



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Thiago Vieira Vasques

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES VEICULARES NO BRASIL:
BRAZILIAN VEHICULAR EMISSION INVENTORY SOFTWARE - BRAVES**

Florianópolis
2021

Thiago Vieira Vasques

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES VEICULARES NO BRASIL:
BRAZILIAN VEHICULAR EMISSION INVENTORY SOFTWARE - BRAVES**

Dissertação submetida ao Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Dr. Leonardo Hoinaski

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Vieira Vasques, Thiago
Inventário de Emissões Veiculares no Brasil: Brazilian
Vehicular Emission Inventory Software - BRAVES / Thiago
Vieira Vasques ; orientador, Leonardo Hoinaski, 2021.
233 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia Ambiental. 2. Emissões Veiculares. 3.
Inventário de Emissões. 4. Poluição Atmosférica. I.
Hoinaski, Leonardo. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.
III. Título.

Thiago Vieira Vasques

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES VEICULARES NO BRASIL:
BRAZILIAN VEHICULAR EMISSION INVENTORY SOFTWARE - BRAVES**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof^a. Maria de Fatima Andrade, Dra.
Universidade de São Paulo

Prof. Sergio Ibarra Espinosa, Dr.
Universidade de São Paulo

Prof. Pedro Luiz Borges Chaffe, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia Ambiental.

Prof. Leonardo Hoinaski, Dr.

Orientador

Coordenação do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental

Florianópolis, 2021

AGRADECIMENTOS

Ao Professor e Orientador Dr. Leonardo Hoinaski, pela confiança, amizade, ensinamentos e motivações que possibilitou a concretização deste trabalho.

Aos professores Pedro Chaffe, Maria de Fatima Andrade e Sergio Ibarra por toda dedicação à pesquisa e a ciência que admiro muito e pelas valiosas contribuições para este trabalho.

Ao Laboratório de Controle da Qualidade do Ar pelas experiências, estrutura, equipe e diversos desafios que nos possibilitaram estudar e pesquisar sobre a poluição do ar.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, aos professores do departamento e à Secretaria do PPGEA pela oportunidade e auxílio durante a realização deste trabalho.

A FAPESC pelo fomento da bolsa de estudos.

A Universidade Federal de Santa Catarina, pública e gratuita, propiciando um universo de sabedoria.

RESUMO

Os inventários de emissões veiculares são cruciais para o controle da poluição do ar. No entanto, os inventários são escassos na maioria dos países em desenvolvimento, devido à escassez de dados e de recursos econômicos. O Brasil é o quarto maior produtor de veículos do mundo com um crescimento de frota de 12,2% ao ano. Por outro lado, faltam informações detalhadas sobre as emissões veiculares, especialmente em pequenos e médios municípios. Neste trabalho, é apresentado o *Brazilian vehicular emission inventory software – BRAVES*. Esse inventário combina um método *Top-Down* com informações da frota veicular e consumo de combustível dos municípios. O novo software utiliza uma abordagem probabilística que considera as características da frota, consumo de combustível, deterioração do veículo e intensidade de uso, para calcular as emissões veiculares do escapamento, desgastes de pneus, estradas e freios, ressuspensão do solo, reabastecimento e emissões evaporativas. Estimou-se as emissões de poluentes entre os anos de 2013 e 2018, sendo que para o ano de 2018 foram estimadas as emissões de 861.980 ton. de CO, 712.261 ton. de NO_x, 13.516 ton. de SO₂, 21.172 ton. de MP_{2,5}, 121.789 ton. de MP₁₀, 183,9 (10⁶) ton. de CO₂eq, e 186.613 ton. NMCOV. Dentre os tipos de emissão veicular considerados no presente estudo, a magnitude das emissões de CO, NO_x, SO₂, CO₂eq e NMCOV tiveram a maior contribuição por exaustão. Já as emissões de material particulado foram predominantes emitidas pelo desgaste de pneus, freio e ressuspensão do solo. Entre os anos de 2013 e 2018 uma considerável redução nas emissões veiculares foi observada em todos os estados brasileiros, principalmente para poluentes regulamentados. A frota leve é responsável pela maioria das emissões de CO e NMCOV, enquanto as cargas pesadas emitem a maioria de MP, SO₂, NO_x e gases efeito estufa equivalente de CO₂. Comparando o inventário proposto com o inventário global EDGAR, o BRAVES apresenta resultados próximos aos inventários estaduais e locais. Além disso, BRAVES pode estimar as emissões de uma grande variedade de poluentes em escala de cidades e segregar as emissões por processo de formação e categoria de frota, uma importante vantagem sobre os inventários nacionais e estaduais. BRAVES possui estimativas próximas de modelos mais sofisticados que fornecem informações detalhadas em áreas com escassez de dados, como pequenos municípios e podem ser facilmente adaptados a outros países em desenvolvimento.

Palavras-chave: Poluição do Ar, Inventários de emissão, top-down, emissões veiculares, Brasil

ABSTRACT

Vehicular emission inventories are a crucial step towards air pollution control. However, the inventories are scarce in most low- and middle-income countries, due to data scarcity and lack of economic resources. Brazil is the fourth largest vehicle producer in the world with a fleet growth of 12.2% annually. On the other hand, there is a lack of detailed information on vehicular emissions, especially in middle and small counties. In this work, we present the BRAZilian Vehicular Emissions inventory Software - BRAVES which combines a top-down methodology with counting information. The inventory uses a probabilistic approach that accounts for the fleet characteristics, fuel consumption, vehicle deterioration, and intensity of use, to calculate the vehicular emissions from the exhaust, tires, roads, brakes wear, soil resuspension, refueling, and evaporative emissions. It was estimated as a polluting shipment between the years 2013 and 2018. It is estimated that for the year 2018, 861,980 tons of CO, 712,261 tons of NO_x, 13,516 tons of SO₂, 21,172 tons of MP_{2.5}, 121,789 tons of MP₁₀, 183.9 (106) ton. of CO₂eq, and 186,613 ton. NMCOV in Brazil. Among the types of vehicle emissions considered in this study, the magnitude of emissions of CO, NO_x, SO₂, CO₂eq and NMCOV had the greatest contribution due to exhaustion. On the other hand, particulate matter emissions were predominant emitted by tire wear, brakes and ground re-suspension. Between 2013 and 2018, a considerable reduction in vehicle emissions was observed in all Brazilian states, mainly for regulated pollutants. The light-duty fleet is responsible for most of CO and NMVOC emissions, while the heavy-duties emit the majority of PM, SO₂, NO_x, and CO₂ equivalent. Compared to EDGAR global inventory, BRAVES is in better agreement with state and local inventories. Moreover, BRAVES can estimate emissions of a larger variety of pollutants at the county scale and segregate the emissions by formation process and fleet category, a major advantage over national and state inventories. BRAVES is a compromise of more sophisticated models that provide detailed information in data-scarce areas, like small counties and could be easily adapted to other developing countries.

Keywords: Air pollution, emissions inventory, top-down, vehicular emissions, Brazil

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Linha do Tempo dos programas brasileiros de controle de emissão veicular.....	36
Figura 2: Localização das Regiões e da distribuição da malha rodoviária brasileira	43
Figura 3: Fluxograma da estimativa de emissão por exaustão utilizada no BRAVES.....	46
Figura 4: Fluxograma da estimativa de emissão por evaporação utilizada no BRAVES.....	47
Figura 5: Fração da frota remanescente ao processo de sucateamento.....	53
Figura 6: Emissões veiculares de MP no Brasil de 2013 a 2018 por processo de formação ...	59
Figura 7: Emissões evaporativas de NMCOV no Brasil de 2013 e 2018 por processo de formação.....	60
Figura 8: Emissões veiculares de CO, SO ₂ , CO ₂ eq, NO _x , MP e NMCOV no Brasil entre os anos de 2013 e 2018.....	61
Figura 9: Contribuição das categorias da frota para as emissões veiculares totais de CO, NO _x , SO ₂ , MP, CO ₂ eq e NMCOV no Brasil.....	63
Figura 10: Distribuição espacial das emissões de CO, NO _x e CO ₂ eq entre as categorias de veículos nos municípios brasileiros	65
Figura 11: Distribuição espacial das emissões de SO ₂ , MP e NMCOV entre as categorias de veículos nos municípios brasileiros	66
Figura 12: Emissões veiculares nos estados brasileiros estimadas pelo BRAVES em 2018. Redução ou aumento percentual de 2013 a 2018 indicado por setas.....	68
Figura 13: Variabilidade interanual de redução e aumento das emissões entre os estados brasileiros	69
Figura 14: Emissões veiculares nas cidades brasileiras estimadas pelo BRAVES em 2018. ...	70
Figura 15: Variabilidade interanual de redução e aumento das emissões entre os municípios brasileiros	71
Figura 16: Fator de emissão ponderado de CO nos estados brasileiros para cada ano de estimativa e valores máximos e mínimos nos municípios de cada estado	73
Figura 17: Fator de emissão ponderado de NO _x nos estados brasileiros para cada ano de estimativa e valores máximos e mínimos nos municípios de cada estado	74
Figura 18: Mapa de interpolação das temperaturas das Normais climatológicas do INMET nos municípios brasileiros	206
Figura 19: Evolução entre os anos de 2013 e 2018 da motorização da frota de veículos na Frota brasileira.....	207
Figura 20: Comparação dos fatores de emissão de exaustão da CETESB e do guia europeu de inventário de emissões para CO, NMHC, NO _x , MP _{2,5} e N ₂ O	208

Figura 21: Comparação dos fatores de emissão evaporativos da CETESB e do guia europeu de inventário de emissões para NMHC.....	209
Figura 22: Evolução do consume de Etanol Hidratado, Gasolina Comum e Diesel no Brasil entre os anos de 2013 e 2018.....	210
Figura 23: Comparação das emissões de NMCOV pelos processos de exaustão, reabastecimento e evaporação utilizando os fatores de emissão da CETESB (a) e do Tier 2 do guia europeu de inventário de emissões (b)	211
Figura 24: Correlação, Bias e a Comparação das Estimativas de emissão no estado de São Paulo entre os métodos da CETESB, SEEG E BRAVES.....	212
Figura 25: Evolução do teor de enxofre no diesel e seus dispositivos legais.....	214
Figura 26: Evolução da proporção de etanol adicionado à gasolina comercializada no Brasil e seus suas resoluções normativas	215
Figura 27: Evolução do consumo anual de gasolina A e GNV por categoria de veículos Ano (10^3 m^3).....	216
Figura 28: Evolução do consumo anual de etanol por categoria de veículos (10^3 m^3).....	217
Figura 29: Evolução do consumo anual de diesel de petróleo por categoria de veículos (10^3 m^3).....	218
Figura 30: Fator de Emissão de exaustão para Automóveis novos	219
Figura 31: Fator de Emissão de exaustão de Automóveis novos (Continuação)	220
Figura 32: Fatores de emissão de exaustão de Comerciais Leves novos	221
Figura 33: Fatores de emissão de exaustão de Comerciais Leves novos (Continuação).....	222
Figura 34: Fatores de emissão de exaustão de Motos novos.....	223
Figura 35: Fatores de emissão de exaustão de Motos novos (Continuação).....	224
Figura 36: Fatores de emissão de exaustão de Pesados novos	225
Figura 37: Fatores de emissão de exaustão de Pesados novos (Continuação)	226
Figura 38: Fatores de emissão de exaustão de Pesados novos (Continuação)	227
Figura 39: Fatores de emissão de exaustão de CO_2 para veículos Pesados novos	228
Figura 40: Fatores de emissão por desgaste de pneus, freios e pista	229
Figura 41: Fatores de emissão evaporativas dos processos Diurnal, Hot Soak e Running Losses da CETESB para os Automóveis e veículos comerciais leves	230
Figura 42: Fatores de emissão evaporativas dos processos Diurnal, Hot Soak e Running Losses da CETESB para os Automóveis e veículos comerciais leves (Continuação)	231

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: População, Área Territorial, Frota Veicular e Malha rodoviária nas regiões brasileiras.....	44
Tabela 2: Potencial de Aquecimento de Gases Efeito Estufa (GEE).	51
Tabela 3: Classificação dos veículos de acordo com a motorização	52
Tabela 4: Coeficientes aplicados na Curva de Sucateamento	54
Tabela 5: Agrupamento dos tipos de combustíveis licenciados na frota veicular brasileira....	55
Tabela 6: Porcentagem de consumo de combustível dos veículos com motorização flex fuel	56
Tabela 7: Fatores de Deterioração.	58
Tabela 8: Proporção de veículos registrados e consumo de combustível nas regiões brasileiras no ano de 2018.....	62
Tabela 9: Fator de emissão de exaustão ponderado na estimativa do ano de 2018 para CO, NMHC, NOx, MP _{2,5} , CO ₂ e N ₂ O entre as categorias de veículos no Brasil e a porcentagem de redução em relação a estimativa do ano de 2013	72
Tabela 10: Bias e Fractional Bias entre as estimativas de CO, NOx, MP _{2,5} , MP ₁₀ , CO ₂ eq e NMHC no BRAVES e outros inventários veiculares - Âmbito Nacional	77
Tabela 11: Bias e Fractional Bias entre as estimativas de CO, NOx, MP _{2,5} , MP ₁₀ , CO ₂ eq e NMHC no BRAVES e outros inventários veiculares - Âmbito Estadual.....	78
Tabela 12: Bias e Fractional Bias entre as estimativas de CO, NOx, MP _{2,5} , MP ₁₀ , CO ₂ eq e NMHC no BRAVES e outros inventários veiculares – Âmbito Regional.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRACICLO – Associação Brasileira dos Fabricantes de Motociclos, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ANP – Agência Nacional do Petróleo

AP-42 – *Compilation of Air Emission Factors*

BEN - Balanço Energético Nacional

BRAVES - Brazilian Vehicular Emission Inventory Software

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CH₄ – Metano

CO – Monóxido de Carbono

CO₂ – Dióxido de Carbono

CO₂eq – Emissões de Gases efeito estufas equivalente a CO₂

COV – Compostos Orgânicos Voláteis

COPERT - *Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport*

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

DIURNAL – Emissões Diárias

EEA - Agência Ambiental Européia

EDGAR – *Emissions Database for Global Atmospheric Research*

FE – Fator de Emissão

FD – Fator de Deterioração

GEE- Gases Efeito Estufa

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

GNV – Gás Natural Veicular

HC – Hidrocarbonetos

HOT SOAK – Perdas de Resfriamento

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

I/M – Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso

IPCC – *The Intergovernmental Panel on Climate Change*

IVE – Emissões Veiculares Internacional

MOBILE - *Mobile Source Emission Factor Model*

MOVES - *Motor Vehicle Emission Simulator*

MP – Material particulado

MP_{2,5} - Material particulado Inalável com tamanho aerodinâmico inferior a 2,5 micrometros

MP₁₀ - Material particulado Inalável com tamanho aerodinâmico inferior a 10 micrometros

N₂O – Óxido Nitroso

NH₃ - Amônia

NMHC – Hidrocarbonetos Não Metano

NMVOC – Compostos Orgânicos Voláteis não Metano

NO_x – Óxidos de Nitrogênio

PBT – Peso Bruto Total

PCPV - Planos de Controle de Poluição Veicular

PCV - sistemas de ventilação positiva do cárter

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

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

PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

RCHO – Aldeídos

RENAVAM - Registro Nacional de Veículos Automotores

RUNNING LOSSES – Perdas por evaporação

RVEP – Relatório de Valores de Emissão de Produção

RVP – Pressão de Vapor *Reid*

SEEG – Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases Efeito Estufa

SO₂ – Dióxido de Enxofre

UNFCCC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

USEPA – United Nations Environment Program

VEIN - *Vehicular Emissions inventories*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	OBJETIVOS.....	23
2.1	OBJETIVO GERAL	23
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
3.1	EMISSÕES VEICULARES	25
3.1.1	Emissão pelo Escapamento.....	25
3.1.2	Emissões Evaporativas	27
3.1.3	Emissões de desgaste de pneus, freios e pista.....	28
3.1.4	Emissões de ressuspensão do solo.....	30
3.2	FATORES DE INTERFERÊNCIA DAS EMISSÕES VEICULARES	30
3.3	REGULAMENTAÇÃO DE EMISSÕES VEICULARES.....	32
3.3.1	Melhoria na qualidade do combustível.....	32
3.3.2	Programas de controle de emissões veiculares no Brasil.....	34
3.4	INVENTÁRIOS DE EMISSÕES	36
3.5	MODELOS DE INVENTÁRIO DE EMISSÕES	39
4	MATERIAIS E MÉTODOS	43
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	43
4.2	MODELO BRAVES: METODOLOGIA PARA ESTIMAR AS EMISSÕES VEICULARES	45
4.2.1	Estimativa de emissão de exaustão.....	45
4.2.2	Estimativa de emissão de evaporação	47
4.2.3	Estimativa de emissão de desgaste de pneus, freios e pista	49
4.2.4	Estimativa de emissão de ressuspensão do solo	50
4.2.5	Estimativa de emissão de gases efeito estufa.....	50
4.3	MODELO BRAVES: DADOS DE ENTRADA BRASILEIROS	51
4.3.1	Frota veicular.....	51
4.3.2	Consumo de combustível.....	54
4.3.3	Fatores de emissão e autonomia.....	56
4.3.4	Fatores de deterioração	58
5	RESULTADOS.....	59
5.1	EMISSÕES VEICULARES NO BRASIL USANDO O BRAVES	59

5.2	EMISSÕES VEICULARES ENTRE AS CATEGORIAS DE VEÍCULOS	62
5.3	VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DAS EMISSÕES VEICULARES NO BRASIL	67
5.4	AValiação DA INFLUÊNCIA DAS REGULAMENTAÇÕES VEICULARES NOS FATORES DE EMISSÃO DOS VEÍCULOS	72
5.5	BRAVES COMPARADO COM INVENTÁRIOS GLOBAIS, NACIONAIS E LOCAIS	76
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	81
	REFERÊNCIAS.....	83
	APENDICE A– Script BRAVES.....	96
	Função BRAVES (Identify_CODE_IBGE)	107
	Função BRAVES (prep_ConsumoComb).....	110
	Função BRAVES (AddIBGEdata_ConsumoComb).....	112
	Função BRAVES (prep_YEARMOD)	116
	Função BRAVES (AddIBGEdata_FROTADATA).....	118
	possivel_mun(aa,:) = DadosUF(jj,:);	119
	Função BRAVES (prep_FUELTYPE).....	121
	Função BRAVES (prep_veicCATEGORY).....	123
	Função BRAVES (CombustivelTransportes_BEN)	125
	Função BRAVES (CurvaSUCATEAMENTO2).....	126
	Função BRAVES (PROBABILIDADE_YEARMOD)	128
	Função BRAVES (Categorizacao_Combustiveis)	130
	Função BRAVES (Consumos_FlexFuel).....	131
	Função BRAVES (Segregacao_ConsumosCOMB)	133
	Função BRAVES (Substituindo_STRINGcomb)	134
	Função BRAVES (FatorDETERIORACAO5)	135
	Função BRAVES (ProbCOMB_LEVES)	137
	Função BRAVES (ESTIMATIVA_LEVES4).....	139
	Função BRAVES (ProbCOMB_ComLEVES).....	146
	Função BRAVES (ESTIMATIVA_COM_LEVES2)	149
	Função BRAVES (ProbCOMB_MOTOS).....	157
	Função BRAVES (ESTIMATIVA_MOTOS2)	158
	Função BRAVES (ESTIMATIVA_PESADOS2).....	165
	Função BRAVES (ESTIMATIVA_PESADOSCO2).....	171

Função BRAVES (Estimativa_SO2)	173
Função MATLAB (consolidator)	178
Função BRAVES (Estimativa_EVAPORATIVAS_LEVES2)	181
Função BRAVES (Estimativa_EVAPORATIVAS_ComLEVES)	185
Função BRAVES (Estimativa_EVAPORATIVAS_MOTOS)	189
Função BRAVES (SalvaArquivosTXT_BRAVES)	193
APENDICE B – Temperaturas das Normais Climatológicas do INMET nos municípios brasileiros	206
APENDICE C - Evolução da motorização dos veículos registrados na Frota Nacional	207
APENDICE D – Comparação dos Fatores de emissão exaustivos do guia europeu e da CETESB	208
APENDICE E – Comparação dos Fatores de emissão evaporativos do guia europeu e da CETESB	209
APENDICE F – Variação do consumo de combustível no Brasil dedicado a uso rodoviário	210
APENDICE G – Estimativa das emissões de NMCOV utilizando os Fatores de emissão do Guia Europeu	211
APENDICE H – Comparação das Estimativas de emissão no estado de São Paulo entre os métodos da CETESB, SEEG E BRAVES	212
ANEXO I – Evolução do teor de enxofre no diesel e seus dispositivos legais	214
ANEXO II – Evolução da proporção de etanol adicionado à gasolina comercializada no Brasil e seus dispositivos legais	215
ANEXO III – Tabelas de evolução do consumo de combustível por categorias de veículo.	216
ANEXO IV – Tabelas de fatores de emissão de escapamento e autonomia	219
ANEXO V – Tabelas de fatores de emissão por evaporação e autonomia	230

1 INTRODUÇÃO

As emissões devido ao tráfego de veículos correspondem a maior parcela de concentração de poluentes atmosféricos em áreas urbanas (ANDRADE et al., 2017; D'ANGIOLA et al., 2010). Os impactos no meio ambiente e na saúde humana são ainda maiores nos centros urbanos de países em desenvolvimento onde a regulamentação da emissão veicular ainda é um grande desafio (ZHANG; BATTERMAN, 2013). Para melhor monitorar e compreender as características das emissões veiculares é essencial que se designe corretamente as contribuições desta fonte. Os inventários de emissões veiculares fornecem informações essenciais sobre tendências de emissões, principais substâncias emitidas, principais poluidores e preenchem lacunas envolvendo a quantificação e espacialização das fontes emissoras. Os inventários de emissões permitem também a identificação das melhores tecnologias de controle disponíveis e fornecem perspectivas de emissões futuras (GÓMEZ et al., 2018; GONG et al., 2017; LANG et al., 2014; PARRISH, 2006).

Existem diversos modelos e bases de dados para o desenvolvimento de inventários veiculares, principalmente baseados em abordagens *top-down* (ANDREÃO et al., 2020; DAVIS et al., 2005; TUIA et al., 2007) ou *bottom-up* (ABOU-SENNA et al., 2013; CRIPPA et al., 2018; TANG et al., 2016; WANG et al., 2008, 2009). Os métodos utilizando abordagem *top-down* são baseados em estatísticas da frota veicular e indicadores genéricos, como dados de vendas ou consumo de combustível, para calcular as emissões veiculares. No entanto, a utilização de parâmetros menos refinados prejudicam a alocação espacial das emissões sendo recomendado para escalas nacionais e globais (LEONIDAS, NTZIACHRISTOS; ZISSIS, 2019; PINTO et al., 2020). A abordagem *bottom-up* são os métodos mais utilizados e confiáveis. Esta abordagem é utilizada nos modelos: *Motor Vehicle Emission Simulator* - MOVES (USEPA, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d), *Mobile Source Emission Factor Model* - MOBILE (USEPA, 2002), *Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport* - COPERT (NTZIACHRISTOS; SAMARAS, 2000) e *Vehicular Emissions inventories* - VEIN (IBARRA-ESPINOSA et al., 2018) Esses modelos requerem dados de entrada refinados (aceleração e desaceleração e fluxo veicular) e recursos computacionais, muitas vezes não disponíveis na maioria dos países em desenvolvimento (ACHOUR; CARTON; OLABI, 2011; GOEL; GOYAL; MISHRA; KUMAR, 2013; IBARRA-ESPINOSA et al., 2018; WANG et al., 2008).

No Brasil, o transporte rodoviário é responsável pela maior parte da movimentação de cargas com crescimento de 12% ao ano, e o quarto país com a maior frota de veículos em uso (OICA, 2018). Apesar da representatividade da frota veicular, são escassos os esforços para criar inventários nacionais que incluam singularidades para cada região (ALONSO et al., 2010; GALLARDO et al., 2012; HUNEEUS et al., 2020). Os inventários nacionais e globais não fornecem uma avaliação detalhada necessária para controlar as emissões veiculares em nível de município e os inventários refinados com abordagem *bottom-up* são restritos a grandes centros urbanos (D'AVIGNON et al., 2010). Cada município possui suas características de frota, consumo de combustível e deterioração de veículos que não estão incluídas em inventários de emissões de escala nacional (MMA, 2011a, 2014) e globais, como EDGAR – *Emissions Database for Global Atmospheric Research* (CRIPPA et al., 2018a, 2020, MADRAZO et al., 2018; OLIVIER et al., 1996; PULIAFITO et al., 2017; VAN AMSTEL; OLIVIER; JANSSEN, 1999). Além disso, a frota brasileira apresenta características particulares quanto ao consumo de biocombustíveis, sendo os veículos pesados movidos a diesel e biodiesel, e os leves, movidos a gás veicular, etanol, gasolina ou qualquer mistura entre ambos. O veículo *flex-fuel* ganhou rapidamente a participação no mercado desde seu lançamento em 2003 (MOSQUIM; KEUTENEDJIAN MADY, 2021).

Neste trabalho, apresentamos o Brazilian Vehicular Emission Inventory Software - BRAVES que associa o método *top-down* com características de ano modelo e tipo de combustível da frota veicular do município. O novo modelo usa uma abordagem probabilística que leva em conta as características da frota, consumo de combustível, deterioração do veículo e intensidade de uso, para calcular as emissões veiculares do escapamento, desgaste dos freios, pneus e estradas, ressuspensão do solo, reabastecimento e emissões evaporativas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um software para estimar e desagregar espacialmente as emissões veiculares no Brasil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo Específico 1: Avaliar a variabilidade temporal e espacial das emissões veiculares no Brasil.

Hipótese: A magnitude das emissões veiculares tem diminuído ao longo dos anos. Principalmente em regiões com maior frota veicular e consumo de combustível.

Objetivo Específico 2: Avaliar a influência das categorias de veículos nas emissões veiculares no Brasil.

Hipótese: Os veículos leves são os principais emissores de poluentes em regiões com maior consumo de gasolina e etanol. Já os veículos pesados têm maior possuem a maior contribuição em regiões com maior consumo de diesel.

Objetivo Específico 3: Avaliar a influência dos programas brasileiros de controle veicular nos fatores de emissão dos veículos.

Hipótese: A implementação das tecnologias mais recentes diminui os fatores de emissão médio de poluentes de origem veicular.

Objetivo Específico 4: Comparar o desempenho do BRAVES com outros métodos que estimam as emissões veiculares no Brasil.

Hipótese: O método apresenta valores coerentes com outras metodologias de inventários de emissões veiculares.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 EMISSÕES VEICULARES

Na comunidade científica perdura-se o consenso de que as emissões veiculares são responsáveis por deteriorar a qualidade do ar e causar efeitos adversos à saúde, exacerbando os riscos de morbidade e mortalidade de motoristas, passageiros e indivíduos que vivem perto de rodovias (ANDRADE et al., 2012, 2017; ZHANG; BATTERMAN, 2013). O transporte rodoviário é responsável pelas emissões de vários poluentes regulamentados e não regulamentados (DEY; CAULFIELD; GHOSH, 2019; LANG et al., 2014). Ao longo dos últimos anos foi constatado uma contenção no aumento das emissões veiculares em diversos locais do mundo, porém quando analisadas as projeções futuras as emissões tendem a conter um acréscimo significativo (SUN et al., 2020). O aumento da frota de veículos e a inclinação ao consumo de combustíveis fósseis contribuem para as emissões veiculares emitirem considerável parte de poluentes atmosféricos (WU et al., 2017). Ainda que as tecnologias automotivas estejam melhorando, o tamanho da frota e o intenso uso dos automóveis comprometem os ganhos obtidos com os avanços tecnológicos (CETESB, 2016).

As emissões veiculares são provenientes de distintos processos em sua formação. Dentre as principais fontes de emissão de autoveículos são destacados os gases de exaustão pelo escapamento (emissões diretas), ou de natureza evaporativa do combustível sendo emitida durante o uso ou repouso do veículo (emissões indiretas) (MMA, 2011, EPA, 1994). Também são considerados fontes de emissão veiculares as emissões por ressuspensão do solo, desgaste de pneus, freios e desgaste de pista (NTZIACHRISTOS e SAMARAS, 2016).

3.1.1 Emissão pelo Escapamento

As emissões de exaustão representam a fração remanescente da composição do ar atmosférico devido o resultado do processo de combustão incompleta de combustíveis. Embora em laboratório seja possível identificar numerosos compostos químicos e poluentes em forma de partículas ou gases, em condições ambientais é difícil determinar as emissões associadas a este tipo de fonte. Logo, a caracterização de qualidade do ar é limitada a um número restrito de poluentes primários conhecidos pelos efeitos prejudiciais à saúde, são eles: material particulado (MP), óxidos de Nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono, dióxido de enxofre (SO_2), hidrocarbonetos (HC), compostos Orgânicos Voláteis (COV), aldeídos (RCHO) e vestígios de metais e não metais como chumbo e enxofre (BURR; GREGORY, 2011; GUARIEIRO;

VASCONCELLOS; SOLCI, 2011). Além disso pode ocorrer a formação de poluentes secundários através de reações químicas entre dois ou mais poluentes primários, ou pela reação dos componentes primários com constituintes da atmosfera (CETESB, 2020).

O conhecimento do impacto causado pela exaustão de veículos e seus agravos a saúde exigiu esforços para controlar as emissões de escape por meios que envolviam, a princípio, mudanças relativamente pequenas no motor e no combustível (MILTON, 1998). Melhorias no projeto do motor, como a introdução de conversores catalíticos de três e duas vias, reduziram significativamente os níveis de hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e monóxido de carbono. Em contra partida subprodutos indesejados como sulfeto de hidrogênio, amônia e óxido nitroso (N_2O) são produzidos (BURR; GREGORY, 2011). O óxido nitroso é um dos gases, que concomitantemente com outros gases também emitidos por fontes móveis como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), em altas concentrações potencializam o efeito estufa, provocando o desequilíbrio térmico da superfície terrestre (BECKER et al., 2000; DASCH, 1992; GRAHAM et al., 2008; LIPMAN; DELUCCHI, 2002).

As emissões oriundas do sistema de escape dos veículos decorrem da combustão de combustíveis como gasolina, etanol, diesel, gás liquefeito de petróleo (GLP) e gás natural veicular (GNV) em motores de combustão interna. Estes motores são segregados de acordo com o tipo de ignição: por compressão, conhecidos como ciclo Diesel ou por centelha, denominados ciclo Otto. Os motores do Ciclo Diesel são utilizados, em sua maioria, em veículos pesados de passageiros e de cargas. Os combustíveis utilizados neste tipo de motor, em geral são hidrocarbonetos mais pesados e menos voláteis, como o óleo diesel. Já os motores do ciclo Otto estão presentes, em veículos leves e motocicletas e são os principais consumidores de gasolina. (VALLERO, 2014).

Os veículos motorizados movidos a gasolina superam todas as outras fontes móveis combinadas em número de veículos, quantidade de energia consumida e massa de poluentes atmosféricos emitidos. As emissões de escapamento de veículos movidos a gasolina são as mais difíceis de controlar. Essas emissões são influenciadas por fatores como formulação da gasolina, relação ar-combustível, tempo de ignição, relação de compressão, velocidade e carga do motor, depósito do motor, condição do motor, temperatura do líquido de arrefecimento e configuração da câmara de combustão (VALLERO, 2014).

Os motores a diesel têm uso extensivo em comparação com os motores a gasolina por causa dos seus baixos custos operacionais, eficiência energética, torque, alta durabilidade e confiabilidade. Eles são a fonte de energia do transporte comercial, sendo empregados em caminhões, ônibus, trens e navios, bem como em veículos industriais off-road, como máquinas

de escavação e equipamentos de mineração (PRASAD; BELLA, 2010; REŞİTOĞLU; ALTINIŞIK; KESKIN, 2015). Motores do ciclo diesel são regulados apenas pelo fluxo de combustível com o fluxo de ar permanecendo constante com a velocidade do motor. As emissões reais de um veículo movido a diesel são: óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre (quando ocorre o uso de combustíveis contendo enxofre) e material particulado, principalmente quando ocorre a injeção demasiada de combustível resultando na emissão de carbono (VALLERO, 2014).

3.1.2 Emissões Evaporativas

As emissões evaporativas referem-se à soma de todas as emissões de compostos orgânicos voláteis relacionados ao combustível que não são derivados do processo de combustão. Esses gases são lançados na atmosfera através da volatilização de hidrocarbonetos presentes no combustível. A maioria das emissões evaporativas provém dos sistemas de combustível (tanques, sistemas de injeção e linhas de combustível) dos veículos a gasolina. As emissões evaporativas dos veículos a diesel são consideradas insignificantes devido à presença de hidrocarbonetos mais pesados e à pressão de vapor relativamente baixa do combustível diesel (MELLIOS; NTZIACHRISTOS, 2019; WANG et al., 2015).

As fontes mais importantes ocorrem durante os procedimentos de armazenamento, repouso e abastecimento do veículo, e sua formação está vinculada diretamente à variação de temperatura (RUBIN et al., 2006). Entre as categorias das emissões evaporativas, são destacadas as perdas de Operação (Running Losses), Perdas de Resfriamento (Hot-Soak), Emissões Diárias (Diurnal Emissions) e Perdas por Reabastecimento (EPA, 1994).

Durante a operação do veículo as perdas por evaporação podem ocorrer devido o funcionamento do motor que resulta no aumento significativo da temperatura no tanque de combustível ou no carburador. Além disso a evaporação de hidrocarbonetos também pode ocorrer quando o motor à quente é desligado e a temperatura do motor e do sistema de escapamento aumenta devido a interrupção no sistema de resfriamento do veículo. Em veículos a gasolina com injeção de combustível (tecnologia mais recente), a influência do aquecimento do motor no tanque de combustível é significativa, tendo em vista que as novas normas contemplam maiores canisters. As emissões por evaporação também podem ocorrer quando o veículo está exposto a temperatura ambiente ao longo do dia, a flutuação da temperatura ocasiona a expansão do combustível e do vapor no tanque, que na ausência de um sistema de controle de emissões resultam na liberação de vapores para atmosfera (FAIZ et al., 1996 ;MELLIOS; NTZIACHRISTOS, 2019).

Os avanços tecnológicos e maior eficiência no controle das emissões por exaustão, tornam as emissões evaporativas cada vez mais importantes (CETESB, 2020; HATA et al., 2019; MAN et al., 2020; YAMADA; INOMATA; TANIMOTO, 2015). Para controlar as emissões evaporativas dos veículos, vários tratados ambientais foram firmados por governos internacionais. Os Estados Unidos, Japão e União Europeia impuseram restrições mais brandas com regulamentação de limites para este tipo de emissão, além de desenvolvimento de tecnologias de controle (HATA et al., 2019; YAMADA; INOMATA; TANIMOTO, 2015).

Nos Estados Unidos as emissões do cárter têm sido efetivamente controladas desde 1963 por sistemas de ventilação positiva do cárter (PCV) que retiram os gases do cárter, por meio de uma válvula de controle de fluxo, e pelo coletor de admissão. Os gases então entram na câmara de combustão com a mistura ar-combustível, onde são queimados. Na Europa e nos Estados Unidos as emissões evaporativas do tanque de combustível e carburador foram controladas também por um sistema de recuperação de vapor. Este sistema usa o cárter do motor para o armazenamento dos vapores de hidrocarbonetos ou um sistema de adsorção e regeneração usando uma lata de carvão ativado, que retém os vapores até o momento em que uma purga de ar fresco através do canister que leva os vapores para o sistema de indução para queima na câmara de combustão (VALLERO, 2014). Isto pode ocorrer quando um combustível passa por um grande aumento na temperatura ambiente, ou se um combustível com maior volatilidade é utilizado, ou quando um recipiente do veículo coleta vapor por muitos dias sem purga (USEPA, 2020d).

As perdas por reabastecimento são originadas durante o reabastecimento do veículo, quando o gás evaporativo é carregado no espaço vazio do tanque de combustível e é empurrado para atmosfera (CETESB, 2019; HATA et al., 2019). Os Estados Unidos, União Europeia, Japão e no Brasil exigem medidas de controle como por exemplo: sistema de recuperação de vapor, dispositivos de prevenção para instalações de distribuição de gasolina através do armazenamento das emissões em um tanque subterrâneo, que podem conter as perdas por reabastecimento (HATA et al., 2019; YAMADA; INOMATA; TANIMOTO, 2015).

3.1.3 Emissões de desgaste de pneus, freios e pista

Emissões não exaustivas também são consideradas fontes importantes para degradação da qualidade do ar. As reduções alcançadas nas emissões de exaustão destacaram o fato de que as emissões não exaustivas contribuem significativamente para as concentrações de partículas aerotransportadas (PANT; HARRISON, 2013; SINGH et al., 2020). Estima-se que as fontes de exaustão e não exaustão contribuem com quantidades aproximadamente iguais para o total de

emissões de material particulado relacionados ao tráfego (GRIGORATOS; MARTINI, 2015; THORPE; HARRISON, 2008).

Além disso, considerando o cenário da ausência de métodos de controle desse tipo de fonte, o aumento da intensidade de uso e do número de veículos intensificam as emissões de material particulado (MMA, 2014). As partículas não exaustivas normalmente surgem de fontes abrasivas e de cisalhamento do movimento das superfícies que incluem desgaste de freios, desgaste dos pneus e abrasão da superfície da estrada.

Os pneus são responsáveis pela locomoção do veículo de carga ou passageiro e responsável pela tração e direção absorvendo variações na superfície. O contato friccional entre a superfície da estrada e a banda de rodagem do pneu resultam na abrasão e na emissão de partículas para a atmosfera. A quantidade, tamanho e composição química das partículas emitidas são influenciadas por uma infinidade de fatores incluindo estilo de direção, características do pneu e da estrada, idade do pneu, idade da superfície da estrada e o clima (GRIGORATOS; MARTINI, 2015; NTZIACHRISTOS; BOULTER, 2009; THORPE; HARRISON, 2008).

Duas configurações de sistemas de freios são amplamente utilizadas: Freios a disco, utilizados em veículos menores e em rodas dianteiras de caminhões leves, e a tambor, com maior tendência de uso em veículos pesados. A taxa de desgaste é determinada em grande parte pela composição das lonas usadas e o modo de condução ao qual os freios são submetidos (NTZIACHRISTOS; BOULTER, 2009; THORPE; HARRISON, 2008). Freios e pneus variam consideravelmente em sua formulação e cada fabricante usa uma composição diferente, o que torna difícil prever a composição da poeira de freio de toda a frota veicular (GIETL et al., 2010; PARK; KIM; LEE, 2018).

