



COMUNICAÇÃO NACIONAL DO
BRASIL À CONVENÇÃO-QUADRO
DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE
MUDANÇA DO CLIMA

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



PROJETO BRA/16/G31

**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**

Versão de agosto de 2020

QUARTO INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES E REMOÇÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA

SETOR ENERGIA

SUBSETOR QUEIMA DE COMBUSTÍVEIS

CATEGORIA TRANSPORTE RODOVIÁRIO

Coordenadora Técnica da Quarta Comunicação Nacional
Danielly Godiva Santana Molleta (PNUD/MCTI)

Supervisor do Quarto Inventário Nacional
Mauro Meirelles de Oliveira Santos (PNUD/MCTI)

Analista Técnica do Setor Energia
Renata P. S. Grisoli (PNUD/MCTI)

Coordenador Técnico-Científico do Quarto Inventário Nacional pela Rede Clima
Eduardo Delgado Assad (Embrapa)

Coordenadores Técnico-Científicos do Setor Energia pela Rede Clima
Emilio Lèbre La Rovere (UFRJ)
Carolina Burle Schmidt Dubeux (UFRJ)

Autores

George Vasconcelos Goes (UFRJ)
Daniel Neves Schmitz Gonçalves (UFRJ)
Marcio de Almeida D'Agosto (UFRJ)

Colaboradores

Benísio José da Silva Filho (SUSEP)
Camilo Adas (SAE Brasil) (SUSEP)
Gian Gomes Marques (Volkswagen)
Marcelo Augusto Camacho Rocha (SUSEP)
Marcelo Pereira Bales (CETESB)
Marcos Gonçalves Visgueiro (SUSEP)
Victor Gomes Simão (Inmetro)

Instituições colaboradoras

ABRACICLO - Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares
ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito
IBTS - Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável
NTU - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
SINDIPEÇAS - Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores
SUSEP - Superintendência de Seguros Privados

Aviso

Este documento compreende atualizações das estimativas de emissões com base na aplicação das diretrizes metodológicas de 2006 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC no acrônimo em inglês) que servirão de subsídios para elaboração futura do capítulo do “Inventário Nacional de Emissões Antrópicas e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal”, parte integrante da Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção do Clima. Neste trabalho, foram consideradas, na medida do possível, informações oficiais públicas para o período de 1990 a 2016.

Todas as indicações, dados e resultados deste estudo foram compilados e cuidadosamente revisados pelo(s) autor(es). O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações ou o(s) autor(es) não podem ser responsabilizados por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo direto ou indireto resultante do uso ou confiança depositada sobre as informações contidas neste estudo, ou direta ou indiretamente resultante dos erros, imprecisões ou omissões de informações neste estudo.

Os resultados, as interpretações, as recomendações, as estimativas e as conclusões expressas neste estudo são de responsabilidade dos autores, não refletindo a opinião do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, nem de outros órgãos do governo participantes e consultados para elaboração deste estudo. O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e outros órgãos governamentais se eximem da responsabilidade de implementar quaisquer dos resultados, interpretações, recomendações, estimativas ou conclusões contidas neste estudo.

Sumário

Sumário Executivo	10
1 Introdução	13
2 Metodologia	14
2.1 Dados de atividade	17
2.2 Fatores de emissão e outros parâmetros	20
2.3 Deterioração de emissões por acúmulo de rodagem	21
2.4 Consumo energético e intensidade de uso	22
3 Resultados	24
4 Diferenças em relação ao Terceiro Inventário	28
5 Referências Bibliográficas	33
APÊNDICE A - Procedimento	35
APÊNDICE B - Frota circulante	36
APÊNDICE C - Consumo energético	39
APÊNDICE D - Emissões	40
APÊNDICE F - Emissões na estrutura das categorias IPCC 2006	52
APÊNDICE G - Análise da intensidade de uso ajustada	58
APÊNDICE H - Análise dos fatores de emissão implícitos	59
ANEXO A	60
ANEXO B	62
ANEXO C	67

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1. Emissões CO₂ por combustível</i>	10
<i>Tabela 2. Emissões de GEE diretos da categoria Transporte Rodoviário (Gg)</i>	10
<i>Tabela 3. Níveis de detalhamento metodológico</i>	14
<i>Tabela 4. Categorias de veículos incluídas no Quarto Inventário Nacional</i>	14
<i>Tabela 5. Equações para estimar as emissões dos gases inventariados</i>	16
<i>Tabela 6. Dados de entrada do modelo para todos os modos</i>	17
<i>Tabela 7. Equação para estimar a frota circulante</i>	18
<i>Tabela 8. Equações para estimar o fator de emissão de CO₂</i>	20
<i>Tabela 9. Dados de entrada de deterioração por acúmulo de rodagem</i>	21
<i>Tabela 10. Equações para cálculo e ajuste do consumo energético</i>	22
<i>Tabela 11. Emissões de CO₂ por tipo de combustível</i>	26
<i>Tabela 12. Emissões de GEE indiretos</i>	26
<i>Tabela 13. Ajustes nas categorias de veículos</i>	29
<i>Tabela 14. Ajustes dos coeficientes de calibração das funções de sucateamento</i>	30
<i>Tabela 15. Ajustes nas categorias inclusas na deterioração por acúmulo de rodagem</i>	31
<i>Tabela 16. Frota circulante motocicletas</i>	36
<i>Tabela 17. Frota circulante automóveis</i>	37
<i>Tabela 18. Frota circulante comerciais leves (Otto)</i>	37
<i>Tabela 19. Frota circulante caminhões e comerciais leves (Diesel)</i>	38
<i>Tabela 20. Frota circulante ônibus</i>	38
<i>Tabela 21. Consumo energético por tipo de combustível</i>	39
<i>Tabela 22. Emissões de CO₂ - abordagem bottom-up - leves (Gg)</i>	40
<i>Tabela 23. Emissões de CO₂ - abordagem bottom-up - pesados (Gg)</i>	41
<i>Tabela 24. Emissões de N₂O - abordagem bottom-up - leves (Gg)</i>	42
<i>Tabela 25. Emissões de N₂O - abordagem bottom-up - pesados (Gg)</i>	43
<i>Tabela 26. Emissões de CH₄ - abordagem bottom-up - leves (Gg)</i>	44
<i>Tabela 27. Emissões de CH₄ - abordagem bottom-up - pesados (Gg)</i>	45
<i>Tabela 28. Emissões de CO - abordagem bottom-up - leves (Gg)</i>	46
<i>Tabela 29. Emissões de CO - abordagem bottom-up - pesados (Gg)</i>	47
<i>Tabela 30. Emissões de NO_x - abordagem bottom-up - leves (Gg)</i>	48
<i>Tabela 31. Emissões de NO_x - abordagem bottom-up - pesados (Gg)</i>	49
<i>Tabela 32. Emissões de NMVOC - abordagem bottom-up - leves (Gg)</i>	50
<i>Tabela 33. Emissões de NMVOC - abordagem bottom-up - pesados (Gg)</i>	51
<i>Tabela 34. Emissões de CO₂ - abordagem bottom-up</i>	52
<i>Tabela 35. Emissões de N₂O - abordagem bottom-up</i>	53
<i>Tabela 36. Emissões de CH₄ - abordagem bottom-up</i>	54

Tabela 37. Emissões de CO - abordagem bottom-up	55
Tabela 38. Emissões de NOx - abordagem bottom-up	56
Tabela 39. Emissões de NMVOC - abordagem bottom-up.....	57
Tabela 40. Rendimento energético para automóveis e motocicletas (km/l)	60
Tabela 41. Rendimento energético para ônibus (km/l)	60
Tabela 42. Rendimento energético para caminhões (km/l).....	61
Tabela 43. Fatores de emissão para veículos leves	62
Tabela 44. Fator de emissão de veículos convertidos para uso de GNV (g/km).....	63
Tabela 45. Fator de emissão de veículos pesados com motores do ciclo Diesel	63
Tabela 46. Fator de emissão de emissões evaporativas para veículos leves	65
Tabela 47. Intensidade de uso de referência (km/ano)	67

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Emissões de CO₂ entre o período de 1990 e 2016 de combustíveis fósseis</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2. Emissões de CH₄ por tipo de combustível</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3. Emissões de N₂O por tipo de combustível</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4. Evolução da frota circulante rodoviária brasileira.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 5. Uso de energia do transporte rodoviário</i>	<i>25</i>
<i>Figura 6. Participação dos combustíveis no consumo energético do modo rodoviário em 2016 ..</i>	<i>25</i>
<i>Figura 7. Evolução das emissões de GEE indiretos.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 8. Comparação entre as abordagens top-down e bottom-up</i>	<i>29</i>
<i>Figura 9. Curvas de sucateamento Gompertz para veículos do ciclo Otto</i>	<i>30</i>
<i>Figura 10. Curvas de sucateamento Logísticas para veículos do ciclo Diesel</i>	<i>30</i>
<i>Figura 11. Comparação entre estudos anteriores para o CO₂.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 12. Comparação entre estudos anteriores para o CH₄.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 13. Comparação entre estudos anteriores para o N₂O.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 14. Procedimento para estimar as emissões de GEE</i>	<i>35</i>
<i>Figura 15. Comparação entre a intensidade de uso de referência e ajustada</i>	<i>58</i>
<i>Figura 16. Comportamento das emissões com base nos fatores de emissão implícitos</i>	<i>59</i>

Siglas

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

BEN - Balanço Energético Nacional

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CH₄ - metano

CO - monóxido de carbono

CO₂ - dióxido de carbono

DECOPE - Departamento de Custos Operacionais e Pesquisas Econômicas

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito

DPVAT - Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

g - grama

GEE - gases de efeito estufa

Gg - gigagrama

GNV - gás natural veicular

IBTS - Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

kg - quilograma

L - litro

m³ - metro cúbico

MCI - motores de combustão interna

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

MMA - Ministério do Meio Ambiente

N₂O - óxido nitroso

NMVOG - *non-methane volatile organic compound* (compostos orgânicos voláteis não metânicos)

NO_x - óxidos de nitrogênio

NTU - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos

PDE - Plano Decenal de Energia

PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores

PROMOT - Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares

SINDIPEÇAS - Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores

SUSEP - Superintendência de Seguros Privados

Tep - tonelada equivalente de petróleo

THC - hidrocarbonetos totais

TJ - terajoule

Sumário Executivo

Neste relatório, são apresentadas as estimativas das emissões antrópicas por fontes associadas ao subsetor Queima de Combustíveis para o período de 1990 a 2016, na categoria Transporte Rodoviário. A Tabela 1 mostra os resultados para o gás CO₂, por combustível, enquanto a Tabela 2 evidencia as emissões dos GEE diretos (CO₂, CH₄ e N₂O).

Tabela 1. Emissões CO₂ por combustível

Combustível	1990	1995	2000	2005	2010	2016	Variação 2005- 2016	Variação 2010- 2016
	Gg							
Diesel	49.565	59.789	72.597	80.020	96.403	108.964	36%	13%
Gasolina A	22.492	33.241	38.479	39.448	50.850	70.163	78%	38%
Gás Natural Veicular	4	101	647	4.019	4.150	3.742	-7%	-10%
Total Fóssil	72.062	93.132	111.723	123.488	151.403	182.869	48%	21%
Biodiesel	0	0	0	1	4.297	7.319	-	70%
Etanol Anidro	1.927	5.335	9.025	12.085	11.229	17.563	45%	56%
Etanol Hidratado	15.422	15.020	8.220	8.547	24.424	23.565	176%	-4%
Total Biomassa¹	17.349	20.355	17.245	20.633	39.951	48.447	135%	21%

Tabela 2. Emissões de GEE diretos da categoria Transporte Rodoviário (Gg)

GEE	1990	1995	2000	2005	2010	2016	Variação 2005-2016	Variação 2010-2016
Total CO ₂ ²	72.062	93.132	111.723	123.488	151.403	182.869	48%	21%
Total CH ₄	67	73	56	45	44	37	-20%	-18%
Total N ₂ O	3	4	7	8	12	16	89%	34%

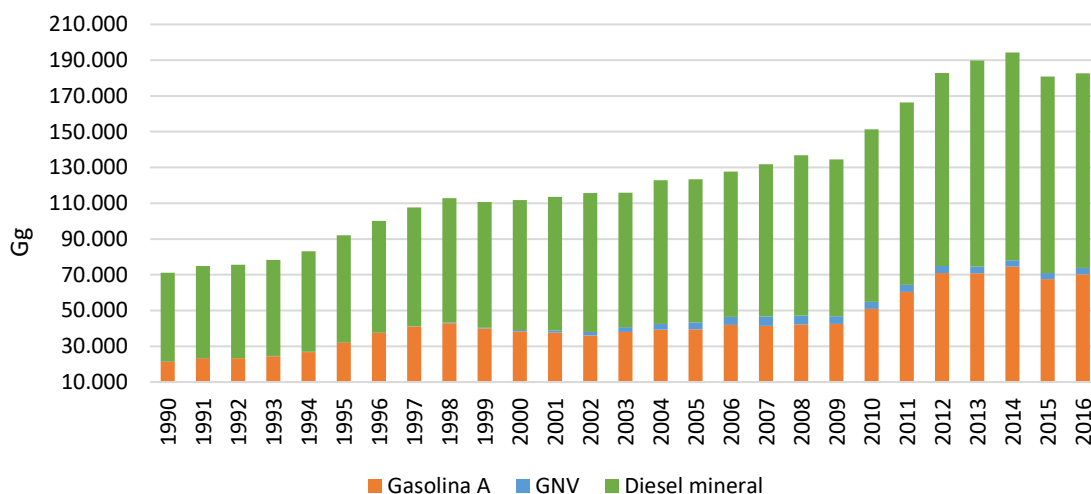
Em 2016, as emissões de CO₂ da categoria Transporte Rodoviário foram de 182 mil Gg. O transporte de passageiros representa 51% deste volume, enquanto 49% são oriundos do transporte de carga. Os resultados indicam a evolução gradual das emissões do transporte de passageiros, visto que, em 2005, a sua participação era de 47% das emissões do modo, enquanto 53% eram referentes ao transporte de carga.

A Figura 1 mostra a evolução das emissões para o gás CO₂ por tipo de combustível fóssil.

¹ As emissões de CO₂ estimadas para os combustíveis de biomassa devem ser informadas, porém não são contabilizadas no total de emissões do setor Energia.

² Apenas combustíveis fósseis.

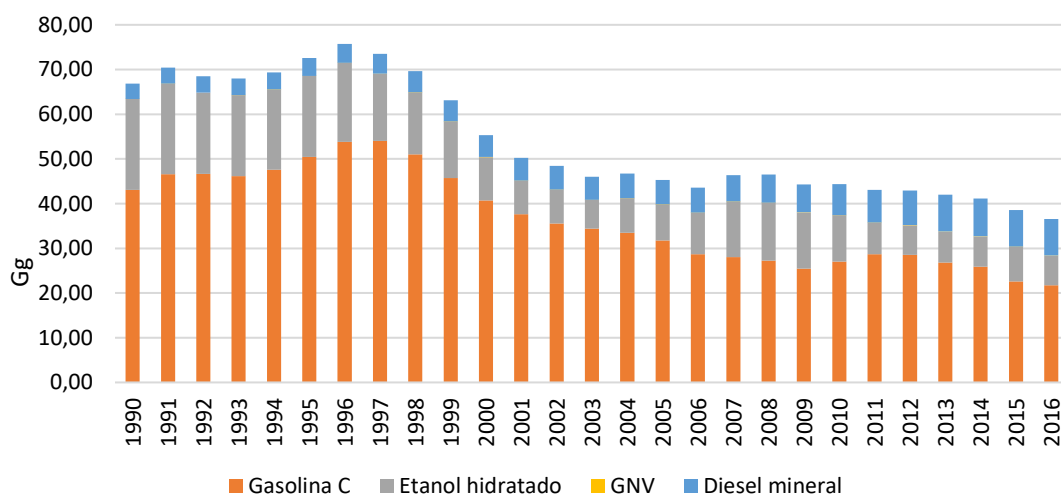
Figura 1. Emissões de CO₂ entre o período de 1990 e 2016 de combustíveis fósseis



O aumento das emissões totais de CO₂ do transporte rodoviário é diretamente proporcional ao incremento do consumo energético do período. Uma das razões é o crescimento acentuado das vendas de veículos automotores a partir de 2004, com declínio nos anos de 2014, 2015 e 2016 em decorrência da recessão da atividade econômica do país.

As Figuras 2 e 3 mostram a evolução das emissões dos gases CH₄ e N₂O.

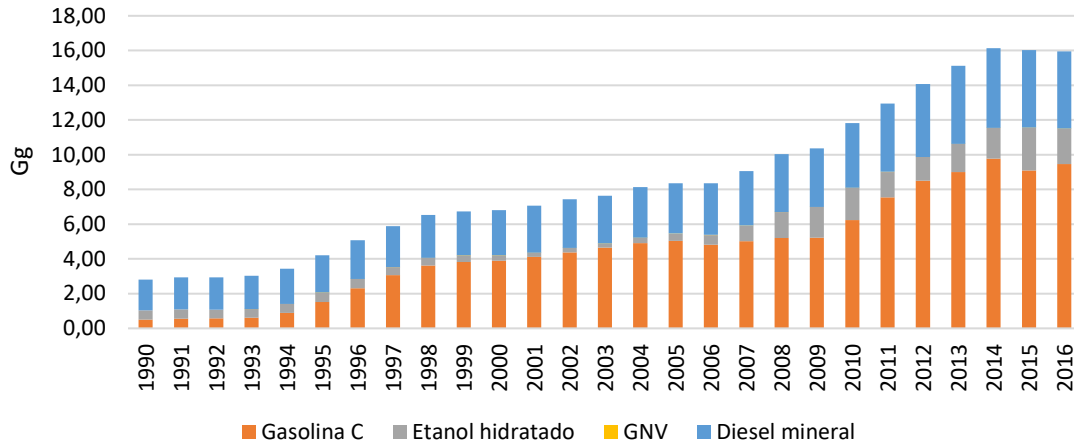
Figura 2. Emissões de CH₄ por tipo de combustível



Em relação ao gás CH₄, verifica-se diminuição dos volumes de emissão a partir de 1996, sendo mais intensa a partir de 2010. Parte significativa desse montante é decorrente da adoção de novas

tecnologias de controle de emissões e da penetração das fases do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE).

Figura 3. Emissões de N₂O por tipo de combustível



As emissões de N₂O seguem uma tendência de crescimento conforme as fases mais avançadas do PROCONVE e PROMOT penetram na frota circulante. Esse fenômeno também foi observado e analisado no estudo Brasil (2014). Um dos fatores que incrementam a emissão desse gás é a presença do catalisador de três vias em veículos novos, sendo, portanto, uma tendência alinhada com o crescimento do consumo energético.

1 Introdução

Este relatório apresenta os resultados do Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (GEE), CO₂ e não CO₂ (CH₄, N₂O, NO_x, CO e NMVOC), provenientes da queima de combustíveis na categoria Transporte Rodoviário.

O modelo utilizado para estimar as emissões de GEE oriundas do transporte terrestre é adaptado dos procedimentos do 1º e do 2º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (BRASIL, 2011; 2014), da CETESB (2018), bem como da Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2016). Nesse tocante, o procedimento para cálculo utiliza uma abordagem *bottom-up* que estima as emissões de GEE e poluentes atmosféricos a partir da desagregação setorial do consumo final de energia (IPCC, 2006). Permite-se, portanto, identificar onde e como ocorrem as emissões para a categoria de veículos inventariada.

Concomitantemente, as emissões estimadas a partir da abordagem *bottom-up* são ajustadas por meio de uma abordagem *top-down*, que considera dados agregados sobre a oferta de combustíveis do setor.

Em relação ao Terceiro Inventário, constituinte da Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2016), este trabalho passa a estimar as emissões oriundas de veículos automotores convertidos para o uso de gás natural veicular (GNV), utilizando uma abordagem *top-down*, bem como de automóveis híbridos gasolina-elétrico (*bottom-up*). Além disso, considera-se a divisão dos caminhões em cinco categorias (semileves, leves, médios, semipesados e pesados) e dos ônibus em três categorias (micro-ônibus, urbanos e rodoviários). Ainda nessa linha, os coeficientes de calibração das funções que buscam aproximar a quantidade de veículos sucateados são ajustados por meio da quantidade de veículos adimplentes e inadimplentes com o seguro de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres (DPVAT).

2 Metodologia

A metodologia utilizada para obtenção das estimativas apresentadas neste relatório é consistente com o Guia para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - IPCC (IPCC, 2006), além de ser uma adaptação dos estudos Gonçalves et al. (2019) e IBTS (2019).

Os gases inventariados podem ser classificados em CO₂ e não CO₂. O CO₂ é estimado com base no conteúdo de carbono de cada tipo de combustível, podendo ser calculado com razoável confiabilidade diretamente sobre o consumo energético de determinado veículo ou da energia total consumida pelo setor, utilizando abordagens com menores níveis de detalhamento (*Tiers* 1 e 2). Para este Inventário são consideradas informações específicas do Brasil, portanto adota-se um nível de detalhamento *Tier* 2.

Dado que o processo de combustão realizado em motores de combustão interna (MCI) é usualmente incompleto, outros gases não CO₂ são produzidos. O efeito direto é a produção de CH₄, CO e NMVOC, enquanto indiretamente são produzidos N₂O e NO_x. Neste Inventário, os gases não CO₂ são estimados com base em fatores de emissão locais e que variam conforme a tecnologia do veículo, dessa forma utiliza-se um nível de detalhamento *Tier* 3. A Tabela 3 resume os níveis de detalhamento adotados para cada tipo de gás inventariado.

