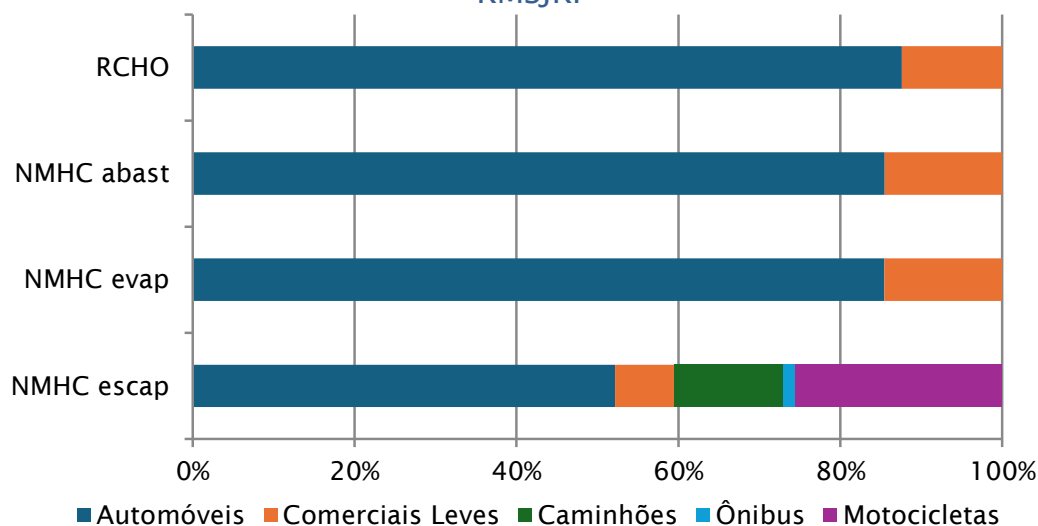
Notas: nd – não disponível.

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

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

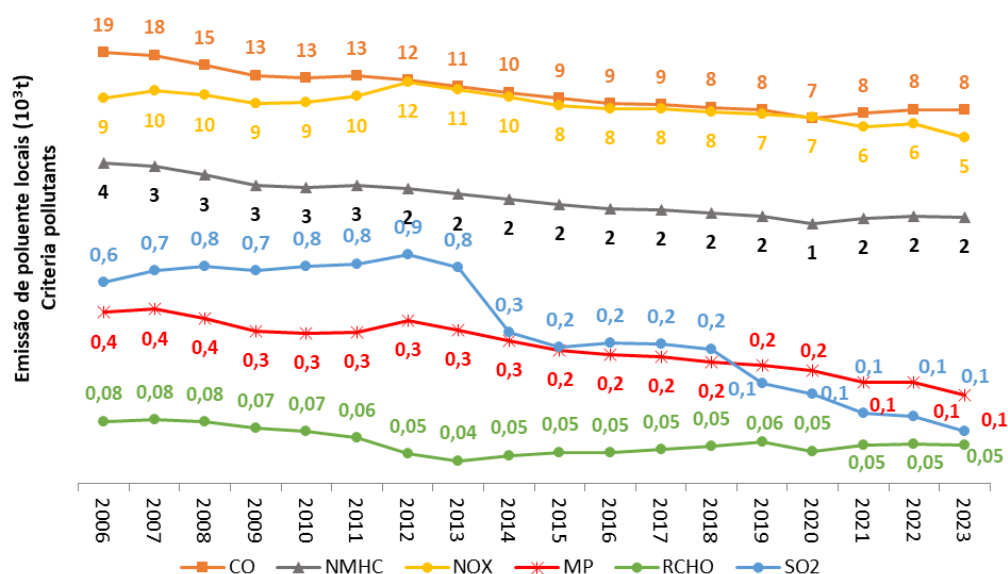
A contribuição de cada fonte de emissão de COV por categoria de veículo está apresentada no Gráfico 51.

Gráfico 51 – Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMSJRP



O Gráfico 52 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMSJRP. Pode-se observar uma pequena queda no NO_x e no SO₂ e estabilidade nos demais, após um longo período de queda das emissões.

Gráfico 52 - Evolução das emissões de poluentes na RMSJRP



A análise da qualidade do ar na região mostra que em 2022 foram observadas cinco ultrapassagens do padrão de 8h de Ozônio (130 µg/m³) em São José do Rio Preto (27).