As superfícies de estradas possuem diferentes características como asfalto e concreto, e estão em uso em todo o mundo. No Brasil, apesar de a maioria dos centros urbanos possuírem vias pavimentadas, as situações físicas de rodovias, majoritariamente não são pavimentadas (78%), seguida de 12% de rodovias pavimentadas e 9% de rodovias planejadas (CNT, 2020). Entretanto, devido a maior necessidade de aceleração, frenagem e tráfego em curvas em regiões urbanas, esses locais possuem maior desgaste por unidade de distância. Os principais fatores que estão relacionados ao desgaste de superfície são: características dos pneus (superfície e pressão) e da estrada, velocidade do veículo e o clima. Partículas de desgaste de pneus e de estrada estão diretamente relacionadas. Entretanto devido à falta de dados experimentais sobre fatores de emissão associados a diferentes pneus e combinações de superfície, no momento

essas fontes devem ser tratadas como partículas separadas (NTZIACHRISTOS; BOULTER, 2009; THORPE; HARRISON, 2008).

3.1.4 Emissões de ressuspensão do solo

As emissões de ressuspensão de partículas do solo em vias também é considerada fonte primária, elas possuem significativa contribuição de emissão de material particulado por veículos. A deposição de partículas sobre as vias pode ser originadas por diferentes fontes, antrópicas ou não, além da própria emissão veicular por exaustão ou desgaste de pneus, freios e pistas (ABU-ALLABAN et al., 2003; EPA, 2011; GRIGORATOS; MARTINI, 2015; NTZIACHRISTOS; BOULTER, 2009).

A emissão que provem da ressuspensão de poeira na estrada depende de parâmetros como densidade de tráfego (principalmente de veículos pesados), velocidade do veículo, características de superfície da estrada, e particularmente, seu estado de manutenção, meteorologia local e operação do veículo (ABU-ALLABAN et al., 2003; EPA, 2011; GRIGORATOS; MARTINI, 2015).

No Brasil, existem poucos estudos de emissões oriundas de ressuspensão de partículas do solo, com exceção para grandes centros urbanos (DE MIRANDA et al., 2018; HETEM; ANDRADE, 2016; SANTOS et al., 2017). Apesar disso, legislações (INEA, 2013) sobre fatores de emissão deste tipo de fonte foram publicadas com base no estudo de Vicentini (2011). Metodologias de fatores de emissão para quantificar a ressuspensão de material em ruas pavimentadas e não pavimentadas são descritos no documento AP-42 publicado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos -USEPA (EPA, 2011). No entanto, esta abordagem tem sido criticada nos Estados Unidos (VENKATRAM, 2000).

3.2 FATORES DE INTERFERÊNCIA DAS EMISSÕES VEICULARES

Diversas condições interferem na quantidade de poluentes emitidos para a atmosfera. O alto grau de variabilidade da formação das emissões veiculares ocorre de acordo com as características de frota como: ano modelo, tecnologia do motor, tecnologia do combustível, tipo e consumo de combustível, parâmetros de utilização (relação ar-combustível), inspeção e manutenção, modo de operação e padrões ambientais como temperatura e umidade (WANG, 2009). A partir desses atributos são considerados fatores de emissão que determinam o perfil de emissão dos poluentes de acordo com a frota veicular.

Os fatores de emissão (FE) são relações funcionais empíricas entre as emissões de poluentes e as atividades que as causa. No caso de emissões veiculares são representadas pela massa do poluente emitido pelos veículos ao circular por uma determinada distância. Para veículos novos esses valores são elaborados pelos fabricantes e importadores de veículos através de ensaios de emissão dos automotores destinados ao mercado brasileiro, e divulgados por meios de Relatórios de Valores de Emissão de Produção – RVEP (CETESB, 2016).

O desenvolvimento dos fatores de emissão ocorre geralmente com base de dados experimentais coletados em campanhas de medições de emissões de veículos. A técnica de medição selecionada, juntamente com outras especificidades de cada campanha, incluindo os critérios de seleção de veículo e as condições de direção impostas, têm impacto na qualidade dos fatores de emissão derivados posteriormente. Os perfis de emissão dos veículos e a dependência das condições de operação podem ser medidos sob condições controladas em laboratórios (através de estudos de dinamômetro de motores e chassis), ou condições do mundo real (medição de túneis, sensoriamento remoto, em estrada e a bordo) (FRANCO et al., 2013).

Ao passar dos anos, novas tecnologias são desenvolvidas e implementadas na frota veicular. Este fato condiciona a uma redução nos fatores de emissão dos principais poluentes atmosféricos originados por emissões veiculares. Entretanto, o aumento da idade dos veículos representa um duplo desafio para o desenvolvimento de uma mobilidade mais sustentável. O prolongamento da vida dos veículos mais antigos pode retardar a taxa de introdução de tecnologias mais eficientes, além de que os sistemas de controle de emissão de gases já existentes na frota geralmente deterioram com a idade do veículo e são mais propensos à falha em veículos mais antigos (SPITZLEY et al., 2005).

Além disso, a deterioração dos veículos é outro fator a ser considerado. As condições de deterioração dos veículos são avaliadas de acordo com a quilometragem percorrida. Conforme o aumento na quilometragem acumulada, as emissões tendem a ser majoradas (BORKEN-KLEEFELD; CHEN, 2015). De acordo com WENZEL et al. (2000) é distorcida a distribuição das emissões veiculares devido à dificuldade de quantificar os veículos que possuem baixas emissões relativas, enquanto outra parcela de veículos com problemas de funcionamento possui emissões extremamente elevadas.

O consumo de combustível é outro fator preponderante que está relacionado diretamente as emissões veiculares. Características de condução do veículo, carga transportada, condições do terreno e de vias, assim como o fluxo de tráfego do veículo afetam o consumo de combustível (ANG; FWA, 1989). Interferências políticas e econômicas são fatores diretamente associados na tecnologia e comercialização de combustíveis e biocombustíveis. A

implementação de biocombustíveis junto a combustíveis fósseis é subsidiada em vários países, considerada uma técnica eficiente para reduzir a emissão de gases efeito estufa e melhorar a segurança energética (CHANG; SU, 2010). No Brasil a criação do Programa Nacional do Etanol em 1975, conhecido como “Proálcool”, foi a medida utilizada para estimular o uso do etanol como combustível e responsável pela redução das emissões de monóxido de carbono (CO). Este programa obrigou o uso de uma mistura de etanol e gasolina (criando gasohol) (ANDRADE et al., 2017).

3.3 REGULAMENTAÇÃO DE EMISSÕES VEICULARES

O rápido crescimento de autoveículos na frota mundial tem criado desafios para qualidade do ar. A fim de reduzir o impacto das emissões veiculares em ambientes urbanos, diversos países do mundo têm adotado políticas e estratégias para o controle nas últimas décadas. Estas medidas incluem a adoção de uma série de normas e padrões de emissões de acordo com as categorias de veículos e combustível (WU et al., 2011).

A legislação europeia de controle de poluição veicular (Programa EURO) é uma das mais avançadas no mundo e para muitos países são tomadas de exemplo. Neste programa, os padrões mais rígidos variam regionalmente com base no julgamento de especialistas da capacidade financeira, técnica e institucional local. Todos os cenários incluem mudanças projetadas no número de veículos e no uso com base em projeções de crescimento econômico e populacional, além de mudanças técnicas impulsionadas pelos padrões de emissão impostos relacionados à qualidade do ar (SHINDELL et al., 2011).

3.3.1 Melhoria na qualidade do combustível

O rápido crescimento do setor de transportes e a limitação tecnológica dos motores automotivos são fatores que influenciam na dificuldade dos avanços de medidas mitigatórias das emissões de poluentes para atmosfera. A melhoria dos padrões de qualidade dos combustíveis é considerada uma ferramenta política eficiente e regulamentada em muitos países desenvolvidos (LIU et al., 2008; YUE et al., 2015). No entanto, o fortalecimento da regulamentação sobre a qualidade do combustível requer investimentos adicionais para instalações de refino, custos adicionais de produção e, finalmente, aumentos nos preços dos combustíveis na indústria de petróleo e automotiva (CHANG; CHO; KIM, 2006).

Para combustíveis de gasolina, os principais indicadores incluem o número de octanas, pressão de vapor *Reid* (RVP, indicando volatilidade), densidade, teor de enxofre, teor

de olefinas, aromáticos e oxigenados. Para os combustíveis diesel, os principais indicadores incluem o número de cetano, o teor de enxofre, a densidade e o teor de aromáticos e aditivos (WU et al., 2017). Entre todos os componentes do combustível, o teor de enxofre é o mais significativo, pois foi demonstrado que os níveis de enxofre são responsáveis por afetar diretamente as emissões de poluentes, e as tecnologias de controle de emissão do veículo (LIU et al., 2008; SCHIFTER et al., 2003; WU et al., 2017; ZHANG et al., 2010).

No Brasil os principais combustíveis destinados ao setor de transporte são: gasolina, etanol hidratado e diesel. A gasolina brasileira (gasolina C) possui adição de etanol anidro na sua formulação, e densidade de $0,754 \text{ ton/m}^3$ (BRASIL, 2015). A maior densidade na gasolina faz com que os veículos percorram maiores distâncias com menos combustível. Já o etanol hidratado consumido por veículos leves tem como característica densidade de $0,809 \text{ ton/m}^3$. O diesel é o combustível com maior energia disponível com densidade de $0,840 \text{ ton/m}^3$, motivo por qual é amplamente utilizado em veículos pesados.

A composição da gasolina Brasileira atualmente contém 50 mg/kg (50 ppm) de teor de enxofre, uma redução expressiva em relação a gasolina comercializada anteriormente equivalente a 800 ppm . A redução do teor de enxofre permite que os sistemas de tratamento de gases de exaustão operem com máxima eficiência reduzindo as emissões de monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos. Além disso, a redução do teor de enxofre na gasolina está diretamente associada a menor emissão de óxidos de enxofre (SO_x) por exaustão (PETROBRAS, 2019). O diesel comercializado no Brasil também possui investimentos para melhorar a qualidade do combustível e reduzir a emissão de poluentes para atmosfera. O Anexo I apresenta a evolução do teor de enxofre no diesel e seus dispositivos legais.

Vale ressaltar que o chumbo é outro componente erradicado da formulação da gasolina em muitos países devido seu efeito deletério para saúde (STORCH et al., 2003). No Brasil os primeiros efeitos da diminuição da concentração de chumbo da atmosfera foi resultado da adição de etanol anidro junto à gasolina (ANDRADE et al., 2017).

Os aditivos de combustível podem melhorar a eficiência e desempenho do motor do veículo devido a suas boas características anti-detonação (octanagem) e redução das emissões de escapamento. Um dos aditivos mais importantes são os oxigenados, o mais utilizado atualmente é o etanol, porém, devido a razões econômicas seu uso em grande escala é limitada (HANSEN; ZHANG; LYNE, 2005; HASAN, 2003; RIBEIRO et al., 2007; SRINIVASAN; SARAVANAN, 2013). No Brasil normativas impõe o uso do etanol na gasolina comercializada, e ao longo dos anos a proporção adicionada tem sido alterada, principalmente devido a disponibilidade do combustível no mercado. Atualmente a proporção de etanol anidro

adicionado à gasolina varia de 25 a 27% (BRASIL, 2015). Resoluções normativas empregadas no Brasil para proporção de etanol adicionado na gasolina são apresentadas no Anexo II.

3.3.2 Programas de controle de emissões veiculares no Brasil

Considerando o acelerado crescimento urbano e industrial brasileiro e da frota de veículos automotores e os impactos negativos sobre a sociedade e o meio ambiente decorrente da poluição atmosférica principalmente em regiões metropolitanas, o governo brasileiro instituiu pela resolução CONAMA nº 5 de 1989 o Programa de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR). Este programa possui estratégias para limitar as emissões de poluentes atmosféricos, bem como estabelecer padrões de concentrações para controle e preservação da qualidade do ar. Entre os instrumentos utilizadas para gerir as emissões de origem veicular é disposto o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE e o Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares – PROMOT.

O PROCONVE e o PROMOT, são coordenados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA (IBAMA, 2011). Com objetivo de reduzir e controlar as emissões atmosféricas provenientes das fontes móveis, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA estabelece diretrizes, prazos e padrões legais de emissões admissíveis para as diferentes categorias de veículos automotores, nacionais e importados por meio de resoluções.

Esses programas foram elaborados com base em experiência internacional para adequar os índices à realidade brasileira. A principal meta é a redução da contaminação atmosférica provenientes de veículos automotores, por meio da fixação dos limites máximos de emissão, induzindo o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes e estabelecendo exigências tecnológicas para veículos. A comprovação é feita a partir de ensaios padronizados no qual realiza a certificação dos projetos e protótipos desenvolvidos, além do acompanhamento estatístico em veículos que também fazem parte da estratégia de controle (IBAMA, 2011).

O PROCONVE, instituído em 6 de maio de 1986 em caráter nacional pela resolução Nº 18 do CONAMA, considera as tecnologias dos motores de veículos do Ciclo Otto e Ciclo Diesel, a qualidade do combustível e a concepção com os principais fatores de emissão, com objetivo de:

- Reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores visando o atendimento aos Padrões de Qualidade do Ar, especialmente nos centros urbanos;

- Promover o desenvolvimento tecnológico nacional, tanto na engenharia automobilística, como também em métodos e equipamentos para ensaios e medições da emissão de poluentes;
- Criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso;
- Promover a conscientização da população com relação à questão da poluição do ar por veículos automotores;
- Estabelecer condições de avaliação dos resultados alcançados;
- Promover a melhoria das características técnicas dos combustíveis líquidos, postos à disposição da frota nacional de veículos automotores, visando a redução de emissões poluidoras à atmosfera;

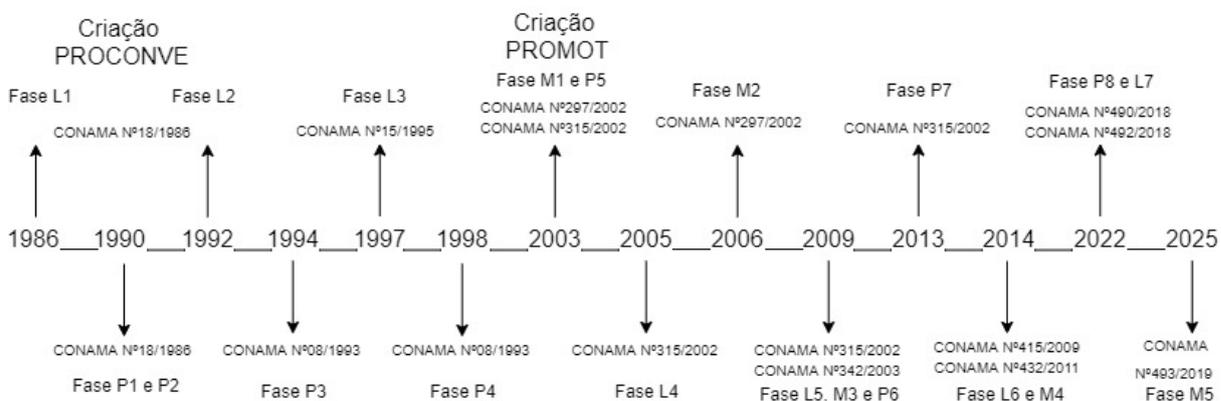
O crescimento da frota de motocicletas, ciclomotores e similares, são responsáveis pelo aumento da emissão de poluentes nocivos a qualidade do ar. A contribuição desta categoria obteve expressividade quando o seu perfil de utilização, expandiu-se no setor econômico dos centros urbanos. Com objetivo de complementar o controle do PROCONVE, a partir de 2003 instituiu-se a resolução N° 297 do CONAMA de 26 de fevereiro de 2002, que marcou o início das restrições para as emissões de motocicletas, através do PROMOT. Esta legislação foi baseada nas legislações vigentes na Europa, principalmente na Diretiva das Comunidades Europeias de n° 97/24/EC, valores equivalentes aos limites EURO 1 (CONAMA, 2002).

Os programas PROCONVE e PROMOT têm o seu funcionamento por fases, instituídas através de resoluções do CONAMA. Estas resoluções fornecem valores limites de emissão de poluentes que podem ser emitidos pelos veículos. Desta forma, para que seja concedida a licença de comercialização de um determinado modelo de veículo no Brasil, seja produzido aqui ou importado, devem ser atendidas as exigências dos programas, aferindo por meio de ensaios padronizados e em condições controladas nos laboratórios credenciados pelo IBAMA para constatar se está de acordo com as resoluções vigentes (MMA, 2013). Atualmente os poluentes restringidos pela legislação são: Monóxido de Carbono, Hidrocarboneto Totais e Não Metano, Óxidos de Nitrogênio, Aldeídos e Material Particulado.

A cada nova fase estabelecida, maior é a restrição do limite da quantidade de poluente que pode ser emitida. Desta maneira, os veículos recém implementados a frota emitem uma quantidade muito menor de poluente. A renovação natural ocorre na frota por meio de sucateamento implicando que a soma dos poluentes emitidos diminua ao longo dos anos. As fases do programa são aplicadas com cronogramas diferenciados de acordo com a classificação dos veículos em razão do seu Peso Bruto Total -PBT (MMA, 2014). A Figura 1 apresenta a

linha do tempo de implementação das fases dos programas brasileiros de controle de emissões veiculares para as categorias de veículos leves (L), motocicletas (M) e veículos pesados (P).

Figura 1: Linha do Tempo dos programas brasileiros de controle de emissão veicular



Entre as medidas de controle das emissões veiculares está a Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso (I/M) (WU et al., 2017). No Brasil a I/M é regulamentada pela resolução Nº 418 de 25 de novembro de 2009 que dispõe sobre a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular (PCPV). A I/M consiste em identificar desconformidades da frota de veículos em uso, tendo como referências os padrões de emissão especificados pelos fabricantes de veículos e as exigências do PROCONVE (IBAMA, 2011). Ainda é uma realidade em vários estados brasileiros a falta de inspeção veicular periódica. A falta de conhecimento sobre as condições reais das frotas operantes em vias rodoviárias dificulta o avanço das metas do programa. Além disso foi constatado em outros países como na China e nos Estados Unidos que os comportamentos de adulteração danificaram seriamente os programas I/M e até geraram mais dúvidas sobre a sua racionalidade e custo-benefício (WU et al., 2017).

Em relação ao Plano de Controle de Poluição Veicular, este é um instrumento que possui objetivo de estabelecer regras de gestão e controle da emissão de poluentes e do consumo de combustível de veículos. O PCPV deve ser elaborado com base nos inventários de emissões de fontes móveis, e quando houver dados de monitoramento da qualidade do ar.

3.4 INVENTÁRIOS DE EMISSÕES

Os inventários de emissões são um componente vital de tomada de decisões ambientais e essenciais para compreensão das questões de qualidade do ar e mudanças climáticas em escalas locais, regionais e globais, principalmente em regiões que não possuem rede de monitoramento de poluição do ar (PARRISH, 2006; RÉQUIA; KOUTRAKIS; ROIG, 2015). Eles são usados para vários fins, como identificação e hierarquização de fontes bem como seus potenciais de redução, caracterização de tendências temporais e espaciais de emissão,

orçamento de emissões para fins regulatórios e de conformidade, restituição de séries históricas e a previsão de concentrações de poluentes ambientais usando modelos de qualidade do ar (FREY; BHARVIRKAR; ZHENG, 1999; MMA, 2014).

A estimativa de emissão do tráfego tem se tornado cada vez mais relevante na discussão dos problemas de qualidade do ar, mudanças climáticas e políticas de mitigação, devido ao contínuo crescimento do uso de veículos, combustíveis fósseis e à deterioração das condições de tráfego (ALONSO et al., 2010; SMIT; NTZIACHRISTOS; BOULTER, 2010). Inventários de emissões confiáveis são um pré-requisito para garantir a contribuição do transporte rodoviário e compreensão dos impactos desta atividade antropogênica na qualidade do ar e no clima (HUNEEUS et al., 2020; LI et al., 2017; SMIT; NTZIACHRISTOS; BOULTER, 2010). Portanto, melhorar a qualidade do inventário de emissões de tráfego requer não apenas uma estimativa precisa das emissões totais, mas também uma caracterização precisa de sua distribuição temporal e espacial (DENG et al., 2020).

Países em desenvolvimento, como é o caso da maioria dos países sul-americanos, apresentam uma carência de inventários de emissões de poluentes locais, com exceção para grandes cidades e em âmbito nacional (ALONSO et al., 2010; D'ANGIOLA et al., 2010; GÓMEZ et al., 2018; HUNEEUS et al., 2020; PULIAFITO et al., 2017). Além disso, a maioria dos inventários de emissões nacionais desenvolvidos possuem enfoque nas emissões de Gases Efeito Estufa (GEE) como parte da obrigação estabelecida na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - UNFCCC (HUNEEUS et al., 2020). A intensificação de forma acelerada da urbanização ao longo dos anos, e como consequência a degradação da qualidade do ar acentuam a necessidade de criar atualizações de inventários de emissões aprimorando o conhecimento sobre os tipos de fontes e sua abrangência espacial (ALONSO et al., 2010; D'ANGIOLA et al., 2010; HUNEEUS et al., 2020).

Muitos fatores influenciam as emissões veiculares e uma grande quantidade de dados é necessária para estabelecer um inventário de emissões veiculares (REYNOLDS; BRODERICK, 2000; WANG et al., 2008). As estimativas de emissões dos poluentes são complexas em estimar com precisão porque os fatores de emissões utilizados como base dependem da tecnologia do veículo, combustível consumido e características operacionais. Além disso, existe a dificuldade da determinação da emissão e os respectivos impactos das fontes que variam no tempo e no espaço. Logo, as emissões veiculares devem ser estimadas, através de métodos matemáticos consistentes (TUIA, 2007).

Existem duas abordagens principais para se estimar as emissões veiculares, uma baseada em dados de atividades do veículo (*bottom-up*) e outra geralmente considera o consumo

de combustível (*top-down*) (GÓMEZ et al., 2018). Ambas as metodologias compartilham a mesma estrutura básica, mas apresentam diferenças consideráveis em relação aos dados de entrada, suposições e parâmetros (D'ANGIOLA et al., 2010). Recomenda-se escolher o método com base na disponibilidade e qualidade dos dados e recursos disponíveis. Os modelos podem ajudar a garantir consistência e transparência, porque os procedimentos de cálculo são fixados na metodologia utilizada (IPCC, 2000; REYNOLDS; BRODERICK, 2000).

As estimativas com abordagem *bottom-up* são a maneira mais precisa de construir um inventário de emissões para veículos rodoviários, permitindo a estimativa de emissão por segmento de estrada. Este método é comumente aplicado em países industrializados e megacidades devido a disponibilidade de informações detalhadas necessárias. As abordagens ascendentes requerem informações mais refinadas, com maior resolução espacial e temporal, considerando a tecnologia, os dados de fluxo de tráfego em todos os segmentos da rede viária e intensidade de uso. Entretanto, a implementação de um modelo de tráfego é demorada e onerosa além da alta exigência de habilidades técnicas. Essa abordagem é indicada para aplicação em escala local e regional, com o objetivo de um estudo mais detalhado (GÓMEZ et al., 2018; TUIA et al., 2007).

A abordagem *Top-Down* é um método de desagregação simples e necessitam de parâmetros de entrada menos refinados, quando comparados com modelos *Bottom-Up*, sendo portanto, mais econômicos e mais fáceis de implementar (TUIA et al., 2007). Entretanto, espera-se um erro maior em comparação com o método ascendente e os resultados possuem distribuição espacial grosseira, dificultando o uso para fins de planejamento regional. Na maioria das vezes, eles são usados para construir inventários de emissões nacionais. (GÓMEZ et al., 2018; TUIA et al., 2007). Os métodos descendentes ainda são recomendados para cidades de médio porte e normalmente utilizam dados baseados em estatísticas nacionais de consumo de combustível e fatores de emissão, determinando as emissões de forma mais abrangente e prática (GÓMEZ et al., 2018; TUIA et al., 2007). De acordo com WANG, (2009), essa é a abordagem mais indicada para a aplicação em macroescala/mesoescala.

Estes métodos são robustos e amplamente utilizados para elaboração de inventários de emissões no mundo (ALAM et al., 2018; COOK et al., 2006; REYNOLDS; BRODERICK, 2000; SUN et al., 2020, 2021; WANG et al., 2009), na América do Sul (CHANG; CHO; KIM, 2006; D'ANGIOLA et al., 2010; LANG et al., 2014; MILTON, 1998) e no Brasil (ANDREÃO et al., 2020; IEMA, 2019; INEA, 2016; MAES et al., 2019; MMA, 2011a, 2014; POLICARPO et al., 2018; RÉQUIA; KOUTRAKIS; ROIG, 2015). Em ambas as abordagens, um modelo de inventário de emissões dependerá da qualidade e quantidade de uma amostra limitada de dados,

na qual serão baseados os cálculos, e não pode ser garantido que esta amostra reflita com precisão as condições locais ou contemporâneas quando aplicada em outro lugar (REYNOLDS; BRODERICK, 2000).

3.5 MODELOS DE INVENTÁRIO DE EMISSÕES

Os modelos de inventários de emissões são ferramentas importantes para auxiliar a calcular as emissões dos veículos. Existem vários modelos de emissão veicular disponíveis em todo o mundo que usam diferentes dados de entrada e abordagens para diferentes escalas, embora a maioria deles tenha sido desenvolvida em países com economias avançadas. Devido a diferenças substanciais nas condições e conjuntos de dados disponíveis (tipos de automóveis disponíveis, categoria de combustível, quilômetros percorridos, padrões de emissão e fatores de correção), a aplicação desses modelos em países em desenvolvimento pode ser enganosa (NAGPURE; GURJAR, 2012; REYNOLDS; BRODERICK, 2000). As emissões veiculares são difíceis de simular porque estão sujeitas a muitos fatores e variam significativamente ao longo do tempo e do local. Os modelos de inventário de emissão desenvolvidos são usados para diferentes objetivos de acordo com os requisitos locais (WANG et al., 2010).

Um dos inventários mais utilizados é o *Emissions Database for Global Atmospheric Research* - EDGAR (ANDREÃO et al., 2020; MADRAZO et al., 2018; PULIAFITO et al., 2017). Este é um método desenvolvido para estimar as emissões anuais por setor de origem para poluentes e gases efeito estufa diretos e indiretos (CO₂, CH₄, N₂O, CO, NO_x, COV, SO₂) incluindo compostos que destroem a camada de ozônio (CRIPPA et al., 2018a). O EDGAR não compete com inventários nacionais de transporte rodoviário no que diz respeito à precisão e representatividade, mas estima as emissões do transporte rodoviário de forma consistente e comparável para todos os países do mundo (CRIPPA et al., 2016). A utilização de dados detalhados de frota e consumo de combustíveis são necessários para estimar as emissões veiculares utilizando a abordagem *Bottom-Up* (CRIPPA et al., 2018a; IBARRA-ESPINOSA et al., 2021). Entretanto, o modelo EDGAR não considera todos os processos de emissão veiculares como as emissões não exaustivas de partida a frio, veículos superemissores, ressuspensão de poeira de estrada e desgaste de pneus e freios. Além disso, especialmente em regiões que não possuem dados disponíveis, o EDGAR utiliza informações científicas e dados estatísticos internacionais para modelar as emissões para todos os países, o que pode ser fontes de incertezas significativas e limitar o uso no suporte de decisões (MADRAZO et al., 2018; SOLAZZO et al., 2021).

Na Europa foi desenvolvido pela Agência Ambiental Européia - EEA uma ferramenta de estimativa de emissões veiculares amplamente utilizada no continente europeu chamada *Computer programme to calculate emissions from road transport* – COPERT. O software estima as emissões de poluentes regulamentados (CO, NO_x, COV e MP) e não regulamentados (N₂O, NH₃, SO₂ e NMHC) provenientes de um veículo automotor durante os processos de partida, funcionamento a quente, evaporação e desgastes de pneus, pista e freios (NTZIACHRISTOS; SAMARAS, 2000). Outros países como Austrália (SMIT; NTZIACHRISTOS, 2013) e China (CAI; XIE, 2007; LANG et al., 2014; SHEN et al., 2015; SUN; JIANG; GAO, 2016), também utilizam esse modelo para estimativa de emissões no país. Entretanto o modelo COPERT têm restrições a serem aplicadas em outros locais do mundo devido os fatores de emissão serem projetados e aplicados a velocidades médias para as estradas locais (GOYAL; MISHRA; KUMAR, 2013). A incerteza do modelo ocorre devido a formulação aplicada, conjunto de dados necessários como característica de frota, combustível e o modo de condução que são diferentes em cada país (KIOUTSIOUKIS et al., 2010).

Outra referência amplamente utilizada é o modelo americano de inventário de emissões por fontes móveis chamado *Motor Vehicle Emissions Simulator* – MOVES (USEPA, 2020b, 2020c, 2020a, 2020d) que substituiu a última versão do modelo MOBILE (USEPA, 2002) para estimativa de taxa de emissão veicular (KOTA et al., 2014; KOUPAL et al., 2003; WALLACE et al., 2012). O novo modelo MOVES é diferente dos modelos anteriores de emissão de fonte móvel da *United Nations Environment Program* - USEPA, devido a capacidade de estimar as emissões em escala que variam de estradas, municípios, regiões e países (VALLAMSUNDAR; LIN, 2011). Além disso o MOVES é projetado para funcionar como um banco de dados que convencionalmente armazenam fatores de emissão baseados nas características de frota, tipos de combustível e modo de condução de veículos exclusivamente dos EUA (WANG et al., 2008). Por este motivo a aplicação do modelo em outros países como na China (LIU et al., 2013; WANG et al., 2008) e Índia (PERUGU, 2019) podem levar a estimativas de emissão incorretas (WU; SONG; YU, 2014).

Considerando as limitações de dados e modelos de países em desenvolvimento, muitas nações começaram a usar versões modificadas dos modelos COPERT e MOVES para prever as emissões da sua frota de veículos. Diante desta problemática um conjunto de pesquisadores do Centro Internacional de Pesquisa de Sistemas Sustentáveis e da Universidade da Califórnia desenvolveram o modelo de emissões de veículos internacionais – IVE (DAVIS et al., 2005). O modelo de computador autônomo elaborado em linguagem Java® considera as variedades de tecnologias de veículos locais, fatores de condução de veículos baseados na potência do

motor, distribuições de tensão do motor de veículos e fatores meteorológicos para adaptar o modelo a condições locais (WANG et al., 2008). A ferramenta possui uma grande quantidade de fatores de correção incorporadas no modelo para contemplar diferentes características de frota veicular possível (NAGPURE; GURJAR, 2012). O modelo IVE calcula as emissões totais de escape, partida a frio, funcionamento a quente e evaporativas dos veículos para qualquer área em qualquer escala (de micro a macroescala) (DAVIS et al., 2005; WANG et al., 2008). Entretanto, o modelo apresenta algumas desvantagens como a quantidade de dados de entrada necessários, falta de refinamento de dados de atividade veicular e a deficiência de representatividade de domínios menores ocasionando na incerteza da estimativa (GOYAL; MISHRA; KUMAR, 2013; WANG et al., 2008). Além disso, desenvolvedores recomendam o ajuste com base na velocidade média da taxa de emissão, já que essas taxas são baseadas em dados de condução de veículos dos EUA (FENG; WANG; ZHAO, 2013; PERUGU, 2019).

O modelo *Vehicle Emissions Inventory* - VEIN é outro modelo de inventário de emissões veiculares de alta resolução temporal e espacial, capaz de extrapolar os dados de tráfego por hora a nível de vias, elaborado principalmente para países em desenvolvimento (IBARRA-ESPINOSA et al., 2020, 2021). O VEIN calcula as emissões de exaustão (quente e frio) e evaporativas considerando também os fatores de deterioração dos veículos. Este modelo desenvolvido em linguagem R® utiliza a abordagem *bottom-up*. Considerado completo devido a sua disponibilidade de dados de fatores de emissão contidos em outros modelos como COPERT e MOVES ele possui alternativa de carregar seus próprios dados de acordo com a região do estudo, além de utilizar também dados do Brasil. Além disso o VEIN fornece funções para produzir dados de entradas compatíveis a modelos de qualidade do ar, como o WRF-Chem (IBARRA-ESPINOSA et al., 2018). Entretanto, o modelo possui limitações de uma quantidade expressiva de dados para sua execução e requer grande esforço computacional para realizar as simulações. A precisão do inventário utilizando o VEIN está associado a disponibilidade de dados de atividade veicular, necessitando de pelo menos uma hora de dados de tráfego da rua a ser considerada, bem como dados de fatores de emissão desses locais. A disponibilidade desses dados baseados em simulações ou contagem de tráfegos podem ser limitantes em países em desenvolvimento (IBARRA-ESPINOSA et al., 2018).

No Brasil, uma iniciativa da sociedade civil com base em diretrizes do *The Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC e Inventários Nacionais Brasileiros incorporados a fatores e processo de emissão específicos do país, dados brutos de diferentes fontes oficiais ou não, em conjunto com organizações sociais e indicadores econômicos elaboraram uma plataforma disponibilizando um conjunto de dados de 46 anos entre 1970 e

2015 de emissões de gases efeito estufa denominada SEEG - Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases Efeito Estufa (AZEVEDO et al., 2018). A alocação de todos os processos de emissão incluindo de origem veicular foram especializados para todos os municípios brasileiros. Entretanto para as emissões veiculares são estimadas apenas as emissões de CO, NO_x, NMHC, CO₂, CH₄, N₂O e aldeídos entre os anos de 1980 a 2015 utilizando a abordagem *bottom-up* conforme metodologia *Tier 2* do IPCC (FERREIRA et al., 2021).

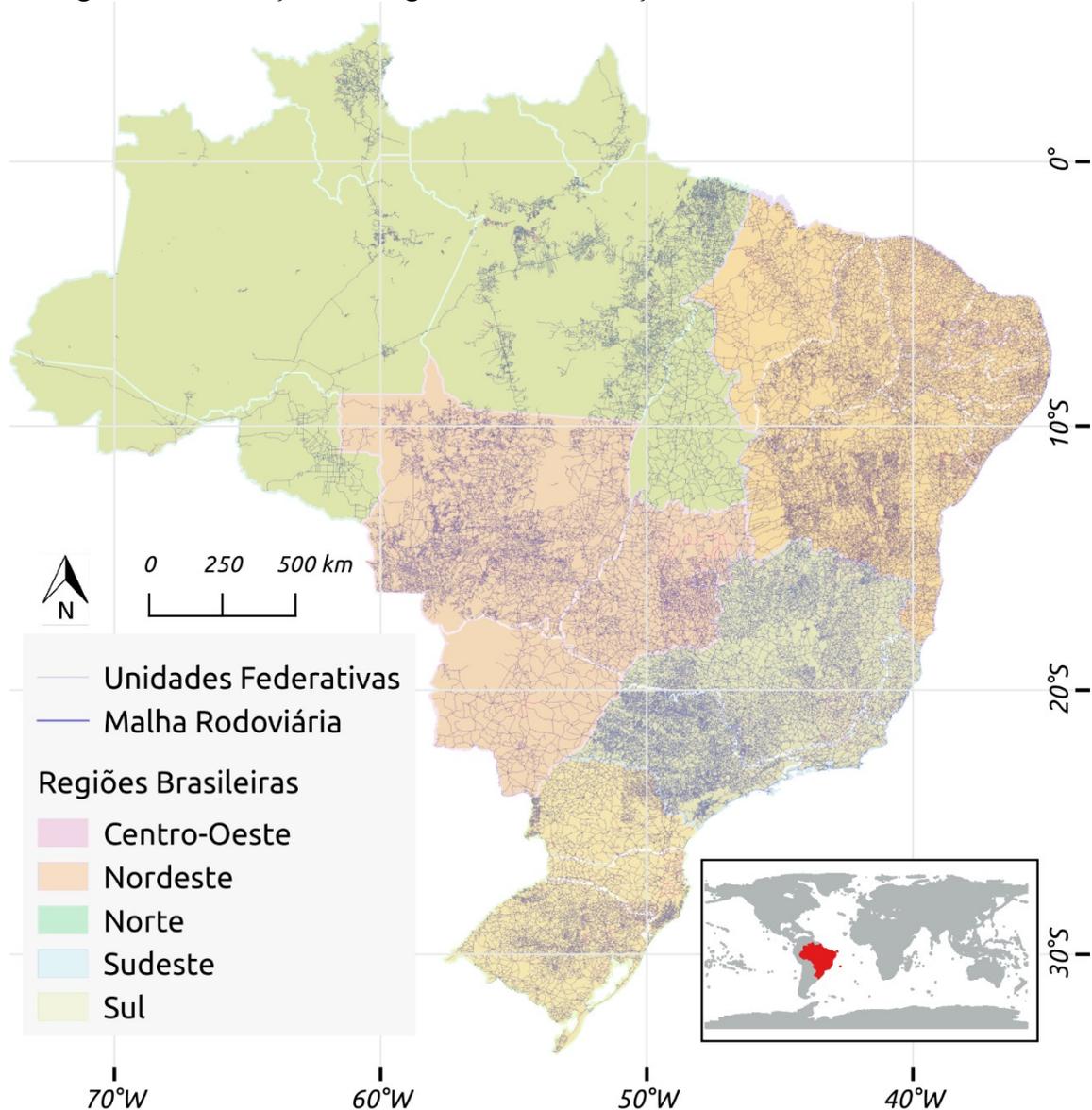
A diversidade de modelos de inventários de emissões veiculares encontradas atualmente ao redor do mundo, se faz necessário a partir da necessidade de se adequar as metodologias baseadas nas diferenças de dados disponíveis e os tipos de abordagens utilizadas. Além disso, a precisão dos inventários nem sempre está relacionado à complexidade do modelo e sim a representação dos poluentes na atmosfera (IBARRA-ESPINOSA et al., 2018; SMIT; NTZIACHRISTOS; BOULTER, 2010).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Brasil é o maior país da América do Sul e quinto maior do mundo em área territorial. O país possui 5570 municípios distribuídos em 5 regiões e 27 unidades federativas, abrangendo uma área de 8.510.820,538 km². Segundo o IBGE (2018) a população estimada é de 208.494.900 habitantes para o ano de 2018, resultando em uma densidade demográfica de 24,50 hab./km². Também segundo o IBGE (2018), o país já registrou aproximadamente 100 milhões de veículos com predomínio de veículos leves, disposta em uma malha rodoviária com comprimento total de 1.720.700,6 km (CNT, 2020) conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2: Localização das Regiões e da distribuição da malha rodoviária brasileira



Fontes: Limite Territorial Brasileiro (IBGE, 2015), Malha Rodoviária (IBGE,2017).

