

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima  
Ministério dos Transportes

# **INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS POR VEÍCULOS AUTOMOTORES RODOVIÁRIOS**

ANO-BASE 2024



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

Presidente da República

**LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA**

Vice-Presidente da República

**GERALDO JOSÉ RODRIGUES ALCKMIN FILHO**

**Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima**

Ministra

**MARINA SILVA**

**Secretaria-Executiva**

Secretário-Executivo

**JOÃO PAULO RIBEIRO CAPOBIANCO**

**Secretaria Nacional de Meio Ambiente Urbano, Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental**

Secretário

**ADALBERTO FELÍCIO MALUF FILHO**

**Departamento de Qualidade Ambiental**

Diretora

**THAIANNE RESENDE HENRIQUES FÁBIO**

**Coordenação-Geral de Qualidade Ambiental**

Coordenadora-Geral

**CAYSSA PERES MARCONDES DE ARAÚJO**

**Ministério dos Transportes**

Ministro

**RENAN FILHO**

**Secretaria-Executiva**

Secretário-Executivo

**GEORGE ANDRÉ PALERMO SANTORO**

**Subsecretaria de Sustentabilidade**

Subsecretário

**CLOVES EDUARDO BENEVIDES**

**Coordenação-Geral de Projetos Especiais e Mudança do Clima**

Coordenador-Geral

**GEORGE YUN**

**Assessoria de Participação Social e Diversidade**

Chefe da Assessoria, Substituta

**FANI MAMEDE**

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima  
Ministério dos Transportes

# **INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSIONES ATMOSFÉRICAS POR VEÍCULOS AUTOMOTORES RODOVIÁRIOS**

ANO-BASE 2024

Brasília, DF  
MMA  
2025

© 2025 Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima e Ministério dos Transportes.

Permitida a reprodução sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio, se citados a fonte do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/qualidade-ambientale-meio-ambiente-urbano/inventario-emissoes-atmosfericas-veiculos-automotoresrodoviarios.pdf> e Ministério dos Transportes em: [https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/sustentabilidade/mudanca-do-clima/O\\_ineavar\\_2025.pdf](https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/sustentabilidade/mudanca-do-clima/O_ineavar_2025.pdf).

## **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas Por Veículos Automotores Rodoviários**

**Ano-Base 2024**

Dezembro de 2025

### **Coordenação:**

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima e Ministério dos Transportes

### **Concepção e organização:**

Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA)

### **Equipe Técnica:**

André Luis Ferreira (IEMA)

Daniel Melo (MMA)

David Tsai (IEMA)

Felipe Barcellos e Silva (IEMA)

Helen Sousa (IEMA)

Ingrid Grace (IEMA)

Jeancarlo Alberto dos Reis (MT)

João Pedro da Veiga Pacheco Neto (MT)

Juliana Tiemi Tamanaha (MT)

Luiz Mandalho (MMA)

Mirian de Oliveira (MMA)

Ricardo Luiz Medeiros Meirelles (MT)

Thiago Olante Casagrande (MT)

### **Comunicação:**

Isis Rosa Nóbile Diniz (IEMA)

Nicole Dejarmes Silva (IEMA)

### **Projeto gráfico e diagramação:**

Mario Kanno

### **Apoio:**

Climate and Clean Air Coalition (CCAC)

### **Organizações especializadas que integraram os grupos de trabalho voltados à elaboração do conteúdo desta obra:**

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). ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres). BRASIL (Ministério da Cidadania). Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Ministério dos Transportes. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará. Secretaria de Estado de Sustentabilidade do Mato Grosso. CCAC (Climate and Clean Air Coalition). CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). CNT (Confederação Nacional do Transporte). EPE (Empresa de Pesquisa Energética). ICCT (International Council on Clean Transportation). INEA (Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro). Infra S.A. PETROBRAS (Petróleo Brasileiro S.A.). PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). MCTI (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação). PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná).

## **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP**

B823      Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.  
Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores  
rodoviários [recurso eletrônico] : ano 2024. – Brasília, DF : MMA, 2025.  
115 p. : il.

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-85-7738-553-9

1. Emissão de poluentes. 2. Gases de efeito estufa. 3. Gestão ambiental. I. Título.  
CDU 504.7

IBAMA  
Biblioteca Nacional do Meio Ambiente  
Júlia G. de Menezes – CRB1/3001

# Apresentação

O Brasil avança em sua trajetória de levantamento de informações sobre as emissões veiculares com a publicação do **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários: Ano-base 2024**. Este documento consolida uma série histórica robusta de **45 anos de dados (1980-2024)**, apresentando a evolução das emissões neste período e representando etapa fundamental no amadurecimento das políticas públicas voltadas à qualidade do ar e ao enfrentamento das mudanças climáticas.

Esta edição ganha especial relevância no contexto da recém-aprovada **Política Nacional de Qualidade do Ar (Lei nº 14.850/2024)**, marco legal que estabelece diretrizes, objetivos e instrumentos para a gestão da qualidade do ar em todo o território nacional. O inventário de emissões atmosféricas é um dos instrumentos estabelecidos por esta lei, constituindo ferramenta essencial para o cumprimento de suas diretrizes de monitoramento, transparência e gestão baseada em evidências científicas.

Também é peça-chave para o **Programa MelhorAR** (Portaria do Ministério dos Transportes nº 192/2025), que busca reduzir as emissões de poluentes atmosféricos provenientes do transporte rodoviário de cargas e passageiros. Ao fornecer dados precisos e estruturados, o inventário não apenas apoia a implementação do programa, mas também fortalece a tomada de decisão baseada em evidências.

A presente edição traz **inovações metodológicas significativas**. Além do monitoramento dos poluentes tradicionalmente regulamentados – monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e material particulado – e dos gases de efeito estufa – dióxido de carbono e óxido nitroso –, incorpora emissões dos **Poluentes Climáticos de Vida Curta (PCVC)**, com especial atenção ao **metano (CH<sub>4</sub>)** e **carbono negro (BC)**. Esta inclusão reconhece a sinergia entre ações de melhoria da qualidade do ar local e mitigação do aquecimento global.

**A elaboração deste inventário foi viabilizada pelo apoio financeiro da Coalizão Clima e Ar Limpo (CCAC)**, iniciativa global que promove ações para redução de PCVC **e pelo apoio técnico do Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA)**, responsável pela sua execução. Para sua construção, foram realizadas **três oficinas**

**técnicas com a participação de setores relevantes e especialistas**, garantindo a qualidade técnica e a legitimidade da informação disponibilizada.

Ao disponibilizar este inventário, o **Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima**, o **Ministério dos Transportes** e seus parceiros cumprem papel determinante na implementação da Política Nacional de Qualidade do Ar e do Programa MelhorAR, provendo informações de excelência que permitam avançar nas agendas de saúde pública, qualidade ambiental e ação climática.

○ **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários: Ano-base 2024** configura-se como peça fundamental na gestão das emissões do setor, orientando a transição do Brasil rumo a um sistema de transporte mais limpo e sustentável, contribuindo para garantir o direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e à saúde pública.

**Adalberto Maluf**

Secretário Nacional de Meio Ambiente Urbano, Recursos Hídricos e Qualidade  
Ambiental

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

**Cloves Eduardo Benevides**

Subsecretário de Sustentabilidade

Ministério dos Transportes

## Lista de gráficos

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 - Curvas de sucateamento para automóveis, comerciais leves (exceto diesel) e motocicletas .....             | 17 |
| Gráfico 2 - Curvas de sucateamento para caminhões, ônibus e comerciais leves Diesel .....                             | 17 |
| Gráfico 3 - Evolução da frota estimada de veículos por categoria .....                                                | 19 |
| Gráfico 4 - Evolução da frota estimada de veículos pesados por categoria .....                                        | 20 |
| Gráfico 5 - Evolução da frota estimada de automóveis por tipo de motor .....                                          | 20 |
| Gráfico 6 - Evolução da frota estimada de comerciais leves por tipo de motor .....                                    | 21 |
| Gráfico 7 - Evolução da frota estimada de motocicletas por tipo de motor .....                                        | 21 |
| Gráfico 8 - Evolução da frota estimada de veículos leves por fase do PROCONVE .....                                   | 22 |
| Gráfico 9 - Evolução da frota estimada de veículos do ciclo Diesel por fase do PROCONVE .....                         | 22 |
| Gráfico 10 - Evolução da frota estimada de motocicletas por fase do PROMOT .....                                      | 22 |
| Gráfico 11 - Intensidade de uso de referência para veículos do ciclo Otto .....                                       | 52 |
| Gráfico 12 - Intensidade de uso de referência para veículos do ciclo Diesel .....                                     | 53 |
| Gráfico 13 - Quilometragem por litro de combustível para automóveis .....                                             | 54 |
| Gráfico 14 - Evolução do consumo nacional de gasolina no transporte rodoviário .....                                  | 59 |
| Gráfico 15 - Evolução do consumo nacional de etanol hidratado no transporte rodoviário .....                          | 60 |
| Gráfico 16 - Evolução do consumo nacional de diesel no transporte rodoviário .....                                    | 60 |
| Gráfico 17 - Evolução do consumo nacional de gasolina C no transporte rodoviário por categoria de veículo .....       | 61 |
| Gráfico 18 - Evolução do consumo nacional de etanol hidratado no transporte rodoviário por categoria de veículo ..... | 61 |
| Gráfico 19 - Evolução do consumo nacional de etanol hidratado no transporte rodoviário por categoria de veículo ..... | 62 |
| Gráfico 20 - Emissões de CO por categoria de veículo .....                                                            | 64 |
| Gráfico 21 - Emissões de CO por tipo de combustível .....                                                             | 64 |
| Gráfico 22 - Emissões de CO por automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto por fase do PROCONVE .....       | 65 |
| Gráfico 23 - Emissões de CO por motocicletas por fase do PROMOT .....                                                 | 65 |
| Gráfico 24 - Emissões de NO <sub>x</sub> por categoria de veículo .....                                               | 66 |
| Gráfico 25 - Emissões de NO <sub>x</sub> por combustível .....                                                        | 66 |
| Gráfico 26 - Emissões de NO <sub>x</sub> por veículos do ciclo Diesel por fase do PROCONVE .....                      | 67 |
| Gráfico 27 - Emissões de NO <sub>x</sub> por automóveis e veículos leves do ciclo Otto por fase do PROCONVE .....     | 67 |
| Gráfico 28 - Emissões de MP por combustão por categoria de veículos .....                                             | 68 |
| Gráfico 29 - Emissões de MP por combustão por combustível .....                                                       | 68 |
| Gráfico 30 - Emissões de MP por combustão por veículos do ciclo Diesel por fase do PROCONVE .....                     | 69 |
| Gráfico 31 - Emissões totais de MP por tipo de emissão .....                                                          | 70 |
| Gráfico 32 - Emissões totais de MP por categoria de veículo .....                                                     | 70 |
| Gráfico 33 - Emissões de BC por combustão por categoria de veículos .....                                             | 71 |
| Gráfico 34 - Emissão de BC total por categoria de veículo .....                                                       | 71 |
| Gráfico 35 - Emissões de RCHO por categoria de veículos do ciclo Otto .....                                           | 72 |
| Gráfico 36 - Emissões de RCHO por tipo de combustível .....                                                           | 72 |
| Gráfico 37 - Emissões de NMHC por categoria de veículos do ciclo Otto .....                                           | 73 |
| Gráfico 38 - Emissões de NMHC por tipo de combustível .....                                                           | 73 |
| Gráfico 39 - Emissões de NMHC por automóveis e veículos comerciais leves por fase do PROCONVE .....                   | 74 |
| Gráfico 40 - Emissões de NMHC por automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto por tipo de emissão .....      | 74 |
| Gráfico 41 - Emissões de CH <sub>4</sub> por categoria de veículos .....                                              | 75 |
| Gráfico 42 - Emissões de CH <sub>4</sub> por combustível .....                                                        | 76 |
| Gráfico 43 - Emissões de N <sub>2</sub> O por categoria de veículos .....                                             | 76 |
| Gráfico 44 - Emissões de N <sub>2</sub> O por combustível .....                                                       | 77 |
| Gráfico 45 - Emissões de CO <sub>2</sub> por categoria de veículos .....                                              | 78 |
| Gráfico 46 - Emissões de CO <sub>2</sub> por combustível .....                                                        | 78 |
| Gráfico 47 - Emissões de CO <sub>2</sub> equivalente por categoria de veículo .....                                   | 79 |
| Gráfico 48 - Emissões de CO <sub>2</sub> equivalente por categoria de veículo .....                                   | 79 |

## Lista de tabelas

|                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Poluentes e gases inventariados por tipo de veículo, tecnologia e fonte energética .....                                                                                                 | 12 |
| Tabela 2 - Categorias de veículos e motorizações consideradas.....                                                                                                                                  | 15 |
| Tabela 3 - Distribuição dos ensaios de homologação de veículos leves do Ciclo Diesel.....                                                                                                           | 18 |
| Tabela 4 - Parâmetros utilizados no cálculo dos fatores de emissão de CO <sub>2</sub> .....                                                                                                         | 24 |
| Tabela 5 - Densidades energéticas utilizadas para cada combustível em cada ano-calendário .....                                                                                                     | 24 |
| Tabela 6 - Fatores de emissão de CO <sub>2</sub> por ano-calendário e combustível .....                                                                                                             | 25 |
| Tabela 7 - Fatores de emissão de N <sub>2</sub> O por categoria e por combustível para veículos leves, em g/km .....                                                                                | 25 |
| Tabela 8 - Fatores de emissão de CH <sub>4</sub> por combustível para automóveis, em g/km .....                                                                                                     | 26 |
| Tabela 9 - Fatores de emissão de CH <sub>4</sub> por combustível para comerciais leves, em g/km .....                                                                                               | 29 |
| Tabela 10 - Fatores de emissão de escapamento de CO, NO <sub>x</sub> , RCHO, NMHC, e MP, para automóveis e veículos comerciais leves novos, movidos a gasolina C e a etanol hidratado, em g/km..... | 31 |
| Tabela 11 - Frações de Black Carbon (BC) por tipo de veículo e combustível.....                                                                                                                     | 35 |
| Tabela 12 - Fatores de emissões evaporativas de automóveis e veículos comerciais leves movidos à gasolina C e a etanol.....                                                                         | 37 |
| Tabela 13 - Fatores de emissão de CO, NO <sub>x</sub> , RCHO, N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> e COVNM, em g/km.....                                                                               | 39 |
| Tabela 14 - Incremento médio de emissões por acúmulo de rodagem, em g/km a cada 80 mil km.....                                                                                                      | 40 |
| Tabela 15 - Fontes de informação para os fatores de deterioração de automóveis e veículos comerciais leves movidos a gasolina C e a etanol hidratado .....                                          | 40 |
| Tabela 16 - Fatores de emissão de CO, NO <sub>x</sub> , NMHC, CH <sub>4</sub> e MP <sub>comb</sub> para motocicletas, em g/km .....                                                                 | 41 |
| Tabela 17 - Fatores de emissões CO, NO <sub>x</sub> , NMHC e MP <sub>comb</sub> para motores Diesel, em g <sub>poluente</sub> /km .....                                                             | 43 |
| Tabela 18 - Fatores de emissão de MP por desgaste de pneus, freios e pistas.....                                                                                                                    | 47 |
| Tabela 19 - Frações de carbono negro (BC) por desgaste de freios e pneus, por tipo de veículo .....                                                                                                 | 48 |
| Tabela 20 - Frações da frota de veículos <i>flex fuel</i> que opta por cada combustível, para cada ano-calendário .....                                                                             | 51 |
| Tabela 21 - Amostragem realizada na pesquisa de intensidade de uso pela CNT, para cada categoria de veículo diesel.....                                                                             | 53 |
| Tabela 22 - Quilometragem por litro de combustível para automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto (km/L) .....                                                                           | 54 |
| Tabela 23 - Quilometragem por litro de combustível para motocicletas (km/L).....                                                                                                                    | 57 |
| Tabela 24 - Quilometragem por litro (km/L) de veículos pesados do ciclo Diesel.....                                                                                                                 | 58 |
| Tabela 25 - Quilometragem por litro (km/L) de comerciais leves/automóveis do ciclo Diesel.....                                                                                                      | 59 |

## Lista de quadros

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Notas e critérios de atribuição .....                                             | 80 |
| Quadro 2 - Avaliação das variáveis, síntese dos dados e recomendações de aprimoramento ..... | 81 |

## Lista de figuras

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Procedimentos adotados para estimar as emissões ..... | 14 |
| Figura 2 - Metodologia para estimar a frota de veículos .....    | 16 |



## Lista de siglas

|                        |                                                                                                        |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ABNT                   | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                                               |
| 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                                            |
| BC                     | <i>Black Carbon</i> (Carbono Negro)                                                                    |
| BEN                    | Balço Energético Nacional                                                                              |
| CC                     | Centímetros cúbicos                                                                                    |
| CCAC                   | <i>Climate &amp; Clean Air Coalition</i>                                                               |
| CETESB                 | Companhia Ambiental do Estado de São Paulo                                                             |
| CH <sub>4</sub>        | Metano                                                                                                 |
| CMT                    | Carga máxima de tração                                                                                 |
| CNT                    | Confederação Nacional do Transporte                                                                    |
| CO                     | Monóxido de carbono                                                                                    |
| CO <sub>2</sub>        | Dióxido de carbono                                                                                     |
| CONAMA                 | Conselho Nacional do Meio Ambiente                                                                     |
| CQNUMC                 | Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima                                              |
| EEA                    | <i>European Environment Agency (UE)</i>                                                                |
| EMEP                   | <i>European Monitoring and Evaluation Programme (UE)</i>                                               |
| EPE                    | Empresa de Pesquisa Energética                                                                         |
| FTP                    | <i>Federal Test Procedure (EUA)</i>                                                                    |
| GNV                    | Gás natural veicular                                                                                   |
| HC                     | Hidrocarbonetos                                                                                        |
| IBAMA                  | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis                               |
| IEMA                   | Instituto de Energia e Meio Ambiente                                                                   |
| MCTI                   | Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação                                                           |
| MMA                    | Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima                                                         |
| MME                    | Ministério de Minas e Energia                                                                          |
| MP                     | Material particulado                                                                                   |
| MP <sub>comb</sub>     | Material particulado proveniente da queima de combustíveis                                             |
| MP <sub>desgaste</sub> | Material particulado proveniente do desgaste de pneus, freios e pista                                  |
| N <sub>2</sub> O       | Óxido nitroso                                                                                          |
| NHMC                   | Hidrocarbonetos não-metano                                                                             |
| NHMC <sub>escap</sub>  | Hidrocarbonetos não-metano referentes à emissão de escapamento                                         |
| NO <sub>x</sub>        | Óxidos de nitrogênio                                                                                   |
| O <sub>3</sub>         | Ozônio                                                                                                 |
| PBT                    | Peso bruto total                                                                                       |
| PROCONVE               | Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores                                        |
| PROMOT                 | Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Similares                                      |
| RCHO                   | Aldeídos                                                                                               |
| RVEP                   | Relatório de Valores de Emissão da Produção                                                            |
| SINDIPEÇAS             | Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores                               |
| Tep                    | Tonelada equivalente de petróleo                                                                       |
| THC                    | Hidrocarbonetos totais                                                                                 |
| THC <sub>escap</sub>   | Hidrocarbonetos totais referentes à emissão de escapamento                                             |
| USEPA                  | <i>United States Environmental Protection Agency (EUA)</i>                                             |

# Sumário

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introdução</b>                                                     | <b>10</b> |
| 1.1 Escopo                                                               | 11        |
| 1.1.1 Abrangência espacial e temporal                                    | 11        |
| <b>2. Metodologia</b>                                                    | <b>13</b> |
| 2.1 Equação geral                                                        | 13        |
| 2.2 Equação para veículos convertidos para o uso de GNV                  | 13        |
| 2.3 Sistematização dos procedimentos para estimar as emissões            | 14        |
| <b>3. Frota de veículos</b>                                              | <b>15</b> |
| 3.1 Categorização da frota                                               | 15        |
| 3.2 Estimativa da frota de veículos                                      | 16        |
| 3.2.1 Curvas de sucateamento                                             | 17        |
| 3.2.2 Histórico de vendas de veículos novos                              | 18        |
| 3.3. Evolução da frota entre 1980 a 2024                                 | 19        |
| <b>4. Fatores de emissão</b>                                             | <b>23</b> |
| 4.1 Fatores de emissão para automóveis e comerciais leves do ciclo Otto  | 23        |
| 4.1.1 Veículos novos (zero-km) movidos à gasolina C e etanol hidratado   | 23        |
| 4.1.2. Veículos convertidos para o uso de GNV                            | 39        |
| 4.2 Fatores de emissão para motocicletas                                 | 41        |
| 4.3. Fatores de emissão para veículos pesados do ciclo Diesel            | 43        |
| 4.4. Desgaste de pista, pneus e freios                                   | 47        |
| <b>5. Intensidade de Uso</b>                                             | <b>49</b> |
| 5.1 Equações Gerais                                                      | 49        |
| 5.2 Valores de referência para a intensidade de uso de veículos          | 52        |
| 5.2.1 Automóveis, veículos comerciais leves do ciclo Otto e motocicletas | 52        |
| 5.2.2 Veículos do ciclo Diesel                                           | 52        |
| 5.3 Quilometragem por litro de combustível (km/L)                        | 54        |
| 5.3.1 Automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto               | 54        |
| 5.3.2 Motocicletas                                                       | 57        |
| 5.3.3 Veículos do ciclo Diesel                                           | 58        |
| 5.4. Comparação entre consumo de combustível estimado e observado        | 59        |
| 5.5 Consumo de combustível por categoria de veículos                     | 61        |

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6. Resultados</b>                                                                 | <b>63</b> |
| 6.1 Emissões de monóxido de carbono (CO)                                             | 63        |
| 6.2. Emissões de óxidos de nitrogênio (NO <sub>x</sub> )                             | 65        |
| 6.3. Emissões de material particulado (MP)                                           | 67        |
| 6.3.1. Emissões de material particulado por combustão (MP <sub>comb</sub> )          | 67        |
| 6.3.2. Emissões de material particulado por desgaste (MP <sub>desgaste</sub> )       | 69        |
| 6.3.3. Emissões de carbono negro (BC)                                                | 70        |
| 6.4. Emissões de aldeídos (RCHO)                                                     | 71        |
| 6.5. Emissões de hidrocarbonetos não metano (NMHC)                                   | 73        |
| 6.6. Emissões de metano (CH <sub>4</sub> )                                           | 75        |
| 6.7. Emissões de óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)                                    | 76        |
| 6.8. Emissões de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )                               | 77        |
| 6.9. Emissões de dióxido de carbono equivalente (CO <sub>2</sub> eq)                 | 78        |
| <b>7. Avaliação de qualidade dos dados e recomendações</b>                           | <b>80</b> |
| <b>8. Políticas Públicas para a Qualidade do Ar</b>                                  | <b>83</b> |
| 8.1 Iniciativas do Setor de Transportes                                              | 87        |
| <b>9. Referências Bibliográficas</b>                                                 | <b>88</b> |
| <b>ANEXOS</b>                                                                        | <b>90</b> |
| Anexo A - Parametrização das curvas de sucateamento                                  | 90        |
| Anexo B - Intensidade de uso                                                         | 91        |
| <b>APÊNDICES</b>                                                                     | <b>92</b> |
| Apêndice A - Desagregação das emissões                                               | 92        |
| Apêndice B - Tabelas de evolução do consumo de combustível por categoria de veículos | 93        |
| Apêndice C - Tabelas de emissões por categoria de veículos e tipo de combustível     | 97        |

# 1. Introdução

**Os inventários de emissões de poluentes atmosféricos são instrumentos estratégicos de gestão ambiental** que estimam as emissões em uma determinada área geográfica e em um dado período de tempo, permitindo assim, dependendo de sua escala temporal, resolução espacial ou grau de detalhamento de fontes emissoras, orientar a adoção de medidas de controle da poluição. A elaboração dessa ferramenta é **ponto de partida para o sucesso da implantação ou reorientação de quaisquer programas voltados à melhoria da qualidade do ar e redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), uma vez que se presta a:**

- **Identificar e hierarquizar as diferentes fontes de emissão e os impactos;**
- **Identificar os principais poluentes emitidos em uma área de interesse;**
- **Avaliar a efetividade de medidas de controle sobre as taxas de emissão;**
- **Auxiliar a modelagem dos impactos das emissões sobre a qualidade do ar;**
- **Identificar medidas potenciais de redução;**
- **Restituir séries históricas e determinar tendências de emissões futuras.**

Ainda que sejam instrumentalmente importantes para muitas atividades de controle e regulação, é fundamental adotar rotinas que levem à melhoria da qualidade da informação de base, das metodologias de cálculo e avaliação de sua aplicabilidade. Se baseados em dados incompletos, errôneos ou pouco confiáveis, o uso de inventários na tomada de decisões pode ter consequências negativas em termos de custo e eficácia.

*O Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2025: Ano-base 2024* (doravante INEAVAR 2025) dá continuidade à referência técnico-metodológica iniciada em 2010, com o 1º INEAVAR, publicado em 2011, e posteriormente aprimorada em 2014, no INEAVAR 2013 (Ano-base 2012).

Assim, o novo inventário busca atualizar a estimativa de emissões de 1980 a 2024, incorporando aperfeiçoamentos, dentre os quais se destacam:

|    |                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) | Inclusão da segmentação de veículos elétricos e híbridos para automóveis e comerciais leves; |
| b) | Inclusão de motocicletas, micro-ônibus e ônibus urbanos elétricos;                           |
| c) | Inclusão da estimativa das emissões de carbono negro (BC <sup>1</sup> );                     |
| d) | Inclusão da estimativa das emissões de material particulado por veículos movidos a etanol;   |
| e) | Inclusão das emissões evaporativas durante o abastecimento;                                  |
| f) | Desagregação das emissões por unidade da federação.                                          |

## 1.1 Escopo

### 1.1.1 Abrangência espacial e temporal

Foram estimadas as emissões atmosféricas por veículos automotores em todo o território nacional. Este inventário também traz um exercício de desagregação das emissões por unidade da Federação, com base nos dados de vendas de combustíveis (ver Apêndice A).

Para capturar a evolução das emissões decorrentes do aumento da frota de veículos e da implantação do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) e do Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (PROMOT), são apresentadas as emissões desde o ano 1980 até 2024.

### 1.1.2 Poluentes inventariados

Além de contabilizar as emissões dos poluentes regulamentados pelo PROCONVE e pelo PROMOT, também foram considerados as seguintes emissões de todas as categorias de veículos:

- **Material particulado (MP):** proveniente do desgaste de freios, pneus e da pista;
- **Metano (CH<sub>4</sub>);**
- **Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O);**
- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>);**
- **Carbono negro (BC):** proveniente do escapamento e do desgaste de freios, pneus e da pista.

1 Da sigla para *black carbon*, em inglês.

**Tabela 1 - Poluentes e gases inventariados por tipo de veículo, tecnologia e fonte energética**

| Poluentes                                            | Automóveis e comerciais leves do ciclo Otto |                  | Motocicletas |                  | Veículos do ciclo Diesel | Veículos elétricos | Veículos a GNV |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------------------|--------------------|----------------|
|                                                      | Gasolina C                                  | Etanol hidratado | Gasolina C   | Etanol hidratado |                          |                    |                |
| Emissões de escapamento                              |                                             |                  |              |                  |                          |                    |                |
| Monóxido de carbono (CO)                             | ✓                                           | ✓                | ✓            | ✓                | ✓                        |                    | ✓              |
| Óxidos de nitrogênio (NO <sub>x</sub> )              | ✓                                           | ✓                | ✓            | ✓                | ✓                        |                    | ✓              |
| Material particulado (MP)                            | ✓                                           | ✓                | ✓            | ✓                | ✓                        |                    |                |
| Aldeídos (RCHO)                                      | ✓                                           | ✓                |              |                  |                          |                    | ✓              |
| Hidrocarbonetos não-metano (NMHC <sub>escap</sub> )  | ✓                                           | ✓                | ✓            | ✓                | ✓                        |                    | ✓              |
| Metano (CH <sub>4</sub> )                            | ✓                                           | ✓                | ✓            | ✓                | ✓                        |                    | ✓              |
| Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )                | ✓                                           | ✓                | ✓            | ✓                | ✓                        |                    | ✓              |
| Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)                     | ✓                                           | ✓                | ✓            | ✓                | ✓                        |                    | ✓              |
| Emissões evaporativas (NMHC <sub>evap</sub> )        | ✓                                           | ✓                |              |                  |                          |                    |                |
| Emissões por desgaste de freios, pneus e pistas (MP) | ✓                                           | ✓                | ✓            | ✓                | ✓                        | ✓                  | ✓              |
| Emissões por desgaste de freios, pneus e pistas (BC) | ✓                                           | ✓                | ✓            | ✓                | ✓                        | ✓                  | ✓              |

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2. Metodologia

### 2.1 Equação geral

As emissões de escapamento da frota circulante, em um determinado ano-calendário, para cada poluente e ano-modelo de veículo, foram estimadas a partir da seguinte equação:

$$E = Fr \times lu \times Fe... \text{ (Equação 2.1)}$$

Onde:

- **E** é a taxa anual de emissão do poluente considerado (g/ano);
- **Fr** é a frota circulante de veículos do ano-modelo considerado (número de veículos);
- **lu** é a intensidade de uso do veículo do ano-modelo considerado, expressa em termos de quilometragem anual percorrida (km/ano);
- **Fe** é o fator de emissão do poluente considerado, expresso em termos da massa de poluente emitida por km percorrido ( $g_{\text{poluente}}/\text{km}$ ). É específico para o ano-modelo de veículo considerado e depende do tipo de combustível utilizado.

### 2.2 Equação para veículos convertidos para o uso de GNV

No Brasil, a comercialização de veículos novos movidos a GNV (Gás Natural Veicular) é pouco significativa e, em geral, a frota em circulação é composta apenas por veículos convertidos para o uso de GNV a partir da instalação de kits de conversão.

Como não estão disponíveis informações consistentes e detalhadas acerca dessa frota convertida, especialmente quanto ao número de conversões anuais por ano-modelo e o combustível original dos veículos convertidos, não é possível utilizar a Equação 2.1. Assim, diferentemente do procedimento adotado para veículos movidos a gasolina C, a etanol hidratado e a óleo diesel, as emissões dos veículos a GNV são estimadas a partir de uma abordagem *top-down*, utilizando-se a Equação 2.2:

$$E = C_{\text{GNV}} \times Fe... \text{ (Equação 2.2)}$$

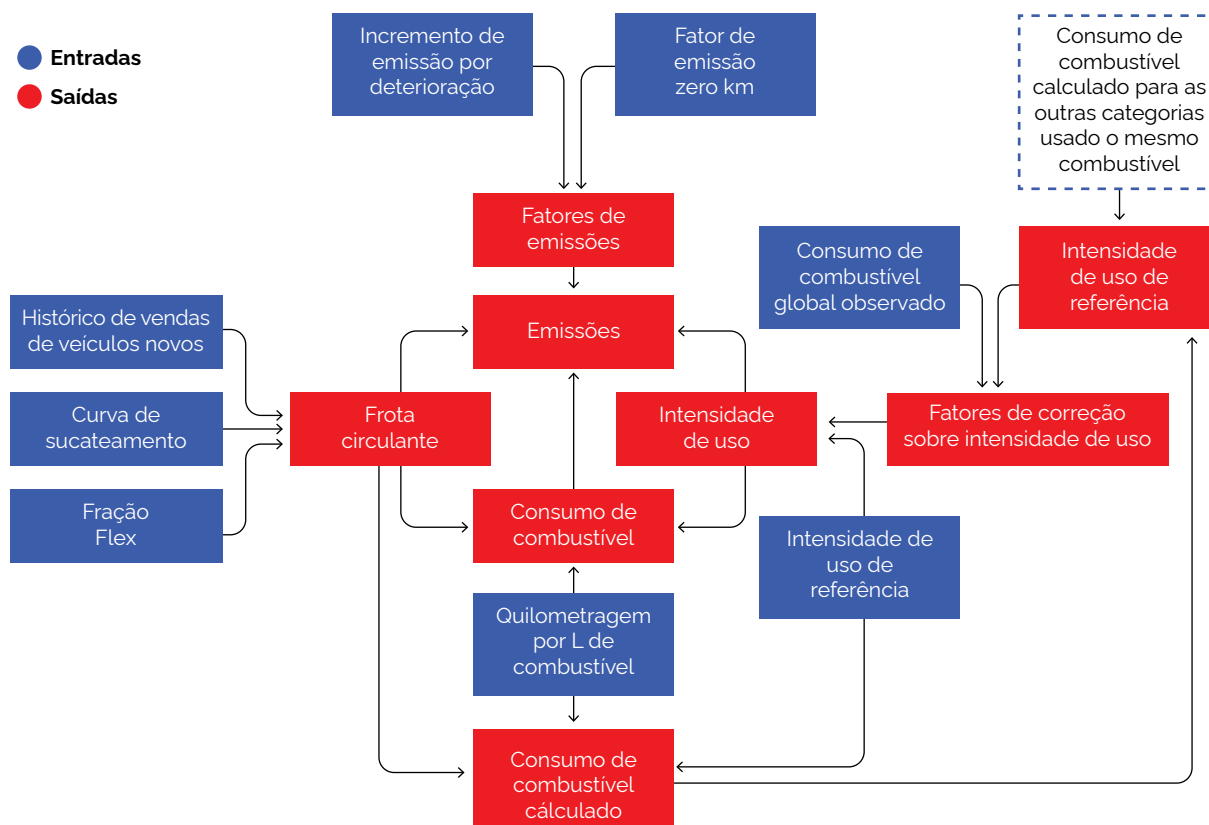
Onde:

- **E** é a taxa anual de emissão do poluente considerado, expressa em termos da massa de poluente emitida por ano (g/ano);
- **C<sub>GNV</sub>** é o consumo anual de GNV ( $\text{m}^3/\text{ano}$ );
- **Fe** é o fator de emissão do poluente considerado, expresso em termos da massa de poluente emitida por volume de GNV consumido ( $\text{g}/\text{m}^3$ ).

## 2.3 Sistematização dos procedimentos para estimar as emissões

A Figura 1 ilustra o fluxo de informações e cálculos utilizados para estimar as emissões da frota de veículos em circulação para cada ano-calendário. Conforme indicado nas Equações 2.1 e 2.2 e a própria Figura 1, a elaboração do inventário de emissões veiculares depende de quatro principais conjuntos de dados: **a frota de veículos em circulação, os fatores de emissão de poluentes, a intensidade de uso e o consumo de combustível.**

**Figura 1 - Procedimentos adotados para estimar as emissões**



Fonte: Elaborado pelo autor.



# 3. Frota de veículos

## 3.1 Categorização da frota

Com o objetivo de subsidiar a formulação e a avaliação de políticas públicas relacionadas à qualidade do ar e às mudanças climáticas, o Inventário busca desagregar as emissões por tipo de combustível, ano de fabricação ou geração tecnológica dos veículos, tipo de uso — transporte de cargas ou de passageiros — e por capacidade ou porte.

No INEAVAR 2024, foram incluídos no escopo os veículos elétricos e híbridos nas categorias de motocicletas, automóveis, comerciais leves, micro-ônibus e ônibus urbanos. A Tabela 2 detalha a categorização da frota considerada neste Inventário.

Tabela 2 - Categorias de veículos e motorizações consideradas

| Categoria                                         | Motor                   |
|---------------------------------------------------|-------------------------|
| Motocicletas                                      | Otto / Gasolina         |
|                                                   | Otto / <i>Flex Fuel</i> |
|                                                   | Elétrico                |
| Automóveis                                        | Otto / Gasolina         |
|                                                   | Otto / Etanol           |
|                                                   | Otto / <i>Flex Fuel</i> |
|                                                   | Otto / GNV              |
|                                                   | Diesel                  |
|                                                   | Híbrido / Gasolina      |
|                                                   | Elétrico                |
| Comerciais leves                                  | Otto / Gasolina         |
|                                                   | Otto / Etanol           |
|                                                   | Otto / <i>Flex Fuel</i> |
|                                                   | Híbrido / Gasolina      |
|                                                   | Elétrico                |
| Micro-ônibus                                      | Diesel                  |
|                                                   | Elétrico                |
| Ônibus urbanos                                    | Diesel                  |
|                                                   | Elétrico                |
| Ônibus rodoviários                                | Diesel                  |
| Caminhões semileves (PBT > 3,5 t. < 6 t.)         | Diesel                  |
| Caminhões leves (PBT ≥ 6t. < 10 t.)               | Diesel                  |
| Caminhões médios (PBT ≥ 10 t. < 15 t.)            | Diesel                  |
| Caminhões semipesados (PBT ≥ 15 t.; PBTC < 40 t.) | Diesel                  |
| Caminhões pesados (PBT ≥ 15 t.; PBTC ≥ 40 t.)     | Diesel                  |

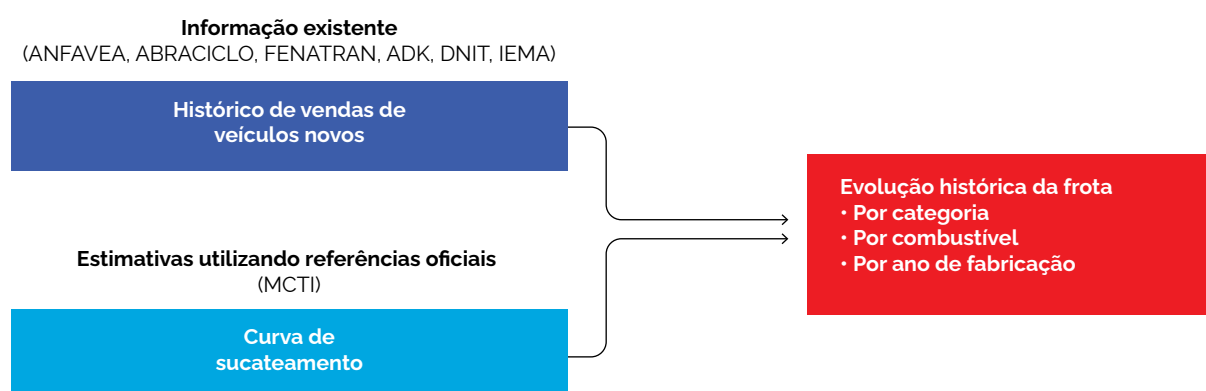
Fonte: Elaborado pelo autor.

Por simplificação, não foram considerados os ônibus e caminhões do ciclo Otto, vendidos apenas no passado<sup>2</sup> e em quantidades pouco significativas para um inventário de emissões em nível nacional. Os caminhões elétricos também não foram considerados na análise, uma vez que não foram identificados dados que permitissem a sua classificação nas categorias de porte. Além disso, esses veículos representam, até o presente momento, uma participação residual nas vendas, não impactando de forma significativa o inventário de emissões a nível nacional.

## 3.2 Estimativa da frota de veículos

O cálculo da frota de veículos foi realizado a partir da aplicação de taxas de sucateamento, ano a ano, sobre os veículos novos comercializados no país. A metodologia está representada na Figura 2 e na Equação 3.2, que descrevem o fluxo de informações e fontes de dados adotadas para estimar a evolução da frota.

**Figura 2 - Metodologia para estimar a frota de veículos**



Fonte: Elaborado pelo autor.

$$Fr_{\text{ano-calendário } i, \text{ ano-modelo } k} = V_{\text{ano-modelo } k} \times (1 - S_{\text{ano-calendário } i, \text{ ano-modelo } k}) \dots \text{ (Equação 3.2)}$$

Onde:

- $Fr_{\text{ano-calendário } i, \text{ ano-modelo } k}$  é a frota circulante do ano-modelo  $k$  no ano-calendário  $i$ ;
- $V_{\text{ano-modelo } k}$  é o número de veículos do ano-modelo  $k$  que entraram em circulação no ano-calendário  $i$  (veículos novos vendidos no ano-calendário  $k$ );
- $S_{\text{ano-calendário } i, \text{ ano-modelo } k}$  é a fração de veículos do ano-modelo  $k$  já sucateados e que, portanto, não circulam no ano-calendário  $i$ .

<sup>2</sup> A partir do final da década de 1970, a comercialização de caminhões movidos a gasolina foi descontinuada no Brasil em decorrência da consolidação do uso do óleo diesel como combustível preferencial para o transporte de carga. O Decreto nº 76.593, de 14 de novembro de 1975, e normas subsequentes estabeleceram incentivos fiscais e restrições ao uso da gasolina em veículos com peso bruto total superior a 3,5 toneladas, consolidando o diesel como combustível exclusivo para essa categoria (BRASIL, 2023).

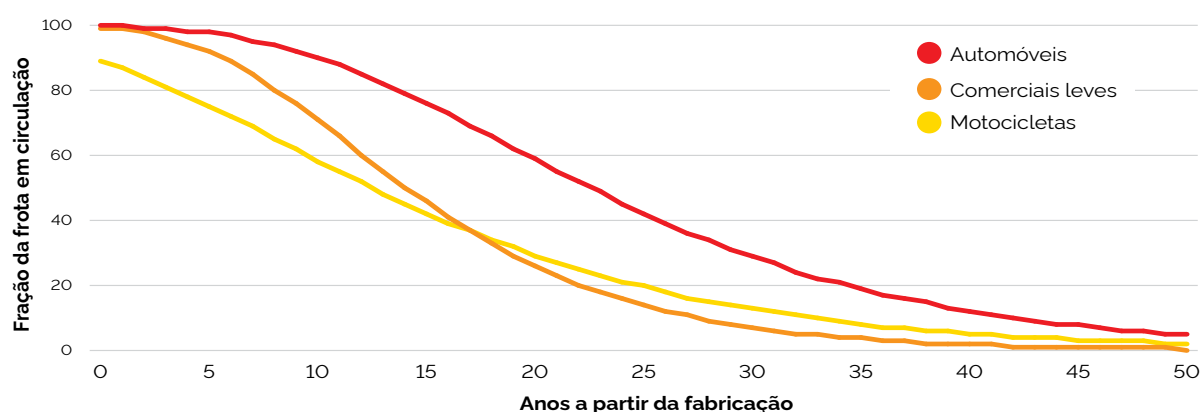
### 3.2.1 Curvas de sucateamento

As curvas de sucateamento definem a proporção de veículos que deixam de circular a cada ano de vida útil. Essas curvas foram elaboradas com base na metodologia apresentada no Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatório de Referência, Setor Energia, Subsetor Queima de Combustíveis Fósseis, Categoria Transporte Rodoviário (BRASIL, 2020).

Nos gráficos a seguir, são apresentadas as curvas de sucateamento utilizadas na estimativa da frota em circulação de veículos dos ciclos Diesel e Otto. O Anexo A descreve a parametrização adotada para o levantamento dessas curvas.

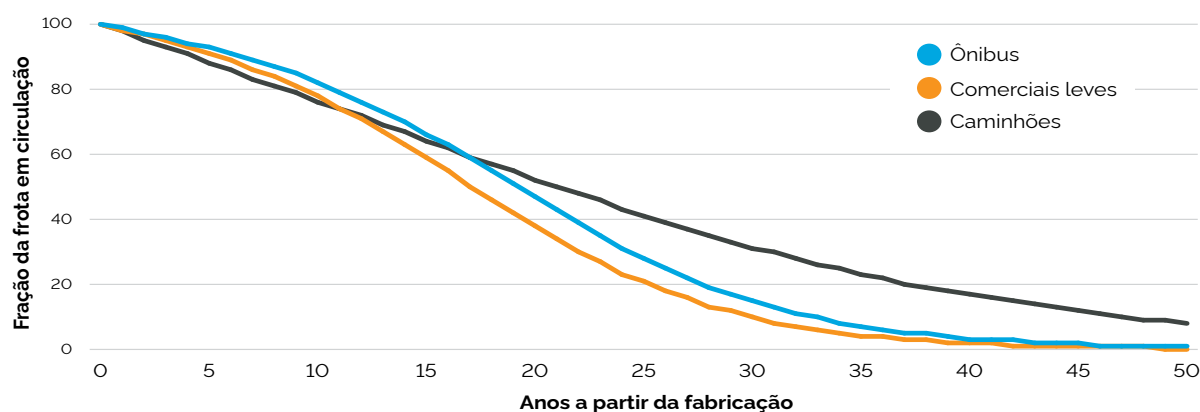
Para as motocicletas, diferente do considerado pelo MCTI, foi aplicada uma única equação. Neste inventário, optou-se por utilizar a equação que emprega para essa categoria a partir do quarto ano de uso. Essa modificação foi adotada devido à uma aparente inconsistência entre as duas equações adotadas no material de referência.

**Gráfico 1 - Curvas de sucateamento para automóveis, comerciais leves (exceto diesel) e motocicletas**



Fonte: Elaborado pelo autor com base na Quarta Comunicação Nacional do Brasil à CQNUMC - Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE (2020).

**Gráfico 2 - Curvas de sucateamento para caminhões, ônibus e comerciais leves Diesel**



Fonte: Elaborado pelo autor com base na Quarta Comunicação Nacional do Brasil à CQNUMC - Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE (2020).

Na ausência de curvas específicas para veículos elétricos e híbridos, foram utilizadas as mesmas curvas de sucateamento definidas para os veículos dos ciclos Otto e Diesel, conforme a categoria do veículo.

## 3.2.2 Histórico de vendas de veículos novos

### 3.2.2.1 Automóveis, veículos comerciais leves e motocicletas

- **Automóveis e comerciais:** Para toda a série temporal do Inventário, os dados de vendas foram obtidos do Anuário da ANFAVEA (2025).
- **Motocicletas:** As informações históricas de vendas foram obtidas nos anuários disponíveis na seção "Publicações" do site da ABRACICLO.
- **Participação de veículos elétricos e híbridos:** A partir do anuário com ano-base 2021, os dados do Anuário da FENABRAVE passaram a distinguir automóveis e comerciais leves elétricos e híbridos. A proporção entre veículos elétricos e híbridos identificada na FENABRAVE foi aplicada sobre o total de vendas de veículos elétricos (que incluem híbridos) reportados pela ANFAVEA.
- **Comerciais leves do Ciclo Diesel:** O número total de veículos vendidos nesta categoria foi obtido do Anuário da ANFAVEA (2025), abrangendo toda a série temporal do inventário. Porém, a porcentagem de veículos homologados como leves e como pesados foi proposta pela CETESB (2022), com base nos dados de ensaios de homologação. As frações de cada tipo de homologação estão apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3 - Distribuição dos ensaios de homologação de veículos leves do Ciclo Diesel**

| Ano calendário | Fração dos veículos comerciais leves homologados como leves | Fração dos veículos comerciais leves homologados como pesados |
|----------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Até 2007       | 0%                                                          | 100%                                                          |
| 2008           | 7%                                                          | 93%                                                           |
| 2009           | 60%                                                         | 40%                                                           |
| 2010           | 81%                                                         | 19%                                                           |
| 2011           | 67%                                                         | 33%                                                           |
| 2012           | 100%                                                        | 0%                                                            |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2022).

### 3.2.2.2 Caminhões e ônibus

Para efetuar a classificação das vendas de caminhões segundo as cinco categorias de porte da ANFAVEA (semileves, leves, médios, semipesados e pesados), realizou-se um trabalho de tratamento de dados que compreendeu informações da ANFAVEA, do DNIT e da ADK Automotive, empresa fornecedora de dados do setor automotivo.

Na indisponibilidade de informações públicas com o nível de detalhamento necessário, foi adquirida uma base de dados da empresa privada ADK Automotive, que reúne informações sobre vendas de veículos pesados de 1990 a 2012, por modelo. Essa base também inclui diversas características de cada modelo comercializado, como o Peso Bruto Total (PBT) e a Carga Máxima de Tração (CMT) para caminhões — critérios utilizados pela ANFAVEA para a categorização desses veículos.

Com base nessas informações, foi possível reclassificar todos os modelos e obter as vendas por categoria de caminhão, segundo os critérios definidos pela ANFAVEA. Assim, o histórico de vendas de veículos pesados novos foi obtido da seguinte maneira:

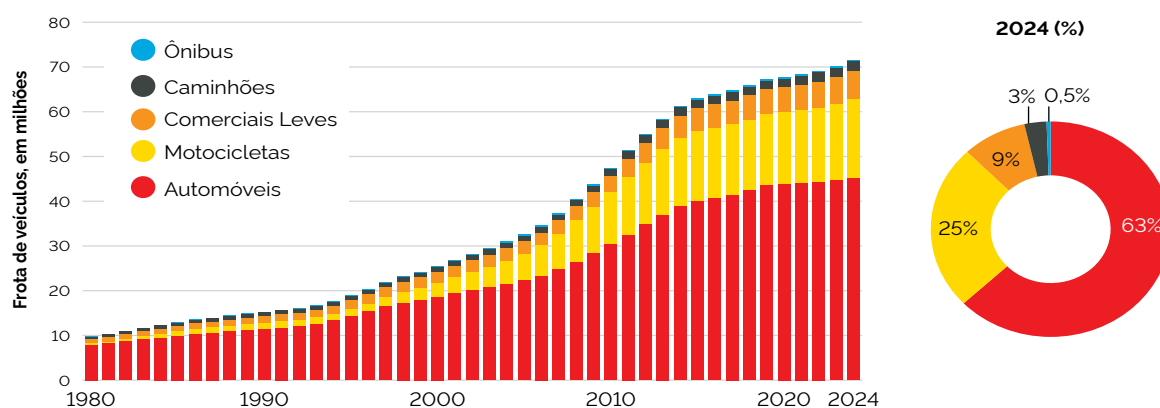
- **Caminhões:** o total de vendas de caminhões no período de 1957 a 2024 foi obtido a partir do Anuário da ANFAVEA (2025). A distribuição dessas vendas entre as categorias foi definida com base em diferentes fontes de informação: para os anos de 1957 a 1989, utilizou-se o cruzamento entre o banco de dados da ANFAVEA e o Quadro de Fabricantes do DNIT; para os anos de 1990 a 2001, adotou-se a base de dados da ADK Automotive; e, para os anos posteriores, empregaram-se os dados disponíveis no próprio Anuário da ANFAVEA (2025).
- **Ônibus e micro-ônibus:** o volume total de vendas de ônibus foi obtido a partir do Anuário da ANFAVEA (2025). A distribuição entre ônibus urbanos (convencionais e micro-ônibus) e ônibus rodoviários é resultado de estatísticas da ANFAVEA nos anos de 2005 a 2010. Com base nessas estatísticas, assumiu-se, para os demais anos, que dos ônibus vendidos, 90% são urbanos e 10% são rodoviários. A distribuição entre ônibus urbanos convencionais e micro-ônibus foi determinada pelo cruzamento entre o banco de dados da ANFAVEA e o Quadro de Fabricantes do DNIT, para os anos de 1957 a 1989; e pela base da ADK Automotive, para o período de 1990 a 2024.

### 3.3. Evolução da frota entre 1980 a 2024

Os gráficos a seguir apresentam a evolução da frota de veículos leves, pesados e motocicletas de diferentes maneiras: desagregada pelo tipo de veículo, pelo tipo de motor ou de acordo com as fases tecnológicas implantadas pelos Programas PROCONVE e PROMOT.

Com uma frota em constante crescimento desde 1980, observa-se, no gráfico a seguir, que em 2024 o volume de veículos atingiu um número superior a 71 milhões. Desse total, 63% correspondem a automóveis, 25% a motocicletas, 9% a veículos comerciais leves, 3% a caminhões e menos de 1% a ônibus.

**Gráfico 3 - Evolução da frota estimada de veículos por categoria**

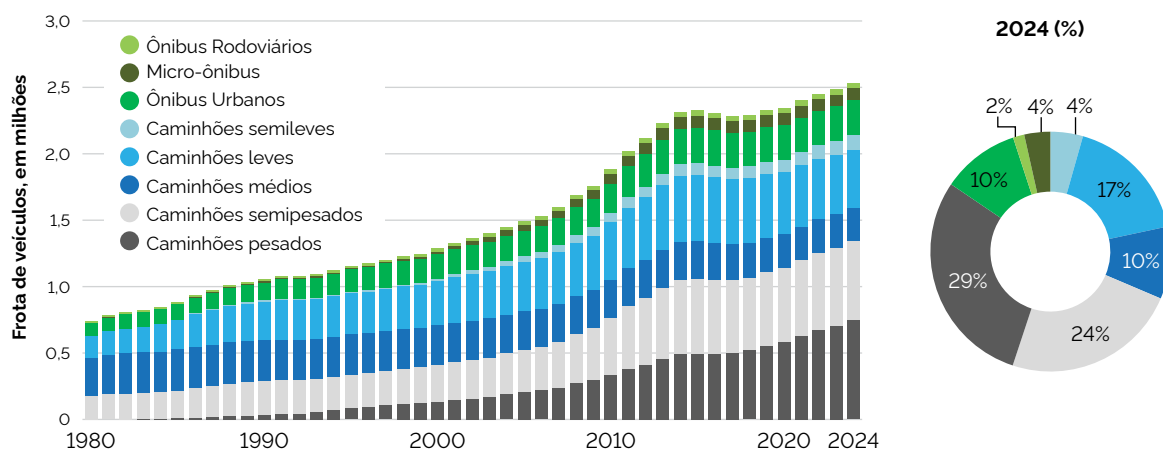


Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico seguinte, observa-se que, em 2024, a frota de veículos pesados (ônibus e caminhões), totalizava mais de 2,5 milhões. Os caminhões pesados representaram 29% da frota, sempre-

sados 24%, médios 10%, leves 17%, semileves 4%, ônibus urbanos 10%, ônibus rodoviários 2% e micro-ônibus 4%. Ainda no mesmo gráfico, vale destacar a evolução histórica dessa frota, o surgimento dos caminhões pesados no final da década de 80 e a expansão da sua participação nas últimas décadas.