3.9. Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Piracicaba

A Tabela 12 apresenta os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Piracicaba (RMPI) em 2023 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 12 - Estimativa da emissão veicular na RMPI em 2023

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	2.213	298	1,3	3,2	402
		Etanol Hidratado	646	55	nd	nd	127
		<i>Flex</i> -gasolina C	2.843	294	9,4	8,1	652
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	3.766	298	nd	nd	805
Comerciais Leves		Gasolina C	355	40	0,2	0,6	82
		Etanol Hidratado	63	6	nd	nd	15
		<i>Flex</i> -gasolina C	362	41	0,4	1,3	88
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	492	41	nd	nd	95
		Diesel	42	207	8,3	3,7	11
Caminhões	Semileves	Diesel	12	65	2,6	0,7	4
	Leves		57	313	10,9	3,7	15
	Médios		38	212	9,2	2,1	11
	Semipesados		416	2.662	60,9	36,2	86
	Pesados		473	3.093	60,4	38,8	98
Ônibus	Urbanos	Diesel	75	378	8,6	0,6	13
	Micro-ônibus		6	35	0,7	0,1	1
	Rodoviários		38	223	5,5	2,7	9
Motocicletas		Gasolina C	2.621	82	6,2	0,9	397
		<i>Flex</i> -gasolina C	434	21	2,0	0,4	67
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	273	13	nd	nd	60
Total			15.225	8.377	187	103	3.038

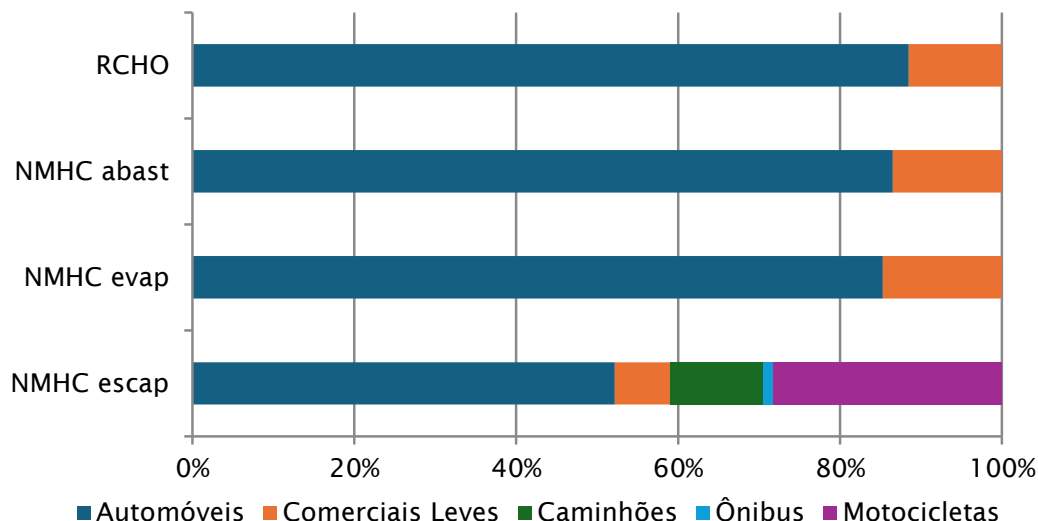
Notas: nd – não disponível.

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

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

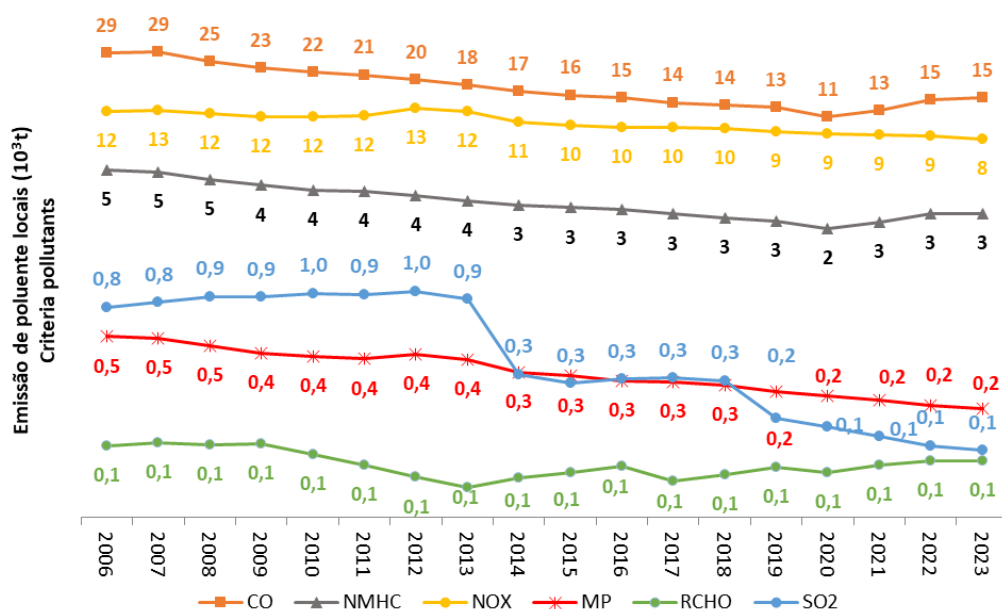
A contribuição de cada fonte de emissão de COV por categoria de veículo está apresentada no Gráfico 53.

Gráfico 53 – Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMPI



O Gráfico 54 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMPI. Pode-se observar variabilidade nas emissões, com pequenos aumentos ou quedas a depender do poluente.