Tabela 3. Níveis de detalhamento metodológico

Gás	<i>Tier</i>
CO ₂	<i>Tier</i> 2
CH ₄	<i>Tier</i> 3
N ₂ O	<i>Tier</i> 3
CO	<i>Tier</i> 3
NO _x	<i>Tier</i> 3
NMVOC	<i>Tier</i> 3
Emissões evaporativas	<i>Tier</i> 3

As categorias presentes na frota de veículos se referem aos tipos de veículos que são incluídos na modelagem, por exemplo: (1) tipo de veículo (motocicletas, caminhões, etc.); (2) porte (semileves, leves, pesados, etc.); e (3) motor, com variações do sistema de propulsão (ciclo Otto, Diesel). As categorias são expostas na Tabela 4.

Tabela 4. Categorias de veículos incluídas no Quarto Inventário Nacional

Categoria	Descrição	Motor/Sistema de propulsão
Motocicletas	Veículo automotor de duas rodas, com ou sem <i>sidecar</i> , dirigido em posição montada	Otto / Gasolina
		Otto / <i>Flexible-fuel</i>
Automóveis	Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor	Otto / Gasolina
		Otto / Etanol
		Otto / <i>Flexible-fuel</i>
		Otto / GNV
		Híbrido
Comerciais leves	Veículo automotor destinado ao transporte de pessoas ou carga,	Otto / Gasolina
		Otto / Etanol
		Otto / <i>Flexible-fuel</i>

Categoria	Descrição	Motor/Sistema de propulsão
	com peso bruto total de até 3.500 kg	Otto / GNV
Micro-ônibus	Veículo automotor de transporte coletivo	Diesel
Ônibus urbanos		Diesel
Ônibus rodoviários		Diesel
Caminhões semileves (PBT > 3,5 t < 6 t)		Diesel
Caminhões leves (PBT ≥ 6t < 10 t)	Veículo automotor destinado ao transporte de carga, com carroçaria e PBT superior a 3.500 kg	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

Ressalta-se que algumas categorias de veículos não foram consideradas no inventário em decorrência da participação reduzida na frota circulante ou por restrições legais de comercialização. Portanto, não foram inclusos os veículos pesados (ônibus e caminhões) com motores do ciclo Otto ou modelos híbridos diesel-elétricos em decorrência da quantidade irrisória na frota circulante. Além disso, automóveis com motores do ciclo Diesel com capacidade de carga inferior a 1.000 kg também foram desconsiderados, devido à proibição da venda desse tipo de veículo no Brasil.

Conforme abordado na Introdução deste relatório, adota-se uma abordagem *bottom-up Tier 3* (IPCC, 2006) para os gases não CO₂, cujos fatores de emissão variam de acordo com a tecnologia do veículo, e *bottom-up Tier 2*, para estimar as emissões de CO₂. O método para realizar o inventário de emissões de GEE é estruturado com base em cinco informações:

1. Frota circulante: obtida com base no histórico de vendas de veículos novos; curva de sucateamento; fração de veículos *flexible-fuel* e conversão de veículos para uso de GNV;
2. Fator de emissão: obtido com base em relatórios técnicos de instituições nacionais, considera-se o incremento de emissão para gases não CO₂ em decorrência da deterioração do veículo por acúmulo de rodagem;
3. Intensidade de uso: obtida pela intensidade de uso de referência (BRASIL, 2014) e pelo fator de correção, calibrado por categoria de veículo pela confrontação entre consumo energético anual observado (BEN) e o consumo energético estimado (*bottom-up*);
4. Atividade de transporte: calibrado de acordo com Plano Decenal de Energia, PDE 2021, Consolidação de Bases de Dados do Setor Transporte, 1970-2010 (EPE, 2012) e IBTS (2019);
5. Consumo energético: obtido a partir do rendimento energético (km/l) e intensidade de uso de cada categoria de veículo, tecnologia e ano de fabricação.

O fluxo lógico de atividades, exposto no Apêndice A, utiliza uma abordagem *bottom-up* para estimar as emissões de GEE, considerando um nível de detalhamento *Tier 3* (para gases não CO₂) e *Tier 2* (para CO₂).

As equações 1 e 2, expostas na Tabela 5, são utilizadas para o cálculo das emissões dos gases CO₂ e não CO₂.

Tabela 5. Equações para estimar as emissões dos gases inventariados

Equações	Descrição	Tier	Abordagem	Equação	Referência IPCC 2006
Equação 1	Cálculo da emissão de CO ₂	Tier 2	<i>bottom-up</i> e <i>top-down</i> (GNV)	$E = \sum_{a,b} (C_{a,b} \cdot FE_{a,b})$	Equação 3.2.1, Vol. 2, página 3.12
Equação 2	Cálculo da emissão de não CO ₂	Tier 3	<i>bottom-up</i>	$E = \sum_{a,b} (Iu_{a,b} \cdot FE_{a,b})$	Equação 3.2.5, Vol. 2, página 3.15

Em que:

E = taxa anual de emissão do gás considerado (g/ano);

C = combustível consumido (l);

FE = fator de emissão do GEE considerado, expresso em termos da massa de poluentes emitida por km percorrido (g/km) ou por volume de combustível consumido (kg/l ou kg/m³);

Iu = intensidade de uso do veículo do ano-modelo considerado (km/ano);

a = tipo de combustível utilizado;

b = ano-modelo de veículo considerado.

No caso dos veículos convertidos para o uso de GNV, utiliza-se uma abordagem *top-down* para estimar as emissões de GEE. Nesse caso, as emissões são estimadas a partir do consumo anual de GNV observado (m³), disponibilizado no Balanço Energético Nacional (BEN), multiplicando-o por um fator de emissão médio para cada gás, sendo os gases não CO₂ em unidades de grama por metro cúbico (g/m³) e o CO₂ em quilograma por metro cúbico (kg/m³). Dessa forma, para a correta estimativa da frota circulante, abate-se da frota original a parcela dos veículos que foram convertidos para o uso de GNV.

Salienta-se que as estimativas da abordagem *bottom-up* são calibradas com os resultados da *top-down*, resultando no mesmo valor absoluto de consumo energético e emissões (de CO₂) para ambas as abordagens. Nesse caso, o processo de ajuste do consumo energético é conduzido por ano-

modelo de veículo, considerando valores de referência de ocupação e lotação média dos veículos automotores.

Para gases não CO₂, as emissões são estimadas a partir da quilometragem total percorrida por ano-modelo de veículo e fatores de emissões específicos. Portanto, as emissões desses gases por uma abordagem *bottom-up* são diferentes das obtidas por uma abordagem *top-down*.

Para este Inventário de transporte rodoviário, considera-se como abordagem *bottom-up* as estimativas feitas a partir da combinação da frota circulante, intensidade de uso e rendimento energético.

2.1 Dados de atividade

As origens (entradas) para cada conjunto de dados do modelo são expostas na Tabela 6. Consideram-se relatórios técnicos atualizados com base no ano-referência de 2016.

Tabela 6. Dados de entrada do modelo para todos os modos

Dados de entrada	Dados de atividade / auxiliares	Nível de desagregação	Fonte dos dados	Observações
Frota circulante	Venda de veículos	Nacional	(ANFAVEA, 2019; ABRACICLO, 2019)	Por ano-modelo de veículo
	Curva de sucateamento		(BRASIL, 2002; BRASIL, 2010; BRASIL, 2014; IBTS, 2019)	Por ano-modelo de veículo
Fatores de emissão	g/km; kg/l; g/m ³	Nacional	(BRASIL, 2014) (CETESB, 2018)	Por ano-modelo de veículo
Consumo de combustível	km/l; m ³ /ano	Nacional	(CETESB, 2018; BRASIL, 2014; IBTS, 2019)	Por ano-modelo de veículo
Intensidade de uso	km/ano	Nacional	(BRASIL, 2014; GONÇALVES & D'AGOSTO, 2017; CETESB, 2018;)	Por ano-modelo de veículo

A coleta de dados referente às vendas atualizadas de veículos ($V_{md,k}$) para cálculo da frota circulante ($Fr_{a,V_{md,k}}$) é realizada com base nos últimos relatórios da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), para automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus, bem como da Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares (ABRACICLO), no caso de motocicletas. Dessa forma, consegue-se obter a evolução histórica das vendas durante o período entre 1960 e 2016.

É importante salientar que são conduzidos alguns tratamentos nos dados primários coletados. No caso de veículos leves dedicados a etanol, opta-se por zerar os últimos anos de vendas que possuem valores residuais nos relatórios de licenciamento da ANFAVEA, dado que a produção dessa categoria de veículo foi descontinuada em 2007.

Adotou-se o ano de 1993 como limite para veículos leves não equipados com catalisadores de três vias movidos a etanol e gasolina C. Os resultados por veículos equipados com catalisadores de três vias são expostos no Apêndice F, para atender ao formato-padrão do IPCC 2006.

Além disso, a ANFAVEA agrega os veículos leves híbridos e elétricos na categoria “elétricos”. Essa unificação dificulta a estratificação do consumo energético e sucateamento da frota, haja vista que essas categorias têm perfis diferentes de consumo e vida útil. Dessa forma, a estratificação em híbridos e elétricos é conduzida por meio dos estudos Amaral (2015), Vaz *et al.* (2015) e DENATRAN (2019).

Para a desagregação das vendas de ônibus em urbanos, micro-ônibus e rodoviário, utilizaram-se as vendas estratificadas do estudo NTU (2018).

A partir dessas informações, abate-se dos dados de entrada (vendas/licenciamentos) a quantidade estimada de veículos que deixaram de circular ao longo do tempo (sucateados) por meio da Equação 4 para ciclo Otto e 5 para ciclo Diesel (Tabela 7).

Tabela 7. Equação para estimar a frota circulante

Equações	Descrição	Observações	Equações	Referência IPCC 2006
Equação 3	Frota circulante	Ajustada com os dados do DPVAT	$Fr_{a,V_{md,k}} = V_{md,k} (1 - S_{a,V_{md,k}})$	-
Equação 4	Função de sucateamento	Veículos do ciclo Otto	$S_{a,V_{md,k}} = \exp \{ - \exp [a + (b * t)] \}$	Vol. 2, página 3.28
Equação 5	Função de sucateamento	Veículos do ciclo Diesel	$S_{A,V_{md,k}} = \frac{1}{\{1 + \exp[a(t - t_0)]\}} + \frac{1}{\{1 + \exp[a(t + t_0)]\}}$	Vol. 2, página 3.28

As variáveis e os coeficientes da Equação 3 são:

$Fr_{a,V_{md,k}}$ = frota circulante estimada, em termos da quantidade de veículos para o ano (a), referente ao veículo (V_{md}) e ao combustível (k);

$V_{md,k}$ = quantidade de veículos vendidos do tipo (v), ano-modelo (md) e combustível (k);

$S_{a,V_{md,k}}$ = fração de veículos sucateados V_{md} (ano-modelo), que usam combustível (k) e que não compõem mais a frota circulante no ano (a).

A frota convertida para o uso de GNV é estimada com base em informação obtida com o DENATRAN (até 2012). Para os anos seguintes, utilizou-se a base de dados do RENAVAM (DENATRAN, 2019), considerando-se o mês de dezembro de cada ano.

Com base nesse número, a quantidade (veículos convertidos/ano) é sucateada e abatida da frota circulante estimada para o veículo originalmente fabricado. Há, portanto, como estimar a frota circulante desagregada por categoria de veículo, obtendo-se a idade média de cada tipo de veículo.

As funções de sucateamento permitem estimar a quantidade de veículos de dado ano-modelo que sai de circulação. As funções *Gompertz* (comerciais leves, motocicletas e automóveis do ciclo Otto) e Logística (ciclo Diesel) são as convencionalmente utilizadas em estudos nacionais e internacionais para elaboração de inventários de emissões de energia (BRASIL, 2011; BRASIL, 2014, CETESB, 2018).

No entanto, este estudo ajusta os coeficientes de calibração a e b com os dados de veículos adimplentes e inadimplentes do DPVAT, tornando a aferição da frota circulante mais fidedigna à realidade.

As variáveis e os coeficientes das Equações 4 e 5 são:

$S_{a,V_{md,k}}$ = fração de veículos sucateada na idade t ;

t = idade do veículo;

a = variável de calibração;

b = variável de calibração.

Os parâmetros estabelecidos para os coeficientes de calibração a e b são: 1,798 e -0,096, no caso de automóveis e veículos convertidos para o uso de GNV; 1,618 e -0,141 para comerciais leves; 0,15 e -0,175 para motocicletas com até quatro anos de uso; e 0,8 e -0,0931 para motos acima de quatro anos de uso.

Para os veículos do tipo comercial leve com motores do ciclo Diesel, ônibus e caminhões, adotam-se os valores para os coeficientes de calibração a e t_0 : 0,17 e 17 para veículos do tipo comercial leve; 0,08 e 19,1 para caminhões; e 0,16 e 19,1 para ônibus.

2.2 Fatores de emissão e outros parâmetros

Os fatores de emissão de CO₂ (kg/l), CH₄ (g/km) e N₂O (g/km) para os anos de 1990 a 2016 são obtidos com base nos relatórios da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), também utilizado na Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2016).

Os fatores energéticos (tep/m³) por tipo de combustível são corrigidos anualmente com base no BEN (EPE, 2019). A unidade original dos fatores é tC/TJ e a conversão para unidades de massa de CO₂ por volume de combustível é feita por meio da Equação 6 (Tabela 8).

Tabela 8. Equações para estimar o fator de emissão de CO₂

Equações	Descrição	Equação	Referência IPCC 2006
Equação 6	Fator de emissão para CO ₂	$\frac{kg\ CO_2}{l} = \frac{t\ C}{TJ} \cdot \frac{TJ}{tep} \cdot \frac{tep}{m^3} \cdot \frac{44}{12}$	Vol. 2, página 3.12

Em que:

kg CO₂/l = fator de emissão calculado em kg de dióxido de carbono por litro de combustível;

tC/TJ = fator de emissão em toneladas de carbono por terajoule;

TJ/tep = fator de conversão de unidades de energia, de terajoule para toneladas equivalentes de petróleo (tep);

tep/m³ = densidade energética em tep/m³.

A informação sobre densidade energética de cada combustível (tep/m³) é corrigida anualmente com dados do BEN. O fator de emissão de CO₂ em kg/tJ considera a densidade energética de combustíveis comercializados no país e conteúdo de carbono exposto no estudo IPCC 2006.

Os fatores de emissão para CH₄, N₂O, CO, NO_x, NMVOC e emissões evaporativas utilizados neste Inventário para todas as categorias de veículos são os apresentados pelo Inventário de Emissões Atmosféricas para o Modo Rodoviário (BRASIL, 2014) e pelo relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo (CETESB, 2018), expostos no Anexo C deste relatório.

Para os veículos híbridos gasolina-elétrico, considerou-se um decréscimo de 35% no fator de emissão em relação ao fator do automóvel *flexible-fuel* que consome gasolina C, no respectivo ano. Este fator está alinhado com os veículos vendidos no mercado local a partir de dados do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV) e IBTS (2019).

As emissões evaporativas consideram os fatores para os ciclos: diurnal, *hotsoak* e *running losses* (CETESB, 2017). Além disso, os fatores de emissões dos três ciclos foram convertidos de g/viagem para g/km ao se dividir pelo fator de 8 (km), conforme aplicado no estudo Brasil (2014) e ANTP (2008).

É importante ressaltar que os fatores de emissão para motocicletas, expostos no relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo (CETESB, 2018), são estratificados pelas seguintes faixas de cilindradas: inferior ou igual a 150 cc, de 151 a 500 cc e acima ou igual a 501 cc (para veículos fabricados até 2009) e inferior ou igual a 150 cc e acima de 150 cc (a partir de 2010).

Essa característica inviabiliza a adoção de um único fator para a categoria de veículo e por ano-modelo. Dessa forma, optou-se por calcular a média ponderada dos fatores de emissão com base na participação das vendas de cada perfil da frota, exposta nos relatórios recentes da ABRACICLO (2019).

2.3 Deterioração de emissões por acúmulo de rodagem

Os ensaios de durabilidade estabelecidos pelo PROCONVE verificam se os limites de emissão estabelecidos são respeitados por no mínimo 80.000 km ou cinco anos de uso (média de 16.000 km/ano). Assim, dado que os ensaios de durabilidade estabelecidos pelo PROCONVE não contemplam os GEE diretos CO₂, N₂O e CH₄, serão considerados na deterioração apenas os GEE indiretos.

Conforme proposto em BRASIL (2014), os fatores de emissão de GEE indiretos (exceto NO_x) para os veículos não equipados com catalisadores, majoritariamente anteriores a 1994, deterioram linearmente 20% em relação ao fator de emissão de um veículo novo, até o veículo atingir 160.000 km de uso. A partir disso, o fator de emissão permanece constante até o fim da vida útil do veículo. Veículos fabricados após 1995 apresentam deterioração linear a cada 80.000 km baseada nos valores expostos na Tabela 9.

Tabela 9. Dados de entrada de deterioração por acúmulo de rodagem

Gás	Parâmetro	Valor	Unidade	Referência	Observações
CO	Gasolina C	0,26	g/80.000km	(BRASIL, 2014)	Utilizado na Equação 1
	Etanol hidratado	0,22	g/80.000km		
NO _x	Gasolina C	0,03	g/80.000km	(BRASIL, 2014)	Utilizado na Equação 1
	Etanol hidratado	0,02	g/80.000km		
NMVOC	Gasolina C	0,02	g/80.000km	(BRASIL, 2014)	Utilizado na Equação 1
	Etanol hidratado	0,02	g/80.000km		

2.4 Consumo energético e intensidade de uso

Os dados de rendimento energético por categoria de veículo foram obtidos nos estudos Brasil (2014), CETESB (2018) e IBTS (2019). Especificamente, para ônibus e motocicletas, utiliza-se o estudo BRASIL (2014). No caso dos automóveis e comerciais leves, considera-se o estudo CETESB (2018). Por fim, utilizaram-se os rendimentos energéticos de caminhões expostos no estudo IBTS (2019).

Para os veículos híbridos gasolina-elétrico, não contemplados em ambos os estudos, considerou-se um rendimento energético de 17 km/l para veículos abastecidos com gasolina C.

Para veículos *flexible-fuel*, necessita-se inferir a quantidade de veículos que abastecem com etanol hidratado e gasolina C (curva *flex*). Deve-se, portanto, desagregar da frota de veículos *flexible-fuel* as frações de usuários que optam por cada tipo de combustível líquido, utilizando como parâmetros os dados do estudo do BRASIL (2014) até o ano de 2012, enquanto para os anos seguintes (2013 a 2016) a fração é ajustada a partir da proporção entre o preço final do etanol hidratado e da gasolina C (ANP, 2019). Além disso, verifica-se a consistência com a evolução da proporção do consumo de ambos os combustíveis (EPE, 2019).

A Tabela 10 mostra a equação para cálculo do consumo energético de cada categoria de veículo (ano-modelo).

Tabela 10. Equações para cálculo e ajuste do consumo energético

Equações	Transporte rodoviário	Equação	Referência IPCC 2006
Equação 7	Consumo energético	$C_i = Fr_i \cdot \frac{Iu_i}{Ql_i}$	Equação 3.2.6, Vol. 2, página 3.26
Equação 8	Confrontação com a abordagem <i>top-down</i>	$C_t = \sum_i C_i$	Vol. 2, página 3.26
Equação 9	Intensidade de uso ajustada	$Iu_{i,ajustado} = Iu_i \cdot \frac{C_t \text{ observado}}{C_t}$	Vol. 2, página 3.25
Equação 10	Consumo energético ajustado	$C_{i,ajustado} = Fr_i \cdot \frac{Iu_{i,ajustado}}{Ql_i}$	Vol. 2, página 3.25

Caso o consumo estimado do veículo *i* seja diferente do observado com base na abordagem *top-down*, ajusta-se a sua intensidade de uso, visto ser a variável do transporte rodoviário com maior incerteza associada.

É importante reforçar que o consumo observado deve balizar o consumo estimado (*bottom-up*), pois a quantidade de incertezas do método desagregado é maior. Portanto, com base no somatório do consumo energético de cada categoria de veículo e ano-modelo, pode-se estimar o consumo total por tipo de combustível, com base na Equação 7.

Os coeficientes e variáveis das equações 7 e 8 são:

C_i = consumo anual de combustível do veículo do tipo i (l/ano);

C_t = consumo total anual de um tipo de combustível (l/ano);

Fr_i = frota em circulação do veículo do tipo i (unidade/ano);

lu_i = intensidade de uso de referência do veículo do tipo i (km/ano);

Ql_i = rendimento energético do veículo do tipo i (km/l).

Além de considerar a intensidade de uso de referência, descrita no Anexo C, o modelo deve permitir o ajuste da intensidade de uso por categoria de veículo e ano-modelo, trazendo maior sensibilidade ao incorporar as diferenças operacionais e de uso inerentes a cada tipo de veículo. Esse ajuste deve ser realizado ao se identificar divergência entre o consumo energético estimado e o observado, conforme Equação 9.

Os valores de intensidade de uso de referência para veículos do ciclo Otto e Diesel são obtidos no estudo Brasil (2014) e Gonçalves e D'Agosto (2017). No caso dos veículos híbridos gasolina-elétrico, optou-se por utilizar a mesma intensidade de uso dos automóveis e comerciais leves do ciclo Otto.

Por conseguinte, o consumo por tipo de veículo (i) é ajustado pela nova intensidade ($lu_{i,ajustada}$) com base na Equação 9, sendo posteriormente ajustado com base na Equação 10.