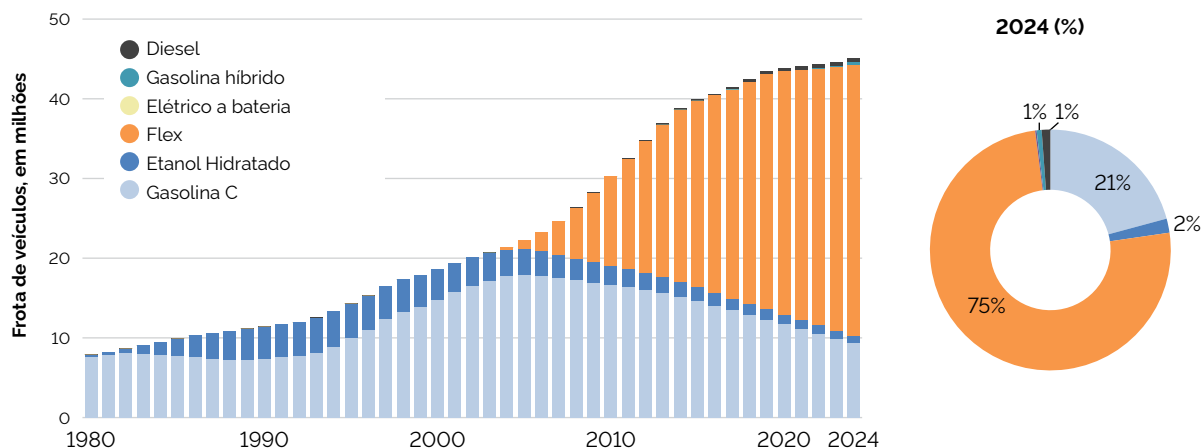
#### Gráfico 4 - Evolução da frota estimada de veículos pesados por categoria



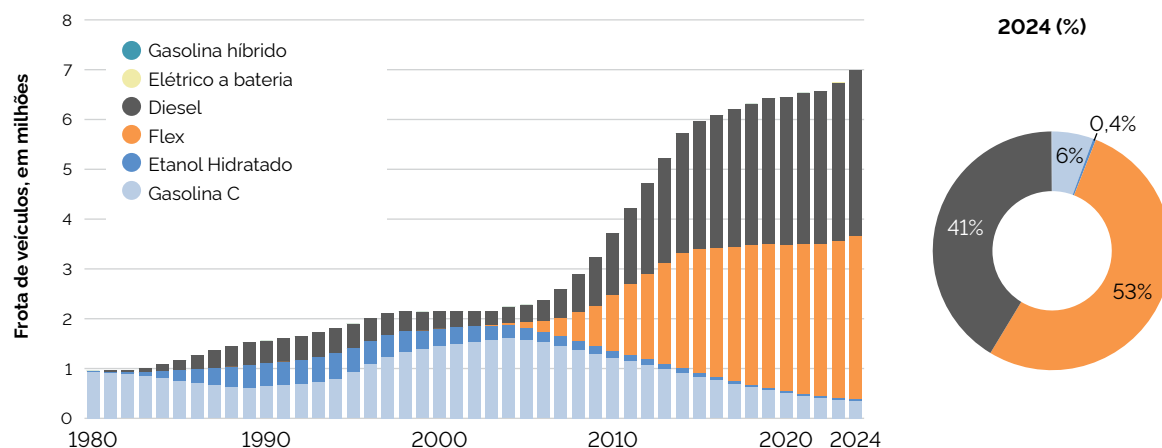
Fonte: Elaborado pelo autor.

Nos três gráficos subsequentes, é possível observar a composição das frotas de automóveis, veículos comerciais leves e motocicletas segundo o tipo de motor. O Gráfico 5 mostra que, em 2024, a frota de automóveis alcançou a marca aproximada de 45 milhões de unidades, sendo 75% com motorização *flex fuel*, 21% com motorização dedicada à gasolina, apenas 2% com motorização dedicada a etanol hidratado e os 3% restantes distribuídos entre outros tipos de motorização. Já no Gráfico 6, que trata da frota de comerciais leves, a distribuição segundo a motorização e tipo de combustível é relativamente mais equilibrada que nos automóveis. Das cerca de 6,2 milhões de unidades que compunham a frota em 2024, 53% eram de veículos *flex fuel*, 41% com motorização diesel e 6% de veículos dedicados à gasolina. Já no Gráfico 7, que apresenta a frota de motocicletas, observa-se o crescimento acentuado dessa categoria, principalmente nos anos 2000 e 2015, e destacando-se também a introdução de motos tipo *flex fuel* a partir de 2009.

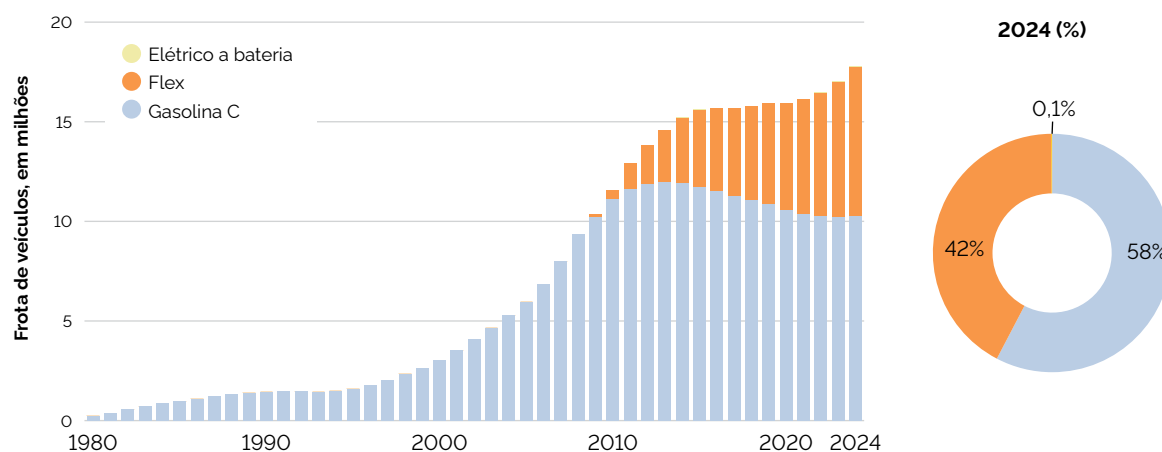
#### Gráfico 5 - Evolução da frota estimada de automóveis por tipo de motor



Fonte: Elaborado pelo autor.

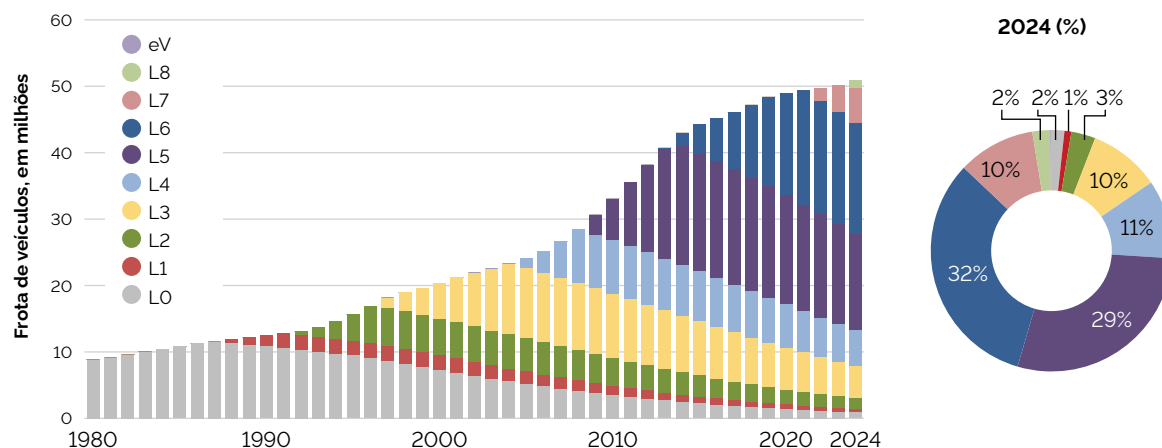
**Gráfico 6 - Evolução da frota estimada de comerciais leves por tipo de motor**

Fonte: Elaborado pelo autor.

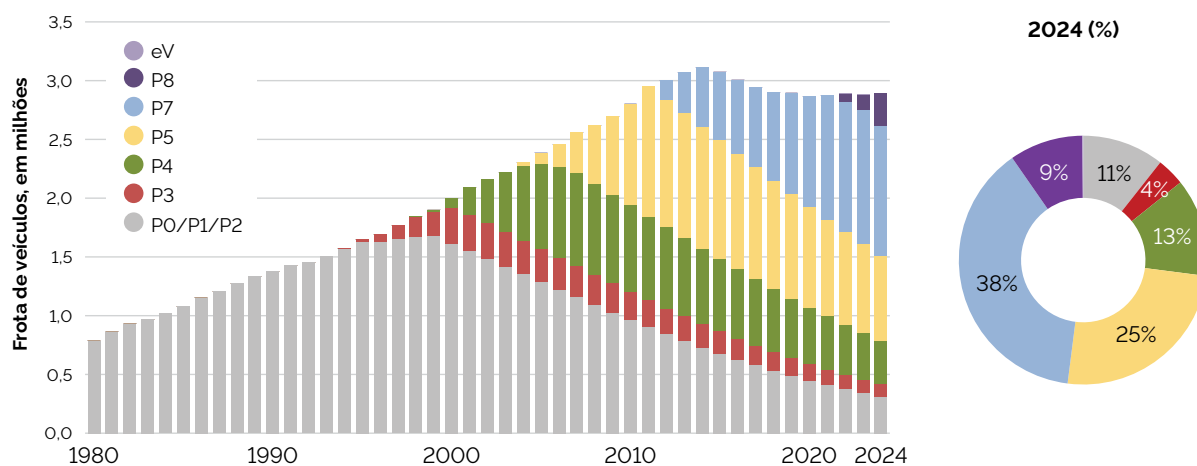
**Gráfico 7 - Evolução da frota estimada de motocicletas por tipo de motor**

Fonte: Elaborado pelo autor.

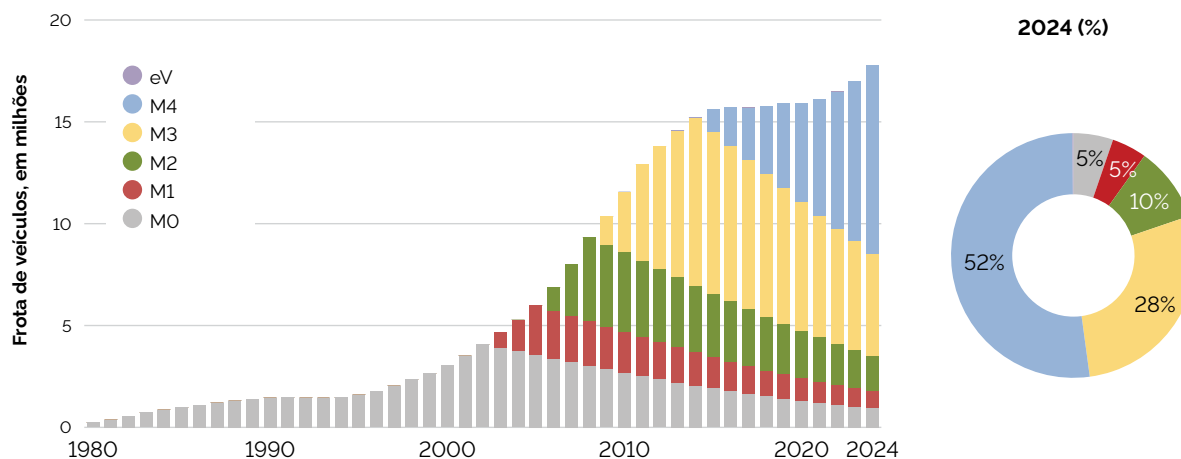
Por fim, os Gráficos 8, 9 e 10 apresentam a composição da frota nacional segundo as fases dos Programas PROCONVE e PROMOT. Vale lembrar que este Inventário captura a entrada da fase mais recente do PROCONVE para veículos pesados, P8, iniciada em 2022; além da entrada das fases L8 do PROCONVE para veículos leves, em 2024, e da fase M4 do PROMOT, implementada em 2014.

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Gráfico 9 - Evolução da frota estimada de veículos do ciclo Diesel por fase do PROCONVE**

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Gráfico 10 - Evolução da frota estimada de motocicletas por fase do PROMOT**

Fonte: Elaborado pelo autor.



## 4. Fatores de emissão

### 4.1 Fatores de emissão para automóveis e comerciais leves do ciclo Otto

#### 4.1.1 Veículos novos (zero-km) movidos à gasolina C e etanol hidratado

##### 4.1.1.1. Emissões de escapamento

Os fatores de emissão são calculados e publicados anualmente pela CETESB, com base nas informações fornecidas pelos fabricantes ou importadores de veículos e motores, por meio dos Relatórios de Valores de Emissão de Produção (RVEP) e dos Relatórios de Vendas, elaborados em cumprimento ao Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE).

Assim, para fins deste inventário, utilizam-se os fatores médios de emissão disponibilizados pela CETESB — referentes a  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ , MP,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{THC}_{\text{escap}}/\text{NMHC}_{\text{escap}}$  e RCHO — por ano de fabricação, ponderados pelo volume de vendas de cada modelo de veículo, conforme apresentado nos Relatórios de Emissões Veiculares (CETESB, 2025).

##### 4.1.1.1.1. Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )

O cálculo das emissões de dióxido de carbono segue a metodologia do "Relatório de Referência - Emissões por Queima de Combustíveis, Abordagem *bottom-up*" presente na Terceira Comunicação Nacional (BRASIL, 2015). A unidade original dos fatores apresentados neste Relatório é  $\text{ton CO}_2/\text{TJ}$ , a conversão para unidades de massa de  $\text{CO}_2$  por volume de combustível é feita por meio da Equação 4.1.1.1:

$$\text{kgCO}_2/\text{L} = \text{tCO}_2/\text{TJ} \times \text{TJ/tep} \times \text{tep/m}^3 \times \text{m}^3/1000\text{L} \dots \text{ (Equação 4.1.1.1)}$$

Onde,

- **$\text{kgCO}_2/\text{L}$**  é o fator de emissão calculado em kg de dióxido de carbono por litro de combustível;
- **$\text{tCO}_2/\text{TJ}$**  é o fator de emissão apresentado na Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - CQNUMC, em toneladas de dióxido de carbono por Terajoule para cada combustível;
- **$\text{TJ/tep}$**  é o fator de conversão de unidades de energia, de Terajoules para toneladas equivalentes de petróleo (tep), disponível no Balanço Energético Nacional 2024 (EPE, 2025);
- **$\text{tep/m}^3$**  é a densidade energética, expressa em toneladas equivalentes de petróleo (tep) por metro cúbico ( $\text{m}^3$ ) de combustível.

A Tabela 4 apresenta uma síntese dos parâmetros utilizados para o cálculo dos fatores de emissão de CO<sub>2</sub> enquanto a Tabela 5 apresenta as densidades energéticas utilizadas para cada combustível em cada ano-calendário. A Tabela 6 mostra os valores obtidos para os fatores de emissão em kgCO<sub>2</sub>/L e em kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (para o GNV).

**Tabela 4 - Parâmetros utilizados no cálculo dos fatores de emissão de CO<sub>2</sub>**

| Combustível         | Fator de Emissão (KgCO <sub>2</sub> /TJ) | TJ/tep  |
|---------------------|------------------------------------------|---------|
| Gasolina Automotiva | 69300                                    | 0,04187 |
| Etanol Anidro       | 70800                                    |         |
| Etanol Hidratado    | 70800                                    |         |
| Diesel Mineral      | 74100                                    |         |
| Biodiesel*          | 74100                                    |         |
| GNV                 | 56100                                    |         |

\* Para o biodiesel, foi considerado o mesmo fator de emissão, em tC/TJ, do diesel mineral

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 5 - Densidades energéticas utilizadas para cada combustível em cada ano-calendário**

| Ano-calendário | Gasolina Automotiva | Etanol Anidro | Etanol Hidratado | Diesel Mineral | Biodiesel | GNV   |
|----------------|---------------------|---------------|------------------|----------------|-----------|-------|
| 1980           | 0,769               | 0,534         | 0,510            | 0,857          | 0,792     | 0,001 |
| 1981           | 0,769               |               |                  | 0,862          |           |       |
| 1982           | 0,770               |               |                  | 0,865          |           |       |
| 1983           | 0,787               |               |                  | 0,863          |           |       |
| 1984           | 0,786               |               |                  | 0,871          |           |       |
| 1985           | 0,793               |               |                  | 0,868          |           |       |
| 1986           | 0,792               |               |                  | 0,875          |           |       |
| 1987           | 0,787               |               |                  | 0,873          |           |       |
| 1988           | 0,794               |               |                  | 0,870          |           |       |
| 1989           | 0,789               |               |                  | 0,875          |           |       |
| 1990           | 0,787               |               |                  | 0,875          |           |       |
| 1991-1997      | 0,787               |               |                  | 0,871          |           |       |
| 1998           | 0,781               |               |                  | 0,862          |           |       |
| 1999           | 0,777               |               |                  | 0,857          |           |       |
| 2000           | 0,773               |               |                  | 0,851          |           |       |
| 2001-2004      | 0,770               |               |                  | 0,848          |           |       |
| 2005-2024      | 0,770               |               |                  | 0,848          |           |       |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da EPE (2025).

**Tabela 6 - Fatores de emissão de CO<sub>2</sub> por ano-calendário e combustível**

| Ano-calendário | Gasolina Automotiva (kg/L) | Etanol Anidro (kg/L) | Etanol Hidratado (kg/L) | Diesel Mineral (kg/L) | Biodiesel (kg/L) |
|----------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| 1980           | 2,23                       |                      |                         | 2,66                  |                  |
| 1981           | 2,23                       |                      |                         | 2,67                  |                  |
| 1982           | 2,23                       |                      |                         | 2,68                  |                  |
| 1983           | 2,28                       |                      |                         | 2,68                  |                  |
| 1984           | 2,28                       |                      |                         | 2,70                  |                  |
| 1985           | 2,30                       |                      |                         | 2,69                  |                  |
| 1986           | 2,30                       |                      |                         | 2,72                  |                  |
| 1987           | 2,28                       |                      |                         | 2,71                  |                  |
| 1988           | 2,30                       | 1,58                 | 1,51                    | 2,70                  |                  |
| 1989           | 2,29                       |                      |                         | 2,71                  |                  |
| 1990           | 2,28                       |                      |                         | 2,71                  |                  |
| 1991-1997      | 2,28                       |                      |                         | 2,70                  |                  |
| 1998           | 2,27                       |                      |                         | 2,67                  |                  |
| 1999           | 2,25                       |                      |                         | 2,66                  |                  |
| 2000           | 2,24                       |                      |                         | 2,64                  |                  |
| 2001-2004      | 2,23                       |                      |                         | 2,63                  |                  |
| 2004-2024      | 2,23                       |                      |                         | 2,63                  | 2,46             |

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.1.1.1.2 Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)

Os fatores de emissão de N<sub>2</sub>O utilizados neste estudo foram aqueles disponíveis na base de fatores de emissão que compõem o Relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo 2024 da CETESB (2025), conforme apresentados na tabela abaixo.

**Tabela 7 - Fatores de emissão de N<sub>2</sub>O por categoria e por combustível para veículos leves, em g/km**

| Ano-calendário | Combustível             | Automóveis | Comerciais Leves | Motocicleta |
|----------------|-------------------------|------------|------------------|-------------|
| Até 1982       | Etanol hidratado        | 0,007      | 0,007            | -           |
| Até 1983       | Gasolina C              | 0,005      | 0,005            | 0,002       |
| 1983           | Etanol hidratado        | 0,007      | 0,007            | -           |
| 1984-1986      | Etanol hidratado        | 0,006      | 0,007            | -           |
| 1984           | Gasolina C              | 0,004      | 0,005            | 0,002       |
| 1985-1993      | Gasolina C              | 0,004      | 0,004            | 0,002       |
| 1987-1993      | Etanol hidratado        | 0,006      | 0,006            | -           |
| 1994           | Etanol hidratado        | 0,017      | 0,006            | -           |
| 1994 - 2002    | Gasolina C              | 0,022      | 0,022            | 0,002       |
| 1995-2006      | Etanol hidratado        | 0,017      | 0,017            | -           |
| 2003-2021      | Flex - Etanol hidratado | 0,017      | 0,017            | -           |
| 2003           | Flex - Gasolina C       | 0,023      | 0,023            | -           |
| 2003-2007      | Gasolina C              | 0,021      | 0,021            | 0,002       |
| 2004           | Flex - Gasolina C       | 0,022      | 0,021            | -           |
| 2005           | Flex - Gasolina C       | 0,021      | 0,021            | -           |
| 2006           | Flex - Gasolina C       | 0,020      | 0,023            | -           |
| 2007           | Flex - Gasolina C       | 0,020      | 0,020            | -           |
| 2008           | Flex - Gasolina C       | 0,021      | 0,020            | -           |
| 2008           | Gasolina C              | 0,024      | 0,024            | 0,002       |
| 2009           | Flex - Gasolina C       | 0,021      | 0,028            | -           |
| 2009           | Gasolina C              | 0,024      | 0,028            | 0,002       |

| Ano-calendário | Combustível             | Automóveis | Comerciais Leves | Motocicleta |
|----------------|-------------------------|------------|------------------|-------------|
| 2010           | Flex - Gasolina C       | 0,019      | 0,024            | -           |
| 2010           | Gasolina C              | 0,023      | 0,027            | 0,002       |
| 2011           | Flex - Gasolina C       | 0,019      | 0,026            | -           |
| 2011-2012      | Gasolina C              | 0,021      | 0,024            | 0,002       |
| 2012           | Flex - Gasolina C       | 0,019      | 0,026            | 0,002       |
| 2013-2014      | Flex - Gasolina C       | 0,019      | 0,027            | 0,002       |
| 2013           | Gasolina C              | 0,022      | 0,025            | 0,002       |
| 2014           | Gasolina C              | 0,021      | 0,022            | 0,002       |
| 2015-2021      | Flex - Gasolina C       | 0,018      | 0,024            | -           |
| 2015-2021      | Gasolina C              | 0,020      | 0,022            | 0,002       |
| 2022           | Flex - Etanol hidratado | 0,020      | 0,017            | -           |
| 2022           | Gasolina C              | 0,017      | 0,022            | 0,002       |
| 2023           | Flex - Etanol hidratado | 0,017      | 0,017            | -           |
| 2023           | Gasolina C              | 0,020      | 0,022            | 0,002       |
| 2024           | Flex - Etanol hidratado | 0,020      | 0,017            | -           |
| 2022-2024      | Flex - Gasolina C       | 0,018      | 0,024            | -           |
| 2024           | Gasolina C              | 0,017      | 0,022            | 0,002       |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2025).

#### 4.1.1.1.3. Metano (CH<sub>4</sub>)

Os fatores de emissão de CH<sub>4</sub> utilizados neste Inventário foram obtidos a partir da base de fatores de emissão que compõem o Relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo 2024 da CETESB (2025). Assim como os fatores de CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O, os valores de CH<sub>4</sub> foram organizados por categoria de veículo, combustível e ano-calendário, permitindo sua aplicação direta nas estimativas de emissões. As Tabelas 8 e 9 apresentam os fatores adotados neste Inventário.

**Tabela 8 - Fatores de emissão de CH<sub>4</sub> por combustível para automóveis, em g/km**

| Ano-calendário | Combustível      | Automóveis |
|----------------|------------------|------------|
| Até 1982       | Etanol hidratado | 0,240      |
|                | Gasolina C       | 0,450      |
| 1983           | Etanol hidratado | 0,240      |
|                | Gasolina C       | 0,450      |
| 1984           | Etanol hidratado | 0,240      |
|                | Gasolina C       | 0,360      |
| 1985           | Etanol hidratado | 0,240      |
|                | Gasolina C       | 0,360      |
| 1986           | Etanol hidratado | 0,240      |
|                | Gasolina C       | 0,300      |
| 1987           | Etanol hidratado | 0,240      |
|                | Gasolina C       | 0,300      |
| 1988           | Etanol hidratado | 0,255      |
|                | Gasolina C       | 0,255      |
| 1989           | Etanol hidratado | 0,240      |
|                | Gasolina C       | 0,240      |
| 1990           | Etanol hidratado | 0,195      |
|                | Gasolina C       | 0,210      |
| 1991           | Etanol hidratado | 0,165      |
|                | Gasolina C       | 0,195      |
| 1992           | Etanol hidratado | 0,090      |
|                | Gasolina C       | 0,090      |

| Ano-calendário | Combustível             | Automóveis |
|----------------|-------------------------|------------|
| 1993           | Etanol hidratado        | 0,105      |
|                | Gasolina C              | 0,090      |
| 1994           | Etanol hidratado        | 0,186      |
|                | Gasolina C              | 0,149      |
| 1995           | Etanol hidratado        | 0,186      |
|                | Gasolina C              | 0,149      |
| 1996           | Etanol hidratado        | 0,160      |
|                | Gasolina C              | 0,100      |
| 1997           | Etanol hidratado        | 0,080      |
|                | Gasolina C              | 0,050      |
| 1998           | Etanol hidratado        | 0,051      |
|                | Gasolina C              | 0,035      |
| 1999           | Etanol hidratado        | 0,045      |
|                | Gasolina C              | 0,035      |
| 2000           | Etanol hidratado        | 0,048      |
|                | Gasolina C              | 0,032      |
| 2001           | Etanol hidratado        | 0,040      |
|                | Gasolina C              | 0,027      |
| 2002           | Etanol hidratado        | 0,043      |
|                | Gasolina C              | 0,027      |
| 2003           | Etanol hidratado        | 0,043      |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,040      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,012      |
|                | Gasolina C              | 0,027      |
| 2004           | Etanol hidratado        | 0,045      |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,037      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,020      |
|                | Gasolina C              | 0,027      |
| 2005           | Etanol hidratado        | 0,045      |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,037      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,027      |
|                | Gasolina C              | 0,025      |
| 2006           | Etanol hidratado        | 0,032      |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,039      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,041      |
|                | Gasolina C              | 0,005      |
| 2007           | Flex - Etanol hidratado | 0,039      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,041      |
|                | Gasolina C              | 0,005      |
| 2008           | Flex - Etanol hidratado | 0,035      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,015      |
|                | Gasolina C              | 0,004      |
| 2009           | Flex - Etanol hidratado | 0,039      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,003      |
|                | Gasolina C              | 0,008      |
| 2010           | Flex - Etanol hidratado | 0,031      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,007      |
|                | Gasolina C              | 0,006      |
| 2011           | Flex - Etanol hidratado | 0,040      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,009      |
|                | Gasolina C              | 0,007      |
| 2012           | Flex - Etanol hidratado | 0,027      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,010      |
|                | Gasolina C              | 0,005      |
| 2013           | Flex - Etanol hidratado | 0,026      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,006      |
|                | Gasolina C              | 0,006      |

| Ano-calendário | Combustível             | Automóveis |
|----------------|-------------------------|------------|
| 2014           | Flex - Etanol hidratado | 0,020      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004      |
|                | Gasolina C              | 0,006      |
| 2015           | Flex - Etanol hidratado | 0,015      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,003      |
|                | Gasolina C              | 0,004      |
| 2016           | Flex - Etanol hidratado | 0,028      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004      |
|                | Gasolina C              | 0,006      |
| 2017           | Flex - Etanol hidratado | 0,023      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004      |
|                | Gasolina C              | 0,004      |
| 2018           | Flex - Etanol hidratado | 0,023      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004      |
|                | Gasolina C              | 0,004      |
| 2019           | Flex - Etanol hidratado | 0,023      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004      |
|                | Gasolina C              | 0,003      |
| 2020           | Flex - Etanol hidratado | 0,022      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004      |
|                | Gasolina C              | 0,003      |
| 2021           | Flex - Etanol hidratado | 0,022      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,005      |
|                | Gasolina C              | 0,003      |
| 2022           | Flex - Etanol hidratado | 0,015      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,003      |
|                | Gasolina C              | 0,003      |
| 2023           | Flex - Etanol hidratado | 0,017      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004      |
|                | Gasolina C              | 0,004      |
| 2024           | Flex - Etanol hidratado | 0,016      |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004      |
|                | Gasolina C              | 0,003      |

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2025).

**Tabela 9 - Fatores de emissão de CH<sub>4</sub> por combustível para comerciais leves, em g/km**

| Ano-calendário | Combustível             | Comerciais Leves |
|----------------|-------------------------|------------------|
| Até 1983       | Etanol hidratado        | 0,240            |
|                | Gasolina C              | 0,450            |
| 1984           | Etanol hidratado        | 0,240            |
|                | Gasolina C              | 0,450            |
| 1985           | Etanol hidratado        | 0,240            |
|                | Gasolina C              | 0,360            |
| 1986           | Etanol hidratado        | 0,240            |
|                | Gasolina C              | 0,360            |
| 1987           | Etanol hidratado        | 0,240            |
|                | Gasolina C              | 0,300            |
| 1988           | Etanol hidratado        | 0,255            |
|                | Gasolina C              | 0,300            |
| 1989           | Etanol hidratado        | 0,240            |
|                | Gasolina C              | 0,255            |
| 1990           | Etanol hidratado        | 0,195            |
|                | Gasolina C              | 0,240            |
| 1991           | Etanol hidratado        | 0,165            |
|                | Gasolina C              | 0,210            |
| 1992           | Etanol hidratado        | 0,090            |
|                | Gasolina C              | 0,195            |
| 1993           | Etanol hidratado        | 0,105            |
|                | Gasolina C              | 0,090            |
| 1994           | Etanol hidratado        | 0,091            |
|                | Gasolina C              | 0,090            |
| 1995           | Etanol hidratado        | 0,091            |
|                | Gasolina C              | 0,080            |
| 1996           | Etanol hidratado        | 0,165            |
|                | Gasolina C              | 0,250            |
| 1997           | Etanol hidratado        | 0,173            |
|                | Gasolina C              | 0,181            |
| 1998           | Etanol hidratado        | 0,155            |
|                | Gasolina C              | 0,030            |
| 1999           | Etanol hidratado        | 0,156            |
|                | Gasolina C              | 0,026            |
| 2000           | Etanol hidratado        | 0,050            |
|                | Gasolina C              | 0,024            |
| 2001           | Etanol hidratado        | 0,040            |
|                | Gasolina C              | 0,031            |
| 2002           | Etanol hidratado        | 0,059            |
|                | Gasolina C              | 0,028            |
| 2003           | Etanol hidratado        | 0,040            |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,040            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,010            |
|                | Gasolina C              | 0,028            |
| 2004           | Etanol hidratado        | 0,050            |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,040            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,020            |
|                | Gasolina C              | 0,030            |
| 2005           | Etanol hidratado        | 0,037            |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,040            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,030            |
|                | Gasolina C              | 0,003            |
| 2006           | Etanol hidratado        | 0,030            |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,035            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,024            |
|                | Gasolina C              | 0,012            |

| Ano-calendário | Combustível             | Comerciais Leves |
|----------------|-------------------------|------------------|
| 2007           | Flex - Etanol hidratado | 0,056            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,045            |
|                | Gasolina C              | 0,013            |
| 2008           | Flex - Etanol hidratado | 0,056            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,050            |
|                | Gasolina C              | 0,057            |
| 2009           | Flex - Etanol hidratado | 0,008            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,024            |
|                | Gasolina C              | 0,001            |
| 2010           | Flex - Etanol hidratado | 0,049            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,003            |
|                | Gasolina C              | 0,002            |
| 2011           | Flex - Etanol hidratado | 0,048            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,012            |
|                | Gasolina C              | 0,008            |
| 2012           | Flex - Etanol hidratado | 0,043            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,009            |
|                | Gasolina C              | 0,006            |
| 2013           | Flex - Etanol hidratado | 0,034            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,010            |
|                | Gasolina C              | 0,005            |
| 2014           | Flex - Etanol hidratado | 0,022            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,006            |
|                | Gasolina C              | 0,003            |
| 2015           | Flex - Etanol hidratado | 0,018            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004            |
|                | Gasolina C              | 0,002            |
| 2016           | Flex - Etanol hidratado | 0,016            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004            |
|                | Gasolina C              | 0,003            |
| 2017           | Flex - Etanol hidratado | 0,015            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,005            |
|                | Gasolina C              | 0,003            |
| 2018           | Flex - Etanol hidratado | 0,019            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004            |
|                | Gasolina C              | 0,003            |
| 2019           | Flex - Etanol hidratado | 0,015            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,005            |
|                | Gasolina C              | 0,003            |
| 2020           | Flex - Etanol hidratado | 0,022            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,007            |
|                | Gasolina C              | 0,003            |
| 2021           | Flex - Etanol hidratado | 0,023            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,004            |
|                | Gasolina C              | 0,005            |
| 2022           | Flex - Etanol hidratado | 0,020            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,005            |
|                | Gasolina C              | 0,004            |
| 2023           | Flex - Etanol hidratado | 0,017            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,007            |
|                | Gasolina C              | 0,004            |
| 2024           | Flex - Etanol hidratado | 0,017            |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,007            |
|                | Gasolina C              | 0,001            |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2025).



#### 4.1.1.1.4. Poluentes locais

A Tabela 10, apresentada a seguir, resume os fatores de emissão no escapamento de CO, NO<sub>x</sub>, RCHO, NMHC<sub>escap</sub> e MP<sub>comb</sub> aplicados para automóveis e veículos comerciais leves novos, movidos a gasolina C e a etanol hidratado.

**Tabela 10 - Fatores de emissão de escapamento de CO, NO<sub>x</sub>, RCHO, NMHC, e MP, para automóveis e veículos comerciais leves novos, movidos a gasolina C e a etanol hidratado, em g/km**

| Ano-calendário | Veículo          | Combustível | CO     | NO <sub>x</sub> | RCHO  | NMHC <sub>escap</sub> | MP <sub>comb</sub> |
|----------------|------------------|-------------|--------|-----------------|-------|-----------------------|--------------------|
| Até 1982       | Comerciais leves | Etanol      | 18,000 | 1,000           | 0,160 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 33,000 | 1,400           | 0,050 | 2,550                 | 0,002              |
| Até 1983       | Automóveis       | Etanol      | 18,000 | 0,830           | 0,160 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 33,000 | 1,400           | 0,050 | 2,550                 | 0,002              |
| 1983           | Automóveis       | Etanol      | 18,000 | 1,000           | 0,160 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 33,000 | 1,400           | 0,050 | 2,550                 | 0,002              |
| 1984           | Automóveis       | Etanol      | 16,900 | 1,200           | 0,180 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 28,000 | 1,600           | 0,050 | 2,040                 | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol      | 16,900 | 0,830           | 0,180 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 33,000 | 1,400           | 0,050 | 2,550                 | 0,002              |
| 1985           | Automóveis       | Etanol      | 16,900 | 1,200           | 0,180 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 28,000 | 1,600           | 0,050 | 2,040                 | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol      | 16,900 | 0,830           | 0,180 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 28,000 | 1,600           | 0,050 | 2,040                 | 0,002              |
| 1986           | Automóveis       | Etanol      | 16,000 | 1,800           | 0,110 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 22,000 | 1,900           | 0,040 | 1,700                 | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol      | 16,000 | 0,830           | 0,110 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 28,000 | 1,600           | 0,050 | 2,040                 | 0,002              |
| 1987           | Automóveis       | Etanol      | 16,000 | 1,800           | 0,110 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 22,000 | 1,900           | 0,040 | 1,700                 | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol      | 16,000 | 1,800           | 0,110 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 22,000 | 1,900           | 0,040 | 1,700                 | 0,002              |
| 1988           | Automóveis       | Etanol      | 13,300 | 0,830           | 0,110 | 1,445                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 22,000 | 1,900           | 0,040 | 1,700                 | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol      | 13,300 | 1,400           | 0,110 | 1,445                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 18,500 | 1,800           | 0,040 | 1,445                 | 0,002              |
| 1989           | Automóveis       | Etanol      | 12,800 | 0,830           | 0,110 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 18,500 | 1,800           | 0,040 | 1,445                 | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol      | 12,800 | 1,100           | 0,110 | 1,360                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 15,200 | 1,600           | 0,040 | 1,360                 | 0,002              |
| 1990           | Automóveis       | Etanol      | 10,800 | 0,830           | 0,110 | 1,105                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 15,200 | 1,600           | 0,040 | 1,360                 | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol      | 10,800 | 1,200           | 0,110 | 1,105                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 13,300 | 1,400           | 0,040 | 1,190                 | 0,002              |
| 1991           | Automóveis       | Etanol      | 8,400  | 0,830           | 0,110 | 0,935                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 13,300 | 1,400           | 0,040 | 1,190                 | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol      | 8,400  | 1,000           | 0,110 | 0,935                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 11,500 | 1,300           | 0,040 | 1,105                 | 0,002              |
| 1992           | Automóveis       | Etanol      | 3,600  | 0,830           | 0,035 | 0,510                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 11,500 | 1,300           | 0,040 | 1,105                 | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol      | 3,600  | 0,500           | 0,035 | 0,510                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 6,200  | 0,600           | 0,013 | 0,510                 | 0,002              |
| 1993           | Automóveis       | Etanol      | 4,200  | 0,830           | 0,040 | 0,595                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 9,670  | 0,600           | 0,013 | 0,510                 | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol      | 4,200  | 0,600           | 0,040 | 0,595                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 6,300  | 0,800           | 0,022 | 0,510                 | 0,002              |
| 1994           | Automóveis       | Etanol      | 4,600  | 0,830           | 0,042 | 0,514                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 9,670  | 0,800           | 0,022 | 0,510                 | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol      | 4,600  | 0,700           | 0,042 | 0,514                 | 0,001              |
|                |                  | Gasolina    | 6,000  | 0,700           | 0,036 | 0,451                 | 0,002              |

| Ano-calendário | Veículo          | Combustível             | CO    | NO <sub>x</sub> | RCHO  | NMHC <sub>escp</sub> | MP <sub>comb</sub> |
|----------------|------------------|-------------------------|-------|-----------------|-------|----------------------|--------------------|
| 1995           | Automóveis       | Etanol                  | 4,600 | 0,830           | 0,042 | 0,514                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 9,670 | 0,700           | 0,036 | 0,451                | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 4,600 | 0,700           | 0,042 | 0,514                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 4,700 | 0,600           | 0,025 | 0,451                | 0,002              |
| 1996           | Automóveis       | Etanol                  | 2,786 | 0,828           | 0,020 | 0,455                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 9,668 | 0,882           | 0,008 | 0,754                | 0,002              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 3,900 | 0,700           | 0,040 | 0,440                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 3,800 | 0,500           | 0,019 | 0,300                | 0,002              |
| 1997           | Automóveis       | Etanol                  | 0,900 | 0,300           | 0,012 | 0,220                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 1,200 | 0,300           | 0,007 | 0,150                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 3,281 | 0,767           | 0,021 | 0,477                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 6,605 | 0,584           | 0,006 | 0,546                | 0,001              |
| 1998           | Automóveis       | Etanol                  | 0,670 | 0,240           | 0,014 | 0,139                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,790 | 0,230           | 0,004 | 0,105                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 2,534 | 0,834           | 0,019 | 0,427                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,643 | 0,172           | 0,003 | 0,089                | 0,001              |
| 1999           | Automóveis       | Etanol                  | 0,600 | 0,220           | 0,013 | 0,125                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,740 | 0,230           | 0,004 | 0,105                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 2,547 | 0,828           | 0,019 | 0,431                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,614 | 0,187           | 0,004 | 0,078                | 0,001              |
| 2000           | Automóveis       | Etanol                  | 0,630 | 0,210           | 0,014 | 0,132                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,730 | 0,210           | 0,004 | 0,098                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 0,630 | 0,210           | 0,014 | 0,130                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,689 | 0,208           | 0,004 | 0,072                | 0,001              |
| 2001           | Automóveis       | Etanol                  | 0,660 | 0,080           | 0,017 | 0,110                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,480 | 0,140           | 0,004 | 0,083                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 0,660 | 0,080           | 0,017 | 0,110                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,956 | 0,246           | 0,004 | 0,095                | 0,001              |
| 2002           | Automóveis       | Etanol                  | 0,740 | 0,080           | 0,017 | 0,117                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,430 | 0,120           | 0,004 | 0,083                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 0,830 | 0,282           | 0,020 | 0,161                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,814 | 0,149           | 0,004 | 0,086                | 0,001              |
| 2003           | Automóveis       | Etanol                  | 0,770 | 0,090           | 0,019 | 0,117                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Etanol hidratado | 0,510 | 0,140           | 0,020 | 0,110                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,500 | 0,040           | 0,004 | 0,038                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,400 | 0,120           | 0,004 | 0,083                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 0,770 | 0,090           | 0,019 | 0,120                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Etanol hidratado | 0,510 | 0,140           | 0,020 | 0,110                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,500 | 0,040           | 0,004 | 0,040                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,916 | 0,143           | 0,003 | 0,083                | 0,001              |
| 2004           | Automóveis       | Etanol                  | 0,820 | 0,080           | 0,016 | 0,125                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Etanol hidratado | 0,460 | 0,140           | 0,014 | 0,103                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,390 | 0,050           | 0,003 | 0,060                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,350 | 0,090           | 0,004 | 0,083                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 0,820 | 0,080           | 0,016 | 0,120                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Etanol hidratado | 0,460 | 0,140           | 0,014 | 0,100                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,390 | 0,050           | 0,003 | 0,060                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,926 | 0,134           | 0,003 | 0,092                | 0,001              |
| 2005           | Automóveis       | Etanol                  | 0,820 | 0,080           | 0,016 | 0,125                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Etanol hidratado | 0,390 | 0,100           | 0,014 | 0,103                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,450 | 0,050           | 0,003 | 0,083                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,340 | 0,090           | 0,004 | 0,075                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 0,689 | 0,295           | 0,022 | 0,167                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Etanol hidratado | 0,390 | 0,100           | 0,014 | 0,100                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,450 | 0,050           | 0,003 | 0,080                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,782 | 0,215           | 0,003 | 0,109                | 0,001              |
| 2006           | Automóveis       | Etanol                  | 0,670 | 0,050           | 0,014 | 0,088                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Etanol hidratado | 0,492 | 0,061           | 0,021 | 0,087                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,509 | 0,043           | 0,002 | 0,073                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,302 | 0,066           | 0,002 | 0,063                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Etanol                  | 0,670 | 0,050           | 0,014 | 0,090                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Etanol hidratado | 0,347 | 0,128           | 0,018 | 0,085                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,501 | 0,062           | 0,002 | 0,112                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,707 | 0,238           | 0,002 | 0,073                | 0,001              |

| Ano-calendário | Veículo          | Combustível             | CO    | NO <sub>x</sub> | RCHO  | NMHC <sub>escp</sub> | MP <sub>comb</sub> |
|----------------|------------------|-------------------------|-------|-----------------|-------|----------------------|--------------------|
| 2007           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,492 | 0,061           | 0,021 | 0,087                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,509 | 0,043           | 0,002 | 0,073                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,302 | 0,066           | 0,002 | 0,063                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,405 | 0,094           | 0,017 | 0,069                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,537 | 0,059           | 0,002 | 0,082                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,654 | 0,070           | 0,002 | 0,097                | 0,001              |
| 2008           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,558 | 0,049           | 0,014 | 0,080                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,519 | 0,039           | 0,002 | 0,080                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,369 | 0,045           | 0,002 | 0,053                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,432 | 0,069           | 0,017 | 0,073                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,487 | 0,056           | 0,002 | 0,078                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,494 | 0,048           | 0,002 | 0,062                | 0,001              |
| 2009           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,544 | 0,031           | 0,011 | 0,037                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,317 | 0,027           | 0,002 | 0,034                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,199 | 0,021           | 0,001 | 0,020                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,448 | 0,030           | 0,011 | 0,011                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,220 | 0,033           | 0,002 | 0,037                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,282 | 0,019           | 0,004 | 0,025                | 0,001              |
| 2010           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,508 | 0,038           | 0,009 | 0,040                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,278 | 0,030           | 0,002 | 0,031                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,204 | 0,028           | 0,001 | 0,023                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,520 | 0,035           | 0,011 | 0,020                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,211 | 0,041           | 0,001 | 0,024                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,291 | 0,013           | 0,002 | 0,021                | 0,001              |
| 2011           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,488 | 0,031           | 0,009 | 0,044                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,284 | 0,029           | 0,002 | 0,032                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,274 | 0,025           | 0,003 | 0,028                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,666 | 0,019           | 0,009 | 0,039                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,241 | 0,032           | 0,001 | 0,026                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,299 | 0,017           | 0,002 | 0,024                | 0,001              |
| 2012           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,476 | 0,029           | 0,008 | 0,054                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,267 | 0,027           | 0,001 | 0,026                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,274 | 0,022           | 0,002 | 0,023                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,732 | 0,045           | 0,010 | 0,052                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,239 | 0,044           | 0,002 | 0,029                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,302 | 0,010           | 0,002 | 0,020                | 0,001              |
| 2013           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,423 | 0,023           | 0,008 | 0,051                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,227 | 0,026           | 0,001 | 0,024                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,241 | 0,020           | 0,002 | 0,019                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,643 | 0,035           | 0,011 | 0,051                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,221 | 0,039           | 0,002 | 0,027                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,195 | 0,012           | 0,001 | 0,017                | 0,001              |
| 2014           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,398 | 0,018           | 0,008 | 0,053                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,228 | 0,019           | 0,002 | 0,020                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,211 | 0,015           | 0,001 | 0,015                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,547 | 0,033           | 0,012 | 0,068                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,284 | 0,025           | 0,003 | 0,025                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,225 | 0,009           | 0,001 | 0,018                | 0,001              |
| 2015           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,360 | 0,016           | 0,008 | 0,058                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,217 | 0,015           | 0,001 | 0,018                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,155 | 0,025           | 0,001 | 0,012                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,350 | 0,028           | 0,008 | 0,046                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,372 | 0,020           | 0,002 | 0,017                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,197 | 0,010           | 0,001 | 0,015                | 0,001              |
| 2016           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,363 | 0,013           | 0,007 | 0,047                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,251 | 0,012           | 0,001 | 0,018                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,114 | 0,022           | 0,001 | 0,010                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,440 | 0,038           | 0,010 | 0,061                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,351 | 0,010           | 0,002 | 0,017                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,218 | 0,008           | 0,001 | 0,016                | 0,001              |
| 2017           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,340 | 0,012           | 0,006 | 0,046                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,229 | 0,011           | 0,001 | 0,018                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,141 | 0,013           | 0,001 | 0,011                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,194 | 0,015           | 0,008 | 0,026                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,249 | 0,015           | 0,002 | 0,014                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,160 | 0,011           | 0,001 | 0,013                | 0,001              |

| Ano-calendário | Veículo          | Combustível             | CO    | NO <sub>x</sub> | RCHO  | NMHC <sub>escp</sub> | MP <sub>comb</sub> |
|----------------|------------------|-------------------------|-------|-----------------|-------|----------------------|--------------------|
| 2018           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,338 | 0,012           | 0,007 | 0,047                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,253 | 0,012           | 0,001 | 0,019                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,173 | 0,010           | 0,001 | 0,012                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,190 | 0,009           | 0,007 | 0,026                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,215 | 0,014           | 0,002 | 0,017                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,145 | 0,010           | 0,001 | 0,010                | 0,001              |
| 2019           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,339 | 0,010           | 0,007 | 0,045                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,275 | 0,011           | 0,001 | 0,020                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,166 | 0,014           | 0,001 | 0,011                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,301 | 0,014           | 0,008 | 0,037                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,208 | 0,016           | 0,001 | 0,016                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,116 | 0,007           | 0,001 | 0,008                | 0,001              |
| 2020           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,315 | 0,012           | 0,006 | 0,044                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,264 | 0,011           | 0,001 | 0,022                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,135 | 0,015           | 0,001 | 0,012                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,436 | 0,013           | 0,008 | 0,040                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,215 | 0,013           | 0,001 | 0,016                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,150 | 0,007           | 0,001 | 0,012                | 0,001              |
| 2021           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,293 | 0,012           | 0,007 | 0,044                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,251 | 0,011           | 0,001 | 0,020                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,140 | 0,015           | 0,001 | 0,012                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,302 | 0,015           | 0,009 | 0,041                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,197 | 0,014           | 0,001 | 0,014                | 0,001              |
|                |                  | Gasolina                | 0,305 | 0,005           | 0,002 | 0,021                | 0,001              |
| 2022           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,164 | 0,007           | 0,004 | 0,023                | 0,002              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,156 | 0,007           | 0,001 | 0,013                | 0,003              |
|                |                  | Gasolina                | 0,079 | 0,007           | nd    | 0,008                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,155 | 0,005           | 0,006 | 0,028                | 0,002              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,140 | 0,011           | 0,001 | 0,015                | 0,003              |
|                |                  | Gasolina                | 0,229 | 0,007           | 0,001 | 0,012                | 0,002              |
| 2023           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,160 | 0,008           | 0,005 | 0,025                | 0,002              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,157 | 0,008           | 0,001 | 0,014                | 0,003              |
|                |                  | Gasolina                | 0,155 | 0,007           | 0,001 | 0,013                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,087 | 0,004           | 0,008 | 0,042                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,213 | 0,008           | 0,001 | 0,020                | 0,003              |
|                |                  | Gasolina                | 0,150 | 0,010           | nd    | 0,006                | 0,002              |
| 2024           | Automóveis       | Flex - Etanol hidratado | 0,167 | 0,007           | 0,004 | 0,024                | 0,002              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,168 | 0,007           | 0,001 | 0,014                | 0,002              |
|                |                  | Gasolina                | 0,163 | 0,005           | 0,001 | 0,012                | 0,001              |
|                | Comerciais leves | Flex - Etanol hidratado | 0,087 | 0,004           | 0,008 | 0,042                | 0,001              |
|                |                  | Flex - Gasolina C       | 0,213 | 0,008           | 0,001 | 0,020                | 0,003              |
|                |                  | Gasolina                | 0,065 | 0,005           | nd    | 0,008                | 0,002              |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2025).

A CETESB publica fatores de MP referentes a veículos flex rodando com etanol hidratado fabricados a partir de 2022. Para preencher as lacunas dos anos anteriores na série histórica, aplicou-se, simplificada, uma razão de proporcionalidade: a relação entre os fatores de emissão de veículos flex rodando com gasolina C observada para o ano de 2022.

A partir dos fatores e cálculos de emissão de material particulado (MP), foi possível estimar as emissões de *Black Carbon* (BC), um componente do  $MP_{2,5}$  associado a impactos climáticos e à qualidade do ar (EMEP/EEA, 2025b; EMEP/EEA, 2025c). O BC é um poluente climático de vida curta (PCVC, ou inglês *Short-Lived Climate Pollutant – SLCP*), ou seja, permanece na atmosfera por um período relativamente breve (de dias a semanas, mas possui um alto potencial de aquecimento, devido à sua capacidade de absorver radiação solar) (CCAC, 2017).

Para realizar os cálculos, adotou-se a metodologia do Guia Europeu para Inventário de Emissões (EMEP/EEA, 2025b), que permite estimar o BC como uma fração do  $MP_{2,5}$  na ausência de fatores específicos. A Tabela 11 apresenta as frações de BC consideradas para cada tipo de veículo e combustível.

Vale destacar que, por se tratar de referências europeias, não existem fatores específicos para etanol. Nesses casos, aplicou-se uma proporcionalidade baseada nos fatores da gasolina, considerando a fração de BC correspondente.

**Tabela 11 - Frações de Black Carbon (BC) por tipo de veículo e combustível**

| Categoria        | Combustível      | f-BC |
|------------------|------------------|------|
| Automóveis       | Gasolina C       | 0,12 |
|                  | Diesel           | 0,57 |
|                  | Etanol hidratado | 0,12 |
| Caminhões        | Diesel           | 0,53 |
| Comerciais leves | Gasolina C       | 0,05 |
|                  | Diesel           | 0,55 |
|                  | Etanol hidratado | 0,05 |
| Motocicletas     | Gasolina C       | 0,11 |
|                  | Etanol hidratado | 0,11 |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da EMEP/EEA (2025b).

#### 4.1.1.2. Emissões evaporativas (NMHC<sub>evap</sub>)

A legislação brasileira estabelece limites para emissões evaporativas provenientes do sistema de alimentação de combustíveis dos automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto, para fins de homologação dos modelos de veículos, com medições conforme as normas NBR 11481 e NBR 16927 da ABNT. No entanto, a forma como as emissões são reportadas a partir desses ensaios, não apresenta correspondência direta com as classes de emissões dos métodos de estimativa de emissões do Guia Europeu para Inventário de Emissões - *Emission Inventory Guidebook* (EMEP/EEA, 2025a). O guia classifica as emissões evaporativas conforme os seguintes processos:

- emissões diurnas (ed);
- perdas em movimento (er);
- emissões evaporativas do veículo em repouso (es).

Embora o ensaio de homologação, realizado em câmara fechada, meça as emissões evaporativas devida ao aquecimento do veículo por insolação e a que se desprende após o veículo ser desligado, não contempla a emissão que ocorre enquanto o veículo está em movimento. De igual maneira, também não considera como variáveis a temperatura ambiente e o número de viagens diárias, o que torna necessário adaptar os valores obtidos nos ensaios em câmara fechada para fatores aplicáveis em inventários. Em função disso, utilizou-se um método de cálculo próprio baseado na metodologia Tier 2, do Guia Europeu, complementada pelos resultados dos ensaios de homologação nacionais. Essa metodologia encontra-se detalhada em Vicentini (2010).

A Tabela 12 apresenta os valores obtidos pelo método e valores indicados pela CETESB. A fim de transformar os fatores das emissões er e es, de g/viagem para g/km, foi dividido o primeiro fator por 8 km, que é, segundo o Sistema de Informações da Mobilidade Urbana, ANTP (2009), a distância média nacional percorrida por viagem no transporte individual<sup>3</sup>.

Além das emissões evaporativas dos veículos em repouso e em circulação, este Inventário considera também as emissões que ocorrem durante o processo de abastecimento de gasolina e etanol nos veículos. Essas últimas ocorrem quando o combustível é transferido para o tanque do veículo nos postos, expulsando os vapores contidos no tanque. Consideraram-se apenas gasolina e etanol, foram aplicadas as taxas de evaporação de 1,14 gNMHC<sub>evap</sub>/L e 0,37 gNMHC<sub>evap</sub>/L, respectivamente ao volume de combustível calculado (CETESB, 2024).

<sup>3</sup> O Sistema de Informações da Mobilidade Urbana, elaborado pela Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), tem como último relatório geral disponível o de 2018, que indica uma distância média de aproximadamente 7,5 km por viagem no transporte individual. Considerando que os padrões de mobilidade urbana se modificam continuamente em função de fatores econômicos e da ampliação do uso de aplicativos de transporte, seria recomendável a atualização periódica desses dados, preferencialmente em bases anuais, para capturar eventuais variações nos deslocamentos. Na ausência de informações mais recentes e de abrangência nacional, adotaram-se os valores utilizados no último inventário rodoviário produzido.