Atualmente, o Brasil é o nono maior mercado da indústria automobilística mundial e o quarto país com maior frota de veículos em uso (OICA, 2016, 2018). O modal rodoviário é o principal sistema de transporte brasileiro com maior concentração na região Centro-Sul e destaque para o estado de São Paulo (IBGE, 2014). Mesmo com a distribuição desigual da malha rodoviária no território nacional, o modal rodoviário predomina os demais modais de transporte na maioria das regiões brasileiras, com exceção na região amazônica onde o transporte fluvial tem maior importância devido a densa rede hidrográfica (IBGE, 2014). A malha rodoviária é concentrada em regiões brasileiras mais urbanizadas, com maior número de habitantes e de frota veicular, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: População, Área Territorial, Frota Veicular e Malha rodoviária nas regiões brasileiras.

Regiões Brasileiras	População (Habitantes)	Área (km ²)	Frota Veicular (Veículos)	Malha Rodoviária Total (km)	Densidade		
					Demográfica (hab./km ²)	Veicular (veic./hab.)	Malha Rodoviária (km/km ²)
Sudeste	87.711.946	924.565,5	48.911.774	533.795,6	94,9	0,56	0,58
Nordeste	56.760.780	1.551.991,4	17.382.767	445.403,5	36,6	0,31	0,29
Sul	29.754.036	576.743,3	19.801.709	388.078,6	51,6	0,66	0,67
Centro - Oeste	16.085.885	1.606.239,0	9.385.892	205.395,5	10,0	0,58	0,13
Norte	18.182.253	3.851.281,4	5.264.411	148.027,5	4,7	0,29	0,04
Brasil	208.494.900	8.510.820,6	100.746.553	1.720.700,6	24,5	0,48	0,20

Fontes: População e Área territorial (IBGE, 2018a), Frota Veicular (DENATRAN, 2018a), Malha Rodoviária Total (CNT, 2020).

O processo de urbanização acelerada e centralizadora intensificou principalmente nas grandes capitais a polarização dos setores econômicos e industriais. As cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Manaus, Belém, Recife, Fortaleza, Salvador, Goiânia, Belo Horizonte, Vitória, Campinas, Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre são consideradas metrópoles brasileiras (IBGE, 2018b) e juntas registraram aproximadamente 24 milhões de veículos, 24% do total registrado no país. Estas grandes cidades em consequência do crescimento demográfico e da expansão das manchas urbanas acabam sofrendo o processo de conurbação. Tendo em vista o predomínio do modal rodoviário como o meio de transporte comum dos brasileiros, a migração pendular entre as grandes cidades torna as regiões metropolitanas locais favoráveis para maior emissão de poluentes de origem veicular.

4.2 MODELO BRAVES: METODOLOGIA PARA ESTIMAR AS EMISSÕES VEICULARES

BRAVES estima as emissões de escapamento, as perdas por evaporação (Diurnal, Hot Soak, Running Losses e reabastecimento), desgastes de estradas, pneus e freios e ressuspensão do solo. São estimadas as emissões de monóxido de carbono (CO), hidrocarboneto não metano (NMHC), metano (CH₄), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NO_x), aldeídos (RCHO), material particulado exaustivo (MP_{2,5}) e não exaustivo (MP₁₀), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) e dióxido de enxofre (SO₂) para cada categoria de frota. O software calcula o fator de emissão ponderado para contabilizar o efeito da composição da frota em termos de categoria, subcategoria, ano-modelo e tipo de combustível. Uma abordagem semelhante foi usada por Maes (2019) em um modelo refinado com abordagem *Bottom-up*.

BRAVES considera que todo combustível comercializado no município é consumido dentro do mesmo município. Além disso, a frota de uma cidade opera exclusivamente na mesma cidade. Todas as rotinas foram escritas em MATLAB® e são apresentados no Apêndice A.

4.2.1 Estimativa de emissão de exaustão

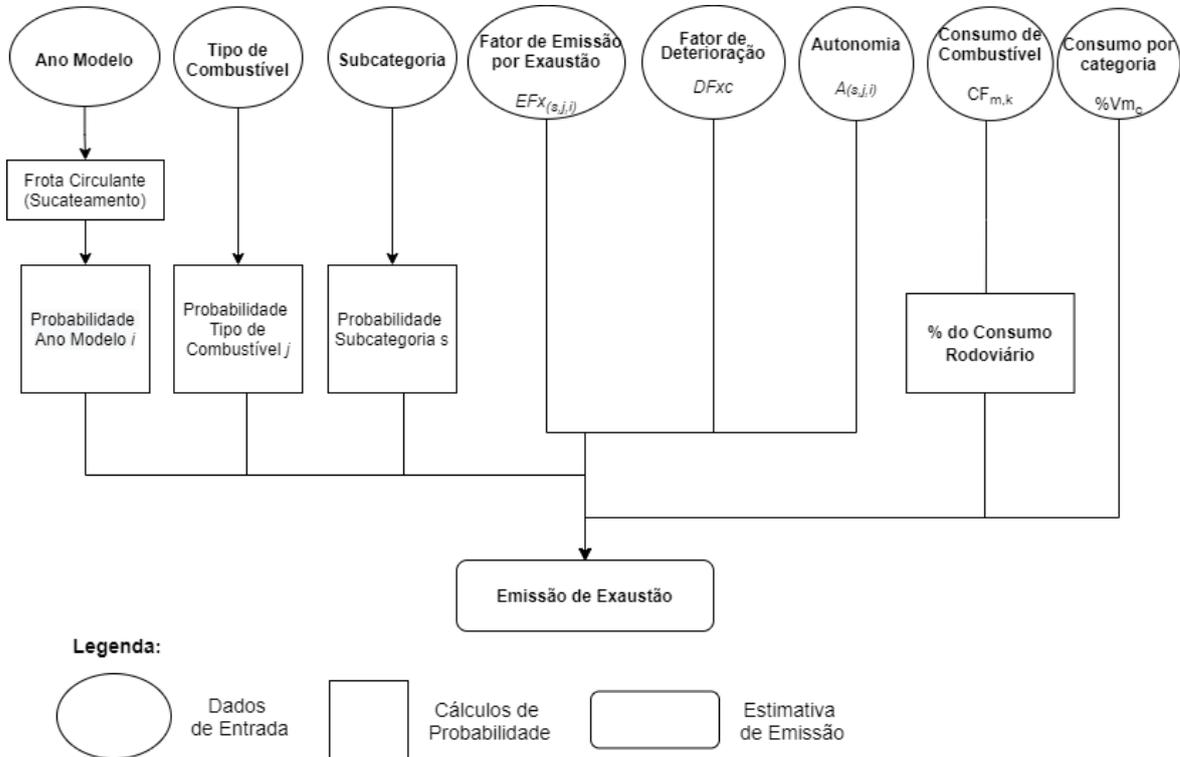
As estimativas por exaustão foram calculadas para quatro categorias de veículos: automóveis, comerciais leves, motos e pesados. As motocicletas são divididas em quatro subcategorias, de acordo com a cilindrada do motor (cc), enquanto a frota de veículos pesados é segregada em sete subcategorias do peso bruto total (PBT). As emissões de escapamento de cada categoria de veículos no BRAVES são calculadas através da Equação 1:

$$E_{x,c,k} = \sum_{s=sub\ 1}^{s=sub\ n} \sum_{j=comb\ 1}^{j=comb\ n} \sum_{i=ano\ 1}^{i=ano\ n} P_{(s,j,i)} \times EF_{x,c,s,j,i} \times DF_{x,c} \times A_{s,j,i} \times CF_{k,j} \times \%V_{c,j} \quad (1)$$

onde, $E_{x,c,k}$ (massa por unidade de tempo) é a emissão do poluente x para a categoria de veículo c na cidade k ; $P_{(s,j,i)}$ a probabilidade condicional do veículo ser da subcategoria s , utilizar o combustível j , e ser do ano i ; $EF_{x,c,s,j,i}$ (massa por distância percorrida) o fator de emissão do poluente x para cada veículo de subcategoria s que utiliza o combustível j e é do ano i ; $DF_{x,c}$ é o fator de deterioração do poluente x da categoria de veículo c ; $A_{s,j,i}$ (distância percorrida por consumo de combustível) é a autonomia do veículo da subcategoria s que utiliza o combustível j e é do ano i ; $CF_{k,j}$ (consumo de combustível por unidade de tempo) é a quantidade de combustível j consumido na cidade k ; $\%V_{c,j}$ é a porcentagem do consumo do combustível j pelo

veículo da categoria c . O fluxograma apresentado na Figura 3 descreve o esquema de dados requeridos pelo método para realizar os cálculos de emissão de exaustão.

Figura 3: Fluxograma da estimativa de emissão por exaustão utilizada no BRAVES



As emissões de exaustão de dióxido de enxofre são calculadas em função do teor de enxofre máximo permitido pela especificação do combustível. Logo as emissões de SO_2 são diretamente proporcionais ao volume de combustível consumido. No presente estudo, adotou-se a relação máxima de teor de enxofre na gasolina de $0,05 \text{ g.L}^{-1}$, no diesel S10 de $0,01 \text{ g.L}^{-1}$ e no diesel S500 $0,5 \text{ g.L}^{-1}$. De acordo com a Resolução N°50 de 23/12/2013 da ANP é regulamentado a comercialização de diesel S10 para regiões metropolitanas, logo foi adotado que os veículos comerciais leves utilizariam este tipo de combustível. Além disso a mesma resolução estabelece que veículos pesados da fase P6 e P7 somente deverão utilizar óleo diesel S10. A Equação 2 apresenta o cálculo realizado para estimar as emissões de exaustão de SO_2 no BRAVES.

$$ESE_{c,k} = \sum_{j=comb}^n \sum_{i=ano}^n P_{j,i} \times SC_{c,j} \times CF_{k,j} \times \%V_{c,j} \quad (2)$$

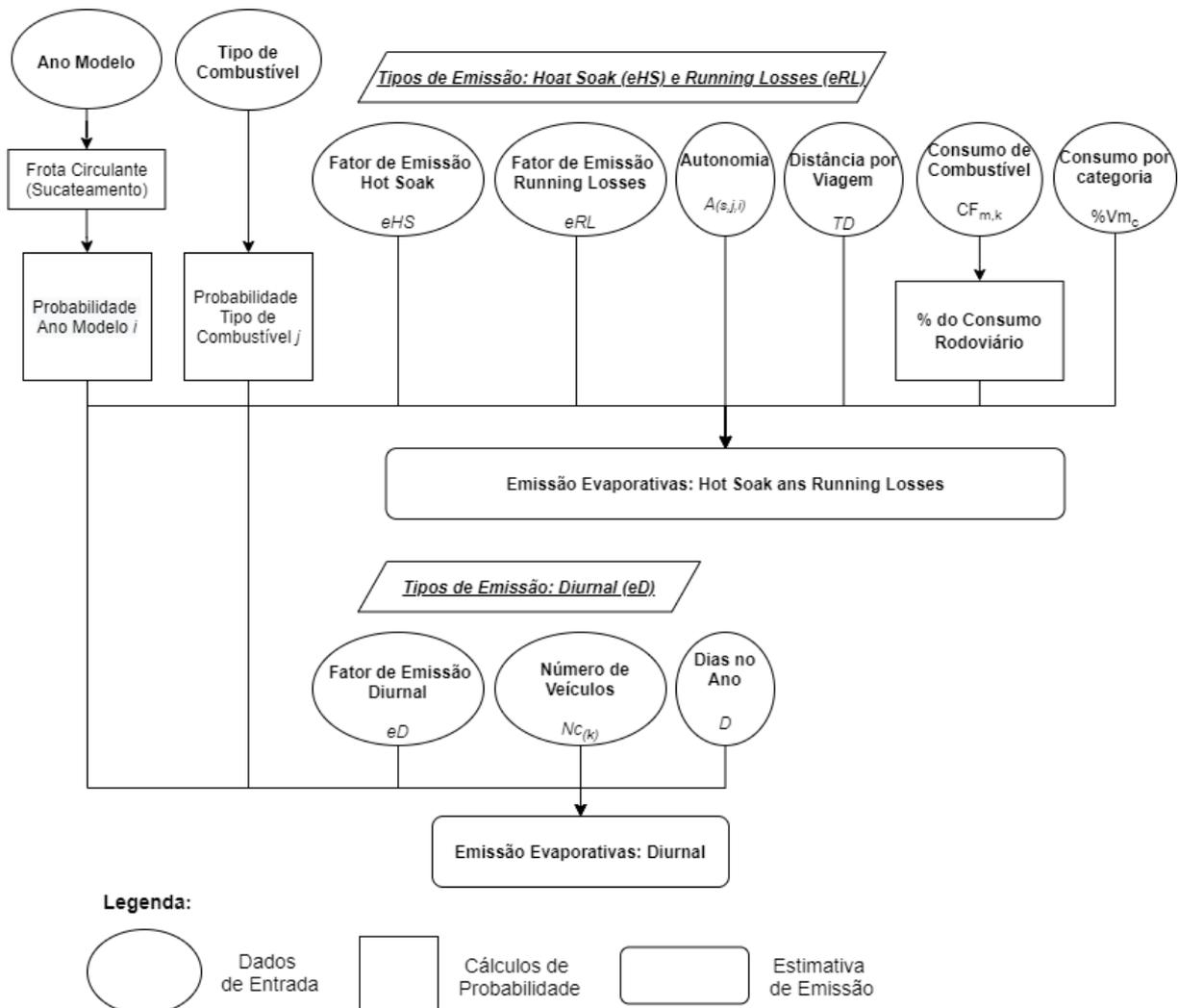
onde, $ESE_{c,k}$ são as emissões de dióxido de enxofre da categoria c em um município k ; $P_{j,i}$ a probabilidade condicional de um veículo utilizar um combustível do tipo j e ser do ano modelo i ; $SC_{c,j}$ o teor de enxofre do combustível j ; $CF_{k,j}$ o consumo do combustível j na cidade k ; $\%V_{c,j}$ a proporção de combustível j consumido pela categoria c .

4.2.2 Estimativa de emissão de evaporação

As emissões evaporativas de NMHC de automóveis e comerciais leves são estimadas seguindo as recomendações da metodologia *Tier 2*, do Guia Europeu para Inventário de Emissões – Emission Inventory Guidebook (MELLIOS; NTZIACHRISTOS, 2019), e apresentada nos relatórios: Emissões Veiculares no Estado de São Paulo (CETESB, 2019), Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (MMA, 2011, 2014), bem como a base metodológica explicitada por Vicentini (VICENTINI, 2011).

As emissões evaporativas diurnas (*Diurnal*) ocorrem devido a oscilação da temperatura durante o dia e a noite, enquanto o veículo está estacionado. A imersão a quente (*Hot Soak*) ocorre durante a primeira hora que o veículo está estacionado após a operação normal, e ocorrem perdas enquanto o veículo está em operação (*Running Losses*). O fluxograma apresentado na Figura 4 descreve o esquema de dados requeridos pelo método para realizar os cálculos de emissões evaporativas.

Figura 4: Fluxograma da estimativa de emissão por evaporação utilizada no BRAVES



As Equações 3, 4 e 5 foram implementadas no BRAVES para representar as perdas diurnas, de imersão a quente e de funcionamento respectivamente.

$$ED_{c,k} = \sum_{j=comb\ 1}^{j=comb\ n} \sum_{i=ano\ 1}^{i=ano\ n} P_{j,i} \times eD_{j,i} \times D \times N_{c,k} \quad (3)$$

onde, $ED_{c,k}$ é a emissão evaporativa diurna de hidrocarbonetos não metano para a categoria de veículo c no município k ; $P_{j,i}$ a probabilidade condicional de um veículo do ano modelo i e utilizando o combustível j ; $eD_{j,i}$ a taxa de emissão média diária da fase diurna do veículo do ano modelo i utilizando o combustível j ; D o número de dias em um determinado período;

$$EHS_{c,k} = \sum_{j=comb\ 1}^{j=comb\ n} \sum_{i=ano\ 1}^{i=ano\ n} P_{j,i} \times eHS_{j,i} \times DT \times A_{j,i} \times CF_{k,j} \times \%V_{c,j} \quad (4)$$

$$ERL_{c,k} = \sum_{j=comb\ 1}^{j=comb\ n} \sum_{i=ano\ 1}^{i=ano\ n} P_{j,i} \times eRL_{j,i} \times DT \times A_{j,i} \times CF_{k,j} \times \%V_{c,j} \quad (5)$$

onde, $EHS_{c,k}$ e $ERL_{c,k}$ são as emissões evaporativas *Hot Soak* e *Running losses* respectivamente, de hidrocarbonetos não metano para o veículo da categoria c no município k ; $P_{j,i}$ a probabilidade condicional de um veículo do ano modelo i e utilizando o combustível j ; $eHS_{j,i}$ e $eRL_{j,i}$ as taxas de emissão média por viagem *Hot Soak* e *Running losses* respectivamente do veículo do ano modelo i utilizando o combustível j ; DT a distância média percorrida por viagem; $A_{j,i}$ é a autonomia do veículo que utiliza o combustível j e é do ano i ; $CF_{k,j}$ é a quantidade de combustível j consumido na cidade k ; $\%V_{c,j}$ a proporção de combustível j consumido pela categoria c .

As taxas de emissão dos processos *Hot Soak* e *Running Losses* são em função da temperatura e da distância percorrida por viagem. No presente estudo, os dados de temperatura foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<https://clima.inmet.gov.br/NormaisClimatologicas>) (Apêndice B) e a distância percorrida obtida do relatório do sistema de informação de mobilidade urbana da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP, 2012).

As emissões de reabastecimento foram consideradas para as emissões de gasolina comum e etanol hidratado devido a sua alta volatilidade. Adotamos a taxa de volatilidade da gasolina e do etanol de $1,14 \text{ g.L}^{-1}$ e $0,37 \text{ g.L}^{-1}$ semelhante aos valores adotados pela Companhia

Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2019). A Equação 6 foi empregada no BRAVES para estimar as emissões por reabastecimento.

$$ER_{c,k} = VR_j \times CF_{k,j} \times \%V_{c,j} \quad (6)$$

onde, $ER_{c,k}$ é a emissão de reabastecimento da categoria de veículos c no município k ; VR_j é a taxa de volatilidade do combustível j ; $CF_{k,j}$ é a quantidade de combustível j consumido na cidade k ; $\%V_{c,j}$ a proporção de combustível j consumido pela categoria c .

4.2.3 Estimativa de emissão de desgaste de pneus, freios e pista

O desgaste de pneus, freios e de pista ocasionam na emissão de material com diversos tipos de tamanhos de partículas que podem ser transportados pelo ar. Há muita pouca informação sobre as emissões de partículas no ar devido ao desgaste da superfície das estradas. O guia europeu – Emission Inventory Guidebook – EMEP/EEA 2009 apresenta um apanhado de fatores de emissão baseados em dados experimentais disponíveis. Em geral para as estimativas de emissão dos processos de desgaste de pneus, freios e pista foram adotadas emissões de partículas grossas (MP_{10}) em contraste com as emissões provenientes do escapamento do veículo ($MP_{2,5}$). Além disso, assumiu-se que todo material de desgaste se tornou partículas aerotransportadas (NTZIACHRISTOS; BOULTER, 2009). Baseado nas recomendações do guia supracitado as emissões de desgaste de pneus, freios e pista foram calculadas no BRAVES conforme apresentada a Equação 7.

$$EW_{c,k} = \sum_{j=comb}^{j=comb\ n} \sum_{i=ano}^{i=ano\ n} P_{j,i} \times EW_c \times A_{j,i} \times CF_{k,j} \times \%V_{c,j} \quad (7)$$

onde, $EW_{c,k}$ são as emissões de desgaste de pneus, freios e estradas dos veículos da categoria c em um município k ; $P_{j,i}$ a probabilidade condicional de um veículo do ano modelo i e utilizando o combustível j ; EW_c o fator de emissão de desgaste de uma categoria c ; $A_{j,i}$ é a autonomia do veículo que utiliza o combustível j e é do ano i ; $CF_{k,j}$ é a quantidade de combustível j consumido na cidade k ; $\%V_{c,j}$ a proporção de combustível j consumido pela categoria c .

Diferentemente da emissão por exaustão que possuem programas regulatórios de controle de emissão, as emissões não exaustivas não possuem regulamentação para qualquer categoria de veículo. Logo, ao passar dos anos a diminuição de material particulado proveniente da emissão de exaustão tornam as emissões de desgaste de pneus, freios e pistas significantes (NTZIACHRISTOS; BOULTER, 2009; PANT; HARRISON, 2013; SINGH et al., 2020)

4.2.4 Estimativa de emissão de ressuspensão do solo

Apesar da emissão de ressuspensão de partículas do solo em vias pavimentadas não serem consideradas como uma fonte primária de emissão, elas foram consideradas no presente estudo.

Vicentini (2011) utilizando a metodologia da USEPA quantificou o fator de emissão médio de ressuspensão de material particulado com base em dados inventariados para o estado do Rio de Janeiro. O valor de 0,062 g/km de MP₁₀ mensurado no estudo, é recomendado pelo conselho diretor do instituto estadual do ambiente para elaboração de inventários de emissão atmosférica proveniente de veículos automotores no estado do Rio de Janeiro (INEA, 2013). Por motivo de simplificação de cálculos e escassez de estudos no território brasileiro o valor mensurado por Vicentini (2011) foi aplicado nas estimativas do BRAVES para emissão de ressuspensão do solo conforme apresentado na Equação 8.

$$ES_{c,k} = \sum_{j=comb}^{j=comb} \sum_{i=ano}^{i=ano} P_{j,i} \times 0.062 \times A_{j,i} \times CF_{k,j} \times \%V_{c,j} \quad (8)$$

onde, $ES_{c,k}$ é a emissão de ressuspensão de MP₁₀ da categoria de veículos c na cidade k ; $P_{j,i}$ a probabilidade condicional de um veículo do ano modelo i e utilizando o combustível j ; 0,062 é o fator de emissão de ressuspensão de MP₁₀ do solo; $A_{j,i}$ é a autonomia do veículo que utiliza o combustível j e é do ano i ; $CF_{k,j}$ é a quantidade de combustível j consumido na cidade k ; $\%V_{c,j}$ a proporção de combustível j consumido pela categoria c .

4.2.5 Estimativa de emissão de gases efeito estufa

O modelo BRAVES apresenta as emissões efeito estufa em resultados equivalentes a CO₂ (CO₂eq) para a frota veicular de todos os municípios brasileiros. Entre os poluentes estimados pelo BRAVES, são considerado os gases dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). A magnitude da emissão desses gases de exaustão são convertidos o CO₂eq com base no Potencial de Aquecimento Global em horizonte de 100 anos, prevista pelo IPCC – *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2000) e também preconizado pelo relatório de emissões veiculares no Estado de São Paulo (CETESB, 2019). Não foram estimadas as emissões de CO₂ originadas pela queima de óleo lubrificantes. A Tabela 2 apresenta o potencial de aquecimento para os gases com potencial efeito estufa.

Tabela 2: Potencial de Aquecimento de Gases Efeito Estufa (GEE).

GEE	Equivalência em CO ₂ (CO ₂ eq)
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310

Fonte: (CETESB, 2019).

4.3 MODELO BRAVES: DADOS DE ENTRADA BRASILEIROS

4.3.1 Frota veicular

A frota veicular brasileira é distribuída em 21 categorias de veículos e 18 tipos diferentes de combustível que foram registrados em veículos com ano modelo de 1900 a 2018 no país para cada município, conforme apresentado nos relatórios estatísticos do registro nacional de veículos automotores - RENAVAM e disponibilizados pelo Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2018a) (<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/denatran>). Essas categorias são apresentadas conforme o inciso II do Artigo 96 do Código de Trânsito Brasileiro. A segregação é realizada conforme a espécie, classificando – os em Automóveis, Comerciais Leves, Motos e Pesados. O desmembramento da frota de veículos por categorias é utilizado para o cálculo da probabilidade condicional de acordo com o ano modelo e o tipo de combustível e aplicação do produto dos fatores de emissão.

A caracterização da frota utilizada é apresentada na Tabela 3. Foram desconsideradas as categorias: bonde, reboque, semi-reboque e side-car, pois estes não têm emissão de escapamento.

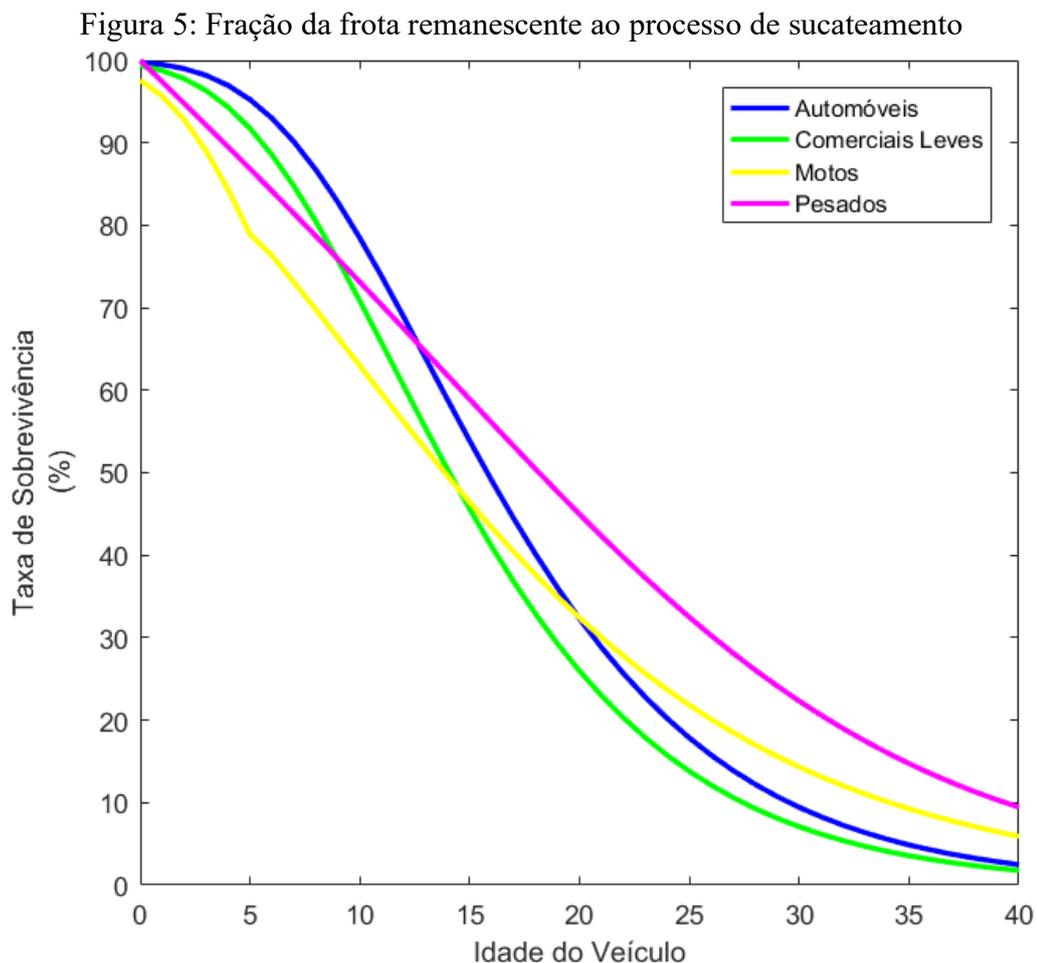
Tabela 3: Classificação dos veículos de acordo com a motorização

Classes	Motorização/ Combustível	Categorias	Definição
Automóveis	Gasolina C	Automóvel, outros;	Veículo automotor destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor.
	Etanol Hidratado		
	<i>Flex Fuel</i>		
Comerciais Leves	Gasolina C	Caminhonete, Caminhoneta, Utilitário;	Veículo destinado ao transporte de pessoas ou de carga, com peso bruto total de até 3.856 kg.
	Etanol Hidratado		
	<i>Flex Fuel</i>		
	Diesel		
Motocicletas	Gasolina C	Ciclomotor, Motocicleta, Motoneta, Quadriciclo, triciclo;	Veículo automotor de duas ou três rodas, dirigido por condutor em posição montada ou sentada.
	Etanol Hidratado		
Pesados	Diesel	Caminhão, Caminhão Trator, Chassi Plataforma, Trator Esteira, Trator Rodas, Ônibus, e Micro-ônibus	Veículo automotor destinado ao transporte de carga, com carroçaria, e PBT superior a 3.856 kg.
			Veículo de transporte coletivo.

Fonte: Adaptado de (CETESB, 2019)

De acordo com CETESB (2019) os automóveis e veículos comerciais leves não são segregados em subcategoria, ao contrário das categorias motocicletas e veículos pesados que por sua vez possuem divisão em subcategorias, essas condições foram consideradas com base na produção e venda dos veículos. Para as motocicletas quatro subcategorias foram adotadas, sendo elas: inferior a 150 cilindradas, entre 150 e 500 cilindradas, os superiores a 500 cilindradas e por fim superiores a 150 cilindradas. A segregação das subcategorias foi realizada baseado nas estatísticas de venda de motos do ano de 2018 divulgados pela Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares – ABRACICLO (ABRACICLO, 2020) e os dados do RENAVAM relativos ao tipo de veículos da frota de cada município brasileiro (DENATRAN, 2018a). Já para os veículos pesados foram divididos em oito subcategorias sendo elas: caminhões semileves, leves, médios, semipesados, pesados, ônibus urbanos, microônibus e ônibus rodoviários. A determinação da porcentagem das subcategorias dos veículos pesados foi com base nos dados da produção e vendas de autoveículos da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA (ANFAVEA, 2018).

Devido o desconhecimento da frota real de veículos em circulação, é estimada a frota circulante com bases em estatísticas dos veículos registrados no RENAVAM (DENATRAN, 2018b). Ao longo dos anos parte da frota é destituída de circulação e esse processo também é considerado nas estimativas de emissão veiculares. Para estimar este processo foram utilizadas as curvas de sucateamento elaboradas pelo Serviço de Planejamento da PETROBRAS, calibradas pelos dados da Pesquisa Nacional por amostra de Domicílios – PNAD (1988) conforme apresentado no Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases Efeito Estufa (MCT, 2006). Este processo estabelece o percentual de veículos sucateados em função da idade do veículo, limitando a vida máxima em 40 anos. Devido a indisponibilidade de dados de parametrização de motocicletas na bibliografia supracitada, foram considerados os valores do inventário de emissões do estado do Rio de Janeiro (SOUZA et al., 2013) A curva de sucateamento utilizada no presente trabalho é apresentada na Figura 5.



Para automóveis, veículos comerciais leves e motos do ciclo Otto a função de sucateamento utilizada é descrita na Equação 9. Os veículos com motorização do ciclo diesel também obtiveram aplicações das curvas de sucateamento, a função de sucateamento resultante é uma função logística normalizada apresentada na Equação 10 (MMA, 2011)

$$S(t) = 1 - \exp [- \exp [a + b(t)]] \quad (9)$$

$$S(t) = \frac{1}{[1 + \exp (a(t - t_0))]} + \frac{1}{(1 + \exp (a(t + t_0)))} \quad (10)$$

Onde, $S(t)$ = fração de veículos remanescentes, ainda não sucateados, na idade t ; t = idade do veículo;

Os parâmetros aplicados nas curvas de sucateamento para veículos do ciclo Otto e do Ciclo Diesel são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Coeficientes aplicados na Curva de Sucateamento

Categorias	Condição	Coeficientes		
		a	b	t_0
Automóveis		1,798	-0,137	-
Comerciais Leves		1,618	-0,141	-
Motos (Souza et.al, 2013)	Até 5 anos	1,317	-0,175	-
	Superior a 5 anos	0,923	-0,93	-
Pesados		0,100	-	17,0

Fonte: adaptado de (MMA, 2011; SOUZA et al., 2013)

4.3.2 Consumo de combustível

O consumo de combustível é um fator importante para a avaliação das emissões veiculares quando utilizada a abordagem *Top-Down*. O volume de combustível vendido anualmente nos municípios brasileiros foram retirados dos relatórios estatísticos da Agência Nacional do Petróleo – ANP (<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/dados-abertos>) (ANP, 2018). Entretanto, apenas uma parte desse volume é destinado ao transporte rodoviário, a fração do volume de combustível para este setor foram extraídos do Anuário de 2019 de Balanço Energético Nacional – BEN (<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>) (EPE, 2019).

O Agrupamento dos tipos de combustível foi realizado considerando as principais motorizações utilizados no território brasileiro: gasolina comum, etanol hidratado, diesel, gás natural veicular e motorizações *flex-fuel*. Estes tipos de motorização são os considerados o mais próximo da realidade da frota brasileira. Os dados dos tipos de combustíveis licenciados nos veículos dos municípios brasileiros obtidos a partir dos dados estatísticos do (DENATRAN, 2018c) estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Agrupamento dos tipos de combustíveis licenciados na frota veicular brasileira

Tipo de Combustível	Combustíveis Licenciados
Gasolina C	Gasolina, Gasolina/Elétrico
Etanol	Álcool
Flex	Álcool/Gasolina
Diesel	Diesel
Gás Natural Veicular	Gás Natural Veicular, Álcool/Gás Natural Combustível, Álcool/Gás Natural Veicular, Gás Metano, Gasogênio, Gasolina/Gás Natural Combustível, Gasolina/Gás Natural Veicular, Gasolina/Álcool/Gás Natural
Outros	Elétrico/Fonte Externa, Elétrico/Fonte Interna, Sem Informação, Vide/Campo/Observação.

Fonte: (DENATRAN, 2018c) adaptado pelo autor.

Veículos licenciados que possuem como alternativa o uso de Gás Natural Veicular (GNV) ou Gás Natural Combustível são considerados veículos adaptados. A CETESB (2019) afirma que o GNV é utilizado em veículos convertidos com motor do ciclo Otto, que eram originalmente movidos a etanol hidratado ou gasolina comum. Já os veículos elétricos, sem informação ou frota experimental são agrupados em outra categoria. Devido a fração ínfima de veículos elétricos e de veículos licenciados a Gás Natural Veicular essa parcela da frota foi descartada da estimativa de emissão.

Com o passar dos anos foram incorporados a frota de veículos novas tecnologias na motorização e obsolescência de outros modelos (Apendice C), esses fatos foram considerados no cálculo das probabilidades de consumo do combustível utilizado.

A tecnologia *flex-fuel* incorporada a partir de 2003 no mercado automotivo brasileiro nas categorias de automóveis e comerciais leves é atualmente a motorização veicular mais difundida mundialmente capaz de operar com gasolina comum ou etanol. No Brasil essa tecnologia foi comercializada entre as motos a partir de 2010. O consumo desses tipos de combustível é flutuante no decorrer dos anos devido intervenções políticas e econômicas que influenciam no preço de comercialização dos combustíveis. A Tabela 6 apresenta as proporções apresentadas nos relatórios anuais de emissões veiculares pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo entre 2013 e 2018. Essa proporção foi atribuída na estimativa de emissão de cada ano inventariado.

Tabela 6: Porcentagem de consumo de combustível dos veículos com motorização *flex fuel*

Consumo <i>Flex- Fuel</i>		Ano Base					
		2013	2014	2015	2016	2017	2018
Gasolina C	%	37	37	37	52	50	29
Etanol Hidratado	%	63	63	63	48	50	71

Nos municípios onde não há comercialização de etanol hidratado foi considerado que os veículos movidos a etanol são adaptados para veículos *flex-fuel*, desta maneira consumindo gasolina comum como combustível. Para a porção de veículos *flex-fuel* que consumiriam etanol hidratado, foi considerado que estes abastecerão com gasolina comum.

O consumo de combustível é diversificado entre as classes de veículos. As principais motorizações disseminadas no mercado brasileiro são compostas por motores do ciclo Otto e do ciclo Diesel. Cada categoria de veículo consome uma parcela dos tipos de combustível comercializado em cada município brasileiro. A segregação do consumo de combustível por classe de veículos foi estabelecida de acordo com as informações do inventário nacional de emissões por veículos rodoviários do ano de 2013 (MMA, 2014). As proporções de consumo de combustível para cada categoria de veículos são apresentadas no Anexo III.

Como a proporção de consumo de combustíveis do inventário nacional de veículos rodoviários é apresentado até o ano de 2012 e o presente estudo é realizado as estimativas de emissão entre os anos de 2013 e 2018, foi realizada uma simplificação do método considerando a mesma proporção de consumo de 2012 para os anos posteriores.

4.3.3 Fatores de emissão e autonomia

No Brasil, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo é considerada referência em relação a estudos de emissões veiculares. Anualmente, em seus relatórios de qualidade do ar são disponibilizados fatores de emissão médios por ano de fabricação, ponderados pelo volume de vendas de cada categoria de veículo. A CETESB representa o Agente Técnico do PROCONVE, no qual é responsável pela realização de ensaios para fins de pesquisa e homologação de veículos desde 1989, registrando os dados obtidos e encaminhando para o IBAMA nos pareceres da homologação. Os ensaios de homologação seguem a norma brasileira da ABNT – NBR 6601. O ciclo de condução estabelecido nessa norma é idêntico ao procedimento americano de teste da USEPA FTP-72, que simula as condições urbanas de dirigir e é dividido em três fases (fase fria, fase de estabilização e fase quente) (MMA, 2011).

Os valores dos fatores de emissão (FE) são relações funcionais empíricas entre as emissões de poluentes e a atividade que as causa (FRANCO et al., 2013). Usualmente os fatores de emissões do processo de exaustão são representados em unidade de grama de poluente por quilômetro percorrido (g.km^{-1}). Os fatores de emissões evaporativos podem ser representados em g.dia^{-1} ou g.viagem^{-1} . A autonomia dos veículos de cada categoria foi considerada para ponderar a intensidade de uso dos veículos, e são usualmente representadas em quilômetro percorrido por litro de combustível consumido (km.L^{-1}). As tabelas com os valores de fatores de emissão de exaustão com a autonomia e por desgastes dos veículos, são apresentados no Anexo IV. E os fatores de emissão por evaporação são apresentadas no Anexo V.

Tendo em vista que para algumas categorias de veículos existem ausência de dados, ou tiveram os fatores de emissão mensurados em anos recentes, uma adaptação foi necessária para considerar os fatores de emissão para todos os veículos que se estima estar em circulação.