Gráfico 54 - Evolução das emissões de poluentes na RMPI



A análise da qualidade do ar na região mostra que em 2023 foram observadas ultrapassagens do padrão diário de MP_{10} ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nos municípios de Santa Gertrudes e Cordeirópolis. Ressalta-se que parte dessas ultrapassagens podem ser resultantes de contribuições de fontes de emissão industriais características da região.

Em 2023 foram observadas ultrapassagens do padrão de qualidade do ar do ozônio ($130 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nos municípios de Limeira e Piracicaba. Não ocorreu ultrapassagem do padrão para o poluente $MP_{2,5}$ (27).

3.10. Estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Jundiaí

A Tabela 13 apresenta os resultados das estimativas de emissão de poluentes na Região Metropolitana de Jundiaí (RMJU) em 2023 por categoria de veículo e combustível.

Tabela 13 - Estimativa da emissão veicular na RMJU em 2023

Categoria		Combustível	Emissão por poluente (t)				
			CO	NOx	MP (1)	SO ₂ (2)	COV
Automóveis		Gasolina C	1.590	209	0,9	2,3	284
		Etanol Hidratado	130	12	nd	nd	29
		<i>Flex</i> -gasolina C	2.171	225	6,8	5,8	476
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	961	72	nd	nd	245
Comerciais Leves		Gasolina C	254	29	0,1	0,4	57
		Etanol Hidratado	12	1	nd	nd	3
		<i>Flex</i> -gasolina C	239	27	0,2	0,8	55
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	107	9	nd	nd	24
		Diesel	25	114	4,7	2,2	6
Caminhões	Semileves	Diesel	5	30	1,1	0,3	2
	Leves		27	148	4,6	1,7	7
	Médios		18	98	3,8	1,0	5
	Semipesados		97	665	13,5	8,3	19
	Pesados		123	829	13,9	9,1	23
Ônibus	Urbanos	Diesel	37	182	3,5	0,3	5
	Micro-ônibus		3	17	0,3	0,0	0
	Rodoviários		17	102	2,0	1,3	3
Motocicletas		Gasolina C	1.134	39	3,0	0,5	176
		<i>Flex</i> -gasolina C	182	9	0,8	0,2	28
		<i>Flex</i> -etanol hidratado	57	2	nd	nd	12
Total			7.189	2.819	59	34	1.461

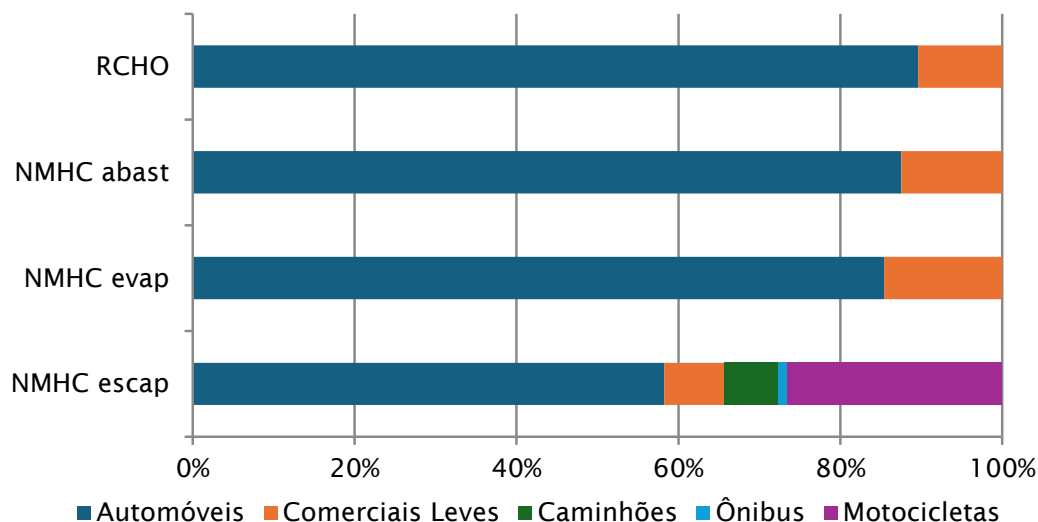
Notas: nd - não disponível.

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

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

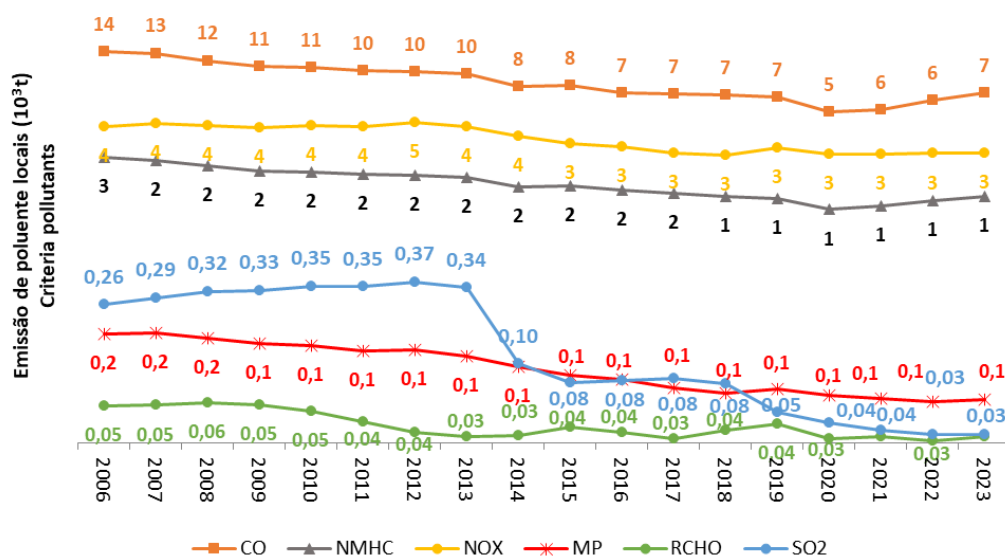
A contribuição de cada fonte de emissão de COV por categoria de veículo está apresentada no Gráfico 55.