**Tabela 12 - Fatores de emissões evaporativas de automóveis e veículos comerciais leves movidos à gasolina C e a etanol**

| Ano/modelo | Combustível             | ed (g/dia) | es (g/viag) | er (g/viag) |
|------------|-------------------------|------------|-------------|-------------|
| Até 1989   | Gasolina C              | 4,90       | 15,04       | 12,67       |
| Até 1989   | Etanol hidratado        | 2,13       | 6,54        | 5,51        |
| 1990       | Gasolina C              | 0,49       | 1,42        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,33       | 0,94        | 0,06        |
| 1991       | Gasolina C              | 0,49       | 1,42        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,33       | 0,94        | 0,06        |
| 1992       | Gasolina C              | 0,63       | 0,94        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,28       | 0,42        | 0,06        |
| 1993       | Gasolina C              | 0,53       | 0,81        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,34       | 0,52        | 0,06        |
| 1994       | Gasolina C              | 0,51       | 0,75        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,29       | 0,42        | 0,06        |
| 1995       | Gasolina C              | 0,51       | 0,75        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,29       | 0,42        | 0,06        |
| 1996       | Gasolina C              | 0,39       | 0,56        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,26       | 0,37        | 0,06        |
| 1997       | Gasolina C              | 0,33       | 0,46        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,36       | 0,51        | 0,06        |
| 1998       | Gasolina C              | 0,27       | 0,37        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,45       | 0,60        | 0,06        |
| 1999       | Gasolina C              | 0,26       | 0,36        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,54       | 0,75        | 0,06        |
| 2000       | Gasolina C              | 0,24       | 0,33        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,45       | 0,61        | 0,06        |
| 2001       | Gasolina C              | 0,23       | 0,31        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,44       | 0,60        | 0,06        |
| 2002       | Gasolina C              | 0,20       | 0,28        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,30       | 0,57        | 0,16        |
| 2003       | Gasolina C              | 0,24       | 0,35        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,29       | 0,54        | 0,15        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,13       | 0,36        | 0,14        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,23       | 0,54        | 0,06        |
| 2004       | Gasolina C              | 0,23       | 0,32        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,27       | 0,52        | 0,15        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,09       | 0,27        | 0,14        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,18       | 0,54        | 0,06        |
| 2005       | Gasolina C              | 0,29       | 0,41        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,26       | 0,50        | 0,14        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,14       | 0,23        | 0,14        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,15       | 0,31        | 0,06        |
| 2006       | Gasolina C              | 0,15       | 0,21        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,25       | 0,48        | 0,13        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,41       | 0,59        | 0,06        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,20       | 0,29        | 0,14        |
| 2007       | Gasolina C              | 0,15       | 0,21        | 0,14        |
|            | Etanol hidratado        | 0,24       | 0,46        | 0,13        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,41       | 0,59        | 0,06        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,20       | 0,29        | 0,14        |
| 2008       | Gasolina C              | 0,21       | 0,31        | 0,14        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,35       | 0,51        | 0,06        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,13       | 0,20        | 0,14        |

| Ano/modelo | Combustível             | ed (g/dia) | es (g/viag) | er (g/viag) |
|------------|-------------------------|------------|-------------|-------------|
| 2009       | Gasolina C              | 0,21       | 0,31        | 0,14        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,35       | 0,51        | 0,06        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,13       | 0,20        | 0,14        |
| 2010       | Gasolina C              | 0,07       | 0,08        | 0,06        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,11       | 0,22        | 0,12        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,19       | 0,33        | 0,20        |
| 2011       | Gasolina C              | 0,16       | 0,15        | 0,10        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,25       | 0,28        | 0,18        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,35       | 0,37        | 0,24        |
| 2012       | Gasolina C              | 0,14       | 0,14        | 0,06        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,16       | 0,21        | 0,07        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,25       | 0,32        | 0,11        |
| 2013       | Gasolina C              | 0,09       | 0,12        | 0,04        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,16       | 0,22        | 0,07        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,21       | 0,32        | 0,10        |
| 2014       | Gasolina C              | 0,07       | 0,09        | 0,03        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,13       | 0,18        | 0,06        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,19       | 0,32        | 0,10        |
| 2015       | Gasolina C              | 0,05       | 0,08        | 0,02        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,10       | 0,15        | 0,05        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,16       | 0,24        | 0,08        |
| 2016       | Gasolina C              | 0,07       | 0,10        | 0,03        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,12       | 0,14        | 0,05        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,15       | 0,19        | 0,07        |
| 2017       | Gasolina C              | 0,05       | 0,08        | 0,03        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,12       | 0,13        | 0,05        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,17       | 0,20        | 0,07        |
| 2018       | Gasolina C              | 0,04       | 0,06        | 0,02        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,11       | 0,11        | 0,04        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,14       | 0,18        | 0,06        |
| 2019       | Gasolina C              | 0,04       | 0,06        | 0,02        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,10       | 0,11        | 0,04        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,13       | 0,17        | 0,06        |
| 2020       | Gasolina C              | 0,04       | 0,06        | 0,02        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,08       | 0,09        | 0,03        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,09       | 0,13        | 0,04        |
| 2021       | Gasolina C              | 0,02       | 0,04        | 0,01        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,09       | 0,08        | 0,03        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,08       | 0,10        | 0,03        |
| 2022       | Gasolina C              | 0,08       | 0,04        | 0,03        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,16       | 0,03        | 0,04        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,17       | 0,03        | 0,05        |
| 2023       | Gasolina C              | 0,14       | 0,04        | 0,04        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,16       | 0,03        | 0,04        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,18       | 0,03        | 0,05        |
| 2024       | Gasolina C              | 0,14       | 0,04        | 0,04        |
|            | Flex - Gasolina C       | 0,16       | 0,03        | 0,04        |
|            | Flex - Etanol hidratado | 0,18       | 0,03        | 0,05        |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2025).



### 4.1.2. Veículos convertidos para o uso de GNV

A metodologia para estimar as emissões por veículos convertidos para o uso de GNV foi a mesma dos Inventários anteriores — uma abordagem *top-down*, na qual os fatores de emissão em  $\text{g}_{\text{poluente}}/\text{m}^3_{\text{combustível}}$  são aplicados diretamente ao consumo de combustível relatado no Balanço Energético Nacional 2024 (EPE, 2025).

Para aplicação no Inventário, calculou-se um fator médio de emissões para cada poluente a partir dos valores divulgados em CETESB (2025), e considerou-se que eles são homogêneos ao longo de todo o período considerado. Os fatores de emissão são disponíveis apenas para os kits de conversão comercializados a partir de 2002, tratando-se de valores típicos de emissão de veículos da Fase L-3 do PROCONVE convertidos para o uso de GNV.

Os fatores de emissão de NMHC e  $\text{CH}_4$  foram estimados a partir do fator de emissão de Hidrocarbonetos Totais - THC, considerando-se o valor de 0,895 para a razão  $\text{CH}_4/\text{THC}$ , conforme proposto por BORSARI (2005).

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 13. De acordo com a Equação 2.2, as emissões dos veículos a GNV são calculadas a partir de fatores de emissão em  $\text{g}/\text{m}^3$ . Para a conversão dos fatores de emissão em  $\text{g}/\text{km}$  para  $\text{g}/\text{m}^3$ , foi adotado o valor médio de quilometragem por  $\text{m}^3$  igual a  $12 \text{ km}/\text{m}^3$ , utilizado no primeiro e segundo inventário. No que se refere às emissões de  $\text{CO}_2$ , o procedimento e os valores adotados são os mesmos da Seção 4.1.1.1., ao passo que os valores utilizados para estimar as emissões de  $\text{N}_2\text{O}$  foram propostos por BORSARI (2009).

**Tabela 13 - Fatores de emissão de CO,  $\text{NO}_x$ , RCHO,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$  e COVNM, em  $\text{g}/\text{km}$**

| CO    | $\text{NO}_x$ | RCHO  | $\text{N}_2\text{O}$ | $\text{CH}_4$ | COVNM |
|-------|---------------|-------|----------------------|---------------|-------|
| 0,560 | 0,290         | 0,004 | 0,031                | 0,224         | 0,026 |

Fonte: Elaboração do autor, com base em BORSARI (2009).

### 4.1.3. Deterioração de emissões por acúmulo de rodagem

Como nas edições anteriores, este inventário considera a deterioração de emissões com base nos valores gerados nos ensaios de durabilidade estabelecidos pelo PROCONVE a partir de 2003. Esses ensaios têm o objetivo de verificar se os limites de emissão estabelecidos são respeitados por, no mínimo, 80.000 km de uso, considerando-se as condições de manutenção recomendadas pelos fabricantes.

A partir dos valores obtidos nesses ensaios e dos fatores de emissão de veículos novos, estimou-se o incremento médio do fator de emissão por acúmulo de rodagem. Nestas estimativas assumiu-se, ainda, que o incremento tem um comportamento linear, fazendo-se uma extrapolação para quilometragens superiores a 80.000 km.

Analisando resultados de 200 ensaios de durabilidade feitos de 2003 a 2007, constatou-se que os incrementos das emissões por acúmulo de rodagem de veículos de diferentes anos de fabricação não apresentavam diferenças significativas. Deste modo, calculou-se a diferença entre a média aritmética dos fatores de emissão de veículos novos (zero km), e a média aritmética dos fatores de emissão de veículos com 80.000km, obtendo-se, assim, os valores de incrementos de emissões por tipo de combustível mostrados na Tabela 14.

**Tabela 14 - Incremento médio de emissões por acúmulo de rodagem, em g/km a cada 80 mil km**

| Combustível      | Poluente |                 |       |       |
|------------------|----------|-----------------|-------|-------|
|                  | CO       | NO <sub>x</sub> | NHMC  | RCHO  |
| Gasolina C       | 0,263    | 0,030           | 0,023 | 0,001 |
| Eatnol hidratado | 0,224    | 0,020           | 0,024 | 0,003 |

Fonte: Elaboração do autor, a partir de dados de ensaio do PROCONVE.

Cabe destacar que o PROCONVE, em suas fases mais recentes (L7 e L8), passou a incorporar novas determinações relacionadas à deterioração das emissões, incluindo a exigência de atendimento aos limites máximos de emissão de poluentes por até 160.000 km de uso. Entretanto, não foi possível aplicar neste inventário os fatores de deterioração levantados nos ensaios de homologação, em razão do sistema de dados do IBAMA estar passando atualmente por uma transição.

Para os veículos fabricados entre 1995 e 2002, que não dispõem de dados medidos de ensaios de acúmulo de rodagem, adotou-se o mesmo fator de deterioração de emissões obtido nos ensaios feitos entre 2003 e 2007, dado que as tecnologias adotadas nestes períodos são similares (injeção eletrônica e catalisador de 3 vias).

Para os veículos fabricados anteriormente a 1995, quando parcela majoritária deles não era equipada com catalisadores, foram adotados os seguintes valores propostos pela CETESB:

- Para CO, NMHC<sub>escap</sub> e RCHO: deterioração linear de 20% em relação ao fator de emissão do veículo novo (zero km) ao atingir os 160.000 km, permanecendo constante a partir daí;
- Para NO<sub>x</sub> considerou-se que não há deterioração.

A Tabela 15 sintetiza as premissas adotadas e as fontes de dados consultadas para estimar a deterioração das emissões por acúmulo de rodagem. Por absoluta falta de informações e pela incompatibilidade em relação à metodologia *top-down* adotada para veículos a GNV, não foi considerada a deterioração de emissões nessa categoria.

**Tabela 15 - Fontes de informação para os fatores de deterioração de automóveis e veículos comerciais leves movidos a gasolina C e a etanol hidratado**

| Anos -modelos       | ≤ 1988                                   | ≥ 1989; ≥1993 | ≥ 1994; ≥2002                                     | ≥ 2003; ≥2008                      |
|---------------------|------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|
| Tecnologia          | Veículos não-equipados com catalisadores |               | Veículos equipados com catalisadores              |                                    |
| Fonte de informação | CETESB                                   |               | Ensaio de durabilidade do PROCONVE (extrapolação) | Ensaio de durabilidade do PROCONVE |

Fonte: Elaboração do autor.

## 4.2 Fatores de emissão para motocicletas

Os fatores de emissão para os poluentes regulamentados pelo PROMOT resultam dos processos de homologação de novos modelos de motocicletas fabricadas a partir de 2003 e são apresentados no Relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo 2024, da CETESB. Para as motocicletas fabricadas até 2002, foram considerados os fatores de emissão do ano de 2003.

Nos dados reportados pela CETESB (2025), os fatores de emissão médios são apresentados por ano/modelo, subdividindo as motocicletas por faixa de cilindrada: inferior, ou igual, a 150 cc, de 151 a 500 cc e acima, ou igual, a 501 cc. Portanto, para obter fatores únicos para cada ano-modelo, é necessário conhecer a distribuição do perfil da frota em termos das cilindradas. A partir dos dados da ABRACICLO (2025), foi possível calcular uma média dos fatores de emissão ponderada pela participação de cada faixa de cilindradas nas vendas anuais, obtendo-se, assim, o fator único para cada ano-modelo.

A Tabela 16 apresenta os fatores de emissão adotados para motocicletas. Quanto às emissões de CO<sub>2</sub>, o procedimento e os valores já foram detalhados na Seção 4.1.1.1.1. Os fatores de deterioração por acúmulo de rodagem para motocicletas não foram considerados devido à ausência de informações.

**Tabela 16 – Fatores de emissão de CO, NO<sub>x</sub>, NMHC, CH<sub>4</sub> e MP<sub>comb</sub> para motocicletas, em g/km**

| Ano-calendário | Combustível             | CO     | NO <sub>x</sub> | NMHC <sub>escp</sub> | CH <sub>4</sub> | MP <sub>comb</sub> |
|----------------|-------------------------|--------|-----------------|----------------------|-----------------|--------------------|
| Até 2002       | Gasolina C              | 19,700 | 0,100           | 2,210                | 0,390           | 0,029              |
| 2003           | Gasolina C              | 4,785  | 0,145           | 0,616                | 0,109           | 0,014              |
| 2004           | Gasolina C              | 6,065  | 0,175           | 0,693                | 0,122           | 0,014              |
| 2005           | Gasolina C              | 2,610  | 0,160           | 0,391                | 0,069           | 0,0035             |
| 2006           | Gasolina C              | 2,235  | 0,175           | 0,285                | 0,050           | 0,0035             |
| 2007           | Gasolina C              | 1,795  | 0,170           | 0,272                | 0,048           | 0,0035             |
| 2008           | Gasolina C              | 1,355  | 0,115           | 0,196                | 0,035           | 0,0035             |
|                | Gasolina C              | 1,090  | 0,100           | 0,124                | 0,041           | 0,0035             |
| 2009           | Flex - Gasolina C       | 0,754  | 0,052           | 0,111                | 0,037           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,579  | 0,066           | 0,117                | 0,039           | 0,0035             |
|                | Gasolina C              | 0,684  | 0,065           | 0,131                | 0,044           | 0,0035             |
| 2010           | Flex - Gasolina C       | 0,754  | 0,052           | 0,111                | 0,037           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,579  | 0,066           | 0,117                | 0,039           | 0,0035             |
|                | Gasolina C              | 0,610  | 0,080           | 0,150                | 0,050           | 0,0035             |
| 2011           | Flex - Gasolina C       | 0,760  | 0,060           | 0,105                | 0,035           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,680  | 0,060           | 0,120                | 0,040           | 0,0035             |
|                | Gasolina C              | 0,500  | 0,067           | 0,125                | 0,042           | 0,0035             |
| 2012           | Flex - Gasolina C       | 0,741  | 0,041           | 0,103                | 0,034           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,897  | 0,039           | 0,122                | 0,040           | 0,0035             |
|                | Gasolina C              | 0,492  | 0,063           | 0,120                | 0,040           | 0,0035             |
| 2013           | Flex - Gasolina C       | 0,681  | 0,046           | 0,107                | 0,035           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,828  | 0,038           | 0,114                | 0,038           | 0,0035             |
|                | Gasolina C              | 0,492  | 0,063           | 0,120                | 0,040           | 0,0035             |
| 2014           | Flex - Gasolina C       | 0,681  | 0,046           | 0,107                | 0,035           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,828  | 0,038           | 0,114                | 0,038           | 0,0035             |
|                | Gasolina C              | 0,570  | 0,043           | 0,097                | 0,032           | 0,0035             |
| 2015           | Flex - Gasolina C       | 0,708  | 0,037           | 0,085                | 0,028           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,789  | 0,029           | 0,102                | 0,034           | 0,0035             |

| Ano-calendário | Combustível             | CO    | NO <sub>x</sub> | NMHC <sub>escp</sub> | CH <sub>4</sub> | MP <sub>comb</sub> |
|----------------|-------------------------|-------|-----------------|----------------------|-----------------|--------------------|
| 2016           | Gasolina C              | 0,606 | 0,013           | 0,093                | 0,031           | 0,0035             |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,649 | 0,038           | 0,098                | 0,032           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,517 | 0,039           | 0,120                | 0,040           | 0,0035             |
| 2017           | Gasolina C              | 0,580 | 0,024           | 0,083                | 0,027           | 0,0035             |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,731 | 0,031           | 0,090                | 0,030           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,476 | 0,024           | 0,113                | 0,038           | 0,0035             |
| 2018           | Gasolina C              | 0,608 | 0,023           | 0,081                | 0,027           | 0,0035             |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,834 | 0,030           | 0,085                | 0,028           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,502 | 0,027           | 0,104                | 0,035           | 0,0035             |
| 2019           | Gasolina C              | 0,566 | 0,023           | 0,083                | 0,028           | 0,0035             |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,834 | 0,029           | 0,093                | 0,031           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,524 | 0,023           | 0,105                | 0,035           | 0,0035             |
| 2020           | Gasolina C              | 0,566 | 0,023           | 0,083                | 0,028           | 0,0035             |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,834 | 0,029           | 0,093                | 0,031           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,524 | 0,023           | 0,105                | 0,035           | 0,0035             |
| 2021           | Gasolina C              | 0,566 | 0,023           | 0,083                | 0,028           | 0,0035             |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,834 | 0,029           | 0,093                | 0,031           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,524 | 0,023           | 0,105                | 0,035           | 0,0035             |
| 2022           | Gasolina C              | 0,566 | 0,023           | 0,083                | 0,028           | 0,0035             |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,834 | 0,029           | 0,093                | 0,031           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,524 | 0,023           | 0,105                | 0,035           | 0,0035             |
| 2023           | Gasolina C              | 0,566 | 0,023           | 0,083                | 0,028           | 0,0035             |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,834 | 0,029           | 0,093                | 0,031           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,524 | 0,023           | 0,105                | 0,035           | 0,0035             |
| 2024           | Gasolina C              | 0,566 | 0,023           | 0,083                | 0,028           | 0,0035             |
|                | Flex - Gasolina C       | 0,834 | 0,029           | 0,093                | 0,031           | 0,0035             |
|                | Flex - Etanol hidratado | 0,524 | 0,023           | 0,105                | 0,035           | 0,0035             |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2025).

### 4.3. Fatores de emissão para veículos pesados do ciclo Diesel

Os fatores de emissão médios para motores pesados do ciclo Diesel, apresentados pela CETESB, são gerados nos ensaios de homologação segundo os ciclos estabelecidos nas normas técnicas ABNT-NBR 14489 e ABNT-NBR 15634. As emissões são disponibilizadas tanto em termos da massa de poluentes gerados por unidade de trabalho realizado pelo motor, expressas em  $g_{\text{poluente}}/\text{kWh}$ , quanto em  $g_{\text{poluente}}/\text{km}$ .

**Tabela 17 - Fatores de emissões CO, NO<sub>x</sub>, NMHC e MP<sub>comb</sub> para motores Diesel, em  $g_{\text{poluente}}/\text{km}$**

| Ano/<br>modelo | Fase<br>PROCONVE   | Categoria                       | CO                    | NO <sub>x</sub> | NMHC   | MP <sub>comb</sub> | CH <sub>4</sub> |
|----------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------|--------|--------------------|-----------------|
| Até 1999       | P0/P1/P2/<br>P3/P4 | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,764           | 4,395  | 0,279              | 0,271           |
|                |                    |                                 | Caminhões leves       | 1,249           | 7,185  | 0,457              | 0,443           |
|                |                    |                                 | Caminhões médios      | 1,250           | 7,190  | 0,457              | 0,444           |
|                |                    |                                 | Caminhões semipesados | 2,014           | 11,585 | 0,736              | 0,715           |
|                |                    |                                 | Caminhões pesados     | 2,014           | 11,585 | 0,736              | 0,715           |
|                |                    | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 2,292           | 13,182 | 0,838              | 0,813           |
|                |                    |                                 | Ônibus urbanos        | 3,019           | 17,368 | 1,104              | 1,071           |
|                |                    |                                 | Micro-ônibus          | 1,546           | 4,761  | 0,201              | 0,109           |
|                |                    | Comerciais leves/<br>Automóveis | 0,274                 | 2,459           | 0,124  | 0,076              | 0,019           |
|                |                    |                                 |                       |                 |        |                    |                 |
| 2000-2001      | P3/P4              | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,687           | 2,777  | 0,229              | 0,135           |
|                |                    |                                 | Caminhões leves       | 1,123           | 4,539  | 0,374              | 0,220           |
|                |                    |                                 | Caminhões médios      | 1,124           | 4,543  | 0,375              | 0,221           |
|                |                    |                                 | Caminhões semipesados | 1,810           | 7,319  | 0,603              | 0,355           |
|                |                    |                                 | Caminhões pesados     | 1,810           | 7,319  | 0,603              | 0,355           |
|                |                    | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 2,060           | 8,329  | 0,687              | 0,404           |
|                |                    |                                 | Ônibus urbanos        | 2,714           | 10,973 | 0,905              | 0,533           |
|                |                    |                                 | Micro-ônibus          | 1,546           | 4,761  | 0,201              | 0,109           |
|                |                    | Comerciais leves/<br>Automóveis | 0,315                 | 2,490           | 0,112  | 0,082              | 0,017           |
|                |                    |                                 |                       |                 |        |                    |                 |
| 2002-2003      | P4                 | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,374           | 2,711  | 0,128              | 0,053           |
|                |                    |                                 | Caminhões leves       | 0,612           | 4,432  | 0,209              | 0,086           |
|                |                    |                                 | Caminhões médios      | 0,612           | 4,435  | 0,209              | 0,086           |
|                |                    |                                 | Caminhões semipesados | 0,986           | 7,146  | 0,336              | 0,139           |
|                |                    |                                 | Caminhões pesados     | 0,986           | 7,146  | 0,336              | 0,139           |
|                |                    | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 1,122           | 8,131  | 0,383              | 0,158           |
|                |                    |                                 | Ônibus urbanos        | 1,478           | 10,713 | 0,504              | 0,209           |
|                |                    |                                 | Micro-ônibus          | 1,546           | 4,761  | 0,201              | 0,109           |
|                |                    | Comerciais leves/<br>Automóveis | 0,277                 | 2,516           | 0,085  | 0,071              | 0,017           |
|                |                    |                                 |                       |                 |        |                    |                 |
| 2004-2005      | P4                 | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,360           | 2,280  | 0,100              | 0,042           |
|                |                    |                                 | Caminhões leves       | 0,580           | 3,720  | 0,160              | 0,069           |
|                |                    |                                 | Caminhões médios      | 0,580           | 3,720  | 0,160              | 0,069           |
|                |                    |                                 | Caminhões semipesados | 0,940           | 6,000  | 0,250              | 0,111           |
|                |                    |                                 | Caminhões pesados     | 0,940           | 6,000  | 0,250              | 0,111           |
|                |                    | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 1,070           | 6,830  | 0,290              | 0,126           |
|                |                    |                                 | Ônibus urbanos        | 1,410           | 9,000  | 0,380              | 0,166           |
|                |                    |                                 | Micro-ônibus          | 1,546           | 4,761  | 0,201              | 0,109           |
|                |                    | Comerciais leves/<br>Automóveis | 0,499                 | 2,018           | 0,088  | 0,054              | 0,013           |
|                |                    |                                 |                       |                 |        |                    |                 |

| Ano/<br>modelo | Fase<br>PROCONVE | Categoria                       | CO                    | NO <sub>x</sub> | NMHC  | MP <sub>comb</sub> | CH <sub>4</sub> |       |
|----------------|------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------|-------|--------------------|-----------------|-------|
| 2006-2007      | P4               | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,563           | 1,890 | 0,116              | 0,044           | 0,060 |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,793           | 3,464 | 0,228              | 0,069           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,789           | 3,106 | 0,127              | 0,067           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 1,004           | 5,292 | 0,247              | 0,103           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,808           | 5,209 | 0,218              | 0,094           |       |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,974           | 5,622 | 0,254              | 0,103           |       |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 1,801           | 8,205 | 0,351              | 0,163           |       |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 1,546           | 4,761 | 0,201              | 0,109           |       |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis | 0,616                 | 1,827           | 0,128 | 0,042              | 0,014           |       |
| 2008           | P5               | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,361           | 1,717 | 0,071              | 0,040           | 0,060 |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,685           | 3,072 | 0,124              | 0,062           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,494           | 2,921 | 0,075              | 0,054           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 1,030           | 4,920 | 0,104              | 0,089           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,713           | 5,397 | 0,149              | 0,085           |       |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,718           | 5,674 | 0,117              | 0,092           |       |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 2,164           | 8,607 | 0,330              | 0,158           |       |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,836           | 4,508 | 0,077              | 0,085           |       |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis | 0,658                 | 1,738           | 0,113 | 0,044              | 0,017           |       |
| 2009           | P5               | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,381           | 1,685 | 0,069              | 0,029           | 0,060 |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,647           | 3,060 | 0,116              | 0,054           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,499           | 2,980 | 0,077              | 0,058           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,936           | 5,018 | 0,085              | 0,085           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,906           | 5,349 | 0,117              | 0,080           |       |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,595           | 5,669 | 0,134              | 0,084           |       |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 1,842           | 8,262 | 0,291              | 0,146           |       |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,783           | 4,743 | 0,082              | 0,082           |       |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis | 0,517                 | 1,660           | 0,096 | 0,037              | 0,015           |       |
| 2010           | P5               | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,401           | 1,730 | 0,086              | 0,032           | 0,060 |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,489           | 2,977 | 0,088              | 0,048           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,503           | 2,792 | 0,041              | 0,052           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,886           | 5,036 | 0,128              | 0,096           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,643           | 5,312 | 0,168              | 0,066           |       |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,668           | 5,448 | 0,180              | 0,093           |       |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 1,827           | 8,380 | 0,307              | 0,151           |       |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 1,188           | 4,738 | 0,143              | 0,082           |       |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis | 0,751                 | 1,955           | 0,137 | 0,044              | 0,021           |       |
| 2011           | P5               | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,369           | 1,686 | 0,061              | 0,036           | 0,060 |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,499           | 2,972 | 0,086              | 0,048           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,515           | 3,066 | 0,114              | 0,057           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 1,007           | 4,782 | 0,099              | 0,085           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,789           | 5,188 | 0,157              | 0,071           |       |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,704           | 5,474 | 0,160              | 0,085           |       |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 1,672           | 8,471 | 0,212              | 0,150           |       |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 1,188           | 4,871 | 0,137              | 0,095           |       |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis | 0,496                 | 1,464           | 0,093 | 0,033              | 0,014           |       |
| 2012           | L5/P7            | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,005           | 0,513 | 0,005              | 0,003           | 0,060 |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,128           | 1,090 | 0,010              | 0,007           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,141           | 1,052 | 0,007              | 0,007           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,136           | 1,620 | 0,016              | 0,015           |       |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,256           | 1,590 | 0,030              | 0,015           |       |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,344           | 1,695 | 0,033              | 0,016           |       |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,626           | 2,810 | 0,018              | 0,020           |       |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,153           | 1,448 | 0,039              | 0,015           |       |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis | 0,050                 | 0,311           | 0,017 | 0,018              | 0,012           |       |

| Ano/<br>modelo | Fase<br>PROCONVE | Categoria                       | CO                    | NO <sub>x</sub> | NMHC  | MP <sub>comb</sub> | CH <sub>4</sub> |
|----------------|------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------|-------|--------------------|-----------------|
| 2013           | L6/P7            | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,011           | 0,484 | 0,005              | 0,003           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,116           | 0,957 | 0,007              | 0,008           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,087           | 1,086 | 0,010              | 0,009           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,106           | 1,602 | 0,017              | 0,016           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,281           | 1,542 | 0,029              | 0,016           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,400           | 1,702 | 0,046              | 0,017           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,528           | 2,683 | 0,018              | 0,021           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,128           | 1,211 | 0,031              | 0,011           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,075           | 0,276 | 0,014              | 0,015           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,014           |
| 2014           | L6/P7            | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,011           | 0,484 | 0,005              | 0,003           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,116           | 0,957 | 0,007              | 0,008           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,087           | 1,086 | 0,010              | 0,009           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,106           | 1,602 | 0,017              | 0,016           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,281           | 1,542 | 0,029              | 0,016           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,400           | 1,702 | 0,046              | 0,017           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,528           | 2,683 | 0,018              | 0,021           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,128           | 1,211 | 0,031              | 0,011           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,080           | 0,276 | 0,010              | 0,015           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,013           |
| 2015           | L6/P7            | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,044           | 0,528 | 0,007              | 0,004           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,200           | 0,993 | 0,009              | 0,009           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,091           | 0,986 | 0,009              | 0,009           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,111           | 1,602 | 0,019              | 0,016           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,275           | 1,633 | 0,029              | 0,016           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,363           | 1,639 | 0,028              | 0,017           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,530           | 2,710 | 0,021              | 0,024           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,085           | 1,385 | 0,026              | 0,010           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,051           | 0,282 | 0,008              | 0,018           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,012           |
| 2016           | L6/P7            | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,036           | 0,515 | 0,008              | 0,003           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,172           | 0,994 | 0,012              | 0,008           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,091           | 0,975 | 0,005              | 0,009           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,124           | 1,469 | 0,011              | 0,014           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,292           | 1,690 | 0,033              | 0,016           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,352           | 1,832 | 0,028              | 0,016           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,566           | 2,873 | 0,016              | 0,021           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,072           | 1,303 | 0,012              | 0,010           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,043           | 0,281 | 0,012              | 0,012           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,012           |
| 2017           | L6/P7            | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,030           | 0,484 | 0,004              | 0,003           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,214           | 0,942 | 0,008              | 0,008           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,102           | 0,906 | 0,012              | 0,008           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,080           | 1,652 | 0,022              | 0,014           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,233           | 1,630 | 0,025              | 0,014           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,351           | 1,525 | 0,028              | 0,017           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,462           | 2,645 | 0,024              | 0,021           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,081           | 1,362 | 0,009              | 0,008           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,042           | 0,275 | 0,010              | 0,014           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,010           |
| 2018           | L6/P7            | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,024           | 0,484 | 0,003              | 0,002           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,230           | 0,875 | 0,009              | 0,009           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,208           | 0,849 | 0,009              | 0,007           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,099           | 1,593 | 0,017              | 0,014           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,289           | 1,598 | 0,023              | 0,014           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,374           | 1,678 | 0,028              | 0,018           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,538           | 2,021 | 0,010              | 0,022           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,122           | 1,421 | 0,008              | 0,008           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,045           | 0,253 | 0,008              | 0,012           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,011           |

| Ano/<br>modelo | Fase<br>PROCONVE | Categoria                       | CO                    | NO <sub>x</sub> | NMHC  | MP <sub>comb</sub> | CH <sub>4</sub> |
|----------------|------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------|-------|--------------------|-----------------|
| 2019           | L6/P7            | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,015           | 0,512 | 0,003              | 0,002           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,276           | 1,001 | 0,006              | 0,009           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,203           | 0,829 | 0,009              | 0,008           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,120           | 1,662 | 0,021              | 0,015           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,186           | 1,462 | 0,013              | 0,013           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,250           | 1,544 | 0,019              | 0,014           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,434           | 2,610 | 0,023              | 0,023           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,154           | 1,472 | 0,008              | 0,008           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,035           | 0,248 | 0,008              | 0,014           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,010           |
| 2020           | L6/P7            | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,021           | 0,719 | 0,003              | 0,001           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,157           | 1,194 | 0,012              | 0,008           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,141           | 0,945 | 0,016              | 0,008           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,139           | 1,759 | 0,025              | 0,017           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,191           | 1,648 | 0,013              | 0,014           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,158           | 1,439 | 0,005              | 0,015           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,393           | 2,634 | 0,039              | 0,024           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,143           | 1,325 | 0,015              | 0,009           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,032           | 0,221 | 0,008              | 0,009           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,017           |
| 2021           | L6/P7            | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,013           | 0,606 | 0,002              | 0,001           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,168           | 1,100 | 0,013              | 0,007           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,155           | 1,007 | 0,018              | 0,009           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,143           | 1,719 | 0,027              | 0,017           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,193           | 1,571 | 0,016              | 0,012           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,158           | 1,439 | 0,005              | 0,015           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,472           | 2,687 | 0,033              | 0,025           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,196           | 1,526 | 0,013              | 0,007           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,037           | 0,225 | 0,012              | 0,010           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,015           |
| 2022           | L7/P7/P8         | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,007           | 0,599 | 0,002              | 0,001           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,265           | 0,906 | 0,010              | 0,009           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,178           | 0,890 | 0,020              | 0,008           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,152           | 1,694 | 0,029              | 0,017           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,195           | 1,508 | 0,017              | 0,013           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,263           | 1,773 | 0,011              | 0,013           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,435           | 2,581 | 0,043              | 0,028           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,248           | 1,624 | 0,018              | 0,010           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,016           | 0,179 | 0,004              | 0,002           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,008           |
| 2023           | L7/P7/P8         | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,013           | 0,354 | 0,002              | 0,000           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,023           | 0,162 | 0,017              | 0,002           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,012           | 0,129 | 0,016              | 0,001           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,038           | 0,132 | 0,024              | 0,003           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,020           | 0,135 | 0,019              | 0,003           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,099           | 0,034 | 0,030              | 0,003           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,099           | 0,244 | 0,043              | 0,005           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,039           | 0,748 | 0,017              | 0,002           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,017           | 0,141 | 0,003              | 0,001           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,007           |
| 2024           | L7/L8/P8         | Caminhões                       | Caminhões semileves   | 0,018           | 0,036 | 0,003              | 0,001           |
|                |                  |                                 | Caminhões leves       | 0,032           | 0,068 | 0,020              | 0,002           |
|                |                  |                                 | Caminhões médios      | 0,004           | 0,172 | 0,020              | 0,002           |
|                |                  |                                 | Caminhões semipesados | 0,031           | 0,083 | 0,018              | 0,003           |
|                |                  |                                 | Caminhões pesados     | 0,017           | 0,141 | 0,014              | 0,003           |
|                |                  | Ônibus                          | Ônibus rodoviários    | 0,049           | 0,028 | 0,025              | 0,003           |
|                |                  |                                 | Ônibus urbanos        | 0,070           | 0,199 | 0,034              | 0,005           |
|                |                  |                                 | Micro-ônibus          | 0,027           | 0,236 | 0,033              | 0,003           |
|                |                  | Comerciais leves/<br>Automóveis |                       | 0,015           | 0,124 | 0,003              | 0,001           |
|                |                  |                                 |                       |                 |       |                    | 0,007           |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2025).



#### 4.4. Desgaste de pista, pneus e freios

Além das emissões provenientes do escapamento veicular, o material particulado (MP) — incluindo o carbono negro (BC) — também é emitido a partir do desgaste de pistas, pneus e freios. Os fatores de emissão de MP devido a esses processos são apresentados na Tabela 18 conforme dados disponíveis no Guia Europeu para Inventário de Emissões (EMEP/EEA, 2025c).

**Tabela 18 - Fatores de emissão de MP por desgaste de pneus, freios e pistas**

| <b>Categoria</b>             | <b>MP<sub>10</sub> Desgaste de Pneus e Freios (g/km)</b> | <b>MP<sub>10</sub> Desgaste de Pista (g/km)</b> |
|------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Motocicletas                 | 0,006                                                    | 0,003                                           |
| Automóveis                   | 0,014                                                    | 0,008                                           |
| Comerciais Leves             | 0,022                                                    | 0,008                                           |
| Caminhões Semileves          | 0,590                                                    | 0,038                                           |
| Caminhões Leves              | 0,590                                                    | 0,038                                           |
| Caminhões Médios             | 0,590                                                    | 0,038                                           |
| Caminhões Semipesados        | 0,590                                                    | 0,038                                           |
| Caminhões Pesados            | 0,590                                                    | 0,038                                           |
| Ônibus Rodoviários           | 0,590                                                    | 0,038                                           |
| Ônibus Urbano / Micro-ônibus | 0,590                                                    | 0,038                                           |

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da EMEP/EEA (2025c).

O cálculo das emissões foi realizado conforme a Equação 2.1. Por se tratarem de fatores de emissão representativos de condições europeias, esses valores podem não refletir integralmente a realidade brasileira, em razão das diferenças na qualidade da pavimentação, nos materiais empregados em pneus e freios e nas condições de tráfego. Apesar dessas limitações, os resultados obtidos evidenciam a relevância de considerar essas fontes de emissão de MP nos inventários nacionais.

A partir desses cálculos, também foi possível estimar a fração de material particulado (MP) correspondente ao carbono negro presente na composição de pneus e superfícies viárias. Para fins de consistência e harmonização metodológica neste Inventário, esse material foi incluído na categoria Black Carbon (BC), aplicando-se a mesma abordagem utilizada para estimar as emissões de BC provenientes do escapamento veicular, conforme o guia europeu<sup>4</sup> (EMEP/EEA, 2025c).

Na Tabela 19 apresenta os valores de f-BC indicados no guia europeu. Cabe destacar que, embora o material derivado do desgaste de pneus, freios e pavimentos tenha sido agregado à categoria BC para fins de apresentação, essas partículas podem também ser classificadas como Carbon Black (CB) ou carbono elementar (EC), uma vez que apresentam características físicas e químicas distintas (KIM, Jisue et al., 2022).

<sup>4</sup> No guia europeu (EMEP/EEA, 2025c), é apresentada a seguinte orientação: "Para efeitos deste guia, assume-se que os fatores de emissão de carbono negro (BC) são iguais aos do carbono elementar (EC)."

**Tabela 19 - Frações de carbono negro (BC) por desgaste de freios e pneus, por tipo de veículo**

| <b>Categoria</b> | <b>f-BC proveniente do desgaste de freios/pneus</b> |
|------------------|-----------------------------------------------------|
| Motocicletas     | 0,12                                                |
| Automóveis       | 0,1                                                 |
| Comerciais leves | 0,1                                                 |
| Caminhões        | 0,1                                                 |

**Fonte:** Elaborado pelo autor com base nos dados da EMEP/EEA (2025c).

## 5. Intensidade de Uso

### 5.1 Equações Gerais

Já nas conclusões do 1º Inventário havia sido destacada a carência de informações referentes à intensidade de uso da frota circulante no país, em função tanto do baixo número de estudos e pesquisas disponíveis, quanto da limitação da baixa à sua no que se refere à composição da frota e/ou sua abrangência. No 2º Inventário, essa limitação foi parcialmente superada, mas ainda permanecem incertezas relevantes.

Os dados de intensidade de uso continuam a ser aqueles que mais apresentam incerteza no INEAVAR. Em especial, as inovações como o advento dos veículos elétricos e o transporte por aplicativos (de pessoas e delivery), não são particularmente caracterizadas neste estudo, o que impõe limitações na análise e na precisão dos resultados. Buscando contornar este problema, o INEAVAR continua adotando o procedimento de ajuste da intensidade de uso dos veículos, ano-calendário a ano-calendário, com base nos dados de consumo de combustível rodoviário reportados no Balanço Energético Nacional (EPE, 2025). A metodologia de tal ajuste é a mesma apresentada nas edições anteriores do INEAVAR.

A partir de valores de intensidade de uso de referência (km/ano) e de autonomia (km/L), estimou-se o consumo de combustível de cada categoria de veículos e seus respectivos ano-modelo, aplicando-se a Equação 5.1.a.

$$C_{i, \text{estimado}} = Fr_i \times lu_{i, \text{referência}} \div QL_i \dots \text{(Equação 5.1.a)}$$

Onde:

- **$C_{i, \text{estimado}}$**  é o consumo anual de combustível do veículo do tipo i (L/ano);
- **$Fr_i$**  é a frota em circulação no ano do veículo do tipo i (número de veículos);
- **$lu_{i, \text{referência}}$**  é a intensidade de uso de referência do veículo do tipo i, expressa em termos de quilometragem anual percorrida (km/ano);
- **$QL_i$**  é a quilometragem por litro de combustível do veículo do tipo i (km/L).

A partir da soma do consumo de combustível das várias categorias, estimou-se o consumo total de cada combustível (Equação 5.1.b). Esse consumo estimado é, então, comparado com aquele observado para todo o setor rodoviário — informação presente no BEN.

A razão entre o consumo estimado e o consumo observado gera um fator de correção necessário ao ajuste dos valores de intensidade de uso e, a partir destes novos valores, são calculados os valores ajustados de consumo de combustível para cada tipo de veículo (Equação 5.1.b e Equação 5.1.c) e suas respectivas emissões (Equação 5.1.a).

$$C_{\text{estimado}} = \sum C_{i, \text{estimado}} \dots \text{(Equação 5.1.a)}$$

Onde:

- $C_{\text{estimado}}$  é o consumo anual total de um tipo de combustível (de todas as categorias de veículos), estimado a partir dos valores de intensidade de uso de referência (L/ano);

$$lu_{i, \text{ajustada}} = lu_{i, \text{referência}} \times C_{\text{observado}} / C_{\text{estimado}} \dots \text{(Equação 5.1.b)}$$

Onde:

- $lu_{i, \text{ajustada}}$  é a intensidade de uso anual ajustada do veículo do tipo, expressa em termos de quilometragem anual percorrida (km/ano);
- $C_{\text{observado}}$  é o consumo anual total de um tipo de combustível (de todas as categorias de veículos), apresentado no BEN (L/ano).

$$C_{i, \text{ajustado}} = Fr_i \times lu_{i, \text{ajustado}} / Ql_i \dots \text{(Equação 5.1.c)}$$

Onde:

- $C_{i, \text{ajustado}}$  é o consumo anual de combustível do veículo do tipo  $i$ , calculado a partir do seu valor de intensidade de uso de referência (L/ano).

Os procedimentos descritos anteriormente são realizados para cada tipo de combustível (exceto GNV, que, como visto na Seção 4.1.2, tem suas emissões estimadas a partir de uma metodologia *top-down*).

A partir da introdução dos veículos *flex fuel* em 2003, e de sua rápida penetração no mercado de veículos novos, tornou-se necessário conhecer em que proporção os mesmos estão utilizando etanol hidratado ou gasolina C. Em termos concretos, a frota de veículos *flex fuel* deve ser desagregada entre aquela que opta por utilizar gasolina C e aquela que opta pelo etanol hidratado.

Para estimar qual fração da frota *flex fuel* opta por gasolina C ou etanol hidratado, foi proposto um ajuste que leva em conta a intensidade de uso. Partindo da premissa de que, independentemente do combustível escolhido, a distância percorrida pelos veículos será a mesma, tomou-se como restrição a igualdade entre os fatores de correção do combustível ( $C_{\text{observado}}/C_{\text{estimado}}$ ) para gasolina C e etanol hidratado. A fração de veículos que optou por um dos combustíveis foi ajustada, de modo iterativo, até que os fatores de correção se tornassem iguais para cada ano-calendário. A Tabela 20 apresenta os resultados do ajuste empregado.

**Tabela 20 - Frações da frota de veículos *flex fuel* que opta por cada combustível, para cada ano-calendário**

| Anos calendário | Frações da frota usando gasolina C | Frações da frota usando etanol hidratado |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------------|
| 2003            | 15%                                | 85%                                      |
| 2004            | 15%                                | 85%                                      |
| 2005            | 16%                                | 84%                                      |
| 2006            | 17%                                | 83%                                      |
| 2007            | 17%                                | 83%                                      |
| 2008            | 18%                                | 82%                                      |
| 2009            | 27%                                | 73%                                      |
| 2010            | 46%                                | 54%                                      |
| 2011            | 67%                                | 33%                                      |
| 2012            | 74%                                | 26%                                      |
| 2013            | 73%                                | 27%                                      |
| 2014            | 75%                                | 25%                                      |
| 2015            | 66%                                | 34%                                      |
| 2016            | 73%                                | 27%                                      |
| 2017            | 76%                                | 24%                                      |
| 2018            | 65%                                | 35%                                      |
| 2019            | 62%                                | 38%                                      |
| 2020            | 66%                                | 34%                                      |
| 2021            | 72%                                | 28%                                      |
| 2022            | 75%                                | 25%                                      |
| 2023            | 75%                                | 25%                                      |
| 2024            | 68%                                | 32%                                      |

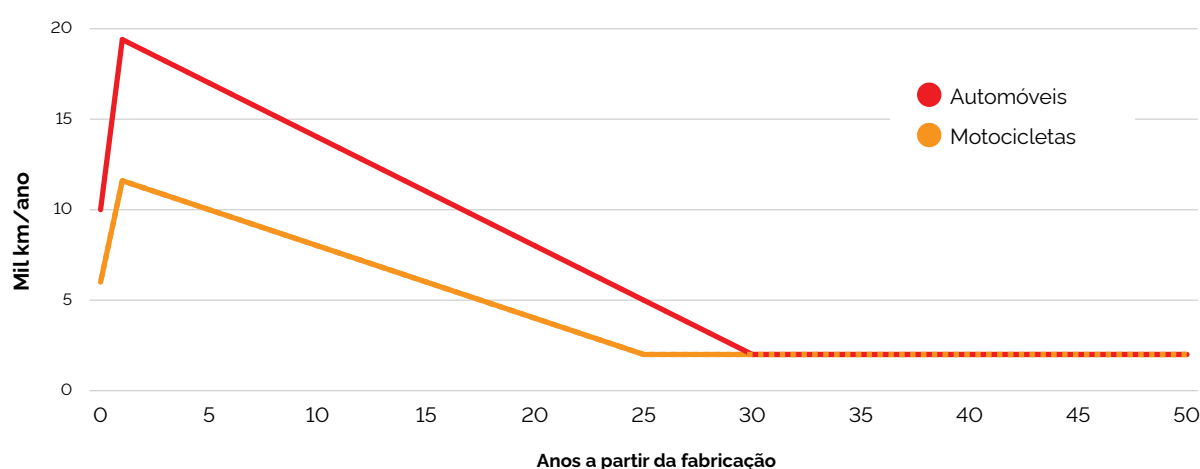
Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.2 Valores de referência para a intensidade de uso de veículos

### 5.2.1 Automóveis, veículos comerciais leves do ciclo Otto e motocicletas

No que diz respeito às curvas que relacionam a idade com intensidade de uso, tanto de veículos leves quanto de motocicletas, foram mantidas as dos inventários anteriores. Assim, o Gráfico 11 mostra as curvas de referência para veículos do ciclo Otto, e que têm seus valores tabelados no Anexo C.

**Gráfico 11 - Intensidade de uso de referência para veículos do ciclo Otto**



Fonte: Elaborado pelo autor com base dos dados do MMA (2014).

### 5.2.2 Veículos do ciclo Diesel

Os valores de referência para a intensidade de uso dos veículos do ciclo Diesel, mantidos em relação ao inventário anterior, foram obtidos por meio da pesquisa realizada pela CNT — Confederação Nacional do Transporte — junto às federações estaduais, aproveitando a infraestrutura e capilaridade de seu Programa DESPOLUIR. Nesse levantamento, a CNT aplicou questionários a motoristas autônomos e de transportadoras para saber, entre outras coisas, qual a quilometragem média percorrida mensal e anualmente em diferentes categorias de veículos.

Em virtude do Programa DESPOLUIR ter a característica de atender mais facilmente os veículos com rotas interestaduais, pode-se observar, na Tabela 20, que os veículos pesados e semipe-sados representaram cerca de 58% da amostra, indicando maior incerteza sobre a intensidade de uso dos veículos de menor capacidade.

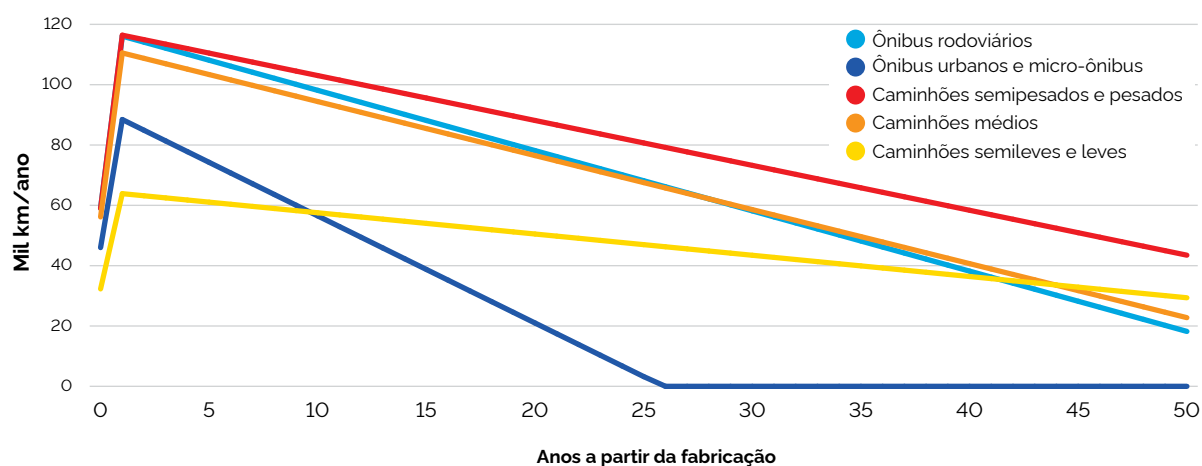
As curvas de intensidade de uso para as diferentes categorias de veículos do ciclo Diesel estão apresentadas no Gráfico 12, devendo-se ressaltar que foi adotada a mesma curva para ônibus urbanos e micro-ônibus.

**Tabela 21 - Amostragem realizada na pesquisa de intensidade de uso pela CNT, para cada categoria de veículo diesel**

| Semileve | Leve | Médio | Semi-pesado | Pesado | Ônibus urbano | Ônibus rodoviário |
|----------|------|-------|-------------|--------|---------------|-------------------|
| 68       | 187  | 108   | 360         | 346    | 138           | 82                |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Gráfico 12 - Intensidade de uso de referência para veículos do ciclo Diesel**



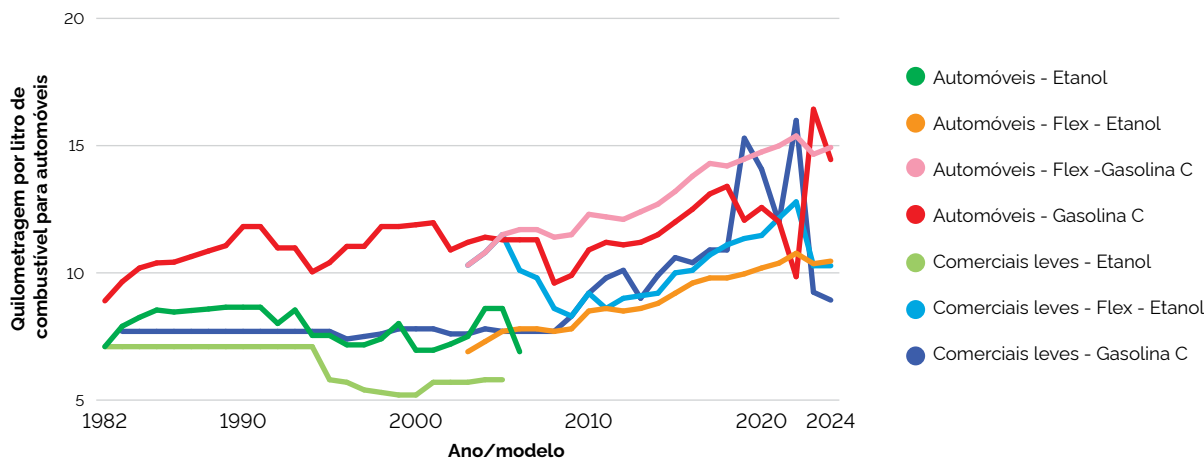
Fonte: Elaborado pelo autor com base dos dados do MMA (2014).

### 5.3 Quilometragem por litro de combustível (km/L)

#### 5.3.1 Automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto

A fonte de informação para quilometragem por litro são os fatores que compõem o Relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo, (CETESB, 2025). Os dados são apresentados como valores médios de quilometragem por litro de combustível para automóveis e veículos comerciais leves fabricados entre 2002 e 2012, utilizando gasolina C ou etanol hidratado, no ciclo de condução urbano. Tais valores têm sua origem nos Relatórios de Valores de Emissão da Produção (RVEP)<sup>5</sup>.