Para a estimativa de emissão dos Automóveis, devido à ausência de dados de fatores de emissão da frota veicular mais antiga foi necessário fazer uma adaptação. Adotou-se os fatores de emissão de veículos de ano modelo de 1982 para veículos ano modelo inferior. Ainda considerando a categoria dos Automóveis, foram considerados os fatores de emissão de CO_2 de veículos de 2002 para os veículos ano modelos entre 1982 e 2001. Para os veículos Comerciais Leves, a mesma adaptação em relação a frota mais antiga foi considerada utilizando os fatores de emissão de veículos com ano modelo inferiores a 1983.

Em relação a categoria das motocicletas, a CETESB disponibiliza fator de emissão para veículos com ano modelo a partir de 2003. Neste caso a adaptação de motocicletas com ano modelo inferiores, foram adotados fatores de emissão equivalentes a um veículo ano modelo 2003. Também foram considerados os valores de autonomia das motocicletas com ano modelo entre 2003 e 2010 equivalente a autonomia das motos de 2011 devido à ausência desses dados nos relatórios de emissões veiculares do Estado de São Paulo.

Assim como nas categorias de veículos supracitadas, para os veículos pesados também foi necessário realizar a adaptação dos fatores de emissão dos veículos com ano modelo anterior a 1999 devido à ausência dos fatores de emissão.

Além disso, os fatores de emissões da CETESB provavelmente conduzem à subestimação das emissões veiculares no Brasil, principalmente as emissões de NMCOV por evaporação (IBARRA-ESPINOSA et al., 2020). Como alternativa, o modelo BRAVES pode estimar as emissões de exaustão e evaporação de acordo com a região do estudo. Os fatores de emissão devem ser compatíveis ao *Tier 2* do conselho europeu conforme preconizado no guia de inventário de emissões da EEA (LEONIDAS, NTZIACHRISTOS; ZISSIS, 2019)

Uma comparação entre os fatores de emissão ponderados pelo BRAVES utilizando dados da CETESB e do guia europeu são apresentados no Apêndice D para os fatores de emissão exaustivos de CO, NO_x, NMHC, MP_{2,5}, NMCOV e N₂O e no Apêndice E para os fatores de emissão por evaporação de NMCOV.

Os fatores de emissão de exaustão do guia europeu são mais elevados para as categorias de veículos leves, comerciais leves e motocicletas. Porém, os fatores de emissão da CETESB são maiores para a categoria de veículos pesados. Já em relação aos fatores de emissão evaporativos o Guia Europeu apresenta maior FE para o processo Diurno, enquanto a CETESB tende a superestimar as emissões dos processos Hot Soak e Running Losses. Vale salientar que a CETESB não fornece os fatores de emissão das emissões evaporativas das categorias das motocicletas, logo no presente estudo não foram estimadas as emissões de evaporação dessa categoria.

4.3.4 Fatores de deterioração

Parâmetros de condução e manutenção do veículo estão diretamente relacionados a quantidade de poluentes emitido por um veículo, o estado de conservação do motor e do sistema de controle de emissões são informações relevantes para quantificar de forma precisa a emissão veicular. Visando uma representação mais fidedigna das emissões veiculares, foram aplicados fatores de deterioração (FD) junto aos fatores de emissões por escapamento. Os FD são ponderados pela idade do veículo e a sua quilometragem anual percorrida.

Uma análise realizada por MMA (2011) com 200 casos de teste entre 2003 e 2007 mostrou que o incremento nas emissões são significativos para veículos acima dos 80.000 km. A legislação vigente para os veículos leves (PROCONVE L6), motocicletas (PROMOT M4) e veículos pesados (PROCONVE P7) estabelecem a utilização de um incremento no fator de emissão. A aplicação do FD ocorreu a cada 5 anos de idade, esse seria o tempo em média que um veículo atinge a quilometragem acumulada de 80.000 km (ANTP, 2012). A porcentagem incrementada nos fatores de emissão utilizados está apresentada na Tabela 7.

Tabela 7: Fatores de Deterioração.

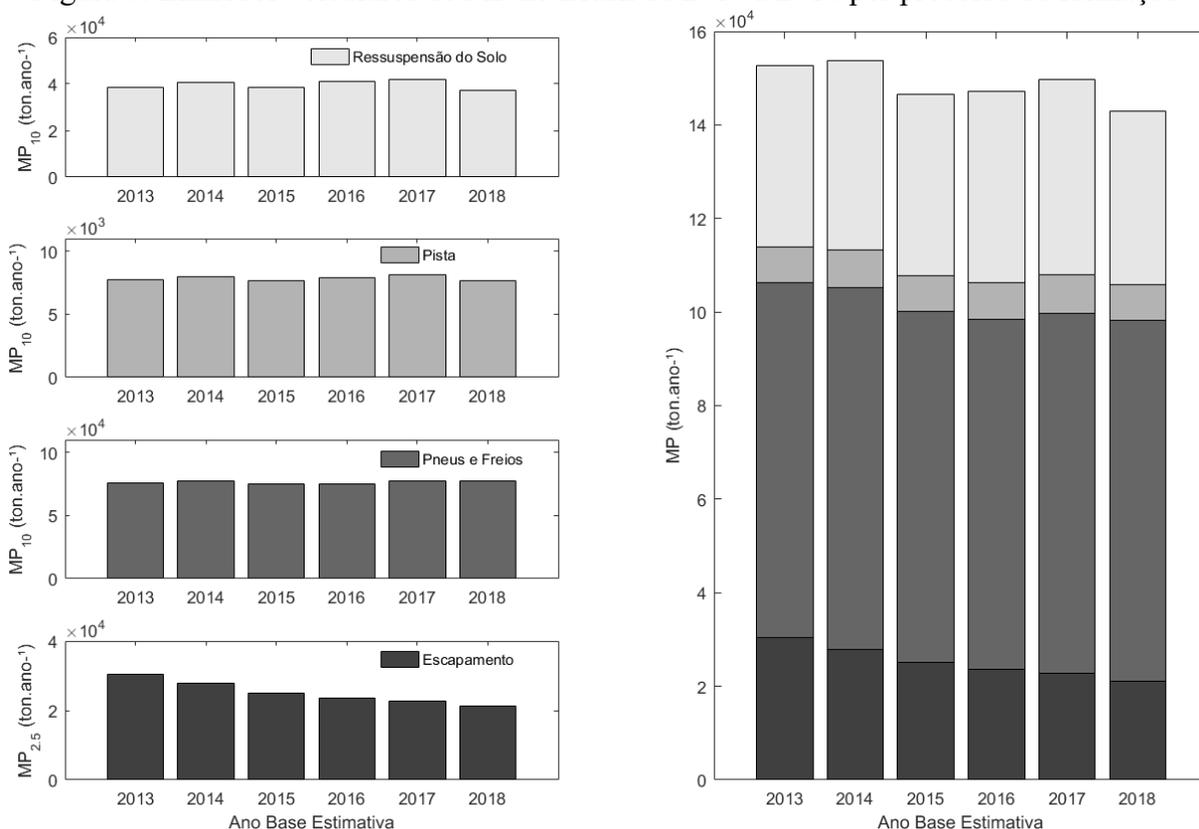
Classes	Motorização	Fatores Multiplicativos					
		NMHC	CO	NO _x	RCHO	MP _{2,5}	CH ₄
Leves	Otto	1,2	1,2	1,2	1,0	1,2	1,2
	Diesel	1,4	1,4	1,2	1,2	1,0	1,2
Motos	Otto	1,3	1,3	1,3	-	1,0	1,3
Pesados	Diesel	1,3	1,3	1,15	-	1,05	1,4

5 RESULTADOS

5.1 EMISSÕES VEICULARES NO BRASIL USANDO O BRAVES

As emissões veiculares totais estimadas pelo BRAVES no Brasil em 2018 são de 861.980 toneladas de CO, 712.261 toneladas de NO_x, 13.516 toneladas de SO₂, 21.172 toneladas de MP_{2,5}, 121.789 toneladas de MP₁₀, 183,9 x 10⁶ toneladas de CO₂eq e 186.613 toneladas de NMCOV. As emissões de CO, NO_x, SO₂ e CO₂eq são exclusivamente de escapamento, enquanto o material particulado possui a fração de MP_{2,5} que é emitido por exaustão (14,8%), e a fração de MP₁₀ é proveniente dos desgastes de pneus e freios (53,9%), desgaste de pista (5,4%) e ressuspensão do solo (25,9%) (Figura 6). O NMCOV é proveniente dos processos de exaustão (56,0%), evaporação (16,9%) e reabastecimento (27,1%) (Figura 7).

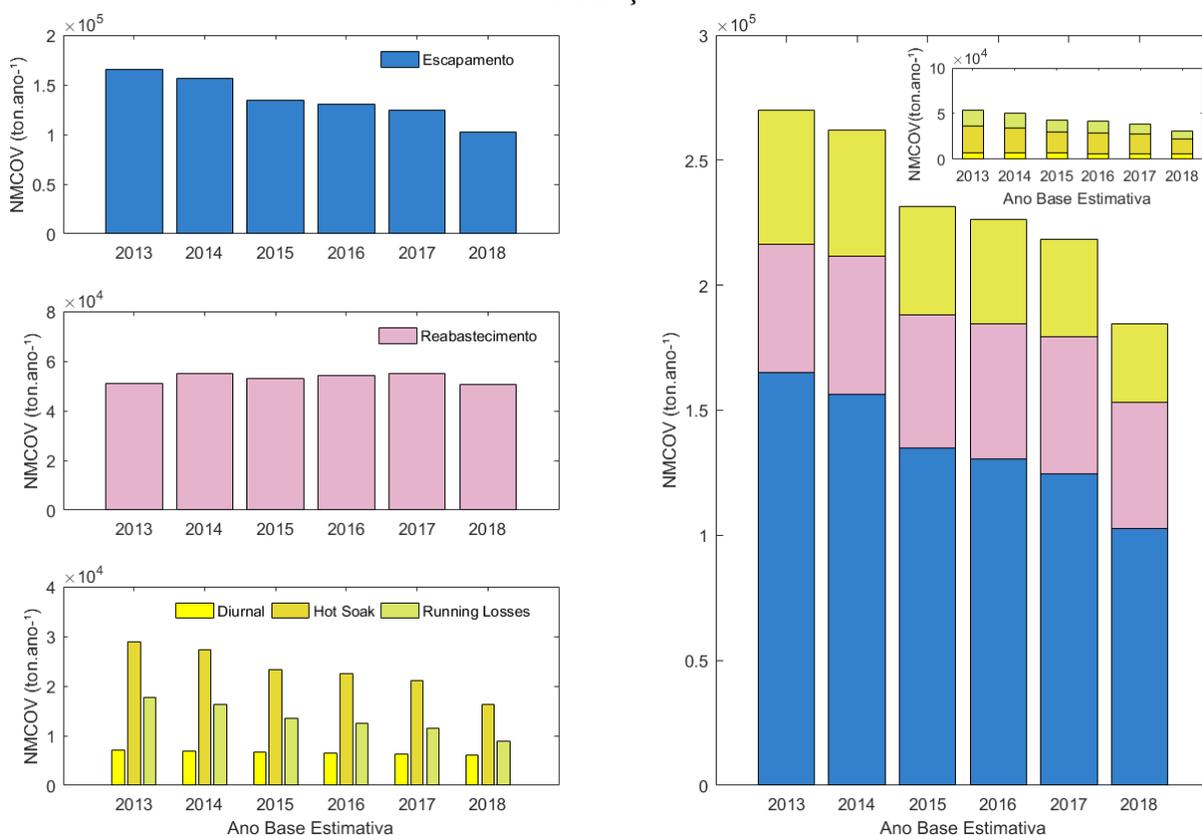
Figura 6: Emissões veiculares de MP no Brasil de 2013 a 2018 por processo de formação



A ausência da regulamentação das emissões de material particulado para os processos não exaustivos mantém os patamares das emissões de MP ao longo dos anos. Diferentemente das emissões exaustivas que são regulamentadas e possuem tendência de redução. Apesar do possível aumento da frota veicular, a taxa de atividade do método utilizado no BRAVES é baseado no consumo de combustível. Logo os poluentes que não possuem controle de emissão são suscetíveis a variação do consumo de combustível (Apêndice F)

As emissões exaustivas de NMCOV reduziram significativamente ao longo dos anos (Figura 7), refletindo significativamente a variabilidade interanual desse poluente. Por outro lado, as emissões evaporativas de NMCOV apresentaram pouca oscilação permanecendo nos mesmos patamares de 2013 a 2018 e aumentando sua proporção em relação ao total de emissões veiculares de NMCOV ano a ano. O processo evaporativo está sendo regulamentado pelo programa brasileiro de controle de emissões de veículos (Andrade et al., 2017).

Figura 7: Emissões evaporativas de NMCOV no Brasil de 2013 e 2018 por processo de formação

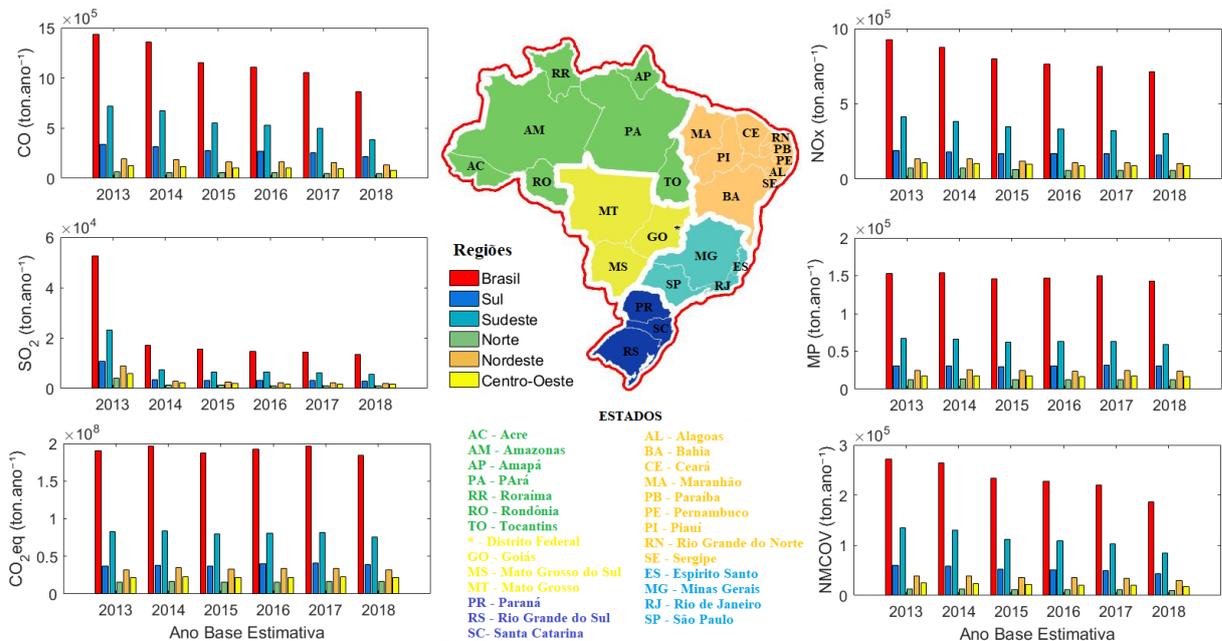


As emissões evaporativas do presente estudo consideram apenas as emissões de veículos leves e comerciais leves devido a disponibilidade dos fatores de emissão dessas categorias para este tipo de processo. De acordo com IBARRA-ESPINOSA et al. (2020), os únicos fatores de emissão evaporativos disponíveis na literatura considerando a composição química do combustível brasileiro são da CETESB. Tendo em vista a possível subestimação desses fatores de emissão, foi estimada as emissões evaporativas dos veículos leves, comerciais leves e motos de acordo com os fatores de emissão do guia europeu e a comparação com as estimativas do presente estudo apresentadas no Apêndice G (MELLIOS; NTZIACHRISTOS, 2019). As emissões evaporativas de veículos pesados não são significativas tendo em vista a baixa volatilidade do diesel, que é o principal combustível dessa categoria.

Com exceção de CO_2eq e MP, todas as emissões veiculares diminuíram desde 2013 em todas as regiões brasileiras (Figura 8). As emissões de SO_2 caíram drasticamente, especialmente de 2013 a 2014, quando o teor de enxofre da gasolina foi reduzido para níveis mais baixos (de mais de 200 ppm antes de 2013 para 50 ppm em anos seguintes) (PETROBRAS, 2019). O teor de enxofre no diesel também caiu de 1.800 ppm para menos de 500 ppm (CETESB, 2019). De 2013 a 2018, observa-se uma singela redução nas emissões de MP, tendo em vista que são emitidos principalmente por ressuspensão de solo, desgaste de pista, pneus e freios e esses processos são de difícil controle.

Os poluentes Monóxido de Carbono e Óxidos de Nitrogênio são regulados pelos programas de política de controle de emissões veiculares e efetivamente controlados por meio da melhoria da eficiência veicular e da instalação de conversores catalíticos (Gerard e Lave, 2005; Hao et al., 2006; Pacheco et al., 2017). A maior parte da emissão de CO é evitada otimizando o excesso de ar e aumentando a quantidade de oxigênio para a combustão, o que por sua vez aumenta o CO_2 (JI; WANG, 2009). Embora a eficiência dos conversores catalíticos para remoção de CO_2 seja baixa, esse poluente dificilmente é controlado nas emissões de escapamento (BECKER et al., 2000; DASCH, 1992; LIPMAN; DELUCCHI, 2002). Portanto, o consumo de combustível impulsiona a variabilidade interanual de CO_2eq (Figura 8).

Figura 8: Emissões veiculares de CO, SO_2 , CO_2eq , NOx, MP e NMCOV no Brasil entre os anos de 2013 e 2018



Entre as regiões brasileiras, a região sudeste apresenta a maior parcela de emissão para todos os poluentes. A região sul possui a segunda maior contribuição das emissões seguidas pelas regiões nordeste, centro-oeste e norte.

5.2 EMISSÕES VEICULARES ENTRE AS CATEGORIAS DE VEÍCULOS

Diferenças regionais em quesitos econômicos, políticos e de infraestrutura implicam na heterogeneidade do perfil da frota veicular e comercialização de combustíveis. Isto significa que regiões mais urbanizadas e industrializadas concentram a maior parte da frota de veículos, logo o maior consumo de combustível e provavelmente a maior contribuição das emissões de poluentes e gases efeito estufa. A Tabela 8 elenca a proporção veículos registrados e do consumo de combustíveis destinado ao uso rodoviário nas regiões brasileiras no ano de 2018.

Tabela 8: Proporção de veículos registrados e consumo de combustível nas regiões brasileiras no ano de 2018.

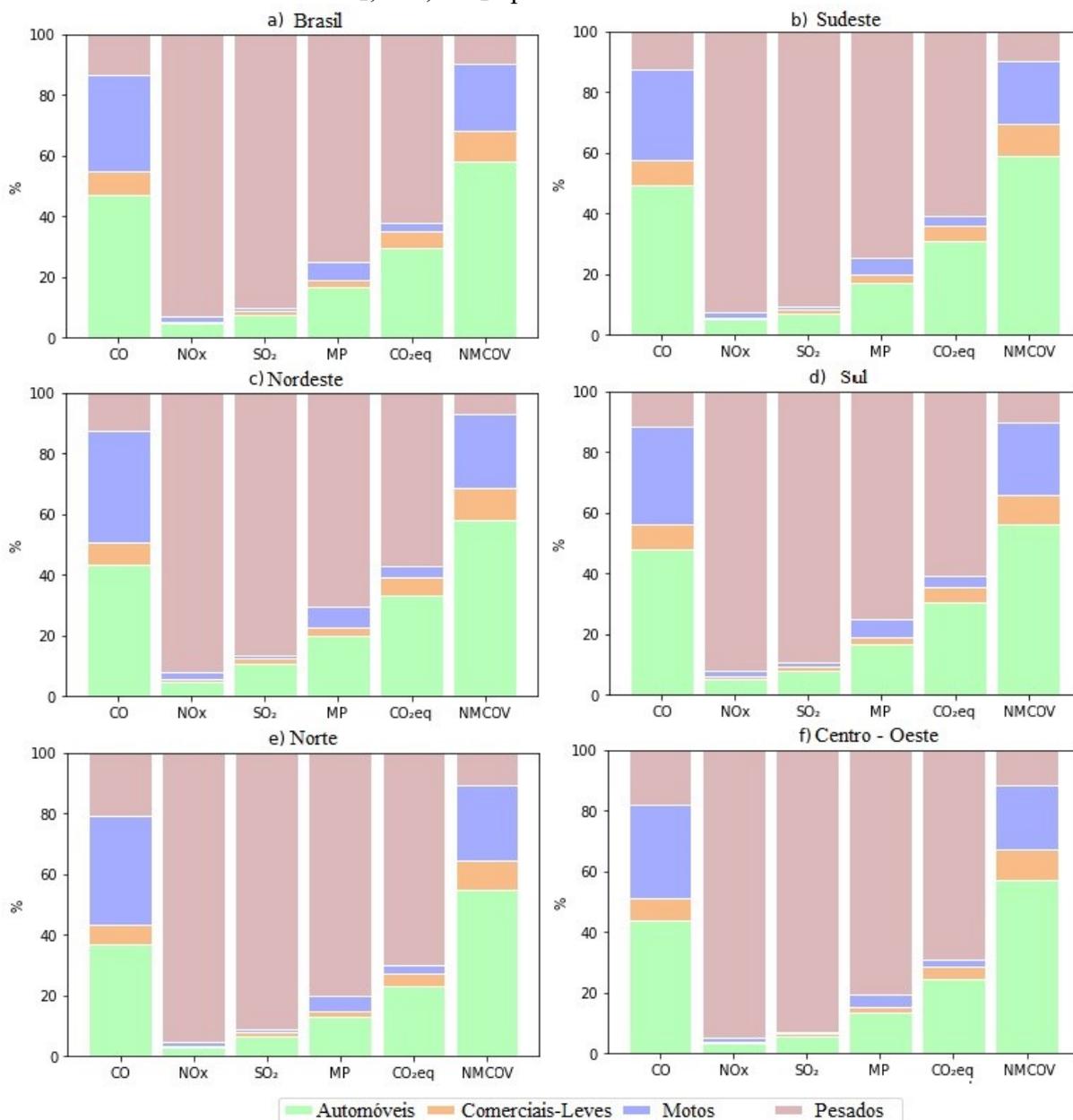
Regiões	Frota de Veículos Registrados (veículos) 10 ⁶									Consumo de Combustível (m ³)						
	Total	%	Auto	%	C. Leves	%	Motos	%	Pesados	%	Gasolina C	%	Etanol Hidratado	%	Diesel	%
Sudeste	48.9	48.5	29.9	54.6	5.8	48.7	10.2	37.6	2.0	45.5	14,884.3	38.9	12,708.1	68.3	17,996.9	40.1
Sul	19.8	19.7	11.7	21.3	2.5	20.9	3.9	14.4	1.0	23.1	8,732.1	22.8	1,661.5	8.9	9,278.4	20.7
Nordeste	17.4	17.3	6.9	12.5	1.8	14.9	7.7	28.4	0.7	16.5	8,172.5	21.3	1,482.5	8.0	7,188.4	16.0
Centro-Oeste	9.4	9.3	4.6	8.4	1.2	10.3	2.7	10.1	0.4	9.6	3,542.4	9.3	2,550.5	13.7	5,834.2	13.0
Norte	5.3	5.2	1.7	3.2	0.6	5.2	2.6	9.5	0.2	5.3	2,955.3	7.7	197.1	1.1	4,556.1	10.2
Brasil	100.8	100.0	54.8	100.0	11.9	100.0	27.1	100.0	4.3	100.0	38,286.6	100.0	18,559.6	100.0	44,854.0	100.0

Fonte: (DENATRAN, 2018a) e (ANP, 2018) adaptado pelo autor.

A região sudeste detém a maior frota de veículos para todas as categorias e maior consumo de combustíveis. A região sul, nordeste, centro-oeste e norte completam a ordem das regiões com maior frota de veículos e consumo de combustíveis. Entretanto a região nordeste possui proporção de motos maior que a região sul e conseqüentemente esta categoria possui maior contribuição na magnitude das emissões dessa região (Figura 9). Este fato pode estar associado a outras variáveis como população (Tabela 1), poder aquisitivo, índice de desenvolvimento humano, entre outros fatores que não são considerados no presente estudo. Este fato ressalta a importância da escolha da abordagem adequada e informações confiáveis para formação da base de cálculo de emissões do transporte rodoviário (LEONIDAS, NTZIACHRISTOS; ZISSIS, 2019).

Quando comparado as emissões por categoria de frota, os veículos do ciclo otto (automóveis, comerciais leves e motocicletas) emitem a maior parte de CO e NMCOV veicular, enquanto a frota de veículos pesados contribui com a maior proporção de emissão de NO_x, SO₂, MP e CO₂eq. Esse mesmo padrão é observado em todas as regiões brasileiras (Figura 9).

Figura 9: Contribuição das categorias da frota para as emissões veiculares totais de CO, NOx, SO₂, MP, CO₂eq e NMCOV no Brasil.



Esse resultado revela que a frota de veículos pesados seriam uma meta eficaz para o controle das emissões de NOx, SO₂, MP e CO₂eq, uma vez que representam apenas 4,3% da frota brasileira (DENATRAN, 2018a). As motocicletas são grandes emissoras de CO e NMCOV, representando 27,1% da frota brasileira. Comerciais Leves são os que menos contribuem para as emissões veiculares totais.

O transporte rodoviário é o principal modal de transporte do país. Os Automóveis, veículos comerciais leves e motos são majoritariamente designadas ao transporte de passageiros. Já os veículos pesados são destinados ao transporte de cargas.

A concentração das emissões da frota de automóveis, veículos comerciais leves e motos são observadas nos maiores centros urbanos, como capitais, regiões metropolitanas ou cidades densamente povoadas. Para os poluentes como monóxido de carbono, e compostos orgânicos voláteis não metano que são responsáveis pela maior contribuição dessas categorias, é possível observar nas Figuras 10 e Figura 11 as cidades brasileiras com maiores magnitudes das emissões. Mesmo para os poluentes que são majoritariamente emitidos por veículos pesados, a frota de veículos leves (automóveis, comerciais leves e motos) possuem destaque nas grandes capitais e centros urbanos. Para todos os poluentes é possível observar a menor magnitude das emissões dos veículos comerciais leves e motos. As maiores escalas são restritas aos automóveis e aos veículos pesados devido ao maior consumo de combustível (Anexo III).

Em relação aos veículos pesados, os municípios com maior magnitude das emissões para esta categoria são mais dispersos entre as regiões brasileiras. Pelo fato de serem o principal meio de transporte de cargas, além das elevadas emissões em cidades urbanizadas e industrializadas que possuem denso tráfego de veículo, outros municípios principalmente da região centro-oeste com extensa atividade agropecuária possuem elevada magnitude das emissões para esta categoria.

A distribuição espacial das emissões entre as categorias de veículos nos municípios brasileiros é observada nas Figura 10 e Figura 11.

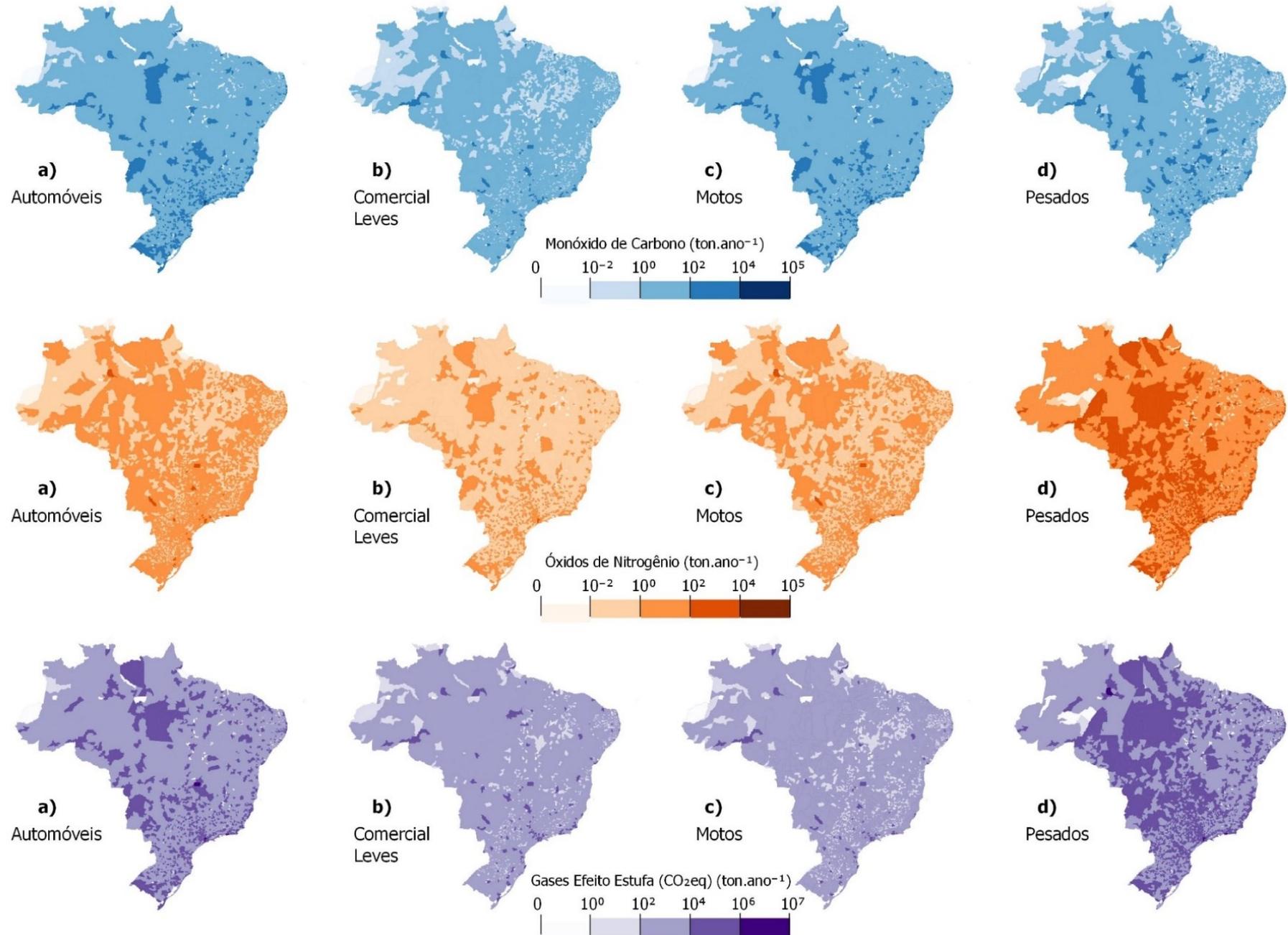
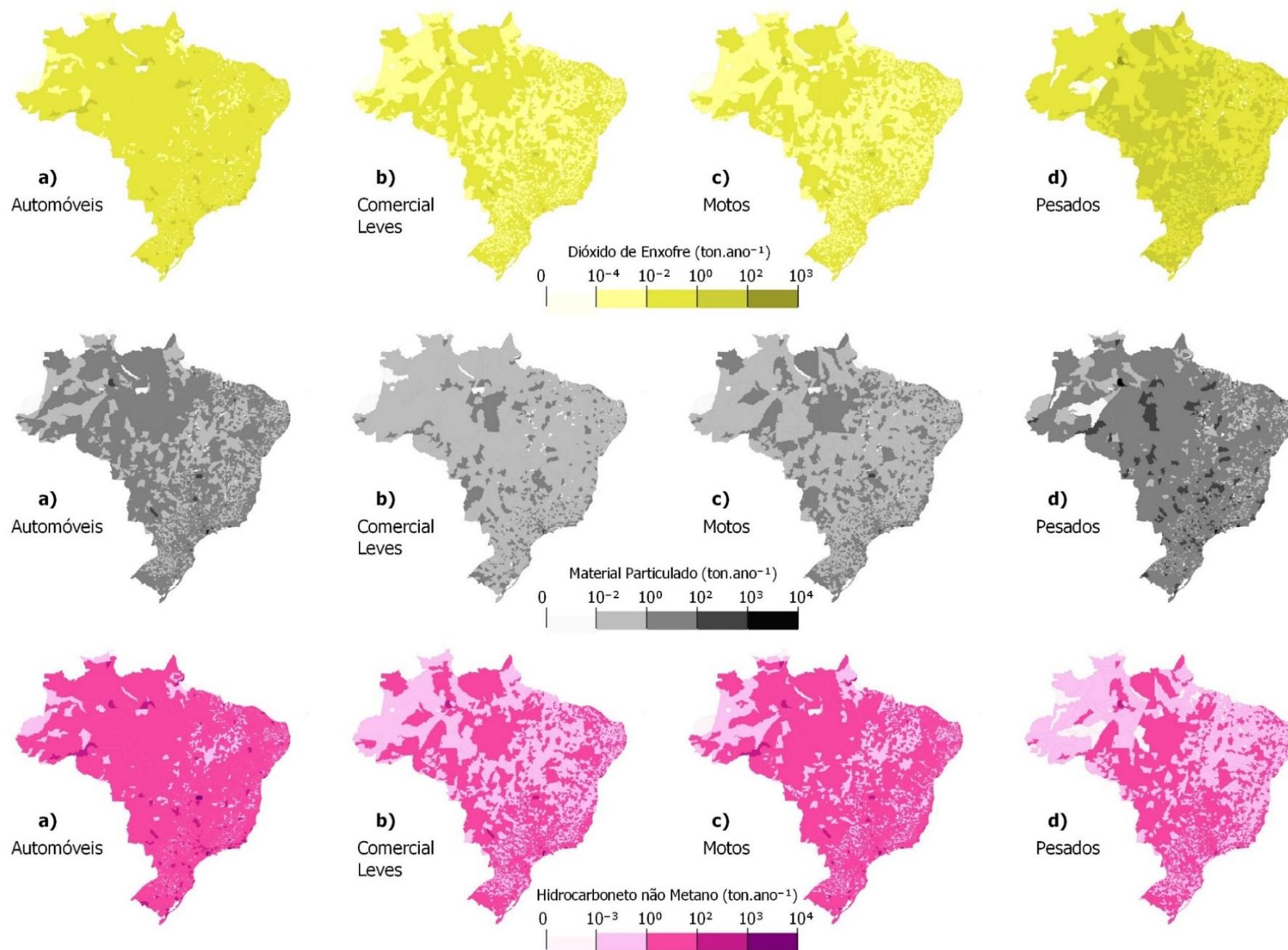
Figura 10: Distribuição espacial das emissões de CO, NOx e CO₂eq entre as categorias de veículos nos municípios brasileiros

Figura 11: Distribuição espacial das emissões de SO₂, MP e NMCOV entre as categorias de veículos nos municípios brasileiros

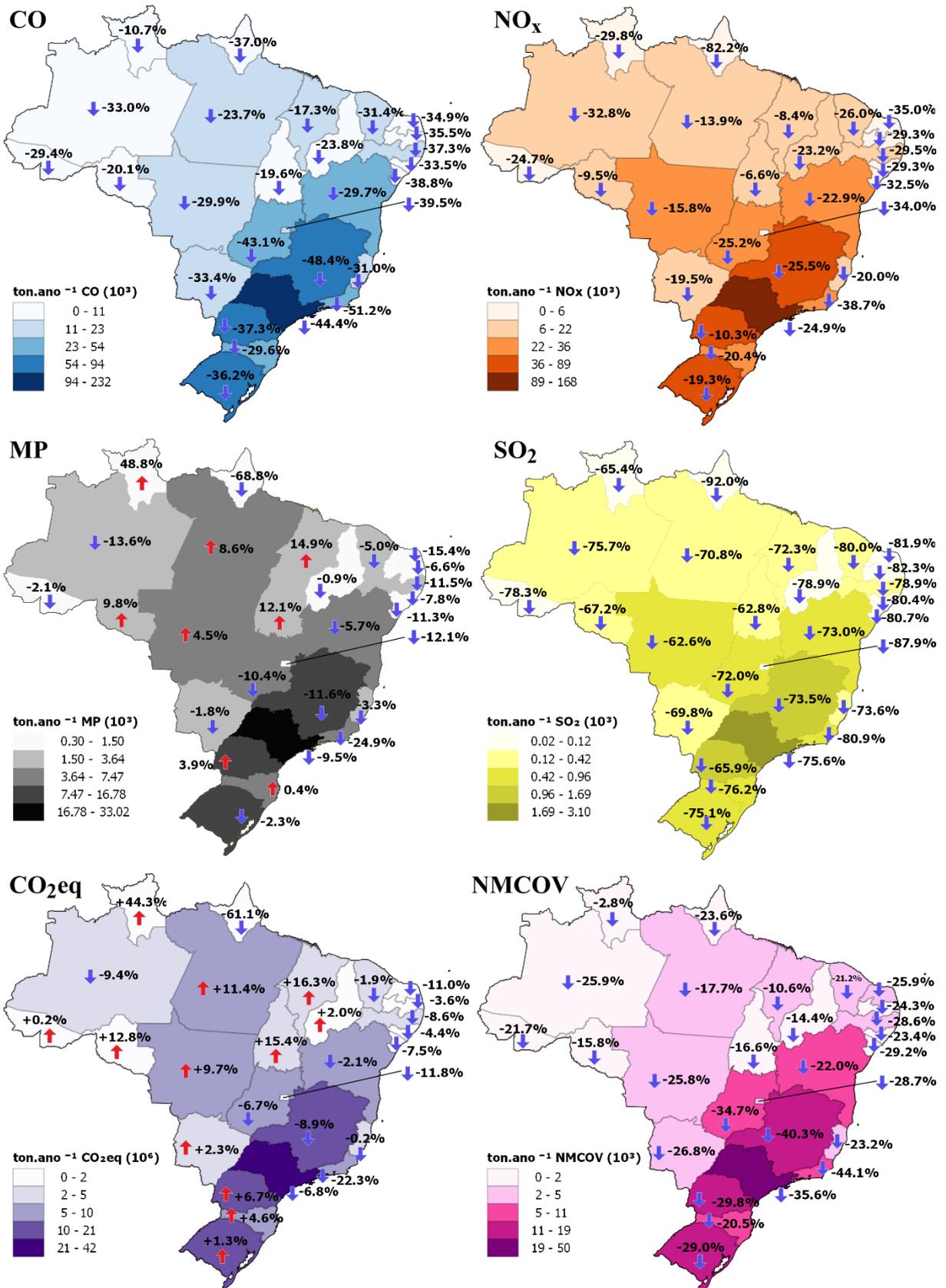
5.3 VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DAS EMISSÕES VEICULARES NO BRASIL

As emissões de CO, NO_x, MP, SO₂, CO₂eq e NMCOV foram analisadas ao longo dos anos de 2013 a 2018 para todos os estados brasileiros e para o distrito federal. A Figura 12 apresenta a magnitude das emissões de poluentes e gases efeito estufas nos estados brasileiros para o ano de 2018. São destacadas com flechas azuis as porcentagens de redução das emissões entre o período de 2013 a 2018, já as flexas vermelhas representam o acréscimo do percentual das emissões.