Gráfico 55 - Participação da fonte na emissão de COV por categoria na RMJU



O Gráfico 56 apresenta a evolução das emissões de poluentes na RMJU. Pode-se observar uma certa estabilidade nas emissões dos poluentes, com tendência de alta para alguns, após um longo período de queda das emissões.

Gráfico 56 - Evolução das emissões de poluentes na RMJU



A análise da qualidade do ar na região mostra que em 2023 não foram observadas ultrapassagens do padrão de MP_{10} e de $MP_{2,5}$ no município de Jundiaí, porém foram observadas 43 ultrapassagens do padrão de qualidade do ar para ozônio ($130 \mu g/m^3$) (27).

EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

4 EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA

As estimativas da emissão de gases de efeito estufa (GEE) diretos originados dos veículos no ano de 2023 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.

Foram estimadas as emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). A metodologia empregada para as estimativas está descrita no relatório Metodologia de Cálculo do Inventário de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo (1).

Em 2023, de acordo com a análise dos dados de consumo e preço de combustíveis, 51% da frota circulante de Automóveis e Comerciais Leves com motor *flex-fuel* utilizou etanol hidratado como combustível no Estado.

Os resultados das estimativas de GEE no estado de São Paulo em 2023 são apresentados na Tabela 14, em CO_{2eq}, segregados por categoria de veículo e combustível. O valor total alcançou 44,8 milhões de toneladas de CO_{2eq}, aumento de cerca de 1,2 milhões de toneladas ou 3% em relação a 2022.

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

Tabela 14 - Estimativa das emissões de GEE de origem veicular no estado de São Paulo em 2023

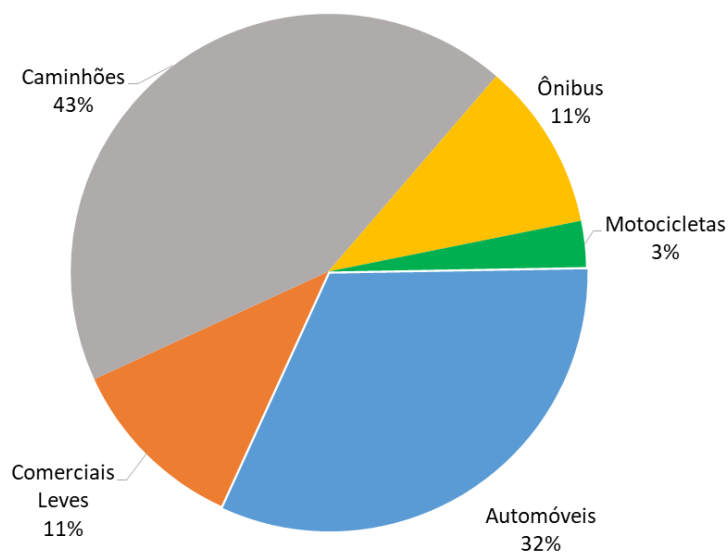
Categoria		Combustível	CO _{2eq} (mil t)
Automóveis		Gasolina C	4.293
		Etanol Hidratado	7
		<i>Flex</i> -Gasolina C	9.771
		<i>Flex</i> -Etanol Hidratado	325
Comerciais Leves		Gasolina C	776
		Etanol Hidratado	1
		<i>Flex</i> -Gasolina C	1.338
		<i>Flex</i> -Etanol Hidratado	34
		Diesel	2.929
Caminhões	Semileves	Diesel	211
	Leves		1.145
	Médios		672
	Semipesados		7.303
	Pesados		10.024
Ônibus	Urbanos	Diesel	2.851
	Micro-ônibus		302
	Rodoviários		1.573
Motocicletas		Gasolina C	944
		<i>Flex</i> -Gasolina C	349
		<i>Flex</i> -Etanol Hidratado	nd
Total			44.850

O Gráfico 57 apresenta a contribuição percentual de cada categoria de veículo nas emissões de GEE no estado de São Paulo em 2023.

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 2023. Também possuem intensidade de uso alta, tornando sua participação na emissão bastante relevante.