Gráfico 13 - Quilometragem por litro de combustível para automóveis



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 22 - Quilometragem por litro de combustível para automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto (km/L)

| Ano de fabricação | Categoria        | Gasolina C | Etanol Hidratado | Flex fuel  |                  |
|-------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
|                   |                  |            |                  | Gasolina C | Etanol Hidratado |
| Até 1982          | Automóveis       | 8,90       | 7,10             | -          | -                |
| Até 1983          | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
| 1983              | Automóveis       | 9,65       | 7,90             | -          | -                |
| 1984              | Automóveis       | 10,19      | 8,25             | -          | -                |
|                   | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
| 1985              | Automóveis       | 10,39      | 8,54             | -          | -                |
|                   | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
| 1986              | Automóveis       | 10,42      | 8,46             | -          | -                |
|                   | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
| 1987              | Automóveis       | 10,64      | 8,52             | -          | -                |
|                   | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |

<sup>5</sup> As Resoluções CONAMA nº 18, de 1986, e nº 229, de 2001, obrigam os fabricantes ou importadores de veículos a apresentarem semestralmente ao órgão ambiental competente o Relatório de Valores de Emissão da Produção (RVEP), contendo os valores típicos de emissão de poluentes das diferentes configurações de veículos em produção ou importados, assim como os critérios usados para a obtenção e produção desses valores. Embora não seja obrigatório, alguns fabricantes e importadores informam os valores de quilometragem por litro de combustível dos seus veículos (e/ou informam fatores de emissão de CO<sub>2</sub>, a partir dos quais se pode calcular a quilometragem por litro de combustível por balanço de carbono).



| Ano de fabricação | Categoria        | Gasolina C | Etanol Hidratado | Flex fuel  |                  |
|-------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
|                   |                  |            |                  | Gasolina C | Etanol Hidratado |
| 1988              | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
|                   | Automóveis       | 10,86      | 8,58             | -          | -                |
| 1989              | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
|                   | Automóveis       | 11,07      | 8,65             | -          | -                |
| 1990              | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
|                   | Automóveis       | 11,82      | 8,65             | -          | -                |
| 1991              | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
|                   | Automóveis       | 11,82      | 8,65             | -          | -                |
| 1992              | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
|                   | Automóveis       | 10,98      | 8,01             | -          | -                |
| 1993              | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
|                   | Automóveis       | 10,98      | 8,54             | -          | -                |
| 1994              | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
|                   | Automóveis       | 10,04      | 7,54             | -          | -                |
| 1995              | Comerciais leves | 7,70       | 7,10             | -          | -                |
|                   | Automóveis       | 10,40      | 7,54             | -          | -                |
| 1996              | Comerciais leves | 7,40       | 5,80             | -          | -                |
|                   | Automóveis       | 11,04      | 7,17             | -          | -                |
| 1997              | Comerciais leves | 7,50       | 5,70             | -          | -                |
|                   | Automóveis       | 11,04      | 7,17             | -          | -                |
| 1998              | Automóveis       | 11,82      | 7,41             | -          | -                |
|                   | Comerciais leves | 7,60       | 5,40             | -          | -                |
| 1999              | Automóveis       | 11,82      | 8,01             | -          | -                |
|                   | Comerciais leves | 7,80       | 5,30             | -          | -                |
| 2000              | Automóveis       | 11,89      | 6,96             | -          | -                |
|                   | Comerciais leves | 7,80       | 5,20             | -          | -                |
| 2001              | Automóveis       | 11,97      | 6,96             | -          | -                |
|                   | Comerciais leves | 7,80       | 5,20             | -          | -                |
| 2002              | Automóveis       | 10,90      | 7,20             | -          | -                |
|                   | Comerciais leves | 7,60       | 5,70             | -          | -                |
| 2003              | Automóveis       | 11,20      | 7,50             | 10,30      | 6,90             |
|                   | Comerciais leves | 7,60       | 5,70             | 10,30      | 6,90             |
| 2004              | Automóveis       | 11,40      | 8,60             | 10,80      | 7,30             |
|                   | Comerciais leves | 7,80       | 5,70             | 10,80      | 7,30             |
| 2005              | Automóveis       | 11,30      | 8,60             | 11,50      | 7,70             |
|                   | Comerciais leves | 7,70       | 5,80             | 11,50      | 7,70             |
| 2006              | Automóveis       | 11,30      | 6,90             | 11,70      | 7,80             |
|                   | Comerciais leves | 7,70       | 5,80             | 10,10      | 7,10             |
| 2007              | Automóveis       | 11,30      | -                | 11,70      | 7,80             |
|                   | Comerciais leves | 7,70       | -                | 9,80       | 7,10             |
| 2008              | Automóveis       | 9,60       | -                | 11,40      | 7,70             |
|                   | Comerciais leves | 7,70       | -                | 8,60       | 6,10             |
| 2009              | Automóveis       | 9,90       | -                | 11,50      | 7,80             |
|                   | Comerciais leves | 8,30       | -                | 8,30       | 7,00             |
| 2010              | Automóveis       | 10,90      | -                | 12,30      | 8,50             |
|                   | Comerciais leves | 9,20       | -                | 9,20       | 6,70             |

| Ano de fabricação | Categoria        | Gasolina C | Etanol Hidratado | Flex fuel  |                  |
|-------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
|                   |                  |            |                  | Gasolina C | Etanol Hidratado |
| 2011              | Automóveis       | 11,20      | -                | 12,20      | 8,60             |
|                   | Comerciais leves | 9,80       | -                | 8,60       | 6,20             |
| 2012              | Automóveis       | 11,10      | -                | 12,10      | 8,50             |
|                   | Comerciais leves | 10,10      | -                | 9,00       | 6,20             |
| 2013              | Automóveis       | 11,20      | -                | 12,40      | 8,60             |
|                   | Comerciais leves | 9,00       | -                | 9,10       | 6,30             |
| 2014              | Automóveis       | 11,50      | -                | 12,70      | 8,80             |
|                   | Comerciais leves | 9,90       | -                | 9,20       | 6,30             |
| 2015              | Automóveis       | 12,00      | -                | 13,20      | 9,20             |
|                   | Comerciais leves | 10,60      | -                | 10,00      | 6,80             |
| 2016              | Automóveis       | 12,50      | -                | 13,80      | 9,60             |
|                   | Comerciais leves | 10,40      | -                | 10,10      | 6,70             |
| 2017              | Automóveis       | 13,10      | -                | 14,30      | 9,80             |
|                   | Comerciais leves | 10,90      | -                | 10,70      | 7,40             |
| 2018              | Automóveis       | 13,40      | -                | 14,20      | 9,80             |
|                   | Comerciais leves | 10,90      | -                | 11,10      | 7,80             |
| 2019              | Automóveis       | 12,07      | -                | 14,47      | 9,96             |
|                   | Comerciais leves | 15,29      | -                | 11,35      | 7,55             |
| 2020              | Automóveis       | 12,57      | -                | 14,75      | 10,19            |
|                   | Comerciais leves | 14,07      | -                | 11,47      | 7,99             |
| 2021              | Automóveis       | 12,01      | -                | 14,99      | 10,38            |
|                   | Comerciais leves | 11,98      | -                | 12,15      | 9,36             |
| 2022              | Automóveis       | 9,85       | -                | 15,38      | 10,77            |
|                   | Comerciais leves | 15,99      | -                | 12,79      | 9,23             |
| 2023              | Automóveis       | 16,43      | -                | 14,66      | 10,36            |
|                   | Comerciais leves | 9,24       | -                | 10,28      | 7,45             |
| 2024              | Automóveis       | 14,45      | -                | 14,93      | 10,46            |
|                   | Comerciais leves | 8,93       | -                | 10,28      | 7,45             |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2025).

### 5.3.2 Motocicletas

Segundo os fatores disponibilizados pela CETESB (2025), é possível encontrar as quilometragens por litro para motocicletas movidas a gasolina C ou flex, de acordo com a cilindrada. A partir desses valores, foi feita a média ponderada pela distribuição de cilindradas das motocicletas vendidas, disponível nos relatórios da ABRACICLO. Assumiu-se que a quilometragem por litro daquelas produzidas em 2003, foi a mesma para anos anteriores. Os valores por ano e por tipo de combustível podem ser analisados na Tabela 23.

**Tabela 23 - Quilometragem por litro de combustível para motocicletas (km/L)**

| Ano de fabricação | Gasolina C | Flex fuel  |                  |
|-------------------|------------|------------|------------------|
|                   |            | Gasolina C | Etanol Hidratado |
| Até 2002          | 49,56      | -          | -                |
| 2003              | 49,56      | -          | -                |
| 2004              | 45,46      | -          | -                |
| 2005              | 49,90      | -          | -                |
| 2006              | 40,49      | -          | -                |
| 2007              | 36,07      | -          | -                |
| 2008              | 39,30      | -          | -                |
| 2009              | 35,09      | 41,68      | 26,81            |
| 2010              | 40,89      | 41,68      | 26,81            |
| 2011              | 38,54      | 42,84      | 28,01            |
| 2012              | 37,80      | 43,20      | 29,30            |
| 2013              | 40,90      | 42,50      | 29,40            |
| 2014              | 40,90      | 42,50      | 29,40            |
| 2015              | 44,24      | 47,20      | 32,50            |
| 2016              | 45,20      | 45,70      | 31,20            |
| 2017              | 57,10      | 51,90      | 35,80            |
| 2018              | 58,50      | 51,50      | 35,60            |
| 2019              | 55,93      | 53,92      | 36,39            |
| 2020              | 50,92      | 50,80      | 35,40            |
| 2021              | 53,44      | 52,84      | 35,98            |
| 2022              | 57,09      | 57,48      | 38,37            |
| 2023              | 56,41      | 52,34      | 35,49            |
| 2024              | 55,97      | 51,40      | 35,33            |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2025).

### 5.3.3 Veículos do ciclo Diesel

Nas Tabelas 24 e 25 são apresentados os valores de quilometragem por litro de combustível (km/L) para veículos pesados do ciclo Diesel e para comerciais leves/automóveis, adotados neste inventário com base nas informações disponibilizadas pela CETESB (2025).

**Tabela 24 - Quilometragem por litro (km/L) de veículos pesados do ciclo Diesel**

| Ano/modelo | Categoria |                       | Diesel |
|------------|-----------|-----------------------|--------|
| Até 1999   | Caminhões | Caminhões semileves   | 9,10   |
|            |           | Caminhões leves       | 5,56   |
|            |           | Caminhões médios      | 5,60   |
|            |           | Caminhões semipesados | 3,45   |
|            |           | Caminhões pesados     | 3,45   |
|            | Ônibus    | Ônibus rodoviários    | 3,03   |
|            |           | Ônibus urbanos        | 2,30   |
|            |           | Micro-ônibus          | 3,40   |
| 2000-2005  | Caminhões | Caminhões semileves   | 9,10   |
|            |           | Caminhões leves       | 5,56   |
|            |           | Caminhões médios      | 5,60   |
|            |           | Caminhões semipesados | 3,45   |
|            |           | Caminhões pesados     | 3,45   |
|            | Ônibus    | Ônibus rodoviários    | 3,00   |
|            |           | Ônibus urbanos        | 2,30   |
|            |           | Micro-ônibus          | 3,40   |
| 2006-2011  | Caminhões | Caminhões semileves   | 9,09   |
|            |           | Caminhões leves       | 5,56   |
|            |           | Caminhões médios      | 5,56   |
|            |           | Caminhões semipesados | 3,45   |
|            |           | Caminhões pesados     | 3,45   |
|            | Ônibus    | Ônibus rodoviários    | 3,23   |
|            |           | Ônibus urbanos        | 2,10   |
|            |           | Micro-ônibus          | 3,40   |
| 2012-2024  | Caminhões | Caminhões semileves   | 9,09   |
|            |           | Caminhões leves       | 5,56   |
|            |           | Caminhões médios      | 5,81   |
|            |           | Caminhões semipesados | 3,61   |
|            |           | Caminhões pesados     | 3,61   |
|            | Ônibus    | Ônibus rodoviários    | 3,38   |
|            |           | Ônibus urbanos        | 2,10   |
|            |           | Micro-ônibus          | 3,40   |

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2025).

Tabela 25 - Quilometragem por litro (km/L) de comerciais leves/automóveis do ciclo Diesel

| Ano/modelo | Comerciais Leves/Automóveis |
|------------|-----------------------------|
| Até 1999   | 9,09                        |
| 2000-2009  | 9,09                        |
| 2010       | 8,50                        |
| 2011       | 10,00                       |
| 2012       | 10,60                       |
| 2013-2014  | 10,40                       |
| 2015       | 10,60                       |
| 2016-2017  | 10,80                       |
| 2018       | 11,10                       |
| 2019       | 11,27                       |
| 2020       | 11,34                       |
| 2021       | 11,47                       |
| 2022       | 11,71                       |
| 2023       | 11,30                       |
| 2024       | 11,15                       |

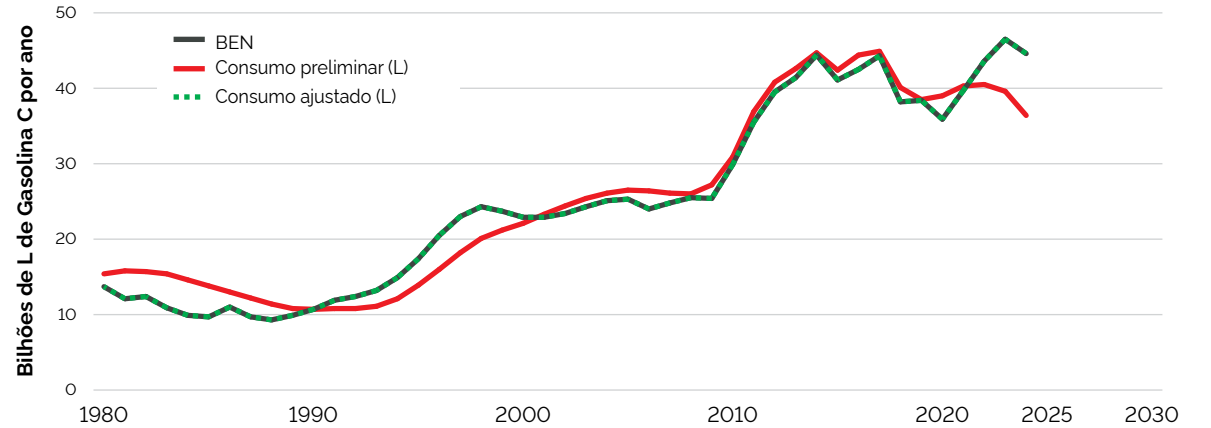
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da CETESB (2025).

### 5.4. Comparação entre consumo de combustível estimado e observado

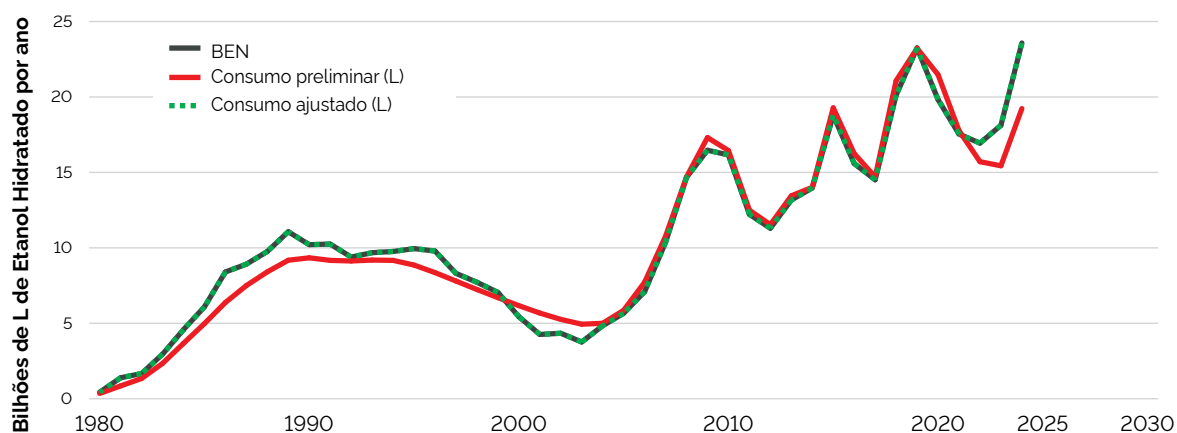
Conforme visto na Seção 5.1, o consumo de combustível estimado a partir das Equações 5.1.b e 5.1.c foi ajustado com base no consumo de combustível publicado no Balanço Energético Nacional 2024 (EPE, 2025). Os Gráficos 14, 15 e 16 mostram as comparações entre os consumos estimados e observados para a gasolina C, para o etanol hidratado e para o diesel.

A revisão dos dados de vendas de caminhões e ônibus, descrita na seção 3.2.2.2, propiciou uma estimativa do consumo de óleo diesel rodoviário.

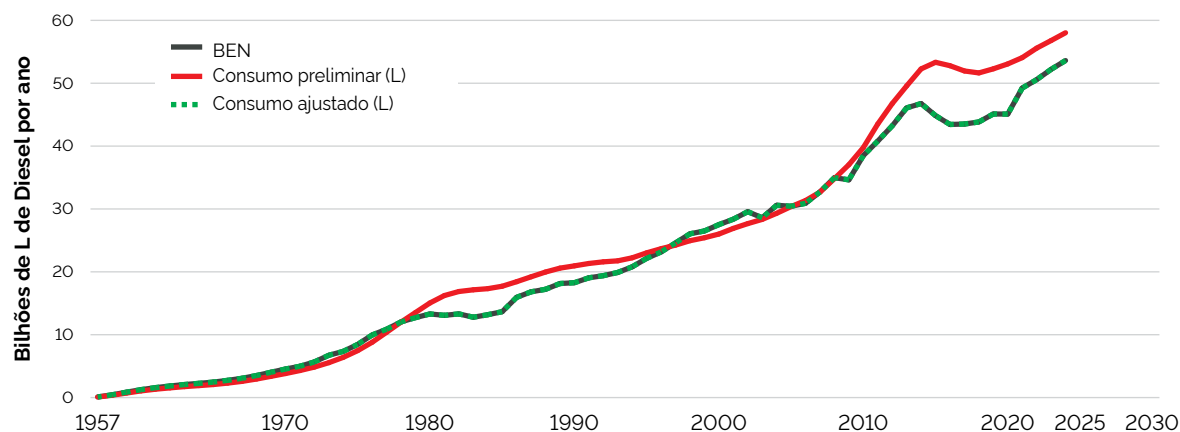
Gráfico 14 - Evolução do consumo nacional de gasolina no transporte rodoviário



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da EPE (2025).

**Gráfico 15 - Evolução do consumo nacional de etanol hidratado no transporte rodoviário**

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da EPE (2025).

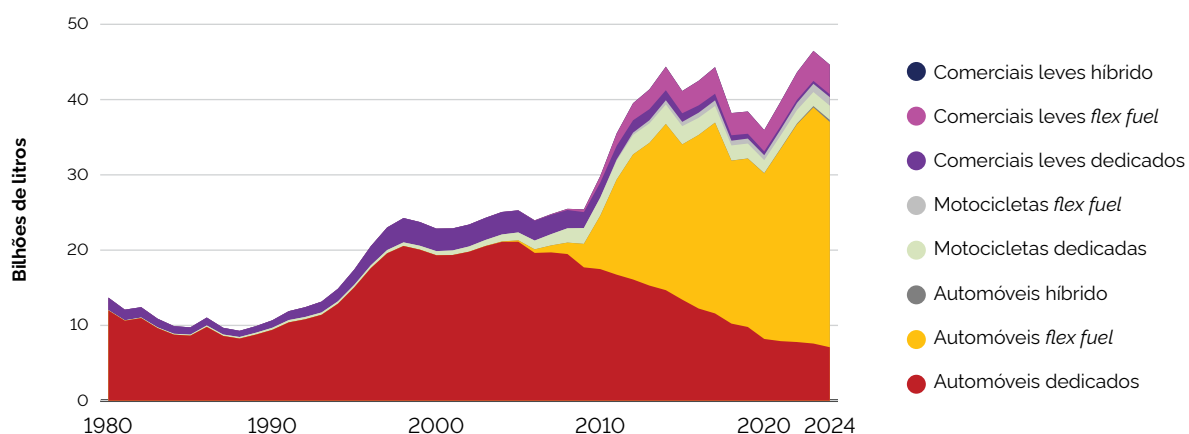
**Gráfico 16 - Evolução do consumo nacional de diesel no transporte rodoviário**

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da EPE (2025).

## 5.5 Consumo de combustível por categoria de veículos

Os Gráficos 17, 18 e 19 mostram, para gasolina C, etanol hidratado e diesel, o consumo de combustível por categoria de veículos. No caso da gasolina C, observa-se, desde 2009, um aumento do consumo em todas as categorias de veículos *flex fuel* (automóveis e comerciais leves), bem como nas motocicletas e comerciais leves dedicados. Entre os automóveis dedicados, observa-se uma redução do consumo, possivelmente associada ao sucateamento da frota, mas que ainda assim, em 2024, responderam por mais de 7 bilhões de litros. Já a frota de automóveis flex, por sua vez, apresentou aumento no consumo de gasolina nos últimos anos, chegando, em 2024, a cerca de 30 bilhões de litros consumidos.

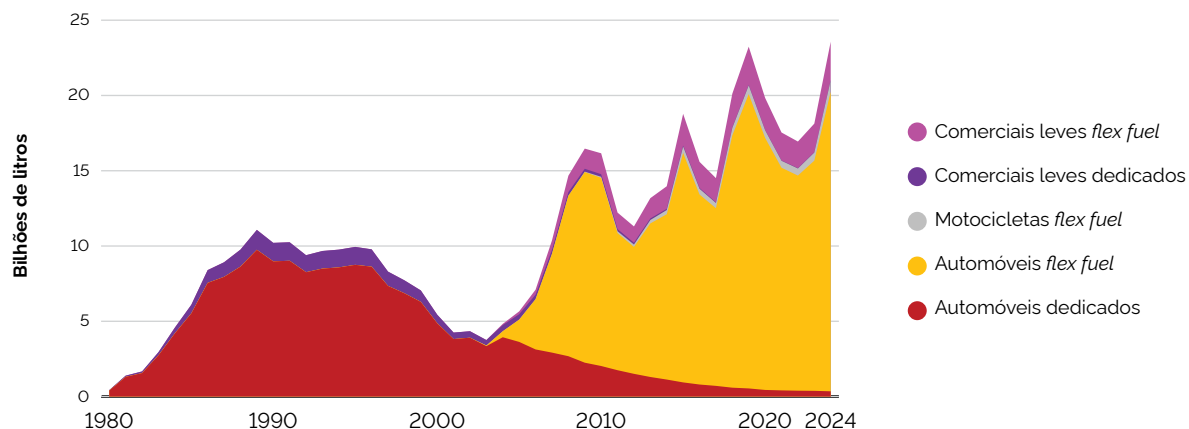
**Gráfico 17 - Evolução do consumo nacional de gasolina C no transporte rodoviário por categoria de veículo**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto ao consumo de etanol hidratado no transporte rodoviário, observa-se que, a partir de 2009, o consumo oscilou ao longo dos anos, refletindo, principalmente, a competitividade de preços entre gasolina C e etanol hidratado, e a disponibilidade do etanol no mercado. Em 2024, os automóveis flex, responsáveis pela maior parcela do consumo, responderam por cerca de 20 bilhões de litros (Gráfico 18).

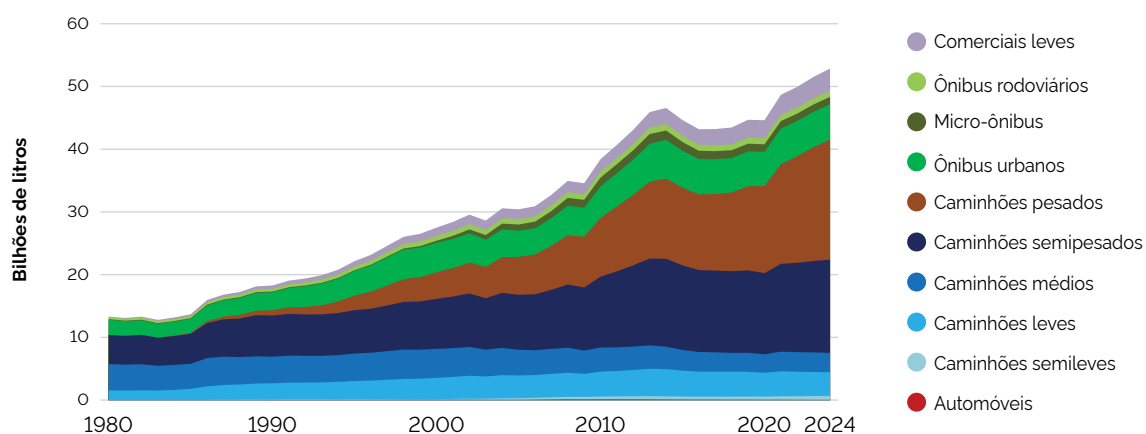
**Gráfico 18 - Evolução do consumo nacional de etanol hidratado no transporte rodoviário por categoria de veículo**



Fonte: Elaborado pelo autor.

No caso do diesel (Gráfico 19), a maior parcela do consumo em 2024 concentrou-se nos caminhões pesados, semipesados e ônibus urbanos, com aproximadamente 19, 15 e 6 bilhões de litros consumidos, respectivamente.

**Gráfico 19 - Evolução do consumo nacional de etanol hidratado no transporte rodoviário por categoria de veículo**



Fonte: Elaborado pelo autor.



## 6. Resultados

Os resultados do Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2025 estão organizados de modo a permitir múltiplas análises das emissões inventariadas entre 1980 e o ano-base 2024.

Os gráficos apresentam as emissões de CO, NO<sub>x</sub>, MP, RCHO, NMHC<sup>6</sup>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub>, por categoria de veículo, por combustível e por fase tecnológica definida pelo PROCONVE e pelo PROMOT. Além das representações gráficas no corpo principal do documento, o Anexo D apresenta as tabelas contendo os resultados numéricos das emissões, por categoria de veículos e combustível.

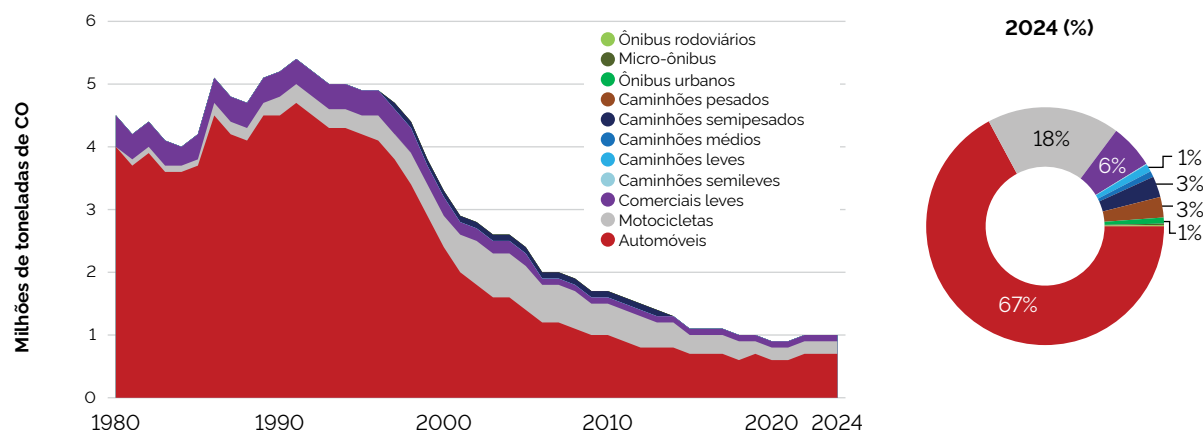
### 6.1 Emissões de monóxido de carbono (CO)

O Gráfico 6.1.a apresenta as emissões de CO por categoria de veículo. Observa-se uma acentuada queda nas emissões de CO a partir de 1991, passando de cerca de 5,5 milhões para 1 milhão de toneladas em 2024. Não por acaso, a redução nas emissões de CO é frequentemente citada como caso de sucesso nos programas de controle de poluição veicular, como o PROCONVE e o PROMOT. Entretanto, é possível observar uma estabilidade das emissões nos últimos anos.

O mesmo gráfico mostra a contribuição relativa das categorias de veículos em 2024, evidenciando que os veículos do ciclo Otto — automóveis, veículos comerciais leves e motocicletas — foram responsáveis por aproximadamente 91% das emissões, com os automóveis representando 67% do total. Outras análises dos resultados podem ser realizadas correlacionando-os às diferentes fases tecnológicas introduzidas pelo PROCONVE e pelo PROMOT, conforme detalhado nos Gráficos 20 e 21 mais adiante.

6 NMHC = NMHCescap + NMHCevap (no caso de automóveis e veículos comerciais leves movidos à gasolina C e a etanol hidratado).

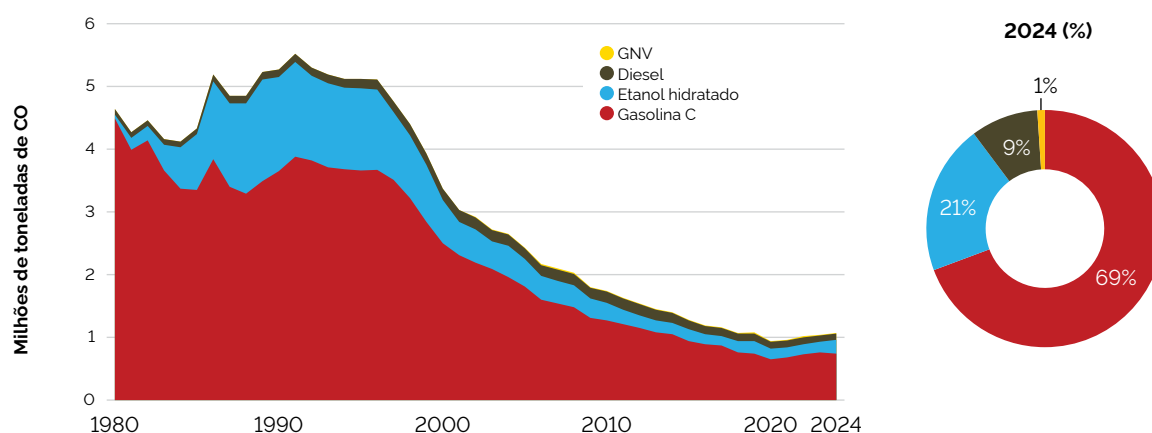
## Gráfico 20 - Emissões de CO por categoria de veículo



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 21 apresenta as emissões de CO decorrentes do uso dos diferentes combustíveis. Observa-se que a gasolina C tem sido, historicamente, a principal responsável por essas emissões, representando, em 2024, cerca de 69% do total.

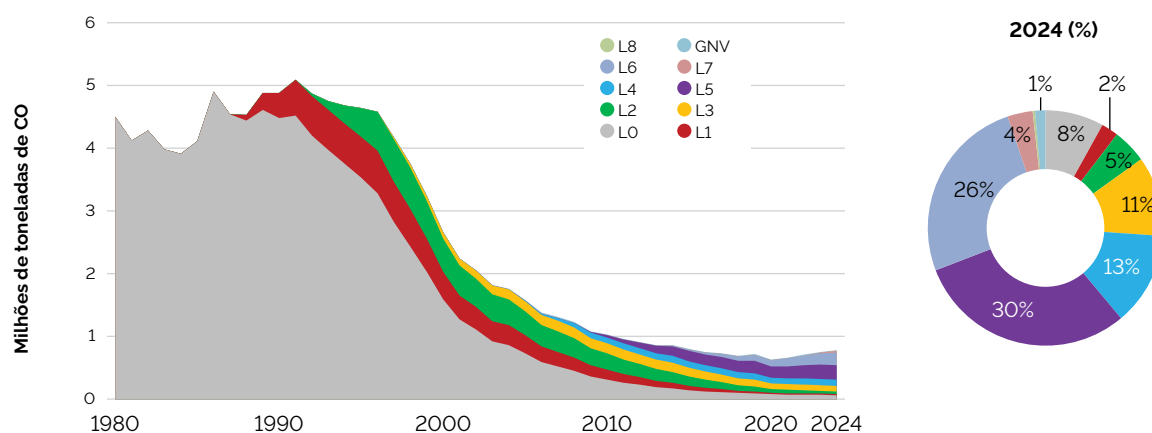
## Gráfico 21 - Emissões de CO por tipo de combustível



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 22 apresenta o comportamento das emissões de CO em relação às fases do PRO-CONVE para os veículos leves. Nota-se queda acentuada a partir do início da década de 1990, com a adoção de novas tecnologias de controle de emissões, como uso de catalisadores e melhorias nos sistemas de alimentação de combustível.

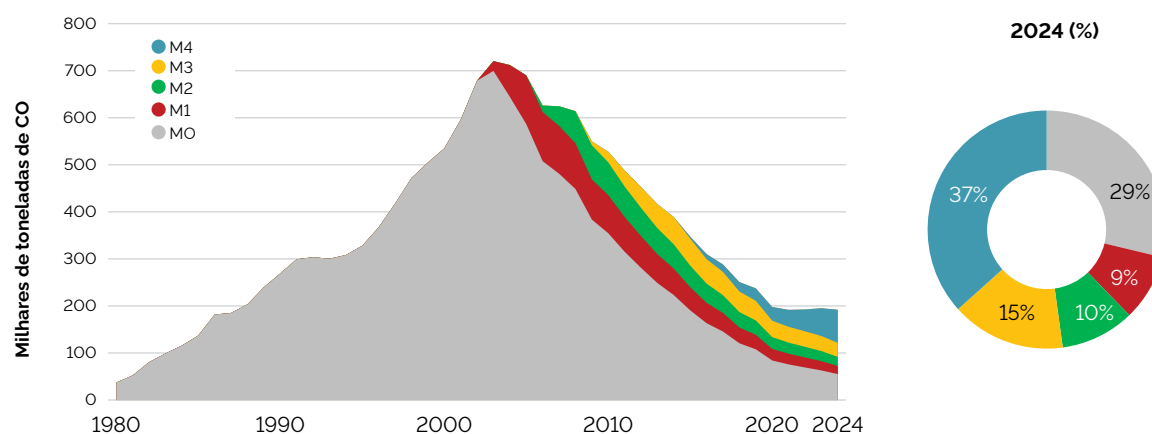
## Gráfico 22 - Emissões de CO por automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto por fase do PROCONVE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação às emissões de CO pelas motocicletas, após o pico de emissão observado em 2003 (cerca de 700 mil toneladas), nota-se um declínio com a entrada em vigor das primeiras fases do PROMOT (PROMOT 1 e 2), e que se intensificou na terceira fase do Programa, conforme ilustra o Gráfico 23. Os veículos fabricados anteriormente ao início do PROMOT foram, ainda em 2024, responsáveis por 29% da emissão total.

## Gráfico 23 - Emissões de CO por motocicletas por fase do PROMOT



Fonte: Elaborado pelo autor.

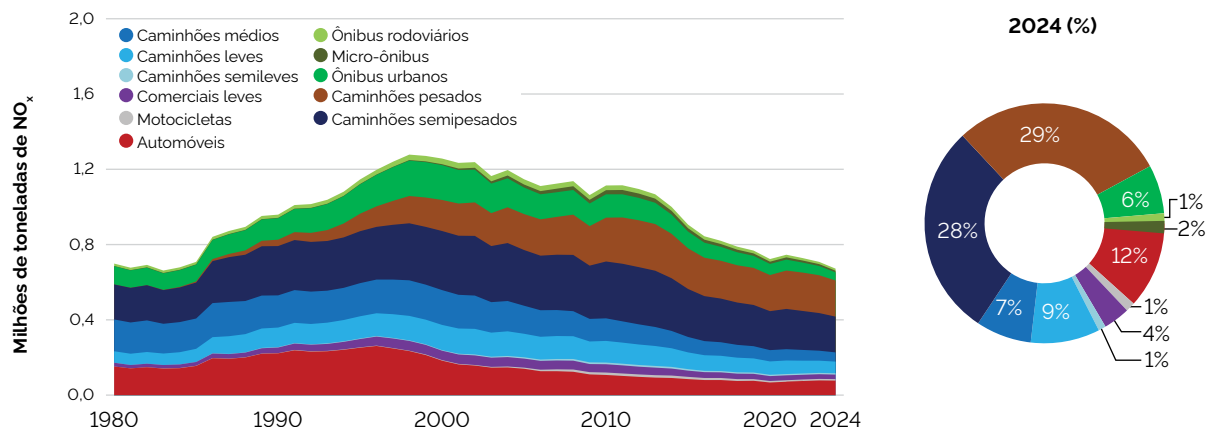
## 6.2. Emissões de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>)

As estimativas de emissão de NO<sub>x</sub>, por categoria de veículos e por tipo de combustível (Gráficos 24 e 25) indicam, em linhas gerais, que os veículos pesados movidos a diesel são os maiores emissores desse poluente.

O Gráfico 6.2.a mostra que houve um acentuado crescimento das emissões de NO<sub>x</sub> entre 1985 e 1998, atingindo um pico em torno de 1,3 milhão de toneladas ao final da década de 1990, devido principalmente, ao crescimento da frota de veículos do ciclo Diesel anteriores à entrada em vigor do PROCONVE. Um ponto a destacar é a grande importância dos caminhões pesados

e semipesados que, em 2024, responderam por quase 60% das emissões. Quanto aos ônibus e micro-ônibus, em 2024, responderam por 9% das emissões.

### Gráfico 24 - Emissões de NO<sub>x</sub> por categoria de veículo



Fonte: Elaborado pelo autor.

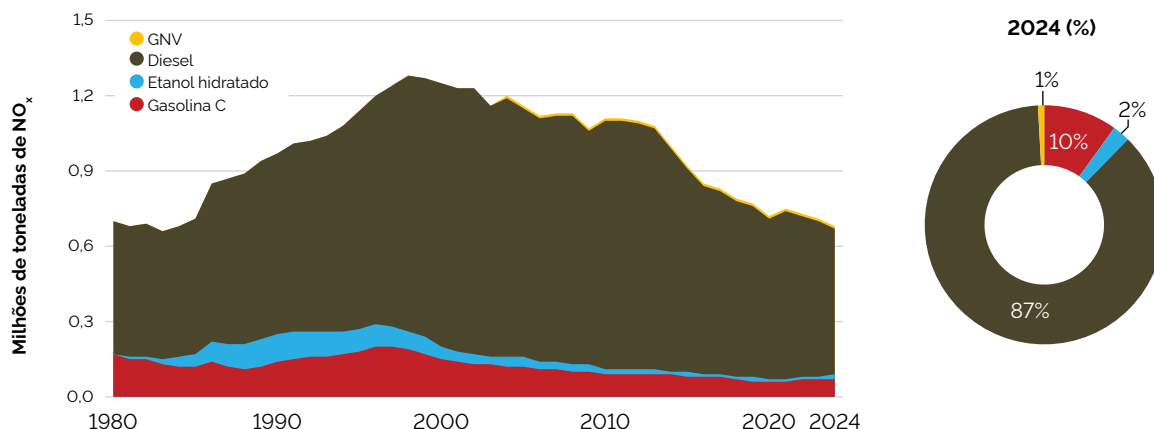
O Gráfico 25 evidencia a participação expressiva do diesel nas emissões de NO<sub>x</sub>. Ao longo de todo o período coberto pelo inventário, as emissões associadas a esse combustível foram a principal fonte do poluente, respondendo em 2024 por 87%, contra 10% da gasolina C, 2% do etanol hidratado e 1% do GNV.

Em nível nacional, as emissões concentram-se nos veículos de transporte de carga, enquanto a contribuição do transporte de passageiros é menor.

Entretanto, em escala regional, essa lógica se inverte, devido à maior presença de veículos de transporte de passageiros.

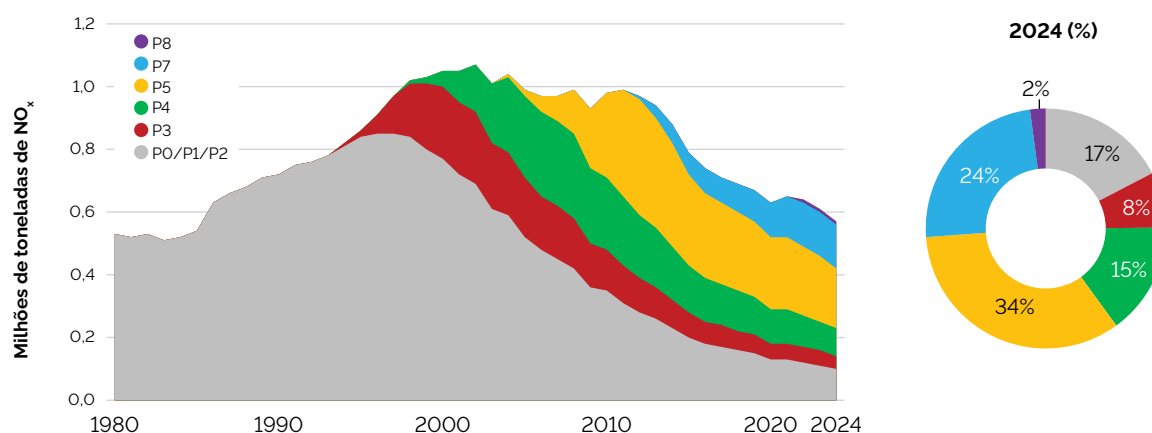
Além de permitir avaliar a magnitude e o comportamento geral das emissões de NO<sub>x</sub>, essas representações possibilitam desagregações importantes, que auxiliam na compreensão da influência das diferentes fases do PROCONVE, tanto nas emissões de veículos pesados movidos a diesel quanto nas de automóveis e comerciais leves do ciclo Otto.

### Gráfico 25 - Emissões de NO<sub>x</sub> por combustível



Fonte: Elaborado pelo autor.

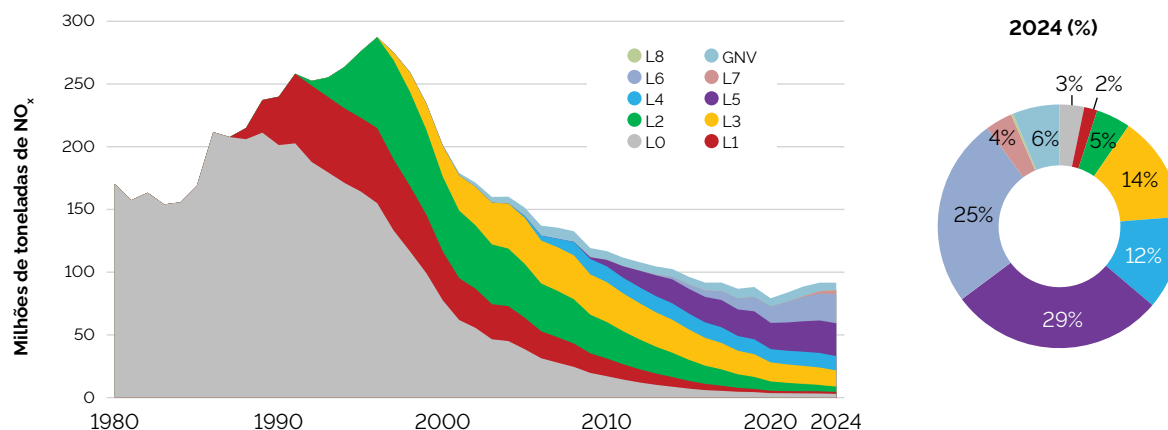
**Gráfico 26 - Emissões de NO<sub>x</sub> por veículos do ciclo Diesel por fase do PROCONVE**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto às emissões de NO<sub>x</sub> dos automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto, nota-se no Gráfico 27 que as mesmas tiveram redução muito expressiva somente a partir de 1997, ano da entrada em vigor da fase L3 do PROCONVE, caracterizada pela utilização plena dos catalisadores de três vias. Entretanto, observa-se uma estabilização das emissões a partir de 2020, com um leve aumento, compatível com o crescimento da frota de veículos.

**Gráfico 27 - Emissões de NO<sub>x</sub> por automóveis e veículos leves do ciclo Otto por fase do PROCONVE**



Fonte: Elaborado pelo autor.

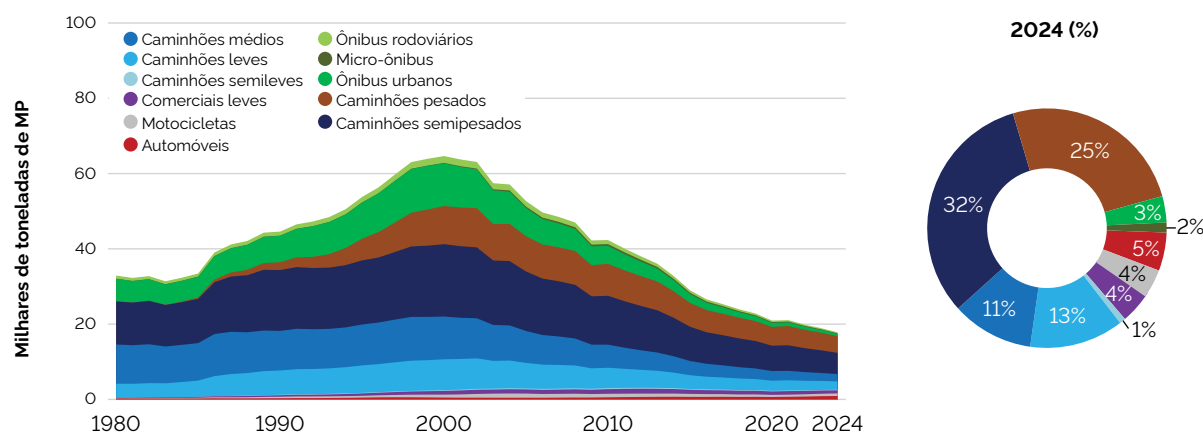
## 6.3. Emissões de material particulado (MP)

### 6.3.1. Emissões de material particulado por combustão (MP<sub>comb</sub>)

Assim como ocorreu com as emissões de NO<sub>x</sub>, no caso do material particulado (MP), as frotas de veículos pesados do ciclo Diesel, especialmente aquelas destinadas ao transporte de carga, também se destacam nas análises deste poluente.

O Gráfico 28 ilustra o comportamento temporal das emissões de MP por categoria de veículos, evidenciando uma curva crescente que persistiu até 2000, ano em que foram lançadas mais de 64 mil toneladas do poluente. A partir desse ponto, observa-se uma contínua queda nas emissões, de modo que, em 2024, as emissões totalizaram menos de 18 mil toneladas. Apesar da redução, a participação relativa das categorias veiculares manteve-se praticamente inalterada. Em 2024, o segmento de caminhões pesados e semipesados respondeu por 57% das emissões, enquanto os ônibus urbanos e micro-ônibus foram responsáveis por 6% do MP lançado à atmosfera.

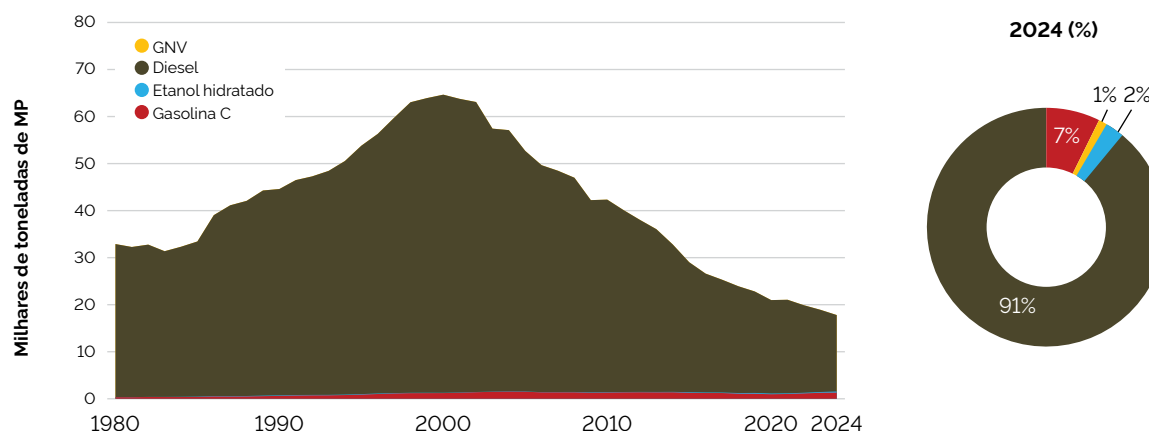
**Gráfico 28 - Emissões de MP por combustão por categoria de veículos**



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 29 apresenta os mesmos dados sob a perspectiva da participação por tipo de combustível, reforçando as conclusões observadas na desagregação por categoria de frota. Verifica-se que 91% de todo o MP emitido em 2024 pelo transporte rodoviário teve origem no diesel, contra apenas 7% da gasolina C.

**Gráfico 29 - Emissões de MP por combustão por combustível**

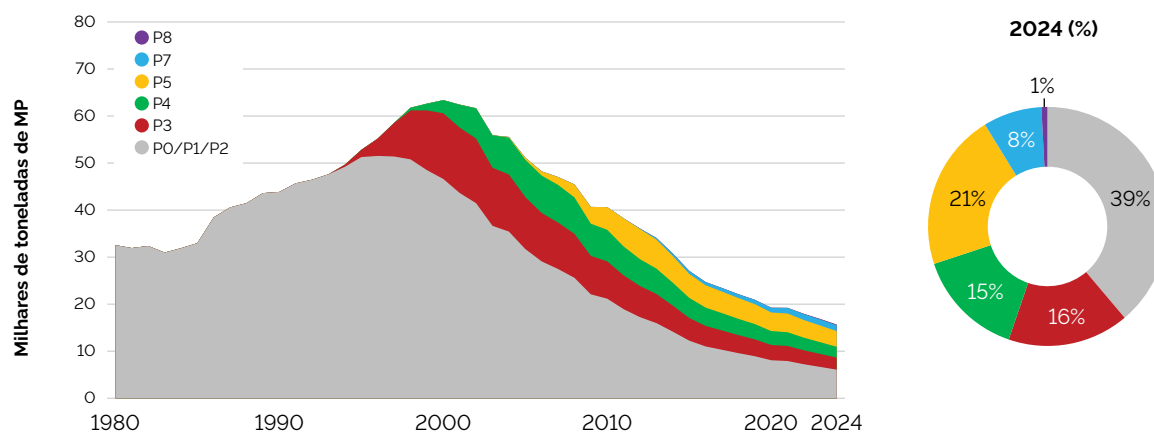


Fonte: Elaborado pelo autor.

Os efeitos da adoção de limites de emissão cada vez mais restritivos por parte do PROCONVE, são nitidamente observados quando se trata da emissão de MP por veículos do ciclo Diesel.

O Gráfico 30 evidencia as reduções progressivas ao longo das fases do programa, especialmente a partir de 2002, com a entrada em vigor da fase P4.

**Gráfico 30 - Emissões de MP por combustão por veículos do ciclo Diesel por fase do PROCONVE**



Fonte: Elaborado pelo autor.

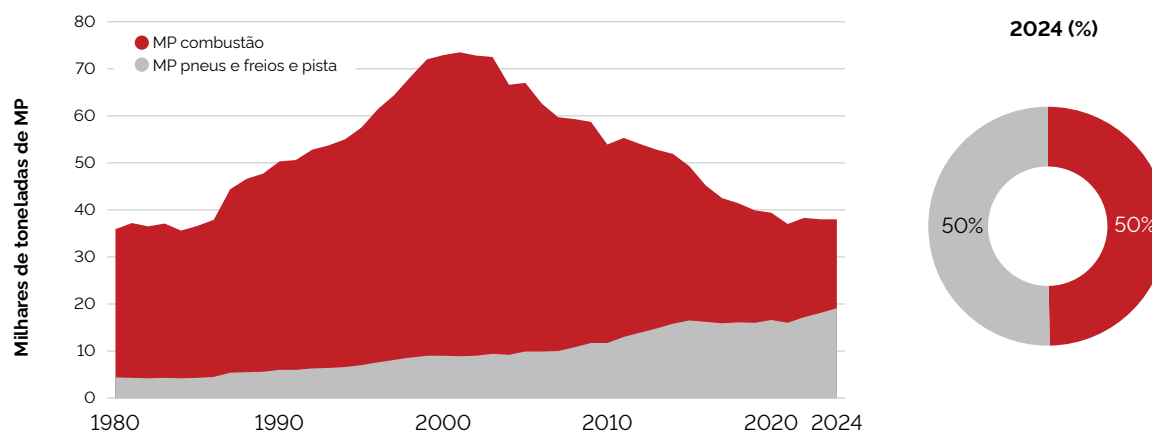
### 6.3.2. Emissões de material particulado por desgaste (MP<sub>desgaste</sub>)

A redução das emissões de MP por combustão de combustíveis, apresentada nos gráficos anteriores, reflete os resultados obtidos com a implementação das novas fases do PROCONVE, porém, no que diz respeito a emissão de MP devido ao desgaste de pistas, pneus e freios, esse comportamento não se repete, uma vez que são diretamente proporcionais ao aumento da intensidade de uso: quanto maior o número de veículos e sua utilização, maior a emissão gerada.

O aumento na quilometragem anual percorrida por veículos é o principal responsável pelas emissões de MP por desgaste. O crescimento acelerado da frota nos últimos anos traz como consequência o aumento dessas emissões, como apresentado no Gráfico 6.3.2.a. Em 2024, as emissões totais de MP, incluindo MP<sub>comb</sub> e MP<sub>desgaste</sub>, somaram, aproximadamente, 38 mil toneladas, sendo que cada fonte contribui com aproximadamente 50% do total.

Como as emissões provenientes do desgaste não são controladas pelo PROCONVE, estima-se que continuem crescendo e ganhem importância crescente nos próximos anos. Esse cenário aponta para a necessidade de estudos mais detalhados sobre essas emissões, os processos envolvidos em sua geração e estratégias de mitigação.

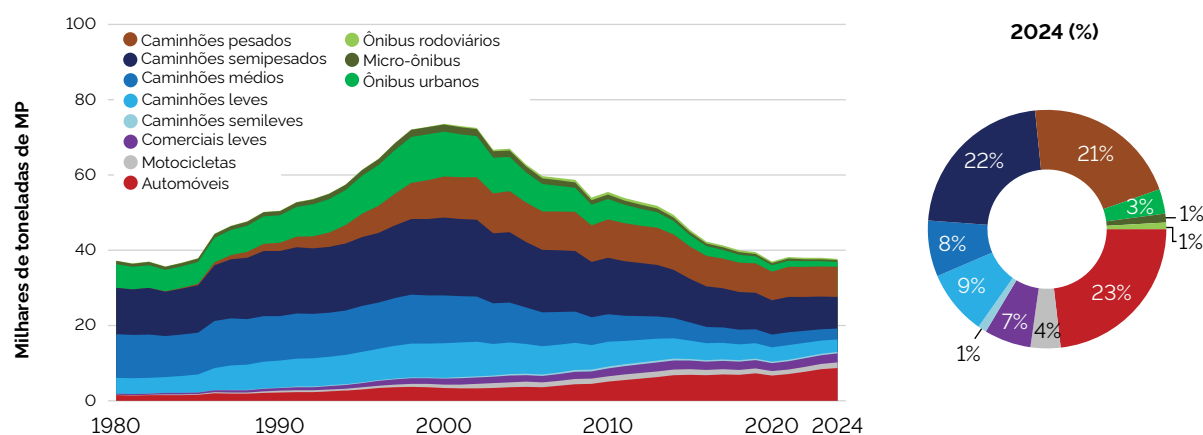
### Gráfico 31 - Emissões totais de MP por tipo de emissão



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 32 apresenta as emissões totais de MP desagregadas por categoria de veículo. Observa-se que a maior parcela das emissões em 2024 foi devida aos automóveis, responsáveis por 23%. Sua participação nas emissões de MP vem crescendo constantemente ao longo do tempo, em 2010, era de apenas 9%. Em seguida, vêm os veículos semipesados e pesados, responsáveis por 22% e 21%, respectivamente. Quanto ao MP de combustão, os automóveis contribuem com 5%, mas, considerando o total de emissões desse poluente, eles acabam sendo a categoria que mais contribui.