Os coeficientes e variáveis das equações 9 e 10 são:

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

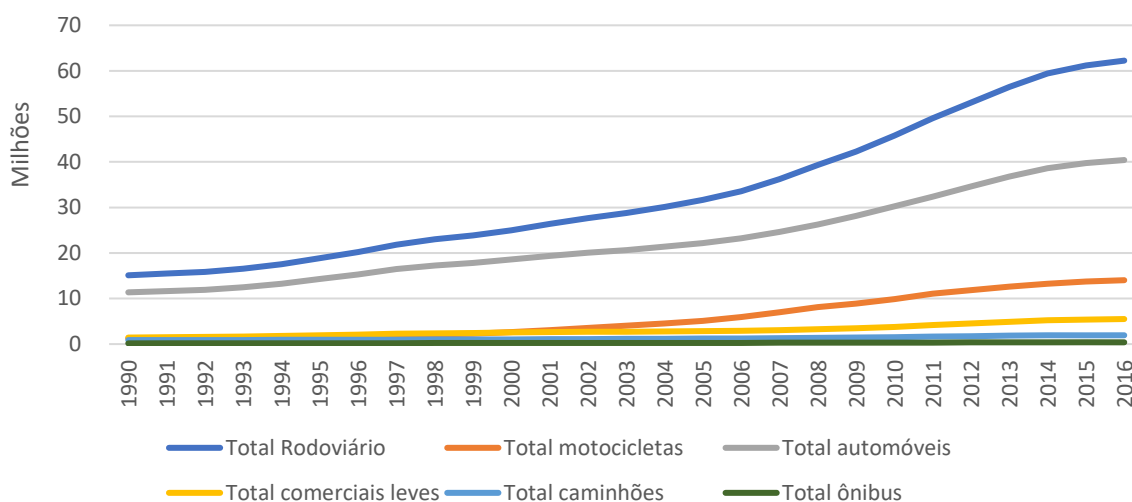
$C_{t\text{ observado}}$ = consumo anual agregado de um tipo de combustível (l/ano);

$C_{i,ajustado}$ = consumo de combustível anual ajustado do veículo do tipo i (l/ano).

3 Resultados

A frota circulante, ajustada com dados do DPVAT (assunto abordado na Seção 4), atingiu 62 milhões de veículos em 2016. A Figura 4 mostra a participação das categorias de veículos na frota. Em 2016, estima-se a existência de, aproximadamente, 40 milhões de automóveis, 5,5 milhões de comerciais leves, 14 milhões de motocicletas, 1,9 milhão de caminhões e 393 mil ônibus.

Figura 4. Evolução da frota circulante rodoviária brasileira

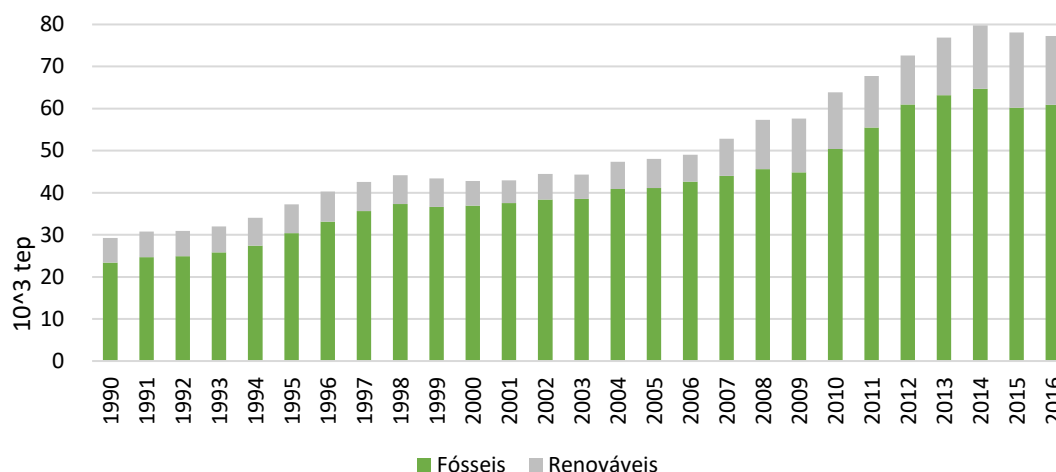


A categoria ônibus (urbano, rodoviário e micro-ônibus) responde por somente 0,6% da frota circulante, no entanto é responsável por 11,2% do total emitido de CO₂ (combustíveis fósseis) pelo transporte rodoviário. O mesmo raciocínio pode ser empregado aos caminhões, responsáveis por 3,1% da frota circulante, mas que emitem 46,4% do CO₂ do transporte rodoviário. As duas categorias juntas são responsáveis por 57,6% das emissões desse gás.

Todavia, ambas as categorias de veículos transportam mais passageiros ou carga por quilômetro (pass-km, t-km), emitindo menos proporcionalmente do que as categorias de transporte particular (p. ex. automóveis e comerciais leves) (IBTS, 2019).

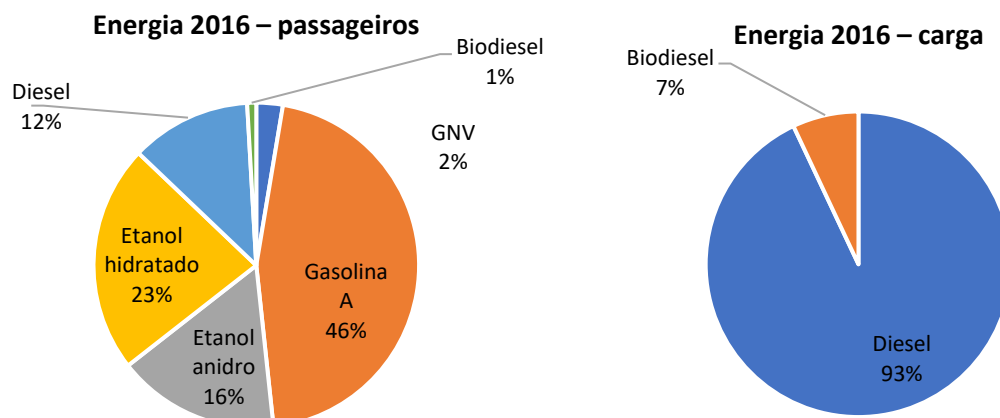
Com base na estimativa da frota circulante e na aplicação da intensidade de uso ajustada, tem-se o uso de energia do transporte rodoviário. A Figura 5 mostra a evolução durante o período analisado. Em 2005, o consumo energético do transporte rodoviário foi de 48 mil tep, atingindo 77 mil tep em 2016, o que resulta em um aumento de 61%.

Figura 5. Uso de energia do transporte rodoviário



A participação de cada combustível no consumo energético de 2016 para o transporte rodoviário, passageiros e carga, é ilustrada na Figura 6.

Figura 6. Participação dos combustíveis no consumo energético do modo rodoviário em 2016



Com isso, as emissões provenientes da queima de combustível do transporte rodoviário para os GEE diretos são apresentadas na Tabela 11.

É oportuno salientar que, no caso das emissões de CO₂, são apresentados os resultados da abordagem *top-down*, uma vez que são estimadas em função da energia e não do tipo de veículo ou tecnologia.

Tabela 11. Emissões de CO₂ por tipo de combustível

Ano	Gg							Variação 2005- 2016	Variação 2010- 2016
	1990	1995	2000	2005	2010	2016			
Total CO ₂ ³	72.062	93.132	111.723	123.488	151.403	182.869	48%	21%	
Gasolina A	22.492	33.241	38.479	39.448	50.850	70.163	78%	38%	
GNV	4	101	647	4.019	4.150	3.742	-7%	-10%	
Diesel mineral	49.565	59.789	72.597	80.020	96.403	108.964	36%	13%	
Total CH ₄	67	73	56	45	44	37	-19%	-18%	
Total N ₂ O	3	4	7	8	12	16	89%	34%	

Entre 2005 e 2016, as emissões de CO₂ oriundas da queima de combustíveis fósseis aumentaram 48%. O gás CH₄ também tem apresentado queda, reduzindo as emissões em 19% no período. Isso se deve à penetração das fases do PROCONVE e PROMOT na frota circulante, estabelecendo sucessivos limites máximos para a emissão de escapamento de hidrocarbonetos de veículos leves e pesados.

Por sua vez, o gás N₂O apresentou crescimento de 89%, comparado com 2005, e 34% em relação a 2010. Esse fenômeno decorre da presença maior de catalisadores de três vias, que induzem o aumento da emissão de N₂O em detrimento de NO_x.

Em relação aos GEE indiretos, ou seja, CO, NO_x, NMVOC e emissões evaporativas, a Tabela 12 evidencia os resultados das emissões para o período de 1990 a 2016.

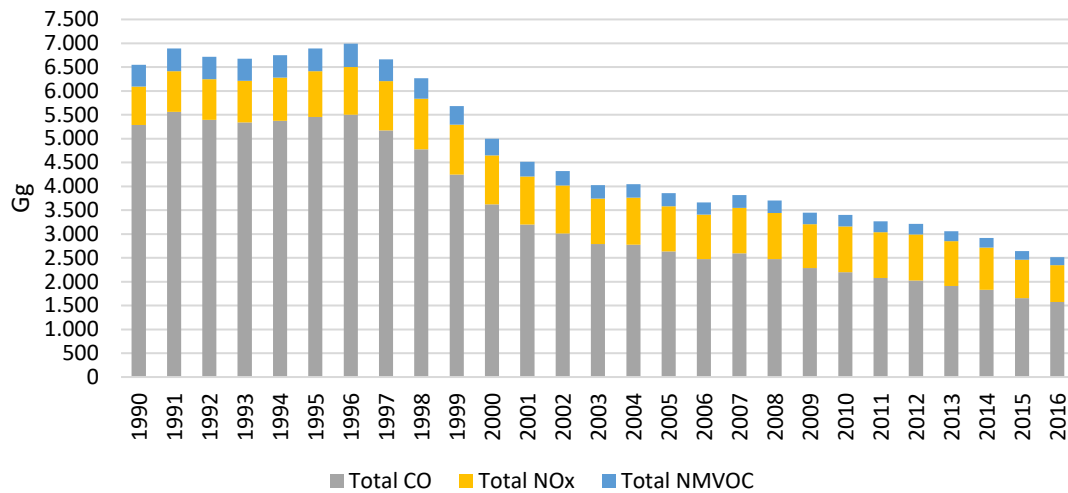
Tabela 12. Emissões de GEE indiretos

Ano	Gg							Variação 2005- 2016 (%)	Variação 2010- 2016 (%)
	1990	1995	2000	2005	2010	2016			
Total CO	5.289	5.454	3.625	2.633	2.200	1.571	-40%	-29%	
Total NO _x	806	960	1.027	950	960	773	-19%	-19%	
Total NMVOC	453	479	345	272	239	172	-37%	-28%	
Total Evaporativas	610	601	364	239	191	134	-44%	-30%	

As evoluções entre 2005 e 2016 para todos os GEE indiretos inventariados (CO, NO_x, NMVOC e emissões evaporativas) foram negativas: 40% para CO, 19% para NO_x, 37% para NMVOC e 44% para emissões evaporativas. Esse resultado é reflexo da adoção de novas tecnologias e da penetração das fases do PROCONVE e PROMOT na frota circulante. A Figura 7 mostra a evolução das emissões dos GEE indiretos entre 1990 e 2016.

³ Apenas combustíveis fósseis.

Figura 7. Evolução das emissões de GEE indiretos



Em 2016, caminhões e ônibus foram responsáveis por aproximadamente 83% das emissões de NO_x do transporte rodoviário. Na outra vertente, automóveis, motocicletas e comerciais leves foram responsáveis por 82% das emissões de NMVOC. Essas categorias de veículos também foram responsáveis por cerca de 92% das emissões de monóxido de carbono do modo rodoviário.

4 Diferenças em relação ao Terceiro Inventário

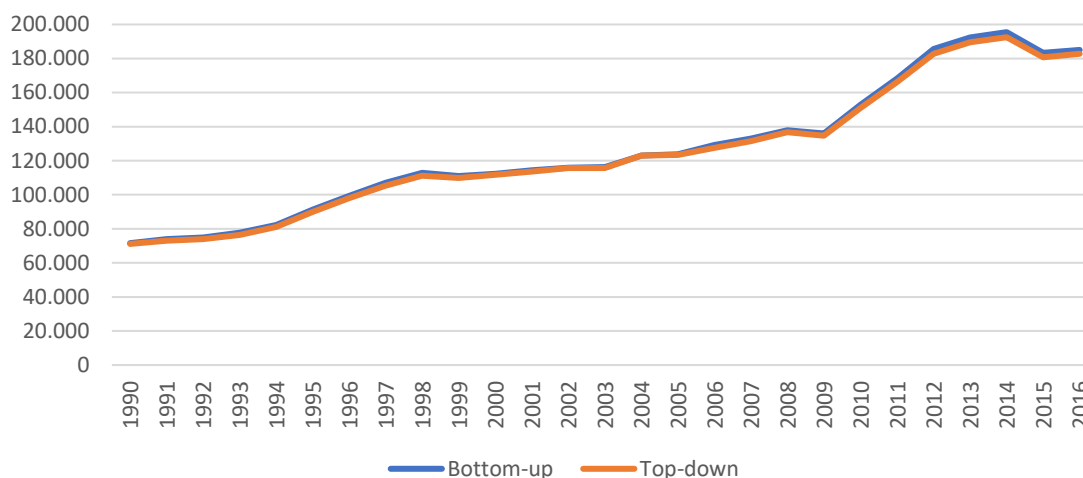
Para efeito da realização deste inventário, foram feitas algumas rodadas de consulta a especialistas. Para a revisão do rendimento energético dos caminhões, disposto no estudo IBTS (2019) e no Anexo A, realizou-se consulta a especialistas da Coppe (UFRJ) e CETESB.

Os dados foram previamente validados pela atividade de transporte do setor, apresentando uma lotação média (t) dentro das faixas observadas nos dados operacionais do Departamento de Custos Operacionais e Pesquisas Econômicas - DECOPE, da Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística - NTC & Logística. Além disso, comparou-se o consumo energético com a intensidade energética de passageiros e carga.

Com base no rendimento energético dos caminhões revisado, fez-se a comparação das emissões de GEE estimada pela abordagem *bottom-up* com as emissões oriundas da abordagem *top-down*. O erro médio encontrado foi de 0,3.

Ademais, a frota circulante estimada foi, posteriormente, ajustada por meio da quantidade de veículos adimplentes e inadimplentes com o DPVAT, informação cedida pela Superintendência de Seguros Privados - SUSEP. Essa atividade aumentou a consistência da informação sobre a frota circulante, aproximando-a da frota real em circulação no país.

No tocante às emissões, fez-se a comparação entre as emissões estimadas pela abordagem *bottom-up* e a abordagem *top-down* (utilizando-se fatores de emissão *Tier 2*). O resultado desse processo foi um erro menor do que 1%, conforme a Figura 8, validando o método deste Inventário. Por fim, buscou-se referenciar todos os dados de entrada e equações em estudos de instituições de reconhecida competência para o fornecimento das informações (IPCC, CETESB, ANFAVEA, ABRACICLO, COPPE, SUSEP, etc.), o que afere maior confiabilidade aos resultados.

Figura 8. Comparação entre as abordagens *top-down* e *bottom-up*


Em relação ao Terceiro Inventário, este Inventário passa a estimar as emissões oriundas de veículos automotores convertidos para o uso de GNV, bem como de automóveis híbridos gasolina-elétrico. Além disso, considera-se a divisão dos caminhões em cinco categorias (semileves, leves, médios, semipesados e pesados) e dos ônibus em três categorias (micro-ônibus, urbanos e rodoviários).

A Tabela 13 resume as alterações no tocante às categorias de veículos.

Tabela 13. Ajustes nas categorias de veículos

Tipo de veículo	Categorias/tecnologias consideradas no Terceiro Inventário	Referência Terceiro Inventário	Categorias/tecnologias consideradas no Quarto Inventário	Referência Quarto Inventário
Automóveis	Ciclo Otto	BRASIL (2016)	Ciclo Otto Ciclo Otto movidos a GNV Híbridos gasolina-elétrico	BRASIL (2014), CETESB (2018) e IBTS (2019)
Comerciais leves	Ciclo Otto Ciclo Diesel	BRASIL (2016)	Ciclo Otto Ciclo Otto movidos a GNV Ciclo Diesel	BRASIL (2014), CETESB (2018) e IBTS (2019)
Caminhões	Leves Médios Pesados	BRASIL (2016)	Semileves Leves Médios Semipesados Pesados	BRASIL (2014) e CETESB (2018)

Ressalta-se que os veículos convertidos para uso de GNV têm suas emissões estimadas pela abordagem *top-down*. Da mesma forma, no estudo Brasil (2014) e CETESB (2018), os fatores de emissão são disponíveis apenas para os kits de conversão comercializados a partir de 2002, tratando-se, portanto, de valores de emissão de veículos semelhante aos da Fase L3 do PROCONVE convertidos para o uso de GNV. Ademais, os valores utilizados para estimar as emissões de CH₄, a partir do fator de emissão de hidrocarbonetos totais (THC), na razão de 0,895 (CH₄/THC), e N₂O foram propostos por Borsari (2005).

Conforme explicitado anteriormente, as funções de sucateamento foram ajustadas com base nos dados do DPVAT. Essa atividade resultou em alterações no padrão de sucateamento da frota estimada. A Figura 9 ilustra as diferenças para veículos do ciclo Otto, enquanto a Figura 10 ilustra as diferenças para veículos do ciclo Diesel.

Figura 9. Curvas de sucateamento *Gompertz* para veículos do ciclo Otto

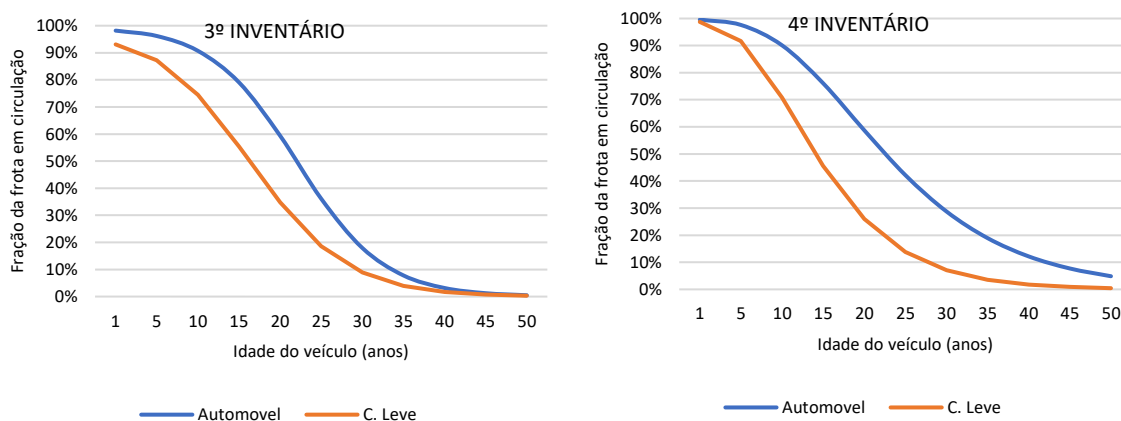
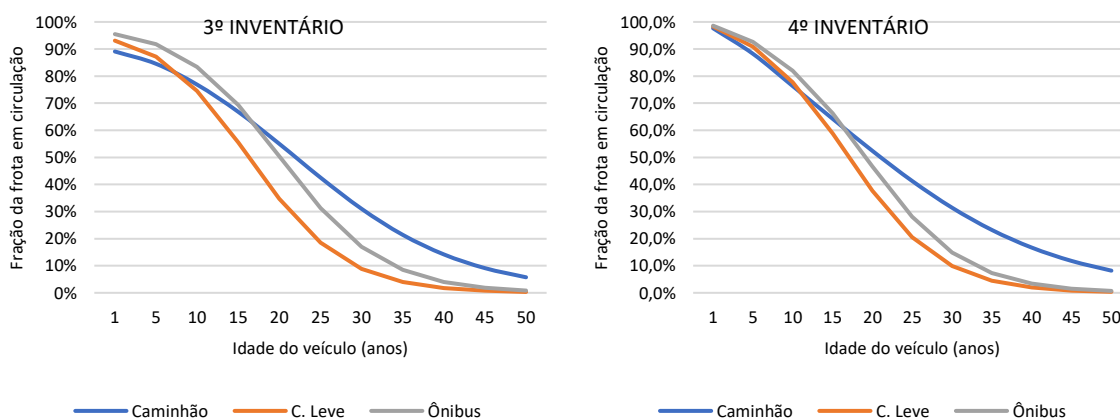


Figura 10. Curvas de sucateamento Logísticas para veículos do ciclo Diesel



Em síntese, as alterações nos coeficientes de calibração das funções *Gompertz* e Logísticas são expostas na Tabela 14.

Tabela 14. Ajustes dos coeficientes de calibração das funções de sucateamento

Queima de combustíveis fósseis	Coefficiente a e b Terceiro Inventário	Referência	Fator de emissão Quarto Inventário	Referência Quarto Inventário
Automóveis	1,798 (a) e -0,137 (b)	BRASIL (2011)	1,798 (a) e -0,096 (b)	BRASIL (2014) e DPVAT
Caminhões	17,0 (t ₀) e 0,10 (a)	BRASIL (2011)	19,1 (t ₀) e 0,08 (a)	BRASIL (2014) e DPVAT
Comerciais leves - ciclo Diesel	15,3 (t ₀) e 0,17 (a)	BRASIL (2011)	17,0 (t ₀) e 0,17 (a)	BRASIL (2014) e DPVAT

Houve também o ajuste da série histórica do rendimento energético das motocicletas e dos caminhões (Anexo A). No caso das motocicletas, o ajuste foi realizado para adequar o rendimento energético ao estimado nas séries de relatórios de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo da

CETESB (2018), calculando a média ponderada dos fatores de emissão com base na participação das vendas de cada perfil da frota. O rendimento energético dos caminhões foi obtido a partir do estudo IBTS (2019).

No tocante às emissões, a deterioração das emissões de GEE indiretos por acúmulo de rodagem foi estendida aos veículos híbridos e comerciais leves, conforme Tabela 15.