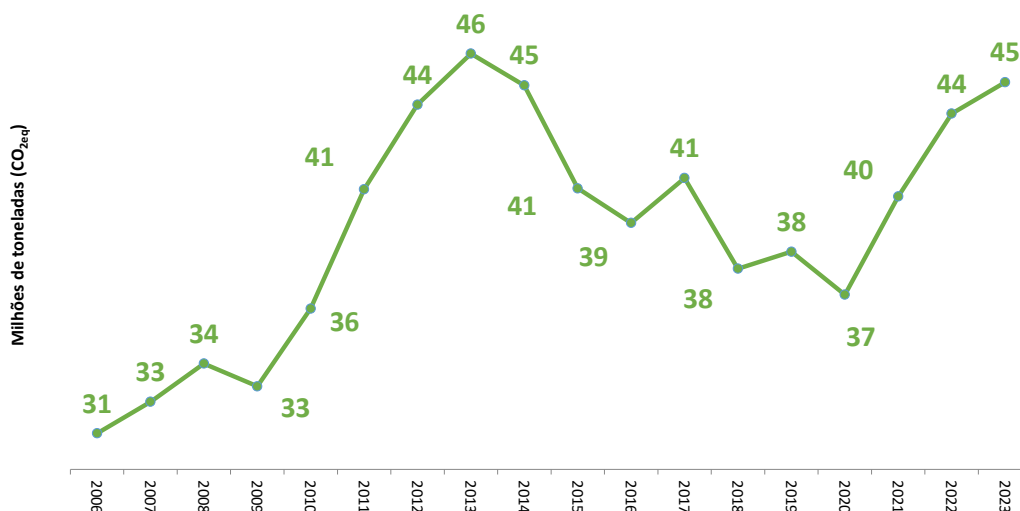
No caso dos Automóveis, a participação na frota é de 67% e, mesmo utilizando parcelas maiores de combustíveis renováveis, ainda assim a contribuição do uso da gasolina é significativo na emissão de GEE, 32%.

Gráfico 57 - Contribuição de cada categoria de veículo nas emissões de GEE em CO_{2eq} no estado de São Paulo em 2023



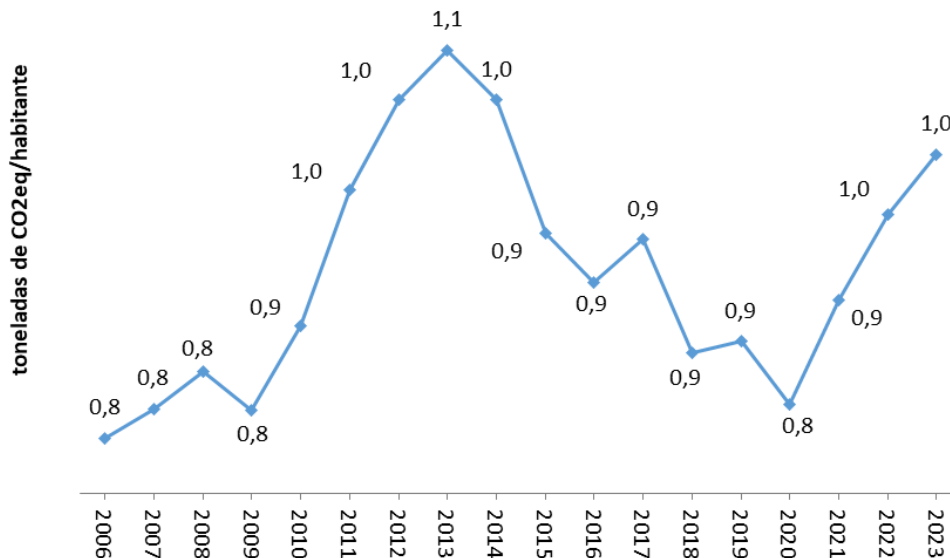
O Gráfico 58 apresenta a evolução das emissões de GEE de origem veicular no estado de São Paulo no período de 2006 a 2023. O pico da emissão ocorreu em 2014. Após período de queda, a emissão vem crescendo desde 2021.