### Gráfico 32 - Emissões totais de MP por categoria de veículo



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.3.3. Emissões de carbono negro (BC)

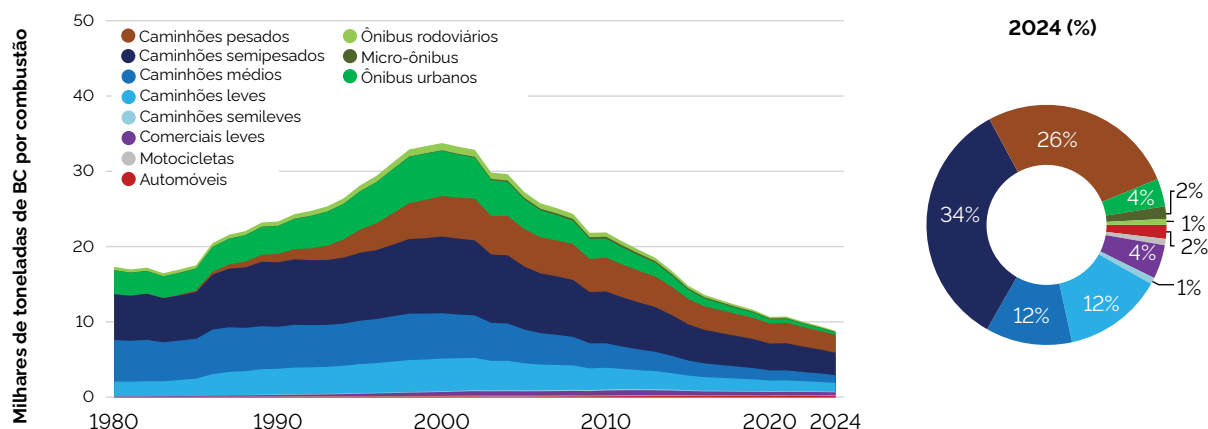
Nesta nova versão do inventário, as emissões de carbono negro (*black carbon* - BC) foram quantificadas pela primeira vez, sendo estimadas como uma fração do material particulado (MP). Como o BC é um componente do MP, sua estimativa baseou-se na aplicação de fatores de emissão específicos, permitindo derivar a fração correspondente para cada categoria de veículo. Em média, aproximadamente 50% do material particulado emitido é classificado como BC, variando conforme o tipo de veículo e o combustível utilizado.

O gráfico a seguir apresenta a distribuição das emissões de BC por categoria de veículo, possibilitando uma análise detalhada das contribuições relativas de cada tipo de fonte veicular e



auxiliando na identificação das principais fontes emissoras de poluentes de curta duração com impacto climático e na qualidade do ar.

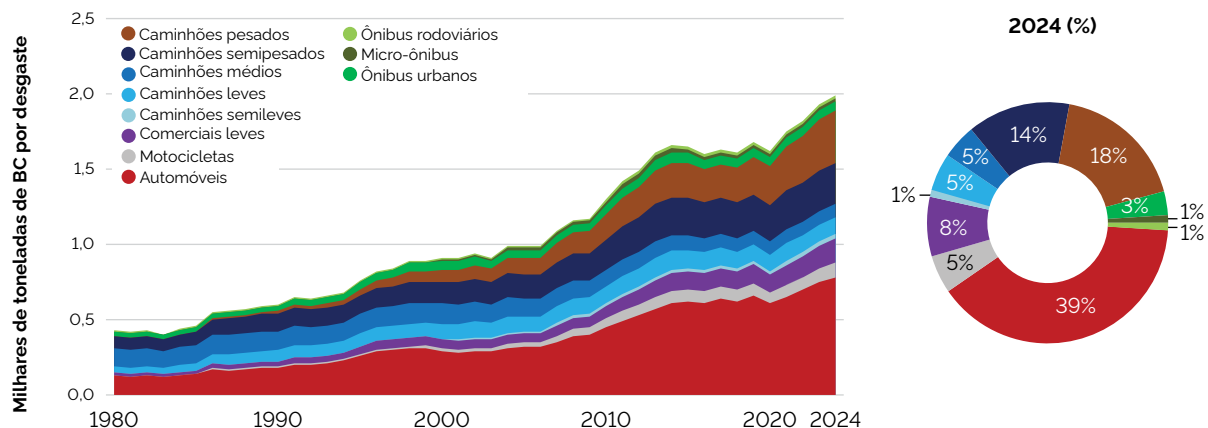
### Gráfico 33 - Emissões de BC por combustão por categoria de veículos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além dessa visualização, foi realizada uma análise considerando os fatores do guia europeu para estimar a contribuição do BC nas emissões provenientes do desgaste.

### Gráfico 34 - Emissão de BC total por categoria de veículo



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6.4. Emissões de aldeídos (RCHO)

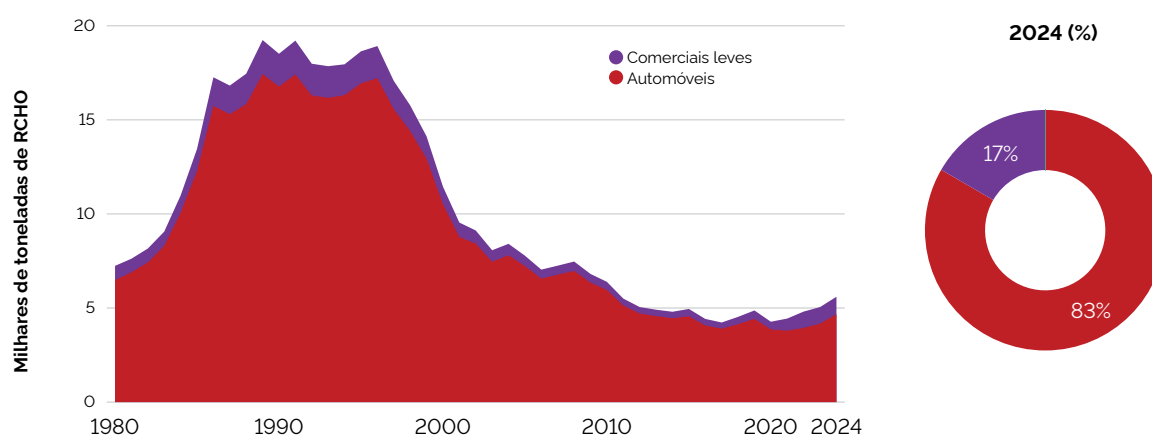
Os aldeídos são poluentes típicos dos veículos do ciclo Otto, principalmente daqueles movidos a etanol. A literatura científica aponta que os aldeídos também estão presentes nas emissões dos escapamentos de veículos a diesel. Nesta versão do inventário, fatores de emissão para aldeídos foram incluídos pela primeira vez para automóveis a diesel, embora ainda não haja informações disponíveis para outras categorias de veículos movidos a diesel.

Conforme observado no Gráfico 35, as emissões de aldeídos por automóveis e comerciais leves apresentaram rápido crescimento durante a década de 1980, acompanhando o consumo de etanol hidratado, permanecendo em patamares ao redor de 18 mil toneladas anuais até o início da segunda metade da década de 90. A partir de então sofreram queda, devido ao aumento

no número de veículos equipados com catalisadores e ao declínio da frota dedicada a etanol.

No começo dos anos 2000, com a introdução dos veículos *flex fuel*, o consumo de etanol hidratado de uso rodoviário foi retomado de forma também veloz, batendo recordes históricos de consumo em 2008 e 2009, o que novamente pôs em ascensão a curva de emissões de aldeídos. No entanto, o controle progressivamente mais restritivo para automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto não tem permitido que, até este momento, sejam atingidos os mesmos níveis de emissão do final da década de 80 e primeira metade dos anos 90. Ainda assim, nos últimos anos observa-se um crescimento das emissões, com valores que já se assemelham aos registrados em 2010.

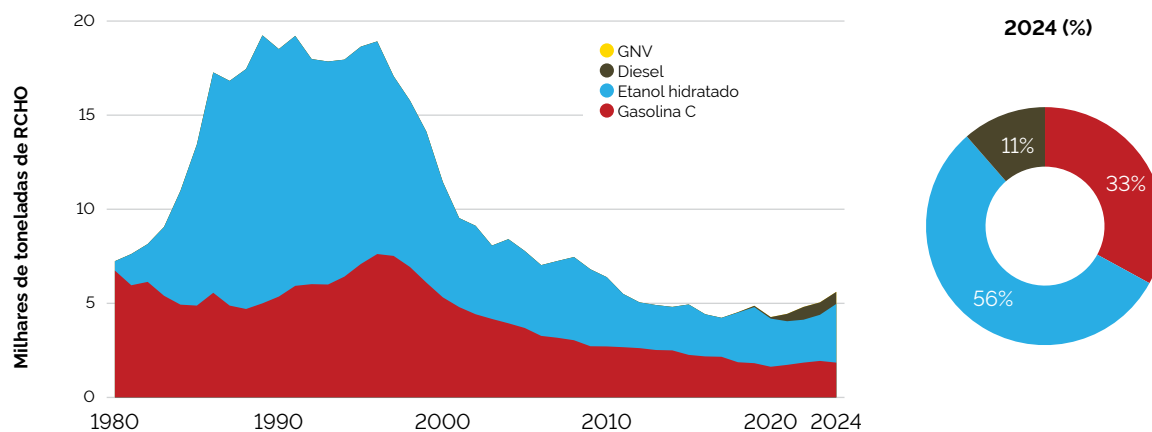
### Gráfico 35 - Emissões de RCHO por categoria de veículos do ciclo Otto



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 36 reforça o impacto do etanol hidratado na emissão desse poluente. Nele, observa-se que em 2024 este combustível foi responsável por 56% da emissão total de aldeídos, contra 33% da gasolina.

### Gráfico 36 - Emissões de RCHO por tipo de combustível



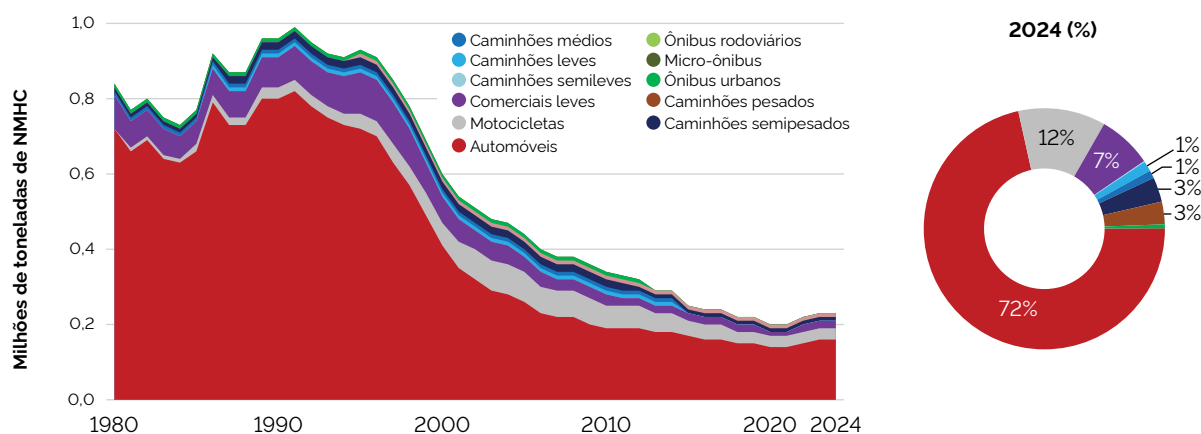
Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6.5. Emissões de hidrocarbonetos não metano (NMHC)

Os resultados do Inventário indicam uma tendência geral de estabilização das emissões de NMHC. Entre o início da década de 1990 e meados de 2017, observou-se uma redução significativa nas emissões; entretanto, nos anos mais recentes, os níveis permaneceram praticamente estáveis, com uma variação de apenas 3% desde 2017, conforme evidenciado no Gráfico 37.

A análise da participação relativa por categoria de veículos mostra que, ao longo de todo o período coberto pelo Inventário, os automóveis permanecem como os maiores emissores de NMHC. Em 2024, as emissões distribuíram-se da seguinte forma: 72% provenientes de automóveis, 12% de motocicletas e 7% de veículos comerciais leves.

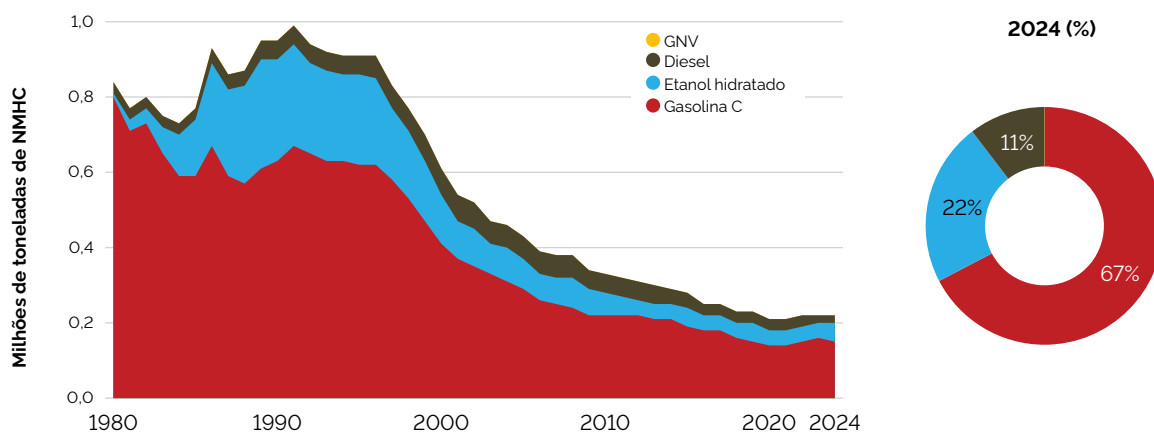
**Gráfico 37 - Emissões de NMHC por categoria de veículos do ciclo Otto**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à participação relativa dos combustíveis na emissão de NMHC mostrada no Gráfico 38, observa-se, em 2024, que a gasolina C foi responsável por 67% das emissões, contra 22% do etanol hidratado e 11% do diesel.

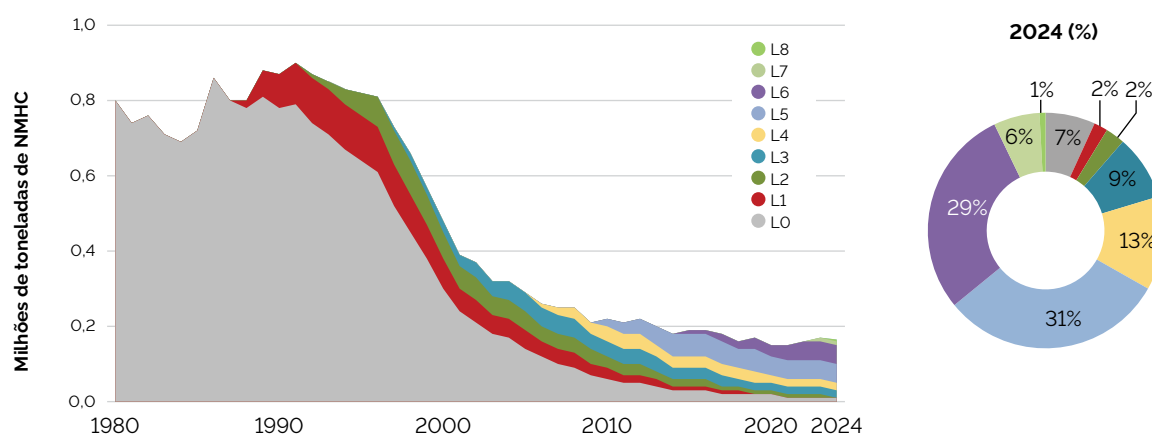
**Gráfico 38 - Emissões de NMHC por tipo de combustível**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado, as emissões de NMHC provenientes de automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto apresentaram uma queda acentuada a partir da década de 1990, período marcado pela rápida implementação de limites mais restritivos, tanto para emissões de escapamentos quanto para emissões evaporativas. O Gráfico 39 evidencia essa redução significativa na década de 1990, refletindo um comportamento consistente com as políticas de controle. Nos anos mais recentes, entretanto, as emissões têm se mantido relativamente estáveis.

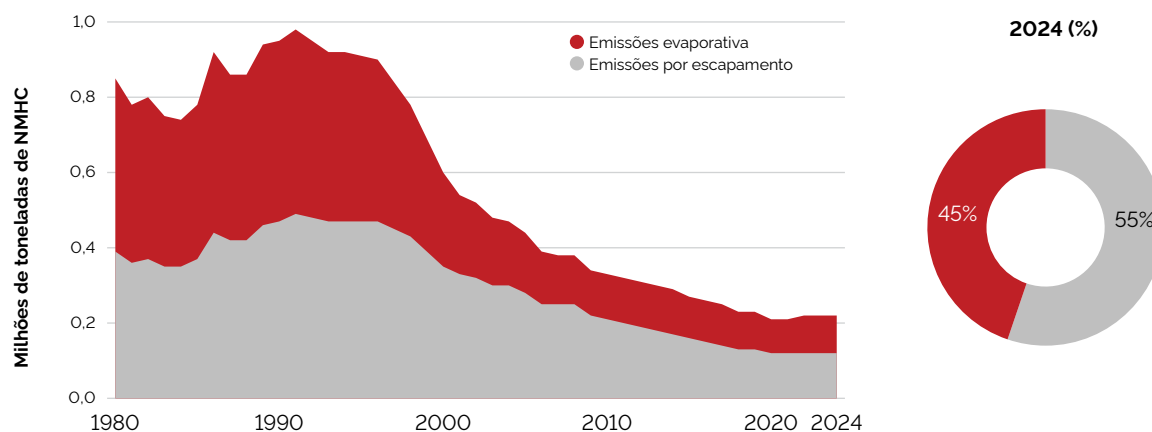
**Gráfico 39 - Emissões de NMHC por automóveis e veículos comerciais leves por fase do PROCONVE**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse comportamento de queda seguido de estabilização também é observado tanto nas emissões de escapamento quanto nas emissões evaporativas de NMHC. No caso das emissões evaporativas, o Gráfico 40 evidencia que a maior parte está relacionada ao uso do veículo, enquanto as emissões por escapamento contribuem em menor proporção.

**Gráfico 40 - Emissões de NMHC por automóveis e veículos comerciais leves do ciclo Otto por tipo de emissão**



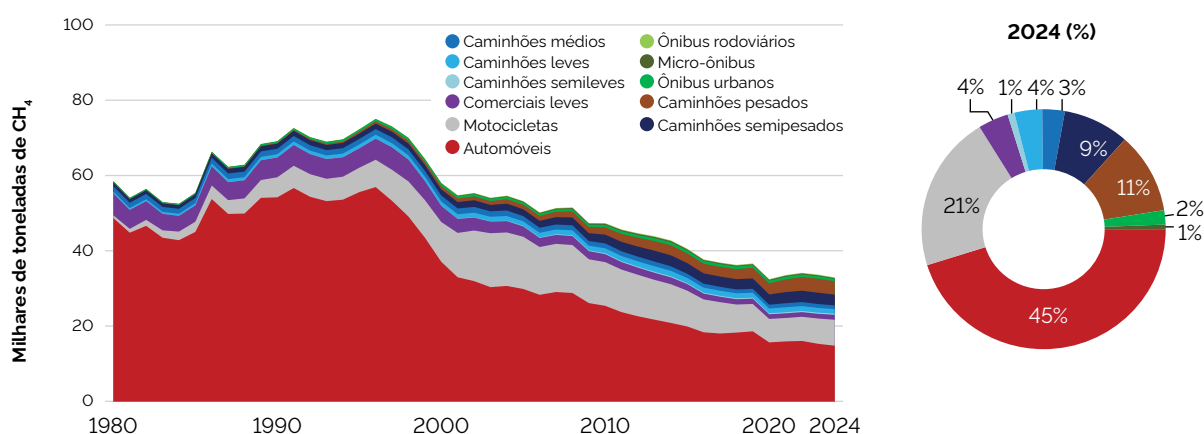
Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6.6. Emissões de metano (CH<sub>4</sub>)

Considera-se que as melhorias de performance na emissão de hidrocarbonetos totais (THC) ou hidrocarbonetos não metânicos (NMHC) resultam em reduções proporcionais nas emissões de CH<sub>4</sub>, uma vez que catalisadores de oxidação, utilizados para o controle de CO e NMHC, também promovem a diminuição das emissões de metano. Além disso, o CH<sub>4</sub> apresenta um elevado Potencial de Aquecimento Global, o que atribui às suas emissões um peso relevante no contexto das mudanças climáticas. Por essa razão, torna-se ainda mais essencial o acompanhamento contínuo e a busca por estratégias que possibilitem reduzir suas emissões.

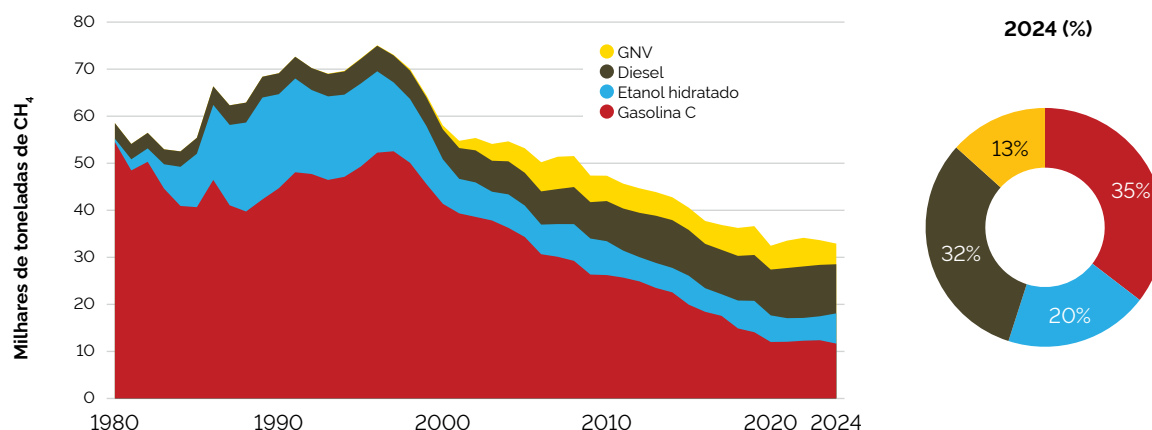
Os resultados apresentados no Gráfico 41 mostram uma tendência de queda desde meados da década de 90, especialmente entre os veículos comerciais leves do ciclo Otto, em razão da incorporação de tecnologias de controle. Nos últimos anos, observa-se uma maior estabilidade nos dados, com menor variação nas estimativas. Em 2024, os automóveis aparecem como a principal categoria emissora (45%), seguidos por comerciais leves (21%) e caminhões pesados (11%).

**Gráfico 41 - Emissões de CH<sub>4</sub> por categoria de veículos**



Fonte: Elaborado pelo autor.

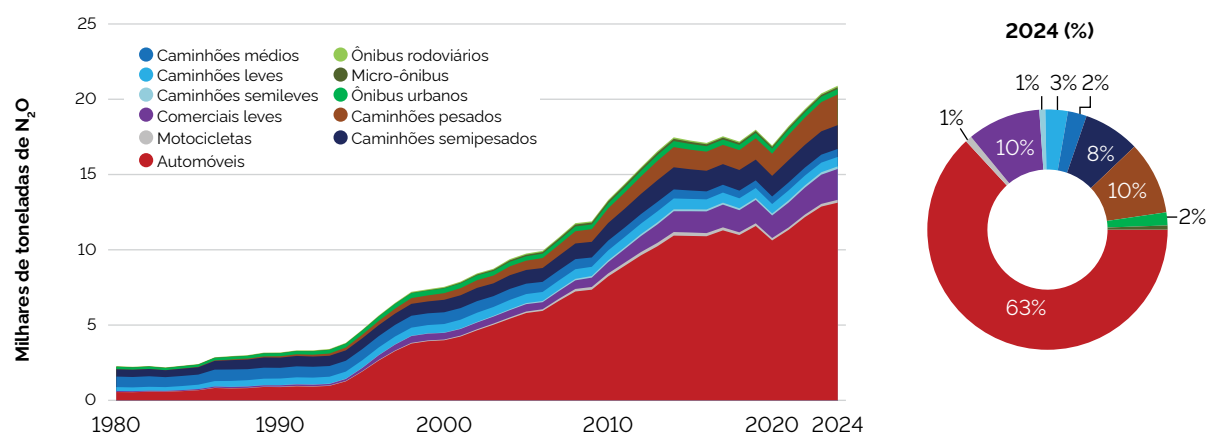
Observando cada combustível, o Gráfico 42 mostra que, em 2024, 35% do CH<sub>4</sub> foi emitido a partir da queima de gasolina C, 32% de óleo diesel, 20% de etanol hidratado, e 13% de GNV. Deve-se ressaltar, que, para o GNV, as emissões foram estimadas segundo uma abordagem top-down, não havendo detalhamento da frota ou da conversão, o que limita a precisão dos resultados.

**Gráfico 42 - Emissões de CH<sub>4</sub> por combustível**

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6.7. Emissões de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

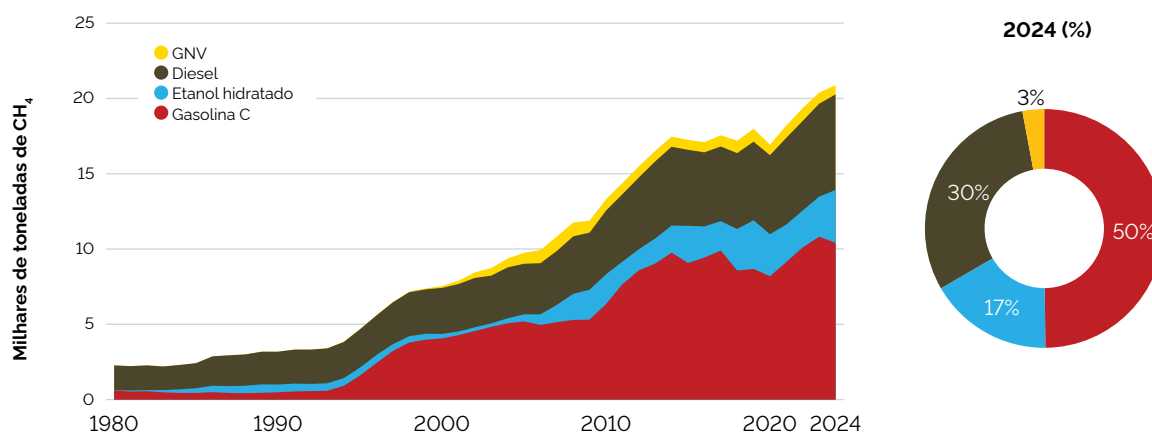
As emissões de N<sub>2</sub>O vêm aumentando constantemente ao longo dos anos, indicando uma forte correlação positiva com o aumento da frota veicular circulante, conforme pode ser visualizado no Gráfico 43. Existe uma tendência de redução devido à exigência legal de que os veículos atinjam limites cada vez menores, conforme avançam as fases dos programas PROCONVE e PROMOT. Nos veículos leves e motocicletas, o atendimento a esses limites se dá com a inserção de tecnologias embarcadas, entre as quais está o catalisador de três vias. Conforme documentado na literatura técnica internacional, veículos novos, equipados com catalisadores de três vias emitem mais óxido nitroso do que veículos antigos sem o catalisador. Assim, com a renovação natural da frota, aliada ao seu crescimento, é de esperar um incremento na emissão de óxido nitroso em contraposição à diminuição da emissão de NO<sub>x</sub>. Com relação às emissões de N<sub>2</sub>O, em 2024, estas estão assim distribuídas: 63% oriundas de automóveis, 1% de motocicletas (considerando apenas as movidas a gasolina C) e 10% de veículos comerciais leves, 18% de caminhões pesados e semipesados e 3% de ônibus urbanos e micro-ônibus.

**Gráfico 43 - Emissões de N<sub>2</sub>O por categoria de veículos**

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 44 apresenta as emissões de  $N_2O$  de acordo com a participação relativa dos diferentes combustíveis, nele, observa-se que, desde aproximadamente a metade da década de 90, as emissões têm aumentado consistentemente, e que em 2024, 50% do  $N_2O$  foi emitido a partir da queima de gasolina C, 17% de etanol hidratado e 30% de óleo diesel.

**Gráfico 44 - Emissões de  $N_2O$  por combustível**



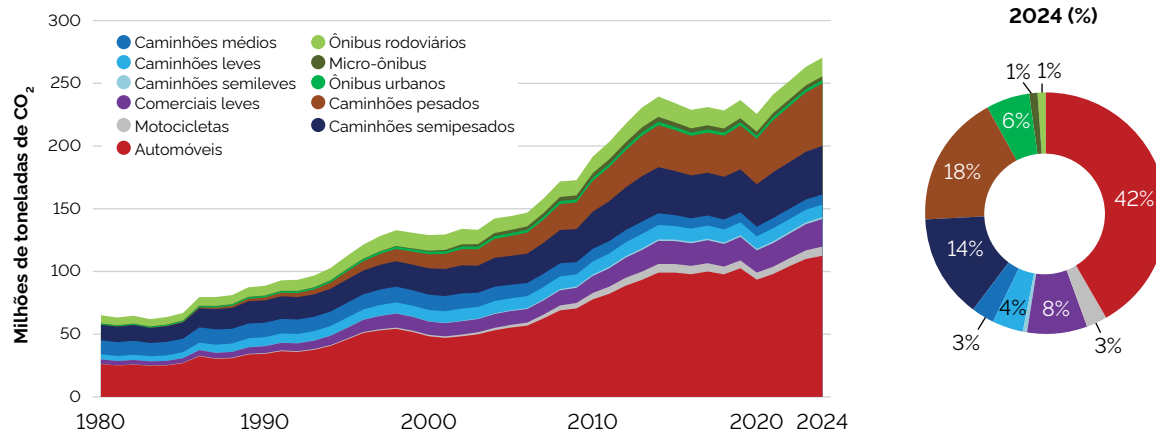
Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6.8. Emissões de dióxido de carbono ( $CO_2$ )

As emissões de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) aqui apresentadas são aquelas ocorridas no escapeamento, ou seja, produto da queima dos combustíveis durante o uso dos veículos, não contabilizando, portanto, as emissões (ou remoções) ao longo de todo o ciclo de vida dos combustíveis.

O Gráfico 45 ilustra a evolução histórica da participação das diferentes categorias de veículos. Observa-se uma tendência geral de crescimento desde 1980, com períodos de estabilização ou leve redução, especialmente após 2014, mas retomando alta nos anos seguintes. Em 2024, as emissões totais atingiram cerca de 270 milhões de toneladas de  $CO_2$ . Os automóveis responderam pela maior parcela, 42%, seguidos por caminhões (pesados, semipesados, médios, leves e semileves) que, somados, representaram 40%. Já os comerciais leves contribuíram com 8%, enquanto ônibus urbanos, rodoviários e micro-ônibus responderam juntos por aproximadamente 8%. As motocicletas tiveram participação de 3%.

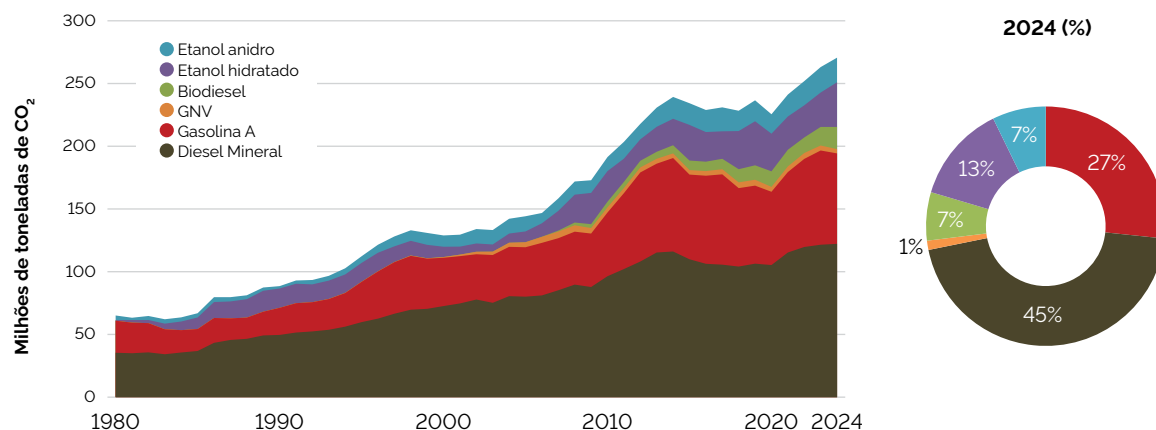
### Gráfico 45 - Emissões de CO<sub>2</sub> por categoria de veículos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da participação dos combustíveis nas emissões de CO<sub>2</sub> evidenciam a predominância do diesel fóssil. O Gráfico 46 mostra que, em 2024, o setor de transporte rodoviário teve, 45% de suas emissões provenientes da queima desse combustível, 27% da gasolina, 13% do etanol hidratado, 7% do etanol anidro e biodiesel, e 1% do GNV.

### Gráfico 46 - Emissões de CO<sub>2</sub> por combustível



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6.9. Emissões de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq)

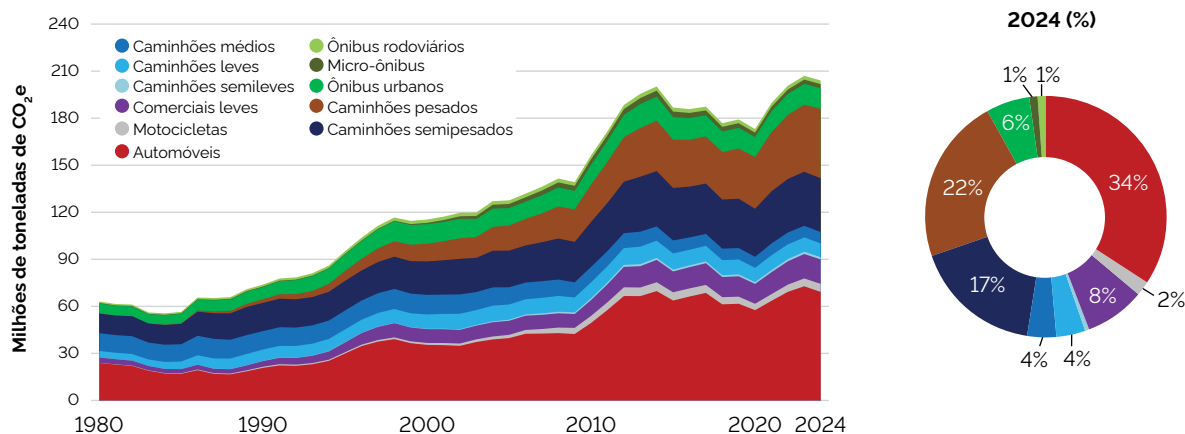
Os gráficos a seguir apresentam os resultados das emissões de CO<sub>2</sub> equivalente, onde são incluídas as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes de combustíveis fósseis, além das emissões de CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O para todos os combustíveis. Os equivalentes de CO<sub>2</sub> utilizados seguem a métrica GWP (Global Warming Potential) e são os mesmos valores apresentados na Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - CQNUMC. Os fatores GWP são 28 para o CH<sub>4</sub> e 265 para o N<sub>2</sub>O.

O Gráfico 47 apresenta as emissões de CO<sub>2</sub> equivalente, desagregadas por categoria de veículo. Observa-se que, a partir de 1990, a parcela decorrente dos automóveis aumentou em maior



taxa que a dos demais segmentos. Em 2024, as emissões totais foram de 204 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Desse total, os automóveis responderam por 34%, seguidos pelos caminhões pesados, com 22%.

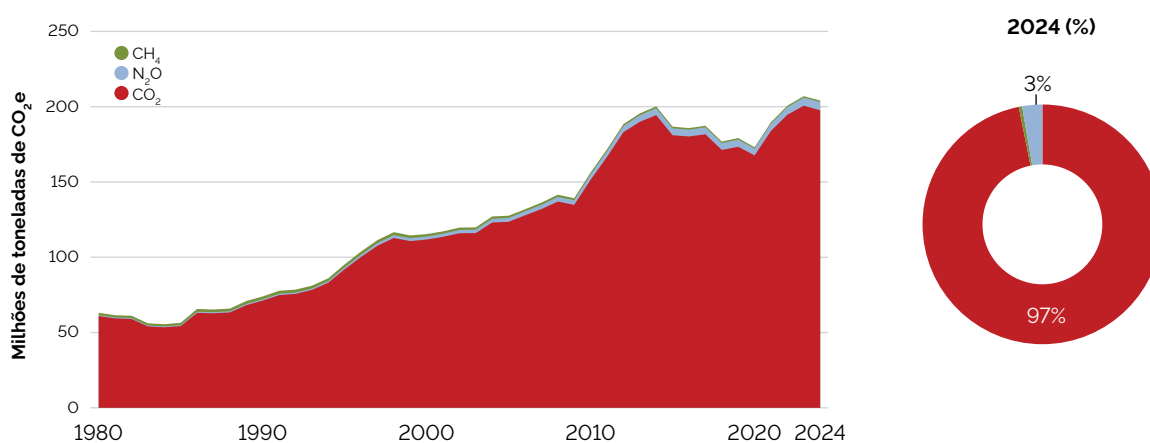
### Gráfico 47 - Emissões de CO<sub>2</sub> equivalente por categoria de veículo



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 48 mostra as emissões de CO<sub>2</sub> equivalente, desagregadas por gás de efeito estufa. Em 2024, o CO<sub>2</sub> foi responsável por 97% das emissões de CO<sub>2</sub>eq, sendo assim o gás de efeito estufa mais representativo para o transporte rodoviário.

### Gráfico 48 - Emissões de CO<sub>2</sub> equivalente por categoria de veículo



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 7. Avaliação de qualidade dos dados e recomendações

Esta seção apresenta uma avaliação da qualidade dos dados utilizados para a estimativa das emissões neste inventário. Para isso, foi elaborada uma tabela de notas, em que cada conjunto de dados considerado recebeu uma classificação de qualidade (de A a E), acompanhada de comentários sobre a confiabilidade das informações e sugestões para aprimoramento.

**A atribuição das notas levou em conta os seguintes aspectos:**

- **Completeness dos dados:** se todas as informações necessárias estavam disponíveis para a elaboração do inventário;
- **Atualidade:** se os dados são recentes e refletem a realidade atual;
- **Consistência:** se os valores são coerentes com outras fontes de referência;
- **Documentação da fonte de informação:** se a origem e metodologia de levantamento dos dados são claras e transparentes.

O quadro abaixo mostra as notas e a sua descrição:

**Quadro 1 - Notas e critérios de atribuição**

| Nota     | Descrição da atribuição da nota                                                                                                                                          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b> | <b>Ótima qualidade e disponibilidade</b><br>Dados com nível de desagregação e abrangência temporal ideais, publicados e atualizados anualmente por instituições públicas |
| <b>B</b> | <b>Ótima qualidade</b><br>Dados com nível de desagregação e abrangência temporal ideais, publicados e atualizados anualmente por instituições privadas                   |
| <b>C</b> | <b>Boa qualidade</b><br>Dados com nível de desagregação ou abrangência temporal suficientes, publicados e atualizados anualmente por instituições públicas ou privadas   |
| <b>D</b> | <b>Média qualidade</b><br>Dados incompletos ou com nível de desagregação ou abrangência temporal insuficientes, exigindo a adoção de ajustes ou simplificações.          |
| <b>E</b> | <b>Baixa qualidade</b><br>Dados indisponíveis em nível nacional, exigindo a adoção de outros valores de referência, ajustes, simplificações ou estimativa própria.       |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O objetivo dessa classificação é fornecer uma visão crítica sobre os dados utilizados e destacar onde há lacunas ou incertezas que podem impactar a confiabilidade do inventário. Dados com notas mais altas (A ou B) são mais confiáveis, enquanto notas mais baixas (D ou E) apontam para dados incompletos ou de menor verificação, sugerindo atenção prioritária para futuras atualizações.

Utilizar dados de alta confiabilidade é fundamental para a precisão do inventário, para orientar políticas públicas e para subsidiar a tomada de decisão na gestão ambiental dos transportes. As recomendações apresentadas no quadro servem como guia para aprimorar a qualidade das informações utilizadas no inventário, fortalecendo sua credibilidade e utilidade em edições futuras.

## Quadro 2 – Avaliação das variáveis, síntese dos dados e recomendações de aprimoramento

| Variável                                                                                    | Nota de qualidade (A–E) | Avaliação de qualidade dos dados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Fonte de dados                                 | Recomendações de aprimoramento                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Frota                                                                                       | D                       | Na indisponibilidade de dados com a qualidade necessária para a elaboração do INEAVAR, a frota de veículos é estimada a partir da aplicação de taxas de sucateamento sobre os dados de vendas de veículos novos.                                                                                                                                                                                                                  | Estimativa própria do INEAVAR                  |                                                                                                                                                                                                                                          |
| Vendas de veículos novos                                                                    | C                       | Não há uma base de dados oficial do poder público que forneça informações com a qualidade e a abrangência necessárias. O INEAVAR recorre a dados produzidos por instituições privadas.                                                                                                                                                                                                                                            | ANFAVEA, FENABRAVE e ABRACICLO                 | Desenvolver a base de dados de frota do SENATRAN para suprir as informações com a abrangência e o nível de desagregação necessários.                                                                                                     |
| Taxas de sucateamento                                                                       | C                       | As taxas de sucateamento e de atividade são funções probabilísticas influenciadas por diversos fatores socioeconômicos e tecnológicos, devendo, portanto, variar ao longo do tempo. O INEAVAR adota taxas de sucateamento e de atividade em função da idade do veículo, constantes ao longo de todo o horizonte histórico, embora ajuste as taxas de atividade anualmente de acordo com o consumo total de combustível observado. | Relatórios de Referência MCTI (4ª comunicação) |                                                                                                                                                                                                                                          |
| Taxas de atividade                                                                          | D                       | As recentes mudanças no padrão de mobilidade urbana, como a introdução dos aplicativos, são um exemplo de como essa variável é considerada de modo simplificado no INEAVAR.                                                                                                                                                                                                                                                       | Estimativa própria do INEAVAR                  | Realizar estudos e pesquisas de abrangência nacional, que considerem as alterações nos padrões de viagens provocadas pela digitalização do trabalho, uso de serviços de aplicativos e maior intensidade logística dentro dos municípios. |
| Consumo total de combustível                                                                | A                       | Dados públicos, com atualização anual.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | BEN                                            | -                                                                                                                                                                                                                                        |
| Fatores de emissão de poluentes regulamentados e fatores de consumo energético dos veículos | D                       | Dados públicos oficiais, mas baseados em veículos novos medidos em laboratório, que podem não refletir o desempenho dos veículos em condições reais de uso e ao longo da vida útil.                                                                                                                                                                                                                                               | CETESB                                         | Desenvolver a base de dados de fatores de emissão do IBAMA, incluindo os fatores de deterioração, de modo a suprir as informações com a abrangência e o nível de desagregação necessários.                                               |
| Fatores de emissão de carbono negro e por desgaste de pneus, freios e pista                 | E                       | Referência estrangeira, que pode não representar adequadamente as características brasileiras, além da ausência de referência para veículos a etanol.                                                                                                                                                                                                                                                                             | EMEP                                           | Conduzir levantamentos de fatores de emissão e consumo energético em condições reais de uso.                                                                                                                                             |
| Fração flex                                                                                 | E                       | Estimativa realizada a partir de metodologia própria do INEAVAR.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Estimativa própria do INEAVAR                  | Realizar estudos e pesquisas de abrangência nacional sobre os padrões de consumo de combustíveis em automóveis flex.                                                                                                                     |

Fonte: Elaborado pelo autor.

De modo geral, a avaliação demonstra que, embora haja avanços no processo de consolidação e padronização das informações desde a primeira versão do inventário nacional, ainda existam limitações relevantes em diversas bases de dados. Ressalta-se que esta análise se restringe ao nível nacional, onde já foram identificadas lacunas significativas. Caso fosse realizada uma avaliação desagregada por unidade federativa, a tendência seria de resultados ainda mais restritivos, em função das dificuldades de sistematização, atualização e disponibilização dos dados. Nesse contexto, a classificação de qualidade provavelmente seria inferior, evidenciando a necessidade de investimentos contínuos em coleta, integração e padronização das informações em todas as esferas administrativas.

## 8. Políticas Públicas para a Qualidade do Ar

Esta seção apresenta as principais políticas públicas voltadas ao controle e à redução das emissões veiculares, as quais são fontes relevantes de poluentes atmosféricos e de gases de efeito estufa em nosso país. Essas políticas, programas e instrumentos regulatórios atuam de forma integrada para promover a melhoria contínua das condições atmosféricas, reduzir os impactos da poluição sobre a saúde da população e orientar a transição para tecnologias e práticas mais limpas e eficientes. Juntas, elas fortalecem a governança ambiental, ampliam a capacidade de monitoramento e gestão da qualidade do ar e impulsionam a adoção de soluções inovadoras alinhadas às metas nacionais de sustentabilidade e mitigação climática.

**Política Nacional de Qualidade do Ar - PNQAr:** instituída pela Lei nº 14.850 de 2024, sob coordenação do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, tem como objetivo garantir a preservação da saúde pública e do meio ambiente por meio de ações integradas para o monitoramento, controle e prevenção da poluição atmosférica. Essa política estabelece instrumentos fundamentais, como limites máximos de emissão, padrões nacionais de qualidade do ar, inventários de emissões e planos de gestão, buscando reduzir progressivamente a poluição no território nacional. Alinhado a essa política também está o combate aos superpoluentes ou poluentes climáticos de vida curta (PCVCS), que tem forte impacto no aquecimento climático e impacto na população.

**Programa Nacional de Gestão da Qualidade do Ar - Pronar:** é um programa estabelecido pelo Conama e coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, em articulação com os órgãos do Sisnama. Visa aprimorar a gestão e melhorar a qualidade do ar em todo o território nacional, reduzindo progressivamente as emissões de poluentes atmosféricos e protegendo a saúde pública e o meio ambiente, além de alinhar-se com as políticas de combate à mudança do clima. O Pronar reúne e integra programas, estratégias e medidas anteriormente fragmentadas em diferentes normas, garantindo maior foco e precisão na execução, além de promover resultados mais concretos e efetivos para a sociedade.

**Sistema Nacional de Gestão da Qualidade do Ar - MonitorAr:** instrumento da PNQAr, sob responsabilidade do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, é um sistema que integra e disponibiliza, em tempo real, informações sobre a qualidade do ar. Trata-se de um monitoramento contínuo em todo o país, fornecendo dados regionais e nacionais em tempo real que subsidiam tomadas de decisão e políticas públicas. A iniciativa incentiva ações locais de controle e redução da poluição, com foco em saúde e sustentabilidade ambiental.

**Programa de Controle de Emissões Veiculares (Proconve):** com gestão do Ibama, tem como objetivo reduzir a emissão de poluentes por veículos automotores, melhorar a qualidade do ar nos centros urbanos e promover avanços tecnológicos na indústria automobilística e nos combustíveis. O programa atua no controle das emissões dos veículos novos, ou seja, aqueles

que entrarão em circulação nas vias brasileiras, impondo limites de emissão mais restritos ao longo do tempo. Desde sua criação, o Proconve passou por diversas fases que estabeleceram limites cada vez mais rigorosos para veículos leves, pesados e máquinas agrícolas, resultando na redução (junto do Promot) de 98% na emissão de poluentes no período. Atualmente, este programa está na fase P8 para veículos pesados, estabelecida pela Resolução Conama nº 490/2018, com sua última etapa entrando em vigor em janeiro de 2023. Para os veículos leves, vigora a fase L8, criada pela Resolução Conama nº 492/2018. Esta fase teve seu início de implementação em janeiro de 2025 e terá sua última etapa implementada em janeiro de 2031.

**Programa de controle da poluição do ar por motocicletas, ciclomotores e similares (Promot):** também sob gestão do Ibama, foi criado logo após a implementação das normas para veículos leves, por meio da Resolução Conama nº 297/2002. Tem como objetivos principais reduzir a poluição atmosférica causada por esses veículos, promover o desenvolvimento tecnológico da indústria nacional, estabelecer critérios para inspeção e manutenção de veículos em uso, e conscientizar a população sobre os impactos ambientais dessa categoria de veículos. Com base nesse arcabouço legal, novas regulamentações foram estabelecidas para reduzir gradualmente a emissão de poluentes dessa categoria. A quinta fase do programa (M-5), voltada para motocicletas, ciclomotores e similares, entrou em vigor em 1º de janeiro de 2023.

**Diretrizes Interministeriais de Sustentabilidade:** elaboradas em conjunto com o Ministério de Portos e Aeroportos. Por meio dessas diretrizes, o Ministério dos Transportes considera variáveis socioambientais, climáticas e territoriais em todas as etapas de concepção, implantação e operação dos projetos, com foco na minimização dos impactos sobre os ecossistemas e a promoção de práticas sustentáveis que garantam a resiliência ambiental. A governança integrada e a ampliação da capacidade técnica do setor são destacadas como instrumentos essenciais para implementar essas ações.

**Programa MelhorAR:** instituído pela Portaria nº 192 do Ministério dos Transportes de 2025, com operacionalização da INFRA S.A. e da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), o programa tem o objetivo de reduzir as emissões de poluentes atmosféricos provenientes do transporte rodoviário de cargas e passageiros, promovendo a melhoria da qualidade do ar, saúde pública, eficiência energética e sustentabilidade. O programa estimula a renovação da frota, incentiva inovação tecnológica, capacitação e parcerias nacionais e internacionais, além de criar o selo de certificação "Selo MelhorAR" para veículos que atendem a critérios de menor emissão de poluentes.

**Portaria Ministério dos Transportes nº 622, de 28 de junho de 2024:** a norma estabelece diretrizes para o planejamento de adaptação das rodovias às mudanças climáticas, incluindo o mapeamento de áreas vulneráveis e a necessidade de adaptação. Também contempla ações voltadas à conservação da fauna e flora, à eficiência energética e ao uso de fontes renováveis. Para novos projetos de concessão, determina a destinação de, no mínimo, 1% da receita bruta para infraestrutura resiliente. Já para contratos em vigor, a portaria prevê ajustes contratuais, respeitando o equilíbrio econômico-financeiro, com limite de até 1% da receita bruta da concessão.

**Portaria Ministério dos Transportes nº 689, de 17 de julho de 2024:** a portaria disciplina requisitos e procedimentos para enquadramento e acompanhamento de projetos de investimento prioritários para emissão de debêntures incentivadas e de infraestrutura. No caso do setor rodoviário, a portaria exige investimento em mitigação de emissões de gases de efeito estufa, transição energética ou implantação, adequação de infraestrutura para resiliência

climática, e, mecanismos de gestão do impacto de infraestrutura nos povos e comunidades afetados.

**Plano Clima Mitigação Setorial Transportes:** O Plano Nacional sobre Mudança do Clima (Plano Clima), em elaboração pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), é o principal instrumento de orientação da política climática brasileira até 2035. Estrutura-se em dois eixos centrais: a Estratégia Nacional de Mitigação, voltada à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), e a Estratégia Nacional de Adaptação, que busca diminuir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos aos impactos climáticos. O Plano também contempla planos setoriais de mitigação e adaptação nos setores de transporte, agricultura, energia e cidades.

O Plano Clima Mitigação Setorial Transportes, coordenado pelo Ministério dos Transportes, consolida-se como programa estruturante de políticas públicas para redução das emissões do setor. Entre suas principais medidas estão a ampliação do uso de biocombustíveis e tecnologias limpas, a eletrificação de frotas (veículos leves e ônibus) e a promoção de um equilíbrio mais sustentável na matriz logística nacional. Uma prioridade destacada pela Estratégia Nacional de Mitigação (ENM), que orienta a formulação do plano setorial, é a melhoria da qualidade do ar, por meio da definição e implementação de limites de emissões veiculares alinhados às normas nacionais, contribuindo simultaneamente para a descarbonização e a redução de poluentes locais.

O setor de transportes é essencial para a economia e para o bem-estar da população, mas também responde por parcela significativa das emissões de GEE, especialmente no modo rodoviário. O Plano Setorial de Transportes, no qual o modo rodoviário contempla ônibus rodoviários, caminhões médios, semipesados e pesados, estabelece metas de 126 MtCO<sub>2</sub>e para 2030 e de 107 a 134 MtCO<sub>2</sub>e para 2035, considerando o crescimento econômico e o aumento da demanda por transporte.

A principal alavanca de descarbonização no curto e médio prazo é o uso de combustíveis sustentáveis de baixa intensidade de carbono. As políticas nessa frente são sustentadas por marcos regulatórios como o **Programa Combustível do Futuro (Lei nº 14.993/2024)** e o **RenovaBio**. Outros vetores de transição incluem o biometano, o querosene sustentável de aviação (SAF) e o hidrogênio de baixo carbono. Complementarmente, o plano propõe ações estruturantes, como linhas de crédito e incentivos fiscais para aquisição de frotas de baixa emissão (incluindo biogás e hidrogênio) até 2028, e o desenvolvimento de uma infraestrutura de abastecimento abrangente, com implantação de corredores verdes rodoviários.

Outro eixo estratégico é o aumento da eficiência energética, a partir da modernização da frota e da melhoria da infraestrutura. As políticas regulatórias preveem limites mais restritivos de emissões atmosféricas para veículos médios e pesados novos e em circulação até 2032, o que contribuirá tanto para a qualidade do ar quanto para a mitigação de GEE. A renovação da frota está prevista por meio de um programa específico para veículos médios e pesados até 2030 e de incentivos ao retrofit até 2028. Paralelamente, a melhoria da qualidade dos pavimentos nas rodovias federais – visando elevar o Índice da Condição da Superfície (ICS) – e a capacitação em condução eficiente no transporte rodoviário e na navegação são ações prioritárias até 2030.

A terceira alavanca de mitigação é o reequilíbrio da matriz de transportes, que busca reduzir a dependência do modal rodoviário – o de maior emissão por tonelada-quilômetro em longas distâncias. O Plano estabelece metas de ampliação da participação ferroviária e aquaviária,

com destaque para o aumento da participação do transporte aquaviário para 18% até 2035. Para viabilizar essa mudança, são previstos incentivos financeiros e fiscais a investimentos em infraestrutura ferroviária, aquaviária e terminais intermodais até 2025, além da conclusão de obras do Novo PAC e da efetivação das concessões. Medidas regulatórias como os decretos do Programa BR do Mar e a criação do Programa de Fomento à Navegação Interior – BR dos Rios, ambos previstos até 2025, serão determinantes para o fortalecimento da cabotagem e do transporte interior.

O financiamento contará com programas como o Mover, o Novo PAC e instrumentos de mercado, como debêntures de infraestrutura. Contudo, o Plano enfrenta desafios relevantes, como a descontinuidade de políticas, a limitação de recursos para investimentos e as incertezas tecnológicas sobre a maturidade comercial de novos combustíveis e a viabilidade da eletrificação em veículos pesados. Superar esses obstáculos e assegurar uma transição justa será essencial para o alcance das metas setoriais de mitigação.

**Programa de Sustentabilidade para Infraestrutura de Rodovias e Ferrovias Federais:**

instituído pela ANTT com a Resolução nº 6.057 de 2024, visa promover a sustentabilidade na infraestrutura de transportes terrestres regulada pela agência, conciliando desenvolvimento com conservação ambiental, redução de emissões de gases de efeito estufa e responsabilidade social. O programa está estruturado em três níveis de adesão, com diferentes compromissos de sustentabilidade, que vão desde a implementação de políticas ambientais até a adoção de práticas adicionais para mitigar impactos sociais e ambientais. As concessionárias que aderirem terão acesso a benefícios como a emissão de debêntures incentivadas e recursos financeiros para tornar a infraestrutura mais sustentável. O programa também conta com iniciativas de inovação, como o *sandbox* regulatório, para testar soluções sustentáveis em ambiente regulatório controlado. Com relação à qualidade do ar, o Programa prevê o Parâmetro de Desenvolvimento Sustentável 3: "eficiência de recursos e prevenção da poluição".