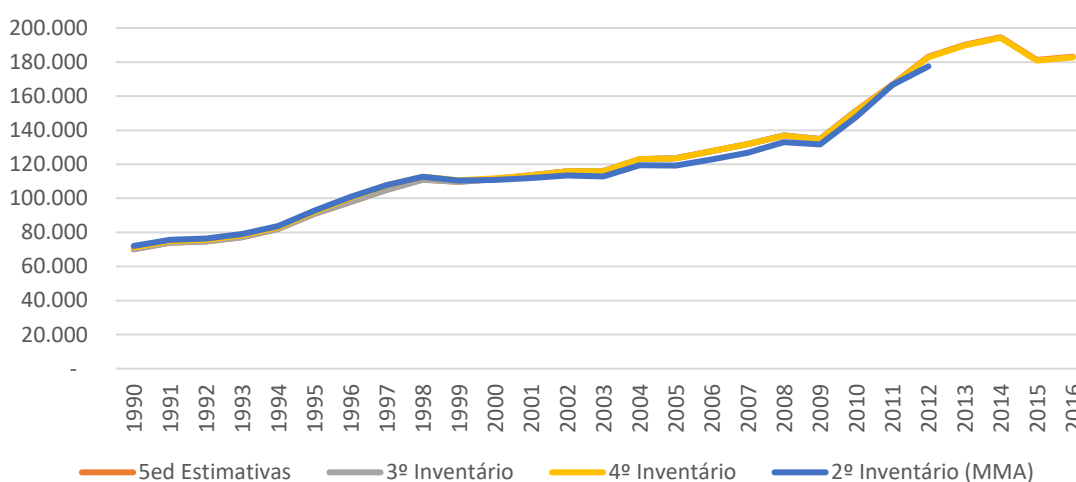
Tabela 15. Ajustes nas categorias inclusas na deterioração por acúmulo de rodagem

Queima de combustíveis fósseis	Categorias da Terceiro Inventário	Referência Terceiro Inventário	Fator de emissão Quarto Inventário	Referência Quarto Inventário
Automóveis	Gasolina, etanol, flex-gasolina e flex-etanol	BRASIL (2016)	Gasolina, etanol, flex-gasolina, flex-etanol e híbridos	BRASIL (2014)
Comerciais leves	-	BRASIL (2016)	Gasolina, etanol, flex-gasolina, flex-etanol e híbridos	BRASIL (2014)

Ao comparar as emissões dos GEE diretos, oriundos da queima de combustíveis fósseis, com as estimadas do 2º Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (BRASIL, 2014), Terceiro Inventário (BRASIL, 2016) e 5ª edição das Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, observa-se que seguem o mesmo comportamento.

A Figura 11 mostra a evolução das emissões do CO₂.

Figura 11. Comparação entre estudos anteriores para o CO₂



As Figuras 12 e 13 mostram a evolução das emissões dos gases CH₄ e N₂O.

Figura 12. Comparação entre estudos anteriores para o CH₄

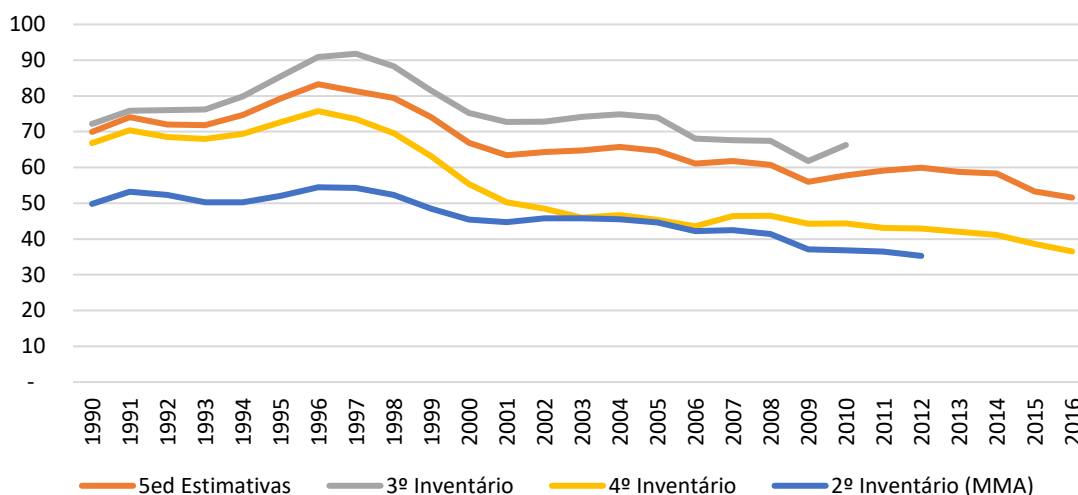
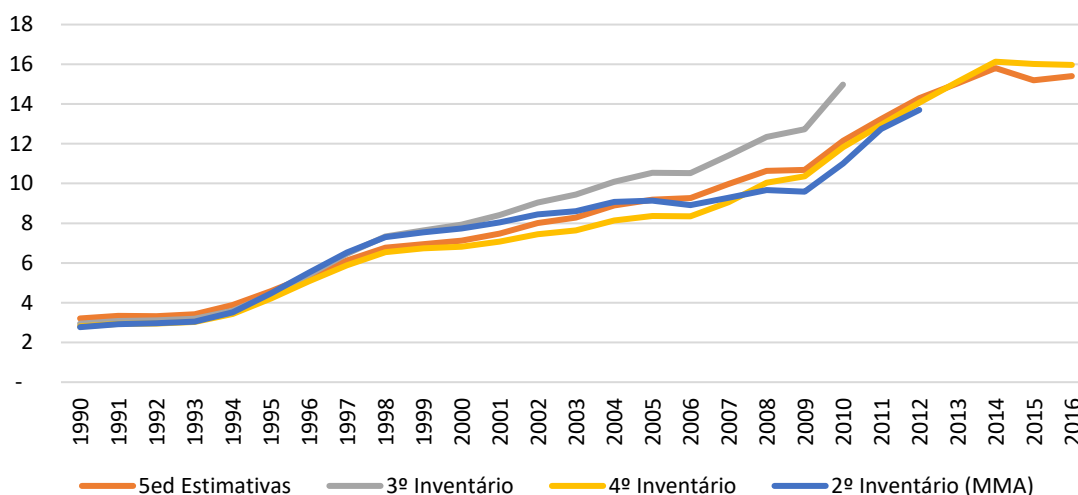


Figura 13. Comparação entre estudos anteriores para o N₂O



Tanto no caso das emissões de N₂O como de CH₄, o Quarto Inventário apresenta valores menores. Isso se deve à revisão dos valores de rendimento energético para caminhões, conforme exposto no início desta seção, o que influenciou na redução da intensidade de uso ajustada. Além disso, a criação de novas categorias para caminhões e ônibus representa ajustes na intensidade de uso de referência.

Não obstante, os quatro resultados mostram evoluções históricas semelhantes. Essa análise ratifica o conhecimento obtido de estudos anteriores, bem como as inovações apresentadas neste estudo.

5 Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Vendas de derivados de petróleo e etanol**. 2019. Disponível em: www.anp.gov.br/dados-estatisticos. Acesso em: 1 mar. 2019.

AMARAL, F. A. **Informações sobre taxa de vendas de veículos do tipo ônibus (híbrido e elétrico)**. Comunicação pessoal, diretor do Grupo Volvo Buses Latin America. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE MOTOCICLETAS, CICLOMOTORES, MOTONETAS, BICICLETAS E SIMILARES (ABRACICLO). **Anuário da Indústria Brasileira de Duas Rodas**. 2019. Disponível em: www.abraciclo.com.br/downloads. Acesso em: 1 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (NTU). **Anuário NTU: 2017 - 2018**. Brasília: NTU, 2018. Disponível em: www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub636687203994198126.pdf. Acesso em: 1 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2007**. São Paulo, 2008.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Anuário da Indústria Automobilística, 2019**. Disponível em: www.anfavea.com.br/anuarios.html. Acesso em 1 maio 2019.

BORSARI, V. **As Emissões Veiculares e os Gases do Efeito Estufa**. Society of Automotive Engineers. São Paulo, 2005.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Volume II. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Departamento de Mudanças Climáticas. Gerência de Qualidade do Ar. **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 111 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Departamento de Mudanças Climáticas. Gerência de Qualidade do Ar. **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013**. Ano base 2012 - Relatório Final. Brasília: Ministério do Meio Ambiente 2014.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Emissões Veiculares no Estado São Paulo**. 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes>. Acesso em: 1 maio 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Emissões Veiculares no Estado São Paulo**. 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes>. Acesso em: 1 maio 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Frota de Veículos**. 2019. Disponível em: www.denatran.gov.br/estatistica/237-frota-veiculos. Acesso em: 1 maio 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional**. Ano Base 2018. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Estudos associados ao Plano Decenal de Energia - PDE 2021**. Consolidação de Bases de Dados do Setor de Transporte: 1970-2010. Nota técnica SDB-Abst 1/12012. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2012.

GONÇALVES, D. N. S.; D'AGOSTO, M. A. **Future prospective scenarios for the use of energy in transportation in Brazil and GHG emissions, Business as Usual (BAU) scenario - 2050**. Final Report. 1. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável (IBTS), 2017.

GONÇALVES, D. N. S.; GOES, G. V.; BANDEIRA, R. A. M.; D'AGOSTO, M. A. Energy use and emissions scenarios for transport to gauge progress toward national commitments. **Energy Policy**, v. 135, p. 110997, 2019.

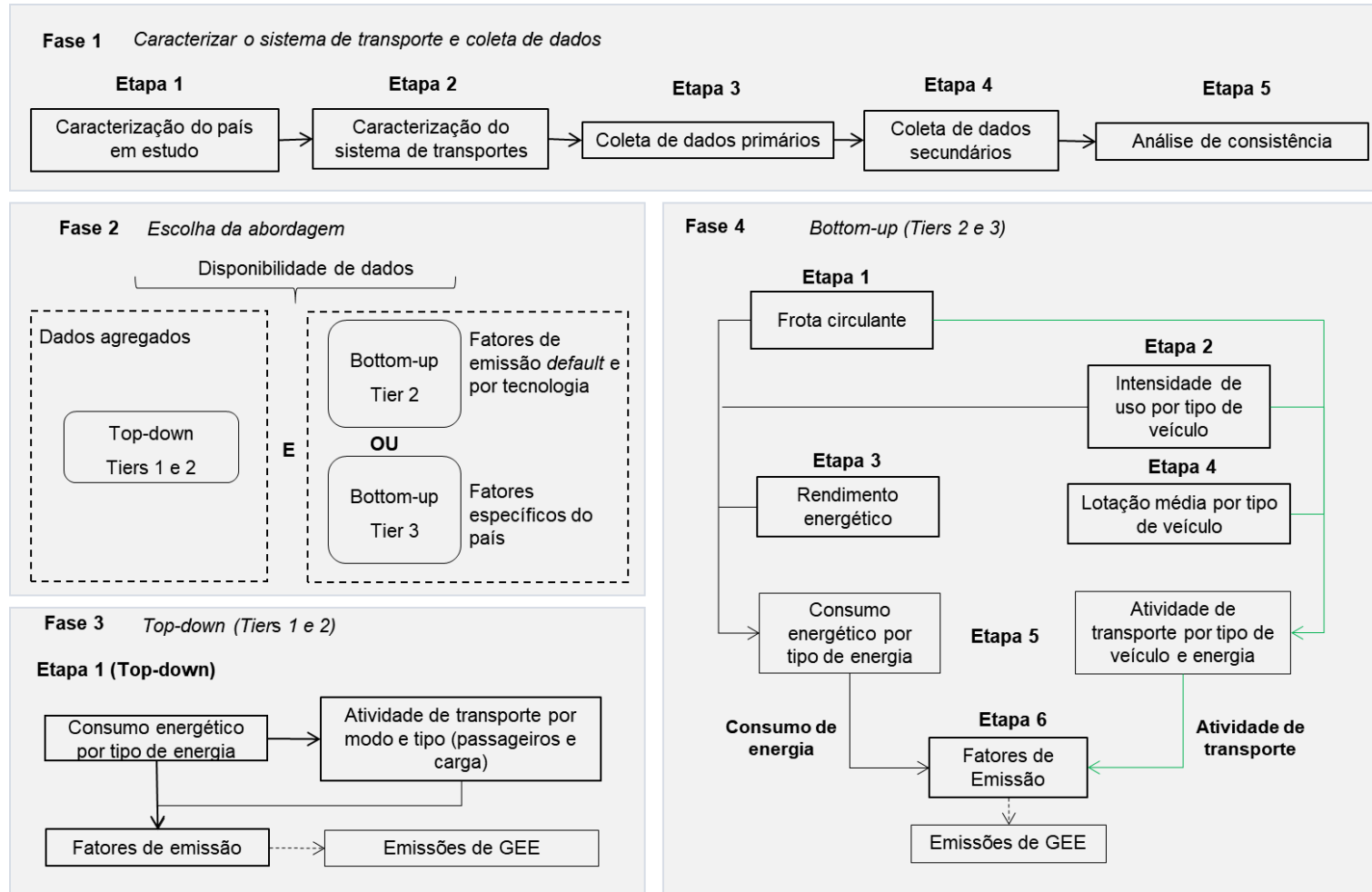
INSTITUTO BRASILEIRO DE TRANSPORTE SUSTENTÁVEL (IBTS). **Transportes no Brasil: Panorama e Cenários Prospectivos para atendimento da Contribuição Nacionalmente Determinada**, 2019. Disponível em: <https://ibts.eco.br/relatorios-tecnicos>. Acesso em: 1 maio 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies, 2006.

VAZ, L. F. H.; BARROS, D. C.; CASTRO, B. H. R. C. Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento. Automotivo. **BNDES Setorial**, v. 41, p. 295-344, 2015.

APÊNDICE A - Procedimento

Figura 14. Procedimento para estimar as emissões de GEE



Fonte: adaptado de IBTS (2019) e Gonçalves *et al.* (2019)

APÊNDICE B - Frota circulante

Tabela 16. Frota circulante motocicletas

Ano	Motocicleta			Total motocicletas
	Gasolina	Flex-Gasolina	Flex-Álcool	
1990	1.259.052	0	0	1.259.052
1991	1.303.372	0	0	1.303.372
1992	1.298.118	0	0	1.298.118
1993	1.320.669	0	0	1.320.669
1994	1.397.005	0	0	1.397.005
1995	1.513.505	0	0	1.513.505
1996	1.668.470	0	0	1.668.470
1997	1.897.641	0	0	1.897.641
1998	2.121.183	0	0	2.121.183
1999	2.307.046	0	0	2.307.046
2000	2.637.418	0	0	2.637.418
2001	3.045.093	0	0	3.045.093
2002	3.532.876	0	0	3.532.876
2003	4.029.567	0	0	4.029.567
2004	4.528.222	0	0	4.528.222
2005	5.128.278	0	0	5.128.278
2006	5.937.018	0	0	5.937.018
2007	6.982.823	0	0	6.982.823
2008	8.150.709	0	0	8.150.709
2009	8.681.037	86.186	97.189	8.864.412
2010	9.437.944	210.647	237.539	9.886.130
2011	9.837.562	774.961	460.542	11.073.065
2012	10.216.359	1.076.736	516.296	11.809.390
2013	10.598.535	1.433.293	590.083	12.621.911
2014	10.748.990	1.767.666	720.884	13.237.540
2015	10.803.119	2.011.553	914.245	13.728.917
2016	10.779.091	2.255.542	993.256	14.027.889

Tabela 17. Frota circulante automóveis

Ano	Automóvel						Total automóveis
	Gasolina	Etanol	Flex-Gasolina	Flex-Álcool	GNV	Híbrido	
1990	7.354.349	3.985.575	0	0	24.789	0	11.364.712
1991	7.536.612	4.069.265	0	0	51.944	0	11.657.821
1992	7.667.634	4.177.862	0	0	81.248	0	11.926.744
1993	8.020.587	4.335.787	0	0	128.282	0	12.484.656
1994	8.687.299	4.377.458	0	0	184.128	0	13.248.885
1995	9.692.968	4.324.658	0	0	258.063	0	14.275.690
1996	10.725.702	4.235.627	0	0	335.835	0	15.297.163
1997	11.921.445	4.130.434	0	0	421.131	0	16.473.010
1998	12.760.610	4.014.867	0	0	494.529	0	17.270.005
1999	13.390.794	3.898.263	0	0	551.825	0	17.840.882
2000	14.176.272	3.771.205	0	0	613.463	0	18.560.940
2001	15.059.666	3.640.828	0	0	672.966	0	19.373.460
2002	15.815.433	3.533.846	0	0	728.939	0	20.078.217
2003	16.431.736	3.410.482	25.193	12.409	769.883	0	20.649.704
2004	16.959.320	3.301.951	130.941	170.131	812.405	0	21.374.748
2005	17.164.434	3.172.696	454.461	567.316	849.609	0	22.208.517
2006	16.995.868	3.014.453	1.341.558	962.932	889.772	1	23.204.584
2007	16.757.883	2.855.235	2.157.676	1.910.773	939.419	3	24.620.990
2008	16.471.195	2.697.551	3.035.621	3.070.108	984.656	11	26.259.142
2009	16.165.846	2.542.397	4.122.865	4.315.853	1.024.629	32	28.171.622
2010	15.892.045	2.390.619	5.282.371	5.625.771	1.067.489	56	30.258.350
2011	15.682.840	2.242.963	6.860.227	6.456.504	1.106.377	256	32.349.167
2012	15.364.664	2.100.050	8.872.783	7.139.954	1.141.542	372	34.619.365
2013	14.953.796	1.962.332	10.955.503	7.722.418	1.174.684	861	36.769.593
2014	14.528.207	1.830.171	12.796.459	8.278.526	1.194.255	1.713	38.629.331
2015	14.045.473	1.703.867	14.023.835	8.768.691	1.222.231	2.570	39.766.667
2016	13.501.066	1.583.601	14.957.677	9.086.526	1.281.710	3.536	40.414.115

Tabela 18. Frota circulante comerciais leves (Otto)

Ano	Comercial leve					Total comerciais leve
	Gasolina	Etanol	Flex-Gasolina	Flex-Álcool	GNV	
1990	635.842	460.627	0	0	3.000	1.437.294
1991	657.150	468.721	0	0	6.141	1.495.717
1992	671.997	482.739	0	0	9.925	1.548.066
1993	706.455	500.157	0	0	15.792	1.646.662
1994	767.718	500.924	0	0	24.587	1.765.313
1995	886.213	484.941	0	0	38.596	1.920.610
1996	1.020.533	460.673	0	0	59.879	2.078.613
1997	1.152.576	433.881	0	0	83.267	2.259.671
1998	1.236.377	406.181	0	0	98.841	2.387.301
1999	1.273.528	378.753	0	0	108.351	2.446.278
2000	1.327.320	350.806	0	0	117.447	2.539.447
2001	1.372.911	325.839	0	0	123.877	2.619.598
2002	1.402.804	306.705	0	0	130.700	2.672.301
2003	1.433.443	283.193	6.078	2.993	135.610	2.716.908
2004	1.462.468	258.696	25.841	32.708	141.796	2.810.264
2005	1.427.599	235.846	51.654	64.234	148.090	2.859.425
2006	1.378.088	213.302	114.380	91.171	151.673	2.926.764
2007	1.303.785	192.105	188.616	178.991	154.774	3.049.094
2008	1.224.559	172.463	277.413	296.998	158.417	3.243.320
2009	1.145.559	154.363	382.091	416.539	161.028	3.462.635
2010	1.071.061	137.774	517.995	570.292	163.196	3.787.077
2011	1.007.300	122.648	722.173	667.338	164.859	4.159.544
2012	935.913	108.912	950.269	737.118	164.948	4.513.067
2013	859.768	96.490	1.188.049	795.158	164.458	4.880.053
2014	784.331	85.300	1.425.358	860.204	162.089	5.234.872
2015	711.082	75.257	1.550.723	905.833	159.702	5.399.141
2016	640.864	66.275	1.635.770	921.232	158.871	5.501.347

Tabela 19. Frota circulante caminhões e comerciais leves (Diesel)

Ano	Comercial leve	Caminhão semileve	Caminhão leve	Caminhão médio	Caminhão semipesado	Caminhão pesado	Total caminhões
	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
1990	337.824	9.258	287.261	303.533	251.504	33.316	884.872
1991	363.705	10.159	292.580	304.350	252.289	38.858	898.236
1992	383.405	10.236	291.271	299.493	249.823	44.126	894.949
1993	424.258	10.449	293.176	296.911	248.900	54.433	903.868
1994	472.084	10.522	299.303	296.708	250.911	68.564	926.008
1995	510.859	10.424	305.950	301.185	253.133	82.766	953.458
1996	537.529	10.201	307.436	300.021	253.337	92.113	963.108
1997	589.947	9.937	311.815	300.854	257.018	105.142	984.766
1998	645.903	9.834	315.073	301.323	261.954	115.023	1.003.206
1999	685.646	10.764	320.118	299.084	265.756	122.851	1.018.573
2000	743.874	13.370	331.577	298.133	275.207	133.197	1.051.483
2001	796.972	17.901	344.184	298.187	283.786	143.482	1.087.539
2002	832.092	24.280	351.708	296.251	288.746	153.428	1.114.412
2003	855.591	29.060	357.175	292.857	295.073	166.277	1.140.442
2004	888.756	34.195	364.664	289.633	306.557	185.849	1.180.898
2005	932.002	40.139	371.503	286.231	317.947	202.159	1.217.979
2006	978.150	46.482	377.459	283.954	326.546	215.714	1.250.154
2007	1.030.822	53.668	386.370	283.397	342.581	237.703	1.303.718
2008	1.113.471	61.051	397.721	283.476	367.621	269.392	1.379.260
2009	1.203.055	65.968	409.038	283.150	389.297	292.641	1.440.094
2010	1.326.758	71.452	428.586	285.356	425.552	335.935	1.546.881
2011	1.475.226	77.333	452.517	287.519	468.794	379.647	1.665.809
2012	1.615.907	81.687	469.631	287.427	498.796	410.147	1.747.688
2013	1.776.129	84.860	486.931	286.626	529.986	454.026	1.842.429
2014	1.917.590	86.350	498.305	286.409	557.551	488.155	1.916.769
2015	1.996.544	87.490	499.893	281.476	561.966	492.431	1.923.256
2016	2.078.335	88.351	495.063	273.927	557.592	492.820	1.907.753