Gráfico 58 - Evolução das emissões de GEE no estado de São Paulo



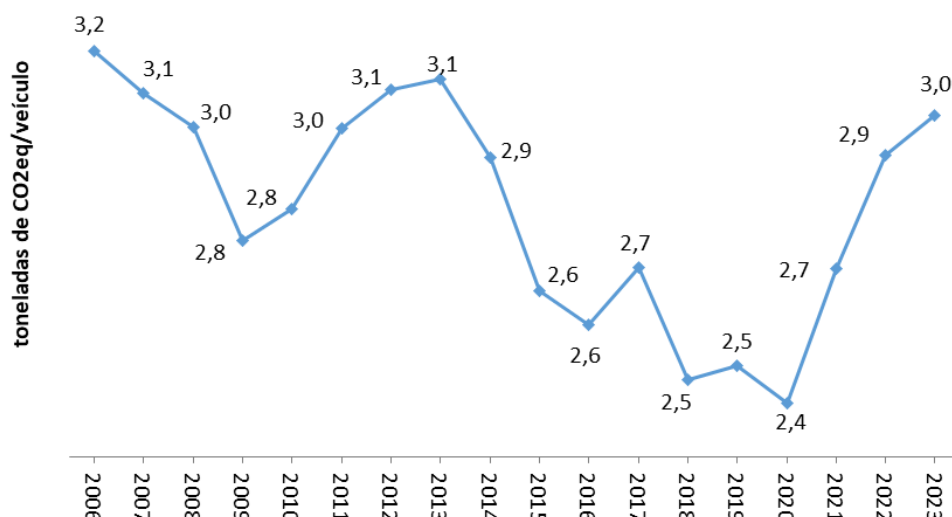
O Gráfico 59 mostra a evolução do indicador de emissão de GEE de origem veicular por habitante do estado no período de 2006 a 2023. A emissão em 2023 foi de 0,96 toneladas. Havia uma tendência de queda desde o ano de 2014, com flutuações causadas principalmente pelo uso da gasolina em substituição ao etanol e vice-versa nos veículos *flex-fuel*. Essa tendência foi revertida em 2021.

Gráfico 59 - Evolução do indicador da emissão de GEE de origem veicular por habitante no estado de São Paulo



O Gráfico 60 mostra a evolução do indicador de emissão de GEE por veículo no período de 2006 a 2023 no estado. Foram consideradas todas as categorias de veículos. A emissão em 2023 continua a subir em razão ao aumento do consumo de combustíveis fósseis, tanto diesel como gasolina.

Gráfico 60 - Evolução do indicador da emissão de GEE por veículo no estado de São Paulo



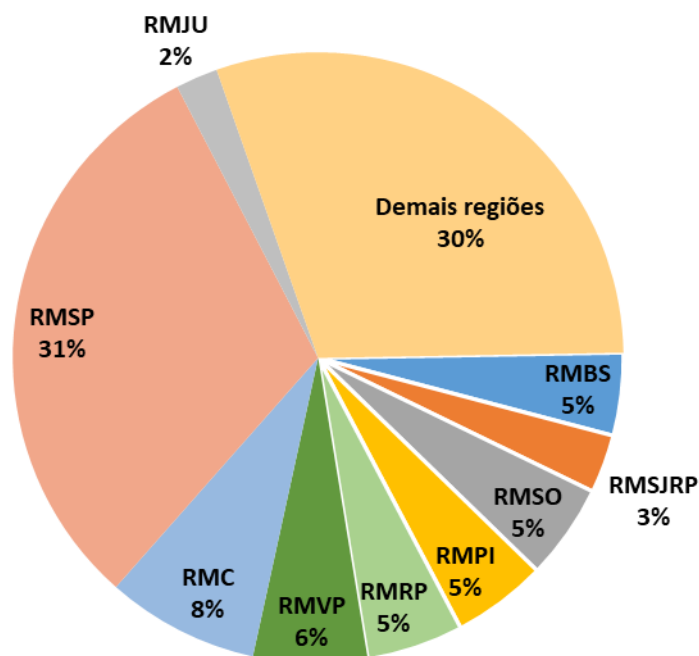
Os resultados das estimativas de GEE de origem veicular nas Regiões Metropolitanas do estado de São Paulo em 2023 são apresentados na Tabela 15, em CO_{2eq}, segregados por categoria de veículo e combustível.

Tabela 15 - Estimativa das emissões de GEE de origem veicular nas regiões metropolitanas do estado de São Paulo em 2023

Categoria	Emissão de CO ₂ eq (mil t) por região								
	RMSP	RMC	RMVP	RMBS	RMSO	RMRP	RMPI	RMSJRP	RMJU
Automóveis	6.282	1.314	1.028	461	814	465	530	258	372
Comerciais Leves	2.144	424	286	129	252	227	195	142	113
Caminhões	3.036	1.384	1.052	1.124	931	1.341	1.293	859	415
Ônibus	1.934	402	238	173	182	216	167	105	74
Motocicletas	439	103	102	75	90	52	59	29	29
Total	13.835	3.626	2.707	1.962	2.270	2.300	2.245	1.393	1.003

O Gráfico 61 apresenta a participação das regiões metropolitanas nas emissões de GEE de origem veicular do estado de São Paulo, em 2023. Pode-se observar que a RMSP é responsável por 31% 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 30% da emissão do estado.

Gráfico 61 - Participação das regiões metropolitanas nas emissões de GEE de origem veicular do estado de São Paulo em 2023



CONCLUSÕES

5 CONCLUSÕES

A continuidade da retomada das atividades econômicas tem levado ao aumento do uso dos veículos, demonstrado observando-se o consumo de combustível. Por outro lado, a entrada de veículos novos não subiu na mesma proporção, criando uma situação de baixa renovação e envelhecimento da frota circulante. Somado ao longo prazo para a entrada das novas fases do Proconve, observa-se uma menor tendência de redução das emissões, em alguns casos até mesmo o aumento da emissão.

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 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 que se inicia em 2025.