**Painel Vigiar:** sob gestão do Ministério da Saúde, é uma ferramenta integrante da Vigilância em Saúde Ambiental que visa identificar e monitorar áreas no Brasil onde a população está mais exposta a poluentes atmosféricos, especialmente ao material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>). O painel tem como objetivo subsidiar a formulação de políticas públicas, fornecendo dados sobre concentrações anuais e mensais de poluentes e estimativas dos impactos na saúde humana, como mortes evitáveis atribuídas à poluição do ar. Além disso, o Vigiar apoia a prevenção, a promoção da saúde e a atenção integral às populações afetadas, atuando em áreas com atividades econômicas ou sociais geradoras de poluição e priorizando o acompanhamento dos efeitos agudos e crônicos da exposição, conforme orientações do Sistema Único de Saúde (SUS).



## 8.1 Iniciativas do Setor de Transportes

**Programa Despoluir:** programa ambiental da iniciativa privada, promovido pela Confederação Nacional do Transporte – CNT e pelo Serviço Social do Transporte – SEST e Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte – SENAT desde 2007, incentiva os transportadores a adotarem práticas ambientalmente responsáveis, a diminuírem os seus impactos na natureza e na saúde pública, com foco especial na qualidade de vida dos trabalhadores. Entre as linhas de ação está a avaliação veicular ambiental, com o objetivo de redução da emissão de poluentes e consumo de diesel. Os veículos aprovados recebem o Selo Despoluir.

**Inventário CNT de Emissões de Gases do Efeito Estufa do Setor de Transporte:** também produzido pela CNT, o estudo foi desenvolvido com ampla colaboração do setor privado, associações empresariais e ministérios do governo federal, utilizando dados primários fornecidos pelo próprio setor. Além dos indicadores do transporte, foram incorporadas informações reais de uso e deslocamento obtidas pelo Programa Despoluir.

**“Coalizão dos Transportes: como tornar o setor de transportes um contribuidor ativo para a redução das emissões brasileiras”:** liderado por Motiva, Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável — CEBDS, CNT e Observatório da Mobilidade do Insper, o estudo mobilizou mais de 50 entidades em todo o setor de transportes para embasar o processo de descarbonização do setor de transportes, fazendo um complexo panorama do setor e colocando propostas com alavancas de implementação.

## 9. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE MOTOCICLETAS, CICLOMOTORES, MOTONETAS, BICICLETAS E SIMILARES (ABRACICLO). **Dados do Setor de Duas Rodas 2025**. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://abraciclo.com.br/wp-content/uploads/2025/06/Dados-do-Setor-de-Duas-Rodas-2025.pdf>. Acesso em: jun. 2025

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2008**. São Paulo: ANTP, 2009. Disponível em: [https://files-server.antp.org.br/\\_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/04/11/4959DF25-8BE7-4DD1-8D31-64D95B5B2385.pdf](https://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/04/11/4959DF25-8BE7-4DD1-8D31-64D95B5B2385.pdf). Acesso em: out. 2025.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2018**. São Paulo: ANTP, 2020. Disponível em: <https://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacoes-da-mobilidade--simob--2018.pdf>. Acesso em: out. 2025.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2025**. São Paulo: ANFAVEA, 2025. Disponível em: [https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2025/06/DIGITAL-ANUARIO-2025ALT.CAP\\_4\\_compressed.pdf](https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2025/06/DIGITAL-ANUARIO-2025ALT.CAP_4_compressed.pdf). Acesso em: jun. 2025.

BORSARI, V. **Caracterização das emissões de gases de efeito estufa por veículos automotores leves no Estado de São Paulo**. 2009. 207 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BORSARI, V. **As emissões veiculares e os gases do efeito estufa**. São Paulo: Society of Automotive Engineers, 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Emissões de Gases de Efeito Estufa por Queima de Combustíveis: Abordagem Bottom-up - Anexo Metodológico**. Brasília, 2015. Disponível em: [https://repositorio.mcti.gov.br/bitstream/mctic/5291/1/2015\\_setor\\_energia\\_emissoes\\_gases\\_efeito\\_estufa\\_queima\\_combustiveis\\_abordagem\\_bottom\\_up\\_anexo\\_metodologico%20.pdf](https://repositorio.mcti.gov.br/bitstream/mctic/5291/1/2015_setor_energia_emissoes_gases_efeito_estufa_queima_combustiveis_abordagem_bottom_up_anexo_metodologico%20.pdf). Acesso em: out. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Quarta Comunicação Nacional e Relatórios de Atualização Bienal do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima: Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatório de Referência: Setor Energia, Subsetor Queima de Combustíveis Fósseis, Categoria Transporte Rodoviário**. Brasília: MCTI, ago. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Nota Técnica: Motorizações alternativas em caminhões e ônibus no Brasil - contextualização e possíveis trajetórias de inserção**. Brasília: MME, dez. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários: Relatório Final**. Brasília: MMA, 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013: Ano-base 2012**. Brasília: MMA, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/qualidade-do-ar/eventos/webinar-inventarios-de-emissoes-28-02-2025/iema-webinar-inventarios-de-emissao-fontes-rodoviaras.pdf>. Acesso em: 13 out. 2025.

CLIMATE AND CLEAN AIR COALITION (CCAC). **Brief on Black Carbon Policy Framework**. 2017. Disponível em: <https://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources/SAP-MAR2017-06%20-%20SAP%20Paper%20-%20Overview%20of%20black%20carbon%20policy%20framework.pdf>. Acesso em: jun. 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Emissões veiculares no Estado de São Paulo 2020**. São Paulo: CETESB, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2022/03/Relatorio-Emissoes-Veiculares-2020.pdf>. Acesso em: set. 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Fator de emissão: Relatórios de emissões veiculares no Estado de São Paulo - 2024**. São Paulo: CETESB, 2025. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes/>. Acesso em: jun. 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Metodologia de cálculo do inventário de emissões veiculares no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2024. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2024/10/Metodologia-de-Calculo-do-Inventario-de-Emissoes-Veiculares-no-Estado-de-Sao-Paulo.pdf>. Acesso em: set. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2024: Ano base 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN\\_S%C3%ADntese\\_2024\\_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf). Acesso em: set. 2025.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). **EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2023. Seção 1.A.3.b.v - Gasoline evaporation**. Atualizado em 2025a. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-v>. Acesso em: 16 out. 2025.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). **EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2023. Seções 1.A.3.b.i a 1.A.3.b.v - Passenger cars**; Light commercial trucks; Heavy-duty vehicles including buses; Mopeds & motorcycles. SNAP 0701 a 0705. Atualizado em 2025b. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i>. Acesso em: 16 out. 2025.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). **EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2023. Seções 1.A.3.b.vi e 1.A.3.b.vii - Road transport: Automobile tyre and brake wear**; Road transport: Automobile road abrasion. Software version COPERT 5.9. Atualizado em 2025c. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-vi>. Acesso em: 16 out. 2025.

FEDERAÇÃO NACIONAL DA DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (FENABRAVE). **Anuário FENABRAVE 2022**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.fenabrave.org.br/anuarios/Anuario2022.pdf>. Acesso em: set. 2025.

FEDERAÇÃO NACIONAL DA DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (FENABRAVE). **Anuário 2024 FENABRAVE**. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.fenabrave.org.br/anuarios/Anuario2024.pdf>. Acesso em: set. 2025.

KIM, Jisue et al. **Estimation of the concentration of nano-carbon black in tire-wear particles using emission factors of PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, and black carbon**. *Chemosphere*, v. 303, p. 134976, 2022.

VICENTINI, P. C. **Metodologia para o Inventário de Emissões Evaporativas Provenientes do Sistema de Alimentação de Combustível de Veículos do Ciclo Otto: Desempenho de Produtos em Motores**. PETROBRAS, 2010.

# ANEXOS

## Anexo A - Parametrização das curvas de sucateamento

As curvas de sucateamento de automóveis, veículos comerciais leves, caminhões e ônibus, adotadas neste Inventário foram as apresentadas no Relatório de Referência de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Energético por Fontes Móveis do Quarto Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, MCTI (2022).

A função de sucateamento resultante é uma função Gompertz e tem as seguintes características:

$$S(t) = 1 - \exp(-\exp(a+b(t)))$$

Onde:

- **S(t)** é a fração de veículos remanescentes, ainda não sucateados, na idade t;
- **t** é a idade do veículo em anos;
- **a** = 1,798 para automóveis;  
**a** = 1,618 para veículos comerciais leves do ciclo Otto;  
**a** = 0,8 para motocicletas;
- **b** = - 0,096 para automóveis;  
**b** = -0,141 para veículos comerciais leves do ciclo Otto;  
**b** = -0,0931 para motocicletas.

Para motocicletas, foi aplicado apenas os valores acima de quatro anos de uso.

Para veículos do ciclo Diesel, foi utilizada a função Logística (ciclo Diesel):

$$S(t) = 1 / (1 + \exp(a(t-t_0))) + 1 / (1 + \exp(a(t+t_0)))$$

Onde:

- **S(t)** é a fração de veículos remanescentes, ainda não sucateados, na idade t;
- **t** é a idade do veículo em anos;
- **t<sub>0</sub>** = 17 para veículos comerciais leves do ciclo Diesel;  
**t<sub>0</sub>** = 19,1 para caminhões; e  
**t<sub>0</sub>** = 19,1 para ônibus;
- **a** = 0,17 para veículos comerciais leves do ciclo Diesel;  
**a** = 0,08 para caminhões; e  
**a** = 0,16 para ônibus.

## Anexo B - Intensidade de uso

**Tabela B.1 – Valores de intensidade de uso de referência (km/veículo/ano)**

| Anos de uso | Automóveis e Comerciais Leves Otto | Automóveis e Comerciais Leves Diesel | Motocicletas | Ônibus Urbanos e Micro-ônibus | Ônibus Rodoviários | Caminhões Semileves e Leves | Caminhões Médios | Caminhões Semipesados e Pesados |
|-------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------|---------------------------------|
| 0           | 10.000                             | 10.000                               | 6.000        | 45.997                        | 59.047             | 32.290                      | 56.155           | 58.952                          |
| 1           | 19.400                             | 19.600                               | 11.600       | 88.443                        | 116.095            | 63.875                      | 110.518          | 116.415                         |
| 2           | 18.800                             | 19.200                               | 11.200       | 84.892                        | 114.098            | 63.171                      | 108.727          | 114.927                         |
| 3           | 18.200                             | 18.800                               | 10.800       | 81.341                        | 112.100            | 62.466                      | 106.936          | 113.438                         |
| 4           | 17.600                             | 18.400                               | 10.400       | 77.790                        | 110.102            | 61.762                      | 105.145          | 111.950                         |
| 5           | 17.000                             | 18.000                               | 10.000       | 74.240                        | 108.104            | 61.058                      | 103.355          | 110.461                         |
| 6           | 16.400                             | 17.600                               | 9.600        | 70.689                        | 106.107            | 60.353                      | 101.564          | 108.973                         |
| 7           | 15.800                             | 17.200                               | 9.200        | 67.138                        | 104.109            | 59.649                      | 99.773           | 107.484                         |
| 8           | 15.200                             | 16.800                               | 8.800        | 63.587                        | 102.111            | 58.944                      | 97.982           | 105.996                         |
| 9           | 14.600                             | 16.400                               | 8.400        | 60.036                        | 100.113            | 58.240                      | 96.191           | 104.507                         |
| 10          | 14.000                             | 16.000                               | 8.000        | 56.485                        | 98.116             | 57.535                      | 94.400           | 103.019                         |
| 11          | 13.400                             | 15.600                               | 7.600        | 52.935                        | 96.118             | 56.831                      | 92.609           | 101.530                         |
| 12          | 12.800                             | 15.200                               | 7.200        | 49.384                        | 94.120             | 56.127                      | 90.818           | 100.041                         |
| 13          | 12.200                             | 14.800                               | 6.800        | 45.833                        | 92.122             | 55.422                      | 89.027           | 98.553                          |
| 14          | 11.600                             | 14.400                               | 6.400        | 42.282                        | 90.125             | 54.718                      | 87.236           | 97.064                          |
| 15          | 11.000                             | 14.000                               | 6.000        | 38.731                        | 88.127             | 54.013                      | 85.446           | 95.576                          |
| 16          | 10.400                             | 13.600                               | 5.600        | 35.180                        | 86.129             | 53.309                      | 83.655           | 94.087                          |
| 17          | 9.800                              | 13.200                               | 5.200        | 31.630                        | 84.132             | 52.605                      | 81.864           | 92.599                          |
| 18          | 9.200                              | 12.800                               | 4.800        | 28.079                        | 82.134             | 51.900                      | 80.073           | 91.110                          |
| 19          | 8.600                              | 12.400                               | 4.400        | 24.528                        | 80.136             | 51.196                      | 78.282           | 89.622                          |
| 20          | 8.000                              | 12.000                               | 4.000        | 20.977                        | 78.138             | 50.491                      | 76.491           | 88.133                          |
| 21          | 7.400                              | 11.600                               | 3.600        | 17.426                        | 76.141             | 49.787                      | 74.700           | 86.644                          |
| 22          | 6.800                              | 11.200                               | 3.200        | 13.875                        | 74.143             | 49.083                      | 72.909           | 85.156                          |
| 23          | 6.200                              | 10.800                               | 2.800        | 10.324                        | 72.145             | 48.378                      | 71.118           | 83.667                          |
| 24          | 5.600                              | 10.400                               | 2.400        | 6.774                         | 70.147             | 47.674                      | 69.327           | 82.179                          |
| 25          | 5.000                              | 10.000                               | 2.000        | 3.223                         | 68.150             | 46.969                      | 67.537           | 80.690                          |
| 26          | 4.400                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 66.152             | 46.265                      | 65.746           | 79.202                          |
| 27          | 3.800                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 64.154             | 45.560                      | 63.955           | 77.713                          |
| 28          | 3.200                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 62.156             | 44.856                      | 62.164           | 76.225                          |
| 29          | 2.600                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 60.159             | 44.152                      | 60.373           | 74.736                          |
| 30          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 58.161             | 43.447                      | 58.582           | 73.248                          |
| 31          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 56.163             | 42.743                      | 56.791           | 71.759                          |
| 32          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 54.166             | 42.038                      | 55.000           | 70.270                          |
| 33          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 52.168             | 41.334                      | 53.209           | 68.782                          |
| 34          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 50.170             | 40.630                      | 51.418           | 67.293                          |
| 35          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 48.172             | 39.925                      | 49.628           | 65.805                          |
| 36          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 46.175             | 39.221                      | 47.837           | 64.316                          |
| 37          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 44.177             | 38.516                      | 46.046           | 62.828                          |
| 38          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 42.179             | 37.812                      | 44.255           | 61.339                          |
| 39          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 40.181             | 37.107                      | 42.464           | 59.851                          |
| 40          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 38.184             | 36.403                      | 40.673           | 58.362                          |
| 41          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 36.186             | 35.699                      | 38.882           | 56.873                          |
| 42          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 34.188             | 34.994                      | 37.091           | 55.385                          |
| 43          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 32.190             | 34.290                      | 35.300           | 53.896                          |
| 44          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 30.193             | 33.585                      | 33.509           | 52.408                          |
| 45          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 28.195             | 32.881                      | 31.719           | 50.919                          |
| 46          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 26.197             | 32.177                      | 29.928           | 49.431                          |
| 47          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 24.200             | 31.472                      | 28.137           | 47.942                          |
| 48          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 22.202             | 30.768                      | 26.346           | 46.454                          |
| 49          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 20.204             | 30.063                      | 24.555           | 44.965                          |
| 50          | 2.000                              | 10.000                               | 2.000        | 0                             | 18.206             | 29.359                      | 22.764           | 43.477                          |

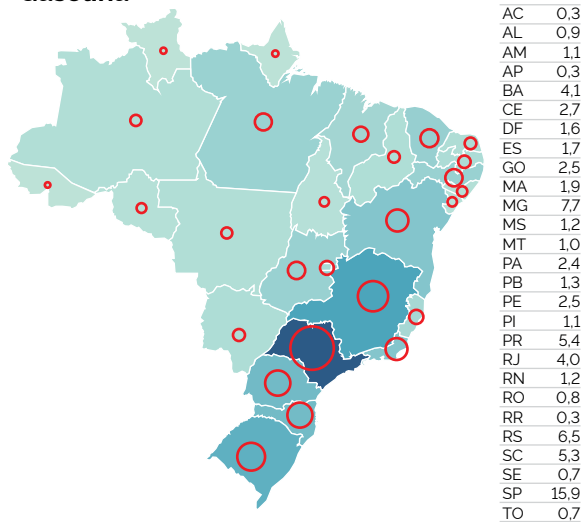
# APÊNDICES

## Apêndice A - Desagregação das emissões

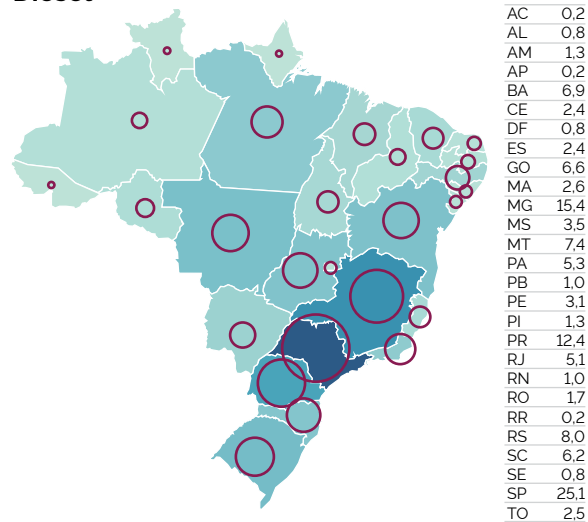
Figura A.1 – Desagregação das emissões por unidade da Federação, com base nos dados de vendas de combustíveis

Emissões em milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> eq

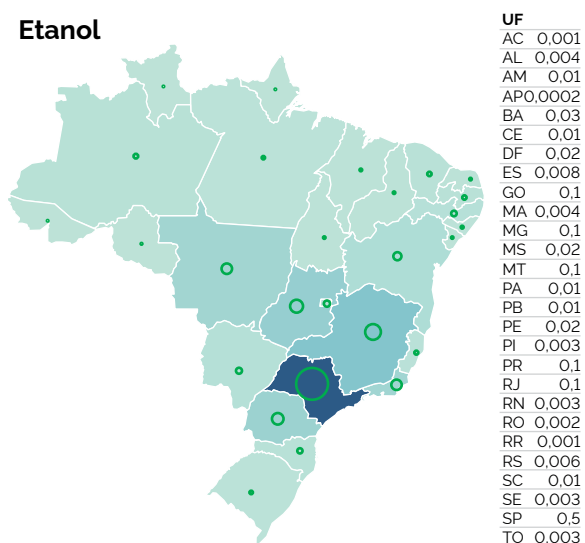
### Gasolina



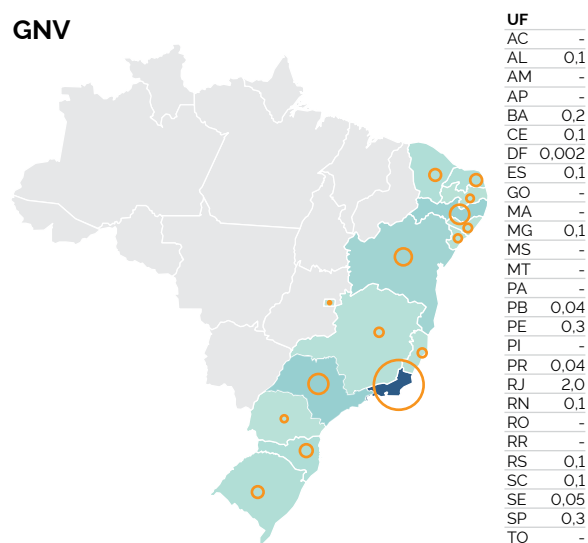
### Diesel



### Etanol



### GNV



## Apêndice B - Tabelas de evolução do consumo de combustível por categoria de veículos

**Tabela B.1 - Evolução do consumo anual de gasolina A e GNV por categoria de veículos**

| Ano  | Gasolina A (10³ m³)    |           |                        |           |                        |           | GNV<br>(10⁶ m³) |
|------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|-----------------|
|      | Automóveis             |           | Comerciais Leves       |           | Motocicletas           |           |                 |
|      | Dedidados à Gasolina C | Flex Fuel | Dedidados à Gasolina C | Flex Fuel | Dedidados à Gasolina C | Flex Fuel |                 |
| 1980 | 10.012                 | -         | 1.386                  | -         | 32                     | -         | -               |
| 1981 | 9.621                  | -         | 1.272                  | -         | 48                     | -         | -               |
| 1982 | 9.189                  | -         | 1.151                  | -         | 69                     | -         | -               |
| 1983 | 7.700                  | -         | 919                    | -         | 81                     | -         | -               |
| 1984 | 6.921                  | -         | 798                    | -         | 94                     | -         | -               |
| 1985 | 6.760                  | -         | 751                    | -         | 110                    | -         | -               |
| 1986 | 7.634                  | -         | 816                    | -         | 145                    | -         | -               |
| 1987 | 6.698                  | -         | 691                    | -         | 148                    | -         | -               |
| 1988 | 6.506                  | -         | 649                    | -         | 164                    | -         | 3               |
| 1989 | 7.339                  | -         | 728                    | -         | 205                    | -         | 2               |
| 1990 | 8.334                  | -         | 875                    | -         | 244                    | -         | 2               |
| 1991 | 8.963                  | -         | 1.017                  | -         | 264                    | -         | 2               |
| 1992 | 8.877                  | -         | 1.067                  | -         | 255                    | -         | -               |
| 1993 | 9.302                  | -         | 1.171                  | -         | 251                    | -         | 25              |
| 1994 | 10.171                 | -         | 1.319                  | -         | 249                    | -         | 46              |
| 1995 | 12.147                 | -         | 1.638                  | -         | 271                    | -         | 49              |
| 1996 | 14.114                 | -         | 2.042                  | -         | 302                    | -         | 36              |
| 1997 | 15.317                 | -         | 2.344                  | -         | 334                    | -         | 47              |
| 1998 | 16.029                 | -         | 2.516                  | -         | 377                    | -         | 132             |
| 1999 | 14.983                 | -         | 2.353                  | -         | 386                    | -         | 159             |
| 2000 | 14.494                 | -         | 2.244                  | -         | 411                    | -         | 313             |
| 2001 | 14.272                 | -         | 2.164                  | -         | 450                    | -         | 572             |
| 2002 | 13.660                 | -         | 2.006                  | -         | 480                    | -         | 980             |
| 2003 | 14.402                 | 4         | 2.062                  | 1         | 564                    | -         | 1.328           |
| 2004 | 14.824                 | 34        | 2.095                  | 6         | 652                    | -         | 1.580           |
| 2005 | 14.740                 | 127       | 2.038                  | 16        | 735                    | -         | 1.945           |
| 2006 | 15.368                 | 367       | 2.067                  | 36        | 915                    | -         | 2.307           |
| 2007 | 14.751                 | 687       | 1.924                  | 68        | 1.124                  | -         | 2.559           |
| 2008 | 14.426                 | 1.123     | 1.803                  | 121       | 1.409                  | -         | 2.453           |
| 2009 | 13.284                 | 2.342     | 1.583                  | 270       | 1.573                  | 4         | 2.106           |
| 2010 | 13.326                 | 5.414     | 1.511                  | 664       | 1.816                  | 30        | 2.008           |
| 2011 | 12.759                 | 9.627     | 1.373                  | 1.265     | 1.919                  | 119       | 1.972           |
| 2012 | 12.939                 | 13.345    | 1.319                  | 1.825     | 2.080                  | 249       | 1.942           |
| 2013 | 11.710                 | 14.521    | 1.127                  | 2.016     | 1.982                  | 323       | 1.872           |
| 2014 | 11.036                 | 16.597    | 999                    | 2.356     | 1.945                  | 419       | 1.812           |
| 2015 | 9.851                  | 15.137    | 835                    | 2.170     | 1.786                  | 422       | 1.764           |
| 2016 | 9.047                  | 17.035    | 720                    | 2.418     | 1.682                  | 500       | 1.810           |
| 2017 | 8.429                  | 18.436    | 630                    | 2.576     | 1.610                  | 545       | 1.971           |
| 2018 | 7.500                  | 15.866    | 524                    | 2.165     | 1.471                  | 465       | 2.212           |
| 2019 | 7.100                  | 16.225    | 463                    | 2.148     | 1.436                  | 476       | 2.285           |
| 2020 | 5.965                  | 16.009    | 362                    | 2.068     | 1.248                  | 477       | 1.885           |
| 2021 | 5.716                  | 18.450    | 323                    | 2.355     | 1.245                  | 570       | 2.168           |
| 2022 | 5.609                  | 20.836    | 297                    | 2.634     | 1.286                  | 678       | 2.263           |
| 2023 | 5.486                  | 22.687    | 282                    | 2.885     | 1.345                  | 787       | 1.957           |
| 2024 | 5.132                  | 21.634    | 277                    | 2.839     | 1.367                  | 816       | 1.635           |

**Tabela B.2 - Evolução do consumo anual de etanol por categoria de veículos (10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>)**

| Ano  | Etanol Anidro        |           |         |                      |           |         |                      |           | Etanol Hidratado           |           |                            |           |                |
|------|----------------------|-----------|---------|----------------------|-----------|---------|----------------------|-----------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|----------------|
|      | Automóveis           |           |         | Comerciais Leves     |           |         | Motocicletas         |           | Automóveis                 |           | Comerciais Leves           |           | Moto-ciclistas |
|      | Dedidos à Gasolina C | Flex Fuel | Híbrido | Dedidos à Gasolina C | Flex Fuel | Híbrido | Dedidos à Gasolina C | Flex Fuel | Dedidos a Etanol Hidratado | Flex Fuel | Dedidos a Etanol Hidratado | Flex Fuel | Flex Fuel      |
| 1980 | 1973                 | -         | -       | 273                  | -         | -       | 6                    | -         | 402                        | -         | 27                         | -         | -              |
| 1981 | 1.008                | -         | -       | 133                  | -         | -       | 5                    | -         | 1.309                      | -         | 83                         | -         | -              |
| 1982 | 1.784                | -         | -       | 223                  | -         | -       | 13                   | -         | 1.565                      | -         | 109                        | -         | -              |
| 1983 | 1.944                | -         | -       | 232                  | -         | -       | 20                   | -         | 2.738                      | -         | 212                        | -         | -              |
| 1984 | 1.844                | -         | -       | 213                  | -         | -       | 25                   | -         | 4.199                      | -         | 376                        | -         | -              |
| 1985 | 1.881                | -         | -       | 209                  | -         | -       | 31                   | -         | 5.519                      | -         | 569                        | -         | -              |
| 1986 | 2.169                | -         | -       | 232                  | -         | -       | 41                   | -         | 7.552                      | -         | 845                        | -         | -              |
| 1987 | 1.898                | -         | -       | 196                  | -         | -       | 42                   | -         | 7.950                      | -         | 969                        | -         | -              |
| 1988 | 1.747                | -         | -       | 174                  | -         | -       | 44                   | -         | 8.631                      | -         | 1.129                      | -         | -              |
| 1989 | 1.439                | -         | -       | 143                  | -         | -       | 40                   | -         | 9.746                      | -         | 1.322                      | -         | -              |
| 1990 | 1.074                | -         | -       | 113                  | -         | -       | 31                   | -         | 8.982                      | -         | 1.230                      | -         | -              |
| 1991 | 1.441                | -         | -       | 164                  | -         | -       | 42                   | -         | 9.019                      | -         | 1.232                      | -         | -              |
| 1992 | 1.937                | -         | -       | 233                  | -         | -       | 56                   | -         | 8.256                      | -         | 1.131                      | -         | -              |
| 1993 | 2.108                | -         | -       | 265                  | -         | -       | 57                   | -         | 8.504                      | -         | 1.171                      | -         | -              |
| 1994 | 2.708                | -         | -       | 351                  | -         | -       | 66                   | -         | 8.579                      | -         | 1.181                      | -         | -              |
| 1995 | 2.914                | -         | -       | 393                  | -         | -       | 65                   | -         | 8.754                      | -         | 1.192                      | -         | -              |
| 1996 | 3.477                | -         | -       | 503                  | -         | -       | 74                   | -         | 8.634                      | -         | 1.151                      | -         | -              |
| 1997 | 4.268                | -         | -       | 653                  | -         | -       | 93                   | -         | 7.353                      | -         | 952                        | -         | -              |
| 1998 | 4.521                | -         | -       | 710                  | -         | -       | 106                  | -         | 6.857                      | -         | 860                        | -         | -              |
| 1999 | 5.074                | -         | -       | 797                  | -         | -       | 131                  | -         | 6.289                      | -         | 762                        | -         | -              |
| 2000 | 4.822                | -         | -       | 747                  | -         | -       | 137                  | -         | 4.874                      | -         | 569                        | -         | -              |
| 2001 | 5.078                | -         | -       | 770                  | -         | -       | 160                  | -         | 3.825                      | -         | 432                        | -         | -              |
| 2002 | 6.134                | -         | -       | 901                  | -         | -       | 215                  | -         | 3.909                      | -         | 434                        | -         | -              |
| 2003 | 6.136                | 2         | -       | 879                  | 0         | -       | 240                  | -         | 3.352                      | 37        | 365                        | 8         | -              |
| 2004 | 6.272                | 14        | -       | 886                  | 3         | -       | 276                  | -         | 3.945                      | 403       | 411                        | 76        | -              |
| 2005 | 6.376                | 55        | -       | 882                  | 7         | -       | 318                  | -         | 3.626                      | 1.482     | 360                        | 188       | -              |
| 2006 | 4.262                | 102       | -       | 573                  | 10        | -       | 254                  | -         | 3.127                      | 3.343     | 298                        | 326       | -              |
| 2007 | 4.951                | 230       | -       | 646                  | 23        | -       | 377                  | -         | 2.921                      | 6.558     | 269                        | 618       | -              |
| 2008 | 5.055                | 393       | -       | 632                  | 42        | -       | 494                  | -         | 2.683                      | 10.659    | 238                        | 1.087     | -              |
| 2009 | 4.428                | 781       | 0,01    | 528                  | 90        | -       | 524                  | 1         | 2.250                      | 12.658    | 193                        | 1.344     | 25             |
| 2010 | 4.155                | 1.688     | 0,01    | 471                  | 207       | -       | 566                  | 9         | 2.028                      | 12.505    | 168                        | 1.391     | 72             |
| 2011 | 3.977                | 3.001     | 0,04    | 428                  | 394       | -       | 598                  | 37        | 1.751                      | 9.107     | 140                        | 1.101     | 118            |
| 2012 | 3.161                | 3.261     | 0,07    | 322                  | 446       | -       | 508                  | 61        | 1.512                      | 8.427     | 117                        | 1.079     | 164            |
| 2013 | 3.580                | 4.440     | 0,16    | 345                  | 616       | -       | 606                  | 99        | 1.296                      | 10.199    | 96                         | 1.345     | 234            |
| 2014 | 3.645                | 5.482     | 0,35    | 330                  | 778       | 0,01    | 642                  | 138       | 1.130                      | 10.982    | 81                         | 1.496     | 284            |
| 2015 | 3.568                | 5.483     | 1       | 303                  | 786       | 0,01    | 647                  | 153       | 944                        | 15.235    | 65                         | 2.113     | 432            |
| 2016 | 3.198                | 6.021     | 1       | 254                  | 855       | 0,01    | 595                  | 177       | 797                        | 12.624    | 52                         | 1.745     | 377            |
| 2017 | 3.157                | 6.905     | 1       | 236                  | 965       | 0,01    | 603                  | 204       | 707                        | 11.798    | 43                         | 1.611     | 354            |
| 2018 | 2.736                | 5.788     | 2       | 191                  | 790       | 0,02    | 537                  | 170       | 591                        | 16.761    | 34                         | 2.239     | 498            |
| 2019 | 2.690                | 6.146     | 5       | 175                  | 814       | 0,02    | 544                  | 180       | 541                        | 19.552    | 29                         | 2.543     | 581            |
| 2020 | 2.231                | 5.986     | 8       | 135                  | 773       | 0,02    | 467                  | 178       | 438                        | 16.739    | 22                         | 2.130     | 505            |
| 2021 | 2.198                | 7.095     | 16      | 124                  | 905       | 0,05    | 479                  | 219       | 410                        | 14.793    | 19                         | 1.856     | 463            |
| 2022 | 2.178                | 8.089     | 30      | 115                  | 1.022     | 0,08    | 499                  | 263       | 393                        | 14.293    | 17                         | 1.771     | 471            |
| 2023 | 2.099                | 8.679     | 49      | 108                  | 1.104     | 0,14    | 515                  | 301       | 376                        | 15.285    | 15                         | 1.903     | 539            |
| 2024 | 1.966                | 8.285     | 77      | 106                  | 1.087     | 0,48    | 523                  | 313       | 349                        | 19.897    | 13                         | 2.552     | 763            |



**Tabela B.3 - Evolução do consumo anual de diesel de petróleo por categoria de veículos (10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>)**

| Ano  | Diesel de Petróleo |                  |               |              |                   |                     |                 |                  |                       |                   |
|------|--------------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|
|      | Automóveis         | Comerciais Leves | Ônibus Urbano | Micro-ônibus | Ônibus Rodoviário | Caminhões Semileves | Caminhões Leves | Caminhões Médios | Caminhões Semipesados | Caminhões Pesados |
| 1980 | 9                  | 67               | 2.440         | 89           | 335               | -                   | 1.531           | 4.190            | 4.643                 | -                 |
| 1981 | 8                  | 105              | 2.327         | 92           | 323               | -                   | 1.508           | 4.127            | 4.593                 | -                 |
| 1982 | 9                  | 165              | 2.322         | 98           | 328               | -                   | 1.543           | 4.160            | 4.683                 | -                 |
| 1983 | 9                  | 207              | 2.200         | 97           | 316               | 0,3                 | 1.517           | 3.935            | 4.474                 | 19                |
| 1984 | 9                  | 250              | 2.222         | 102          | 326               | 2                   | 1.623           | 3.978            | 4.601                 | 70                |
| 1985 | 9                  | 288              | 2.232         | 106          | 333               | 6                   | 1.756           | 4.005            | 4.770                 | 149               |
| 1986 | 11                 | 358              | 2.518         | 122          | 381               | 17                  | 2.159           | 4.496            | 5.590                 | 286               |
| 1987 | 12                 | 393              | 2.604         | 125          | 396               | 29                  | 2.361           | 4.516            | 5.954                 | 433               |
| 1988 | 13                 | 424              | 2.677         | 126          | 408               | 36                  | 2.438           | 4.360            | 6.149                 | 587               |
| 1989 | 15                 | 486              | 2.826         | 132          | 432               | 44                  | 2.588           | 4.344            | 6.545                 | 721               |
| 1990 | 16                 | 532              | 2.844         | 130          | 438               | 51                  | 2.615           | 4.237            | 6.557                 | 847               |
| 1991 | 17                 | 585              | 3.072         | 132          | 470               | 58                  | 2.702           | 4.319            | 6.650                 | 1.043             |
| 1992 | 19                 | 620              | 3.289         | 132          | 500               | 61                  | 2.713           | 4.259            | 6.596                 | 1.200             |
| 1993 | 23                 | 676              | 3.456         | 131          | 525               | 63                  | 2.742           | 4.228            | 6.605                 | 1.448             |
| 1994 | 28                 | 764              | 3.618         | 129          | 551               | 64                  | 2.824           | 4.257            | 6.712                 | 1.848             |
| 1995 | 32                 | 859              | 3.898         | 130          | 590               | 65                  | 2.949           | 4.378            | 6.910                 | 2.334             |
| 1996 | 33                 | 926              | 4.177         | 130          | 628               | 65                  | 3.019           | 4.445            | 7.008                 | 2.730             |
| 1997 | 39                 | 1.027            | 4.477         | 145          | 675               | 65                  | 3.143           | 4.572            | 7.281                 | 3.180             |
| 1998 | 49                 | 1.153            | 4.717         | 180          | 718               | 65                  | 3.256           | 4.683            | 7.589                 | 3.635             |
| 1999 | 55                 | 1.234            | 4.704         | 227          | 730               | 67                  | 3.278           | 4.626            | 7.678                 | 3.897             |
| 2000 | 61                 | 1.340            | 4.702         | 331          | 756               | 81                  | 3.404           | 4.632            | 7.974                 | 4.231             |
| 2001 | 66                 | 1.437            | 4.667         | 467          | 780               | 106                 | 3.516           | 4.582            | 8.216                 | 4.535             |
| 2002 | 67                 | 1.536            | 4.684         | 623          | 817               | 148                 | 3.665           | 4.601            | 8.519                 | 4.910             |
| 2003 | 60                 | 1.496            | 4.343         | 751          | 795               | 178                 | 3.519           | 4.276            | 8.197                 | 4.984             |
| 2004 | 59                 | 1.593            | 4.416         | 934          | 846               | 220                 | 3.705           | 4.344            | 8.771                 | 5.700             |
| 2005 | 64                 | 1.584            | 4.184         | 992          | 839               | 249                 | 3.622           | 4.093            | 8.769                 | 6.032             |
| 2006 | 83                 | 1.609            | 4.155         | 1.046        | 850               | 285                 | 3.611           | 3.957            | 8.895                 | 6.355             |
| 2007 | 113                | 1.674            | 4.367         | 1.135        | 886               | 331                 | 3.702           | 3.951            | 9.319                 | 6.925             |
| 2008 | 146                | 1.737            | 4.586         | 1.221        | 909               | 373                 | 3.749           | 3.893            | 9.829                 | 7.654             |
| 2009 | 164                | 1.710            | 4.451         | 1.214        | 852               | 379                 | 3.548           | 3.575            | 9.692                 | 7.796             |
| 2010 | 197                | 1.897            | 4.800         | 1.328        | 892               | 417                 | 3.776           | 3.671            | 10.753                | 8.928             |
| 2011 | 223                | 2.013            | 5.041         | 1.371        | 909               | 435                 | 3.856           | 3.586            | 11.521                | 9.846             |
| 2012 | 250                | 2.157            | 5.366         | 1.404        | 943               | 456                 | 3.985           | 3.543            | 12.316                | 10.660            |
| 2013 | 278                | 2.351            | 5.761         | 1.452        | 990               | 477                 | 4.162           | 3.545            | 13.146                | 11.653            |
| 2014 | 292                | 2.416            | 5.813         | 1.416        | 982               | 466                 | 4.093           | 3.369            | 13.235                | 12.060            |
| 2015 | 297                | 2.334            | 5.473         | 1.304        | 920               | 435                 | 3.835           | 3.078            | 12.554                | 11.545            |
| 2016 | 320                | 2.318            | 5.232         | 1.231        | 886               | 427                 | 3.714           | 2.910            | 12.148                | 11.218            |
| 2017 | 364                | 2.378            | 5.110         | 1.187        | 874               | 431                 | 3.681           | 2.825            | 12.027                | 11.253            |
| 2018 | 407                | 2.428            | 4.951         | 1.131        | 853               | 430                 | 3.580           | 2.721            | 11.747                | 11.338            |
| 2019 | 457                | 2.554            | 4.983         | 1.114        | 857               | 440                 | 3.538           | 2.707            | 11.784                | 12.011            |
| 2020 | 489                | 2.576            | 4.826         | 1.056        | 831               | 436                 | 3.369           | 2.610            | 11.490                | 12.348            |
| 2021 | 573                | 2.855            | 5.066         | 1.087        | 877               | 480                 | 3.541           | 2.782            | 12.459                | 14.102            |
| 2022 | 622                | 2.974            | 5.042         | 1.060        | 875               | 504                 | 3.507           | 2.805            | 12.813                | 15.312            |
| 2023 | 641                | 3.023            | 5.009         | 1.029        | 867               | 523                 | 3.398           | 2.758            | 12.894                | 16.049            |
| 2024 | 639                | 3.063            | 4.978         | 1.000        | 856               | 536                 | 3.257           | 2.682            | 12.866                | 16.554            |

**Tabela B.4 - Evolução do consumo anual de biodiesel por categoria de veículos (10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>)**

| Ano  | Biodiesel  |                  |               |              |                   |                     |                 |                  |                       |                   |
|------|------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|
|      | Automóveis | Comerciais Leves | Ônibus Urbano | Micro-ônibus | Ônibus Rodoviário | Caminhões Semileves | Caminhões Leves | Caminhões Médios | Caminhões Semipesados | Caminhões Pesados |
| 2005 | 0,001      | 0,03             | 0,1           | 0,02         | 0,02              | 0,004               | 0,1             | 0,1              | 0,2                   | 0,1               |
| 2006 | 0,1        | 3                | 7             | 2            | 1                 | 0,5                 | 6               | 7                | 15                    | 11                |
| 2007 | 1          | 16               | 42            | 11           | 9                 | 3                   | 36              | 38               | 90                    | 67                |
| 2008 | 4          | 45               | 118           | 31           | 23                | 10                  | 97              | 100              | 253                   | 197               |
| 2009 | 6          | 64               | 166           | 45           | 32                | 14                  | 133             | 134              | 362                   | 291               |
| 2010 | 10         | 95               | 240           | 66           | 45                | 21                  | 189             | 183              | 537                   | 446               |
| 2011 | 11         | 103              | 258           | 70           | 47                | 22                  | 197             | 184              | 590                   | 504               |
| 2012 | 13         | 112              | 280           | 73           | 49                | 24                  | 208             | 185              | 642                   | 556               |
| 2013 | 14         | 122              | 298           | 75           | 51                | 25                  | 215             | 183              | 680                   | 603               |
| 2014 | 17         | 144              | 346           | 84           | 58                | 28                  | 244             | 200              | 788                   | 718               |
| 2015 | 22         | 172              | 403           | 96           | 68                | 32                  | 282             | 226              | 924                   | 849               |
| 2016 | 24         | 174              | 394           | 93           | 67                | 32                  | 280             | 219              | 914                   | 844               |
| 2017 | 31         | 200              | 431           | 100          | 74                | 36                  | 310             | 238              | 1.014                 | 948               |
| 2018 | 44         | 261              | 532           | 122          | 92                | 46                  | 385             | 292              | 1.262                 | 1.218             |
| 2019 | 53         | 295              | 575           | 128          | 99                | 51                  | 408             | 312              | 1.359                 | 1.385             |
| 2020 | 62         | 326              | 610           | 133          | 105               | 55                  | 426             | 330              | 1.452                 | 1.561             |
| 2021 | 71         | 352              | 625           | 134          | 108               | 59                  | 437             | 343              | 1.537                 | 1.740             |
| 2022 | 69         | 330              | 560           | 118          | 97                | 56                  | 390             | 312              | 1.424                 | 1.701             |
| 2023 | 84         | 394              | 653           | 134          | 113               | 68                  | 443             | 360              | 1.681                 | 2.093             |
| 2024 | 99         | 474              | 770           | 155          | 132               | 83                  | 504             | 415              | 1.991                 | 2.562             |

## Apêndice C - Tabelas de emissões por categoria de veículos e tipo de combustível

**Tabela C.1 - Emissões de CO por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)**

| Ano  | Automóveis |                  |         |            |                  | Comerciais Leves Otto |                  |         |            |                  | Motocicletas |            |                  |
|------|------------|------------------|---------|------------|------------------|-----------------------|------------------|---------|------------|------------------|--------------|------------|------------------|
|      | Gasolina C | Etanol Hidratado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C            | Etanol Hidratado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C   | Flex       |                  |
|      |            |                  |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |                       |                  |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |              | Gasolina C | Etanol Hidratado |
| 1980 | 3.967.834  | 52.198           | -       | -          | -                | 480.688               | 3.557            | -       | -          | -                | 37.225       | -          | -                |
| 1981 | 3.526.274  | 175.315          | -       | -          | -                | 407.891               | 11.092           | -       | -          | -                | 52.256       | -          | -                |
| 1982 | 3.653.985  | 211.733          | -       | -          | -                | 400.814               | 14.771           | -       | -          | -                | 80.452       | -          | -                |
| 1983 | 3.228.343  | 383.527          | -       | -          | -                | 337.368               | 28.549           | -       | -          | -                | 98.948       | -          | -                |
| 1984 | 2.954.160  | 606.488          | -       | -          | -                | 297.591               | 50.034           | -       | -          | -                | 115.697      | -          | -                |
| 1985 | 2.933.206  | 815.180          | -       | -          | -                | 284.040               | 74.880           | -       | -          | -                | 137.053      | -          | -                |
| 1986 | 3.348.204  | 1.132.529        | -       | -          | -                | 311.346               | 110.443          | -       | -          | -                | 181.665      | -          | -                |
| 1987 | 2.950.639  | 1.201.806        | -       | -          | -                | 263.377               | 125.641          | -       | -          | -                | 185.045      | -          | -                |
| 1988 | 2.842.716  | 1.301.098        | -       | -          | -                | 243.605               | 143.852          | -       | -          | -                | 203.409      | -          | -                |
| 1989 | 3.001.101  | 1.457.400        | -       | -          | -                | 249.944               | 164.925          | -       | -          | -                | 239.485      | -          | -                |
| 1990 | 3.126.089  | 1.345.910        | -       | -          | -                | 259.452               | 152.814          | -       | -          | -                | 269.082      | -          | -                |
| 1991 | 3.306.988  | 1.353.833        | -       | -          | -                | 276.727               | 152.410          | -       | -          | -                | 299.202      | -          | -                |
| 1992 | 3.243.392  | 1.216.157        | -       | -          | -                | 274.263               | 135.291          | -       | -          | -                | 303.502      | -          | -                |
| 1993 | 3.135.926  | 1.206.766        | -       | -          | -                | 270.116               | 132.210          | -       | -          | -                | 300.291      | -          | -                |
| 1994 | 3.099.392  | 1.176.533        | -       | -          | -                | 274.900               | 126.584          | -       | -          | -                | 308.099      | -          | -                |
| 1995 | 3.046.204  | 1.181.038        | -       | -          | -                | 288.449               | 124.027          | -       | -          | -                | 327.937      | -          | -                |
| 1996 | 2.985.716  | 1.158.557        | -       | -          | -                | 313.277               | 117.855          | -       | -          | -                | 367.002      | -          | -                |
| 1997 | 2.769.931  | 982.636          | -       | -          | -                | 322.097               | 96.314           | -       | -          | -                | 417.270      | -          | -                |
| 1998 | 2.446.782  | 912.180          | -       | -          | -                | 299.201               | 85.960           | -       | -          | -                | 471.775      | -          | -                |
| 1999 | 2.080.317  | 830.599          | -       | -          | -                | 255.941               | 75.069           | -       | -          | -                | 504.542      | -          | -                |
| 2000 | 1.752.330  | 637.002          | -       | -          | -                | 216.388               | 55.095           | -       | -          | -                | 534.645      | -          | -                |
| 2001 | 1.521.034  | 493.174          | -       | -          | -                | 188.507               | 40.733           | -       | -          | -                | 595.519      | -          | -                |
| 2002 | 1.344.496  | 491.249          | -       | -          | -                | 167.228               | 38.733           | -       | -          | -                | 678.841      | -          | -                |
| 2003 | 1.218.290  | 407.326          | -       | 28         | 134              | 151.776               | 30.638           | -       | 7          | 31               | 720.248      | -          | -                |
| 2004 | 1.107.796  | 462.360          | -       | 217        | 1.476            | 138.188               | 33.121           | -       | 42         | 281              | 711.930      | -          | -                |
| 2005 | 999.797    | 409.037          | -       | 916        | 5.297            | 124.183               | 27.888           | -       | 116        | 705              | 689.945      | -          | -                |
| 2006 | 860.728    | 342.723          | 0,002   | 2.702      | 13.054           | 105.665               | 22.260           | 0,01    | 254        | 1.163            | 625.774      | -          | -                |
| 2007 | 815.016    | 313.161          | 0,01    | 5.744      | 27.904           | 98.335                | 19.398           | 0,02    | 515        | 2.175            | 624.343      | -          | -                |
| 2008 | 764.490    | 280.782          | 0,04    | 10.036     | 48.981           | 90.009                | 16.607           | 0,04    | 916        | 3.840            | 613.946      | -          | -                |
| 2009 | 662.082    | 229.239          | 0,1     | 20.594     | 61.755           | 75.571                | 12.968           | 0,04    | 1.835      | 4.906            | 549.206      | 188        | 393              |
| 2010 | 625.409    | 200.333          | 0,2     | 46.048     | 64.099           | 68.730                | 10.866           | 0,1     | 4.027      | 5.430            | 525.467      | 1.226      | 1.118            |
| 2011 | 572.894    | 167.228          | 1       | 83.350     | 48.739           | 60.309                | 8.697            | 0,1     | 7.450      | 4.657            | 480.880      | 4.981      | 2.028            |
| 2012 | 529.175    | 138.998          | 2       | 110.909    | 46.595           | 53.187                | 6.941            | 0,1     | 10.169     | 4.964            | 439.419      | 9.960      | 3.220            |
| 2013 | 487.864    | 114.118          | 3       | 127.202    | 57.657           | 46.655                | 5.477            | 0,1     | 11.897     | 6.566            | 398.037      | 13.304     | 5.004            |
| 2014 | 456.808    | 95.458           | 6       | 151.118    | 63.435           | 41.554                | 4.373            | 0,1     | 14.634     | 7.518            | 365.345      | 17.217     | 6.290            |
| 2015 | 408.168    | 76.683           | 10      | 145.139    | 90.415           | 35.354                | 3.339            | 0,2     | 14.643     | 10.784           | 319.625      | 17.762     | 9.843            |
| 2016 | 366.123    | 62.755           | 15      | 171.513    | 77.527           | 30.245                | 2.577            | 0,2     | 17.724     | 9.120            | 280.673      | 21.017     | 8.532            |
| 2017 | 342.234    | 54.751           | 23      | 199.120    | 75.106           | 27.002                | 2.102            | 0,3     | 20.658     | 8.629            | 256.779      | 23.427     | 7.810            |
| 2018 | 298.680    | 45.554           | 38      | 176.223    | 109.671          | 22.542                | 1.640            | 0,3     | 18.114     | 12.144           | 219.529      | 20.411     | 10.782           |
| 2019 | 282.184    | 42.073           | 73      | 189.410    | 131.326          | 20.397                | 1.420            | 0,4     | 19.132     | 14.066           | 203.158      | 21.937     | 12.392           |
| 2020 | 233.515    | 34.805           | 123     | 194.973    | 115.336          | 16.207                | 1.105            | 1       | 19.393     | 12.149           | 164.545      | 22.659     | 10.612           |
| 2021 | 223.978    | 33.437           | 235     | 238.419    | 105.282          | 14.943                | 999              | 1       | 23.533     | 11.012           | 153.975      | 28.062     | 9.614            |
| 2022 | 219.429    | 33.001           | 427     | 283.485    | 104.949          | 14.099                | 931              | 2       | 27.873     | 10.857           | 147.857      | 34.788     | 9.804            |
| 2023 | 213.195    | 32.489           | 788     | 320.998    | 115.363          | 13.243                | 867              | 3       | 31.713     | 11.756           | 142.206      | 41.534     | 11.341           |
| 2024 | 198.548    | 30.897           | 1.443   | 317.361    | 153.933          | 11.962                | 782              | 5       | 31.848     | 15.493           | 131.820      | 43.704     | 16.295           |