Tabela 20. Frota circulante ônibus

Ano	Micro-ônibus	Ônibus urbano	Ônibus rodoviário	Total ônibus
	Diesel	Diesel	Diesel	
1990	10.221	98.123	49.921	158.265
1991	11.739	102.273	55.187	169.199
1992	12.931	104.518	59.127	176.576
1993	13.872	105.363	62.061	181.295
1994	14.954	106.465	65.489	186.908
1995	16.608	109.357	71.016	196.982
1996	18.045	111.105	75.689	204.839
1997	19.404	112.271	80.037	211.711
1998	20.882	113.506	84.783	219.171
1999	21.686	112.494	87.057	221.236
2000	23.293	113.512	92.207	229.012
2001	24.948	114.369	97.492	236.809
2002	27.228	117.055	99.841	244.124
2003	29.510	119.053	103.192	251.754
2004	30.729	119.877	108.033	258.638
2005	32.093	122.762	108.642	263.498
2006	33.776	127.694	110.811	272.281
2007	35.716	135.878	112.544	284.138
2008	37.474	146.037	116.053	299.564
2009	38.864	153.247	118.096	310.206
2010	41.285	164.255	120.689	326.229
2011	44.027	177.719	126.239	347.985
2012	46.391	188.895	128.046	363.332
2013	49.735	200.251	132.373	382.359
2014	51.568	209.733	134.090	395.391
2015	51.991	211.571	133.671	397.234
2016	52.362	211.808	128.903	393.073

APÊNDICE C - Consumo energético

Tabela 21. Consumo energético por tipo de combustível

Ano	Passageiros (ktep)					Carga (ktep)		Total	Fósseis	Renováveis
	GNV	Gasolina A	Etanol ⁴	Diesel	Biodiesel	Diesel	Biodiesel			
1990	2	7.436	5.855	3.438	0	12.544	0	29.276	23.421	5.855
1991	2	8.059	6.104	3.268	0	13.319	0	30.751	24.647	6.104
1992	0	8.023	5.973	3.500	0	13.381	0	30.878	24.905	5.973
1993	22	8.436	6.228	3.686	0	13.639	0	32.012	25.783	6.228
1994	40	9.235	6.643	3.863	0	14.243	0	34.025	27.381	6.643
1995	43	11.057	6.870	4.160	0	15.119	0	37.250	30.380	6.870
1996	32	12.946	7.152	4.456	0	15.709	0	40.295	33.143	7.152
1997	41	14.156	6.910	4.794	0	16.628	0	42.530	35.620	6.910
1998	116	14.772	6.783	5.021	0	17.432	0	44.124	37.341	6.783
1999	140	13.770	6.798	5.010	0	17.695	0	43.412	36.614	6.798
2000	275	13.261	5.820	5.133	0	18.277	0	42.766	36.946	5.820
2001	503	12.995	5.377	5.146	0	18.924	0	42.946	37.569	5.377
2002	862	12.432	6.087	5.317	0	19.757	0	44.456	38.369	6.087
2003	1.169	13.115	5.794	5.118	0	19.134	0	44.329	38.535	5.794
2004	1.390	13.560	6.445	5.394	0	20.544	0	47.334	40.889	6.445
2005	1.711	13.595	6.963	5.046	0	20.757	0	48.073	41.110	6.964
2006	2.030	14.440	6.395	4.913	8	21.243	34	49.064	42.626	6.437
2007	2.252	14.287	8.612	5.390	49	22.087	199	52.874	44.015	8.859
2008	2.158	14.538	11.013	5.814	140	23.100	556	57.321	45.612	11.709
2009	1.853	14.674	11.792	5.698	199	22.609	789	57.614	44.834	12.780
2010	1.767	17.525	12.033	6.228	291	24.858	1.160	63.861	50.378	13.483
2011	1.735	20.838	10.735	5.373	257	27.530	1.316	67.785	55.477	12.308
2012	1.709	24.454	9.906	7.192	350	27.645	1.346	72.601	60.999	11.602
2013	1.647	24.393	11.889	7.465	361	29.691	1.434	76.880	63.196	13.684
2014	1.594	25.682	13.008	7.521	418	29.913	1.662	79.798	64.709	15.089
2015	1.553	23.257	15.424	7.087	487	28.340	1.947	78.095	60.236	17.858
2016	1.593	24.181	13.880	6.983	491	28.154	1.979	77.261	60.910	16.350

⁴ Anidro e hidratado.

APÊNDICE D - Emissões

Tabela 22. Emissões de CO₂⁵ - abordagem *bottom-up* - leves (Gg)

Ano	Moto-gas	Moto-flex-gas	Auto-gas	Auto-flex-gas	Auto-híb-gas	ComLev-gas	ComLev-flex-gas	ComLev-dies	Metanol e MTBE ⁶
1990	627	0	19.323	0	0	1.627	0	1.120	915
1991	621	0	20.956	0	0	1.806	0	1.192	923
1992	585	0	20.877	0	0	1.819	0	1.250	990
1993	571	0	21.946	0	0	1.962	0	1.338	800
1994	563	0	24.050	0	0	2.182	0	1.693	1.028
1995	606	0	28.787	0	0	2.691	0	1.847	1.157
1996	655	0	33.616	0	0	3.293	0	2.072	0
1997	717	0	36.632	0	0	3.726	0	2.215	0
1998	805	0	38.099	0	0	3.960	0	2.403	0
1999	853	0	35.457	0	0	3.645	0	2.561	0
2000	972	0	34.067	0	0	3.440	0	2.715	0
2001	1.107	0	33.332	0	0	3.266	0	2.903	0
2002	1.220	0	31.810	0	0	3.044	0	3.039	0
2003	1.434	0	33.474	34	0	3.103	8	3.106	0
2004	1.628	0	34.325	204	0	3.150	40	3.170	0
2005	1.836	0	33.657	843	0	3.021	91	3.281	0
2006	2.378	0	34.118	2.232	0	2.974	196	3.411	0
2007	2.674	0	31.707	4.062	0	2.676	335	3.533	0
2008	3.107	0	30.348	5.771	0	2.458	501	3.713	0
2009	3.461	20	28.521	7.680	0	2.211	685	3.984	0
2010	3.799	62	32.196	11.332	0	2.388	1.072	4.306	0
2011	4.005	217	35.397	16.700	0	2.504	1.640	4.484	0
2012	4.369	389	37.974	23.229	1	2.567	2.426	4.917	0
2013	4.274	513	34.009	26.942	1	2.186	2.855	5.357	0
2014	4.179	641	32.600	31.694	2	1.975	3.428	5.750	0
2015	4.031	734	27.493	30.314	4	1.554	3.352	5.935	0
2016	3.945	854	27.037	33.293	5	1.423	3.606	6.062	0

⁵ Apenas combustíveis fósseis.

⁶ Entre 1990 e 1995, o Conselho Nacional do Petróleo (CNP) autorizou a Petrobras a aditivar a gasolina com base no composto metil-t-butil-éter (MTBE) até 7% em volume para aumentar o índice de octanagem. Além disso, o governo autorizou a importação de metanol para ser misturado ao etanol hidratado (60% de etanol hidratado, 34% de metanol e 6% de gasolina). Ambas as práticas foram suspensas nos anos seguintes.

Tabela 23. Emissões de CO₂ - abordagem *bottom-up* - pesados (Gg)

Ano	Micro-Onib-dies	Onib-Urb-dies	Onib-Rod-dies	CaminhSLev-dies	CaminhLev-dies	CaminhMed-dies	CaminhSPes-dies	CaminhPes-dies
1990	364	4.693	3.918	153	7.119	14.462	15.182	2.554
1991	404	4.778	4.217	170	7.125	14.754	15.437	3.378
1992	454	4.929	4.595	176	7.092	14.667	15.442	3.768
1993	487	4.951	4.860	177	7.021	14.724	15.641	4.547
1994	518	4.938	5.101	203	8.053	14.448	15.497	5.719
1995	565	5.019	5.463	200	8.151	15.075	16.201	7.288
1996	618	5.129	5.877	207	8.695	14.988	16.109	8.862
1997	663	5.173	6.233	200	8.697	15.921	17.293	10.063
1998	701	5.148	6.522	192	8.632	16.491	18.222	11.314
1999	726	5.063	6.735	197	8.615	16.142	18.257	12.128
2000	753	4.976	6.957	229	8.703	15.949	18.681	13.639
2001	801	4.986	7.335	296	8.921	15.886	19.341	14.144
2002	867	5.085	7.604	399	9.105	15.845	19.891	15.924
2003	946	5.228	7.787	502	9.186	14.300	18.551	15.604
2004	997	5.297	8.083	590	9.263	14.718	20.012	18.310
2005	1.026	5.404	8.249	687	9.355	13.594	19.522	18.901
2006	1.064	5.661	8.285	792	9.406	13.074	19.658	19.766
2007	1.108	6.078	8.322	899	9.423	13.289	20.929	21.629
2008	1.142	6.617	8.354	1.003	9.428	13.098	22.007	24.308
2009	1.166	7.104	8.435	1.086	9.498	11.950	21.491	23.070
2010	1.204	7.588	8.469	1.147	9.651	12.395	24.003	27.640
2011	1.284	8.355	8.750	1.155	9.455	12.193	25.799	30.566
2012	1.359	9.092	8.994	1.219	9.791	12.101	27.669	32.891
2013	1.450	9.735	9.201	1.262	10.059	12.115	29.564	36.484
2014	1.512	10.208	9.329	1.272	10.177	11.148	28.854	37.836
2015	1.499	10.240	9.201	1.259	10.063	9.910	26.688	35.069
2016	1.473	10.053	8.910	1.256	9.898	9.673	26.721	34.916

Tabela 24. Emissões de N₂O - abordagem *bottom-up* - leves (Gg)

Ano	Moto-gas	Moto-flex-gas	Moto-flex-alc	Auto-gas	Auto-alc	Auto-flex-gas	Auto-flex-alc	Auto-hib-gas	ComLev-gas	ComLev-alc	ComLev-flex-gas	ComLev-flex-alc	ComLev-dies
1990	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
1991	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
1992	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
1993	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
1994	0,0	0,0	0,0	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
1995	0,0	0,0	0,0	1,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
1996	0,0	0,0	0,0	2,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1
1997	0,0	0,0	0,0	2,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2
1998	0,0	0,0	0,0	3,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2
1999	0,0	0,0	0,0	3,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2
2000	0,0	0,0	0,0	3,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2
2001	0,1	0,0	0,0	3,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2
2002	0,1	0,0	0,0	3,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2
2003	0,1	0,0	0,0	4,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2
2004	0,1	0,0	0,0	4,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2
2005	0,1	0,0	0,0	4,4	0,3	0,1	0,1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2
2006	0,1	0,0	0,0	4,0	0,3	0,3	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2
2007	0,1	0,0	0,0	3,9	0,4	0,6	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,3
2008	0,1	0,0	0,0	3,8	0,4	0,8	1,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,1	0,3
2009	0,2	0,0	0,0	3,6	0,4	1,1	1,3	0,0	0,3	0,0	0,1	0,1	0,3
2010	0,2	0,0	0,0	4,0	0,3	1,6	1,4	0,0	0,3	0,0	0,2	0,1	0,3
2011	0,2	0,0	0,0	4,4	0,2	2,3	1,2	0,0	0,3	0,0	0,3	0,1	0,3
2012	0,2	0,0	0,0	4,5	0,2	3,0	1,1	0,0	0,3	0,0	0,4	0,1	0,4
2013	0,2	0,0	0,0	4,3	0,1	3,7	1,3	0,0	0,3	0,0	0,5	0,1	0,4
2014	0,2	0,0	0,0	4,2	0,1	4,4	1,5	0,0	0,3	0,0	0,6	0,1	0,5
2015	0,2	0,0	0,0	3,7	0,1	4,4	2,1	0,0	0,2	0,0	0,6	0,2	0,5
2016	0,2	0,0	0,0	3,6	0,1	4,8	1,7	0,0	0,2	0,0	0,7	0,2	0,5

Tabela 25. Emissões de N₂O - abordagem *bottom-up* - pesados (Gg)

Ano	Micro-Onib-dies	Onib-Urb-dies	Onib-Rod-dies	CaminhSLev-dies	CaminhLev-dies	CaminhMed-dies	CaminhSPes-dies	CaminhPes-dies
1990	0,0	0,1	0,1	0,0	0,4	0,5	0,5	0,1
1991	0,0	0,1	0,1	0,0	0,4	0,5	0,5	0,1
1992	0,0	0,1	0,2	0,0	0,4	0,5	0,5	0,1
1993	0,0	0,1	0,2	0,0	0,4	0,5	0,5	0,1
1994	0,0	0,1	0,2	0,0	0,4	0,5	0,5	0,1
1995	0,0	0,1	0,2	0,0	0,4	0,5	0,5	0,2
1996	0,0	0,1	0,2	0,0	0,5	0,5	0,5	0,2
1997	0,0	0,1	0,2	0,0	0,5	0,6	0,6	0,2
1998	0,0	0,1	0,2	0,0	0,5	0,6	0,6	0,3
1999	0,0	0,1	0,2	0,0	0,5	0,6	0,6	0,3
2000	0,0	0,1	0,2	0,0	0,5	0,6	0,6	0,3
2001	0,0	0,1	0,3	0,0	0,5	0,6	0,6	0,3
2002	0,0	0,1	0,3	0,0	0,5	0,6	0,7	0,4
2003	0,0	0,1	0,3	0,0	0,5	0,5	0,6	0,4
2004	0,0	0,1	0,3	0,0	0,5	0,5	0,7	0,4
2005	0,0	0,1	0,3	0,1	0,5	0,5	0,7	0,4
2006	0,0	0,1	0,3	0,1	0,5	0,5	0,7	0,5
2007	0,0	0,2	0,3	0,1	0,5	0,5	0,7	0,5
2008	0,1	0,2	0,3	0,1	0,6	0,5	0,8	0,6
2009	0,1	0,2	0,3	0,1	0,6	0,5	0,8	0,6
2010	0,1	0,2	0,3	0,1	0,6	0,5	0,9	0,7
2011	0,1	0,2	0,3	0,1	0,6	0,5	1,0	0,8
2012	0,1	0,3	0,3	0,1	0,6	0,5	1,1	0,9
2013	0,1	0,3	0,3	0,1	0,6	0,5	1,2	1,0
2014	0,1	0,3	0,3	0,1	0,7	0,5	1,1	1,0
2015	0,1	0,3	0,3	0,1	0,7	0,4	1,1	1,0
2016	0,1	0,3	0,3	0,1	0,7	0,4	1,1	1,0

Tabela 26. Emissões de CH₄ - abordagem *bottom-up* - leves (Gg)

Ano	Moto-gas	Moto-flex-gas	Moto-flex-alc	Auto-gas	Auto-alc	Auto-flex-gas	Auto-flex-alc	Auto-hib-gas	ComLev-gas	ComLev-alc	ComLev-flex-gas	ComLev-flex-alc	ComLev-dies
1990	1,4	0,0	0,0	38,5	18,2	0,0	0,0	0,0	3,2	2,1	0,0	0,0	0,0
1991	1,4	0,0	0,0	41,7	18,2	0,0	0,0	0,0	3,5	2,1	0,0	0,0	0,0
1992	1,4	0,0	0,0	41,8	16,3	0,0	0,0	0,0	3,5	1,9	0,0	0,0	0,0
1993	1,4	0,0	0,0	41,3	16,3	0,0	0,0	0,0	3,5	1,9	0,0	0,0	0,0
1994	1,4	0,0	0,0	42,8	16,1	0,0	0,0	0,0	3,5	1,8	0,0	0,0	0,0
1995	1,5	0,0	0,0	45,5	16,3	0,0	0,0	0,0	3,5	1,7	0,0	0,0	0,1
1996	1,6	0,0	0,0	48,2	16,1	0,0	0,0	0,0	4,0	1,7	0,0	0,0	0,1
1997	1,8	0,0	0,0	47,6	13,7	0,0	0,0	0,0	4,6	1,4	0,0	0,0	0,1
1998	2,0	0,0	0,0	44,4	12,7	0,0	0,0	0,0	4,6	1,2	0,0	0,0	0,1
1999	2,2	0,0	0,0	39,4	11,6	0,0	0,0	0,0	4,0	1,1	0,0	0,0	0,1
2000	2,5	0,0	0,0	34,7	9,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,8	0,0	0,0	0,1
2001	2,9	0,0	0,0	31,6	7,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,6	0,0	0,0	0,1
2002	3,4	0,0	0,0	29,3	7,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,6	0,0	0,0	0,1
2003	3,9	0,0	0,0	27,8	6,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,5	0,0	0,0	0,1
2004	4,5	0,0	0,0	26,5	7,1	0,0	0,1	0,0	2,4	0,6	0,0	0,0	0,1
2005	4,9	0,0	0,0	24,6	7,3	0,1	0,2	0,0	2,2	0,5	0,0	0,0	0,1
2006	5,1	0,0	0,0	21,2	8,4	0,5	0,4	0,0	1,8	0,4	0,0	0,0	0,1
2007	5,4	0,0	0,0	19,9	10,8	1,0	0,9	0,0	1,7	0,7	0,1	0,1	0,1
2008	5,7	0,0	0,0	18,6	9,9	1,4	2,2	0,0	1,5	0,6	0,1	0,3	0,1
2009	5,9	0,0	0,0	16,7	8,9	1,4	2,8	0,0	1,3	0,5	0,2	0,3	0,1
2010	6,0	0,1	0,1	17,8	6,6	1,6	3,1	0,0	1,3	0,3	0,2	0,3	0,1
2011	6,0	0,2	0,1	18,8	4,0	2,1	2,5	0,0	1,3	0,2	0,3	0,3	0,1
2012	5,9	0,3	0,2	18,4	3,7	2,4	2,3	0,0	1,2	0,2	0,3	0,3	0,1
2013	5,8	0,4	0,2	16,6	3,4	2,6	2,8	0,0	1,0	0,1	0,3	0,3	0,2
2014	5,5	0,6	0,3	15,7	3,1	2,8	2,9	0,0	0,9	0,1	0,4	0,4	0,2
2015	5,2	0,6	0,3	13,2	2,8	2,5	4,0	0,0	0,7	0,1	0,3	0,5	0,2
2016	4,9	0,7	0,4	12,5	2,6	2,6	3,2	0,0	0,6	0,1	0,3	0,4	0,2

Tabela 27. Emissões de CH₄ - abordagem *bottom-up* - pesados (Gg)

Ano	Micro-Onib-dies	Onib-Urb-dies	Onib-Rod-dies	CaminhSLev-dies	CaminhLev-dies	CaminhMed-dies	CaminhSPes-dies	CaminhPes-dies
1990	0,0	0,3	0,3	0,0	0,7	1,0	1,0	0,1
1991	0,0	0,3	0,3	0,0	0,7	1,0	1,0	0,1
1992	0,0	0,3	0,3	0,0	0,7	1,0	1,0	0,2
1993	0,0	0,3	0,3	0,0	0,7	1,0	1,0	0,2
1994	0,0	0,3	0,4	0,0	0,8	1,0	1,0	0,3
1995	0,1	0,3	0,4	0,0	0,9	1,1	1,0	0,3
1996	0,1	0,3	0,4	0,0	0,9	1,1	1,0	0,4
1997	0,1	0,3	0,4	0,0	0,9	1,1	1,1	0,4
1998	0,1	0,3	0,5	0,0	0,9	1,2	1,2	0,5
1999	0,1	0,3	0,5	0,0	0,9	1,2	1,2	0,5
2000	0,1	0,3	0,5	0,0	0,9	1,2	1,2	0,6
2001	0,1	0,3	0,5	0,0	1,0	1,2	1,3	0,7
2002	0,1	0,3	0,5	0,1	1,0	1,2	1,3	0,7
2003	0,1	0,3	0,5	0,1	1,0	1,1	1,2	0,7
2004	0,1	0,3	0,6	0,1	1,0	1,1	1,4	0,9
2005	0,1	0,3	0,6	0,1	1,0	1,0	1,3	0,9
2006	0,1	0,3	0,6	0,1	1,1	1,0	1,3	0,9
2007	0,1	0,3	0,6	0,2	1,1	1,0	1,5	1,0
2008	0,1	0,4	0,6	0,2	1,1	1,0	1,6	1,2
2009	0,1	0,4	0,6	0,2	1,1	1,0	1,6	1,2
2010	0,1	0,4	0,6	0,2	1,2	1,0	1,8	1,4
2011	0,1	0,5	0,6	0,2	1,2	1,0	2,0	1,6
2012	0,1	0,5	0,7	0,2	1,2	1,0	2,1	1,7
2013	0,1	0,5	0,7	0,2	1,3	1,0	2,3	2,0
2014	0,1	0,6	0,7	0,2	1,3	0,9	2,3	2,1
2015	0,1	0,6	0,7	0,2	1,3	0,9	2,2	2,0
2016	0,1	0,6	0,7	0,2	1,3	0,8	2,2	2,0

Tabela 28. Emissões de CO - abordagem *bottom-up* - leves (Gg)