As emissões de poluentes que possuem regulamentação nos programas de controle de poluição veicular vigente no Brasil como CO, NO_x, e COV obtiveram uma redução da magnitude das emissões em todos os estados brasileiros. O Estado do Rio de Janeiro apresentou as maiores reduções nas emissões de CO (-51.2%), COV (-44.1%) e a segunda maior redução na emissão de NO_x (-38.7%) apenas atrás do Estado do Amapá que apresentou maior redução de NO_x (-82.2%). A região Sudeste que possui a maior contribuição da emissão total do país, maior frota veicular e de consumo de combustível, em média obteve maior redução nas emissões de CO (-43.8%), COV (-35.8%) e a segunda maior redução na emissão de NO_x (-27.3%), apenas atrás da região Norte que apresentou maior redução de NO_x (-28.5%). Em relação as emissões de MP, nem todos os estados apresentaram redução nas emissões desse poluente. Apesar de ser regulamentado as emissões de material particulado por exaustão, os outros processos de emissão veicular como ressuspensão do solo e desgastes de pneus, freios e pista dificultam o controle dessas emissões. Outro poluente analisado é o dióxido de enxofre, este poluente está diretamente relacionado ao teor de enxofre no combustível, que quando reduzido é responsável pela diminuição na emissão de SO₂. Além disso, a redução do teor de enxofre no combustível contribui para melhor eficiência nos sistemas de controle de exaustão e diminuição na emissão de poluentes (PETROBRAS, 2019).

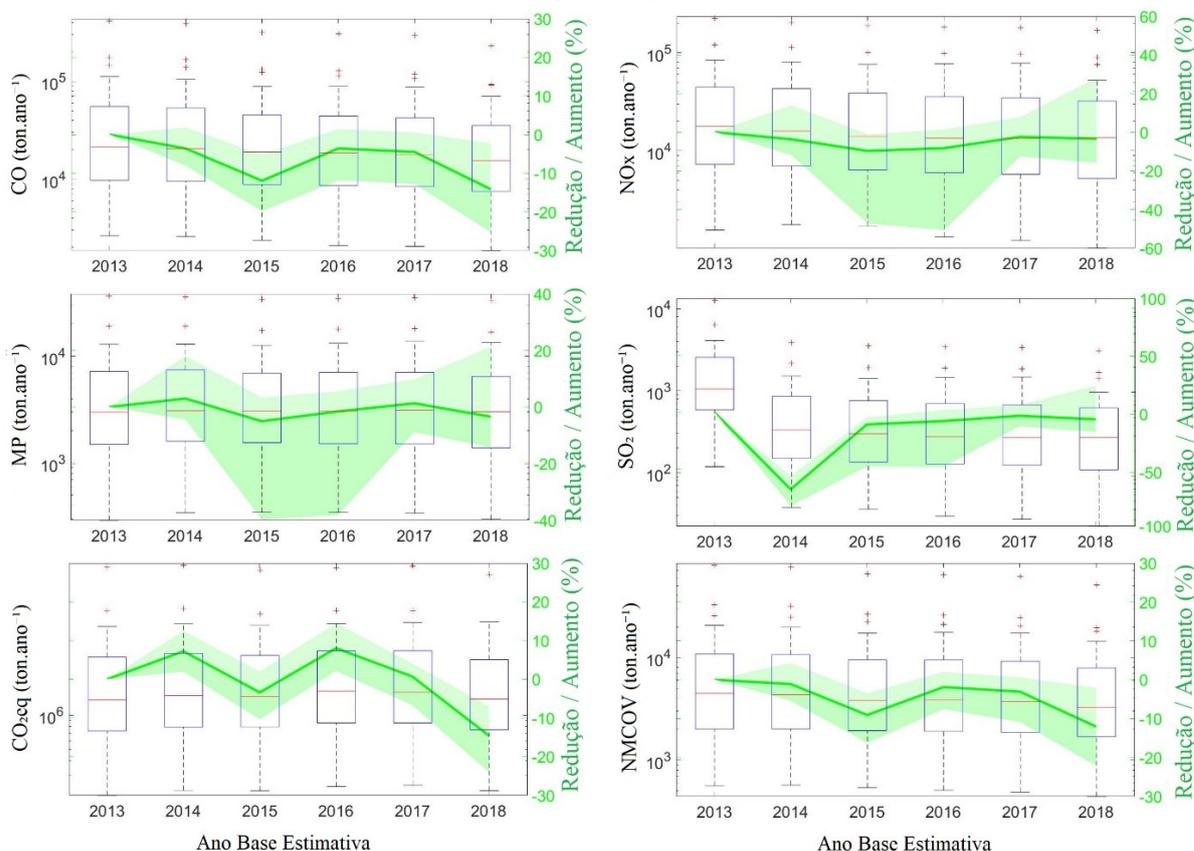
Em contrapartida as emissões de gases efeito estufa equivalente a CO₂ obtiveram um aumento das emissões em 12 estados e redução em 14 estados e no distrito federal. O aumento das emissões de CO₂eq ocorrerem principalmente em estados da região Sul, Centro-Oeste e Norte. A região Norte detém tanto os estados com os maiores aumentos Roraima (44.3%) como os que apresentam maiores reduções Amapá (-61.1%). Já a maioria dos estados com reduções na emissão de gases com potencial efeito estufa ocorreu nas regiões sudeste e nordeste. Este aumento da emissão de gases efeito estufa por veículos rodoviários também foi observado no estudo de (LANG et al., 2016).

Figura 12: Emissões veiculares nos estados brasileiros estimadas com o BRAVES em 2018. Redução ou aumento percentual de 2013 a 2018 indicado por setas.



A média das emissões de CO, SO₂, CO₂eq e COV nos estados brasileiros possui uma tendência de redução das ao longo dos anos de 2013 e 2018. Esses poluentes são majoritariamente emitidos por veículos leves. Em contrapartida, as emissões de NOx e MP que por sua vez são emitidos em maior proporção por veículos pesados, possuem uma redução média menos acentuada, praticamente uma estabilidade nas emissões ao longo do período analisado. A Figura 11 apresenta a média (linha verde) das emissões nos 26 estados mais o distrito federal entre os anos de 2013 e 2018. A região sombreada em verde representa as máximas reduções ou aumento das emissões nos estados para cada ano.

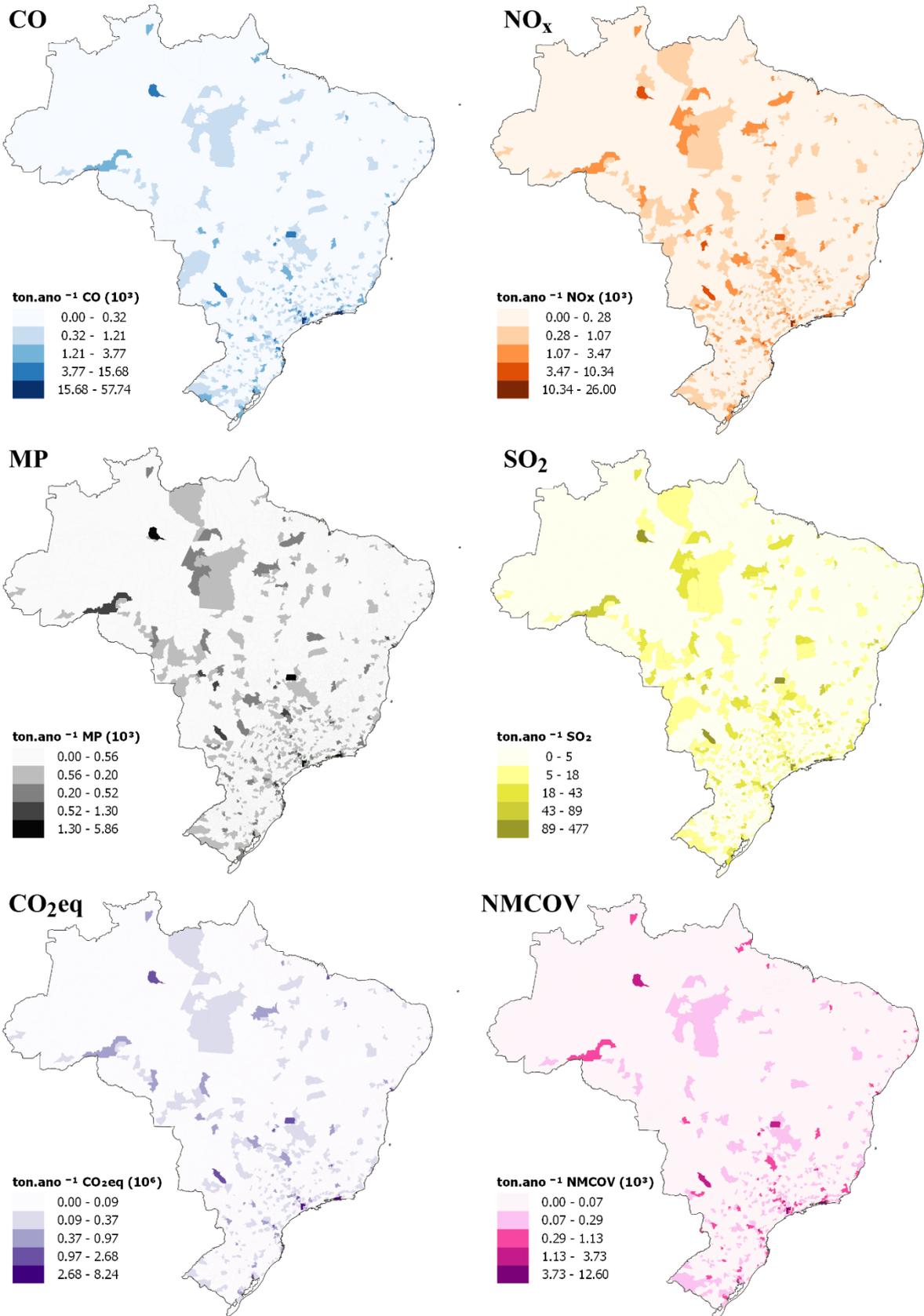
Figura 13: Variabilidade interanual da redução e aumento das emissões entre os estados brasileiros. A média, mínimas e máximas entre os anos são representados pela linha e sombreado verde respectivamente.



Apesar da média das reduções nas emissões de NOx e MP entre o ano de 2013 e 2018 serem menos acentuadas, foram para esses poluentes que tiveram estados com maiores reduções (40%) da magnitude das emissões entre os estados nos anos de 2015 e 2016. No ano de 2016 observou-se um aumento médio das emissões para todos os poluentes em relação ao ano de 2015. Em 2018 a menor média das emissões de todos os poluentes nos estados brasileiros.

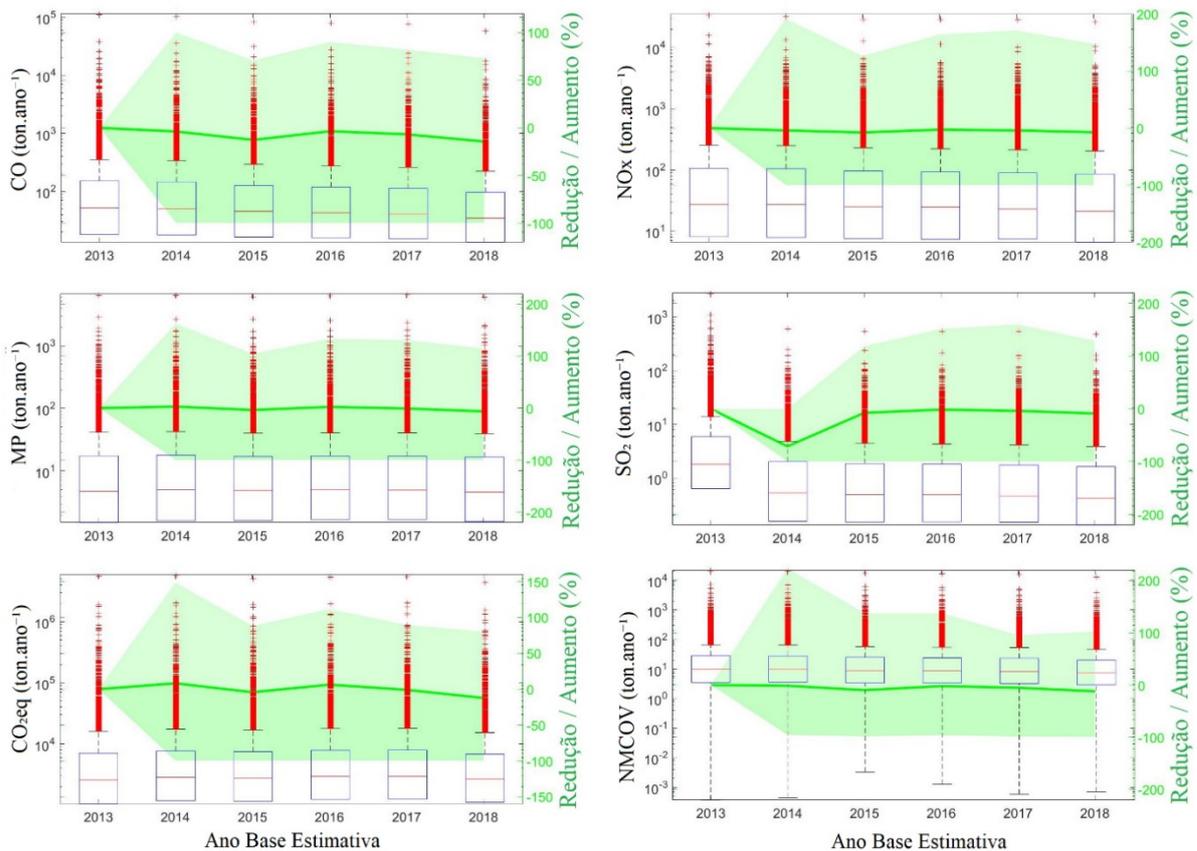
A análise espacial das emissões também foi realizada para os municípios brasileiros conforme apresentado na Figura 12. As cores mais fortes no mapa representam os municípios com a maior emissão em toneladas para o ano de 2018.

Figura 14: Emissões veiculares nas cidades brasileiras estimadas com o BRAVES em 2018.



As emissões de CO, CO_{2eq} e COV possuem maior destaque em municípios da região Sul e Sudeste e capitais estaduais. Essas são as regiões mais urbanizadas do país, com alta densidade demográfica e de veículos, principalmente veículos leves. Esses poluentes são emitidos predominantemente por veículos leves. As emissões de NO_x, MP e SO₂ são mais dispersas no território nacional, além dos municípios mais urbanizados, cidades da região Norte e Centro-Oeste possuem maior destaque para estes poluentes indicando a maior distribuição de veículos pesados e consumo de óleo diesel. A Figura 13 apresenta a média (linha verde) das emissões nos municípios brasileiros entre os anos de 2013 e 2018. A região sombreada em verde representa o percentil 90 das máximas reduções ou aumento das emissões nos municípios para cada ano.

Figura 15: Variabilidade interanual da redução e aumento das emissões entre os municípios brasileiros. A média, mínimas e máximas entre os anos são representados pela linha e sombreado verde respectivamente.



A mediana das emissões nos municípios brasileiros apresentadas no diagrama de caixa tende a ter uma redução mais acentuada para as emissões de CO e SO₂. O aumento da eficiência dos motores e da qualidade do combustível interferem diretamente na emissão desses poluentes. Em relação aos demais poluentes (NO_x, MP, CO_{2eq} e NMCOV) o perfil de emissões nos municípios brasileiros é mais equilibrado. Esses poluentes são emitidos majoritariamente por

veículos pesados (NO_x, MP e CO₂eq) ou não possuem programas de controle de emissões em todos os processos de emissão veicular (MP e NMCOV).

Em relação a variação do aumento e redução das emissões dos veículos ao longo dos anos foi observada uma oscilação maior em comparação a análise feita nos estados. Alguns municípios aproximadamente dobraram as emissões de poluentes entre os anos analisados. Também tiveram municípios que reduziram totalmente as emissões no seu território. Este foi um dos motivos pelo uso do percentil 90, que de certa forma desconsideraria a variação das emissões em municípios muito pequenos. Vale ressaltar que este fato está vinculado diretamente com o consumo de combustível nos municípios. Cidades muito pequenas podem deixar de vender combustível no seu território o que ocasionaria a ausência de estimativas para este município. Em contrapartida a conurbação em regiões metropolitanas, também podem fazer com que municípios tenham um aumento significativo nas emissões, mas o veículo pode estar circulando em outra cidade.

5.4 AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DAS REGULAMENTAÇÕES VEICULARES NOS FATORES DE EMISSÃO DOS VEÍCULOS

Os fatores de emissão de exaustão ponderados da frota veicular brasileira foram calculados considerando os fatores de emissão, dados de ano modelo, tipo de combustível da frota veicular e porcentagens de consumo de combustível de cada categoria. Os resultados referentes ao ano de 2018 são apresentados na Tabela 9 para cada categoria de veículo e poluente. As porcentagens de redução ou aumento dos fatores de emissões em relação a estimativa do ano de 2013 também são apresentadas na Tabela 9. O fator de emissão de CO₂ para os veículos pesados não foram apresentados devido os valores serem expressos em kg.L⁻¹ de combustível.

Tabela 9: Fator de emissão de exaustão ponderado na estimativa do ano de 2018 para CO, NMHC, NO_x, MP_{2,5}, CO₂ e N₂O entre as categorias de veículos no Brasil e a porcentagem de redução em relação a estimativa do ano de 2013

	FE ponderado (% redução/aumento)					
	CO g.km ⁻¹	NMHC g.km ⁻¹	NO _x g.km ⁻¹	MP _{2,5} g.km ⁻¹	CO ₂ 10 ³ g.km ⁻¹	N ₂ O g.km ⁻¹
Automóveis	12,3327 (-43,8%)	0,9316 (-41,4%)	0,9965 (-40,0%)	0,0080 (-8,4%)	1,6093 (-0,74%)	0,1716 (+0,6%)
Comerciais Leves	2,0131 (-44,0%)	0,1233 (-44,0%)	0,1576 (-37,0%)	0,0026 (-1,1)	0,2677 (-2,8%)	0,0252 (+2,5%)
Motos	7,8930 (-20,0%)	0,8579 (-20,2)	0,3769 (-14,3%)	0,0164 (-19,1%)	0,1509 (-6,2%)	0,0058 (-3,2%)
Pesados	2,6528 (-22,6%)	0,2123 (-56,0%)	15,1972 (-21,3%)	0,4689 (-31,1%)	-- --	0,1113 (+0,6%)

Entre os anos de 2013 e 2018 o fator de emissão médio no Brasil reduziu para todos os poluentes em todas as categorias, com exceção ao N_2O que apresentou aumento para as categorias automóveis, comerciais leves e pesados. Este fato pode estar associado a não regulamentação das emissões de N_2O pelo PROCONVE. Os veículos comerciais leves e automóveis apresentam a maior redução do fator de emissão ponderado para o CO, essas categorias possuem os maiores fatores de emissão para este poluente. Já os veículos pesados apresentaram a maior redução para $MP_{2,5}$, e possuem os maiores fatores de emissão para NOx e $MP_{2,5}$. As motos apresentaram a maior redução do fator de emissão ponderado para o CO_2 . A implementação de novas fases, com tecnologias mais avançadas contribuem com a redução dos fatores de emissões de poluentes de origem veicular. Atualmente no Brasil as regulamentações do PROCONVE e do PROMOT estão na fase L6 para os automóveis e veículos comerciais leves, P7 para os veículos pesados e M4 para as motocicletas. No anexo IV são apresentados os fatores de emissão para cada categoria de veículo e as fases dos programas PROCONVE e PROMOT.

A frota veicular brasileira é heterogênea e de acordo com as regiões, estados e municípios os fatores de emissão podem apresentar variações. A Figura 16 e Figura 17 apresentam os fatores de emissões médios de CO e NOx respectivamente para cada ano de estimativa em todos os estados brasileiros bem como os valores máximos e mínimos dos municípios de cada estado.

Figura 16: Fator de emissão ponderado de CO nos estados brasileiros para cada ano de estimativa e valores máximos e mínimos nos municípios de cada estado

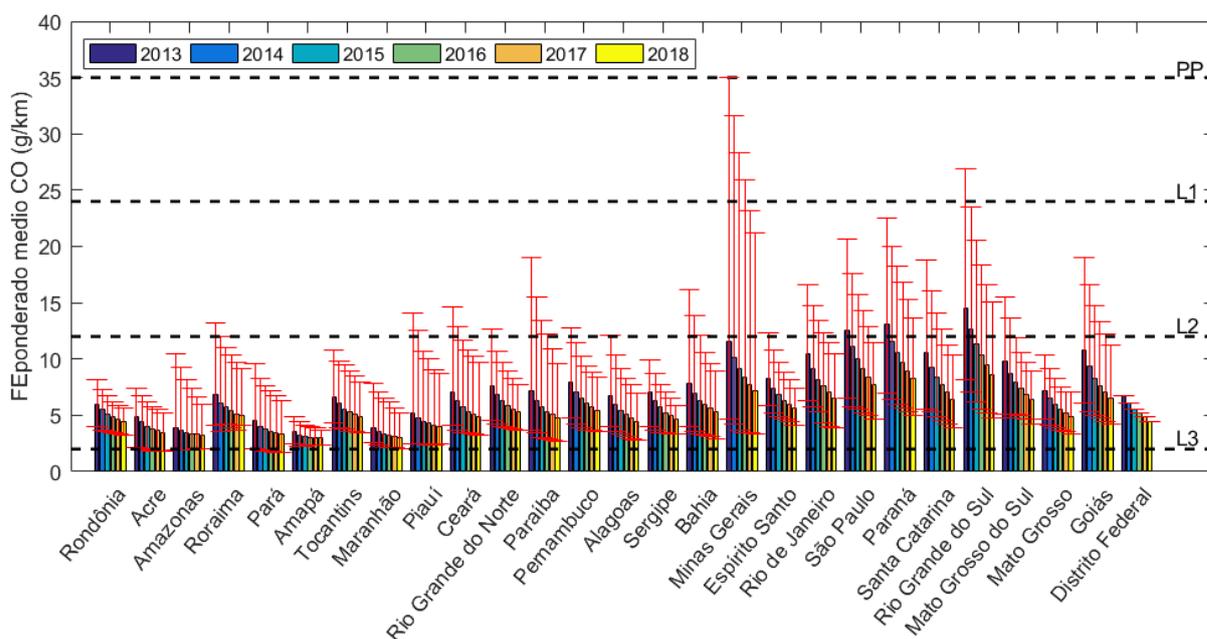
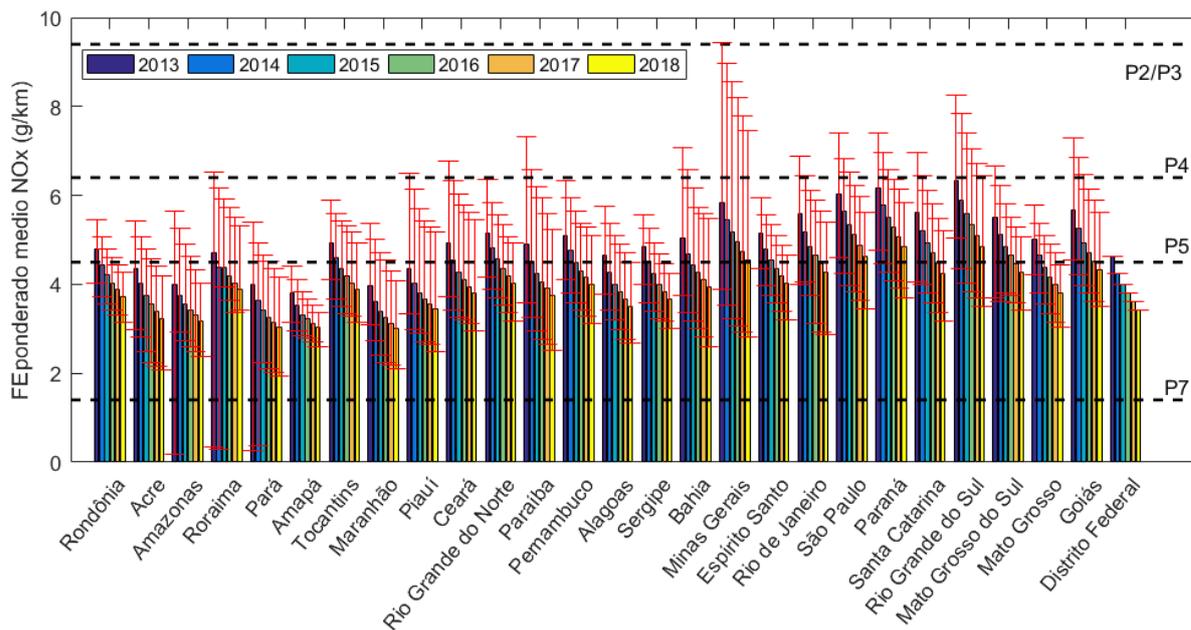


Figura 17: Fator de emissão ponderado de NO_x nos estados brasileiros para cada ano de estimativa e valores máximos e mínimos nos municípios de cada estado



Todos os estados brasileiros apresentaram redução nos fatores de emissão ponderados tanto para CO como para NO_x. Os estados da região norte, se destacam com as menores ponderações dos fatores de emissão. Esta região brasileira possui cidades com menor número de veículos registrados e maior proporção de motocicletas na frota veicular (Tabela 8). Em contrapartida, estados da região sul e sudeste, mais urbanizados e industrializados, contemplam os municípios com maior frota de veículos leves e pesados, conseqüentemente o maior fator de emissão para ambos os poluentes.

O monóxido de carbono, emitido majoritariamente por veículos leves (Figura 9) teve o menor fator de emissão ponderado (1,74 g/km) em cidades do Acre, Amazonas, Pará, Amapá, Maranhão e Piauí, com valor equivalente a um automóvel novo de ano modelo de 1997, pertencente a fase L3 do PROCONVE. Dados de frota veicular do DENATRAN (2018) apresentam que pequenos municípios do norte e nordeste tem maior proporção de motos na frota veicular, logo os valores de fatores de emissão ponderados, seriam equivalentes ao fator de emissão de uma motocicleta nova de ano modelo de 2006, fase M2 do PROMOT. A cidade com maior fator de emissão ponderado de CO foi estimada no estado de Minas Gerais com fator de emissão de 34,99 g/km, valor equivalente a um automóvel novo de ano modelo de 1982 pertencente a fase pré-PROCONVE.

Os veículos pesados são equipados com motores do ciclo diesel e emitem a maior parcela de óxidos de nitrogênio. Assim como apresentado para o monóxido de carbono, Minas Gerais possui a cidade com maior fator de emissão ponderado de NO_x (9,44 g/km) equivalente

a um veículo pesado novo de ano modelo de 1999 da fase P2/P3 do PROCONVE. As estimativas de emissões nos anos de 2013 e 2014 em municípios do Amazonas, Roraima e Pará registraram os menores fatores de emissões ponderados (0,18 g/km), valor equivalente ao fator de emissão de um veículo pesado novo da fase P7 do PROCONVE. O fato de que nas estimativas dos anos de 2013 e 2014 serem estimados fator de emissão ponderado menor que as estimativas dos demais anos, está associado a pequenos municípios consumirem um pequeno volume de venda de diesel nesses anos, e nos anos posteriores não registrarem vendas de combustível, não sendo considerada as emissões.

Maes et. al (2019) que utilizaram abordagem semelhante para ponderações do fator de emissão, apresentam que a média ponderada do CO para frota de veículos da grande Florianópolis corresponde ao fator de emissão de um veículo ano modelo de 1996 (fase L2 do PROCONVE. Já para o NOx, o fator de emissão ponderado é equivalente a um veículo de ano modelo de 2006 (Fase P5). São valores próximos do que se estima para a frota do estado de Santa Catarina (Figura 16 e Figura 17). Além disso as fases do PROCONVE tiveram maior eficiência na implementação da fase L3 para automóveis e veículos comerciais leves e P3 e P7 para veículos pesados.

Apesar das reduções dos fatores de emissões, o ganho dos avanços tecnológicos das fases do PROCONVE e do PROMOT podem ser comprometidas pelo aumento da taxa de atividade veicular (consumo de combustível), redução ou falta de manutenção veicular e da deterioração dos veículos devido ao aumento do acúmulo de quilometragem percorrida. CETESB (2019) e Maes et al. (2019) afirmam que a presença de parcela de veículos antigos com tecnologia defasada ainda é significativa o que pode ponderar o aumento do fator de emissão na frota de veicular. Além disso IBARRA-ESPINOSA et al., (2020) ressalta que os fatores de emissões brasileiros de veículos leves e motocicletas possuem fontes de incertezas. No Brasil os fatores de emissões são provenientes de medições em dinamômetro realizadas pela Companhia ambiental do estado de São Paulo, porém foi descoberto que estas emissões podem ser muito diferentes das emissões produzidas no tráfego real (FRANCO et al., 2013; PELKMANS; DEBAL, 2006).

5.5 BRAVES COMPARADO COM INVENTÁRIOS GLOBAIS, NACIONAIS E LOCAIS

O Modelo BRAVES foi comparado aos inventários de emissões veiculares globais, nacionais e locais, em escalas nacional, estadual e municipal. Cada modelo de inventário de emissão possui suas peculiaridades e diferentes abordagens *bottom-up* ou *top-down*. Além disso inventários de emissões globais ou de inventários de gases efeito estufa são singelos em representar as emissões veiculares por processo de formação ou categoria de veículos. Em contrapartida inventários de emissões regionais necessitam de uma grande quantidade de dados nas suas estimativas.

O Sistema de Estimativa de Emissão e Remoção de Gases de Efeito Estufa (SEEG) (AZEVEDO et al., 2018) é um sistema de inventário de emissões que estima as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em cada município brasileiro. O SEEG apresenta as emissões por setores, como energia (consumo de combustível), agricultura, mudança no uso do solo, processo industrial e gestão de resíduos. Em âmbito nacional, o modelo BRAVES e SEEG apresentaram *Fractional Bias* variando de -26% a 14% (Tabela 10). As estimativas do SEEG foram subestimadas para poluentes emitidos majoritariamente por veículos leves (CO e NMHC), e superestimadas para NOx e CO₂eq que são predominantemente emitidos por veículos pesados. O menor *Fractional Bias* entre os modelos foi observado para as estimativas de CO₂eq, para este poluente, os modelos utilizam diferentes abordagens, sendo utilizado o *top-down* no BRAVES e *bottom-up* no SEEG.

O inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários elaborado por (MMA, 2011, 2014) também foi comparado. Os modelos do inventário nacional e SEEG seguem as mesmas metodologias (AZEVEDO et al., 2018), entretanto o inventário nacional não realiza estimativas a nível de cidade. As diferenças entre o modelo BRAVES e o inventário nacional (MMA, 2011, 2014) são relativamente baixas. As estimativas do BRAVES são ligeiramente maiores para CO (14%) e NMVOC (9%), e menores para CO₂eq (-11%), NOx (-17%) e MP_{2,5} (-20%) (Tabela 10). A maior discrepância foi observada para o MP₁₀ (130%). Assim como observado na comparação com o SEEG, as emissões do BRAVES são maiores para poluentes majoritariamente emitido por veículos leves (CO e NMHC) e menores para poluentes com maior contribuição por veículos pesados (CO₂eq, NOx e MP). A vantagem de usar o BRAVES reside na capacidade de fazer estimativas a nível de cidade e de abordar as características da frota local, desagregar as emissões por categorias de veículos e do consumo de combustível.

Ainda considerando uma escala de país, as estimativas do BRAVES foram comparadas com o Banco de Dados de Emissões para Pesquisa Atmosférica Global (EDGAR v4.3.2 e EDGAR v5.0). (<https://edgar.jrc.ec.europa.eu/>) (CRIPPA et al., 2018a, 2020). Em geral as estimativas do BRAVES foram muito mais baixas do que o EDGAR. O *Fractional Bias* entre BRAVES e emissões veiculares de EDGAR v5.0 foi de -146% para CO, -143% para NMHC, -73% para MP_{2,5}, -134% para MP₁₀, -59% para NO_x e -21% para CO₂eq (Tabela 10). A mesma comparação foi feita com a versão anterior EDGARv4.3.2 que apresentou *Bias* e *Fractional Bias* um pouco menor que a versão atual. Conforme relatado por Madrazo et al. (2018), a maioria dos fatores de emissão do transporte rodoviário são superestimados no modelo EDGAR. Grandes discrepâncias também foram encontradas por Huneus et al. (2020) entre EDGAR e dados de emissões de cidades locais e nacionais para o mesmo domínio. Huneus et al. (2020) não recomendam o uso de um inventário global de emissões para derivar as emissões em nível municipal.

Tabela 10: *Bias* e *Fractional Bias* entre as estimativas de CO, NO_x, MP_{2,5}, MP₁₀, CO₂eq e NMHC no BRAVES e outros inventários veiculares - Âmbito Nacional

Referência	Escala Espacial	Ano Base	BIAS (<i>Fractional Bias</i>)					
			CO ton.ano ⁻¹	NO _x ton.ano ⁻¹	MP _{2,5} ton.ano ⁻¹	MP ₁₀ ton.ano ⁻¹	CO ₂ eq 10 ⁶ ton.ano ⁻¹	NMHC ton.ano ⁻¹
Escala nacional								
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018)	País Brasil 5570 municípios	2013	-96,091 (0.07)	271,550 (-0.26)	-	-	5.07 (-0.03)	-36,322 (0.14)
Inventário Nacional (MMA, 2014)		2012	-181,903 (0.14)	176,049 (-0.17)	6,909 (-0.20)	-96,420 (1,30)	22.84 (-0.11)	-22,430 (0.09)
EDGARv4.3.2 (Crippa et al., 2018)		2012	7,557,998 (-1.45)	634,542 (-0.51)	35,007 (-0.73)	-	33.89 (-0.16)	1,350,215(-1.42)
EDGARv5.0 (CRIPPA et al., 2020)		2013	7,695,668 (-1.46)	766,519 (-0.59)	34,685 (-0.73)	-98,104 (1.34)	43.74 (-0.21)	1,377,575(-1.43)

Na escala estadual, o BRAVES foi comparado com o inventário de emissões veiculares do estado de São Paulo (CETESB, 2015) e do estado de Minas Gerais (SANTOS, 2018) (Tabela 11), ambos utilizam a abordagem *bottom-up* nas suas estimativas.. Em São Paulo, as diferenças entre o BRAVES e o modelo utilizado pela CETESB (2015) variam de -1% (CO) a 35% (MP_{2,5}), enquanto em Minas Gerais variam de 2% (NO_x) a 52% (CO). Se compararmos as emissões de MP₁₀ do BRAVES com o inventário de do estado de Minas Gerais, o *Fractional Bias* é de 120%. O inventário do estado de São Paulo não estima as emissões de particulados do processo não exaustivo.

Para os estados de São Paulo e Minas Gerais também foram comparados os modelos BRAVES e SEEG (Tabela 11). Em geral para ambos os estados foram observadas boas similaridade. O menor *Bias* foi apresentado nas estimativas de CO₂eq, que para os dois estados tiveram um *Fractional Bias* de 1%. Uma forte correlação entre as estimativas de BRAVES e SEEG é observada no estado de São Paulo (Apendice H).

Tabela 11: *Bias e Fractional Bias* entre as estimativas de CO, NO_x, MP_{2,5}, MP₁₀, CO₂eq e NMHC no BRAVES e outros inventários veiculares - Âmbito Estadual

Referência	Escala Espacial	Ano Base	<i>BIAS (Fractional Bias)</i>					
			CO ton.ano ⁻¹	NO _x ton.ano ⁻¹	MP _{2,5} ton.ano ⁻¹	MP ₁₀ ton.ano ⁻¹	CO ₂ eq 10 ⁶ ton.ano ⁻¹	NMHC ton.ano ⁻¹
Escala Estadual								
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018)	São Paulo 645 municípios	2013	-42,227 (0.11)	52,783 (-0.21)	-	-	0.42 (-0.01)	-12.441 (0.17)
(CETESB, 2014)			5,120 (-0.01)	-32,043 (0.15)	-2,308 (0.35)	-	-4.94 (0.11)	-6.870 (0.09)
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018)	Minas Gerais 853 municípios	2015	-43,975 (0.29)	8,358 (-0.07)	-	-	-0.12 (0.01)	-10.015 (0.36)
(SANTOS, 2018)			-72,865 (0.52)	-2,576 (0.02)	78 (-0.02)	-10,531 (1,20)	-	-6.653 (0.23)

Na escala local, o BRAVES foi comparado com o inventário de emissões veiculares do estado de São Paulo para as regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas, Vale do Paraíba e Litoral Norte, Sorocaba e Baixada Santista (CETESB, 2015) (Tabela 12). A CETESB utiliza em seus inventários a abordagem *bottom-up*, com exceção para o CO₂ que utilizada a abordagem *top-down*. O maior *Fractional Bias* foi observado para o NMHC na região metropolitana de Sorocaba (-41%) e para o material particulado fino para as demais regiões metropolitanas. O menor *Fractional Bias* entre as regiões foi observado para o CO (5%) na região metropolitana de São Paulo, com exceção para a baixada santista que para este poluente foi encontrada a maior diferença. Os demais poluentes comparados entre as regiões metropolitanas apresentaram valores semelhantes com diferenças de 5% a 15% para NO_x e 12% a 14% para o CO₂eq.

Para as regiões metropolitanas de São Paulo também foi feita a comparação com estudo realizado por Ibarra-Espinosa et al, (2020) utilizando o software *Vehicle Emission Inventory* (VEIN). VEIN é um modelo com abordagem *Bottom-Up* de alta resolução espacial e temporal que leva em consideração a classificação de veículos em várias categorias, diferentes opções de fatores de emissão, especificações de poluentes, e tráfego de entrada de simulações de tráfego ou outras fontes baseadas nas estradas. Em geral, foi alcançada uma boa concordância, exceto para Campinas, Sorocaba e Baixada Santista. O menor *Fractional Bias* entre BRAVES e VEIN foi observado nas regiões metropolitanas de São Paulo e do Vale do Paraíba.