**Tabela C.2 - Emissões de CO por veículos movidos a diesel e GNV (t/ano)**

| Ano  | Diesel     |                  |               |              |                   |                     |                 |                  |                       |                   | GNV    |
|------|------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|--------|
|      | Automóveis | Comerciais Leves | Ônibus Urbano | Micro-ônibus | Ônibus Rodoviário | Caminhões Semileves | Caminhões Leves | Caminhões Médios | Caminhões Semipesados | Caminhões Pesados |        |
| 1980 | 24         | 176              | 16.947        | 467          | 2.325             | -                   | 10.630          | 29.332           | 32.254                | -                 | -      |
| 1981 | 24         | 274              | 16.158        | 483          | 2.246             | -                   | 10.474          | 28.885           | 31.910                | -                 | -      |
| 1982 | 25         | 430              | 16.125        | 515          | 2.277             | -                   | 10.717          | 29.122           | 32.535                | -                 | -      |
| 1983 | 24         | 542              | 15.275        | 511          | 2.196             | 2                   | 10.537          | 27.545           | 31.083                | 132               | -      |
| 1984 | 25         | 659              | 15.431        | 538          | 2.262             | 15                  | 11.270          | 27.845           | 31.967                | 488               | -      |
| 1985 | 26         | 765              | 15.496        | 559          | 2.312             | 42                  | 12.195          | 28.034           | 33.141                | 1.037             | -      |
| 1986 | 31         | 962              | 17.485        | 640          | 2.643             | 115                 | 14.989          | 31.473           | 38.836                | 1.989             | -      |
| 1987 | 34         | 1.068            | 18.084        | 655          | 2.753             | 198                 | 16.393          | 31.609           | 41.364                | 3.011             | -      |
| 1988 | 36         | 1.160            | 18.590        | 664          | 2.833             | 253                 | 16.933          | 30.515           | 42.717                | 4.076             | 20     |
| 1989 | 41         | 1.338            | 19.627        | 695          | 3.002             | 308                 | 17.971          | 30.406           | 45.474                | 5.011             | 13     |
| 1990 | 43         | 1.470            | 19.747        | 685          | 3.039             | 354                 | 18.157          | 29.658           | 45.551                | 5.886             | 13     |
| 1991 | 48         | 1.626            | 21.331        | 696          | 3.265             | 407                 | 18.766          | 30.228           | 46.200                | 7.250             | 13     |
| 1992 | 53         | 1.731            | 22.842        | 693          | 3.469             | 426                 | 18.838          | 29.813           | 45.828                | 8.333             | 0      |
| 1993 | 63         | 1.891            | 24.000        | 688          | 3.646             | 436                 | 19.044          | 29.594           | 45.891                | 10.058            | 168    |
| 1994 | 78         | 2.133            | 25.121        | 680          | 3.823             | 447                 | 19.608          | 29.796           | 46.634                | 12.836            | 309    |
| 1995 | 87         | 2.396            | 27.066        | 681          | 4.097             | 455                 | 20.477          | 30.643           | 48.004                | 16.214            | 329    |
| 1996 | 91         | 2.582            | 29.004        | 682          | 4.363             | 450                 | 20.967          | 31.110           | 48.685                | 18.964            | 242    |
| 1997 | 106        | 2.855            | 31.088        | 762          | 4.688             | 451                 | 21.824          | 31.999           | 50.585                | 22.096            | 316    |
| 1998 | 132        | 3.181            | 32.756        | 946          | 4.985             | 450                 | 22.609          | 32.781           | 52.725                | 25.253            | 887    |
| 1999 | 149        | 3.378            | 32.665        | 1.194        | 5.070             | 467                 | 22.765          | 32.383           | 53.344                | 27.074            | 1.068  |
| 2000 | 165        | 3.672            | 32.512        | 1.739        | 5.221             | 553                 | 23.540          | 32.338           | 55.158                | 29.224            | 2.103  |
| 2001 | 180        | 3.965            | 32.010        | 2.455        | 5.338             | 710                 | 24.125          | 31.829           | 56.379                | 30.997            | 3.844  |
| 2002 | 184        | 4.227            | 31.401        | 3.273        | 5.440             | 893                 | 24.627          | 31.503           | 57.272                | 32.529            | 6.586  |
| 2003 | 164        | 4.066            | 28.061        | 3.945        | 5.072             | 959                 | 22.901          | 28.625           | 53.239                | 31.266            | 8.924  |
| 2004 | 160        | 4.445            | 27.437        | 4.907        | 5.171             | 1.097               | 23.332          | 28.440           | 54.623                | 33.478            | 10.618 |
| 2005 | 193        | 4.683            | 24.911        | 5.215        | 4.901             | 1.160               | 22.058          | 26.192           | 52.222                | 33.310            | 13.068 |
| 2006 | 288        | 4.985            | 23.639        | 5.508        | 4.763             | 1.306               | 21.491          | 24.873           | 51.109                | 33.411            | 15.500 |
| 2007 | 450        | 5.539            | 23.779        | 6.021        | 4.787             | 1.558               | 21.795          | 24.587           | 51.991                | 34.665            | 17.196 |
| 2008 | 612        | 6.053            | 24.342        | 6.331        | 4.739             | 1.755               | 21.890          | 23.946           | 53.339                | 36.177            | 16.482 |
| 2009 | 673        | 6.057            | 23.068        | 5.963        | 4.270             | 1.737               | 20.356          | 21.466           | 50.865                | 35.166            | 14.153 |
| 2010 | 791        | 6.783            | 24.155        | 6.359        | 4.284             | 1.894               | 21.051          | 21.489           | 54.245                | 38.224            | 13.491 |
| 2011 | 857        | 7.054            | 24.178        | 6.464        | 4.096             | 1.934               | 20.444          | 20.205           | 55.383                | 39.441            | 13.252 |
| 2012 | 878        | 7.055            | 23.696        | 6.287        | 3.950             | 1.914               | 19.833          | 19.085           | 55.227                | 39.918            | 13.049 |
| 2013 | 867        | 6.899            | 22.575        | 5.905        | 3.826             | 1.847               | 19.168          | 18.072           | 53.310                | 39.722            | 12.580 |
| 2014 | 827        | 6.498            | 20.504        | 5.281        | 3.550             | 1.705               | 17.697          | 16.340           | 49.155                | 37.953            | 12.173 |
| 2015 | 765        | 5.900            | 17.985        | 4.572        | 3.183             | 1.539               | 15.952          | 14.403           | 44.126                | 34.893            | 11.857 |
| 2016 | 731        | 5.495            | 16.213        | 4.079        | 2.937             | 1.446               | 14.937          | 13.178           | 41.072                | 32.972            | 12.166 |
| 2017 | 729        | 5.304            | 15.097        | 3.757        | 2.804             | 1.411               | 14.504          | 12.514           | 39.658                | 32.347            | 13.245 |
| 2018 | 728        | 5.109            | 14.036        | 3.429        | 2.671             | 1.369               | 14.026          | 11.875           | 38.101                | 31.865            | 14.863 |
| 2019 | 726        | 4.935            | 13.175        | 3.133        | 2.554             | 1.329               | 13.613          | 11.359           | 36.755                | 31.725            | 15.352 |
| 2020 | 695        | 4.591            | 11.916        | 2.757        | 2.349             | 1.250               | 12.762          | 10.513           | 34.415                | 30.531            | 12.667 |
| 2021 | 727        | 4.642            | 11.659        | 2.616        | 2.332             | 1.277               | 12.986          | 10.569           | 35.115                | 32.128            | 14.570 |
| 2022 | 700        | 4.347            | 10.701        | 2.317        | 2.167             | 1.214               | 12.359          | 9.942            | 33.478                | 31.740            | 15.207 |
| 2023 | 666        | 4.070            | 9.806         | 2.046        | 2.034             | 1.167               | 11.826          | 9.367            | 32.085                | 31.079            | 13.152 |
| 2024 | 626        | 3.780            | 8.762         | 1.754        | 1.878             | 1.117               | 11.167          | 8.671            | 30.364                | 29.653            | 10.988 |

**Tabela C.3 - Emissões de NO<sub>x</sub> por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)**

| Ano  | Automóveis |                  |         |            |                  | Comerciais Leves Otto |                  |         |            |                  | Motocicletas |            |                  |
|------|------------|------------------|---------|------------|------------------|-----------------------|------------------|---------|------------|------------------|--------------|------------|------------------|
|      | Gasolina C | Etanol Hidratado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C            | Etanol Hidratado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C   | Flex       |                  |
|      |            |                  |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |                       |                  |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |              | Gasolina C | Etanol Hidratado |
| 1980 | 149.336    | 2.852            | -       | -          | -                | 17.891                | 161              | -       | -          | -                | 189          | -          | -                |
| 1981 | 132.436    | 9.297            | -       | -          | -                | 15.152                | 487              | -       | -          | -                | 265          | -          | -                |
| 1982 | 136.730    | 11.108           | -       | -          | -                | 14.813                | 645              | -       | -          | -                | 408          | -          | -                |
| 1983 | 120.221    | 20.128           | -       | -          | -                | 12.413                | 1.247            | -       | -          | -                | 502          | -          | -                |
| 1984 | 109.390    | 33.251           | -       | -          | -                | 10.890                | 2.217            | -       | -          | -                | 587          | -          | -                |
| 1985 | 107.996    | 47.070           | -       | -          | -                | 10.354                | 3.352            | -       | -          | -                | 696          | -          | -                |
| 1986 | 122.917    | 72.363           | -       | -          | -                | 11.329                | 4.981            | -       | -          | -                | 922          | -          | -                |
| 1987 | 108.249    | 84.106           | -       | -          | -                | 9.615                 | 5.710            | -       | -          | -                | 939          | -          | -                |
| 1988 | 104.454    | 94.802           | -       | -          | -                | 9.011                 | 6.656            | -       | -          | -                | 1.033        | -          | -                |
| 1989 | 112.466    | 107.197          | -       | -          | -                | 9.721                 | 7.790            | -       | -          | -                | 1.216        | -          | -                |
| 1990 | 123.102    | 98.266           | -       | -          | -                | 11.299                | 7.249            | -       | -          | -                | 1.366        | -          | -                |
| 1991 | 138.890    | 98.401           | -       | -          | -                | 13.588                | 7.259            | -       | -          | -                | 1.519        | -          | -                |
| 1992 | 142.645    | 88.423           | -       | -          | -                | 14.787                | 6.666            | -       | -          | -                | 1.541        | -          | -                |
| 1993 | 144.646    | 88.225           | -       | -          | -                | 15.364                | 6.903            | -       | -          | -                | 1.524        | -          | -                |
| 1994 | 153.456    | 86.760           | -       | -          | -                | 16.231                | 6.960            | -       | -          | -                | 1.564        | -          | -                |
| 1995 | 163.685    | 87.445           | -       | -          | -                | 17.778                | 7.023            | -       | -          | -                | 1.665        | -          | -                |
| 1996 | 174.230    | 85.899           | -       | -          | -                | 20.447                | 6.780            | -       | -          | -                | 1.863        | -          | -                |
| 1997 | 174.366    | 73.012           | -       | -          | -                | 22.254                | 5.608            | -       | -          | -                | 2.118        | -          | -                |
| 1998 | 164.815    | 67.970           | -       | -          | -                | 21.476                | 5.064            | -       | -          | -                | 2.395        | -          | -                |
| 1999 | 148.645    | 62.112           | -       | -          | -                | 18.998                | 4.485            | -       | -          | -                | 2.561        | -          | -                |
| 2000 | 132.923    | 47.848           | -       | -          | -                | 16.641                | 3.341            | -       | -          | -                | 2.714        | -          | -                |
| 2001 | 122.387    | 37.219           | -       | -          | -                | 15.108                | 2.506            | -       | -          | -                | 3.023        | -          | -                |
| 2002 | 114.320    | 37.267           | -       | -          | -                | 13.901                | 2.434            | -       | -          | -                | 3.446        | -          | -                |
| 2003 | 109.202    | 31.080           | -       | 2          | 36               | 12.990                | 1.971            | -       | 1          | 8                | 4.181        | -          | -                |
| 2004 | 104.312    | 35.498           | -       | 25         | 417              | 12.161                | 2.167            | -       | 5          | 79               | 5.279        | -          | -                |
| 2005 | 98.358     | 31.608           | -       | 106        | 1.362            | 11.244                | 1.859            | -       | 13         | 184              | 6.459        | -          | -                |
| 2006 | 87.925     | 26.662           | 0,0004  | 276        | 2.497            | 9.847                 | 1.512            | 0,003   | 30         | 310              | 7.505        | -          | -                |
| 2007 | 85.975     | 24.536           | 0,002   | 544        | 4.261            | 9.373                 | 1.342            | 0,01    | 60         | 549              | 9.700        | -          | -                |
| 2008 | 82.924     | 22.172           | 0,01    | 912        | 6.371            | 8.723                 | 1.171            | 0,01    | 105        | 824              | 11.755       | -          | -                |
| 2009 | 73.424     | 18.261           | 0,01    | 1.860      | 6.832            | 7.437                 | 933              | 0,01    | 215        | 853              | 12.060       | 13         | 45               |
| 2010 | 70.512     | 16.118           | 0,0     | 4.311      | 6.371            | 6.858                 | 799              | 0,01    | 500        | 755              | 12.680       | 85         | 128              |
| 2011 | 65.353     | 13.585           | 0,1     | 8.101      | 4.562            | 6.092                 | 654              | 0,01    | 948        | 516              | 12.580       | 370        | 204              |
| 2012 | 60.853     | 11.406           | 0,2     | 11.021     | 4.141            | 5.433                 | 536              | 0,01    | 1.314      | 467              | 12.341       | 710        | 261              |
| 2013 | 56.357     | 9.453            | 0,3     | 12.904     | 4.913            | 4.819                 | 435              | 0,01    | 1.572      | 569              | 11.846       | 908        | 339              |
| 2014 | 52.937     | 7.931            | 1       | 15.508     | 5.219            | 4.338                 | 357              | 0,02    | 1.896      | 619              | 11.460       | 1.172      | 386              |
| 2015 | 47.425     | 6.355            | 1       | 14.885     | 7.258            | 3.729                 | 280              | 0,02    | 1.808      | 872              | 10.465       | 1.178      | 558              |
| 2016 | 42.634     | 5.140            | 2       | 17.538     | 6.123            | 3.222                 | 221              | 0,02    | 2.088      | 738              | 9.456        | 1.357      | 473              |
| 2017 | 39.893     | 4.441            | 3       | 20.259     | 5.847            | 2.903                 | 182              | 0,03    | 2.362      | 700              | 8.865        | 1.476      | 437              |
| 2018 | 34.807     | 3.666            | 4       | 17.796     | 8.417            | 2.446                 | 142              | 0,03    | 2.038      | 981              | 7.785        | 1.226      | 599              |
| 2019 | 32.845     | 3.363            | 7       | 18.934     | 9.925            | 2.232                 | 121              | 0,04    | 2.128      | 1.127            | 7.403        | 1.239      | 679              |
| 2020 | 27.132     | 2.755            | 13      | 19.350     | 8.624            | 1.788                 | 92               | 0,05    | 2.135      | 958              | 6.166        | 1.216      | 575              |
| 2021 | 25.943     | 2.620            | 25      | 23.629     | 7.853            | 1.660                 | 80               | 0,1     | 2.569      | 858              | 5.942        | 1.446      | 519              |
| 2022 | 25.320     | 2.562            | 46      | 28.160     | 7.845            | 1.575                 | 72               | 0,1     | 3.027      | 844              | 5.866        | 1.691      | 517              |
| 2023 | 24.485     | 2.503            | 80      | 32.036     | 8.668            | 1.486                 | 65               | 0,2     | 3.409      | 915              | 5.789        | 1.950      | 572              |
| 2024 | 22.692     | 2.370            | 136     | 31.765     | 11.620           | 1.346                 | 58               | 0,5     | 3.363      | 1.212            | 5.555        | 2.024      | 774              |

**Tabela C.4 - Emissões de NO<sub>x</sub> por veículos movidos a diesel e GNV (t/ano)**

| Ano  | Diesel     |                  |               |              |                   |                     |                 |                  |                       |                   | GNV   |
|------|------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|-------|
|      | Automóveis | Comerciais Leves | Ônibus Urbano | Micro-ônibus | Ônibus Rodoviário | Caminhões Semileves | Caminhões Leves | Caminhões Médios | Caminhões Semipesados | Caminhões Pesados |       |
| 1980 | 193        | 1.504            | 97.489        | 1.438        | 13.377            | -                   | 61.148          | 168.735          | 185.549               | -                 | -     |
| 1981 | 188        | 2.357            | 92.950        | 1.487        | 12.918            | -                   | 60.251          | 166.169          | 183.567               | -                 | -     |
| 1982 | 196        | 3.693            | 92.763        | 1.586        | 13.101            | -                   | 61.651          | 167.527          | 187.165               | -                 | -     |
| 1983 | 193        | 4.632            | 87.875        | 1.573        | 12.633            | 14                  | 60.615          | 158.457          | 178.811               | 757               | -     |
| 1984 | 201        | 5.583            | 88.769        | 1.658        | 13.014            | 86                  | 64.834          | 160.182          | 183.894               | 2.810             | -     |
| 1985 | 210        | 6.429            | 89.146        | 1.723        | 13.303            | 243                 | 70.152          | 161.273          | 190.648               | 5.968             | -     |
| 1986 | 248        | 7.998            | 100.583       | 1.970        | 15.203            | 664                 | 86.229          | 181.056          | 223.409               | 11.442            | -     |
| 1987 | 270        | 8.788            | 104.031       | 2.019        | 15.837            | 1.140               | 94.305          | 181.835          | 237.954               | 17.321            | -     |
| 1988 | 293        | 9.470            | 106.942       | 2.045        | 16.299            | 1.453               | 97.410          | 175.544          | 245.738               | 23.448            | 10    |
| 1989 | 328        | 10.870           | 112.909       | 2.142        | 17.267            | 1.769               | 103.383         | 174.914          | 261.599               | 28.825            | 7     |
| 1990 | 350        | 11.889           | 113.598       | 2.111        | 17.482            | 2.036               | 104.452         | 170.615          | 262.043               | 33.859            | 7     |
| 1991 | 389        | 13.080           | 122.711       | 2.143        | 18.782            | 2.339               | 107.954         | 173.892          | 265.774               | 41.705            | 7     |
| 1992 | 423        | 13.859           | 131.402       | 2.135        | 19.954            | 2.449               | 108.367         | 171.504          | 263.632               | 47.940            | -     |
| 1993 | 513        | 15.119           | 138.065       | 2.120        | 20.975            | 2.506               | 109.551         | 170.244          | 263.996               | 57.863            | 87    |
| 1994 | 632        | 17.079           | 144.514       | 2.095        | 21.992            | 2.574               | 112.799         | 171.409          | 268.272               | 73.841            | 160   |
| 1995 | 706        | 19.193           | 155.700       | 2.097        | 23.568            | 2.615               | 117.796         | 176.279          | 276.151               | 93.273            | 171   |
| 1996 | 736        | 20.698           | 166.849       | 2.102        | 25.101            | 2.589               | 120.614         | 178.964          | 280.071               | 109.095           | 125   |
| 1997 | 862        | 22.964           | 178.841       | 2.348        | 26.969            | 2.592               | 125.544         | 184.081          | 291.002               | 127.113           | 164   |
| 1998 | 1.088      | 25.777           | 188.437       | 2.914        | 28.676            | 2.590               | 130.062         | 188.577          | 303.309               | 145.274           | 459   |
| 1999 | 1.237      | 27.582           | 187.910       | 3.677        | 29.167            | 2.686               | 130.960         | 186.291          | 306.870               | 155.750           | 553   |
| 2000 | 1.367      | 29.970           | 184.974       | 5.357        | 29.668            | 3.066               | 133.934         | 184.809          | 313.623               | 165.472           | 1.089 |
| 2001 | 1.479      | 32.189           | 178.110       | 7.560        | 29.628            | 3.660               | 134.344         | 179.414          | 313.681               | 170.543           | 1.991 |
| 2002 | 1.510      | 34.461           | 173.669       | 10.081       | 30.050            | 4.661               | 136.398         | 176.878          | 317.004               | 178.217           | 3.410 |
| 2003 | 1.349      | 33.585           | 156.778       | 12.152       | 28.373            | 5.312               | 128.061         | 161.680          | 297.761               | 174.505           | 4.621 |
| 2004 | 1.316      | 35.443           | 154.437       | 15.115       | 29.191            | 6.250               | 131.375         | 161.304          | 308.147               | 189.748           | 5.498 |
| 2005 | 1.383      | 34.671           | 140.932       | 16.063       | 27.826            | 6.709               | 124.774         | 148.933          | 296.399               | 190.633           | 6.767 |
| 2006 | 1.770      | 34.935           | 132.995       | 16.966       | 27.130            | 7.269               | 121.180         | 140.867          | 290.417               | 192.638           | 8.027 |
| 2007 | 2.322      | 36.174           | 131.400       | 18.544       | 27.287            | 8.039               | 121.524         | 137.643          | 294.246               | 201.406           | 8.905 |
| 2008 | 2.691      | 36.193           | 130.588       | 20.191       | 27.227            | 8.737               | 120.707         | 133.285          | 299.196               | 213.930           | 8.535 |
| 2009 | 2.698      | 33.453           | 120.337       | 20.215       | 24.927            | 8.580               | 111.269         | 119.625          | 283.094               | 210.433           | 7.329 |
| 2010 | 3.021      | 34.959           | 123.784       | 22.391       | 25.449            | 9.254               | 114.955         | 119.787          | 301.728               | 233.045           | 6.986 |
| 2011 | 3.178      | 34.390           | 122.554       | 23.201       | 24.809            | 9.365               | 112.171         | 112.702          | 305.618               | 245.565           | 6.863 |
| 2012 | 3.239      | 33.551           | 119.268       | 23.022       | 24.140            | 9.334               | 109.411         | 106.691          | 304.447               | 249.476           | 6.757 |
| 2013 | 3.206      | 32.429           | 112.861       | 22.108       | 23.246            | 9.168               | 106.394         | 101.483          | 298.538               | 247.750           | 6.515 |
| 2014 | 3.033      | 29.928           | 102.106       | 20.204       | 21.399            | 8.574               | 98.759          | 92.393           | 280.063               | 235.750           | 6.304 |
| 2015 | 2.808      | 26.785           | 89.224        | 17.863       | 19.089            | 7.810               | 89.176          | 81.903           | 254.669               | 216.349           | 6.140 |
| 2016 | 2.726      | 24.798           | 80.126        | 16.250       | 17.586            | 7.399               | 83.437          | 75.172           | 238.666               | 204.412           | 6.300 |
| 2017 | 2.787      | 23.854           | 74.417        | 15.258       | 16.777            | 7.279               | 80.937          | 71.550           | 231.856               | 200.749           | 6.859 |
| 2018 | 2.848      | 22.901           | 68.766        | 14.253       | 15.934            | 7.132               | 78.053          | 67.860           | 224.547               | 197.705           | 7.697 |
| 2019 | 2.917      | 22.142           | 64.334        | 13.405       | 15.222            | 7.028               | 75.448          | 64.641           | 218.767               | 197.432           | 7.950 |
| 2020 | 2.877      | 20.681           | 58.518        | 12.151       | 14.056            | 6.750               | 70.638          | 59.744           | 207.182               | 191.890           | 6.559 |
| 2021 | 3.088      | 20.990           | 57.541        | 11.869       | 14.043            | 7.092               | 72.007          | 60.198           | 214.257               | 204.362           | 7.545 |
| 2022 | 3.064      | 19.836           | 53.107        | 10.848       | 13.125            | 6.976               | 68.394          | 56.643           | 207.361               | 204.161           | 7.875 |
| 2023 | 2.995      | 18.785           | 48.722        | 9.947        | 12.291            | 6.910               | 65.270          | 53.340           | 200.270               | 200.997           | 6.811 |
| 2024 | 2.867      | 17.639           | 43.330        | 8.859        | 11.269            | 6.681               | 61.584          | 49.490           | 189.594               | 192.124           | 5.690 |

**Tabela C.5 - Emissões de MP de escapamento por veículos movidos à gasolina C (t/ano)**

| Ano  | Automóveis |                  |         |            |                  | Comerciais Leves Otto |                  |         |            |                  | Motocicletas |            |                  |
|------|------------|------------------|---------|------------|------------------|-----------------------|------------------|---------|------------|------------------|--------------|------------|------------------|
|      | Gasolina C | Etanol Hidratado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C            | Etanol Hidratado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C   | Flex       |                  |
|      |            |                  |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |                       |                  |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |              | Gasolina C | Etanol Hidratado |
| 1980 | 256        | 4                | -       | -          | -                | 31                    | 0,3              | -       | -          | -                | 54           | -          | -                |
| 1981 | 227        | 12               | -       | -          | -                | 26                    | 1                | -       | -          | -                | 76           | -          | -                |
| 1982 | 234        | 15               | -       | -          | -                | 25                    | 1                | -       | -          | -                | 117          | -          | -                |
| 1983 | 206        | 27               | -       | -          | -                | 21                    | 2                | -       | -          | -                | 144          | -          | -                |
| 1984 | 187        | 42               | -       | -          | -                | 19                    | 3                | -       | -          | -                | 169          | -          | -                |
| 1985 | 185        | 57               | -       | -          | -                | 18                    | 5                | -       | -          | -                | 200          | -          | -                |
| 1986 | 210        | 80               | -       | -          | -                | 19                    | 8                | -       | -          | -                | 265          | -          | -                |
| 1987 | 184        | 85               | -       | -          | -                | 16                    | 9                | -       | -          | -                | 270          | -          | -                |
| 1988 | 177        | 93               | -       | -          | -                | 15                    | 10               | -       | -          | -                | 296          | -          | -                |
| 1989 | 190        | 106              | -       | -          | -                | 16                    | 12               | -       | -          | -                | 349          | -          | -                |
| 1990 | 207        | 98               | -       | -          | -                | 18                    | 11               | -       | -          | -                | 392          | -          | -                |
| 1991 | 235        | 99               | -       | -          | -                | 22                    | 11               | -       | -          | -                | 436          | -          | -                |
| 1992 | 249        | 90               | -       | -          | -                | 24                    | 10               | -       | -          | -                | 442          | -          | -                |
| 1993 | 268        | 93               | -       | -          | -                | 27                    | 11               | -       | -          | -                | 437          | -          | -                |
| 1994 | 306        | 94               | -       | -          | -                | 31                    | 11               | -       | -          | -                | 449          | -          | -                |
| 1995 | 361        | 96               | -       | -          | -                | 38                    | 11               | -       | -          | -                | 478          | -          | -                |
| 1996 | 429        | 95               | -       | -          | -                | 47                    | 11               | -       | -          | -                | 535          | -          | -                |
| 1997 | 460        | 80               | -       | -          | -                | 51                    | 9                | -       | -          | -                | 608          | -          | -                |
| 1998 | 451        | 75               | -       | -          | -                | 50                    | 8                | -       | -          | -                | 687          | -          | -                |
| 1999 | 421        | 69               | -       | -          | -                | 46                    | 7                | -       | -          | -                | 735          | -          | -                |
| 2000 | 390        | 53               | -       | -          | -                | 42                    | 5                | -       | -          | -                | 779          | -          | -                |
| 2001 | 375        | 42               | -       | -          | -                | 39                    | 4                | -       | -          | -                | 868          | -          | -                |
| 2002 | 368        | 42               | -       | -          | -                | 38                    | 4                | -       | -          | -                | 989          | -          | -                |
| 2003 | 368        | 35               | -       | 0,1        | 0,2              | 36                    | 3                | -       | 0,01       | 0,03             | 1080         | -          | -                |
| 2004 | 367        | 41               | -       | 1          | 2                | 36                    | 3                | -       | 0,1        | 0,3              | 1119         | -          | -                |
| 2005 | 359        | 37               | -       | 2          | 7                | 34                    | 3                | -       | 0,3        | 1                | 1103         | -          | -                |
| 2006 | 328        | 32               | 0,00001 | 6          | 16               | 30                    | 2                | 0,00001 | 1          | 1                | 998          | -          | -                |
| 2007 | 325        | 29               | 0,00003 | 12         | 31               | 29                    | 2                | 0,00003 | 1          | 3                | 1002         | -          | -                |
| 2008 | 317        | 27               | 0,0001  | 19         | 50               | 27                    | 2                | 0,00005 | 2          | 4                | 1005         | -          | -                |
| 2009 | 284        | 22               | 0,0003  | 40         | 60               | 23                    | 2                | 0,0001  | 4          | 5                | 925          | 1          | 2                |
| 2010 | 276        | 20               | 0,001   | 91         | 60               | 21                    | 1                | 0,0001  | 9          | 6                | 917          | 6          | 7                |
| 2011 | 261        | 17               | 0,002   | 163        | 44               | 19                    | 1                | 0,0001  | 17         | 4                | 873          | 23         | 11               |
| 2012 | 247        | 15               | 0,004   | 216        | 41               | 17                    | 1                | 0,0001  | 22         | 4                | 827          | 46         | 16               |
| 2013 | 232        | 12               | 0,01    | 248        | 51               | 15                    | 1                | 0,0002  | 26         | 5                | 774          | 63         | 23               |
| 2014 | 220        | 11               | 0,02    | 289        | 55               | 14                    | 1                | 0,0003  | 31         | 6                | 734          | 83         | 28               |
| 2015 | 198        | 9                | 0,03    | 270        | 76               | 12                    | 0,5              | 0,0004  | 30         | 8                | 660          | 87         | 44               |
| 2016 | 179        | 7                | 0,04    | 304        | 63               | 10                    | 0,4              | 0,0004  | 33         | 7                | 595          | 103        | 39               |
| 2017 | 168        | 6                | 0,1     | 336        | 60               | 9                     | 0,3              | 0,001   | 36         | 6                | 560          | 116        | 37               |
| 2018 | 147        | 5                | 0,1     | 290        | 86               | 7                     | 0,2              | 0,001   | 30         | 9                | 495          | 100        | 53               |
| 2019 | 139        | 5                | 0,2     | 303        | 101              | 6                     | 0,2              | 0,001   | 31         | 10               | 475          | 105        | 63               |
| 2020 | 115        | 4                | 0,4     | 301        | 87               | 5                     | 0,1              | 0,001   | 30         | 9                | 399          | 107        | 56               |
| 2021 | 110        | 4                | 1       | 352        | 78               | 4                     | 0,1              | 0,003   | 35         | 8                | 390          | 130        | 52               |
| 2022 | 107        | 3                | 1       | 424        | 80               | 4                     | 0,1              | 0,00    | 43         | 8                | 394          | 159        | 54               |
| 2023 | 103        | 3                | 3       | 512        | 99               | 4                     | 0,1              | 0,01    | 57         | 10               | 401          | 187        | 63               |
| 2024 | 97         | 3                | 4       | 532        | 147              | 4                     | 0,1              | 0,03    | 66         | 14               | 399          | 196        | 90               |

**Tabela C.6 - Emissões de MP de escapamento por veículos do ciclo Diesel (t/ano)**

| Ano  | Diesel     |                  |               |              |                   |                     |                 |                  |                       |                   |
|------|------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|
|      | Automóveis | Comerciais Leves | Ônibus Urbano | Micro-ônibus | Ônibus Rodoviário | Caminhões Semileves | Caminhões Leves | Caminhões Médios | Caminhões Semipesados | Caminhões Pesados |
| 1980 | 6          | 47               | 6.013         | 33           | 825               | -                   | 3.772           | 10.408           | 11.445                | -                 |
| 1981 | 6          | 73               | 5.733         | 34           | 797               | -                   | 3.716           | 10.250           | 11.323                | -                 |
| 1982 | 6          | 114              | 5.722         | 36           | 808               | -                   | 3.803           | 10.333           | 11.545                | -                 |
| 1983 | 6          | 143              | 5.420         | 36           | 779               | 1                   | 3.739           | 9.774            | 11.029                | 47                |
| 1984 | 6          | 173              | 5.475         | 38           | 803               | 5                   | 3.999           | 9.880            | 11.343                | 173               |
| 1985 | 7          | 199              | 5.499         | 40           | 821               | 15                  | 4.327           | 9.948            | 11.760                | 368               |
| 1986 | 8          | 247              | 6.204         | 45           | 938               | 41                  | 5.319           | 11.168           | 13.780                | 706               |
| 1987 | 8          | 272              | 6.417         | 46           | 977               | 70                  | 5.817           | 11.216           | 14.678                | 1.068             |
| 1988 | 9          | 293              | 6.596         | 47           | 1.005             | 90                  | 6.008           | 10.828           | 15.158                | 1.446             |
| 1989 | 10         | 336              | 6.964         | 49           | 1.065             | 109                 | 6.377           | 10.789           | 16.136                | 1.778             |
| 1990 | 11         | 368              | 7.007         | 48           | 1.078             | 126                 | 6.443           | 10.524           | 16.163                | 2.089             |
| 1991 | 12         | 405              | 7.569         | 49           | 1.158             | 144                 | 6.659           | 10.726           | 16.394                | 2.572             |
| 1992 | 13         | 429              | 8.105         | 49           | 1.231             | 151                 | 6.684           | 10.579           | 16.261                | 2.957             |
| 1993 | 16         | 468              | 8.516         | 49           | 1.294             | 155                 | 6.757           | 10.501           | 16.284                | 3.569             |
| 1994 | 20         | 529              | 8.914         | 48           | 1.357             | 159                 | 6.958           | 10.573           | 16.548                | 4.555             |
| 1995 | 22         | 594              | 9.604         | 48           | 1.454             | 161                 | 7.266           | 10.873           | 17.034                | 5.753             |
| 1996 | 23         | 641              | 10.292        | 48           | 1.548             | 160                 | 7.440           | 11.039           | 17.275                | 6.729             |
| 1997 | 27         | 711              | 11.031        | 54           | 1.663             | 160                 | 7.744           | 11.355           | 17.950                | 7.841             |
| 1998 | 34         | 798              | 11.623        | 67           | 1.769             | 160                 | 8.022           | 11.632           | 18.709                | 8.961             |
| 1999 | 38         | 854              | 11.591        | 84           | 1.799             | 166                 | 8.078           | 11.491           | 18.928                | 9.607             |
| 2000 | 43         | 932              | 11.346        | 123          | 1.819             | 185                 | 8.215           | 11.361           | 19.231                | 10.125            |
| 2001 | 46         | 1.009            | 10.799        | 173          | 1.794             | 213                 | 8.149           | 10.952           | 19.018                | 10.278            |
| 2002 | 48         | 1.078            | 10.290        | 231          | 1.773             | 241                 | 8.103           | 10.646           | 18.829                | 10.408            |
| 2003 | 42         | 1.045            | 8.972         | 279          | 1.607             | 239                 | 7.386           | 9.538            | 17.129                | 9.669             |
| 2004 | 41         | 1.095            | 8.531         | 347          | 1.591             | 256                 | 7.364           | 9.340            | 17.088                | 9.887             |
| 2005 | 43         | 1.059            | 7.497         | 368          | 1.458             | 252                 | 6.802           | 8.471            | 15.817                | 9.370             |
| 2006 | 54         | 1.065            | 6.763         | 389          | 1.367             | 257                 | 6.438           | 7.875            | 14.987                | 9.048             |
| 2007 | 69         | 1.096            | 6.317         | 425          | 1.321             | 272                 | 6.288           | 7.556            | 14.667                | 9.022             |
| 2008 | 86         | 1.126            | 5.854         | 457          | 1.260             | 284                 | 6.070           | 7.162            | 14.260                | 8.977             |
| 2009 | 96         | 1.095            | 5.012         | 445          | 1.106             | 269                 | 5.431           | 6.284            | 12.850                | 8.268             |
| 2010 | 114        | 1.197            | 4.772         | 479          | 1.081             | 279                 | 5.412           | 6.136            | 12.977                | 8.482             |
| 2011 | 127        | 1.234            | 4.308         | 487          | 994               | 274                 | 5.057           | 5.607            | 12.365                | 8.205             |
| 2012 | 133        | 1.240            | 3.867         | 476          | 920               | 267                 | 4.769           | 5.185            | 11.783                | 7.922             |
| 2013 | 134        | 1.224            | 3.416         | 449          | 855               | 257                 | 4.538           | 4.851            | 11.235                | 7.646             |
| 2014 | 129        | 1.151            | 2.875         | 403          | 758               | 237                 | 4.127           | 4.339            | 10.247                | 7.065             |
| 2015 | 122        | 1.050            | 2.346         | 350          | 654               | 213                 | 3.662           | 3.784            | 9.103                 | 6.344             |
| 2016 | 120        | 987              | 1.974         | 314          | 584               | 198                 | 3.375           | 3.428            | 8.388                 | 5.901             |
| 2017 | 124        | 960              | 1.714         | 290          | 540               | 192                 | 3.230           | 3.223            | 8.021                 | 5.700             |
| 2018 | 128        | 934              | 1.480         | 266          | 496               | 186                 | 3.075           | 3.012            | 7.635                 | 5.489             |
| 2019 | 133        | 919              | 1.283         | 243          | 455               | 179                 | 2.932           | 2.817            | 7.287                 | 5.317             |
| 2020 | 132        | 870              | 1.077         | 213          | 404               | 167                 | 2.704           | 2.552            | 6.743                 | 4.994             |
| 2021 | 142        | 891              | 981           | 202          | 389               | 170                 | 2.712           | 2.512            | 6.786                 | 5.110             |
| 2022 | 139        | 841              | 842           | 177          | 349               | 161                 | 2.534           | 2.303            | 6.368                 | 4.883             |
| 2023 | 132        | 785              | 730           | 155          | 314               | 154                 | 2.387           | 2.125            | 6.017                 | 4.682             |
| 2024 | 124        | 725              | 623           | 133          | 280               | 146                 | 2.228           | 1.939            | 5.626                 | 4.428             |



**Tabela C.7 - Emissões de MP (combustão e desgaste) por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)**

| Ano  | Automóveis |                  |         |          |            |                  | Comerciais Leves Otto |                  |         |          |            |                  | Motocicletas |          |            |                  |
|------|------------|------------------|---------|----------|------------|------------------|-----------------------|------------------|---------|----------|------------|------------------|--------------|----------|------------|------------------|
|      | Gasolina C | Etanol Hidratado | Híbrido | Elétrico | Flex       |                  | Gasolina C            | Etanol Hidratado | Híbrido | Elétrico | Flex       |                  | Gasolina C   | Elétrico | Flex       |                  |
|      |            |                  |         |          | Gasolina C | Etanol Hidratado |                       |                  |         |          | Gasolina C | Etanol Hidratado |              |          | Gasolina C | Etanol Hidratado |
| 1980 | 1.483      | 37               | -       | -        | -          | -                | 233                   | 3                | -       | -        | -          | -                | 64           | -        | -          | -                |
| 1981 | 1.315      | 119              | -       | -        | -          | -                | 197                   | 10               | -       | -        | -          | -                | 89           | -        | -          | -                |
| 1982 | 1.358      | 142              | -       | -        | -          | -                | 193                   | 13               | -       | -        | -          | -                | 138          | -        | -          | -                |
| 1983 | 1.194      | 258              | -       | -        | -          | -                | 161                   | 26               | -       | -        | -          | -                | 169          | -        | -          | -                |
| 1984 | 1.086      | 410              | -       | -        | -          | -                | 142                   | 46               | -       | -        | -          | -                | 198          | -        | -          | -                |
| 1985 | 1.071      | 555              | -       | -        | -          | -                | 135                   | 69               | -       | -        | -          | -                | 234          | -        | -          | -                |
| 1986 | 1.216      | 775              | -       | -        | -          | -                | 147                   | 103              | -       | -        | -          | -                | 311          | -        | -          | -                |
| 1987 | 1.068      | 825              | -       | -        | -          | -                | 124                   | 118              | -       | -        | -          | -                | 317          | -        | -          | -                |
| 1988 | 1.027      | 903              | -       | -        | -          | -                | 115                   | 137              | -       | -        | -          | -                | 348          | -        | -          | -                |
| 1989 | 1.100      | 1.026            | -       | -        | -          | -                | 122                   | 161              | -       | -        | -          | -                | 410          | -        | -          | -                |
| 1990 | 1.200      | 949              | -       | -        | -          | -                | 138                   | 149              | -       | -        | -          | -                | 460          | -        | -          | -                |
| 1991 | 1.361      | 955              | -       | -        | -          | -                | 165                   | 150              | -       | -        | -          | -                | 512          | -        | -          | -                |
| 1992 | 1.443      | 875              | -       | -        | -          | -                | 182                   | 137              | -       | -        | -          | -                | 519          | -        | -          | -                |
| 1993 | 1.550      | 902              | -       | -        | -          | -                | 201                   | 142              | -       | -        | -          | -                | 514          | -        | -          | -                |
| 1994 | 1.773      | 910              | -       | -        | -          | -                | 234                   | 143              | -       | -        | -          | -                | 527          | -        | -          | -                |
| 1995 | 2.094      | 927              | -       | -        | -          | -                | 285                   | 145              | -       | -        | -          | -                | 561          | -        | -          | -                |
| 1996 | 2.486      | 914              | -       | -        | -          | -                | 355                   | 140              | -       | -        | -          | -                | 628          | -        | -          | -                |
| 1997 | 2.790      | 778              | -       | -        | -          | -                | 412                   | 116              | -       | -        | -          | -                | 714          | -        | -          | -                |
| 1998 | 2.937      | 726              | -       | -        | -          | -                | 438                   | 104              | -       | -        | -          | -                | 807          | -        | -          | -                |
| 1999 | 2.886      | 666              | -       | -        | -          | -                | 425                   | 92               | -       | -        | -          | -                | 863          | -        | -          | -                |
| 2000 | 2.795      | 516              | -       | -        | -          | -                | 402                   | 69               | -       | -        | -          | -                | 915          | -        | -          | -                |
| 2001 | 2.817      | 405              | -       | -        | -          | -                | 393                   | 52               | -       | -        | -          | -                | 1.019        | -        | -          | -                |
| 2002 | 2.882      | 412              | -       | -        | -          | -                | 389                   | 52               | -       | -        | -          | -                | 1.161        | -        | -          | -                |
| 2003 | 2.982      | 352              | -       | -        | 1          | 3                | 391                   | 43               | -       | -        | 0,2        | 1                | 1.279        | -        | -          | -                |
| 2004 | 3.061      | 414              | -       | -        | 6          | 35               | 396                   | 48               | -       | -        | 2          | 9                | 1.347        | -        | -          | -                |
| 2005 | 3.064      | 380              | -       | -        | 25         | 134              | 387                   | 42               | -       | -        | 4          | 23               | 1.360        | -        | -          | -                |
| 2006 | 2.848      | 328              | 0,0001  | -        | 67         | 310              | 349                   | 35               | 0,0003  | -        | 8          | 39               | 1.278        | -        | -          | -                |
| 2007 | 2.858      | 306              | 0,0005  | -        | 134        | 613              | 340                   | 31               | 0,001   | -        | 16         | 73               | 1.343        | -        | -          | -                |
| 2008 | 2.821      | 280              | 0,002   | -        | 221        | 998              | 321                   | 27               | 0,001   | -        | 27         | 123              | 1.418        | 0,01     | -          | -                |
| 2009 | 2.556      | 235              | 0,005   | -        | 453        | 1.186            | 279                   | 22               | 0,001   | -        | 57         | 149              | 1.366        | 0,01     | 2          | 6                |
| 2010 | 2.516      | 212              | 0,01    | -        | 1.040      | 1.188            | 262                   | 19               | 0,002   | -        | 134        | 155              | 1.409        | 0,02     | 14         | 16               |
| 2011 | 2.406      | 182              | 0,04    | -        | 1.870      | 881              | 239                   | 16               | 0,003   | -        | 254        | 121              | 1.390        | 0,02     | 56         | 27               |
| 2012 | 2.311      | 157              | 0,1     | -        | 2.475      | 826              | 219                   | 13               | 0,003   | -        | 345        | 116              | 1.354        | 0,04     | 112        | 39               |
| 2013 | 2.192      | 134              | 0,1     | -        | 2.843      | 1.009            | 197                   | 11               | 0,004   | -        | 400        | 143              | 1.299        | 0,1      | 153        | 56               |
| 2014 | 2.103      | 117              | 0,3     | -        | 3.335      | 1.096            | 179                   | 9                | 0,01    | -        | 478        | 159              | 1.258        | 0,1      | 202        | 69               |
| 2015 | 1.921      | 97               | 0,5     | -        | 3.138      | 1.535            | 154                   | 7                | 0,01    | -        | 454        | 224              | 1.154        | 0,1      | 210        | 107              |
| 2016 | 1.753      | 82               | 1       | -        | 3.540      | 1.285            | 132                   | 6                | 0,01    | -        | 507        | 186              | 1.058        | 0,1      | 251        | 95               |
| 2017 | 1.659      | 72               | 1       | -        | 3.932      | 1.214            | 117                   | 5                | 0,01    | -        | 554        | 172              | 1.014        | 0,1      | 281        | 90               |
| 2018 | 1.467      | 60               | 2       | -        | 3.400      | 1.745            | 97                    | 4                | 0,02    | -        | 468        | 242              | 912          | 0,1      | 242        | 129              |
| 2019 | 1.404      | 55               | 4       | -        | 3.555      | 2.061            | 87                    | 3                | 0,02    | -        | 477        | 279              | 893          | 0,1      | 255        | 154              |
| 2020 | 1.176      | 45               | 7       | -        | 3.534      | 1.784            | 68                    | 2                | 0,03    | -        | 464        | 236              | 766          | 0,1      | 259        | 136              |
| 2021 | 1.136      | 42               | 13      | 0,3      | 4.145      | 1.593            | 62                    | 2                | 0,1     | -        | 542        | 210              | 763          | 0,1      | 316        | 126              |
| 2022 | 1.117      | 40               | 24      | 1        | 4.764      | 1.560            | 58                    | 2                | 0,1     | 0,1      | 624        | 206              | 786          | 0,4      | 386        | 131              |
| 2023 | 1.089      | 38               | 41      | 4        | 5.265      | 1.699            | 56                    | 2                | 0,1     | 0,3      | 699        | 226              | 819          | 1        | 455        | 153              |
| 2024 | 1.025      | 36               | 70      | 13       | 5.109      | 2.253            | 55                    | 1                | 0,4     | 1        | 701        | 306              | 834          | 1        | 476        | 219              |

**Tabela C.8 - Emissões de MP, combustão e desgaste, por veículos movidos a diesel (t/ano)**

| Ano  | Diesel     |                  |               |              |                   |                     |                 |                  |                       |                   |
|------|------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|
|      | Automóveis | Comerciais Leves | Ônibus Urbano | Micro-ônibus | Ônibus Rodoviário | Caminhões Semileves | Caminhões Leves | Caminhões Médios | Caminhões Semipesados | Caminhões Pesados |
| 1980 | 7          | 56               | 6.306         | 49           | 878               | -                   | 4.215           | 11.631           | 12.280                | -                 |
| 1981 | 7          | 88               | 6.012         | 50           | 848               | -                   | 4.153           | 11.454           | 12.148                | -                 |
| 1982 | 7          | 138              | 6.000         | 54           | 860               | -                   | 4.250           | 11.547           | 12.387                | -                 |
| 1983 | 7          | 173              | 5.684         | 53           | 829               | 1                   | 4.178           | 10.922           | 11.834                | 50                |
| 1984 | 7          | 209              | 5.742         | 56           | 854               | 6                   | 4.469           | 11.041           | 12.170                | 186               |
| 1985 | 7          | 240              | 5.766         | 58           | 873               | 18                  | 4.836           | 11.116           | 12.617                | 395               |
| 1986 | 9          | 299              | 6.506         | 67           | 998               | 49                  | 5.944           | 12.480           | 14.785                | 757               |
| 1987 | 10         | 328              | 6.729         | 68           | 1.039             | 84                  | 6.501           | 12.534           | 15.748                | 1.146             |
| 1988 | 10         | 354              | 6.917         | 69           | 1.070             | 107                 | 6.715           | 12.100           | 16.263                | 1.552             |
| 1989 | 12         | 406              | 7.303         | 73           | 1.133             | 130                 | 7.127           | 12.056           | 17.313                | 1.908             |
| 1990 | 12         | 444              | 7.348         | 72           | 1.147             | 150                 | 7.200           | 11.760           | 17.342                | 2.241             |
| 1991 | 14         | 489              | 7.937         | 73           | 1.233             | 172                 | 7.442           | 11.986           | 17.589                | 2.760             |
| 1992 | 15         | 518              | 8.499         | 72           | 1.310             | 180                 | 7.470           | 11.821           | 17.447                | 3.173             |
| 1993 | 18         | 565              | 8.930         | 72           | 1.377             | 184                 | 7.552           | 11.735           | 17.471                | 3.829             |
| 1994 | 23         | 638              | 9.347         | 71           | 1.443             | 189                 | 7.776           | 11.815           | 17.754                | 4.887             |
| 1995 | 25         | 717              | 10.071        | 71           | 1.547             | 192                 | 8.120           | 12.151           | 18.276                | 6.173             |
| 1996 | 26         | 774              | 10.792        | 71           | 1.647             | 190                 | 8.314           | 12.336           | 18.535                | 7.220             |
| 1997 | 31         | 858              | 11.568        | 80           | 1.770             | 191                 | 8.654           | 12.688           | 19.258                | 8.412             |
| 1998 | 39         | 963              | 12.188        | 99           | 1.882             | 190                 | 8.966           | 12.998           | 20.073                | 9.614             |
| 1999 | 44         | 1.031            | 12.154        | 125          | 1.914             | 198                 | 9.028           | 12.841           | 20.309                | 10.307            |
| 2000 | 49         | 1.124            | 11.909        | 182          | 1.938             | 224                 | 9.201           | 12.713           | 20.664                | 10.885            |
| 2001 | 53         | 1.216            | 11.358        | 256          | 1.917             | 263                 | 9.167           | 12.289           | 20.494                | 11.093            |
| 2002 | 55         | 1.299            | 10.851        | 342          | 1.902             | 311                 | 9.164           | 11.988           | 20.361                | 11.290            |
| 2003 | 49         | 1.260            | 9.492         | 412          | 1.733             | 324                 | 8.406           | 10.786           | 18.602                | 10.565            |
| 2004 | 48         | 1.324            | 9.060         | 512          | 1.724             | 360                 | 8.437           | 10.608           | 18.664                | 10.912            |
| 2005 | 49         | 1.287            | 7.998         | 544          | 1.590             | 370                 | 7.851           | 9.665            | 17.393                | 10.455            |
| 2006 | 63         | 1.297            | 7.259         | 575          | 1.501             | 392                 | 7.486           | 9.031            | 16.589                | 10.192            |
| 2007 | 81         | 1.340            | 6.837         | 628          | 1.463             | 430                 | 7.371           | 8.719            | 16.358                | 10.279            |
| 2008 | 102        | 1.383            | 6.403         | 679          | 1.408             | 466                 | 7.184           | 8.326            | 16.072                | 10.388            |
| 2009 | 114        | 1.352            | 5.545         | 668          | 1.248             | 455                 | 6.497           | 7.364            | 14.657                | 9.722             |
| 2010 | 136        | 1.487            | 5.350         | 726          | 1.231             | 487                 | 6.560           | 7.258            | 15.006                | 10.167            |
| 2011 | 152        | 1.546            | 4.910         | 742          | 1.149             | 491                 | 6.231           | 6.704            | 14.541                | 10.064            |
| 2012 | 162        | 1.580            | 4.504         | 738          | 1.082             | 494                 | 5.983           | 6.271            | 14.117                | 9.943             |
| 2013 | 167        | 1.599            | 4.096         | 720          | 1.026             | 495                 | 5.805           | 5.939            | 13.737                | 9.866             |
| 2014 | 164        | 1.544            | 3.562         | 669          | 930               | 470                 | 5.383           | 5.383            | 12.794                | 9.390             |
| 2015 | 158        | 1.438            | 3.000         | 598          | 818               | 434                 | 4.854           | 4.753            | 11.557                | 8.604             |
| 2016 | 160        | 1.376            | 2.598         | 548          | 743               | 416                 | 4.532           | 4.346            | 10.769                | 8.103             |
| 2017 | 170        | 1.366            | 2.328         | 518          | 698               | 414                 | 4.386           | 4.122            | 10.402                | 7.931             |
| 2018 | 181        | 1.361            | 2.086         | 487          | 654               | 411                 | 4.223           | 3.898            | 10.012                | 7.789             |
| 2019 | 194        | 1.377            | 1.897         | 461          | 617               | 412                 | 4.075           | 3.706            | 9.692                 | 7.777             |
| 2020 | 199        | 1.342            | 1.676         | 422          | 563               | 400                 | 3.803           | 3.419            | 9.115                 | 7.555             |
| 2021 | 221        | 1.419            | 1.607         | 416          | 557               | 426                 | 3.864           | 3.434            | 9.355                 | 8.033             |
| 2022 | 225        | 1.392            | 1.457         | 383          | 514               | 426                 | 3.662           | 3.225            | 8.986                 | 8.030             |
| 2023 | 223        | 1.360            | 1.351         | 358          | 482               | 434                 | 3.499           | 3.048            | 8.701                 | 8.044             |
| 2024 | 216        | 1.324            | 1.254         | 335          | 450               | 439                 | 3.318           | 2.857            | 8.367                 | 7.975             |

**Tabela C.9 - Emissões de RCHO por categoria de veículos e tipo de combustível (t/ano)**

| Ano  | Automóveis |                       |         |            |                  | Comerciais Leves Otto |                       |         |            |                  | GNV |
|------|------------|-----------------------|---------|------------|------------------|-----------------------|-----------------------|---------|------------|------------------|-----|
|      | Gasolina C | Etanol Hidra-<br>tado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C            | Etanol Hidra-<br>tado | Híbrido | Flex       |                  |     |
|      |            |                       |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |                       |                       |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |     |
| 1980 | 6.012      | 464                   | -       | -          | -                | 728                   | 32                    | -       | -          | -                | -   |
| 1981 | 5.343      | 1.558                 | -       | -          | -                | 618                   | 99                    | -       | -          | -                | -   |
| 1982 | 5.536      | 1.882                 | -       | -          | -                | 607                   | 131                   | -       | -          | -                | -   |
| 1983 | 4.891      | 3.409                 | -       | -          | -                | 511                   | 254                   | -       | -          | -                | -   |
| 1984 | 4.477      | 5.580                 | -       | -          | -                | 451                   | 468                   | -       | -          | -                | -   |
| 1985 | 4.449      | 7.830                 | -       | -          | -                | 431                   | 735                   | -       | -          | -                | -   |
| 1986 | 5.083      | 10.656                | -       | -          | -                | 473                   | 1.049                 | -       | -          | -                | -   |
| 1987 | 4.484      | 10.818                | -       | -          | -                | 401                   | 1.120                 | -       | -          | -                | -   |
| 1988 | 4.328      | 11.498                | -       | -          | -                | 372                   | 1.247                 | -       | -          | -                | 0,1 |
| 1989 | 4.613      | 12.815                | -       | -          | -                | 387                   | 1.422                 | -       | -          | -                | 0,1 |
| 1990 | 4.938      | 11.830                | -       | -          | -                | 420                   | 1.318                 | -       | -          | -                | 0,1 |
| 1991 | 5.453      | 11.955                | -       | -          | -                | 479                   | 1.323                 | -       | -          | -                | 0,1 |
| 1992 | 5.511      | 10.782                | -       | -          | -                | 510                   | 1.182                 | -       | -          | -                | -   |
| 1993 | 5.479      | 10.695                | -       | -          | -                | 520                   | 1.155                 | -       | -          | -                | 1   |
| 1994 | 5.887      | 10.427                | -       | -          | -                | 538                   | 1.107                 | -       | -          | -                | 2   |
| 1995 | 6.476      | 10.465                | -       | -          | -                | 615                   | 1.086                 | -       | -          | -                | 2   |
| 1996 | 6.943      | 10.266                | -       | -          | -                | 680                   | 1.032                 | -       | -          | -                | 2   |
| 1997 | 6.861      | 8.707                 | -       | -          | -                | 656                   | 844                   | -       | -          | -                | 2   |
| 1998 | 6.326      | 8.083                 | -       | -          | -                | 601                   | 754                   | -       | -          | -                | 6   |
| 1999 | 5.576      | 7.361                 | -       | -          | -                | 523                   | 659                   | -       | -          | -                | 7   |
| 2000 | 4.874      | 5.646                 | -       | -          | -                | 451                   | 484                   | -       | -          | -                | 14  |
| 2001 | 4.405      | 4.372                 | -       | -          | -                | 400                   | 358                   | -       | -          | -                | 26  |
| 2002 | 4.062      | 4.360                 | -       | -          | -                | 360                   | 342                   | -       | -          | -                | 45  |
| 2003 | 3.837      | 3.622                 | -       | 0,2        | 5                | 332                   | 272                   | -       | 0,1        | 1                | 61  |
| 2004 | 3.634      | 4.121                 | -       | 2          | 46               | 306                   | 295                   | -       | 0,3        | 9                | 72  |
| 2005 | 3.405      | 3.654                 | -       | 6          | 166              | 279                   | 249                   | -       | 1          | 21               | 89  |
| 2006 | 3.018      | 3.067                 | 0,00001 | 15         | 455              | 239                   | 200                   | 0,00003 | 1          | 40               | 105 |
| 2007 | 2.922      | 2.806                 | 0,0001  | 26         | 1.017            | 224                   | 175                   | 0,0001  | 3          | 78               | 117 |
| 2008 | 2.791      | 2.520                 | 0,0002  | 43         | 1.612            | 207                   | 150                   | 0,0001  | 4          | 134              | 112 |
| 2009 | 2.449      | 2.060                 | 0,0005  | 88         | 1.756            | 175                   | 118                   | 0,0001  | 8          | 156              | 96  |
| 2010 | 2.332      | 1.804                 | 0,001   | 198        | 1.621            | 160                   | 99                    | 0,0002  | 19         | 151              | 92  |
| 2011 | 2.149      | 1.510                 | 0,00    | 350        | 1.126            | 142                   | 80                    | 0,0003  | 33         | 110              | 90  |
| 2012 | 1.992      | 1.259                 | 0,01    | 457        | 1.002            | 126                   | 64                    | 0,0003  | 47         | 102              | 89  |
| 2013 | 1.834      | 1.037                 | 0,02    | 519        | 1.179            | 112                   | 51                    | 0,0004  | 57         | 125              | 85  |
| 2014 | 1.711      | 871                   | 0,03    | 612        | 1.257            | 100                   | 41                    | 0,001   | 73         | 139              | 83  |
| 2015 | 1.520      | 705                   | 0,1     | 581        | 1.749            | 86                    | 32                    | 0,001   | 72         | 197              | 80  |
| 2016 | 1.354      | 586                   | 0,1     | 665        | 1.463            | 74                    | 25                    | 0,001   | 83         | 164              | 83  |
| 2017 | 1.255      | 515                   | 0,1     | 747        | 1.382            | 66                    | 21                    | 0,001   | 93         | 154              | 90  |
| 2018 | 1.084      | 430                   | 0,1     | 646        | 1.976            | 56                    | 16                    | 0,001   | 81         | 217              | 101 |
| 2019 | 1.012      | 397                   | 0,3     | 677        | 2.323            | 51                    | 14                    | 0,002   | 83         | 250              | 104 |
| 2020 | 826        | 327                   | 0,4     | 681        | 2.007            | 40                    | 11                    | 0,002   | 81         | 213              | 86  |
| 2021 | 781        | 313                   | 1       | 815        | 1.805            | 37                    | 10                    | 0,005   | 95         | 192              | 99  |
| 2022 | 753        | 309                   | 1       | 952        | 1.775            | 36                    | 9                     | 0,01    | 110        | 189              | 103 |
| 2023 | 719        | 304                   | 2       | 1.063      | 1.928            | 34                    | 9                     | 0,01    | 122        | 206              | 89  |
| 2024 | 659        | 288                   | 5       | 1.035      | 2.544            | 30                    | 8                     | 0,01    | 118        | 279              | 75  |