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 limites da P8 permitirão a redução importante na emissão. Entretanto, a contribuição também será sentida apenas ao final da década, quando uma quantidade significativa de veículos equipados com tecnologia de controle para atender essa fase estará circulando.

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}	7Gases de efeito estufa equivalentes em CO ₂ (GWP)
g	Grama
kg	Quilograma
km	Quilômetro
kWh	Quilowatt-hora
l	Litro
m ³	Metro cúbico
mg	Miligrama
MJ	Megajoule
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 GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2023, em bilhões de litros	19
Gráfico 2 - Evolução do consumo aparente de combustível no estado de São Paulo no período de 2006 a 2023, em TEP	20
Gráfico 3 - Evolução do consumo aparente de combustível fóssil e renovável no estado de São Paulo no período de 2006 a 2023, em TEP	20
Gráfico 4 - Evolução do indicador da intensidade de uso ajustada de Automóveis no período de 2006 a 2023	21
Gráfico 5 - Indicador de distância anual percorrida para Automóveis	21
Gráfico 6 - Evolução do teor de biodiesel no diesel	23
Gráfico 7 - Evolução das vendas de Automóveis novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2023	26
Gráfico 8 - Evolução das vendas de Comerciais Leves novos no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2023	27
Gráfico 9 - Evolução das vendas de Motocicletas novas no estado de São Paulo por combustível nos anos de 2006 a 2023	27
Gráfico 10 - Evolução das vendas de Caminhões novos nos anos de 2006 a 2023 no estado de São Paulo, separados por subcategorias	28
Gráfico 11 - Evolução das vendas de Ônibus novos nos anos de 2006 a 2023 no estado de São Paulo, separados por subcategorias	28
Gráfico 12 - Evolução das taxas de crescimento da frota circulante no estado de São Paulo	30
Gráfico 13 - Evolução da frota circulante no estado de São Paulo por categoria	30
Gráfico 14 - Evolução da frota circulante de Caminhões por subcategoria	31
Gráfico 15 - Evolução da frota circulante de Ônibus por subcategoria	31
Gráfico 16 - Evolução da frota circulante de Automóveis por tipo de combustível	32
Gráfico 17 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves por tipo de combustível	32
Gráfico 18 - Evolução da frota circulante de Motocicletas por tipo de combustível	33
Gráfico 19 - Evolução da frota circulante de Automóveis separada por fases do Proconve	33
Gráfico 20 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves do ciclo Otto separada por fases do Proconve	34
Gráfico 21 - Evolução da frota circulante de Comerciais Leves diesel separada por fases do Proconve	34
Gráfico 22 - Evolução da frota circulante de Ônibus separada por fases do Proconve	35

Gráfico 23 - Evolução da frota circulante de Caminhões separada por fases do Proconve	35
Gráfico 24- Evolução da frota circulante de Motocicletas separada por fases do Promot	36
Gráfico 25 - Evolução da taxa de motorização por habitante no estado de São Paulo de 2006 a 2023.....	37
Gráfico 26 - Evolução da idade média agregada da frota no estado de São Paulo nos anos de 2008, 2013, 2018 e 2023	38
Gráfico 27 - Evolução das emissões de poluentes no estado de São Paulo° ..	42
Gráfico 28 - Contribuição relativa de cada categoria na emissão de poluentes no estado de São Paulo em 2023	44
Gráfico 29 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de monóxido de carbono no estado de São Paulo em 2023	44
Gráfico 30 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de óxidos de nitrogênio no estado de São Paulo em 2023.....	45
Gráfico 31 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de material particulado no estado de São Paulo em 2023	45
Gráfico 32 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de dióxido de enxofre no estado de São Paulo em 2023	46
Gráfico 33 - Contribuição relativa na emissão COV por origem e categoria no estado de São Paulo em 2023	47
Gráfico 34 - Contribuição das categorias de veículos na emissão de COV no estado de São Paulo em 2023	47
Gráfico 35- Evolução do indicador tecnológico dos Automóveis	49
Gráfico 36 - Evolução do indicador tecnológico dos Caminhões	50
Gráfico 37 - Evolução do indicador tecnológico das Motocicletas	50
Gráfico 38 - Contribuição relativa de cada categoria na emissão de poluentes na RMSP em 2023.....	53
Gráfico 39 - Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMSP	53
Gráfico 40- Evolução das emissões de poluentes na RMSP	54
Gráfico 41 - Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMC	55
Gráfico 42 - Evolução das emissões de poluentes na RMC.....	56
Gráfico 43 - Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMVP	57
Gráfico 44 - Evolução das emissões de poluentes na RMVP.....	58
Gráfico 45 - Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMBS	59
Gráfico 46 - Evolução das emissões de poluentes na RMBS	60