Em relação ao inventário da região metropolitana do Rio de Janeiro, o modelo BRAVES foi comparado com as duas abordagens utilizadas por INEA (2016), *Top-down* (A) e *Bottom-up* (B). As menores discrepâncias foram observadas quando comparadas as estimativas utilizando o método *Top-down*. As estimativas do BRAVES foram maiores, com exceção as estimativas de NO_x (-26%), o *Fractional Bias* oscilou entre 22% para o material particulado fino e 62% para as emissões de MP₁₀. Em comparação com as estimativas apresentados por (INEA, 2016) - B utilizando a abordagem *Bottom-up*, o inventário da região metropolitana do Rio de Janeiro subestimou as emissões para todos os poluentes.

Comparando o BRAVES com o inventário refinado da região da Grande Vitória – ES (IEMA, 2019), o BRAVES alcançou um resultado relativamente bom para as emissões de CO, NO_x, MP_{2,5} e MP₁₀ (Tabela 12). No entanto, o modelo BRAVES subestimou as emissões de hidrocarbonetos não metano (NMHC) em -89%. O inventário de emissões desenvolvido em Vitória utilizou várias medições in loco, incluindo monitoramento próximo à rodovia. BRAVES utiliza um fator de emissão fixo para estimar as emissões de MP₁₀, sendo insensível ao tipo de estrada (pavimentada ou não), cargas de sedimentos e condições locais detalhadas. Esta desvantagem pode levar a erros na estimativa de emissões de material particulado, o que poderia justificar o *Bias* em comparação com o inventário de Vitória. Porém entre as comparações com os demais estudos, BRAVES e IEMA (2019) apresentaram o menor viés (-40%) para o MP₁₀. Estudos futuros podem explorar as diferenças entre os resultados do BRAVES e modelos de inventários sofisticados.

BRAVES também foi comparado ao inventários de alta resolução nas regiões metropolitanas de Florianópolis (MAES et al., 2019) e Fortaleza (POLICARPO et al., 2018), ambas utilizando a abordagem *Bottom-up* nas estimativas. O modelo apresentou boa similaridade para a maioria dos poluentes estimados (Tabela 12). Em Florianópolis, Maes et al., (2019) não consideram as emissões de desgaste de estradas, pneus e pista e de ressuspensão do solo, o que pode justificar o maior *Fractional Bias* entre os poluentes.

Comparando BRAVES e SEEG (setor de energia) entre as regiões metropolitanas, os modelos apresentaram estimativas próximas de CO e CO₂eq nas escalas municipais. Um *Bias* maior é observado nas emissões de NO_x e NMHC. BRAVES apresenta uma caracterização mais detalhada das emissões veiculares, incluindo as emissões de cada categoria da frota. As emissões de material particulado são calculadas para cada processo de formação no BRAVES, enquanto no SEEG esse poluente não é estimado. BRAVES e SEEG têm finalidades de apresentações diferentes. BRAVES é um sistema de inventário de emissões veiculares com foco em questões de qualidade do ar e critérios de poluentes, e SEEG é um inventário de GEE.

Não avaliamos a incerteza associada as entradas e parâmetros no BRAVES, que podem refletir na precisão dos resultados. Embora a maioria dos métodos comparados na Tabela 2 use uma abordagem semelhante para o fator de deterioração. Uma comparação abrangente entre os métodos seria necessária para levar em conta a incerteza associada aos fatores de emissão.

Tabela 12: *Bias e Fractional Bias* entre as estimativas de CO, NO_x, MP_{2,5}, MP₁₀, CO_{2eq} e NMHC no BRAVES e outros inventários veiculares – Âmbito Regional

Referência	Escala Espacial	Ano Base	BIAS (Fractional Bias)					
			CO ton.ano ⁻¹	NO _x ton.ano ⁻¹	MP _{2,5} ton.ano ⁻¹	MP ₁₀ ton.ano ⁻¹	CO _{2eq} 10 ⁶ ton.ano ⁻¹	NMHC ton.ano ⁻¹
Escala de Região Metropolitana								
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018) (CETESB, 2015) (IBARRA-ESPINOSA et al., 2020)	São Paulo/SP (39 municípios)	2014	-25,862 (0.16)	14,621 (-0.22)	-	-	0.14 (-0.01)	-8,020 (0.28)
			-8,031 (0.05)	-4,194 (0.07)	-420 (0.25)	-	-1.82 (0.12)	1,751 (-0.05)
			6,479 (-0.04)	15,026 (-0.23)	377 (-0.18)	-	4.95 (-0.27)	926 (-0.03)
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018) (CETESB, 2015) (IBARRA-ESPINOSA et al., 2020)	Campinas/SP (20 municípios)	2014	-1,195 (0.04)	4,938 (-0.27)	-	-	0.00 (0.00)	-876 (0.15)
			3,080 (-0.09)	-1,796 (0.12)	-127 (0.29)	-	-0.50 (0.14)	914 (-0.14)
			66,263 (-1.02)	36,179 (-1.07)	1,993 (-1.33)	-	5.34 (-0.83)	24,605 (-1.33)
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018) (CETESB, 2015) (IBARRA-ESPINOSA et al., 2020)	Vale do Paraíba e Litoral Norte/SP (39 municípios)	2014	-4,305 (0.19)	2,746 (-0.21)	-	-	0.05 (-0.02)	-1,149 (0.27)
			1,986 (-0.08)	-1,691 (0.15)	-129 (0.38)	-	-0.34 (0.13)	491 (-0.10)
			628 (-0.02)	-146 (0.01)	133 (-0.29)	-	-0.61 (0.25)	3,766 (-0.56)
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018) (CETESB, 2015) (IBARRA-ESPINOSA et al., 2020)	Sorocaba/SP (27 municípios)	2014	-1,299 (0.07)	2,606 (-0.25)	-	-	0.00 (0.00)	426 (-0.15)
			1,310 (-0.07)	-438 (0.05)	-51 (0.18)	-	-0.27 (0.13)	1,383 (-0.41)
			5,205 (-0.24)	2,500 (-0.24)	266 (-0.60)	-	-0.01 (0.00)	5,082 (-0.97)
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018) (CETESB, 2015) (IBARRA-ESPINOSA et al., 2020)	Baixada Santista/SP (9 municípios)	2014	1,583 (-0.16)	2,260 (-0.30)	-	-	-0.01 (0.01)	-49 (0.03)
			4,208 (-0.37)	-320 (0.05)	-12 (0.06)	-	-0.17 (0.12)	692 (-0.30)
			15,525 (-0.91)	9,247 (-0.83)	601 (-1.22)	-	0.88 (-0.44)	6,202 (-1.23)
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018) (INEA, 2016) – A (INEA, 2016) – B	Rio de Janeiro/RJ (21 municípios)	2013	-10,946 (0.18)	9,829 (-0.26)	-	-	0.33 (-0.05)	-2,861 (0.26)
			-25,256 (0.47)	9,793 (-0.26)	-225 (0.22)	-2,109 (0.62)	-	-4,974 (0.50)
			-40,802 (0.89)	-17,551 (0.74)	-763 (1.04)	-3,526 (1.32)	-	-8,419 (1.03)
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018) (IEMA, 2019)	Grande Vitória/ES (5 municípios)	2015	616 (-0.06)	530 (-0.08)	-	-	-0.20 (0.13)	-350 (0.19)
			1,594 (-0.15)	2,679 (-0.35)	95 (-0.35)	-629 (-0.40)	-	3,206 (-0.89)
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018) (MAES et al., 2019)	Florianópolis/SC (5 municípios)	2017	1,068 (-0.14)	941 (-0.41)	-	-	0.00 (0.00)	-357 (0.25)
			2,302 (-0.28)	1,188 (-0.49)	47 (-0.64)	-	-	-
SEEG v8.0 (AZEVEDO et al., 2018) (POLICARPO et al., 2018)	Fortaleza/CE (6 municípios)	2015	3,299 (-0.23)	3,191 (-0.45)	-	-	0.10 (-0.05)	-199 (0.07)
			-899 (0.07)	-2,700 (0.66)	-41 (0.32)	-	-	-1,298 (0.60)

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho apresenta o Brazilian Vehicular Emissions Software - BRAVES. Um software para elaborar inventários de emissão veicular, capaz de alocar as emissões de diferentes processos veiculares por categoria de frota no tempo e espaço. Um método probabilístico foi utilizado para ponderar os fatores de emissão, e associado a uma abordagem *top-down*, estimou-se as emissões de exaustão, evaporação, desgaste de pneus, freios, pista e ressuspensão do solo.

O inventário foi elaborado para o Brasil, considerando todos os municípios de todos os estados para o período de seis anos entre 2013 e 2018. As emissões totais no ano de 2018 foram de 861.980 ton. de CO, 712.261 ton. de NO_x, 13.516 ton. de SO₂, 21.172 toneladas de MP_{2,5}, 121.789 toneladas de MP₁₀, 183,9 (10⁶) ton. de CO₂eq, e 186.613 ton. NMCOV. Dentre os tipos de emissão veicular considerados no presente estudo, a magnitude das emissões de CO, NO_x, SO₂, CO₂eq e NMCOV tiveram a maior contribuição por exaustão. Já as emissões de MP foram predominantes emitidas pelo desgaste de pneus, freio e ressuspensão do solo.

Os automóveis, comerciais leves e motos são os principais emissores de CO e COV. Os veículos pesados, apesar de compor menos de 5% da frota veicular são os principais responsáveis pela emissão de NO_x, SO₂, CO₂eq e MP. Considerando a contribuição de cada categoria e as características de cada região, foi observado que os municípios mais urbanizados, como é o caso da região sul, sudeste e capitais estaduais há um predomínio das emissões de CO e COV. Quando observamos as emissões de NO_x e CO₂eq, as cidades com maior emissão estão mais distribuídas o território nacional. Este fato está associado aos veículos pesados que possuem maior consumo de diesel, e maior heterogeneidade espacial, além de serem o principal meio de transporte para escoamento da produção industrial e agropecuária.

Os poluentes regulamentados nos programas de controle de poluição do ar vigente no país obtiveram uma redução da magnitude em todos os estados. Os fatores de emissão médio diminuíram. Em contrapartida foi observado um aumento das emissões de gases não regulamentados em 12 estados brasileiros, como o caso dos gases efeito estufa equivalente a CO₂. Entre os processos que originam as emissões de gases efeito estufas, não foram consideradas as emissões de CO₂ a partir da queima de óleo lubrificantes e pelo uso de aditivos no combustível. A especificação das emissões de metais pesados e COV também não foram abordadas.

Entre as principais fontes de incertezas está a determinação do fator de emissão. Sabemos que os valores obtidos em testes podem ser diferentes do mundo real, além disso para o Brasil espera-se que os fatores de emissão estejam subestimados. A utilização de um único fator de emissão de ressuspensão do solo e os fatores de deterioração obtidos pela legislação vigente

foram simplificações adotadas que também podem ser significativas fontes de incertezas. Logo a avaliação das incertezas associadas às entradas e parâmetros no BRAVES, é uma recomendação para trabalhos futuros.

A escassez de inventários de emissão veiculares no mundo, principalmente em países em desenvolvimento são ocasionados pela limitação e disponibilidade de dados, logo, o presente estudo surge como uma alternativa para preencher essas lacunas. Quando comparado com outros estudos realizados no Brasil, o método proposto pelo presente trabalho apresentou boa concordância com estudos de inventário de emissões nas escalas locais, estaduais e nacionais. O BRAVES apresenta algumas vantagens em relação aos inventários nacionais e estaduais, pois pode estimar as emissões de uma maior variedade de poluentes em escala de município. Além disso, o modelo pode especificar as emissões por cada categoria e processo de frota. Comparado a modelos locais e sofisticados, o BRAVES é uma ferramenta viável quando os dados são escassos ou os recursos são limitados. Novos estudos podem melhorar a resolução espacial e temporal de BRAVES usando métodos de desagregação ampliando informações sobre este tipo de fonte e de estudos com ênfase na qualidade do ar.

REFERÊNCIAS

- ABOU-SENNA, H. et al. Using a traffic simulation model (VISSIM) with an emissions model (MOVES) to predict emissions from vehicles on a limited-access highway. **Journal of the Air and Waste Management Association**, v. 63, n. 7, p. 819–831, 2013.
- ABRACICLO. Dados do Setor Duas Rodas 2020. p. 75, 2020.
- ABU-ALLABAN, M. et al. Tailpipe, resuspended road dust, and brake-wear emission factors from on-road vehicles. **Atmospheric Environment**, v. 37, n. 37, p. 5283–5293, 2003.
- ACHOUR, H.; CARTON, J. G.; OLABI, A. G. Estimating vehicle emissions from road transport, case study: Dublin City. **Applied Energy**, v. 88, n. 5, p. 1957–1964, 2011.
- ALAM, M. S. et al. Downscaling national road transport emission to street level: A case study in Dublin, Ireland. **Journal of Cleaner Production**, v. 183, p. 797–809, 2018.
- ALONSO, M. F. et al. An urban emissions inventory for South America and its application in numerical modeling of atmospheric chemical composition at local and regional scales. **Atmospheric Environment**, v. 44, n. 39, p. 5072–5083, 2010.
- ANDRADE, M. DE F. et al. Vehicle emissions and PM 2.5 mass concentrations in six Brazilian cities. **Air Quality, Atmosphere and Health**, v. 5, n. 1, p. 79–88, 2012.
- ANDRADE, M. DE F. et al. Air quality in the megacity of São Paulo: Evolution over the last 30 years and future perspectives. **Atmospheric Environment**, v. 159, p. 66–82, 2017.
- ANDREÃO, W. L. et al. Top-down vehicle emission inventory for spatial distribution and dispersion modeling of particulate matter. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, n. 29, p. 35952–35970, 2020.
- ANFAVEA. **ANFAVEA Estatísticas de Produção de Veículos**, 2018. Disponível em: <<https://anfavea.com.br/estatisticas-copiar>>
- ANG, B. W.; FWA, T. F. A study on the fuel-consumption characteristics of public buses. **Energy**, v. 14, n. 12, p. 797–803, 1989.
- ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro Do Petróleo, Gás Natural E Biocombustíveis**. [2018].

ANTP. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da ANTP**. [2012]. Disponível em: <[http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/userFiles/SIMOB/relatorio 2011.pdf](http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/userFiles/SIMOB/relatorio%202011.pdf)>.

AZEVEDO, T. R. DE et al. SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. **Scientific Data**, v. 5, p. 1–43, 2018.

BECKER, K. H. et al. Contribution of vehicle exhaust to the global N₂O budget. **Chemosphere - Global Change Science**, v. 2, n. 3–4, p. 387–395, 2000.

BORKEN-KLEEFELD, J.; CHEN, Y. New emission deterioration rates for gasoline cars - Results from long-term measurements. **Atmospheric Environment**, v. 101, p. 58–64, 2015.

BRASIL. **PORTARIA No-75, DE 5 DE MARÇO DE 2015 - Diário Oficial da União Seção - I Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2015. Disponível em: <http://udop.com.br/download/legislacao/tributacao/institucional_site_juridico/mapa_port_75_e_resol_cima_01_2015_27_por_centro.pdf>

BURR, M.; GREGORY, C. Vehicular exhausts. **Encyclopedia of Environmental Health**, p. 335–343, 2011.

CAI, H.; XIE, S. D. Estimation of vehicular emission inventories in China from 1980 to 2005. **Atmospheric Environment**, v. 41, n. 39, p. 8963–8979, 2007.

CETESB. **RELATÓRIO DE EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/emissao-veicular/48-relatorios-e-publicacoes%0Ao%0Ahttp://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/35/2013/12/relatorio-emissoes-veiculares-2013.pdf>>.

CETESB. **RELATÓRIO DE EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO**. São Paulo: [2015].

CETESB. **RELATÓRIO DE EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO**. São Paulo: [2016].

CETESB. **RELATÓRIO DE EMISSÕES VEICULARES NO ESTADO DE SÃO PAULO**. São Paulo: [2020].

CETESB. **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo - 2019**. [s.l.: s.n.].

CHANG, H. J.; CHO, G. L.; KIM, Y. D. The economic impact of strengthening fuel quality regulation-reducing sulfur content in diesel fuel. **Energy Policy**, v. 34, n. 16, p. 2572–2585, 2006.

CHANG, T. H.; SU, H. M. The substitutive effect of biofuels on fossil fuels in the lower and higher crude oil price periods. **Energy**, v. 35, n. 7, p. 2807–2813, 2010.

CNT. **Anuário CNT do Transporte - Estatísticas Consolidadas** SSRN Electronic Journal. [2020].

COOK, R. et al. Preparing highway emissions inventories for urban scale modeling: A case study in Philadelphia. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 11, n. 6, p. 396–407, 2006.

CRIPPA, M. et al. EU effect: Exporting emission standards for vehicles through the global market economy. **Journal of Environmental Management**, v. 183, p. 959–971, 2016.

CRIPPA, M. et al. Gridded emissions of air pollutants for the period 1970–2012 within EDGAR v4.3.2. **Earth System Science Data**, v. 10, n. x, p. 1987–2013, 2018a.

CRIPPA, M. et al. High resolution temporal profiles in the Emissions Database for Global Atmospheric Research. **Scientific Data**, v. 7, n. 1, p. 1–17, 2020.

D'ANGIOLA, A. et al. On-road traffic emissions in a megacity. **Atmospheric Environment**, v. 44, n. 4, p. 483–493, 2010.

D'AVIGNON, A. et al. Emission inventory: An urban public policy instrument and benchmark. **Energy Policy**, v. 38, n. 9, p. 4838–4847, 2010.

DASCH, J. M. Nitrous Oxide Emissions from Vehicles. **Journal of the Air and Waste Management Association**, v. 42, n. 1, p. 63–67, 1992.

DAVIS, N. et al. Development and application of an international vehicle emissions model. **Transportation Research Record**, n. 1939, p. 157–165, 2005.

DE AZEVEDO, T. R. et al. SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. **Scientific Data**, v. 5, p. 1–43, 2018.

DE MIRANDA, R. M. et al. Source apportionment of fine particulate matter by positive matrix factorization in the metropolitan area of São Paulo, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 202, p. 253–263, 2018.

DENATRAN. **Frota de veículos por UF e tipo de veículo 2018**, 2018a. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2018>>

DENATRAN. **Frota de veículos por município e ano modelo 2018**, 2018b.

DENATRAN. **Tipos de combustíveis licenciados na frota de veículos dos municípios brasileiros 2018**, 2018c. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/estatisticas-frota-de-veiculos-denatran>>

DENG, F. et al. A big data approach to improving the vehicle emission inventory in China. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, p. 1–12, 2020.

DEY, S.; CAULFIELD, B.; GHOSH, B. Modelling uncertainty of vehicular emissions inventory: A case study of Ireland. **Journal of Cleaner Production**, v. 213, p. 1115–1126, 2019.

EPA. EPA-Paved Roads. **AP-42 Miscellaneous Sources**, p. 1–11, 2011.

EPE. Balanço energético nacional: Ano base 2018. **EPE - Empresa de Pesquisa Energética**, p. 67, 2019.

FENG, X.; WANG, T. L.; ZHAO, Q. The application of the IVE model for establishing the vehicle emission inventory in the urban areas of chongqing. **Applied Mechanics and Materials**, v. 361–363, p. 854–859, 2013.

FERREIRA, A. L. et al. **Nota Metodológica - Setor de Energia**. [2021]. Disponível em: <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos_Analiticos/SEEG_8_com_Municipios/Nota_Metodologica_SEEG8_Energia__com_Anexo_Municipios_-_02.2021.pdf>.

FRANCO, V. et al. Road vehicle emission factors development: A review. **Atmospheric Environment**, v. 70, p. 84–97, 2013.

FREY, H. C.; BHARVIRKAR, R. R. ; ZHENG, J. Quantitative Analysis of Variability and Uncertainty in Emission Estimation : An Illustration of Methods Using Mixture Distributions. n. January, p. 302, 1999.

GALLARDO, L. et al. Evaluation of vehicle emission inventories for carbon monoxide and nitrogen oxides for Bogotá, Buenos Aires, Santiago, and São Paulo. **Atmospheric Environment**, v. 47, n. x, p. 12–19, 2012.

GIETL, J. K. et al. Identification of brake wear particles and derivation of a quantitative tracer for brake dust at a major road. **Atmospheric Environment**, v. 44, n. 2, p. 141–146, 2010.

GOEL, R.; GUTTIKUNDA, S. K. Evolution of on-road vehicle exhaust emissions in Delhi. **Atmospheric Environment**, v. 105, p. 78–90, 2015.

- GÓMEZ, C. D. et al. Spatial and temporal disaggregation of the on-road vehicle emission inventory in a medium-sized Andean city. Comparison of GIS-based top-down methodologies. **Atmospheric Environment**, v. 179, n. January, p. 142–155, 2018.
- GONG, M. et al. Refined 2013-based vehicle emission inventory and its spatial and temporal characteristics in Zhengzhou, China. **Science of the Total Environment**, v. 599–600, p. 1149–1159, 2017.
- GOYAL, P.; MISHRA, D.; KUMAR, A. Vehicular emission inventory of criteria pollutants in Delhi. **SpringerPlus**, v. 2, n. 1, p. 1–11, 2013.
- GRAHAM, L. A. et al. Greenhouse gas emissions from heavy-duty vehicles. **Atmospheric Environment**, v. 42, n. 19, p. 4665–4681, 2008.
- GRIGORATOS, T.; MARTINI, G. Brake wear particle emissions: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 4, p. 2491–2504, 2015.
- GUARIEIRO, L. L. N.; VASCONCELLOS, P. C.; SOLCI, M. C. Air pollutants from the burning of fossil fuels and biofuels: A brief review. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 5, p. 434–445, 2011.
- HANSEN, A. C.; ZHANG, Q.; LYNE, P. W. L. Ethanol-diesel fuel blends - A review. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 3, p. 277–285, 2005.
- HASAN, M. A. Effect of ethanol-unleaded gasoline blends on engine performance and exhaust emission. **Energy Conversion and Management**, v. 44, n. 9, p. 1547–1561, 2003.
- HATA, H. et al. Modeling evaporative emissions from parked gasoline cars based on vehicle carbon canister experiments. **Science of the Total Environment**, v. 675, p. 679–685, 2019.
- HETEM, I. G.; ANDRADE, M. DE F. Characterization of fine particulate matter emitted from the resuspension of road and pavement dust in the Metropolitan Area of São Paulo, Brazil. **Atmosphere**, v. 7, n. 3, 2016.
- HUNEEUS, N. et al. Evaluation of anthropogenic air pollutant emission inventories for South America at national and city scale. **Atmospheric Environment**, v. 235, n. July 2019, 2020.
- IBARRA-ESPINOSA, S. et al. VEIN v0.2.2: an R package for bottom-up vehicular emissions inventories. **Geoscientific Model Development**, v. 11, n. 6, p. 2209–2229, 2018.

IBARRA-ESPINOSA, S. et al. High spatial and temporal resolution vehicular emissions in south-east Brazil with traffic data from real-time GPS and travel demand models. **Atmospheric Environment**, v. 222, n. November 2019, p. 117136, 2020.

IBARRA-ESPINOSA, S. et al. A comprehensive spatial and temporal vehicular emissions for northeast China. **Atmospheric Environment**, v. 244, n. May 2020, p. 117952, 2021.

IBGE. **Logística dos Transportes 2014**. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa219026>>.

IBGE. **Relatório IBGE, Diretoria de Pesquisas (DPE), Coordenação de População e Indicadores Sociais (COPIS). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/POP2018_20210331.pdf>.

IBGE. **Regiões de Influência das CIDADES**. [s.l: s.n.].

IEMA. **Inventário de Emissões Atmosféricas da Região da Grande Vitória**. Espírito Santo: [2019]. Disponível em:
<https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/INVENTÁRIO/Ecosoft_RTC190018_R1.pdf>.

INEA. RESOLUÇÃO INEA Nº 67 DE 25 DE FEVEREIRO DE 2013. 2013.

INEA. **Inventário de emissões de fontes veiculares: região metropolitana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Inventário-de-Emissões-de-Fontes-Veiculares.pdf>>.

IPCC. Chapter 2 - Energy. **Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories**, 2000.

JI, C.; WANG, S. Effect of hydrogen addition on combustion and emissions performance of a spark ignition gasoline engine at lean conditions. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 34, n. 18, p. 7823–7834, 2009.

KIOUTSIOUKIS, I. et al. Uncertainty and sensitivity analysis of national road transport inventories compiled with COPERT 4. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 2, n. 6, p. 7690–7691, 2010.

KOTA, S. H. et al. Evaluation of on-road vehicle CO and NOx national emission inventories using an urban-scale source-oriented air quality model. **Atmospheric Environment**, v. 85, n. x, p. 99–108, 2014.

KOUPAL, J. et al. Design and Implementation of MOVES: EPA's New Generation Mobile Source Emission Model. **International Emission Inventory Conference**, n. d, p. 1–15, 2003.

KOUPAL, J.; PALACIOS, C. Impact of new fuel specifications on vehicle emissions in Mexico. **Atmospheric Environment**, v. 201, n. August 2018, p. 41–49, 2019.

LANG, J. et al. Air pollutant emissions from on-road vehicles in China, 1999–2011. **Science of the Total Environment**, v. 496, n. X, p. 1–10, 2014.

LANG, J. et al. Unregulated pollutant emissions from on-road vehicles in China, 1999–2014. **Science of the Total Environment**, v. 573, p. 974–984, 2016.

LEONIDAS, NTZIACHRISTOS; ZISSIS, S. EEA Road transport 2019. **Persepsi Masyarakat Terhadap Perawatan Ortodontik Yang Dilakukan Oleh Pihak Non Profesional**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2019.

LI, M. et al. Anthropogenic emission inventories in China: A review. **National Science Review**, v. 4, n. 6, p. 834–866, 2017.

LIPMAN, T. E.; DELUCCHI, M. A. Emissions of Nitrous Oxide and Methane From. p. 477–516, 2002.

LIU, H. et al. Analysis of the impacts of fuel sulfur on vehicle emissions in China. **Fuel**, v. 87, n. 13–14, p. 3147–3154, 2008.

LIU, H. et al. Vehicle emission and near-road air quality modeling for shanghai, China. **Transportation Research Record**, n. 2340, p. 38–48, 2013.

LV, W. et al. Evaluation of vehicle emission in Yunnan province from 2003 to 2015. **Journal of Cleaner Production**, v. 207, p. 814–825, 2019.

MADRAZO, J. et al. Screening differences between a local inventory and the Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR). **Science of the Total Environment**, v. 631–632, p. 934–941, 2018.

MAES, A. DE S. et al. A methodology for high resolution vehicular emissions inventories in metropolitan areas: Evaluating the effect of automotive technologies improvement. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 77, n. November, p. 303–319, 2019.

- MAN, H. et al. VOCs evaporative emissions from vehicles in China: Species characteristics of different emission processes. **Environmental Science and Ecotechnology**, v. 1, n. October 2019, p. 100002, 2020.
- MCT, M. D. C. E. T. Emissões De Gases De Efeito Estufa Por Fontes Móveis, No Setor Energético. p. 1–95, 2006.
- MELLIOS, G.; NTZIACHRISTOS, L. EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019. In: ZISSIS SAMARAS, LES WHITE, GIORGIO MARTINI, K. R. (Ed.). . **Guidebook 2019**. 2019. ed. [s.l: s.n.]. v. 11p. 1–39.
- MILTON, B. E. **Control Technologies in Spark-Ignition Engines**. [1998].
- MMA. **Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental Departamento de Mudanças Climáticas Gerência de Qualidade do Ar**. Brasília, DF: [s.n.].
- MMA. **1º INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS POR VEÍCULOS AUTOMOTORES RODOVIÁRIOS**. [2011].
- MMA. **Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores**. [2014]. Disponível em: <<https://iema-site-staging.s3.amazonaws.com/2014-05-27inventario2013.pdf>>. Acesso em: 20 maio. 2018.
- MOSQUIM, R. F.; KEUTENEDJIAN MADY, C. E. Design, performance trends, and exergy efficiency of the Brazilian passenger vehicle fleet: 1970–2020. **Journal of Cleaner Production**, v. 290, 2021.
- NAGPURE, A. S.; GURJAR, B. R. Development and evaluation of vehicular air pollution inventory model. **Atmospheric Environment**, v. 59, p. 160–169, 2012.
- NTZIACHRISTOS, L.; BOULTER, P. Road vehicle tyre and brake wear and Road surface wear. In: **EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009**. [s.l: s.n.]. v. 1.A.3.b.vip. 1–32.
- NTZIACHRISTOS, L.; SAMARAS, Z. **COPERT III Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport, Methodology and Emission Factors (Version 2.1)**. Copenhagen: [s.n.]. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/Technical_report_No_50>.
- OICA. World motor vehicle production by country and type. **Oica**, v. 600, n. 1, p. 1, 2016.
- OICA. World Vehicles in Use (By Country and Type 2005-2016). v. 2016, p. 2, 2018.

OLIVIER, J. G. J. et al. Description of EDGAR Version 2.0: A set of global emission inventories of greenhouse gases and ozone-depleting substances for all anthropogenic and most natural sources on a per country basis and on 1 degree x 1 degree grid. 1996.

PANT, P.; HARRISON, R. M. Estimation of the contribution of road traffic emissions to particulate matter concentrations from field measurements: A review. **Atmospheric Environment**, v. 77, p. 78–97, 2013.

PARK, I.; KIM, H.; LEE, S. Characteristics of tire wear particles generated in a laboratory simulation of tire/road contact conditions. **Journal of Aerosol Science**, v. 124, p. 30–40, 2018.

PARRISH, D. D. Critical evaluation of US on-road vehicle emission inventories. **Atmospheric Environment**, v. 40, n. 13, p. 2288–2300, 2006.

PELKMANS, L.; DEBAL, P. Comparison of on-road emissions with emissions measured on chassis dynamometer test cycles. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 11, n. 4, p. 233–241, 2006.

PERUGU, H. Emission modelling of light-duty vehicles in India using the revamped VSP-based MOVES model: The case study of Hyderabad. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 68, n. February 2017, p. 150–163, 2019.

PETROBRAS. **Gasolina: Informações Técnicas**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://sites.petrobras.com.br/minisite/assistenciatecnica/public/downloads/manual-gasolina-2019.pdf>>.

PINTO, J. A. et al. Traffic data in air quality modeling: A review of key variables, improvements in results, open problems and challenges in current research. **Atmospheric Pollution Research**, v. 11, n. 3, p. 454–468, 2020.

POLICARPO, N. A. et al. Road vehicle emission inventory of a Brazilian metropolitan area and insights for other emerging economies. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 58, n. December 2017, p. 172–185, 2018.

PRASAD, R.; BELLA, V. R. A review on diesel soot emission, its effect and control. **Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis**, v. 5, n. 2, p. 69–86, 2010.

PULIAFITO, S. E. et al. High-resolution atmospheric emission inventory of the argentine energy sector. Comparison with edgar global emission database. **Heliyon**, v. 3, n. 12, p. e00489, 2017.

RÉQUIA, W. J.; KOUTRAKIS, P.; ROIG, H. L. Spatial distribution of vehicle emission inventories in the Federal District, Brazil. **Atmospheric Environment**, v. 112, p. 32–39, 2015.

REŞITOLLU, I. A.; ALTINIŞIK, K.; KESKIN, A. The pollutant emissions from diesel-engine vehicles and exhaust aftertreatment systems. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 17, n. 1, p. 15–27, 2015.

REYNOLDS, A. W.; BRODERICK, B. M. Development of an emissions inventory model for mobile sources. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 5, n. 2, p. 77–101, 2000.

RIBEIRO, N. et al. The role of additives for diesel and diesel blended (ethanol or biodiesel) fuels: A review. **Energy and Fuels**, v. 21, n. 4, p. 2433–2445, 2007.

RUBIN, J. I. et al. Temperature dependence of volatile organic compound evaporative emissions from motor vehicle. **Journal of Geophysical Research Atmospheres**, v. 111, n. 3, p. 1–7, 2006.

SANTOS, F. S. DOS. **Diagnóstico Das Emissões Atmosféricas Em Minas Gerais : Um Estudo Para As Fontes Fixas E**. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

SANTOS, J. M. et al. Source apportionment of settleable particles in an impacted urban and industrialized region in Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 27, p. 22026–22039, 2017.

SCHIFTER, I. et al. Impact of sulfur-in-gasoline on motor vehicle emissions in the metropolitan area of Mexico City. **Fuel**, v. 82, n. 13, p. 1605–1612, 2003.

SHEN, X. et al. Development of database of real-world diesel vehicle emission factors for China. **Journal of Environmental Sciences (China)**, v. 31, n. x, p. 209–220, 2015.

SHINDELL, D. et al. Climate, health, agricultural and economic impacts of tighter vehicle-emission standards. **Nature Climate Change**, v. 1, n. 1, p. 59–66, 2011.

SINGH, V. et al. High resolution vehicular PM10 emissions over megacity Delhi: Relative contributions of exhaust and non-exhaust sources. **Science of the Total Environment**, v. 699, p. 134273, 2020.

SMIT, R.; NTZIACHRISTOS, L. COPERT Australia: A new software to estimate vehicle emissions in Australia. **Australasian Transport Research Forum, ATRF 2013 - Proceedings**, n. October, p. 1–11, 2013.

- SMIT, R.; NTZIACHRISTOS, L.; BOULTER, P. Validation of road vehicle and traffic emission models - A review and meta-analysis. **Atmospheric Environment**, v. 44, n. 25, p. 2943–2953, 2010.
- SOLAZZO, E. et al. Uncertainties in the Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR) emission inventory of greenhouse gases. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 21, n. 7, p. 5655–5683, 2021.
- SOUZA, C. D. R. DE et al. Inventory of conventional air pollutants emissions from road transportation for the state of Rio de Janeiro. **Energy Policy**, v. 53, n. 2013, p. 125–135, 2013.
- SPITZLEY, D. V et al. Life cycle optimization of ownership costs and emissions reduction in US vehicle retirement decisions. v. 10, p. 161–175, 2005.
- SRINIVASAN, C. A.; SARAVANAN, C. G. Emission reduction on ethanol-gasoline blend using fuel additives for an SI engine. **Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects**, v. 35, n. 12, p. 1093–1101, 2013.
- STORCH, H. VON et al. Four decades of gasoline lead emissions and control policies in Europe: A retrospective assessment. **Science of the Total Environment**, v. 311, n. 1–3, p. 151–176, 2003.
- SUN, S. et al. Vehicle emissions in a middle-sized city of China: Current status and future trends. **Environment International**, v. 137, n. February, p. 105514, 2020.
- SUN, S. et al. Developing a vehicle emission inventory with high temporal-spatial resolution in Tianjin, China. **Science of the Total Environment**, v. 776, p. 145873, 2021.
- SUN, S.; JIANG, W.; GAO, W. Vehicle emission trends and spatial distribution in Shandong province, China, from 2000 to 2014. **Atmospheric Environment**, v. 147, p. 190–199, 1 dez. 2016.
- TANG, G. et al. Vehicular emissions in China in 2006 and 2010. **Journal of Environmental Sciences (China)**, v. 48, p. 179–192, 2016.
- THORPE, A.; HARRISON, R. M. Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: A review. **Science of the Total Environment**, v. 400, n. 1–3, p. 270–282, 2008.
- TUIA, D. et al. Evaluation of a simplified top-down model for the spatial assessment of hot traffic emissions in mid-sized cities. **Atmospheric Environment**, v. 41, n. 17, p. 3658–3671, jun. 2007.

USEPA. **User's Guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2: Mobile Source Emission Factor ModelAir and Radiation**. Ann Arbor: [2002]. Disponível em:

<[USEPA. **Exhaust Emission Rates for Heavy-Duty Exhaust Emission Rates for Heavy-Duty Onroad Vehicles in MOVES3**. \[s.l: s.n.\]. Disponível em:](https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1001DSD.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2000 Thru 2005&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=>.</p>
</div>
<div data-bbox=)

<<https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-11/documents/420r20019.pdf>>.

USEPA. **Exhaust Emission Rates for Light-Duty Exhaust Emission Rates for Light-Duty Onroad Vehicles in MOVES3**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-11/documents/420r20019.pdf>>.

USEPA. **Brake and Tire Wear Emissions from Onroad Vehicles in MOVES3 Brake and Tire Wear Emissions**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.epa.gov/moves/moves-onroad-technical-reports>>.

USEPA. **Evaporative Emissions from Onroad Vehicles in MOVES3**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.epa.gov/moves/moves-onroad-technical-reports>>.

VALLAMSUNDAR, S.; LIN, J. MOVES Versus MOBILE: Comparison of greenhouse gas and criterion pollutant emissions. **Transportation Research Record**, n. 2233, p. 27–35, 2011.

VALLERO, D. **Controlling Air Pollution from Sources**. [2014].

VAN AMSTEL, A.; OLIVIER, J.; JANSSEN, L. Analysis of differences between national inventories and an Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR). **Environmental Science and Policy**, v. 2, n. 3, p. 275–293, 1999.

VENKATRAM, A. A critique of empirical emission factor models: A case study of the AP-42 model for estimating PM10 emissions from paved roads. **Atmospheric Environment**, v. 35, n. 1, p. 185–186, 2000.

VICENTINI, P. C. **USO DE MODELOS DE QUALIDADE DO AR PARA A AVALIAÇÃO DO EFEITO DO PROCONVE ENTRE 2008 E 2020 NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO** Pedro. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

WALLACE, H. W. et al. Comparison of wintertime CO to NO_x ratios to MOVES and MOBILE6.2 on-road emissions inventories. **Atmospheric Environment**, v. 63, n. x, p. 289–297, 2012.

WANG, H. et al. On-road vehicle emission inventory and its uncertainty analysis for Shanghai, China. **Science of the Total Environment**, v. 398, n. 1–3, p. 60–67, 2008.

WANG, H. et al. A bottom-up methodology to estimate vehicle emissions for the Beijing urban area. **Science of the Total Environment**, v. 407, n. 6, p. 1947–1953, 2009.

WANG, H. et al. Trends in vehicular emissions in China's mega cities from 1995 to 2005. **Environmental Pollution**, v. 158, n. 2, p. 394–400, 2010.

WANG, M. et al. Trends of non-methane hydrocarbons (NMHC) emissions in Beijing during 2002–2013. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 15, n. 3, p. 1489–1502, 2015.