**Tabela C.10 - Emissões de NMHC por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)**

| Ano  | Automóveis |                  |         |            |                  | Comerciais Leves Otto |                  |         |            |                  | Motocicletas |            |                  |
|------|------------|------------------|---------|------------|------------------|-----------------------|------------------|---------|------------|------------------|--------------|------------|------------------|
|      | Gasolina C | Etanol Hidratado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C            | Etanol Hidratado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C   | Flex       |                  |
|      |            |                  |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |                       |                  |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |              | Gasolina C | Etanol Hidratado |
| 1980 | 708.982    | 9.024            | -       | -          | -                | 85.630                | 613              | -       | -          | -                | 4.176        | -          | -                |
| 1981 | 631.209    | 29.555           | -       | -          | -                | 72.802                | 1.867            | -       | -          | -                | 5.862        | -          | -                |
| 1982 | 652.667    | 35.612           | -       | -          | -                | 71.325                | 2.490            | -       | -          | -                | 9.025        | -          | -                |
| 1983 | 576.654    | 64.538           | -       | -          | -                | 60.068                | 4.813            | -       | -          | -                | 11.100       | -          | -                |
| 1984 | 526.910    | 102.874          | -       | -          | -                | 52.929                | 8.582            | -       | -          | -                | 12.979       | -          | -                |
| 1985 | 521.172    | 139.897          | -       | -          | -                | 50.378                | 13.035           | -       | -          | -                | 15.375       | -          | -                |
| 1986 | 591.102    | 195.741          | -       | -          | -                | 54.901                | 19.388           | -       | -          | -                | 20.380       | -          | -                |
| 1987 | 521.141    | 208.850          | -       | -          | -                | 46.528                | 22.245           | -       | -          | -                | 20.759       | -          | -                |
| 1988 | 501.834    | 229.846          | -       | -          | -                | 43.159                | 26.051           | -       | -          | -                | 22.819       | -          | -                |
| 1989 | 533.340    | 262.676          | -       | -          | -                | 44.961                | 30.653           | -       | -          | -                | 26.866       | -          | -                |
| 1990 | 554.776    | 243.252          | -       | -          | -                | 49.178                | 28.684           | -       | -          | -                | 30.186       | -          | -                |
| 1991 | 577.842    | 242.374          | -       | -          | -                | 56.293                | 28.786           | -       | -          | -                | 33.565       | -          | -                |
| 1992 | 561.057    | 216.739          | -       | -          | -                | 59.779                | 26.169           | -       | -          | -                | 34.048       | -          | -                |
| 1993 | 537.309    | 214.496          | -       | -          | -                | 63.262                | 26.516           | -       | -          | -                | 33.687       | -          | -                |
| 1994 | 522.967    | 208.626          | -       | -          | -                | 69.704                | 26.222           | -       | -          | -                | 34.563       | -          | -                |
| 1995 | 506.569    | 208.889          | -       | -          | -                | 80.097                | 26.166           | -       | -          | -                | 36.789       | -          | -                |
| 1996 | 490.275    | 204.757          | -       | -          | -                | 86.689                | 25.108           | -       | -          | -                | 41.171       | -          | -                |
| 1997 | 453.266    | 174.049          | -       | -          | -                | 83.165                | 20.713           | -       | -          | -                | 46.810       | -          | -                |
| 1998 | 403.174    | 161.773          | -       | -          | -                | 75.683                | 18.643           | -       | -          | -                | 52.925       | -          | -                |
| 1999 | 345.229    | 147.568          | -       | -          | -                | 65.313                | 16.431           | -       | -          | -                | 56.601       | -          | -                |
| 2000 | 293.363    | 113.782          | -       | -          | -                | 55.644                | 12.215           | -       | -          | -                | 59.978       | -          | -                |
| 2001 | 257.676    | 88.641           | -       | -          | -                | 48.752                | 9.159            | -       | -          | -                | 66.807       | -          | -                |
| 2002 | 231.261    | 88.358           | -       | -          | -                | 43.411                | 8.789            | -       | -          | -                | 76.154       | -          | -                |
| 2003 | 212.908    | 73.699           | -       | 14         | 69               | 39.475                | 7.051            | -       | 3          | 16               | 81.145       | -          | -                |
| 2004 | 196.876    | 83.463           | -       | 123        | 748              | 35.940                | 7.657            | -       | 23         | 140              | 80.576       | -          | -                |
| 2005 | 180.521    | 74.150           | -       | 510        | 2.640            | 32.260                | 6.517            | -       | 62         | 339              | 78.630       | -          | -                |
| 2006 | 157.336    | 62.455           | 0,001   | 1.536      | 5.891            | 27.404                | 5.267            | 0,003   | 147        | 565              | 71.966       | -          | -                |
| 2007 | 149.627    | 57.212           | 0,004   | 3.165      | 11.565           | 25.311                | 4.634            | 0,01    | 300        | 1.011            | 72.545       | -          | -                |
| 2008 | 140.961    | 51.461           | 0,02    | 5.244      | 18.378           | 22.959                | 4.009            | 0,01    | 519        | 1.650            | 72.276       | -          | -                |
| 2009 | 123.057    | 42.291           | 0,04    | 10.116     | 20.635           | 19.133                | 3.173            | 0,01    | 1.038      | 1.869            | 65.022       | 28         | 80               |
| 2010 | 116.677    | 37.135           | 0,1     | 20.941     | 19.964           | 17.196                | 2.691            | 0,02    | 2.230      | 1.836            | 62.646       | 180        | 227              |
| 2011 | 107.508    | 31.203           | 0,3     | 35.733     | 15.226           | 14.915                | 2.185            | 0,02    | 3.983      | 1.493            | 58.220       | 711        | 383              |
| 2012 | 99.824     | 26.123           | 1       | 45.646     | 14.566           | 12.977                | 1.770            | 0,02    | 5.252      | 1.496            | 54.018       | 1.402      | 549              |
| 2013 | 92.307     | 21.619           | 1       | 50.699     | 17.648           | 11.200                | 1.420            | 0,03    | 5.932      | 1.859            | 49.558       | 1.901      | 791              |
| 2014 | 86.525     | 18.186           | 2       | 57.887     | 19.226           | 9.782                 | 1.151            | 0,05    | 6.916      | 2.098            | 46.036       | 2.519      | 958              |
| 2015 | 77.511     | 14.716           | 3       | 53.618     | 26.488           | 8.155                 | 893              | 0,1     | 6.458      | 2.938            | 40.655       | 2.566      | 1.456            |
| 2016 | 69.616     | 12.103           | 5       | 59.758     | 22.566           | 6.818                 | 697              | 0,1     | 7.130      | 2.489            | 35.935       | 2.995      | 1.276            |
| 2017 | 64.955     | 10.547           | 8       | 65.694     | 21.512           | 5.921                 | 569              | 0,1     | 7.721      | 2.343            | 33.074       | 3.323      | 1.217            |
| 2018 | 56.762     | 8.786            | 13      | 56.288     | 30.085           | 4.810                 | 442              | 0,1     | 6.475      | 3.199            | 28.433       | 2.820      | 1.732            |
| 2019 | 53.476     | 8.095            | 25      | 57.982     | 35.060           | 4.207                 | 375              | 0,1     | 6.505      | 3.634            | 26.475       | 2.935      | 2.041            |
| 2020 | 44.498     | 6.775            | 44      | 57.159     | 30.494           | 3.245                 | 287              | 0,1     | 6.268      | 3.100            | 21.606       | 2.965      | 1.789            |
| 2021 | 42.481     | 6.489            | 86      | 66.488     | 27.436           | 2.881                 | 251              | 0,3     | 7.200      | 2.760            | 20.401       | 3.594      | 1.648            |
| 2022 | 41.301     | 6.363            | 161     | 75.525     | 26.815           | 2.616                 | 226              | 0,5     | 8.104      | 2.678            | 19.742       | 4.318      | 1.706            |
| 2023 | 39.782     | 6.226            | 274     | 82.118     | 28.700           | 2.382                 | 204              | 1       | 8.842      | 2.881            | 19.153       | 5.049      | 1.978            |
| 2024 | 36.754     | 5.902            | 445     | 78.602     | 36.870           | 2.131                 | 181              | 2       | 8.647      | 3.789            | 17.997       | 5.262      | 2.805            |

**Tabela C.11 - Emissões de NMHC por veículos movidos a diesel e GNV (t/ano)**

| Ano  | Diesel     |                  |               |              |                   |                     |                 |                  |                       |                   | GNV |
|------|------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|-----|
|      | Automóveis | Comerciais Leves | Ônibus Urbano | Micro-ônibus | Ônibus Rodoviário | Caminhões Semileves | Caminhões Leves | Caminhões Médios | Caminhões Semipesados | Caminhões Pesados |     |
| 1980 | 11         | 80               | 6.196         | 61           | 850               | -                   | 3.886           | 10.723           | 11.792                | -                 | -   |
| 1981 | 11         | 124              | 5.907         | 63           | 821               | -                   | 3.829           | 10.560           | 11.666                | -                 | -   |
| 1982 | 11         | 195              | 5.895         | 67           | 833               | -                   | 3.918           | 10.647           | 11.895                | -                 | -   |
| 1983 | 11         | 245              | 5.585         | 66           | 803               | 1                   | 3.852           | 10.070           | 11.364                | 48                | -   |
| 1984 | 11         | 298              | 5.641         | 70           | 827               | 5                   | 4.120           | 10.180           | 11.687                | 179               | -   |
| 1985 | 12         | 346              | 5.665         | 73           | 845               | 15                  | 4.458           | 10.249           | 12.116                | 379               | -   |
| 1986 | 14         | 435              | 6.392         | 83           | 966               | 42                  | 5.480           | 11.506           | 14.198                | 727               | -   |
| 1987 | 15         | 483              | 6.611         | 85           | 1.006             | 72                  | 5.993           | 11.556           | 15.122                | 1.101             | -   |
| 1988 | 16         | 525              | 6.796         | 86           | 1.036             | 92                  | 6.191           | 11.156           | 15.617                | 1.490             | 1   |
| 1989 | 18         | 605              | 7.176         | 90           | 1.097             | 112                 | 6.570           | 11.116           | 16.625                | 1.832             | 1   |
| 1990 | 20         | 665              | 7.219         | 89           | 1.111             | 129                 | 6.638           | 10.843           | 16.653                | 2.152             | 1   |
| 1991 | 22         | 736              | 7.798         | 91           | 1.194             | 149                 | 6.861           | 11.051           | 16.890                | 2.650             | 1   |
| 1992 | 24         | 783              | 8.351         | 90           | 1.268             | 156                 | 6.887           | 10.899           | 16.754                | 3.047             | -   |
| 1993 | 29         | 856              | 8.774         | 90           | 1.333             | 159                 | 6.962           | 10.819           | 16.777                | 3.677             | 8   |
| 1994 | 35         | 965              | 9.184         | 88           | 1.398             | 164                 | 7.169           | 10.893           | 17.049                | 4.693             | 14  |
| 1995 | 39         | 1.084            | 9.895         | 89           | 1.498             | 166                 | 7.486           | 11.203           | 17.550                | 5.928             | 15  |
| 1996 | 41         | 1.169            | 10.604        | 89           | 1.595             | 165                 | 7.665           | 11.373           | 17.799                | 6.933             | 11  |
| 1997 | 48         | 1.292            | 11.366        | 99           | 1.714             | 165                 | 7.979           | 11.699           | 18.494                | 8.078             | 15  |
| 1998 | 60         | 1.439            | 11.975        | 123          | 1.822             | 165                 | 8.266           | 11.984           | 19.276                | 9.232             | 42  |
| 1999 | 67         | 1.529            | 11.942        | 155          | 1.854             | 171                 | 8.323           | 11.839           | 19.502                | 9.898             | 50  |
| 2000 | 74         | 1.637            | 11.847        | 226          | 1.902             | 200                 | 8.578           | 11.800           | 20.096                | 10.634            | 99  |
| 2001 | 78         | 1.721            | 11.589        | 319          | 1.931             | 252                 | 8.736           | 11.567           | 20.411                | 11.186            | 180 |
| 2002 | 79         | 1.789            | 11.318        | 426          | 1.959             | 313                 | 8.882           | 11.416           | 20.653                | 11.678            | 309 |
| 2003 | 70         | 1.676            | 10.088        | 513          | 1.821             | 335                 | 8.244           | 10.357           | 19.158                | 11.191            | 418 |
| 2004 | 68         | 1.745            | 9.798         | 639          | 1.844             | 377                 | 8.355           | 10.256           | 19.505                | 11.827            | 498 |
| 2005 | 70         | 1.707            | 8.794         | 679          | 1.727             | 388                 | 7.834           | 9.395            | 18.412                | 11.541            | 613 |
| 2006 | 86         | 1.695            | 8.135         | 717          | 1.657             | 415                 | 7.568           | 8.814            | 17.782                | 11.410            | 727 |
| 2007 | 117        | 1.768            | 7.840         | 783          | 1.641             | 463                 | 7.603           | 8.532            | 17.789                | 11.671            | 806 |
| 2008 | 151        | 1.840            | 7.533         | 812          | 1.594             | 497                 | 7.502           | 8.145            | 17.528                | 11.876            | 773 |
| 2009 | 158        | 1.738            | 6.675         | 751          | 1.412             | 476                 | 6.805           | 7.178            | 15.794                | 11.051            | 663 |
| 2010 | 179        | 1.846            | 6.588         | 794          | 1.400             | 506                 | 6.868           | 7.019            | 15.988                | 11.610            | 632 |
| 2011 | 193        | 1.865            | 6.118         | 801          | 1.315             | 502                 | 6.495           | 6.453            | 15.284                | 11.643            | 621 |
| 2012 | 198        | 1.838            | 5.577         | 780          | 1.239             | 489                 | 6.175           | 6.016            | 14.580                | 11.449            | 612 |
| 2013 | 196        | 1.778            | 4.997         | 741          | 1.168             | 472                 | 5.895           | 5.643            | 13.927                | 11.115            | 590 |
| 2014 | 183        | 1.634            | 4.265         | 669          | 1.053             | 436                 | 5.377           | 5.061            | 12.722                | 10.328            | 571 |
| 2015 | 166        | 1.450            | 3.534         | 584          | 921               | 392                 | 4.785           | 4.427            | 11.325                | 9.317             | 556 |
| 2016 | 158        | 1.335            | 3.025         | 523          | 832               | 368                 | 4.426           | 4.021            | 10.458                | 8.704             | 570 |
| 2017 | 159        | 1.279            | 2.676         | 482          | 778               | 357                 | 4.252           | 3.792            | 10.027                | 8.446             | 621 |
| 2018 | 163        | 1.236            | 2.346         | 439          | 724               | 345                 | 4.061           | 3.556            | 9.572                 | 8.167             | 697 |
| 2019 | 170        | 1.212            | 2.058         | 399          | 673               | 334                 | 3.884           | 3.338            | 9.163                 | 7.922             | 720 |
| 2020 | 166        | 1.134            | 1.751         | 349          | 604               | 313                 | 3.596           | 3.037            | 8.507                 | 7.431             | 594 |
| 2021 | 247        | 1.389            | 1.616         | 329          | 585               | 319                 | 3.621           | 3.006            | 8.598                 | 7.598             | 683 |
| 2022 | 308        | 1.543            | 1.398         | 288          | 528               | 303                 | 3.397           | 2.777            | 8.115                 | 7.267             | 713 |
| 2023 | 297        | 1.460            | 1.237         | 254          | 483               | 290                 | 3.216           | 2.585            | 7.734                 | 7.023             | 616 |
| 2024 | 283        | 1.372            | 1.094         | 225          | 440               | 276                 | 3.025           | 2.385            | 7.313                 | 6.738             | 645 |

**Tabela C.12 - Emissões de CH<sub>4</sub> por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)**

| Ano  | Automóveis |                  |         |            |                  |            | Comerciais Leves Otto |         |            |                  |         |            | Motocicletas |            |                  |
|------|------------|------------------|---------|------------|------------------|------------|-----------------------|---------|------------|------------------|---------|------------|--------------|------------|------------------|
|      | Gasolina C | Etanol Hidratado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C | Etanol Hidratado      | Híbrido | Gasolina C | Etanol Hidratado | Híbrido | Gasolina C | Flex         |            | Etanol Hidratado |
|      |            |                  |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |            |                       |         |            |                  |         |            | Gasolina C   | Gasolina C |                  |
| 1980 | 48.001     | 685              | -       | -          | -                | 5.751      | 46                    | -       | -          | -                | -       | 737        | -            | -          | -                |
| 1981 | 42.569     | 2.231            | -       | -          | -                | 4.870      | 141                   | -       | -          | -                | -       | 1.035      | -            | -          | -                |
| 1982 | 43.949     | 2.666            | -       | -          | -                | 4.761      | 187                   | -       | -          | -                | -       | 1.593      | -            | -          | -                |
| 1983 | 38.642     | 4.831            | -       | -          | -                | 3.990      | 361                   | -       | -          | -                | -       | 1.959      | -            | -          | -                |
| 1984 | 35.131     | 7.680            | -       | -          | -                | 3.501      | 641                   | -       | -          | -                | -       | 2.290      | -            | -          | -                |
| 1985 | 34.625     | 10.387           | -       | -          | -                | 3.323      | 969                   | -       | -          | -                | -       | 2.713      | -            | -          | -                |
| 1986 | 39.232     | 14.503           | -       | -          | -                | 3.621      | 1.440                 | -       | -          | -                | -       | 3.596      | -            | -          | -                |
| 1987 | 34.353     | 15.431           | -       | -          | -                | 3.047      | 1.651                 | -       | -          | -                | -       | 3.663      | -            | -          | -                |
| 1988 | 32.904     | 16.975           | -       | -          | -                | 2.809      | 1.937                 | -       | -          | -                | -       | 4.027      | -            | -          | -                |
| 1989 | 34.679     | 19.377           | -       | -          | -                | 2.886      | 2.278                 | -       | -          | -                | -       | 4.741      | -            | -          | -                |
| 1990 | 36.317     | 17.877           | -       | -          | -                | 3.047      | 2.113                 | -       | -          | -                | -       | 5.327      | -            | -          | -                |
| 1991 | 38.825     | 17.841           | -       | -          | -                | 3.328      | 2.091                 | -       | -          | -                | -       | 5.923      | -            | -          | -                |
| 1992 | 38.340     | 15.992           | -       | -          | -                | 3.365      | 1.857                 | -       | -          | -                | -       | 6.008      | -            | -          | -                |
| 1993 | 37.192     | 15.928           | -       | -          | -                | 3.310      | 1.828                 | -       | -          | -                | -       | 5.945      | -            | -          | -                |
| 1994 | 37.740     | 15.712           | -       | -          | -                | 3.276      | 1.762                 | -       | -          | -                | -       | 6.099      | -            | -          | -                |
| 1995 | 39.522     | 15.917           | -       | -          | -                | 3.284      | 1.728                 | -       | -          | -                | -       | 6.492      | -            | -          | -                |
| 1996 | 41.176     | 15.644           | -       | -          | -                | 3.809      | 1.645                 | -       | -          | -                | -       | 7.266      | -            | -          | -                |
| 1997 | 39.821     | 13.287           | -       | -          | -                | 4.463      | 1.349                 | -       | -          | -                | -       | 8.261      | -            | -          | -                |
| 1998 | 36.355     | 12.359           | -       | -          | -                | 4.392      | 1.207                 | -       | -          | -                | -       | 9.340      | -            | -          | -                |
| 1999 | 31.757     | 11.285           | -       | -          | -                | 3.821      | 1.058                 | -       | -          | -                | -       | 9.988      | -            | -          | -                |
| 2000 | 27.520     | 8.688            | -       | -          | -                | 3.280      | 781                   | -       | -          | -                | -       | 10.584     | -            | -          | -                |
| 2001 | 24.645     | 6.756            | -       | -          | -                | 2.908      | 580                   | -       | -          | -                | -       | 11.789     | -            | -          | -                |
| 2002 | 22.523     | 6.774            | -       | -          | -                | 2.627      | 559                   | -       | -          | -                | -       | 13.439     | -            | -          | -                |
| 2003 | 21.087     | 5.662            | -       | 1          | 10               | 2.424      | 448                   | -       | 0,1        | 2                | -       | 14.320     | -            | -          | -                |
| 2004 | 19.794     | 6.486            | -       | 9          | 110              | 2.243      | 489                   | -       | 2          | 22               | -       | 14.219     | -            | -          | -                |
| 2005 | 18.357     | 5.797            | -       | 48         | 415              | 2.030      | 415                   | -       | 6          | 56               | -       | 13.876     | -            | -          | -                |
| 2006 | 16.060     | 4.899            | 0,00003 | 168        | 972              | 1.723      | 334                   | 0,0001  | 12         | 92               | -       | 12.700     | -            | -          | -                |
| 2007 | 15.311     | 4.510            | 0,0001  | 382        | 1.950            | 1.599      | 293                   | 0,0004  | 28         | 193              | -       | 12.802     | -            | -          | -                |
| 2008 | 14.404     | 4.077            | 0,0004  | 569        | 3.120            | 1.460      | 253                   | 0,001   | 60         | 364              | -       | 12.755     | -            | -          | -                |
| 2009 | 12.478     | 3.360            | 0,002   | 898        | 3.687            | 1.219      | 199                   | 0,001   | 125        | 387              | -       | 11.609     | 9            | 26         | -                |
| 2010 | 11.743     | 2.967            | 0,003   | 1.625      | 3.618            | 1.095      | 169                   | 0,001   | 236        | 370              | -       | 11.471     | 60           | 75         | -                |
| 2011 | 10.671     | 2.504            | 0,01    | 2.537      | 2.662            | 947        | 136                   | 0,001   | 358        | 306              | -       | 10.943     | 236          | 127        | -                |
| 2012 | 9.737      | 2.107            | 0,02    | 3.062      | 2.448            | 820        | 110                   | 0,001   | 424        | 301              | -       | 10.375     | 465          | 182        | -                |
| 2013 | 8.832      | 1.753            | 0,05    | 3.204      | 2.853            | 702        | 88                    | 0,001   | 437        | 365              | -       | 9.685      | 630          | 262        | -                |
| 2014 | 8.117      | 1.482            | 0,1     | 3.384      | 2.949            | 609        | 70                    | 0,002   | 465        | 379              | -       | 9.141      | 835          | 318        | -                |
| 2015 | 7.102      | 1.200            | 0,1     | 2.905      | 3.911            | 501        | 54                    | 0,002   | 396        | 500              | -       | 8.184      | 851          | 483        | -                |
| 2016 | 6.223      | 984              | 0,2     | 3.058      | 3.177            | 413        | 42                    | 0,002   | 406        | 392              | -       | 7.322      | 993          | 423        | -                |
| 2017 | 5.664      | 855              | 0,3     | 3.202      | 2.960            | 353        | 34                    | 0,002   | 413        | 346              | -       | 6.823      | 1.102        | 404        | -                |
| 2018 | 4.799      | 703              | 0,5     | 2.601      | 4.166            | 281        | 26                    | 0,002   | 324        | 464              | -       | 5.946      | 935          | 574        | -                |
| 2019 | 4.383      | 641              | 1       | 2.550      | 4.820            | 241        | 22                    | 0,003   | 306        | 508              | -       | 5.622      | 973          | 677        | -                |
| 2020 | 3.498      | 524              | 1       | 2.401      | 4.099            | 180        | 17                    | 0,004   | 281        | 413              | -       | 4.663      | 983          | 593        | -                |
| 2021 | 3.219      | 496              | 2       | 2.697      | 3.602            | 155        | 15                    | 0,01    | 309        | 357              | -       | 4.480      | 1.192        | 546        | -                |
| 2022 | 3.012      | 482              | 4       | 2.943      | 3.436            | 136        | 14                    | 0,01    | 331        | 339              | -       | 4.424      | 1.432        | 566        | -                |
| 2023 | 2.781      | 467              | 7       | 3.061      | 3.604            | 119        | 12                    | 0,02    | 348        | 354              | -       | 4.386      | 1.674        | 656        | -                |
| 2024 | 2.447      | 439              | 12      | 2.804      | 4.600            | 98         | 11                    | 0,04    | 330        | 454              | -       | 4.220      | 1.745        | 930        | -                |

**Tabela C.13 - Emissões de CH<sub>4</sub> por veículos movidos a diesel e GNV (t/ano)**

| Ano  | Diesel     |                  |               |              |                   |                     |                 |                  |                       |                   | GNV   |
|------|------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|-------|
|      | Automóveis | Comerciais Leves | Ônibus Urbano | Micro-ônibus | Ônibus Rodoviário | Caminhões Semileves | Caminhões Leves | Caminhões Médios | Caminhões Semipesados | Caminhões Pesados |       |
| 1980 | 1          | 12               | 337           | 18           | 61                | -                   | 511             | 1408             | 961                   | -                 | -     |
| 1981 | 1          | 18               | 321           | 19           | 59                | -                   | 503             | 1387             | 951                   | -                 | -     |
| 1982 | 2          | 29               | 320           | 20           | 60                | -                   | 515             | 1398             | 969                   | -                 | -     |
| 1983 | 1          | 36               | 304           | 20           | 57                | 0,2                 | 506             | 1322             | 926                   | 4                 | -     |
| 1984 | 2          | 43               | 307           | 21           | 59                | 1                   | 541             | 1337             | 952                   | 15                | -     |
| 1985 | 2          | 50               | 308           | 22           | 61                | 3                   | 586             | 1346             | 987                   | 31                | -     |
| 1986 | 2          | 62               | 347           | 25           | 69                | 9                   | 720             | 1511             | 1157                  | 59                | -     |
| 1987 | 2          | 68               | 359           | 25           | 72                | 16                  | 788             | 1517             | 1232                  | 90                | -     |
| 1988 | 2          | 73               | 369           | 26           | 74                | 20                  | 813             | 1465             | 1273                  | 121               | 8     |
| 1989 | 3          | 84               | 390           | 27           | 79                | 24                  | 863             | 1460             | 1355                  | 149               | 5     |
| 1990 | 3          | 92               | 392           | 27           | 80                | 28                  | 872             | 1424             | 1357                  | 175               | 5     |
| 1991 | 3          | 101              | 424           | 27           | 85                | 32                  | 902             | 1451             | 1377                  | 216               | 5     |
| 1992 | 3          | 107              | 454           | 27           | 91                | 33                  | 905             | 1431             | 1365                  | 248               | -     |
| 1993 | 4          | 117              | 477           | 27           | 95                | 34                  | 915             | 1421             | 1367                  | 300               | 67    |
| 1994 | 5          | 132              | 499           | 26           | 100               | 35                  | 942             | 1430             | 1389                  | 382               | 124   |
| 1995 | 5          | 148              | 538           | 26           | 107               | 36                  | 984             | 1471             | 1430                  | 483               | 132   |
| 1996 | 6          | 160              | 576           | 26           | 114               | 35                  | 1007            | 1493             | 1451                  | 565               | 97    |
| 1997 | 7          | 177              | 618           | 30           | 123               | 35                  | 1048            | 1536             | 1507                  | 658               | 126   |
| 1998 | 8          | 199              | 651           | 37           | 131               | 35                  | 1086            | 1574             | 1571                  | 752               | 354   |
| 1999 | 10         | 213              | 649           | 46           | 133               | 37                  | 1094            | 1555             | 1589                  | 807               | 427   |
| 2000 | 10         | 230              | 649           | 68           | 137               | 44                  | 1136            | 1556             | 1651                  | 876               | 840   |
| 2001 | 11         | 243              | 644           | 95           | 142               | 58                  | 1173            | 1540             | 1701                  | 939               | 1536  |
| 2002 | 11         | 255              | 646           | 127          | 148               | 81                  | 1223            | 1546             | 1763                  | 1016              | 2.631 |
| 2003 | 10         | 240              | 599           | 153          | 144               | 97                  | 1174            | 1437             | 1697                  | 1.032             | 3.566 |
| 2004 | 10         | 252              | 609           | 190          | 153               | 120                 | 1.236           | 1.460            | 1.816                 | 1.180             | 4.242 |
| 2005 | 10         | 248              | 577           | 202          | 152               | 136                 | 1.208           | 1.375            | 1.815                 | 1.249             | 5.221 |
| 2006 | 13         | 248              | 571           | 214          | 155               | 156                 | 1.207           | 1.332            | 1.844                 | 1.318             | 6.193 |
| 2007 | 18         | 260              | 599           | 234          | 163               | 182                 | 1.247           | 1.339            | 1.947                 | 1.447             | 6.871 |
| 2008 | 20         | 260              | 632           | 256          | 171               | 209                 | 1.283           | 1.340            | 2.087                 | 1.625             | 6.585 |
| 2009 | 20         | 239              | 614           | 257          | 163               | 214                 | 1.228           | 1.244            | 2.081                 | 1.674             | 5.655 |
| 2010 | 22         | 251              | 665           | 284          | 173               | 239                 | 1.322           | 1.293            | 2.337                 | 1.940             | 5.390 |
| 2011 | 23         | 247              | 693           | 294          | 178               | 250                 | 1.352           | 1.263            | 2.506                 | 2.142             | 5.295 |
| 2012 | 26         | 258              | 733           | 301          | 186               | 262                 | 1.398           | 1.251            | 2.688                 | 2.327             | 5.214 |
| 2013 | 30         | 286              | 783           | 312          | 197               | 274                 | 1.460           | 1.253            | 2.881                 | 2.556             | 5.026 |
| 2014 | 34         | 302              | 792           | 306          | 198               | 269                 | 1.446           | 1.202            | 2.933                 | 2.677             | 4.864 |
| 2015 | 35         | 298              | 753           | 285          | 189               | 255                 | 1.373           | 1.115            | 2.826                 | 2.603             | 4.738 |
| 2016 | 39         | 297              | 719           | 269          | 183               | 250                 | 1.332           | 1.057            | 2.743                 | 2.537             | 4.861 |
| 2017 | 45         | 306              | 707           | 262          | 183               | 255                 | 1.331           | 1.035            | 2.741                 | 2.569             | 5.292 |
| 2018 | 51         | 317              | 698           | 254          | 183               | 260                 | 1.322           | 1.020            | 2.738                 | 2.649             | 5.938 |
| 2019 | 58         | 335              | 706           | 252          | 186               | 268                 | 1.316           | 1.024            | 2.769                 | 2.833             | 6.134 |
| 2020 | 66         | 350              | 690           | 241          | 183               | 268                 | 1.266           | 998              | 2.731                 | 2.948             | 5.061 |
| 2021 | 83         | 405              | 721           | 247          | 193               | 294                 | 1.327           | 1.063            | 2.959                 | 3.366             | 5.821 |
| 2022 | 89         | 419              | 709           | 237          | 191               | 305                 | 1.300           | 1.062            | 3.015                 | 3.623             | 6.076 |
| 2023 | 91         | 422              | 685           | 224          | 187               | 308                 | 1.265           | 1.038            | 3.003                 | 3.707             | 5.255 |
| 2024 | 91         | 423              | 629           | 203          | 176               | 296                 | 1.205           | 979              | 2.872                 | 3.564             | 4.390 |

**Tabela C.14 - Emissões de N<sub>2</sub>O por veículos movidos à gasolina C e etanol hidratado (t/ano)**

| Ano  | Automóveis |                  |         |            |                  | Comerciais Leves Otto |                  |         |            |                  | Motocicletas |            |                  |
|------|------------|------------------|---------|------------|------------------|-----------------------|------------------|---------|------------|------------------|--------------|------------|------------------|
|      | Gasolina C | Etanol Hidratado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C            | Etanol Hidratado | Híbrido | Flex       |                  | Gasolina C   | Flex       |                  |
|      |            |                  |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |                       |                  |         | Gasolina C | Etanol Hidratado |              | Gasolina C | Etanol Hidratado |
| 1980 | 533        | 20               | -       | -          | -                | 64                    | 1                | -       | -          | -                | 4            | -          | -                |
| 1981 | 473        | 65               | -       | -          | -                | 54                    | 4                | -       | -          | -                | 5            | -          | -                |
| 1982 | 488        | 78               | -       | -          | -                | 53                    | 5                | -       | -          | -                | 8            | -          | -                |
| 1983 | 429        | 141              | -       | -          | -                | 44                    | 11               | -       | -          | -                | 10           | -          | -                |
| 1984 | 390        | 218              | -       | -          | -                | 39                    | 19               | -       | -          | -                | 12           | -          | -                |
| 1985 | 385        | 284              | -       | -          | -                | 37                    | 28               | -       | -          | -                | 14           | -          | -                |
| 1986 | 436        | 388              | -       | -          | -                | 40                    | 42               | -       | -          | -                | 18           | -          | -                |
| 1987 | 382        | 408              | -       | -          | -                | 34                    | 47               | -       | -          | -                | 19           | -          | -                |
| 1988 | 367        | 443              | -       | -          | -                | 31                    | 54               | -       | -          | -                | 21           | -          | -                |
| 1989 | 390        | 500              | -       | -          | -                | 33                    | 62               | -       | -          | -                | 24           | -          | -                |
| 1990 | 419        | 461              | -       | -          | -                | 36                    | 57               | -       | -          | -                | 27           | -          | -                |
| 1991 | 466        | 463              | -       | -          | -                | 42                    | 57               | -       | -          | -                | 30           | -          | -                |
| 1992 | 485        | 424              | -       | -          | -                | 45                    | 52               | -       | -          | -                | 31           | -          | -                |
| 1993 | 511        | 436              | -       | -          | -                | 48                    | 53               | -       | -          | -                | 30           | -          | -                |
| 1994 | 794        | 452              | -       | -          | -                | 80                    | 53               | -       | -          | -                | 31           | -          | -                |
| 1995 | 1.412      | 478              | -       | -          | -                | 155                   | 55               | -       | -          | -                | 33           | -          | -                |
| 1996 | 2.144      | 477              | -       | -          | -                | 253                   | 54               | -       | -          | -                | 37           | -          | -                |
| 1997 | 2.840      | 408              | -       | -          | -                | 345                   | 45               | -       | -          | -                | 42           | -          | -                |
| 1998 | 3.340      | 382              | -       | -          | -                | 405                   | 40               | -       | -          | -                | 48           | -          | -                |
| 1999 | 3.516      | 352              | -       | -          | -                | 415                   | 36               | -       | -          | -                | 51           | -          | -                |
| 2000 | 3.598      | 275              | -       | -          | -                | 410                   | 27               | -       | -          | -                | 54           | -          | -                |
| 2001 | 3.807      | 218              | -       | -          | -                | 416                   | 21               | -       | -          | -                | 60           | -          | -                |
| 2002 | 4.052      | 229              | -       | -          | -                | 424                   | 22               | -       | -          | -                | 69           | -          | -                |
| 2003 | 4.313      | 203              | -       | 1          | 4                | 437                   | 19               | -       | 0,3        | 1                | 80           | -          | -                |
| 2004 | 4.518      | 248              | -       | 11         | 49               | 450                   | 22               | -       | 2          | 9                | 91           | -          | -                |
| 2005 | 4.594      | 238              | -       | 43         | 189              | 446                   | 20               | -       | 5          | 24               | 103          | -          | -                |
| 2006 | 4.318      | 210              | 0,0001  | 111        | 435              | 406                   | 17               | 0,0002  | 11         | 41               | 112          | -          | -                |
| 2007 | 4.372      | 200              | 0,001   | 216        | 861              | 398                   | 15               | 0,001   | 20         | 76               | 136          | -          | -                |
| 2008 | 4.355      | 187              | 0,002   | 358        | 1.401            | 379                   | 14               | 0,001   | 33         | 128              | 165          | -          | -                |
| 2009 | 3.986      | 159              | 0,01    | 742        | 1.666            | 332                   | 11               | 0,001   | 74         | 155              | 177          | -          | -                |
| 2010 | 3.961      | 147              | 0,01    | 1.688      | 1.668            | 315                   | 10               | 0,002   | 184        | 161              | 197          | -          | -                |
| 2011 | 3.815      | 129              | 0,04    | 2.988      | 1.237            | 291                   | 9                | 0,003   | 355        | 125              | 207          | -          | -                |
| 2012 | 3.686      | 114              | 0,1     | 3.911      | 1.159            | 270                   | 7                | 0,003   | 494        | 121              | 211          | 6          | -                |
| 2013 | 3.516      | 100              | 0,2     | 4.457      | 1.417            | 245                   | 6                | 0,004   | 584        | 149              | 210          | 17         | -                |
| 2014 | 3.390      | 90               | 0,3     | 5.199      | 1.540            | 223                   | 5                | 0,01    | 709        | 164              | 210          | 29         | -                |
| 2015 | 3.110      | 77               | 1       | 4.864      | 2.157            | 192                   | 4                | 0,01    | 677        | 232              | 197          | 29         | -                |
| 2016 | 2.848      | 66               | 1       | 5.448      | 1.805            | 166                   | 4                | 0,01    | 754        | 192              | 181          | 29         | -                |
| 2017 | 2.705      | 60               | 1       | 6.016      | 1.706            | 149                   | 3                | 0,01    | 822        | 179              | 174          | 29         | -                |
| 2018 | 2.400      | 51               | 2       | 5.170      | 2.452            | 124                   | 2                | 0,01    | 693        | 251              | 160          | 23         | -                |
| 2019 | 2.304      | 47               | 4       | 5.375      | 2.897            | 111                   | 2                | 0,02    | 704        | 289              | 160          | 21         | -                |
| 2020 | 1.935      | 38               | 7       | 5.318      | 2.509            | 88                    | 2                | 0,02    | 684        | 245              | 141          | 18         | -                |
| 2021 | 1.873      | 36               | 14      | 6.213      | 2.240            | 80                    | 1                | 0,1     | 796        | 218              | 143          | 20         | -                |
| 2022 | 1.843      | 34               | 24      | 7.083      | 2.200            | 74                    | 1                | 0,1     | 910        | 213              | 151          | 20         | -                |
| 2023 | 1.796      | 32               | 42      | 7.728      | 2.391            | 72                    | 1                | 0,1     | 1.003      | 233              | 161          | 20         | -                |
| 2024 | 1.684      | 30               | 69      | 7.414      | 3.163            | 72                    | 1                | 0,4     | 989        | 314              | 168          | 17         | -                |



**Tabela C.15 - Emissões de N<sub>2</sub>O por veículos movidos a diesel e GNV (t/ano)**

| Ano  | Diesel     |                  |               |              |                   |                     |                 |                  |                       |                   | GNV   |
|------|------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|-------|
|      | Automóveis | Comerciais Leves | Ônibus Urbano | Micro-ônibus | Ônibus Rodoviário | Caminhões Semileves | Caminhões Leves | Caminhões Médios | Caminhões Semipesados | Caminhões Pesados |       |
| 1980 | -          | -                | 168           | 9            | 30                | -                   | 255             | 704              | 481                   | -                 | -     |
| 1981 | -          | -                | 161           | 9            | 29                | -                   | 252             | 693              | 475                   | -                 | -     |
| 1982 | -          | -                | 160           | 10           | 30                | -                   | 257             | 699              | 485                   | -                 | -     |
| 1983 | -          | -                | 152           | 10           | 29                | 0,1                 | 253             | 661              | 463                   | 2                 | -     |
| 1984 | -          | -                | 153           | 10           | 30                | 1                   | 271             | 668              | 476                   | 7                 | -     |
| 1985 | -          | -                | 154           | 11           | 30                | 2                   | 293             | 673              | 494                   | 15                | -     |
| 1986 | -          | -                | 174           | 12           | 35                | 5                   | 360             | 755              | 579                   | 30                | -     |
| 1987 | -          | -                | 180           | 13           | 36                | 8                   | 394             | 759              | 616                   | 45                | -     |
| 1988 | -          | -                | 185           | 13           | 37                | 10                  | 407             | 732              | 636                   | 61                | 11    |
| 1989 | -          | -                | 195           | 13           | 39                | 12                  | 432             | 730              | 677                   | 75                | 8     |
| 1990 | -          | -                | 196           | 13           | 40                | 14                  | 436             | 712              | 679                   | 88                | 8     |
| 1991 | -          | -                | 212           | 14           | 43                | 16                  | 451             | 726              | 688                   | 108               | 8     |
| 1992 | -          | -                | 227           | 13           | 45                | 17                  | 452             | 716              | 683                   | 124               | -     |
| 1993 | -          | -                | 238           | 13           | 48                | 17                  | 457             | 710              | 684                   | 150               | 94    |
| 1994 | -          | -                | 250           | 13           | 50                | 18                  | 471             | 715              | 695                   | 191               | 173   |
| 1995 | -          | -                | 269           | 13           | 54                | 18                  | 492             | 735              | 715                   | 242               | 184   |
| 1996 | -          | -                | 288           | 13           | 57                | 18                  | 504             | 747              | 725                   | 283               | 135   |
| 1997 | -          | -                | 309           | 15           | 61                | 18                  | 524             | 768              | 754                   | 329               | 177   |
| 1998 | -          | -                | 325           | 18           | 65                | 18                  | 543             | 787              | 785                   | 376               | 496   |
| 1999 | -          | -                | 325           | 23           | 66                | 18                  | 547             | 777              | 795                   | 403               | 598   |
| 2000 | -          | -                | 324           | 34           | 69                | 22                  | 568             | 778              | 825                   | 438               | 1.177 |
| 2001 | -          | -                | 322           | 48           | 71                | 29                  | 587             | 770              | 850                   | 469               | 2.151 |
| 2002 | -          | -                | 323           | 64           | 74                | 40                  | 611             | 773              | 882                   | 508               | 3.685 |
| 2003 | -          | -                | 300           | 77           | 72                | 49                  | 587             | 718              | 848                   | 516               | 4.993 |
| 2004 | -          | -                | 305           | 95           | 77                | 60                  | 618             | 730              | 908                   | 590               | 5.941 |
| 2005 | -          | -                | 289           | 101          | 76                | 68                  | 604             | 688              | 908                   | 624               | 7.312 |
| 2006 | -          | -                | 286           | 107          | 77                | 78                  | 603             | 666              | 922                   | 659               | 8.673 |
| 2007 | -          | -                | 299           | 117          | 82                | 91                  | 623             | 670              | 974                   | 724               | 9.622 |
| 2008 | 4          | 19               | 316           | 128          | 86                | 105                 | 641             | 670              | 1.043                 | 812               | 9.222 |
| 2009 | 9          | 48               | 307           | 128          | 82                | 107                 | 614             | 622              | 1.040                 | 837               | 7.919 |
| 2010 | 14         | 85               | 332           | 142          | 87                | 120                 | 661             | 646              | 1.168                 | 970               | 7.549 |
| 2011 | 20         | 123              | 347           | 147          | 89                | 125                 | 676             | 632              | 1.253                 | 1.071             | 7.415 |
| 2012 | 26         | 170              | 367           | 151          | 93                | 131                 | 699             | 625              | 1.344                 | 1.164             | 7.301 |
| 2013 | 34         | 232              | 391           | 156          | 99                | 137                 | 730             | 627              | 1.441                 | 1.278             | 7.039 |
| 2014 | 40         | 280              | 396           | 153          | 99                | 135                 | 723             | 601              | 1.467                 | 1.339             | 6.811 |
| 2015 | 45         | 303              | 377           | 143          | 95                | 127                 | 687             | 558              | 1.413                 | 1.302             | 6.634 |
| 2016 | 52         | 323              | 360           | 135          | 92                | 125                 | 666             | 529              | 1.371                 | 1.268             | 6.807 |
| 2017 | 64         | 356              | 354           | 131          | 91                | 128                 | 666             | 518              | 1.371                 | 1.285             | 7.411 |
| 2018 | 78         | 396              | 349           | 127          | 91                | 130                 | 661             | 510              | 1.369                 | 1.324             | 8.316 |
| 2019 | 92         | 447              | 353           | 126          | 93                | 134                 | 658             | 512              | 1.385                 | 1.416             | 8.590 |
| 2020 | 104        | 479              | 345           | 120          | 91                | 134                 | 633             | 499              | 1.366                 | 1.474             | 7.087 |
| 2021 | 125        | 554              | 361           | 123          | 96                | 147                 | 663             | 531              | 1.479                 | 1.683             | 8.152 |
| 2022 | 138        | 595              | 354           | 119          | 95                | 153                 | 650             | 531              | 1.508                 | 1.812             | 8.509 |
| 2023 | 147        | 636              | 358           | 117          | 97                | 161                 | 640             | 532              | 1.546                 | 1.935             | 7.359 |
| 2024 | 152        | 677              | 363           | 116          | 98                | 169                 | 627             | 529              | 1.578                 | 2.042             | 6.148 |

**Tabela C.16 - Emissões de CO<sub>2</sub> de escapamento por veículos (mil t/ano)**

| Ano  | Automóveis | Motocicletas | Comerciais Leves | Caminhões Semileves | Caminhões Leves | Caminhões Médios | Caminhões Semipesados | Caminhões Pesados | Ônibus Rodoviários | Ônibus Urbanos | Micro-ônibus |
|------|------------|--------------|------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|
| 1980 | 26.087     | 81           | 3.745            | -                   | 4.070           | 11.141           | 12.343                | -                 | 890                | 6.489          | 236          |
| 1981 | 25.058     | 116          | 3.456            | -                   | 4.034           | 11.037           | 12.284                | -                 | 865                | 6.223          | 246          |
| 1982 | 25.737     | 175          | 3.533            | -                   | 4.143           | 11.167           | 12.570                | -                 | 880                | 6.233          | 263          |
| 1983 | 24.821     | 217          | 3.341            | 1                   | 4.063           | 10.536           | 11.979                | 51                | 847                | 5.890          | 260          |
| 1984 | 25.071     | 253          | 3.399            | 6                   | 4.387           | 10.752           | 12.436                | 190               | 881                | 6.006          | 277          |
| 1985 | 26.893     | 301          | 3.692            | 16                  | 4.726           | 10.780           | 12.839                | 402               | 896                | 6.006          | 286          |
| 1986 | 32.416     | 398          | 4.492            | 45                  | 5.861           | 12.209           | 15.178                | 777               | 1.033              | 6.837          | 330          |
| 1987 | 30.343     | 403          | 4.416            | 77                  | 6.395           | 12.232           | 16.128                | 1.174             | 1.074              | 7.054          | 338          |
| 1988 | 30.827     | 448          | 4.621            | 98                  | 6.582           | 11.768           | 16.597                | 1.584             | 1.101              | 7.227          | 341          |
| 1989 | 33.848     | 533          | 5.210            | 120                 | 7.026           | 11.792           | 17.768                | 1.958             | 1.174              | 7.673          | 359          |
| 1990 | 34.338     | 607          | 5.478            | 138                 | 7.098           | 11.502           | 17.799                | 2.300             | 1.188              | 7.720          | 354          |
| 1991 | 36.415     | 670          | 6.023            | 158                 | 7.300           | 11.665           | 17.963                | 2.819             | 1.270              | 8.298          | 358          |
| 1992 | 35.852     | 671          | 6.188            | 165                 | 7.328           | 11.505           | 17.818                | 3.240             | 1.349              | 8.886          | 356          |
| 1993 | 37.530     | 662          | 6.689            | 169                 | 7.408           | 11.421           | 17.843                | 3.911             | 1.419              | 9.336          | 354          |
| 1994 | 40.634     | 674          | 7.414            | 174                 | 7.628           | 11.499           | 18.132                | 4.991             | 1.487              | 9.772          | 350          |
| 1995 | 45.749     | 721          | 8.481            | 177                 | 7.966           | 11.826           | 18.664                | 6.304             | 1.594              | 10.529         | 350          |
| 1996 | 50.925     | 806          | 9.696            | 175                 | 8.156           | 12.006           | 18.929                | 7.373             | 1.698              | 11.283         | 351          |
| 1997 | 53.024     | 910          | 10.598           | 175                 | 8.489           | 12.349           | 19.668                | 8.591             | 1.824              | 12.093         | 392          |
| 1998 | 54.226     | 1.022        | 11.207           | 173                 | 8.708           | 12.526           | 20.297                | 9.722             | 1.920              | 12.616         | 481          |
| 1999 | 51.785     | 1.077        | 10.999           | 179                 | 8.715           | 12.298           | 20.410                | 10.359            | 1.941              | 12.504         | 604          |
| 2000 | 48.322     | 1.138        | 10.614           | 213                 | 8.986           | 12.227           | 21.051                | 11.171            | 1.995              | 12.412         | 874          |
| 2001 | 47.040     | 1.258        | 10.484           | 279                 | 9.255           | 12.060           | 21.625                | 11.937            | 2.053              | 12.283         | 1.229        |
| 2002 | 48.319     | 1.412        | 10.604           | 389                 | 9.647           | 12.111           | 22.422                | 12.924            | 2.149              | 12.329         | 1.639        |
| 2003 | 49.925     | 1.640        | 10.500           | 469                 | 9.257           | 11.248           | 21.566                | 13.112            | 2.092              | 11.427         | 1.975        |
| 2004 | 53.137     | 1.894        | 11.030           | 580                 | 9.746           | 11.428           | 23.075                | 14.996            | 2.226              | 11.618         | 2.457        |
| 2005 | 55.304     | 2.145        | 10.993           | 655                 | 9.529           | 10.768           | 23.070                | 15.869            | 2.207              | 11.009         | 2.611        |
| 2006 | 56.829     | 2.446        | 10.805           | 750                 | 9.515           | 10.426           | 23.439                | 16.745            | 2.239              | 10.949         | 2.757        |
| 2007 | 62.611     | 3.109        | 11.291           | 878                 | 9.828           | 10.488           | 24.737                | 18.384            | 2.352              | 11.592         | 3.012        |
| 2008 | 68.993     | 3.930        | 12.048           | 1.006               | 10.100          | 10.489           | 26.482                | 20.620            | 2.449              | 12.355         | 3.291        |
| 2009 | 70.493     | 4.395        | 12.098           | 1.031               | 9.661           | 9.733            | 26.387                | 21.226            | 2.320              | 12.118         | 3.304        |
| 2010 | 77.778     | 5.143        | 13.511           | 1.149               | 10.398          | 10.108           | 29.608                | 24.584            | 2.455              | 13.218         | 3.656        |
| 2011 | 82.165     | 5.737        | 14.619           | 1.199               | 10.630          | 9.884            | 31.759                | 27.143            | 2.506              | 13.897         | 3.780        |
| 2012 | 88.616     | 6.353        | 16.001           | 1.258               | 10.994          | 9.774            | 33.979                | 29.411            | 2.603              | 14.804         | 3.874        |
| 2013 | 93.312     | 6.618        | 17.206           | 1.317               | 11.478          | 9.776            | 36.255                | 32.139            | 2.731              | 15.889         | 4.005        |
| 2014 | 99.051     | 6.947        | 18.344           | 1.293               | 11.367          | 9.355            | 36.755                | 33.493            | 2.726              | 16.143         | 3.934        |
| 2015 | 99.100     | 6.853        | 18.292           | 1.224               | 10.782          | 8.655            | 35.298                | 32.460            | 2.588              | 15.389         | 3.668        |
| 2016 | 97.802     | 6.666        | 18.009           | 1.202               | 10.457          | 8.195            | 34.205                | 31.587            | 2.495              | 14.733         | 3.465        |
| 2017 | 99.971     | 6.626        | 18.313           | 1.225               | 10.446          | 8.016            | 34.133                | 31.936            | 2.481              | 14.501         | 3.368        |
| 2018 | 97.693     | 6.197        | 18.026           | 1.245               | 10.363          | 7.878            | 34.006                | 32.822            | 2.468              | 14.332         | 3.274        |
| 2019 | 102.563    | 6.297        | 18.731           | 1.282               | 10.311          | 7.890            | 34.340                | 35.002            | 2.498              | 14.520         | 3.246        |
| 2020 | 93.463     | 5.640        | 17.697           | 1.283               | 9.909           | 7.677            | 33.798                | 36.320            | 2.443              | 14.196         | 3.106        |
| 2021 | 97.964     | 5.861        | 18.826           | 1.409               | 10.388          | 8.163            | 36.554                | 41.376            | 2.573              | 14.864         | 3.190        |
| 2022 | 104.241    | 6.308        | 19.689           | 1.462               | 10.183          | 8.146            | 37.208                | 44.463            | 2.540              | 14.643         | 3.077        |
| 2023 | 109.981    | 6.870        | 20.817           | 1.544               | 10.027          | 8.141            | 38.053                | 47.366            | 2.557              | 14.784         | 3.037        |
| 2024 | 112.508    | 7.354        | 21.953           | 1.612               | 9.807           | 8.075            | 38.739                | 49.846            | 2.578              | 14.989         | 3.010        |