Gráfico 47 – Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMSO	61
Gráfico 48 - Evolução das emissões de poluentes na RMSO.....	62
Gráfico 49 – Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMRP	63
Gráfico 50 - Evolução das emissões de poluentes na RMRP.....	64
Gráfico 51 – Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMSJRP	65
Gráfico 52 - Evolução das emissões de poluentes na RMSJRP	66
Gráfico 53 – Participação da fonte de emissão de COV por categoria na RMPI	67
Gráfico 54 - Evolução das emissões de poluentes na RMPI	68
Gráfico 55 – Participação da fonte na emissão de COV por categoria na RMJU	69
Gráfico 56 - Evolução das emissões de poluentes na RMJU.....	70
Gráfico 57 - Contribuição de cada categoria de veículo nas emissões de GEE em CO _{2eq} no estado de São Paulo em 2023.....	73
Gráfico 58 - Evolução das emissões de GEE no estado de São Paulo	73
Gráfico 59 - Evolução do indicador da emissão de GEE de origem veicular por habitante no estado de São Paulo.....	74
Gráfico 60 - Evolução do indicador da emissão de GEE por veículo no estado de São Paulo	74
Gráfico 61- Participação das regiões metropolitanas nas emissões de GEE de origem veicular do estado de São Paulo em 2023	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Número de municípios, população e frota no estado de São Paulo e nas regiões metropolitanas paulistas, no ano de 2023.....	17
Quadro 2- Teor de etanol anidro na gasolina comum.....	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa do Estado com destaque para as Regiões Metropolitanas do estado de São Paulo.....	16
Figura 2 - Participação percentual da emissão de Automóveis e Comerciais Leves em função da fase do Proconve no estado de São Paulo em 2023.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de veículos novos vendidos no estado de São Paulo em 2023.	25
Tabela 2 - Estimativas da frota circulante no estado de São Paulo em 2023.	29
Tabela 3 - Estimativas da emissão veicular no estado de São Paulo em 2023	41
Tabela 4 - Estimativa de emissão veicular de COV no estado de São Paulo em 2023 segregada por origem, categoria e combustível.....	43
Tabela 5 - Estimativa da emissão veicular na RMSP em 2023.....	52
Tabela 6 - Estimativa da emissão veicular na RMC em 2023	55
Tabela 7 - Estimativa da emissão veicular na RMVP em 2023	57
Tabela 8 - Estimativa da emissão veicular na RMBS em 2023.....	59
Tabela 9 - Estimativa da emissão veicular na RMSO em 2023	61
Tabela 10 - Estimativa da emissão veicular na RMRP em 2023	63
Tabela 11 - Estimativa da emissão veicular na RMSJRP em 2023.....	65
Tabela 12 - Estimativa da emissão veicular na RMPI em 2023	67
Tabela 13 - Estimativa da emissão veicular na RMJU em 2023	69
Tabela 14 - Estimativa das emissões de GEE de origem veicular no estado de São Paulo em 2023	72
Tabela 15 - Estimativa das emissões de GEE de origem veicular nas regiões metropolitanas do estado de São Paulo em 2023	75

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. **CETESB.** *Metodologia de Cálculo do Inventário de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo*. São Paulo : s.n., 2024.
2. —. *PCPV: Plano de Controle de Poluição Veicular no Estado de São Paulo 2023-2025*. São Paulo : s.n., 2022. p. 59.
3. **IBGE.** Produto Interno Bruto. [Online] 2021. [Citado em: 16 de julho de 2024.] <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>.
4. **SEADE.** Informações sobre a população do Estado de São Paulo. [Online] 2023. [Citado em: 14 de maio de 2024.] <https://populacao.seade.gov.br/>.
5. **(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.
6. **(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.
7. —. *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.
8. —. *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.
9. —. *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.
10. —. *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.
11. —. *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%201359%20de%2024%2F08%2F2021>> Acesso em 19 dez 2022.

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.

12. —. *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>> Acesso em 19 dez 2022.

13. —. *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.

14. **(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>.

15. **(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 > .

16. **BRASIL.** Portaria MAPA nº 75, de 05 de março de 2015. Fixa, a partir da zero hora do dia 16 de março de 2015, novos percentuais 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>>.

17. **CNPE - Conselho Nacional de Política Energética.** *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>]

18. **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.

19. **LOPES, Eduardo.** *Dados de Vendas de Veículos no Estado de São Paulo 2023 - ANFAVEA*. [email] São Paulo : s.n., 24 de janeiro de 2024. e-mail recebido por cdias@sp.gov.br.

20. **SOTERO, Paulo.** *Vendas Motocicletas 2023 - ABRACICLO*. e-mail recebido por cdias@sp.gov.br. São Paulo : s.n., 30 de jan de 2024.

21. **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.

22. **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.
23. —. 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.
24. **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.
25. **BRASIL. CONAMA.** Resolução CONAMA nº 493, de 24 de junho de 2019. Estabelece a Fase PROMOT M5 de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos similares – PROMOT. 2019. Disponível em: <<http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema>> Acesso em 19 dez 2022.
26. **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%20proconve%20promot_portugues.pdf>. Acesso em: 19 dez 2022.
27. **CETESB.** Qualidade do ar no estado de São Paulo 2023. São Paulo : s.n., 2023. 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.



Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística

Secretaria de



SÃO PAULO
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