Ano	Moto-gas	Moto-flex-gas	Moto-flex-alc	Auto-gas	Auto-alc	Auto-flex-gas	Auto-flex-alc	Auto-hib-gas	ComLev-gas	ComLev-alc	ComLev-flex-gas	ComLev-flex-alc	ComLev-dies
1990	61,3	0,0	0,0	3.344,5	1.359,4	0,0	0,0	0,0	273,2	152,2	0,0	0,0	1,9
1991	62,4	0,0	0,0	3.584,8	1.371,9	0,0	0,0	0,0	291,6	152,1	0,0	0,0	2,1
1992	61,6	0,0	0,0	3.566,2	1.239,9	0,0	0,0	0,0	287,3	135,6	0,0	0,0	2,2
1993	60,5	0,0	0,0	3.515,0	1.238,3	0,0	0,0	0,0	285,9	133,5	0,0	0,0	2,3
1994	61,4	0,0	0,0	3.566,0	1.215,4	0,0	0,0	0,0	292,1	128,2	0,0	0,0	2,9
1995	64,5	0,0	0,0	3.614,2	1.224,1	0,0	0,0	0,0	306,5	125,8	0,0	0,0	3,2
1996	69,8	0,0	0,0	3.654,2	1.202,8	0,0	0,0	0,0	331,4	119,6	0,0	0,0	3,6
1997	78,0	0,0	0,0	3.501,1	1.022,3	0,0	0,0	0,0	341,6	98,0	0,0	0,0	3,8
1998	88,0	0,0	0,0	3.190,1	950,1	0,0	0,0	0,0	323,1	87,3	0,0	0,0	4,1
1999	97,5	0,0	0,0	2.787,7	866,1	0,0	0,0	0,0	278,9	76,1	0,0	0,0	4,4
2000	110,7	0,0	0,0	2.409,2	666,0	0,0	0,0	0,0	238,3	55,9	0,0	0,0	4,7
2001	128,3	0,0	0,0	2.152,6	517,6	0,0	0,0	0,0	209,1	41,3	0,0	0,0	5,1
2002	150,4	0,0	0,0	1.960,8	519,4	0,0	0,0	0,0	189,1	39,5	0,0	0,0	5,3
2003	173,5	0,0	0,0	1.832,0	437,4	0,1	0,1	0,0	172,2	31,6	0,0	0,0	5,4
2004	202,3	0,0	0,0	1.711,2	519,0	0,7	0,8	0,0	158,2	39,1	0,1	0,2	5,5
2005	215,3	0,0	0,0	1.567,3	528,0	3,0	3,0	0,0	141,3	33,3	0,3	0,4	5,7
2006	223,5	0,0	0,0	1.344,9	608,8	8,1	6,1	0,0	117,3	26,4	0,7	0,6	5,9
2007	234,0	0,0	0,0	1.257,6	774,8	16,7	12,9	0,0	105,6	45,0	1,4	1,1	6,2
2008	243,5	0,0	0,0	1.173,5	713,1	25,5	34,1	0,0	94,6	38,7	2,2	2,8	6,5
2009	250,5	0,4	0,3	1.049,5	641,6	33,2	47,1	0,0	81,0	33,3	2,8	3,8	6,7
2010	242,5	1,2	1,0	1.121,3	469,2	47,0	55,3	0,0	82,7	22,9	4,0	4,7	6,8
2011	232,5	4,1	2,3	1.180,2	285,1	67,9	46,7	0,0	82,6	13,1	5,8	4,3	6,4
2012	222,0	7,2	3,5	1.150,1	262,2	87,6	45,1	0,0	76,6	11,3	8,0	4,4	6,2
2013	210,8	9,6	4,2	1.041,2	246,1	105,2	57,9	0,0	65,8	9,8	9,8	5,9	6,0
2014	196,2	11,9	5,1	982,5	222,0	127,2	65,4	0,0	58,6	8,5	12,3	6,8	5,7
2015	180,8	13,8	6,4	822,1	203,8	129,1	95,7	0,0	45,9	7,4	13,2	9,9	5,4
2016	165,3	16,1	7,1	783,2	183,4	147,4	80,7	0,0	40,7	6,4	15,3	8,2	5,1

Tabela 29. Emissões de CO - abordagem *bottom-up* - pesados (Gg)

Ano	Micro-Onib-dies	Onib-Urb-dies	Onib-Rod-dies	CaminhSLev-dies	CaminhLev-dies	CaminhMed-dies	CaminhSPes-dies	CaminhPes-dies
1990	0,8	12,7	10,6	0,3	15,4	21,0	32,1	3,8
1991	0,9	13,0	11,4	0,3	15,5	21,6	32,8	5,0
1992	1,0	13,3	12,4	0,3	15,4	21,5	32,9	5,6
1993	1,1	13,3	13,1	0,3	15,3	21,6	33,4	6,8
1994	1,2	13,3	13,7	0,4	17,6	21,3	33,1	8,5
1995	1,3	13,4	14,6	0,4	17,8	22,2	34,7	10,9
1996	1,4	13,7	15,7	0,4	19,1	22,2	34,5	13,2
1997	1,5	13,7	16,6	0,4	19,1	23,6	37,1	15,0
1998	1,6	13,8	17,5	0,4	19,2	24,7	39,6	17,1
1999	1,7	13,6	18,1	0,4	19,3	24,4	40,0	18,4
2000	1,7	13,3	18,6	0,5	19,6	24,3	41,2	20,8
2001	1,8	13,2	19,5	0,6	20,1	24,2	42,7	21,5
2002	2,0	13,0	19,7	0,7	20,5	23,9	43,2	23,6
2003	2,2	12,5	19,4	0,8	20,4	21,2	39,2	22,0
2004	2,3	12,0	19,2	0,9	20,1	21,5	40,9	24,4
2005	2,3	11,6	18,9	1,0	19,7	19,5	38,5	23,9
2006	2,4	11,6	18,4	1,1	19,5	18,5	37,7	24,0
2007	2,5	12,0	17,9	1,3	19,4	18,8	39,3	25,2
2008	2,6	12,9	17,4	1,5	19,4	18,4	40,6	27,0
2009	2,5	13,7	16,8	1,6	19,4	16,5	38,8	24,7
2010	2,5	14,4	16,2	1,7	19,3	16,9	42,2	28,4
2011	2,6	15,3	15,8	1,6	18,2	16,2	43,8	29,7
2012	2,6	15,5	15,2	1,7	17,8	15,5	44,2	30,1
2013	2,4	14,9	14,4	1,6	17,1	14,8	43,0	30,5
2014	2,2	14,2	13,7	1,5	16,4	13,0	38,7	29,4
2015	2,0	13,4	13,0	1,5	15,7	11,2	34,0	26,3
2016	1,9	12,5	12,1	1,4	15,0	10,7	32,9	25,5

Tabela 30. Emissões de NO_x - abordagem *bottom-up* - leves (Gg)

Ano	Moto-gas	Moto-flex-gas	Moto-flex-alc	Auto-gas	Auto-alc	Auto-flex-gas	Auto-flex-alc	Auto-hib-gas	ComLev-gas	ComLev-alc	ComLev-flex-gas	ComLev-flex-alc	ComLev-dies
1990	1,8	0,0	0,0	128,3	99,7	0,0	0,0	0,0	11,4	7,3	0,0	0,0	3,5
1991	1,8	0,0	0,0	145,0	99,9	0,0	0,0	0,0	13,5	7,3	0,0	0,0	3,7
1992	1,8	0,0	0,0	149,8	89,9	0,0	0,0	0,0	14,5	6,7	0,0	0,0	3,9
1993	1,8	0,0	0,0	153,3	90,0	0,0	0,0	0,0	15,1	6,9	0,0	0,0	4,1
1994	1,8	0,0	0,0	164,5	88,7	0,0	0,0	0,0	16,1	7,0	0,0	0,0	5,2
1995	1,9	0,0	0,0	178,1	89,5	0,0	0,0	0,0	17,7	7,0	0,0	0,0	5,7
1996	2,0	0,0	0,0	192,4	88,0	0,0	0,0	0,0	20,3	6,7	0,0	0,0	6,4
1997	2,3	0,0	0,0	195,6	74,8	0,0	0,0	0,0	22,2	5,6	0,0	0,0	6,8
1998	2,6	0,0	0,0	187,3	69,6	0,0	0,0	0,0	21,8	5,0	0,0	0,0	7,4
1999	2,9	0,0	0,0	170,5	63,7	0,0	0,0	0,0	19,4	4,4	0,0	0,0	7,9
2000	3,2	0,0	0,0	153,6	49,1	0,0	0,0	0,0	17,1	3,3	0,0	0,0	8,5
2001	3,8	0,0	0,0	142,8	38,3	0,0	0,0	0,0	15,5	2,5	0,0	0,0	9,1
2002	4,4	0,0	0,0	134,6	38,5	0,0	0,0	0,0	14,5	2,4	0,0	0,0	9,5
2003	5,1	0,0	0,0	129,9	32,6	0,0	0,0	0,0	13,5	1,9	0,0	0,0	9,7
2004	5,9	0,0	0,0	125,1	38,8	0,1	0,2	0,0	12,7	2,4	0,0	0,0	9,9
2005	6,8	0,0	0,0	117,3	39,6	0,3	0,8	0,0	11,6	2,1	0,0	0,1	10,2
2006	7,9	0,0	0,0	102,6	45,8	0,8	1,3	0,0	9,9	1,7	0,1	0,2	10,6
2007	9,4	0,0	0,0	97,5	58,5	1,6	2,1	0,0	9,1	2,9	0,2	0,3	11,1
2008	10,6	0,0	0,0	92,1	53,9	2,4	4,5	0,0	8,2	2,5	0,3	0,6	11,7
2009	11,2	0,0	0,0	83,4	48,5	3,1	5,2	0,0	7,1	2,2	0,3	0,6	12,4
2010	11,3	0,1	0,1	90,0	35,4	4,5	5,5	0,0	7,3	1,5	0,5	0,6	13,3
2011	11,5	0,3	0,2	95,6	21,5	6,7	4,4	0,0	7,4	0,9	0,7	0,5	13,5
2012	11,7	0,5	0,3	94,0	19,7	8,8	4,1	0,0	6,9	0,8	1,0	0,5	14,0
2013	11,6	0,7	0,3	85,7	18,5	10,8	5,2	0,0	6,0	0,7	1,3	0,6	13,9
2014	11,2	0,8	0,3	81,3	16,7	13,2	5,7	0,0	5,3	0,6	1,6	0,6	13,8
2015	10,6	0,9	0,4	68,4	15,3	13,3	8,2	0,0	4,2	0,5	1,6	0,9	13,6
2016	9,9	1,1	0,5	65,4	13,8	15,1	6,8	0,0	3,8	0,4	1,8	0,7	13,2

Tabela 31. Emissões de NO_x - abordagem *bottom-up* - pesados (Gg)

Ano	Micro-Onib-dies	Onib-Urb-dies	Onib-Rod-dies	CaminhSLev-dies	CaminhLev-dies	CaminhMed-dies	CaminhSPes-dies	CaminhPes-dies
1990	2,6	73,2	61,1	1,7	88,4	121,0	184,6	21,6
1991	2,9	74,6	65,8	1,9	89,1	124,4	188,9	28,9
1992	3,2	76,6	71,4	2,0	88,9	123,9	189,3	32,3
1993	3,4	76,7	75,3	2,0	88,1	124,5	192,0	39,0
1994	3,7	76,2	78,8	2,3	101,2	122,4	190,5	49,1
1995	4,0	77,2	84,1	2,3	102,7	128,0	199,5	62,6
1996	4,3	78,6	90,1	2,3	109,7	127,5	198,6	76,1
1997	4,6	79,0	95,3	2,3	109,8	135,6	213,5	86,4
1998	4,9	79,1	100,4	2,2	110,4	142,3	227,8	98,2
1999	5,1	78,0	104,0	2,3	111,0	140,4	230,2	106,0
2000	5,3	75,6	105,8	2,5	111,7	138,8	234,4	117,8
2001	5,7	73,2	107,5	3,0	112,1	136,8	237,7	118,3
2002	6,1	71,6	107,9	3,8	112,1	134,5	239,6	129,2
2003	6,7	70,4	107,5	4,5	111,3	119,9	219,4	122,9
2004	7,0	68,4	107,6	5,1	110,5	121,8	230,7	138,4
2005	7,2	66,4	106,2	5,7	109,4	110,8	218,4	136,8
2006	7,5	65,6	103,5	6,3	107,8	104,9	214,1	138,1
2007	7,8	66,2	100,9	6,8	106,4	105,1	222,3	146,1
2008	8,1	68,4	98,9	7,4	105,2	102,6	227,9	159,5
2009	8,4	70,4	96,9	7,8	104,1	92,2	216,0	147,6
2010	8,7	72,6	94,8	8,1	103,7	94,2	234,6	172,9
2011	9,3	76,6	93,6	8,0	98,1	90,2	241,7	184,9
2012	9,4	77,1	91,0	8,1	97,0	86,5	243,9	188,0
2013	9,1	73,6	86,2	7,9	93,7	82,9	240,9	190,3
2014	8,6	70,1	81,6	7,7	90,3	73,6	220,5	182,4
2015	8,1	65,9	76,8	7,4	86,7	63,9	196,4	162,8
2016	7,6	61,3	71,5	7,2	82,8	60,8	191,0	158,0

Tabela 32. Emissões de NMVOC - abordagem *bottom-up* - leves (Gg)

Ano	Moto-gas	Moto-flex-gas	Moto-flex-alc	Auto-gas	Auto-alc	Auto-flex-gas	Auto-flex-alc	Auto-hib-gas	ComLev-gas	ComLev-alc	ComLev-flex-gas	ComLev-flex-alc	ComLev-dies
1990	7,9	0,0	0,0	259,7	115,6	0,0	0,0	0,0	21,2	13,3	0,0	0,0	0,4
1991	8,0	0,0	0,0	280,0	117,2	0,0	0,0	0,0	22,9	13,4	0,0	0,0	0,4
1992	7,9	0,0	0,0	279,8	106,7	0,0	0,0	0,0	22,8	12,1	0,0	0,0	0,4
1993	7,8	0,0	0,0	276,3	107,6	0,0	0,0	0,0	22,7	12,1	0,0	0,0	0,4
1994	7,9	0,0	0,0	280,5	106,5	0,0	0,0	0,0	22,7	11,7	0,0	0,0	0,6
1995	8,3	0,0	0,0	285,6	107,7	0,0	0,0	0,0	22,9	11,6	0,0	0,0	0,6
1996	9,0	0,0	0,0	290,3	106,2	0,0	0,0	0,0	24,3	11,1	0,0	0,0	0,7
1997	10,1	0,0	0,0	279,5	90,6	0,0	0,0	0,0	25,2	9,1	0,0	0,0	0,7
1998	11,4	0,0	0,0	256,7	84,4	0,0	0,0	0,0	24,0	8,2	0,0	0,0	0,8
1999	12,6	0,0	0,0	225,7	77,1	0,0	0,0	0,0	20,7	7,2	0,0	0,0	0,8
2000	14,3	0,0	0,0	196,3	59,4	0,0	0,0	0,0	17,8	5,3	0,0	0,0	0,9
2001	16,6	0,0	0,0	176,7	46,3	0,0	0,0	0,0	15,6	3,9	0,0	0,0	1,0
2002	19,4	0,0	0,0	162,3	46,6	0,0	0,0	0,0	14,1	3,8	0,0	0,0	1,0
2003	22,4	0,0	0,0	152,9	39,3	0,0	0,0	0,0	12,9	3,0	0,0	0,0	1,0
2004	25,7	0,0	0,0	144,1	46,8	0,1	0,2	0,0	11,9	3,8	0,0	0,0	1,1
2005	27,6	0,0	0,0	133,0	47,8	0,5	0,7	0,0	10,7	3,2	0,0	0,1	1,1
2006	28,9	0,0	0,0	114,8	55,2	1,2	1,3	0,0	8,9	2,6	0,1	0,1	1,1
2007	30,7	0,0	0,0	107,7	70,4	2,3	2,4	0,0	8,1	4,4	0,2	0,2	1,2
2008	32,2	0,0	0,0	100,9	64,9	3,5	5,7	0,0	7,2	3,8	0,3	0,5	1,3
2009	32,6	0,1	0,1	90,5	58,4	4,4	6,8	0,0	6,2	3,3	0,4	0,6	1,3
2010	32,0	0,2	0,2	96,9	42,7	5,8	7,0	0,0	6,4	2,2	0,6	0,5	1,3
2011	31,1	0,6	0,4	102,3	26,0	8,1	5,5	0,0	6,4	1,3	0,8	0,4	1,3
2012	30,2	1,0	0,6	99,9	23,9	10,0	5,3	0,0	5,9	1,1	1,0	0,4	1,3
2013	29,0	1,3	0,7	90,6	22,4	11,5	6,7	0,0	5,1	1,0	1,2	0,6	1,2
2014	27,1	1,7	0,8	85,7	20,2	13,5	7,6	0,0	4,6	0,8	1,4	0,6	1,2
2015	25,2	1,9	1,0	71,8	18,5	13,3	11,1	0,0	3,6	0,7	1,4	1,0	1,1
2016	23,2	2,2	1,1	68,5	16,6	14,9	9,4	0,0	3,2	0,6	1,5	0,8	1,0

Tabela 33. Emissões de NMVOC - abordagem *bottom-up* - pesados (Gg)

Ano	Micro-Onib-dies	Onib-Urb-dies	Onib-Rod-dies	CaminhSLev-dies	CaminhLev-dies	CaminhMed-dies	CaminhSPes-dies	CaminhPes-dies
1990	0,1	4,7	3,9	0,1	5,6	7,7	11,7	1,4
1991	0,1	4,7	4,2	0,1	5,7	7,9	12,0	1,8
1992	0,1	4,9	4,5	0,1	5,6	7,9	12,0	2,0
1993	0,1	4,9	4,8	0,1	5,6	7,9	12,2	2,5
1994	0,2	4,8	5,0	0,1	6,4	7,8	12,1	3,1
1995	0,2	4,9	5,3	0,1	6,5	8,1	12,7	4,0
1996	0,2	5,0	5,7	0,1	7,0	8,1	12,6	4,8
1997	0,2	5,0	6,1	0,1	7,0	8,6	13,6	5,5
1998	0,2	5,0	6,4	0,1	7,0	9,0	14,5	6,2
1999	0,2	5,0	6,6	0,1	7,1	8,9	14,6	6,7
2000	0,2	4,9	6,8	0,2	7,1	8,9	15,0	7,6
2001	0,2	4,8	7,0	0,2	7,3	8,8	15,5	7,8
2002	0,3	4,7	7,1	0,3	7,4	8,7	15,6	8,5
2003	0,3	4,5	7,0	0,3	7,3	7,7	14,1	7,9
2004	0,3	4,3	6,8	0,3	7,2	7,7	14,6	8,6
2005	0,3	4,1	6,7	0,3	7,0	7,0	13,6	8,3
2006	0,3	3,9	6,4	0,4	6,9	6,6	13,1	8,2
2007	0,3	3,8	6,2	0,4	6,8	6,5	13,5	8,5
2008	0,3	3,8	5,9	0,4	6,7	6,3	13,4	8,9
2009	0,3	3,7	5,6	0,4	6,5	5,5	12,1	7,8
2010	0,3	3,6	5,4	0,4	6,3	5,5	12,5	8,6
2011	0,3	3,6	5,2	0,4	5,8	5,2	12,2	8,8
2012	0,3	3,4	4,9	0,4	5,6	4,9	11,7	8,6
2013	0,3	3,1	4,6	0,4	5,3	4,6	11,3	8,6
2014	0,3	2,8	4,2	0,4	5,0	4,1	10,1	8,0
2015	0,3	2,5	3,9	0,4	4,8	3,5	8,8	7,0
2016	0,2	2,2	3,6	0,4	4,5	3,3	8,4	6,7

APÊNDICE F - Emissões na estrutura das categorias IPCC 2006

Tabela 34. Emissões de CO₂ - abordagem *bottom-up*

Ano	Transporte Rodoviário (incl. GNV <i>top-down</i>)	Automóveis	Automóvel com catalisador de três vias	Automóvel sem catalisador de três vias	Caminhões leves	Caminhão leve com catalisador de três vias	Caminhão leve sem catalisador de três vias	Caminhões pesados e ônibus	Motocicletas
1990	72.062	20.214	0	20.214	2.748	0	2.748	48.445	656
1991	75.747	21.857	0	21.857	2.998	0	2.998	50.246	647
1992	76.624	21.840	0	21.840	3.069	0	3.069	51.104	611
1993	79.058	22.777	0	22.777	3.300	0	3.300	52.390	591
1994	84.068	25.150	1.966	23.184	3.875	213	3.662	54.457	586
1995	93.132	30.022	6.836	23.185	4.539	775	3.764	57.942	629
1996	100.174	33.690	12.088	21.602	5.365	1.484	3.881	60.464	655
1997	107.607	36.730	17.007	19.722	5.940	2.118	3.823	64.220	717
1998	112.767	38.372	20.780	17.591	6.363	2.554	3.809	67.228	805
1999	110.693	35.786	21.260	14.526	6.205	2.521	3.684	67.849	853
2000	111.723	34.714	22.279	12.434	6.155	2.509	3.646	69.882	972
2001	113.535	34.514	23.758	10.756	6.169	2.493	3.675	71.745	1.107
2002	115.860	33.836	24.765	9.071	6.083	2.413	3.670	74.721	1.220
2003	116.008	36.253	27.741	8.512	6.217	2.548	3.669	72.104	1.434
2004	123.053	37.795	29.920	7.875	6.360	2.691	3.669	77.270	1.628
2005	123.488	38.520	31.444	7.076	6.393	2.685	3.708	76.739	1.836
2006	127.782	41.118	34.387	6.730	6.580	2.785	3.796	77.706	2.378
2007	131.953	41.058	35.107	5.951	6.543	2.688	3.855	81.677	2.674
2008	136.924	41.188	35.759	5.430	6.672	2.681	3.991	85.957	3.107
2009	134.715	40.553	35.693	4.860	6.881	2.661	4.219	83.799	3.481
2010	151.403	47.678	42.461	5.218	7.766	3.222	4.544	92.097	3.861
2011	166.579	56.173	50.746	5.427	8.628	3.911	4.717	97.555	4.222
2012	183.002	65.217	59.710	5.508	9.910	4.771	5.139	103.117	4.758
2013	189.874	64.821	60.124	4.697	10.397	4.862	5.535	109.869	4.786
2014	194.349	68.041	63.738	4.303	11.152	5.249	5.903	110.337	4.819
2015	180.993	61.458	57.978	3.481	10.841	4.791	6.050	103.930	4.765
2016	182.869	64.077	60.769	3.309	11.092	4.927	6.165	102.901	4.799