WU, Y. et al. On-road vehicle emission control in Beijing: Past, present, and future. **Environmental Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 147–153, 2011.

WU, Y. et al. On-road vehicle emissions and their control in China: A review and outlook. **Science of the Total Environment**, v. 574, p. 332–349, 2017.

WU, Y.; SONG, G.; YU, L. Sensitive analysis of emission rates in MOVES for developing site-specific emission database. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 32, p. 193–206, 2014.

YAMADA, H.; INOMATA, S.; TANIMOTO, H. Evaporative emissions in three-day diurnal breathing loss tests on passenger cars for the Japanese market. **Atmospheric Environment**, v. 107, n. x, p. 166–173, 2015.

YUE, X. et al. Fuel quality management versus vehicle emission control in China, status quo and future perspectives. **Energy Policy**, v. 79, p. 87–98, 2015.

ZHANG, K. et al. Sulfur content of gasoline and diesel fuels in northern China. **Energy Policy**, v. 38, n. 6, p. 2934–2940, 2010.

ZHANG, K.; BATTERMAN, S. Air pollution and health risks due to vehicle traffic. **Science of the Total Environment**, v. 450–451, p. 307–316, 2013a.

APENDICE A– Script BRAVES

```

% _____BRAVES_____
%
%
% This is the main code of BRAVES. You just need to call this function
% in you matlab workspace to run BRAVES. This main code calls other
% subfunctions.
%
% Authors: Thiago Vieira Vasques - vvthiago@hotmail.com
%          Leonardo Hoinaski - leonardo.hoinaski@ufsc.br
%
% Last update: 13-07-2021
%
% Laboratório de Controle da Qualidade do Ar - LCQAr
% Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
%
% _____
%
disp('=====BRAVES=====')
disp(' ')
disp('-----BRAZilian Vehicular Emissions Software-----')
disp(' ')
disp('Developers: Thiago Vieira Vasques and Leonardo Hoinaski')
disp('-----LCQAr-UFSC-BRAZIL-----')
path = uigetdir('', ' Set up your root folder ');
disp(['You have set your root folder to: ', path])
disp(' ')
disp(' ')

%% Calling Indentify_CODE_IBGE
disp(['Calling Indentify_CODE_IBGE'])
[IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IBGEUFOK,UFcodes] = Indentify_CODE_IBGE (path);

%% Wrong_chars.txt
% Fixing wrong charaters
disp(['IBGE codes and counties names fixed'])
fid = fopen([path,'\INPUT\wrong_chars.txt']);
cityWrong = textscan(fid, '%s %f %f %s %s','Delimiter',' ');
fclose(fid);
MatrizcityWrong = [cityWrong{:,4}, cityWrong{:,5}];

%% Calling prep_ConsumoComb
COMBpath = [path, '\FUEL_CONSUMPTION\ETHANOL'];
disp(['Calling prep_Etanol_Consumption'])
[CONSUMO_ETANOL] = prep_ConsumoComb (COMBpath,IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IB-
GEUFOK,UFcodes);

%% Calling prep_ConsumoComb
COMBpath = [path, '\FUEL_CONSUMPTION\GASOLINA_C'];
disp(['Calling prep_GasolinaC_Consumption'])
[CONSUMO_GASOLINA] = prep_ConsumoComb (COMBpath,IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IB-
GEUFOK,UFcodes);

%% Calling prep_ConsumoComb
COMBpath = [path, '\FUEL_CONSUMPTION\DIESEL'];
disp(['Calling prep_Diesel_Consumption'])
[CONSUMO_DIESEL] = prep_ConsumoComb (COMBpath,IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IB-
GEUFOK,UFcodes);

%% Adding IBGE codes
% ETHANOL
CONSUMO_ETANOL_IBGE = [];
Ano_unico = unique(cell2mat(CONSUMO_ETANOL(:,1)));

```

```

for ii = 1:length(Ano_unico)

    disp(['Adding IBGE code - Ethanol consumption - ', num2str(Ano_unico(ii))])
    [lia,loc] = ismember(cell2mat(CONSUMO_ETANOL(:,1)),Ano_unico(ii,1));
    CONSUMO_COMBUSTIVEL_ibge = CONSUMO_ETANOL(lia,:);
    [OUTPUT_FINAL] = AddIBGEdata_ConsumoComb(CONSUMO_COMBUST-
IVEL_ibge,IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IBGEUFOK,UfCodes,MatrizcityWrong);
    yearALL = [];
    yearALL = [yearALL; repmat(Ano_unico(ii),length(OUTPUT_FINAL(:,1)),1)];
    CONSUMO_ETANOL_IBGE = [CONSUMO_ETANOL_IBGE;num2cell(yearALL(:,:)),OUTPUT_FI-
NAL(:,:)]];
end

% GASOLINE C
CONSUMO_GASOLINA_IBGE = [];
Ano_unico = unique(cell2mat(CONSUMO_GASOLINA(:,1)));

for ii = 1:length(Ano_unico)

    disp(['Adding IBGE code - Gasoline consumption - ', num2str(Ano_unico(ii))])
    [lia,loc] = ismember(cell2mat(CONSUMO_GASOLINA(:,1)),Ano_unico(ii,1));
    CONSUMO_COMBUSTIVEL_ibge = CONSUMO_GASOLINA(lia,:);
    [OUTPUT_FINAL] = AddIBGEdata_ConsumoComb(CONSUMO_COMBUST-
IVEL_ibge,IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IBGEUFOK,UfCodes,MatrizcityWrong);
    yearALL = [];
    yearALL = [yearALL; repmat(Ano_unico(ii),length(OUTPUT_FINAL(:,1)),1)];
    CONSUMO_GASOLINA_IBGE = [CONSUMO_GASOLINA_IBGE;num2cell(yearALL(:,:)),OU-
TPUT_FINAL(:,:)]];
end

% DIESEL
CONSUMO_DIESEL_IBGE = [];
Ano_unico = unique(cell2mat(CONSUMO_DIESEL(:,1)));
for ii = 1:length(Ano_unico)
    disp(['Adding IBGE code - Diesel consumption - ', num2str(Ano_unico(ii))])
    [lia,loc] = ismember(cell2mat(CONSUMO_DIESEL(:,1)),Ano_unico(ii,1));
    CONSUMO_COMBUSTIVEL_ibge = CONSUMO_DIESEL(lia,:);
    [OUTPUT_FINAL] = AddIBGEdata_ConsumoComb(CONSUMO_COMBUST-
IVEL_ibge,IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IBGEUFOK,UfCodes,MatrizcityWrong);
    yearALL = [];
    yearALL = [yearALL; repmat(Ano_unico(ii),length(OUTPUT_FINAL(:,1)),1)];
    CONSUMO_DIESEL_IBGE = [CONSUMO_DIESEL_IBGE;num2cell(yearALL(:,:)),OUTPUT_FI-
NAL(:,:)]];
end

%% Importing Brazilian state information
disp('Reading Brazilian states')
filename = [path,'\INPUT\Estados_Brasileiros.xlsx'];
[~,~,rawW] = xlsread(filename);
Estados_Brasileiros = rawW;
raw=[];

%% Calling prep_YEARMOD
FROTApath = [path, '\FLEET\YEARMODEL'];

% Importing data from - DENATRAN
disp(['Calling prep_YEARMOD'])
[YEARMOD_DATA] = prep_YEARMOD(FROTApath,Estados_Brasileiros);

% Adding IBGE code - YEARMOD
YEARMOD_DATA_IBGE = [];
Ano_unico = unique(cell2mat(YEARMOD_DATA(:,1)));

```

```

for ii = 1:length(Ano_unico)
    disp(['ADICIONANDO CODIGO IBGE _ YEARMOD ', num2str(Ano_unico(ii))])
    [lia,loc] = ismember(cell2mat(YEARMOD_DATA(:,1)),Ano_unico(ii,1));
    FROTA_DATA_ibge = YEARMOD_DATA(lia,:);
    OUTPUT_FINAL = [];
    [OUTPUT_FINAL] = AddIB-
GEdata_FROTADATA(FROTA_DATA_ibge,IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IB-
GEUFOK,UfCodes,MatrizcityWrong);
    yearALL = [];
    yearALL = [yearALL; repmat(Ano_unico(ii),length(OUTPUT_FINAL(:,1)),1)];
    YEARMOD_DATA_IBGE = [YEARMOD_DATA_IBGE;num2cell(yearALL(:,:)),OUTPUT_FI-
NAL(:,:)]];
end

%% Calling prep_FUELTYPE
FROTApath = [path, '\FLEET\FUEL_TYPE'];

% Importing fuel type - DENATRAN
disp(['Calling prep_FUELTYPE'])
[FUELTYPE_DATA] = prep_FUELTYPE(FROTApath, Estados_Brasileiros);

% Adding IBGE code - FUELTYPE
FUELTYPE_DATA_IBGE = [];
Ano_unico = unique(cell2mat(FUELTYPE_DATA(:,1)));

for ii = 1:length(Ano_unico)
    disp(['Adding IBGE code to fuel type - ', num2str(Ano_unico(ii))])
    [lia,loc] = ismember(cell2mat(FUELTYPE_DATA(:,1)),Ano_unico(ii,1));
    FROTA_DATA_ibge = FUELTYPE_DATA(lia,:);
    OUTPUT_FINAL = [];
    [OUTPUT_FINAL] = AddIB-
GEdata_FROTADATA(FROTA_DATA_ibge,IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IB-
GEUFOK,UfCodes,MatrizcityWrong);
    yearALL = [];
    yearALL = [yearALL; repmat(Ano_unico(ii),length(OUTPUT_FINAL(:,1)),1)];
    FUELTYPE_DATA_IBGE = [FUELTYPE_DATA_IBGE;num2cell(yearALL(:,:)),OUTPUT_FI-
NAL(:,:)]];
end

%% Calling prep_veicCATEGORY
FROTApath = [path, '\FLEET\VEHICULAR_CATEGORY'];

% Importing vehicle categories from DENATRAN
disp(['Calling prep_veicCATEGORY'])
[veicCATEGORY_DATA] = prep_veicCATEGORY(FROTApath, Estados_Brasileiros);

% Adding IBGE code - veicCATEGORY
veicCATEGORY_DATA_IBGE = [];
Ano_unico = unique(cell2mat(veicCATEGORY_DATA(:,1)));

for ii = 1:length(Ano_unico)
    disp(['Adding IBGE code - veicCATEGORY - ', num2str(Ano_unico(ii))])
    [lia,loc] = ismember(cell2mat(veicCATEGORY_DATA(:,1)),Ano_unico(ii,1));
    FROTA_DATA_ibge = veicCATEGORY_DATA(lia,:);
    OUTPUT_FINAL = [];
    [OUTPUT_FINAL] = AddIB-
GEdata_FROTADATA(FROTA_DATA_ibge,IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IB-
GEUFOK,UfCodes,MatrizcityWrong);
    yearALL = [];
    yearALL = [yearALL; repmat(Ano_unico(ii),length(OUTPUT_FINAL(:,1)),1)];
    veicCATEGORY_DATA_IBGE = [veicCATEGORY_DATA_IBGE;num2cell(yearALL(:,:)),OUT-
PUT_FINAL(:,:)]];
end

```

```

%% Formatting data
disp(['Removing strings and working with IBGE codes'])
ConsumoDIESEL = [cell2mat(CONSUMO_DIESEL_IBGE(:,1)),str2num(cell2mat(CONSUMO_DIESEL_IBGE(:,3))),cell2mat(CONSUMO_DIESEL_IBGE(:,[4 6]))];
ConsumoETANOL = [cell2mat(CONSUMO_ETANOL_IBGE(:,1)),str2num(cell2mat(CONSUMO_ETANOL_IBGE(:,3))),cell2mat(CONSUMO_ETANOL_IBGE(:,[4 6]))];
ConsumoGASOLINA = [cell2mat(CONSUMO_GASOLINA_IBGE(:,1)),str2num(cell2mat(CONSUMO_GASOLINA_IBGE(:,3))),cell2mat(CONSUMO_GASOLINA_IBGE(:,[4 6]))];
YEARMOD = [cell2mat(YEARMOD_DATA_IBGE(:,[1 3 4 6 7]))];
veicCATEGORY = [cell2mat(veicCATEGORY_DATA_IBGE(:,[1 3 4 6:end]))];
FUELTYPE = [FUELTYPE_DATA_IBGE(:,[1 3 4 6 7])];
%%
clearvars IBGE_STATES
clearvars IBGEUFOK
clearvars FROTA_DATA_ibge
clearvars yearALL
clearvars CONSUMO_COMBUSTIVEL_ibge
clearvars Estados_Brasileiros
clearvars UFcodes
clearvars CONSUMO_DIESEL_IBGE
clearvars CONSUMO_ETANOL_IBGE
clearvars CONSUMO_GASOLINA_IBGE
clearvars YEARMOD_DATA_IBGE
clearvars veicCATEGORY_DATA_IBGE
clearvars FUELTYPE_DATA_IBGE
clearvars IBGE_DATA_CITY
clearvars OUTPUT_FINAL
clearvars cityWrong
clearvars MatrizcityWrong
clearvars YEARMOD_DATA
clearvars FUELTYPE_DATA
clearvars veicCATEGORY_DATA
clearvars CONSUMO_ETANOL
clearvars CONSUMO_GASOLINA
clearvars CONSUMO_DIESEL

%% Fuel consumption by sector
disp('Fuel consumption by sector')
[ConsumoDIESEL, ConsumoGASOLINA, ConsumoETANOL] = CombustivelTransportes_BEN(path,
ConsumoDIESEL, ConsumoGASOLINA, ConsumoETANOL);

%% Calling SUCATEAMENTO
FROTApath = [path, '\FLEET\YEARMODEL'];
disp('Reading scrappage curve')
Ano_unico2 = sort(Ano_unico,'descend');
[ValoresSUC] = CurvaSUCATEAMENTO2(path, Ano_unico2);

%% Calling Probabilidade YEARMOD - scrappage
disp('Conditional probability calculation - scrappage')
[YEARMOD] = PROBABILIDADE_YEARMOD(YEARMOD, ValoresSUC);

%% Segregating fuel type
disp('Segregating by fuel type')
[FUELTYPE] = Categorizacao_Combustiveis(FUELTYPE);

%% Segregating fuel consumption by flex fuel vehicles
disp('Segregating ethanol and gasoline consumption by flex fuel vehicles')
[FUELTYPE] = Consumos_FlexFuel(path, FUELTYPE);

%% Segregating total fuel consumption by county
disp('Segregating total fuel consumption in counties')
[ConsumoGASOLINA,ConsumoETANOL,ConsumoDIESEL] = Segregacao_ConsumosCOMB...
(path, ConsumoGASOLINA,ConsumoETANOL,ConsumoDIESEL);

%% Conditional probability calculation - fuel type
% Including sum of vehicles of each city for each year
[lia, loc] = ismember(cell2mat(FUELTYPE(:,1:3)), veicCATEGORY(:,1:3), 'rows');

```

```

FUELTYPE(lia,6) = num2cell(veicCATEGORY(loc,4));
% Calculating probability
disp('Calculating FUELTYPE probability total by county')
FUELTYPE(:,end+1) = num2cell(cell2mat(FUELTYPE(:,5))./cell2mat(FUELTYPE(:,6)));

%% Replacing strings
disp('Replacing strings from fuel type data')
[FUELTYPE,TiposdeCombustivel] = Substituindo_STRINGcomb(FUELTYPE);

%% Implementing deterioration factor
disp('Reading deterioration factors')
[DeterLevesOtto, DeterLevesDiesel, DeterMotosOtto, DeterPesados] = FatorDETERIORA-
CAO5(path, ValoresSUC, Ano_unico2);
DeterPesados(:,4:end) = (DeterPesados(:,4:end)>0);

%% Selecting emission factors from CETESB or EEA
EF_path = uigetdir('', 'Select_EMISSION_FACTORS CETESB or EEA');
EF_folder = EF_path;

%% Conditional probability calculation from light-duty
disp('Calling ProbCOMB_LEVES')
[FUELTYPE_LEVES82,FUELTYPE_LEVES2003,FUELTYPE_LEVES2007] = ProbCOMB_LEVES(FUEL-
TYPE);

%% Estimating emissions from light-duty
disp('Calling ESTIMATIVA_LEVES')
% [EmissoesLEVES] = ESTIMATIVA_LEVES(YEARMOD, FUELTYPE, veicCATEGORY,TiposdeCombus-
tivel)
[MATRIZ_LEVES ,EmissCityLeves] = ESTIMATIVA_LEVES4...
(EF_folder, YEARMOD, veicCATEGORY, ConsumoGASOLINA, ConsumoETANOL, TiposdeCom-
bustivel,...
FUELTYPE_LEVES82, FUELTYPE_LEVES2003, FUELTYPE_LEVES2007, ValoresSUC, DeterLe-
vesOtto);

clearvars FUELTYPE_LEVES82
clearvars FUELTYPE_LEVES2003
clearvars FUELTYPE_LEVES2007

%% Calculating conditional probability from commercial-light
disp('Calling ProbCOMB_LEVES')
[FUELTYPE_ComLEVES83,FUELTYPE_ComLEVES2003, FUELTYPE_ComLEVES2006, FUELTYPE_Com-
LEVES2007] = ProbCOMB_ComLEVES(FUELTYPE);

%% Estimating emissions from commercial-light
disp('Calling ESTIMATIVA_COM_LEVES2')
[MATRIZ_comLEVES ,EmissCityComLeves] = ESTIMATIVA_COM_LEVES2...
(EF_folder, YEARMOD, veicCATEGORY, ConsumoGASOLINA, ConsumoETANOL, Con-
sumoDIESEL, TiposdeCombustivel,...
FUELTYPE_ComLEVES83,FUELTYPE_ComLEVES2003, FUELTYPE_ComLEVES2006, FUELTYPE_Com-
LEVES2007,...
ValoresSUC, DeterLevesOtto, DeterLevesDiesel);

clearvars FUELTYPE_ComLEVES83
clearvars FUELTYPE_ComLEVES2003
clearvars FUELTYPE_ComLEVES2006
clearvars FUELTYPE_ComLEVES2007
%% Calculating conditional probability from motorcycles
disp('Calling ProbCOMB_MOTOS')
[FUELTYPE_MOTOS2003,FUELTYPE_MOTOS2010] = ProbCOMB_MOTOS(FUELTYPE);

%% Estimating emissions from motorcycles
disp('ESTIMATIVA_MOTOS2')
[MATRIZ_MOTOS ,EmissCityMotos] = ESTIMATIVA_MOTOS2...
(EF_folder, YEARMOD, veicCATEGORY, ConsumoGASOLINA, ConsumoETANOL, TiposdeCom-
bustivel,...
FUELTYPE_MOTOS2003,FUELTYPE_MOTOS2010, ValoresSUC, DeterMotosOtto);

clearvars FUELTYPE_MOTOS2003

```

```

clearvars FUELTYPE_MOTOS2010

%% Estimating emissions from heavy-duty
disp('Calling ESTIMATIVA_PESADOS2')
[MATRIZ_PESADOS ,EmissCityPesados] = ESTIMATIVA_PESADOS2(EF_folder, YEARMOD, veic-
CATEGORY, ConsumoDIESEL, TiposdeCombustivel,...
    ValoresSUC, DeterPesados);
%% Clear variables
clearvars FUELTYPE
clearvars YEARMOD

%% Estimating CO2 emissions from heavy duty
disp('Calling ESTIMATIVA_PESADOSCO2')
[EmissCityPesadosCO2, EmissCityPesados] = ESTIMATIVA_PESADOSCO2(EF_folder, Tiposde-
Combustivel, EmissCityPesados, MATRIZ_PESADOS);

%% Estimating SO2
disp(['Estimating SO2'])
[EmissCityLevesSO2, EmissCityComLevesSO2, EmissCityMotosSO2, EmissCityPesadosSO2] =
Estimativa_SO2(EF_folder, TiposdeCombustivel, MATRIZ_LEVES, MATRIZ_comLEVES, MA-
TRIZ_MOTOS, MATRIZ_PESADOS);

%% Calculating NMHC exhaust emissions
disp(['Calculating NMHC exhaust emissions'])
EmissoesLevesNMHC = [EmissCityLeves(:,1:3), EmissCityLeves(:,5) - EmissCit-
yLeves(:,6)];
EmissoesComLevesNMHC = [EmissCityComLeves(:,1:3), EmissCityComLeves(:,5) - Emiss-
CityComLeves(:,6)];
EmissoesMOTOSNMHC = [EmissCityMotos(:,1:3), EmissCityMotos(:,5) - EmissCityMo-
tos(:,6)];
EmissoesPesadosNMHC = [EmissCityPesados(:,1:3), EmissCityPesados(:,5) - Emiss-
CityPesados(:,6)];
sub0 = find(EmissoesPesadosNMHC(:,4)<0);
EmissoesPesadosNMHC(sub0,end) = 0;

%% Estimating NMHC from refueling
disp(['Estimating NMHC from refueling'])

%Light-duty
EmissABASgasolinaLevesNMHC = [ConsumoGASOLINA(:,1:3), ConsumoGASOLINA(:,5).*1.14];
EmissABASetanolLevesNMHC = [ConsumoETANOL(:,1:3), ConsumoETANOL(:,5).*0.37];
[lia,loc] = ismember(EmissABASgasolinaLevesNMHC(:,1), Ano_unico, 'rows');
[lia2,loc2] = ismember(EmissABASetanolLevesNMHC(:,1), Ano_unico, 'rows');
EmissABASgasoeetaLevesNMHC = sortrows([EmissABASgasolinaLevesNMHC(lia,:);EmissABA-
SetanolLevesNMHC(lia2,:)]);
[xg,EmissCityABAS_LEVES_NMHC] = consolidator(EmissABASgasoeetaLevesNMHC(:,1:3),
EmissABASgasoeetaLevesNMHC(:,end), 'nansum');
EmissCityABAS_LEVES_NMHC = [xg,EmissCityABAS_LEVES_NMHC];

%Commercial-light
EmissABASgasolinaComLevesNMHC = [ConsumoGASOLINA(:,1:3), ConsumoGASO-
LINA(:,6).*1.14];
EmissABASetanolComLevesNMHC = [ConsumoETANOL(:,1:3), ConsumoETANOL(:,6).*0.37];
[lia,loc] = ismember(EmissABASgasolinaComLevesNMHC(:,1), Ano_unico, 'rows');
[lia2,loc2] = ismember(EmissABASetanolComLevesNMHC(:,1), Ano_unico, 'rows');
EmissABASgasoeetaCOMLevesNMHC = sortrows([EmissABASgasolinaComLevesN-
MHC(lia,:);EmissABASetanolComLevesNMHC(lia2,:)]);
[xg,EmissCityABAS_comLEVES_NMHC] = consolidator(EmissABASgasoeetaCOMLevesN-
MHC(:,1:3), EmissABASgasoeetaCOMLevesNMHC(:,end), 'nansum');
EmissCityABAS_comLEVES_NMHC = [xg,EmissCityABAS_comLEVES_NMHC];

%Motorcycles
EmissABASgasolinaMotosNMHC = [ConsumoGASOLINA(:,1:3), ConsumoGASOLINA(:,7).*1.14];
EmissABASetanolMotosNMHC = [ConsumoETANOL(:,1:3), ConsumoETANOL(:,7).*0.37];
[lia,loc] = ismember(EmissABASgasolinaMotosNMHC(:,1), Ano_unico, 'rows');
[lia2,loc2] = ismember(EmissABASetanolMotosNMHC(:,1), Ano_unico, 'rows');
EmissABASgasoeetaMotosNMHC = sortrows([EmissABASgasolinaMotosNMHC(lia,:);EmissABA-
SetanolMotosNMHC(lia2,:)]);

```

```

[xg,EmissCityABAS_MOTOS_NMHC] = consolidator(EmissABASgasoetaMotosNMHC(:,1:3),
EmissABASgasoetaMotosNMHC(:,end),'nansum');
EmissCityABAS_MOTOS_NMHC = [xg,EmissCityABAS_MOTOS_NMHC];

%% Clear Variables
clearvars ConsumoDIESEL
clearvars ConsumoETANOL
clearvars ConsumoGASOLINA
clearvars DeterPesados
clearvars DeterMotosOtto
clearvars DeterLevesOtto
clearvars DeterLevesDiesel
clearvars EmissABASgasolinaLevesNMHC
clearvars EmissABASetanolLevesNMHC
clearvars EmissABASgasoetaLevesNMHC
clearvars EmissABASgasolinaComLevesNMHC
clearvars EmissABASetanolComLevesNMHC
clearvars EmissABASgasoetaCOMLevesNMHC
clearvars EmissABASgasolinaMotosNMHC
clearvars EmissABASetanolMotosNMHC
clearvars EmissABASgasoetaMotosNMHC

%% Calculating CO2eq emissions
disp(['Calculating CO2eq emissions'])

%Light-duty
EmissoesLevesCO2EQ = [EmissCityLeves(:,1:3), (EmissCityLeves(:,6).*21)+ (EmissCityLeves(:,10)) + (EmissCityLeves(:,11).*310)];

%Commercial-light
EmissoesComLevesCO2EQ = [EmissCityComLeves(:,1:3), (EmissCityComLeves(:,6).*21)+ (EmissCityComLeves(:,10)) + (EmissCityComLeves(:,11).*310)];

%Motorcycles
EmissoesMOTOSCO2EQ = [EmissCityMotos(:,1:3), (EmissCityMotos(:,6).*21)+ (EmissCityMotos(:,9)) + (EmissCityMotos(:,10).*310)];

%Heavy-duty
EmissoesPesadosCO2EQ = [EmissCityPesados(:,1:3), (EmissCityPesados(:,6).*21)+ (EmissCityPesados(:,9))+ (EmissCityPesados(:,10).*310)];

%% Calculating tires, brakes, road wear
disp(['Calculating tires, brakes, road wear'])

% Light-duty
matrizMPDESGASTESLeves = [MATRIZ_LEVES(:,1:6),MATRIZ_LEVES(:,15:18), repmat(0.0138,length(MATRIZ_LEVES(:,1)),1), repmat(0.0075,length(MATRIZ_LEVES(:,1)),1)];

% Commercial-light
matrizMPDESGASTEScomLeves = [MATRIZ_comLEVES(:,1:6),MATRIZ_comLEVES(:,15:18), repmat(0.0138,length(MATRIZ_comLEVES(:,1)),1), repmat(0.0075,length(MATRIZ_comLEVES(:,1)),1)];

% Motorcycles
matrizMPDESGASTESmotos = [MATRIZ_MOTOS(:,1:6),MATRIZ_MOTOS(:,15:19), repmat(0.0064,length(MATRIZ_MOTOS(:,1)),1), repmat(0.0030,length(MATRIZ_MOTOS(:,1)),1)];

% Heavy-duty
matrizMPDESGASTESPesados1 = [MATRIZ_PESADOS(find(MATRIZ_PESADOS(:,6)<3),1:6),MATRIZ_PESADOS(find(MATRIZ_PESADOS(:,6)<3),14:17), repmat(0.0216,length(find(MATRIZ_PESADOS(:,6)<3)),1), repmat(0.0075,length(find(MATRIZ_PESADOS(:,6)<3)),1)];
matrizMPDESGASTESPesados2 = [MATRIZ_PESADOS(find(MATRIZ_PESADOS(:,6)>2),1:6),MATRIZ_PESADOS(find(MATRIZ_PESADOS(:,6)>2),14:17), repmat(0.59,length(find(MATRIZ_PESADOS(:,6)>2)),1), repmat(0.0380,length(find(MATRIZ_PESADOS(:,6)>2)),1)];
matrizMPDESGASTESPesados = sortrows([matrizMPDESGASTESPesados1; matrizMPDESGASTESPesados2]);

```

```

% Calculating PM10 emissions from tires, brakes and road
disp('Calculating PM10 emissions from tires, brakes, and road wear')

% Light-duty
% Brakes and tires
EmissCityMPDESGASTESLeves1 = (matrizMPDESGASTESLeves(:,7).*matrizMPDESGASTESLeves(:,8).*matrizMPDESGASTESLeves(:,9).*matrizMPDESGASTESLeves(:,10).*matrizMPDESGASTESLeves(:,11));
% Road wear
EmissCityMPDESGASTESLeves2 = (matrizMPDESGASTESLeves(:,7).*matrizMPDESGASTESLeves(:,8).*matrizMPDESGASTESLeves(:,9).*matrizMPDESGASTESLeves(:,10).*matrizMPDESGASTESLeves(:,12));
EmissoesMPDESGASTESLeves = [matrizMPDESGASTESLeves(:,1:6), EmissCityMPDESGASTESLeves1,EmissCityMPDESGASTESLeves2];
[xg,EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Leves] = consolidator(EmissoesMPDESGASTESLeves(:,1:3), EmissoesMPDESGASTESLeves(:,7), 'nansum');
EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Leves = [xg,EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Leves];
[xg,EmissCityMPDESGASTES_pista_Leves] = consolidator(EmissoesMPDESGASTESLeves(:,1:3), EmissoesMPDESGASTESLeves(:,8), 'nansum');
EmissCityMPDESGASTES_pista_Leves = [xg,EmissCityMPDESGASTES_pista_Leves];

% Commercial-light
% Brakes and tires
matrizMPDESGASTEScomLeves1 = (matrizMPDESGASTEScomLeves(:,7).*matrizMPDESGASTEScomLeves(:,8).*matrizMPDESGASTEScomLeves(:,9).*matrizMPDESGASTEScomLeves(:,10).*matrizMPDESGASTEScomLeves(:,11));
% Road wear
matrizMPDESGASTEScomLeves2 = (matrizMPDESGASTEScomLeves(:,7).*matrizMPDESGASTEScomLeves(:,8).*matrizMPDESGASTEScomLeves(:,9).*matrizMPDESGASTEScomLeves(:,10).*matrizMPDESGASTEScomLeves(:,12));
EmissoesMPDESGASTEScomLeves = [matrizMPDESGASTEScomLeves(:,1:6), matrizMPDESGASTEScomLeves1,matrizMPDESGASTEScomLeves2];
[xg,EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_ComLeves] = consolidator(EmissoesMPDESGASTEScomLeves(:,1:3), EmissoesMPDESGASTEScomLeves(:,7), 'nansum');
EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_ComLeves = [xg,EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_ComLeves];
[xg,EmissCityMPDESGASTES_pista_ComLeves] = consolidator(EmissoesMPDESGASTEScomLeves(:,1:3), EmissoesMPDESGASTEScomLeves(:,8), 'nansum');
EmissCityMPDESGASTES_pista_ComLeves = [xg,EmissCityMPDESGASTES_pista_ComLeves];

% Motorcycles
% Brakes and tires
matrizMPDESGASTESmotos1 = (matrizMPDESGASTESmotos(:,7).*matrizMPDESGASTESmotos(:,8).*matrizMPDESGASTESmotos(:,9).*matrizMPDESGASTESmotos(:,10).*matrizMPDESGASTESmotos(:,11).*matrizMPDESGASTESmotos(:,12));
% Road wear
matrizMPDESGASTESmotos2 = (matrizMPDESGASTESmotos(:,7).*matrizMPDESGASTESmotos(:,8).*matrizMPDESGASTESmotos(:,9).*matrizMPDESGASTESmotos(:,10).*matrizMPDESGASTESmotos(:,11).*matrizMPDESGASTESmotos(:,13));
EmissoesMPDESGASTESmotos = [matrizMPDESGASTESmotos(:,1:6), matrizMPDESGASTESmotos1,matrizMPDESGASTESmotos2];
[xg,EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Motos] = consolidator(EmissoesMPDESGASTESmotos(:,1:3), EmissoesMPDESGASTESmotos(:,7), 'nansum');
EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Motos = [xg,EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Motos];
[xg,EmissCityMPDESGASTES_pista_Motos] = consolidator(EmissoesMPDESGASTESmotos(:,1:3), EmissoesMPDESGASTESmotos(:,8), 'nansum');
EmissCityMPDESGASTES_pista_Motos = [xg,EmissCityMPDESGASTES_pista_Motos];

% Heavy-duty
% Brakes and tires
matrizMPDESGASTESPesados1 = (matrizMPDESGASTESPesados(:,7).*matrizMPDESGASTESPesados(:,8).*matrizMPDESGASTESPesados(:,9).*matrizMPDESGASTESPesados(:,10).*matrizMPDESGASTESPesados(:,11));
% Road wear
matrizMPDESGASTESPesados2 = (matrizMPDESGASTESPesados(:,7).*matrizMPDESGASTESPesados(:,8).*matrizMPDESGASTESPesados(:,9).*matrizMPDESGASTESPesados(:,10).*matrizMPDESGASTESPesados(:,12));

```

```

EmissoesMPDESGASTESpesados = [matrizMPDESGASTESpesados(:,1:6), matrizMPDESGASTESpesados1,matrizMPDESGASTESpesados2];
[xg,EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Pesados] = consolidator(EmissoesMPDESGASTESpesados(:,1:3), EmissoesMPDESGASTESpesados(:,7), 'nansum');
EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Pesados = [xg,EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Pesados];
[xg,EmissCityMPDESGASTES_pista_Pesados] = consolidator(EmissoesMPDESGASTESpesados(:,1:3), EmissoesMPDESGASTESpesados(:,8), 'nansum');
EmissCityMPDESGASTES_pista_Pesados = [xg,EmissCityMPDESGASTES_pista_Pesados];

%% Clear Variables
clearvars EmissCityMPDESGASTESLeves1
clearvars EmissCityMPDESGASTESLeves2
clearvars EmissoesMPDESGASTESLeves
clearvars matrizMPDESGASTEScomLeves1
clearvars matrizMPDESGASTEScomLeves2
clearvars EmissoesMPDESGASTEScomLeves
clearvars matrizMPDESGASTESmotos1
clearvars matrizMPDESGASTESmotos2
clearvars EmissoesMPDESGASTESmotos
clearvars matrizMPDESGASTESpesados1
clearvars matrizMPDESGASTESpesados2
clearvars EmissoesMPDESGASTESpesados

%% Calculating soil resuspension emissions
disp(['Calculating soil resuspension emissions'])

% Light-duty
matrizMPRESSUSPENSAOLeves = [MATRIZ_LEVES(:,1:6),MATRIZ_LEVES(:,15:18), repmat(0.062,length(MATRIZ_LEVES(:,1)),1)];

% Commercial-light
matrizMPRESSUSPENSAOcomLeves = [MATRIZ_comLEVES(:,1:6),MATRIZ_comLEVES(:,15:18), repmat(0.062,length(MATRIZ_comLEVES(:,1)),1)];

% Motorcycles
matrizMPRESSUSPENSAOmotos = [MATRIZ_MOTOS(:,1:6),MATRIZ_MOTOS(:,15:19), repmat(0.062,length(MATRIZ_MOTOS(:,1)),1)];

% Heavy-duty
matrizMPRESSUSPENSAOPesados = [MATRIZ_PESADOS(:,1:6),MATRIZ_PESADOS(:,14:17), repmat(0.062,length(MATRIZ_PESADOS(:,1)),1)];

disp('Soil resuspension from light-duty')
EmissCityMPRESSUSLeves = (matrizMPRESSUSPENSAOLeves(:,7).*matrizMPRESSUSPENSAOLeves(:,8).*matrizMPRESSUSPENSAOLeves(:,9).*matrizMPRESSUSPENSAOLeves(:,10).*matrizMPRESSUSPENSAOLeves(:,11));
EmissoesMPRESSUSPENSAOLeves = [matrizMPRESSUSPENSAOLeves(:,1:6), EmissCityMPRESSUSLeves];
[xg,EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Leves] = consolidator(EmissoesMPRESSUSPENSAOLeves(:,1:3), EmissoesMPRESSUSPENSAOLeves(:,7), 'nansum');
EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Leves = [xg,EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Leves];

disp('Soil resuspension from commercial-light')
EmissCityMPRESSUSComLeves = (matrizMPRESSUSPENSAOcomLeves(:,7).*matrizMPRESSUSPENSAOcomLeves(:,8).*matrizMPRESSUSPENSAOcomLeves(:,9).*matrizMPRESSUSPENSAOcomLeves(:,10).*matrizMPRESSUSPENSAOcomLeves(:,11));
EmissoesMPRESSUSPENSAOcomLeves = [matrizMPRESSUSPENSAOcomLeves(:,1:6), EmissCityMPRESSUSComLeves];
[xg,EmissCityMP_RESSUSPENSAO_ComLeves] = consolidator(EmissoesMPRESSUSPENSAOcomLeves(:,1:3), EmissoesMPRESSUSPENSAOcomLeves(:,7), 'nansum');
EmissCityMP_RESSUSPENSAO_ComLeves = [xg,EmissCityMP_RESSUSPENSAO_ComLeves];