Tabela 35. Emissões de N₂O - abordagem *bottom-up*

Ano	Transporte Rodoviário	Automóveis	Automóvel com catalisador de três vias	Automóvel sem catalisador de três vias	Caminhões leves	Caminhão leve com catalisador de três vias	Caminhão leve sem catalisador de três vias	Caminhões pesados e ônibus	Motocicletas
1990	2,8	0,9	0,0	0,9	0,2	0,0	0,2	1,7	0,0
1991	2,9	1,0	0,0	1,0	0,2	0,0	0,2	1,8	0,0
1992	2,9	0,9	0,0	0,9	0,2	0,0	0,2	1,8	0,0
1993	3,0	1,0	0,0	1,0	0,2	0,0	0,2	1,8	0,0
1994	3,4	1,3	0,3	1,0	0,3	0,0	0,2	1,9	0,0
1995	4,2	1,8	0,8	1,0	0,3	0,1	0,2	2,0	0,0
1996	5,1	2,5	1,6	1,0	0,4	0,2	0,2	2,1	0,0
1997	5,9	3,1	2,3	0,9	0,5	0,3	0,2	2,2	0,0
1998	6,5	3,6	2,8	0,8	0,6	0,4	0,2	2,3	0,0
1999	6,7	3,7	3,0	0,7	0,6	0,4	0,2	2,3	0,0
2000	6,8	3,7	3,2	0,6	0,6	0,4	0,2	2,4	0,0
2001	7,1	3,9	3,4	0,5	0,6	0,4	0,2	2,5	0,1
2002	7,4	4,1	3,7	0,5	0,6	0,4	0,3	2,6	0,1
2003	7,6	4,4	4,0	0,4	0,7	0,4	0,3	2,5	0,1
2004	8,1	4,7	4,3	0,4	0,7	0,4	0,3	2,7	0,1
2005	8,4	4,9	4,5	0,4	0,7	0,4	0,3	2,7	0,1
2006	8,3	4,8	4,4	0,4	0,7	0,4	0,3	2,7	0,1
2007	9,1	5,3	4,9	0,4	0,7	0,4	0,3	2,9	0,1
2008	10,0	6,0	5,6	0,4	0,8	0,5	0,3	3,1	0,1
2009	10,4	6,3	5,9	0,4	0,8	0,5	0,3	3,1	0,2
2010	11,8	7,3	7,0	0,3	1,0	0,6	0,3	3,4	0,2
2011	12,9	8,1	7,8	0,2	1,1	0,7	0,4	3,6	0,2
2012	14,1	8,8	8,6	0,2	1,2	0,8	0,4	3,8	0,2
2013	15,1	9,5	9,3	0,2	1,4	0,9	0,4	4,1	0,2
2014	16,1	10,3	10,1	0,2	1,5	1,0	0,5	4,1	0,2
2015	16,0	10,2	10,1	0,2	1,6	1,1	0,5	4,0	0,2
2016	16,0	10,2	10,0	0,2	1,6	1,1	0,5	3,9	0,2

Tabela 36. Emissões de CH₄ - abordagem *bottom-up*

Ano	Transporte Rodoviário	Automóveis	Automóvel com catalisador de três vias	Automóvel sem catalisador de três vias	Caminhões leves	Caminhão leve com catalisador de três vias	Caminhão leve sem catalisador de três vias	Caminhões pesados e ônibus	Motocicletas
1990	66,9	56,7	0,0	56,7	5,3	0,0	5,3	3,4	1,4
1991	70,4	59,9	0,0	59,9	5,6	0,0	5,6	3,5	1,4
1992	68,5	58,1	0,0	58,1	5,4	0,0	5,4	3,6	1,4
1993	68,0	57,6	0,0	57,6	5,4	0,0	5,4	3,6	1,4
1994	69,4	58,9	1,8	57,1	5,3	0,1	5,2	3,8	1,4
1995	72,6	61,8	5,9	55,9	5,3	0,4	4,9	4,0	1,5
1996	75,8	64,3	10,0	54,3	5,7	1,1	4,6	4,2	1,6
1997	73,5	61,3	12,2	49,1	6,1	2,1	4,0	4,4	1,8
1998	69,6	57,1	12,8	44,3	5,9	2,4	3,5	4,6	2,0
1999	63,1	51,1	12,4	38,7	5,2	2,2	3,0	4,7	2,2
2000	55,3	43,6	11,7	31,9	4,4	2,0	2,4	4,8	2,5
2001	50,2	38,5	11,4	27,1	3,8	1,8	1,9	5,0	2,9
2002	48,4	36,3	11,3	25,0	3,5	1,8	1,7	5,2	3,4
2003	46,0	33,8	11,4	22,4	3,2	1,7	1,5	5,0	3,9
2004	46,7	33,7	11,6	22,1	3,1	1,7	1,5	5,4	4,5
2005	45,3	32,2	11,6	20,6	2,8	1,6	1,3	5,4	4,9
2006	43,6	30,6	11,1	19,5	2,4	1,4	1,0	5,4	5,1
2007	46,4	32,6	11,8	20,7	2,6	1,4	1,2	5,8	5,4
2008	46,5	32,0	13,0	19,1	2,6	1,5	1,1	6,1	5,7
2009	44,3	29,8	12,8	17,0	2,4	1,4	0,9	6,1	6,0
2010	44,4	29,1	13,8	15,3	2,3	1,5	0,8	6,8	6,1
2011	43,1	27,3	14,1	13,3	2,2	1,5	0,7	7,2	6,3
2012	42,9	26,7	14,1	12,6	2,1	1,5	0,6	7,6	6,5
2013	42,1	25,5	14,0	11,4	2,0	1,4	0,6	8,1	6,4
2014	41,1	24,6	14,0	10,6	2,0	1,4	0,6	8,2	6,3
2015	38,6	22,6	13,5	9,0	1,9	1,4	0,5	7,9	6,2
2016	36,5	20,9	12,5	8,4	1,7	1,2	0,5	7,9	6,0

Tabela 37. Emissões de CO - abordagem *bottom-up*

Ano	Transporte Rodoviário	Automóveis	Automóvel com catalisador de três vias	Automóvel sem catalisador de três vias	Caminhões leves	Caminhão leve com catalisador de três vias	Caminhão leve sem catalisador de três vias	Caminhões pesados e ônibus	Motocicletas
1990	5.289,4	4.704,0	0,0	4.704,0	427,4	0,0	427,4	96,7	61,3
1991	5.565,4	4.956,6	0,0	4.956,6	445,8	0,0	445,8	100,6	62,4
1992	5.395,3	4.806,1	0,0	4.806,1	425,1	0,0	425,1	102,6	61,6
1993	5.340,4	4.753,3	0,0	4.753,3	421,6	0,0	421,6	105,0	60,5
1994	5.375,0	4.781,4	69,3	4.712,1	423,2	12,7	410,6	109,1	61,4
1995	5.453,6	4.838,3	217,1	4.621,2	435,5	44,9	390,6	115,4	64,5
1996	5.501,5	4.857,0	361,8	4.495,2	454,6	86,7	367,8	120,1	69,8
1997	5.171,8	4.523,4	441,9	4.081,5	443,3	120,9	322,4	127,0	78,0
1998	4.776,6	4.140,3	457,1	3.683,2	414,6	130,2	284,4	133,8	88,0
1999	4.246,6	3.653,8	441,6	3.212,3	359,4	119,0	240,4	135,8	97,5
2000	3.625,0	3.075,2	418,4	2.656,8	299,0	107,1	191,9	140,1	110,7
2001	3.197,8	2.670,3	408,2	2.262,1	255,5	98,9	156,7	143,7	128,3
2002	3.011,2	2.480,3	404,7	2.075,5	233,9	94,1	139,8	146,6	150,4
2003	2.790,2	2.269,6	407,8	1.861,9	209,2	89,7	119,6	137,8	173,5
2004	2.778,5	2.231,7	410,3	1.821,4	203,2	86,6	116,5	141,3	202,3
2005	2.633,1	2.101,3	404,1	1.697,2	180,9	80,5	100,4	135,5	215,3
2006	2.475,5	1.967,8	376,7	1.591,1	150,9	69,4	81,5	133,2	223,5
2007	2.591,8	2.062,0	388,4	1.673,6	159,3	66,6	92,7	136,4	234,0
2008	2.474,4	1.946,2	406,7	1.539,5	144,8	63,5	81,3	139,8	243,5
2009	2.284,3	1.771,4	401,5	1.370,0	127,6	57,7	69,9	134,0	251,2
2010	2.200,2	1.692,8	448,9	1.244,0	121,1	60,9	60,1	141,5	244,7
2011	2.074,4	1.579,9	482,7	1.097,2	112,3	62,4	49,9	143,2	238,9
2012	2.027,0	1.545,1	499,9	1.045,2	106,6	61,4	45,2	142,6	232,7
2013	1.911,0	1.450,4	502,9	947,5	97,2	58,2	39,1	138,8	224,6
2014	1.831,6	1.397,1	518,6	878,6	91,9	57,2	34,7	129,3	213,2
2015	1.650,7	1.250,7	502,1	748,5	81,8	53,2	28,7	117,2	201,0
2016	1.570,9	1.194,7	495,1	699,6	75,7	50,2	25,5	111,9	188,5

Tabela 38. Emissões de NOx - abordagem *bottom-up*

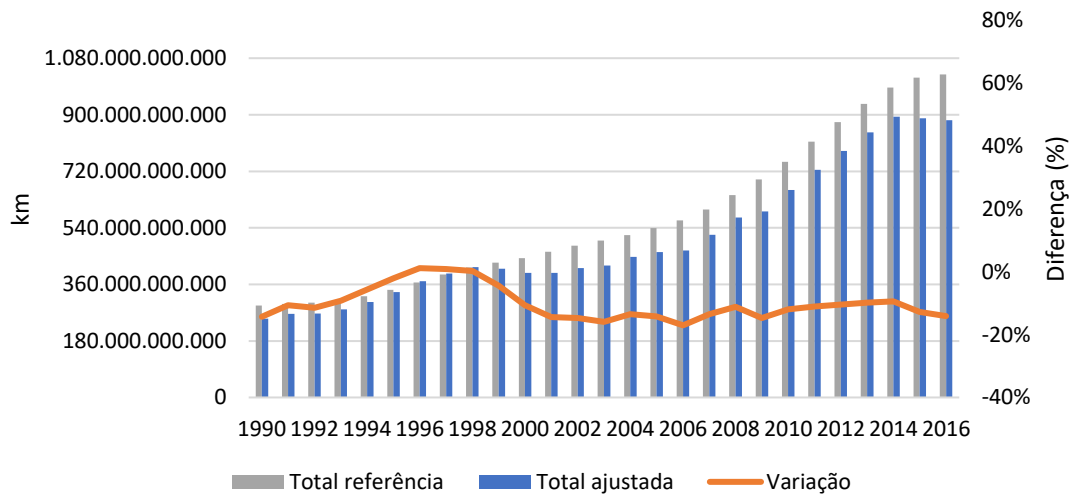
Ano	Transporte Rodoviário	Automóveis	Automóvel com catalisador de três vias	Automóvel sem catalisador de três vias	Caminhões leves	Caminhão leve com catalisador de três vias	Caminhão leve sem catalisador de três vias	Caminhões pesados e ônibus	Motocicletas
1990	806,2	228,0	0,0	228,0	22,2	0,0	22,2	554,2	1,8
1991	847,7	244,9	0,0	244,9	24,5	0,0	24,5	576,4	1,8
1992	854,1	239,8	0,0	239,8	25,1	0,0	25,1	587,5	1,8
1993	872,3	243,3	0,0	243,3	26,2	0,0	26,2	601,0	1,8
1994	907,5	253,2	8,2	245,0	28,3	1,1	27,2	624,2	1,8
1995	960,1	267,6	25,9	241,6	30,4	3,7	26,7	660,2	1,9
1996	1.003,1	280,4	44,2	236,2	33,4	7,1	26,3	687,2	2,0
1997	1.033,8	270,4	56,9	213,5	34,6	10,2	24,4	726,5	2,3
1998	1.059,1	257,0	62,6	194,4	34,2	11,2	23,0	765,3	2,6
1999	1.045,8	234,2	62,8	171,4	31,7	10,6	21,2	777,0	2,9
2000	1.026,7	202,7	61,4	141,3	28,8	9,8	19,1	791,9	3,2
2001	1.006,2	181,0	61,2	119,8	27,0	9,3	17,7	794,4	3,8
2002	1.008,7	173,1	61,5	111,7	26,3	9,1	17,2	804,8	4,4
2003	955,4	162,5	62,5	100,0	25,1	8,8	16,3	762,6	5,1
2004	984,7	164,2	63,6	100,6	25,1	8,8	16,3	789,5	5,9
2005	950,0	158,1	63,0	95,1	24,1	8,3	15,8	761,0	6,8
2006	928,6	150,5	58,3	92,2	22,5	7,4	15,1	747,7	7,9
2007	954,2	159,6	59,1	100,4	23,5	7,3	16,2	761,6	9,4
2008	964,8	152,9	60,5	92,5	23,3	7,2	16,1	777,9	10,6
2009	917,5	140,2	57,8	82,4	22,6	6,6	16,1	743,4	11,2
2010	959,7	135,4	63,5	71,9	23,2	6,8	16,4	789,5	11,5
2011	965,7	128,2	68,0	60,2	23,0	6,9	16,1	802,4	12,0
2012	963,2	126,6	69,6	57,0	23,1	6,9	16,3	800,9	12,5
2013	939,7	120,1	68,3	51,8	22,4	6,6	15,9	784,6	12,6
2014	886,1	116,9	69,1	47,8	22,0	6,5	15,5	734,8	12,4
2015	805,9	105,2	64,2	41,0	20,8	5,9	14,9	668,0	11,9
2016	772,8	101,2	63,0	38,1	19,9	5,5	14,4	640,3	11,4

Tabela 39. Emissões de NMVOC - abordagem *bottom-up*

Ano	Transporte Rodoviário	Automóveis	Automóvel com catalisador de três vias	Automóvel sem catalisador de três vias	Caminhões leves	Caminhão leve com catalisador de três vias	Caminhão leve sem catalisador de três vias	Caminhões pesados e ônibus	Motocicletas	Emissões por evaporação proveniente de veículos
1990	1.062,9	375,2	0,0	375,2	34,9	0,0	34,9	35,2	7,9	609,7
1991	1.110,8	397,2	0,0	397,2	36,7	0,0	36,7	36,6	8,0	632,3
1992	1.074,6	386,5	0,0	386,5	35,3	0,0	35,3	37,3	7,9	607,5
1993	1.062,4	383,9	0,0	383,9	35,2	0,0	35,2	38,1	7,8	597,4
1994	1.065,7	387,0	5,4	381,6	35,0	0,7	34,2	39,6	7,9	596,2
1995	1.079,8	393,3	18,2	375,1	35,1	2,4	32,7	41,9	8,3	601,2
1996	1.082,5	396,5	31,0	365,5	36,1	5,1	31,0	43,6	9,0	597,3
1997	1.010,0	370,1	38,3	331,8	35,1	7,9	27,2	46,1	10,1	548,7
1998	932,3	341,0	40,9	300,2	32,9	8,8	24,1	48,5	11,4	498,4
1999	829,2	302,8	40,3	262,5	28,8	8,2	20,6	49,3	12,6	435,8
2000	709,0	255,8	38,8	217,0	23,9	7,5	16,5	50,6	14,3	364,4
2001	625,9	223,0	38,5	184,5	20,5	6,9	13,6	51,6	16,6	314,3
2002	588,9	208,9	39,0	169,9	18,9	6,7	12,2	52,4	19,4	289,3
2003	543,5	192,3	40,0	152,2	17,0	6,5	10,5	49,0	22,4	262,8
2004	540,0	191,2	41,2	150,0	16,8	6,4	10,4	49,9	25,7	256,4
2005	511,0	181,9	41,7	140,3	15,1	6,1	9,1	47,3	27,6	239,0
2006	480,5	172,4	39,7	132,7	12,9	5,4	7,5	45,8	28,9	220,6
2007	504,7	182,9	41,8	141,1	14,1	5,4	8,7	46,0	30,7	231,1
2008	484,4	175,0	45,2	129,8	13,1	5,3	7,8	45,7	32,2	218,4
2009	445,3	160,1	44,5	115,6	11,7	4,9	6,8	42,0	32,8	198,7
2010	429,8	152,5	48,7	103,8	11,0	5,2	5,9	42,8	32,4	191,1
2011	405,8	141,9	51,7	90,2	10,1	5,2	4,9	41,5	32,1	180,2
2012	397,2	139,0	53,2	85,8	9,7	5,2	4,5	39,9	31,8	176,7
2013	375,5	131,2	53,4	77,8	9,0	5,0	4,0	38,1	31,0	166,1
2014	359,9	126,9	54,9	72,0	8,6	5,0	3,6	34,9	29,5	160,0
2015	324,2	114,7	53,2	61,5	7,8	4,7	3,0	31,1	28,0	142,6
2016	306,8	109,4	52,0	57,4	7,2	4,4	2,7	29,3	26,5	134,4

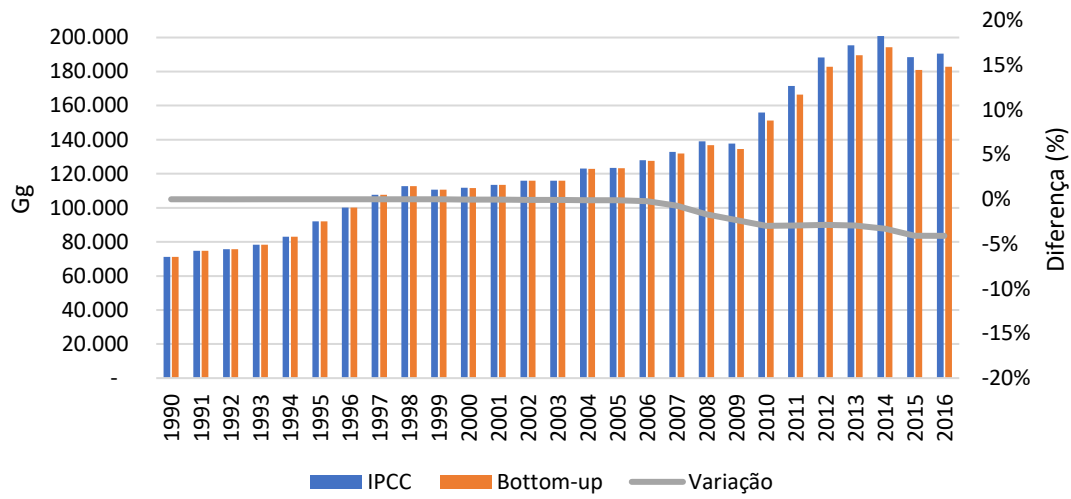
APÊNDICE G - Análise da intensidade de uso ajustada

Figura 15. Comparação entre a intensidade de uso de referência e ajustada



APÊNDICE H - Análise dos fatores de emissão implícitos

Figura 16. Comportamento das emissões com base nos fatores de emissão implícitos



ANEXO A

Tabela 40. Rendimento energético para automóveis e motocicletas (km/l)

Ano de fabricação	Automóveis e veículos comerciais leves					Motocicletas			
	Gasolina C	Etanol Hidratado	Flexible fuel		Híbrido	Diesel (comerciais leves)	Gasolina	Flex Fuel (Gasolina C)	Flex Fuel (Etanol hidratado)
			Gasolina C	Etanol hidratado					
1990	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
1991	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
1992	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
1993	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
1994	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
1995	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
1996	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
1997	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
1998	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
1999	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
2000	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
2001	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
2002	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
2003	8,9	7,1				9,1	37,4	42,8	28,0
2004	8,9	7,1				9,1	37,5	42,8	28,0
2005	8,9	7,1				9,1	37,5	42,8	28,0
2006	8,9	7,1				9,1	37,2	42,8	28,0
2007	8,9	7,1				9,1	37,1	42,8	28,0
2008	8,9	7,1				9,1	37,2	42,8	28,0
2009	8,9	7,1				9,1	37,3	42,8	28,0
2010	8,9	7,1				9,1	37,0	42,8	28,0
2011	8,9	7,1				9,1	36,1	42,8	28,0
2012	8,9	7,1				9,1	37,2	43,2	29,3
2013	8,9	7,1				9,1	37,2	43,2	29,3
2014	8,9	7,1				9,1	37,2	43,2	29,3
2015	9,7	7,9				9,1	37,2	43,2	29,3
2016	10,2	8,3				9,1	37,2	43,2	29,3

Fonte: CETESB (2018) e Brasil (2014)

Tabela 41. Rendimento energético para ônibus (km/l)

Ano de fabricação	Ônibus		
	Micro-ônibus	Ônibus Urbano	Ônibus Rodoviário
1990	3,8	2,3	3,03
1991	3,8	2,3	3,03
1992	3,8	2,3	3,03
1993	3,8	2,3	3,03
1994	3,8	2,3	3,03
1995	3,8	2,3	3,03
1996	3,8	2,3	3,03
1997	3,8	2,3	3,03
1998	3,8	2,3	3,03
1999	3,8	2,3	3,03
2000	3,8	2,3	3,03
2001	3,8	2,3	3,03
2002	3,8	2,3	3,03
2003	3,8	2,3	3,03
2004	3,8	2,3	3,03
2005	3,8	2,3	3,03
2006	3,8	2,3	3,03
2007	3,8	2,3	3,03
2008	3,8	2,3	3,03
2009	3,8	2,3	3,03
2010	3,8	2,3	3,03
2011	3,8	2,3	3,03
2012	3,8	2,3	3,03
2013	3,8	2,3	3,03
2014	3,8	2,3	3,03
2015	3,8	2,3	3,03
2016	3,8	2,3	3,03

Fonte: Brasil (2014)

Tabela 42. Rendimento energético para caminhões (km/l)

Ano de fabricação	Semileve	Leve	Médio	Semipesado	Pesado
1990	6,84	4,79	3,25	2,91	1,97
1991	6,84	4,79	3,25	2,91	1,97
1992	6,84	4,79	3,25	2,91	1,97
1993	6,84	4,79	3,25	2,91	1,97
1994	6,84	4,79	3,25	2,91	1,97
1995	6,84	4,79	3,25	2,91	1,97
1996	6,84	4,79	3,25	2,91	1,97
1997	6,92	4,84	3,29	2,94	1,99
1998	7,00	4,90	3,33	2,98	2,01
1999	7,09	4,96	3,37	3,01	2,04
2000	7,18	5,02	3,41	3,05	2,06
2001	7,26	5,08	3,45	3,09	2,09
2002	7,35	5,15	3,49	3,12	2,11
2003	7,44	5,21	3,53	3,16	2,14
2004	7,53	5,27	3,58	3,20	2,17
2005	7,62	5,34	3,62	3,24	2,19
2006	7,72	5,40	3,66	3,28	2,22
2007	7,81	5,47	3,71	3,32	2,25
2008	7,90	5,53	3,75	3,36	2,27
2009	8,00	5,60	3,80	3,40	2,30
2010	8,10	5,67	3,85	3,44	2,33
2011	8,19	5,74	3,89	3,48	2,36
2012	8,29	5,80	3,94	3,52	2,38
2013	8,39	5,87	3,98	3,57	2,41
2014	8,49	5,94	4,03	3,61	2,44
2015	8,59	6,01	4,08	3,65	2,47
2016	8,69	6,08	4,13	3,69	2,50

Fonte: IBTS (2019)

ANEXO B

Tabela 43. Fatores de emissão para veículos leves

Ano	Combustível	CO (g/km)	CH ₄ (g/km)	NOx (g/km)
1990	Gasolina C	13,3	0,21	1,4
	Etanol	10,8	0,195	1,2
1991	Gasolina C	11,5	0,195	1,3
	Etanol	8,4	0,165	1
1992	Gasolina C	6,2	0,09	0,6
	Etanol	3,6	0,09	0,5
1993	Gasolina C	6,3	0,09	0,8
	Etanol	4,2	0,105	0,6
1994	Gasolina C	6	0,149	0,7
	Etanol	4,6	0,186	0,7
1995	Gasolina C	4,7	0,149	0,6
	Etanol	4,6	0,186	0,7
1996	Gasolina C	3,8	0,1	0,5
	Etanol	3,9	0,16	0,7
1997	Gasolina C	1,2	0,05	0,3
	Etanol	0,9	0,08	0,3
1998	Gasolina C	0,79	0,035	0,23
	Etanol	0,67	0,051	0,24
1999	Gasolina C	0,74	0,035	0,23
	Etanol	0,6	0,045	0,22
2000	Gasolina C	0,73	0,032	0,21
	Etanol	0,63	0,048	0,21
2001	Gasolina C	0,48	0,027	0,14
	Etanol	0,66	0,04	0,08
2002	Gasolina C	0,43	0,027	0,12
	Etanol	0,74	0,043	0,08
2003	Gasolina C	0,4	0,027	0,12
	Etanol	0,77	0,043	0,09
	Flex-Gasol.C	0,5	0,012	0,04
	Flex-Etanol	0,51	0,04	0,14
2004	Gasolina C	0,35	0,027	0,09
	Etanol	0,82	0,045	0,08
	Flex-Gasol.C	0,39	0,02	0,05
	Flex-Etanol	0,46	0,037	0,14
2005	Gasolina C	0,34	0,025	0,09
	Etanol	0,82	0,045	0,08
	Flex-Gasol.C	0,45	0,027	0,05
2006	Flex-Etanol	0,39	0,037	0,1
	Gasolina C	0,302	0,005	0,066
	Etanol	0,67	0,032	0,05
	Flex-Gasol.C	0,509	0,041	0,043
2007	Flex-Etanol	0,492	0,039	0,061
	Gasolina C	0,302	0,005	0,066
	Flex-Gasol.C	0,509	0,041	0,043
	Flex-Etanol	0,492	0,039	0,061
2008	Gasolina C	0,369	0,004	0,045
	Flex-Gasol.C	0,519	0,015	0,039
	Flex-Etanol	0,558	0,035	0,049
2009	Gasolina C	0,199	0,008	0,021
	Flex-Gasol.C	0,317	0,003	0,027
	Flex-Etanol	0,544	0,039	0,031
2010	Gasolina C	0,204	0,006	0,028
	Flex-Gasol.C	0,278	0,007	0,03
	Flex-Etanol	0,508	0,031	0,038
2011	Gasolina C	0,274	0,007	0,025
	Flex-Gasol.C	0,284	0,009	0,029
	Flex-Etanol	0,488	0,04	0,031
2012	Gasolina C	0,274	0,005	0,022
	Flex-Gasol.C	0,267	0,01	0,027
	Flex-Etanol	0,476	0,027	0,029
2013	Gasolina C	0,241	0,006	0,02
	Flex-Gasol.C	0,227	0,006	0,026
	Flex-Etanol	0,423	0,026	0,023
2014	Gasolina C	0,211	0,006	0,015
	Flex-Gasol.C	0,228	0,004	0,019

Ano	Combustível	CO (g/km)	CH ₄ (g/km)	NO _x (g/km)
2015	Flex-Etanol	0,398	0,02	0,018
	Gasolina	0,155	0,004	0,025
	Flex-Gasolina	0,217	0,003	0,015
2016	Flex-Etanol	0,36	0,015	0,016
	Gasolina C	0,114	0,006	0,022
	Flex-Gasol.C	0,251	0,004	0,012
	Flex-Etanol	0,363	0,028	0,013

Fonte: CETESB (2018)

Tabela 44. Fator de emissão de veículos convertidos para uso de GNV (g/km)

Ano	N ₂ O	CH ₄	CO	NO _x	NMVOC
1990 a 2016	0,0313	0,22	0,56	0,29	0,026

Fonte: Brasil (2014)

Tabela 45. Fator de emissão de veículos pesados com motores do ciclo Diesel

Ano	Categoria		CO	HC	CH ₄	NO _x
			(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)
até 1999	Caminhões	Semileves	0,764	0,279	0,06	4,395
		Leves	1,249	0,457	0,06	7,185
		Médios	1,25	0,457	0,06	7,19
		Semipesados	2,014	0,736	0,06	11,585
		Pesados	2,014	0,736	0,06	11,585
	Ônibus	Urbanos	3,019	1,104	0,06	17,368
2000-2001	Caminhões	Rodoviários	2,292	0,838	0,06	13,182
		Semileves	0,687	0,229	0,06	2,777
		Leves	1,123	0,374	0,06	4,539
		Médios	1,124	0,375	0,06	4,543
		Semipesados	1,81	0,603	0,06	7,319
	Ônibus	Pesados	1,81	0,603	0,06	7,319
2002-2003	Caminhões	Urbanos	2,714	0,905	0,06	10,973
		Rodoviários	2,06	0,687	0,06	8,329
		Semileves	0,374	0,128	0,06	2,711
		Leves	0,612	0,209	0,06	4,432
		Médios	0,612	0,209	0,06	4,435
	Ônibus	Semipesados	0,986	0,336	0,06	7,146
2004-2005	Caminhões	Pesados	0,986	0,336	0,06	7,146
		Urbanos	1,478	0,504	0,06	10,713
		Rodoviários	1,122	0,383	0,06	8,131
		Semileves	0,36	0,1	0,06	2,28
		Leves	0,58	0,16	0,06	3,72
	Ônibus	Médios	0,58	0,16	0,06	3,72
2006	Caminhões	Semipesados	0,94	0,25	0,06	6
		Pesados	0,94	0,25	0,06	6
		Urbanos	1,41	0,38	0,06	9
		Rodoviários	1,07	0,29	0,06	6,83
		Semileves	0,563	0,116	0,06	1,89
	Ônibus	Leves	0,793	0,228	0,06	3,464
2007	Caminhões	Médios	0,789	0,127	0,06	3,106
		Semipesados	1,004	0,247	0,06	5,292
		Pesados	0,808	0,218	0,06	5,209
		Urbanos	1,801	0,351	0,06	8,205
		Micro-ônibus	1,546	0,201	0,06	4,761
	Ônibus	Rodoviários	0,974	0,254	0,06	5,622
2008	Caminhões	Semileves	0,563	0,116	0,06	1,89
		Leves	0,793	0,228	0,06	3,464
		Médios	0,789	0,127	0,06	3,106
		Semipesados	1,004	0,247	0,06	5,292
		Pesados	0,808	0,218	0,06	5,209
	Ônibus	Urbanos	1,801	0,351	0,06	8,205
	Caminhões	Micro-ônibus	1,546	0,201	0,06	4,761
		Rodoviários	0,974	0,254	0,06	5,622
		Semileves	0,361	0,071	0,06	1,717
		Leves	0,685	0,124	0,06	3,072
	Caminhões	Médios	0,494	0,075	0,06	2,921
		Semipesados	1,03	0,104	0,06	4,92
		Pesados	0,713	0,149	0,06	5,397

Ano	Categoria		CO	HC	CH ₄	NO _x	
			(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	
2009	Ônibus	Urbanos	2,164	0,33	0,06	8,607	
		Micro-ônibus	0,836	0,077	0,06	4,508	
		Rodoviários	0,718	0,117	0,06	5,674	
	Caminhões	Semileves	0,381	0,069	0,06	1,685	
		Leves	0,647	0,116	0,06	3,06	
		Médios	0,499	0,077	0,06	2,98	
		Semipesados	0,936	0,085	0,06	5,018	
		Pesados	0,906	0,117	0,06	5,349	
		Ônibus	Urbanos	1,842	0,291	0,06	8,262
			Micro-ônibus	0,783	0,082	0,06	4,743
Rodoviários	0,595		0,134	0,06	5,669		
2010	Caminhões	Semileves	0,401	0,086	0,06	1,73	
		Leves	0,489	0,088	0,06	2,977	
		Médios	0,503	0,041	0,06	2,792	
		Semipesados	0,886	0,128	0,06	5,036	
		Pesados	0,643	0,168	0,06	5,312	
		Ônibus	Urbanos	1,827	0,307	0,06	8,38
			Micro-ônibus	1,188	0,143	0,06	4,738
	Rodoviários		0,668	0,18	0,06	5,448	
	2011	Caminhões	Semileves	0,369	0,061	0,06	1,686
			Leves	0,499	0,086	0,06	2,972
Médios			0,515	0,114	0,06	3,066	
Semipesados			1,007	0,099	0,06	4,782	
Pesados			0,789	0,157	0,06	5,188	
Ônibus			Urbanos	1,672	0,212	0,06	8,471
			Micro-ônibus	1,188	0,137	0,06	4,871
		Rodoviários	0,704	0,16	0,06	5,474	
2012		Caminhões	Semileves	0,005	0,005	0,06	0,513
			Leves	0,128	0,01	0,06	1,09
	Médios		0,141	0,007	0,06	1,052	
	Semipesados		0,136	0,016	0,06	1,62	
	Pesados		0,256	0,03	0,06	1,59	
	Ônibus		Urbanos	0,626	0,018	0,06	2,81
		Micro-ônibus	0,153	0,039	0,06	1,448	
		Rodoviários	0,344	0,033	0,06	1,695	
		2013	Caminhões	Semileves	0,011	0,005	0,06
	Leves			0,116	0,007	0,06	0,957
Médios	0,087			0,01	0,06	1,086	
Semipesados	0,106			0,017	0,06	1,602	
Pesados	0,281			0,029	0,06	1,542	
Ônibus	Urbanos			0,528	0,018	0,06	2,683
	Micro-ônibus		0,128	0,031	0,06	1,211	
	Rodoviários		0,4	0,046	0,06	1,702	
	2014 (2)		Caminhões	Semileves	0,011	0,005	0,06
Leves				0,116	0,007	0,06	0,957
Médios		0,087		0,01	0,06	1,086	
Semipesados		0,106		0,017	0,06	1,602	
Pesados		0,281		0,029	0,06	1,542	
Ônibus		Urbanos		0,528	0,018	0,06	2,683
		Micro-ônibus	0,128	0,031	0,06	1,211	
		Rodoviários	0,4	0,046	0,06	1,702	
		2015 (3)	Caminhões	Semileves	0,044	0,007	0,06
Leves				0,2	0,009	0,06	0,993
Médios	0,091			0,009	0,06	0,986	
Semipesados	0,111			0,019	0,06	1,602	
Pesados	0,275			0,029	0,06	1,633	
Ônibus	Urbanos			0,53	0,021	0,06	2,71
	Micro-ônibus		0,085	0,026	0,06	1,385	
	Rodoviários		0,363	0,028	0,06	1,639	
	2016		Caminhões	Semileves	0,036	0,008	0,06
Leves				0,172	0,012	0,06	0,994
Médios		0,091		0,005	0,06	0,975	
Semipesados		0,124		0,011	0,06	1,469	
Pesados		0,292		0,033	0,06	1,69	
Ônibus		Urbanos		0,566	0,016	0,06	2,873
		Micro-ônibus	0,072	0,012	0,06	1,303	
		Rodoviários	0,352	0,028	0,06	1,832	

Fonte: CETESB (2018)

Tabela 46. Fator de emissão de emissões evaporativas para veículos leves

Ano	Categoria	Combustível	Temperatura: 20 - 35 °C		
			e _d (g/dia)	e _s (g/viag)	e _r (g/viag)
Até 1989	Veículos leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35
1990	Automóveis	Gasolina C	0,68	2,03	0,16
		Etanol Hidratado	0,45	1,35	0,07
	Comerciais leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35
1991	Automóveis	Gasolina C	0,67	2,03	0,16
		Etanol Hidratado	0,45	1,35	0,07
	Comerciais leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35
1992	Automóveis	Gasolina C	0,75	1,25	0,16
		Etanol Hidratado	0,34	0,56	0,07
	Comerciais leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35
1993	Automóveis	Gasolina C	0,63	1,07	0,16
		Etanol Hidratado	0,41	0,69	0,07
	Comerciais leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35
1994	Automóveis	Gasolina C	0,61	0,99	0,16
		Etanol Hidratado	0,34	0,56	0,07
	Comerciais leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35
1995	Automóveis	Gasolina C	0,61	0,99	0,16
		Etanol Hidratado	0,34	0,56	0,07
	Comerciais leves	Gasolina C	5,65	17,35	14,61
		Etanol Hidratado	2,46	7,54	6,35
1996	Veículos leves	Gasolina C	0,46	0,74	0,16
		Etanol Hidratado	0,31	0,49	0,07
1997	Veículos leves	Gasolina C	0,39	0,61	0,16
		Etanol Hidratado	0,43	0,67	0,07
1998	Veículos leves	Gasolina C	0,32	0,49	0,16
		Etanol Hidratado	0,53	0,80	0,07
1999	Veículos leves	Gasolina C	0,31	0,48	0,16
		Etanol Hidratado	0,64	1,00	0,07
2000	Veículos leves	Gasolina C	0,29	0,44	0,16
		Etanol Hidratado	0,54	0,81	0,07
2001	Veículos leves	Gasolina C	0,27	0,41	0,16
		Etanol Hidratado	0,52	0,79	0,07
2002	Veículos leves	Gasolina C	0,24	0,37	0,16
		Etanol Hidratado	0,40	0,63	0,19
2003	Veículos leves	Gasolina C	0,29	0,46	0,16
		Etanol Hidratado	0,38	0,61	0,18
		Flex-Gasolina C	0,16	0,40	0,16
		Flex-Etanol Hidratado	0,27	0,60	0,07
2004	Veículos leves	Gasolina C	0,27	0,42	0,16
		Etanol Hidratado	0,37	0,58	0,17
		Flex - Gasolina C	0,11	0,30	0,16
		Flex-Etanol Hidratado	0,21	0,60	0,07
2005	Veículos leves	Gasolina C	0,35	0,55	0,16
		Etanol Hidratado	0,35	0,56	0,17
		Flex-Gasolina C	0,17	0,26	0,16
		Flex-Etanol Hidratado	0,17	0,35	0,07
2006	Veículos leves	Gasolina C	0,18	0,28	0,16
		Etanol Hidratado	0,34	0,53	0,16
		Flex-Gasolina C	0,49	0,78	0,07
		Flex-Etanol Hidratado	0,24	0,38	0,16
2007	Veículos leves	Gasolina C	0,18	0,28	0,16
		Etanol Hidratado	0,32	0,51	0,15
		Flex-Gasolina C	0,49	0,78	0,07
		Flex-Etanol Hidratado	0,24	0,38	0,16
2008	Veículos leves	Gasolina C	0,25	0,41	0,16
		Flex-Gasolina C	0,42	0,68	0,07
		Flex-Etanol Hidratado	0,16	0,26	0,16
2009	Veículos leves	Gasolina C	0,25	0,41	0,16
		Flex-Gasolina C	0,42	0,68	0,07
		Flex-Etanol Hidratado	0,16	0,26	0,16
2010	Veículos leves	Gasolina C	0,08	0,08	0,06

Ano	Categoria	Combustível	Temperatura: 20 - 35 °C		
			e _d (g/dia)	e _s (g/viag)	e _r (g/viag)
2011	Veículos leves	Flex-Gasolina C	0,13	0,25	0,14
		Flex-Etanol Hidratado	0,23	0,37	0,23
		Gasolina C	0,19	0,17	0,14
		Flex-Gasolina C	0,30	0,31	0,23
		Flex-Etanol Hidratado	0,41	0,41	0,31
2012	Veículos leves	Gasolina C	0,19	0,16	0,06
		Flex-Gasolina C	0,21	0,23	0,08
		Flex-Etanol Hidratado	0,33	0,35	0,12
2013	Veículos leves	Gasolina C	0,12	0,13	0,05
		Flex-Gasolina C	0,22	0,24	0,08
		Flex-Etanol Hidratado	0,28	0,35	0,12
2014	Veículos leves	Gasolina C	0,10	0,10	0,04
		Flex-Gasolina C	0,17	0,20	0,07
		Flex-Etanol Hidratado	0,26	0,36	0,11
2015	Veículos leves	Gasolina C	0,06	0,09	0,03
		Flex-Gasolina C	0,14	0,16	0,06
		Flex-Etanol Hidratado	0,22	0,27	0,09
2016	Veículos leves	Gasolina C	0,09	0,11	0,04
		Flex-Gasolina C	0,15	0,15	0,06
		Flex-Etanol Hidratado	0,21	0,22	0,08

Fonte: CETESB (2018)

ANEXO C

Tabela 47. Intensidade de uso de referência (km/ano)

Anos de uso	Automóveis e Comerciais Leves Otto	Comerciais Leves Diesel	Motocicletas	Ônibus Urbanos e Micro-ônibus	Ônibus Rodoviários	Semileves e Caminhões 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	-	66.152	46.265	65.746	79.202
27	3.800	10.000	2.000	-	64.154	45.560	63.955	77.713
28	3.200	10.000	2.000	-	62.156	44.856	62.164	76.225
29	2.600	10.000	2.000	-	60.159	44.152	60.373	74.736
30	2.000	10.000	2.000	-	58.161	43.447	58.582	73.248
31	2.000	10.000	2.000	-	56.163	42.743	56.791	71.759
32	2.000	10.000	2.000	-	54.166	42.038	55.000	70.270
33	2.000	10.000	2.000	-	52.168	41.334	53.209	68.782
34	2.000	10.000	2.000	-	50.170	40.630	51.418	67.293
35	2.000	10.000	2.000	-	48.172	39.925	49.628	65.805
36	2.000	10.000	2.000	-	46.175	39.221	47.837	64.316
37	2.000	10.000	2.000	-	44.177	38.516	46.046	62.828
38	2.000	10.000	2.000	-	42.179	37.812	44.255	61.339
39	2.000	10.000	2.000	-	40.181	37.107	42.464	59.851
40	2.000	10.000	2.000	-	38.184	36.403	40.673	58.362
41	2.000	10.000	2.000	-	36.186	35.699	38.882	56.873
42	2.000	10.000	2.000	-	34.188	34.994	37.091	55.385
43	2.000	10.000	2.000	-	32.190	34.290	35.300	53.896
44	2.000	10.000	2.000	-	30.193	33.585	33.509	52.408
45	2.000	10.000	2.000	-	28.195	32.881	31.719	50.919
46	2.000	10.000	2.000	-	26.197	32.177	29.928	49.431
47	2.000	10.000	2.000	-	24.200	31.472	28.137	47.942
48	2.000	10.000	2.000	-	22.202	30.768	26.346	46.454
49	2.000	10.000	2.000	-	20.204	30.063	24.555	44.965
50	2.000	10.000	2.000	-	18.206	29.359	22.764	43.477

Fonte: Gonçalves e D'Agosto (2017)