```

```

disp('Soil resuspension from motorcycles')
% Emissao de MP por Ressuspensao
EmissCityMPRESSUSMotos = (matrizMPRESSUSPENSAOmotos(:,7).*matrizMPRESSUSPENSAOmotos(:,8).*matrizMPRESSUSPENSAOmotos(:,9).*matrizMPRESSUSPENSAOmotos(:,10).*matrizMPRESSUSPENSAOmotos(:,11).*matrizMPRESSUSPENSAOmotos(:,12));
EmissoesMPRESSUSPENSAOmotos = [matrizMPRESSUSPENSAOmotos(:,1:6), EmissCityMPRESSUSMotos];
[xg,EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Motos] = consolidator(EmissoesMPRESSUSPENSAOmotos(:,1:3), EmissoesMPRESSUSPENSAOmotos(:,7), 'nansum');
EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Motos = [xg,EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Motos];

disp('Soil resuspension from heavy-duty')
EmissCityMPRESSUSPesados = (matrizMPRESSUSPENSAOPesados(:,7).*matrizMPRESSUSPENSAOPesados(:,8).*matrizMPRESSUSPENSAOPesados(:,9).*matrizMPRESSUSPENSAOPesados(:,10).*matrizMPRESSUSPENSAOPesados(:,11));
EmissoesMPRESSUSPENSAOPesados = [matrizMPRESSUSPENSAOPesados(:,1:6), EmissCityMPRESSUSPesados];
[xg,EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Pesados] = consolidator(EmissoesMPRESSUSPENSAOPesados(:,1:3), EmissoesMPRESSUSPENSAOPesados(:,7), 'nansum');
EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Pesados = [xg,EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Pesados];

%% Evaporative emissions (Diurnal, Hot Soak e Runnig Losses)
disp('Calculating Evaporative emissions (Diurnal, Hot Soak e Runnig Losses)')
disp('Calling Estimativa_EVAPORATIVAS_LEVES2')
[Emissao_LEVES_evaporativas_TOTAL, Emissao_LEVES_evaporativas_segregado, LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO] = Estimativa_EVAPORATIVAS_LEVES2(path,EF_folder, TiposdeCombustivel, MATRIZ_LEVES, Ano_unico, veicCATEGORY);

disp('Calling Estimativa_EVAPORATIVAS_ComLEVES2')
[Emissao_comLEVES_evaporativas_TOTAL, Emissao_comLEVES_evaporativas_segregado, comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO] = Estimativa_EVAPORATIVAS_ComLEVES2(path,EF_folder, TiposdeCombustivel, MATRIZ_comLEVES, Ano_unico, veicCATEGORY);

disp('Calling Estimativa_EVAPORATIVAS_MOTOS')
[Emissao_MOTOS_evaporativas_TOTAL, Emissao_MOTOS_evaporativas_segregado, MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO] = Estimativa_EVAPORATIVAS_MOTOS(path,EF_folder,TiposdeCombustivel, MATRIZ_MOTOS, Ano_unico, veicCATEGORY);

%% Calculating total evaporative emissions
disp('Calculating total evaporative emissions by county')
Emissao_BRASIL_evaporativas_TOTAL = [Emissao_LEVES_evaporativas_TOTAL(:,1:end),Emissao_comLEVES_evaporativas_TOTAL(:,end),Emissao_MOTOS_evaporativas_TOTAL(:,end)];
Emissao_BRASIL_evaporativas_TOTAL = [Emissao_BRASIL_evaporativas_TOTAL(:,1:3),[Emissao_BRASIL_evaporativas_TOTAL(:,4)+Emissao_BRASIL_evaporativas_TOTAL(:,5)+Emissao_BRASIL_evaporativas_TOTAL(:,6)]];

Emissao_BRASIL_evaporativas_Segregado = [Emissao_LEVES_evaporativas_segregado(:,1:3),...
[Emissao_LEVES_evaporativas_segregado(:,4)+Emissao_comLEVES_evaporativas_segregado(:,4)+Emissao_MOTOS_evaporativas_segregado(:,4)],...
[Emissao_LEVES_evaporativas_segregado(:,5)+Emissao_comLEVES_evaporativas_segregado(:,5)+Emissao_MOTOS_evaporativas_segregado(:,5)],...
[Emissao_LEVES_evaporativas_segregado(:,6)+Emissao_comLEVES_evaporativas_segregado(:,6)+Emissao_MOTOS_evaporativas_segregado(:,6)]];
%% Consolidating and grouping
disp(['***Consolidating values for light-duty in counties***'])
[LIA,LOC] = ismember(EmissCityLeves(:,1:3),EmissCityABAS_LEVES_NMHC(:,1:3), 'rows');
EmissCity_abastecimento_LEVES1 = [EmissCityLeves(find(LIA<1),1:3), repmat(0,length(find(LIA<1)),1)];
EmissCity_abastecimento_LEVES = sortrows([EmissCityABAS_LEVES_NMHC;EmissCity_abastecimento_LEVES1]);
EmissCityLevesBR = [EmissCityLeves(:,1:5), EmissoesLevesNMHC(:,end), EmissCityLeves(:,6:end), EmissCityLevesSO2(:,end),...
EmissCity_abastecimento_LEVES(:,end),EmissoesLevesCO2EQ(:,end),...
EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Leves(:,end), EmissCityMPDESGASTES_pista_Leves(:,end), EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Leves(:,end),...
Emissao_LEVES_evaporativas_segregado(:,4:end)];

```

```

disp(['***Consolidating values for commercial-light in counties***'])
[LIA,LOC] = ismember(EmissCityComLeves(:,1:3),EmissCityABAS_com-
LEVES_NMHC(:,1:3),'rows');
EmissCity_abastecimento_comLEVES1 = [EmissCityComLeves(find(LIA<1),1:3),rep-
mat(0,length(find(LIA<1)),1)];
EmissCity_abastecimento_comLEVES = sortrows([EmissCityABAS_comLEVES_NMHC;Emiss-
City_abastecimento_comLEVES1]);
EmissCityComLevesBR = [EmissCityComLeves(:,1:5), EmissoesComLevesNMHC(:,end),
EmissCityComLeves(:,6:end), EmissCityComLevesSO2(:,end),...
    EmissCity_abastecimento_comLEVES(:,end),EmissoesComLevesCO2EQ(:,end),...
    EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_ComLeves(:,end), EmissCityMP-
DESGASTES_pista_ComLeves(:,end),EmissCityMP_RESSUSPENSAO_ComLeves(:,end),...
    Emissao_comLEVES_evaporativas_segregado(:,4:end)];

disp(['***Consolidating values for motorcycles in counties***'])
[LIA,LOC] = ismember(EmissCityMotos(:,1:3),EmissCityABAS_MOTOS_NMHC(:,1:3),'rows');
EmissCity_abastecimento_Motos1 = [EmissCityMotos(find(LIA<1),1:3),repmat(0,len-
gth(find(LIA<1)),1)];
EmissCity_abastecimento_Motos = sortrows([EmissCityABAS_MOTOS_NMHC;EmissCity_abas-
tecimento_Motos1]);
EmissCityMotosBR = [EmissCityMotos(:,1:5), EmissoesMOTOSNMHC(:,end), EmissCityMo-
tos(:,6:7), repmat(NaN,length(EmissCityMotos(:,1)),1),EmissCityMotos(:,8:end),
EmissCityMotosSO2(:,end),...
    EmissCity_abastecimento_Motos(:,end),EmissoesMOTOSCO2EQ(:,end),...
    EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Motos(:,end), EmissCityMPDESGASTES_pista_Mo-
tos(:,end),EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Motos(:,end),...
    Emissao_MOTOS_evaporativas_segregado(:,4:end)];

disp(['***Consolidating values for heavy-duty in counties***'])
EmissCityPesadosBR = [EmissCityPesados(:,1:5), EmissoesPesadosNMHC(:,end), Emiss-
CityPesados(:,6:7), repmat(NaN,length(EmissCityPesados(:,1)),1),EmissCityPe-
sados(:,8:end), EmissCityPesadosSO2(:,end),...
    repmat(NaN,length(EmissCityPesados(:,1)),1),EmissoesPesadosCO2EQ(:,end),...
    EmissCityMPDESGASTES_pneufreio_Pesados(:,end), EmissCityMPDESGASTES_pista_Pe-
sados(:,end),EmissCityMP_RESSUSPENSAO_Pesados(:,end),...
    repmat(NaN,length(EmissCityPesados(:,1)),1), repmat(NaN,length(EmissCityPe-
sados(:,1)),1), repmat(NaN,length(EmissCityPesados(:,1)),1)];

%% Saving data in CSV files
disp('Saving data in .csv files')
disp('Calling SalvaArquivosTXT_BRAVES')
[EMISSAOfatal_BR,EMISSAOfatal_BR_UF] = SalvaArquivosTXT_BRAVES(path, EmissCit-
yLevesBR, EmissCityComLevesBR, EmissCityMotosBR, EmissCityPesadosBR);

```

Função BRAVES (Identify_CODE_IBGE)

```

%% _____ Identify_CODE_IBGE _____

function [IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IBGEUFOK,UFcodes] = Identify_CODE_IBGE (path)
%% Local da pasta de trabalho
% path = uigetdir('D:\', 'Arquivos_INPUT Data IBGE');
% inputpath = [path, '\INPUT'];
%%
%LEITURA DO ARQUIVO
disp('Reading DataBase IBGE')
filename = [path, '\INPUT\Base_de_dados_dos_municipios.xls'];
[~,~,raw] = xlsread (filename);
raw(1,:) = [];

IBGE_CITIES = [num2cell(NaN(length(raw(:,1)),1)),raw(:,2),raw(:,3),raw(:,5)];

IBGE_CITIES_CODES = str2num(cell2mat(raw(:,2)));

%% Reading state shapefile - Brazil
disp('Reading states shapefile')
% [file, folder] = uigetfile('D:\*.shp', 'Open states shapefile ');
% UFshp = shaperead([folder,file]); % open shp

UFshp = shaperead([path, '\SHP\BRUFE250GC_SIR.shp']); % open shp

IBGEUFOK = {'AC';'AL';'AP';'BA';'CE';'DF';...
            'ES';'GO';'MA';'MT';...
            'MS';'MG';'PA';'PB';...
            'PE';'PI';'RJ';'RN';...
            'RS';'RR';'SC';'SP';...
            'SE';'TO';'PR';'RO';'AM'};

%Replacing wrong strings
for ii = 1:length(UFshp)
    UFshp(ii).NM_ESTADO = IBGEUFOK(ii);
    UFcodes(ii,1) = str2num(UFshp(ii).CD_GEOCUF); % vector with states
end

UFnames = {UFshp.NM_ESTADO}'; % vector with states

%Atribuing siglas UF in IBGE CITIES

for jj = 1:length(UFcodes)
    [liacodes, loccodes] = ismember(IBGE_CITIES_CODES, UFcodes);
end

IBGE_CITIES(:,1) = [UFnames(loccodes)];
IBGE_STATES = [UFnames,num2cell(UFcodes)];

%% Reading Municipalities shapefile IBGE and FOREST GIS - Brazil

% Shape 1
disp('Reading cities shapefile from IBGE')
% [file, folder] = uigetfile('D:\*.shp', 'Open cities shapefile from IBGE ');
% CITYshpIBGE = shaperead([folder,file]);

CITYshpIBGE = shaperead([path, '\SHP\BRMUE250GC_SIR.shp']);

% Shape 2
disp('Reading cities shapefile from ForestGIS')
% [file, folder] = uigetfile('D:\*.shp', 'Open cities shapefile from FOREST ');
% CITYshpFOREST = shaperead([folder,file]);

CITYshpFOREST = shaperead([path, '\SHP\MUNICIPIOS_poligonos.shp']);

```

```

%Reading Cities code from IBGE shapefile
for ii = 1:length(CITYshpIBGE)
    % vector with states
    CITYcodesIBGE(ii,1) = str2num(CITYshpIBGE(ii).CD_GEOCMU);
end

% Reading Cities code from Forest GIS shapefile
for ii = 1:length(CITYshpFOREST)
    CITYcodesFOREST(ii,1) = str2num(CITYshpFOREST(ii).COD_IBGE);
end

% Accumulating names
CITYnamesIBGE = {CITYshpIBGE.NM_MUNICIP}'; % vector with states
CITYnamesFOREST = {CITYshpFOREST.NOME_MUNI}'; % vector with states

%% Finding Codes in: DataBaseIBGE, Shapefile IBGE and Shapefile FORESTGIS

%Finding Codes from ShpIBGE into DataBaseIBGE
[lia1 loc1] = ismember(CITYcodesIBGE, cell2mat(IBGE_CITIES(:,3)));

%Finding Codes from ShpIBGE into Forest
[lia2 loc2] = ismember(CITYcodesIBGE, CITYcodesFOREST);

soma1 = sum(lia1);
soma2 = sum(lia2);

Falta_Municipios = CITYnamesIBGE(find(lia1==0));
Falta_Codigo = CITYcodesIBGE(find(lia1==0));

%%
% Correcting names of missing municipalities in DataBase
% Removing strage char (not alfanumerics)
disp('Remove strange char from cities (Falta Municipios)')

% Encoding substitution ('ISO-8859-1')
% http://string-functions.com/encodingtable.aspx?encoding=65001&decoding=28591
chars_old_I = [195,141];
chars_old_A = [195,129];
chars_old_AA = [195,26];

A = [65];
I = [73];

for ii = 1:length(Falta_Municipios)
    bytes1 = unicode2native(char(Falta_Municipios(ii)), 'ISO-8859-1');
    if (sum(find(bytes1==195))>=1)==1;
        [liacharI,loccharI] = ismember(chars_old_I,bytes1);
        if loccharI(1) ~= 0 & loccharI(2) ~= 0
            bytes1(loccharI(1)) = [I];
            bytes1(loccharI(2)) = [];
        end
        [liacharA,loccharA] = ismember(chars_old_A,bytes1);
        if loccharA(1) ~= 0 & loccharA(2) ~= 0
            bytes1(loccharA(1)) = [A];
            bytes1(loccharA(2)) = [];
        end
        [liacharAA,loccharAA] = ismember(chars_old_AA,bytes1);
        if loccharAA(1) ~= 0 & loccharAA(2) ~= 0
            bytes1(loccharAA(1)) = [A];
            bytes1(loccharAA(2)) = [];
        end
    end
    end
    Falta_Municipios(ii,1) = cellstr(char(bytes1));
    codiState(ii,1) = fix(Falta_Codigo(ii,1)/10^5);
end

```

```

[liacodes2, loccodes2] = ismember(codiState, UFcodes);

falta_codiState(:,1) = [UFnames(loccodes2)];
Municípios_faltantes = [falta_codiState, cellstr(num2str(codiState)), ...
    num2cell(Falta_Codigo), Falta_Municipios];

%% Add Municípios_Faltantes in IBGE_CITIES in alphabetical order the Codigo
disp('Add missed cities in IBGE_CITIES - Completed Data')
IBGE_CITIES = [IBGE_CITIES;Municipios_faltantes];
Codigo_IBGE_CITIES = sort(cell2mat(IBGE_CITIES(:,3)));
[lia,loc] = ismember(cell2mat(IBGE_CITIES(:,3)),Codigo_IBGE_CITIES);

for jj = 1:length(IBGE_CITIES)
    IBGE_CITIES_complete(jj,:) = IBGE_CITIES(find((loc)==jj),:);
end
%
%% Retirar caracteres com acento, alfanumericos e os espaços entre as
%palavras deixando-o um string unico.

% Getting cities name
CITYnames(:,1) = IBGE_CITIES_complete(:,4); % vector with states

% Uppercase
CITYnames = upper(CITYnames);

% Removing strage char
disp('Remove strange char from cities - final')

chars_old = 'ÁÉÍÓÚÃÕÄÊÎÔÛÇ-';
chars_new = 'AEIOUAOAEIOUC ';

for ii = 1:length(CITYnames)
    [liaE, locE] = ismember(CITYnames{ii,1}, chars_old);
    locE(locE==0) = [];
    CITYnames{ii,1}(liaE) = chars_new(locE);
end

%Removing spaces between characters

STRANGE = isstrprop(CITYnames, 'alpha');

for ii = 1:length(CITYnames)
    CITYnames(ii,1) = {CITYnames{ii,1}(find(STRANGE{ii,1}==1))};
end

IBGE_DATA_CITY = [IBGE_CITIES_complete(:,1:3), CITYnames];

disp('ADAPTATING DATA FROM IBGE COMPLETED SUCESSFULLY')

```

Função BRAVES (prep_ConsumoComb)

```

%% _____ INPUT DATA _____

function [CONSUMO_COMBUSTIVEL] = prep_Consumo-
Comb(COMBpath,IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IBGEUFOK,UFcodes)
%% Calling Indentify_CODE_IBGE
% disp(['Calling Indentify_CODE_IBGE'])
%
% [IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IBGEUFOK,UFcodes] = Indentify_CODE_IBGE;
%% Opening directory folder with fuel consumption
% cname = uigetdir('D:\', 'Data_COMSUMPTION Consumption files');
cname = COMBpath;

% Listing fuel consumption files
listing = dir([cname '*.*xlsx']);

%%
yearALL = [];
CONSUMO_COMBUSTIVEL = [];
CONSUMO_Accumulado = [];
strUF = [];
DATA = [];

for zz = 1:length(listing)
% Getting years
year = textscan(listing(zz).name,'BR_CONSUMPTION_%c_%f .xlsx');
Consumption = year(:,1);
year = cell2mat(year(:,2));

%LEITURA DO ARQUIVO
disp(['Reading file Consumption ',char(Consumption),' year ',num2str(year)])
% Reading excel files
[~,~,raw] = xlsread ([cname '\' listing(zz).name]);

% Removing excendent collunms
if length(raw(1,:))>3
    raw(:,4:end)=[];
end

yearALL = [yearALL; repmat(year,length(raw(:,1)),1)];
strUF = cellstr(raw(:,1));
[lia,loc] = ismember(strUF,IBGEUFOK);

DATA = [raw(:,1),num2cell(UFcodes(loc)),raw(:,2:end)];

% Retirar caracteres com acento, alfanumericos e os espaços entre as
% palavras deixando-o um string unico.
CITYnames = {};

% Getting cities name
CITYnames(:,1) = DATA(:,3)'; % vector with states

% Uppercase
CITYnames = upper(CITYnames);

% Removing strage char
% disp('Remove strange char from cities')
chars_old = 'ÁÉÍÓÚÃÕÂÊÎÔÇ-';
chars_new = 'AEIOUAOAEIOUC ';

for ii = 1:length(CITYnames)
    [liaE, locE] = ismember(CITYnames{ii,1}, chars_old);
    locE(locE==0) = [];
    CITYnames{ii,1}(liaE) = chars_new(locE);
end

```

```
end

%Removing spaces between characters

STRANGE = {};
STRANGE = isstrprop(CITYnames, 'alpha');

for ii = 1:length(CITYnames)
    CITYnames(ii,1) = {CITYnames{ii,1}(find(STRANGE{ii,1}==1))};
end

% Ajustando a planilha final para ficar do mesmo padrao da planilha do
% IBGE, para fazer a comparação entre as cidades

DATA(:,3) = [CITYnames];
DATA(:,2) = cellstr(num2str(cell2mat(DATA(:,2))));
CONSUMO_Accumulado = [CONSUMO_Accumulado;DATA];

end

yearALL = num2cell(yearALL);
CONSUMO_COMBUSTIVEL = [yearALL(:, :), CONSUMO_Accumulado(:, :)];
```

Função BRAVES (AddIBGEdata_ConsumoComb)

```

%% _____ COMPARATION DATA - ADD IBGE CODIGO (CITIES) _____

function[OUTPUT_FINAL] = AddIBGEdata_ConsumoComb(CONSUMO_COMBUSTI-
VEL_ibge,IBGE_DATA_CITY,IBGE_STATES,IBGEUFOK,UFcodes,MatrizcityWrong)
%% Calling INPUT_DATA

OUTPUT_DATA = CONSUMO_COMBUSTIVEL_ibge;

DATA_Complet = [];

for ii = 1:length(UFcodes)
    %Procura os municipios do mesmo estado na planilha de Consumo de Alcool
    dados_UF = find(str2num(cell2mat(OUTPUT_DATA(:,3))) == (UFcodes(ii)));

    %Salva os Municipios do mesmo estado dos dados de consumo de Etanol
    UF_values = OUTPUT_DATA(dados_UF,:);

    %Procura os municipios do mesmo estado na planilha de codigos do IBGE
    dados_IBGE = find(str2double(IBGE_DATA_CITY(:,2)) == (UFcodes(ii)));

    %Salva os Municipios do mesmo estado dos dados dos codigos do IBGE
    IBGE_values = IBGE_DATA_CITY(dados_IBGE,:);

    %Faz a busca dos municipios na planilha de consumo e procura na planilha
    % do Codigo dos Municipios do IBGE

    Municipios_encontrados = {};

    [liam,locm] = ismember(UF_values(:,4),IBGE_values(:,4));

    for jj = 1:length(locm)
        if locm(jj) ~= 0
            Municipios_encontrados(jj,:) = [UF_values(jj,:),IBGE_va-
lues(locm(jj),3)];
        else
            Municipios_encontrados(jj,:) = [UF_values(jj,:),NaN];
        end
    end
    DATA_Complet = [DATA_Complet; Municipios_encontrados];
end

OUTPUT_DATA = [DATA_Complet(:,2:3),DATA_Complet(:,6),DATA_Complet(:,4:5)];

%Corrigir Municipios que estão exageradamente escrito errados ou não
%existem na planilha de dados do IBGE entre os municipios que nao tem
%codigo
%   EX: Exageradamente escrito errado: ITABIRINHADEMANTENA == ITABIRINHA
%   EX: Não existe no IBGE: CAMPODESANTANA = CONSIDERAR CIDADE MAIS
%   PROXIMA (TACIMA-PE)

%identificar os municipios sem codigo
Mun_sem_codigo = OUTPUT_DATA(isnan(cell2mat(OUTPUT_DATA(:,3))),:);

%Arrumar e Excluir particularidades

for ii = 1:length(MatrizcityWrong(:,1))
    trata_mun = MatrizcityWrong(ii,1);
    [lia,loc] = ismember (Mun_sem_codigo(:,4),trata_mun);
    Municipio = [];
    Municipio = [Municipio; repmat(cellstr(MatrizcityWrong(ii,2)),len-
gth(find(lia==1)),1)];
    Mun_sem_codigo(lia,4) = Municipio;
end

```

```

end

% Exceções:
% Tem municipios que estão escritos certos, no entanto o estado que
% pertencem e o respectivo código UF tem que ser alterados. Isto ocorre
% para os municipios de:
% - SERRANOPOLIS
% - RIO SONO
% - PONTE ALTA DO NORTE
for ii = 1:length(Mun_sem_codigo(:,4))
% Arrumando o Município de SERRANOPOLIS - GO
if strcmp('SERRANOPOLIS', Mun_sem_codigo(ii,4))
Mun_sem_codigo(ii,1:2) = {'GO', '52'};
end

% Arrumando o Municipio de RIO SONO - TO
if strcmp('RIOSONO', Mun_sem_codigo(ii,4))
Mun_sem_codigo(ii,1:2) = {'TO', '17'};
end

% Arrumando o Municipio de PONTE ALTA DO NORTE - SC
if strcmp('PONTEALTADONORTE', Mun_sem_codigo(ii,4))
Mun_sem_codigo(ii,1:2) = {'SC', '42'};
end

% Arrumando o Municipio de PONTE ALTA DO NORTE - SC
if strcmp('ITAPORADOTOCANTINS', Mun_sem_codigo(ii,4))
Mun_sem_codigo(ii,1:2) = {'TO', '17'};
end
end

end

%Procurar Municipios que não foram encontrados os Codigos do IBGE
% disp(['Procurando código IBGE dos municipios que não foram encontrados'])
for ii = 1:length(Mun_sem_codigo)

%Estado do Municipio que falta codigo
Estados_Faltantes = str2num(cell2mat(Mun_sem_codigo(ii,2)));
%Posição dos Estados em ordem da planilha do IBGE
ESTADOS_IBGE = str2num(cell2mat(IBGE_DATA_CITY(:,2)));
%Posição dos Estados em ordem do INPUT de consumo de combustivelz
ESTADOS_OUTPUT = str2num(cell2mat(OUTPUT_DATA(:,2)));

%Dados do Estado (ii) - IBGE
DadosUF = IBGE_DATA_CITY(find(Estados_Faltantes == ESTADOS_IBGE),:);

%Codigos de todos os municipios do Estado (ii) - IBGE
Codigo_mun_bruto = cell2mat(DadosUF(:,3));

%Dados do Estado (ii) - INPUT consumo de combustivel
Cidades__INPUT = OUTPUT_DATA(find(Estados_Faltantes == ESTADOS_OUTPUT),:);

%Codigos de todos os municipios do Estado(ii)INPUT Consumo Combustivel
Codigo_mun_INPUT = cell2mat(Cidades__INPUT(:,3));

% Encontrar os municipios que não foram identificados na planilha de
% INPUT, seja por que não possui venda de combustivel ou por erro de
% digitação. (sendo que vamos em busca do erro de digitação).

[lia,loc] = ismember(Codigo_mun_bruto,Codigo_mun_INPUT);
Municipios_NaN_double = double(char(Mun_sem_codigo(:,4)));
DadosUF_double = double(char(DadosUF(:,4)));

%Comparar o tamanho dos municipios, trabalhar com municipios do mesmo
%tamanho, com um caractere a mais e um a menos.

tamanho_mun_NaN = length(find(Municipios_NaN_double(ii,:)~=32));

aa=0;

```

```

possivel_mun = {};

for jj = 1:length(DadosUF_double(:,1))

    if length(find(DadosUF_double(jj,:)~=32))>=(tamanho_mun_NaN-1) &...
        length(find(DadosUF_double(jj,:)~=32))<=(tamanho_mun_NaN+1)
        aa = aa+1;
        possivel_mun(aa,:) = DadosUF(jj,:);
    end
end
possivel_mun_double = double(char(possivel_mun(:,4)));

mun_sem_codigo = Municipios_NaN_double(ii,:);

%adiciona uma coluna com valores igual a 32 (vazio em codigo ASCII)
% para ajudar a ver oquao parecido é o municipio faltante.

celula_vazia = 0;
celula_vazia(1:length(possivel_mun_double(:,1)),end) = 32;
possivel_mun_double = [possivel_mun_double,celula_vazia];

%Para cada possivel municipio ver o quao parecido é do municipio
%faltante

soma = [];

for mm = 1:length(possivel_mun_double(:,1))
    [lia] = ismember(possivel_mun_double(mm,:),mun_sem_codigo);
    soma(mm,1) = sum(lia(1,:));
end

parecidos = [];
parecidos = [find(soma==(max(soma)))];
parecidos = [parecidos; find(soma==(max(soma))-1)];
parecidos = [parecidos; find(soma==(max(soma))+1)];
mun_parecidos = {};

for oo = 1:length(parecidos)
    mun_parecidos(oo,:) = possivel_mun(parecidos(oo,1),:);
end

sequencia_procura = diff(mun_sem_codigo);
sequencia_achado = [];

for kk = 1:length(parecidos)
    sequencia_achado(kk,:) = diff(possivel_mun_double(parecidos(kk),:));
end

soma2 = [];

for nn = 1:length(sequencia_achado(:,1))
    [liann] = ismember(sequencia_procura(find(sequencia_procura~=0)),sequen-
cia_achado(nn,:));
    soma2(nn) = sum(liann);
end

if length(find(max(soma2)==soma2))>1
    %         varINPUT = ['Sugest a new name for city: ' Mun_sem_codigo(ii,4)];
    varINPUT = ['Sugest a new name for city: '...
        Mun_sem_codigo(ii,4),['State: ' Mun_sem_codigo(ii,1)]];
%     list = mun_parecidos(:,4); % esse aqui coloca os municipios
%     parecidos como opção (esta funcionando)
    list = 'ERRO'
    [indx,tf] = listdlg('PromptString', varINPUT, 'ListString',list,...
        'SelectionMode','single');
    disp(['Nome de Municipio não identificado ou Inválido!'])
end
municipio_correto(ii,:) = mun_parecidos((find(soma2==max(soma2))),:);

```

```
end
```

```
%%
%Colocar o valor do consumo de combustivel na variavel em que foram
%encontradas os códigos dos municípios

municipio_correto = [municipio_correto, Mun_sem_codigo(:,5)];

% Na variavel OUTPUT_DATA que possui os municípios com os codigos
% encontrados tem que retirar os municípios que não tinham codigos
% encontrados e estão como NAN

OUTPUT_DATA(isnan(cell2mat(OUTPUT_DATA(:,3))),:)=[];

%Adicionando os municípios que não haviam encontrado o codigo junto com a
%matriz que possui os municípios com o codigo ja encontrado.

OUTPUT_DATA = [OUTPUT_DATA;municipio_correto(:,:)];

%PARA CADA ANO DE DADOS :
%FAZER A SOMA DOS MUNICIPIOS COM O MESMO CODIGO IBGE DO MUNICIPIO!!!!!!

% disp(['Para cada ANO, fazer a soma dos municípios com o mesmo codigo ibge'])

[xc,yc] = consolidator(cell2mat(OUTPUT_DATA(:,3)),[],'count');
Mun_repetidos = xc(find(yc>1));

sumA = grpstats(cell2mat(OUTPUT_DATA(:,5)),cell2mat(OUTPUT_DATA(:,3)),{@sum});
results = [unique(cell2mat(OUTPUT_DATA(:,3))),sumA];

[lia,loc] = ismember(results(:,1),cell2mat(IBGE_DATA_CITY(:,3)));
Resultado = [num2cell(results(:,:)),IBGE_DATA_CITY(loc,:)];

OUTPUT_FINAL = [Resultado(:,3:6),Resultado(:,2)];
```

Função BRAVES (prep_YEARMOD)

```

%% INPUT DATA
function [YEARMOD_DATA] = prep_YEARMOD(FROTApath,Estados_Brasileiros)
%% Opening directory folder with fleet: YEARMOD
% cname = uigetdir('D:\', 'Data_FROTA YEARMOD files');
cname = FROTApath;

% Listing fuel consumption files
listing = dir([cname '*.xlsx']);

yearALL = [];
YEARMOD_DATA = [];
DATA_acumulada = [];

for zz = 1:length(listing)
    % Getting years
    year = textscan(listing(zz).name,'BR_YEARMOD_ %f .xlsx');
    year = cell2mat(year(:,1));

    %LEITURA DO ARQUIVO
    disp(['Reading YEARMOD DATA ',num2str(year)])
    % Reading excel files
    [num,~,raw] = xlsread ([cname '\' listing(zz).name]);

    % Removing excendent collunms
    if length(raw(1,:))>3
        raw(:,6:end)=[];
        num(:,6:end)=[];
    end

    % Removing first line and remove four collum (Ano Fabricação)
    raw(1,:) = [];
    raw(:,4) = [];
    num(:,2) = [];

    % Remove valores com ano modelo NaN
    raw(isnan(num(:,1)),:)=[];

    % Trocando o nome dos municipios pelas siglas UF!
    for ii = 1:length(Estados_Brasileiros(:,1))
        raw(strcmp(raw(:,1),Estados_Brasileiros(ii,1))) = Estados_Brasilei-
ros(ii,2);
        raw(strcmp(raw(:,1),Estados_Brasileiros(ii,2)),5) = Estados_Brasilei-
ros(ii,3);
    end

    % Retirando as linhas que constam como "Sem Informação" onde deveria
    % estar o nome do estado. Retirar os Valores Vazios.
    Empty_values = [];
    Empty_values = (cellfun(@isempty, raw(:,5)));
    raw(Empty_values,:) = [];

    % Organizando o layout dos dados
    DATA = [];
    DATA = [raw(:,1), raw(:,5), raw(:,2:4)];

    % Criando um vetor com o comprimento dos dados de determinado ano
    yearALL = [yearALL; repmat(year,length(DATA(:,1)),1)];

    % Retirar caracteres com acento, alfanumericos e os espaços entre as
    % palavras deixando-o um string unico.
    CITYnames = {};

    % Getting cities name
    CITYnames(:,1) = DATA(:,3)'; % vector with states

```

```

% Uppercase
CITYnames = upper(CITYnames);

% Removing strange char
disp('Remove strange char from cities')
chars_old = 'ÁÉÍÓÚÃÕÂÊÎÔÇ-';
chars_new = 'AEIOUAOAEIOUC ';

for ii = 1:length(CITYnames)
    [liaE, locE] = ismember(CITYnames{ii,1}, chars_old);
    locE(locE==0) = [];
    CITYnames{ii,1}(liaE) = chars_new(locE);
end

%Removing spaces between characters
STRANGE = {};
STRANGE = isstrprop(CITYnames, 'alpha');
for ii = 1:length(CITYnames)
    CITYnames(ii,1) = {CITYnames{ii,1}(find(STRANGE{ii,1}==1))};
end

% Ajustando a planilha final para ficar do mesmo padrao da planilha do
% IBGE, para fazer a comparação entre as cidades
DATA(:,3) = [CITYnames];
DATA_acumulada = [DATA_acumulada;DATA(:,:)];
end

yearALL = num2cell(yearALL);
YEARMOD_DATA = [YEARMOD_DATA; yearALL(:,:),DATA_acumulada(:,:)];

```

Função BRAVES (AddIBGEdata_FROTADATA)

```

%% _____ COMPARATION DATA - ADD IBGE CODIGO (CITIES) _____
function [OUTPUT_FINAL] = AddIB-
GEdata_FROTADATA(FROTA_DATA_ibge, IBGE_DATA_CITY, IBGE_STATES, IB-
GEUFOK, UFcodes, MatrizcityWrong)

OUTPUT_DATA = FROTA_DATA_ibge;
DATA_Complet = [];

for ii = 1:length(UFcodes)
    %Procura os municipios do mesmo estado na planilha de Ano Modelo
    dados_UF = find(cell2mat(OUTPUT_DATA(:,3)) == (UFcodes(ii)));

    %Salva os Municipios do mesmo estado dos dados de ano modelo
    UF_values = OUTPUT_DATA(dados_UF,:);

    %Procura os municipios do mesmo estado na planilha de codigos do IBGE
    dados_IBGE = find(str2double(IBGE_DATA_CITY(:,2)) == (UFcodes(ii)));

    %Salva os Municipios do mesmo estado dos dados dos codigos do IBGE
    IBGE_values = IBGE_DATA_CITY(dados_IBGE,:);

    %Faz a busca dos municipios na planilha de Ano Modelo e procura na
    % planilha doCodigo dos Municipios do IBGE
    Municipios_encontrados = {};
    [liam, locm] = ismember(UF_values(:,4), IBGE_values(:,4));

    for jj = 1:length(locm)
        if locm(jj) ~= 0
            Municipios_encontrados(jj,:) = [UF_values(jj,:), IBGE_va-
lues(locm(jj),3)];
        else
            Municipios_encontrados(jj,:) = [UF_values(jj,:), NaN];
        end
    end
    DATA_Complet = [DATA_Complet; Municipios_encontrados];
end

OUTPUT_DATA = [DATA_Complet(:,2:3), DATA_Complet(:,end), DATA_Complet(:,4:end-1)];

%Corrigir Municipios que estão exageradamente escrito errados ou não
%existem na planilha de dados do IBGE entre os municipios que nao tem
%codigo
% EX: Exageradamente escrito errado: ITABIRINHADEMANTENA == ITABIRINHA
% EX: Não existe no IBGE: CAMPODESANTANA = CONSIDERAR CIDADE MAIS
% PROXIMA (TACIMA-PE)
%identificar os municipios sem codigo
Mun_sem_codigo = OUTPUT_DATA(isnan(cell2mat(OUTPUT_DATA(:,3))),:);

%Arrumar e Excluir particularidades
for ii = 1:length(MatrizcityWrong(:,1))
    trata_mun = MatrizcityWrong(ii,1);
    [lia, loc] = ismember (Mun_sem_codigo(:,4), trata_mun);
    Municipio = [];
    Municipio = [Municipio; repmat(cellstr(MatrizcityWrong(ii,2)), len-
gth(find(lia==1)),1)];
    Mun_sem_codigo(lia,4) = Municipio;
end
% Exceções:
% Tem municipios que estão escritos certos, no entanto o estado que
% pertencem e o repectivo código UF tem que ser alterados. Isto ocorre
% para os municipios de:
% - SERRANOPOLIS
% - RIO SONO
% - PONTE ALTA DO NORTE

```

```

for ii = 1:length(Mun_sem_codigo(:,4))
    % Arrumando o Município de SERRANOPOLIS - GO
    if strcmp('SERRANOPOLIS', Mun_sem_codigo(ii,4))
        Mun_sem_codigo(ii,1:2) = ['GO',52];
    end
    % Arrumando o Município de RIO SONO - TO
    if strcmp('RIOSONO', Mun_sem_codigo(ii,4))
        Mun_sem_codigo(ii,1:2) = ['TO',17];
    end
    % Arrumando o Município de PONTE ALTA DO NORTE - SC
    if strcmp('PONTEALTADONORTE', Mun_sem_codigo(ii,4))
        Mun_sem_codigo(ii,1:2) = ['SC',42];
    end
end
end
%Procurar Municípios que não foram encontrados os Codigos do IBGE
% disp(['Procurando código IBGE dos municípios que não foram encontrados'])
% Como nessa planilha o mesmo nome do municipio pode aparecer varias
% vezes devido o diversos ano modelo, será feita uma seleção sem
% repetição (unique) dos municípios faltantes e trabalhar com eles.
% Depois identificar aonde estão os municípios faltantes e trocar pelo
% correto.
Mun_faltantes = unique(Mun_sem_codigo(:,4), 'stable');
for aa = 1:length(Mun_faltantes)
    [liaa, locc] = ismember(Mun_faltantes(aa,1),Mun_sem_codigo(:,4));
    Mun_faltantes2(aa,:) = [Mun_sem_codigo(locc,1:2), Mun_faltantes(aa,1)];
end

for ii = 1:length(Mun_faltantes)
    %Estado do Município que falta código
    Estados_Faltantes = cell2mat(Mun_faltantes2(ii,2));

    %Posição dos Estados em ordem da planilha do IBGE
    ESTADOS_IBGE = str2num(cell2mat(IBGE_DATA_CITY(:,2)));

    %Posição dos Estados em ordem do INPUT de YEARMOD
    ESTADOS_OUTPUT = cell2mat(OUTPUT_DATA(:,2));

    %Dados do Estado (ii) - IBGE
    DadosUF = IBGE_DATA_CITY(find(Estados_Faltantes == ESTADOS_IBGE),:);

    %Códigos de todos os municípios do Estado (ii) - IBGE
    Codigo_mun_bruto = cell2mat(DadosUF(:,3));

    %Dados do Estado (ii) - INPUT YEARMOD
    Cidades__INPUT = OUTPUT_DATA(find(Estados_Faltantes == ESTADOS_OUTPUT),:);

    %Códigos de todos os municípios do Estado(ii) INPUT YEARMOD
    Codigo_mun_INPUT = cell2mat(Cidades__INPUT(:,3));

    % Encontrar os municípios que não foram identificados na planilha de
    % INPUT.(sendo que vamos em busca do erro de digitação).
    Municipios_NaN_double = double(char(Mun_faltantes(:,1)));
    DadosUF_double = double(char(DadosUF(:,4)));

    %Comparar o tamanho dos municípios, trabalhar com municípios do mesmo
    %tamanho, com um caractere a mais e um a menos.
    tamanho_mun_NaN = length(find(Municipios_NaN_double(ii,~)=32));
    aa=0;
    possivel_mun = {};
    for jj = 1:length(DadosUF_double(:,1))
        if length(find(DadosUF_double(jj,~)=32))>=(tamanho_mun_NaN-1) &...
            length(find(DadosUF_double(jj,~)=32))<=(tamanho_mun_NaN+1)
            aa = aa+1;

            possivel_mun(aa,:) = DadosUF(jj,:);
        end
    end
end

```

```

end
%Se ele não encontrar municípios para comparar com o município faltante
%vai alegar erro... Desta maneira tem que colocar esse município no
%arquivo "wrong_chars.txt" atribuindo o nome correto ao município
if length(possivel_mun)==0
    [indx,tf] = listdlg('PromptString', Mun_faltantes(ii)
, 'ListString', 'ERRO', ...
    'SelectionMode', 'single');
end
% Fazer a comparação entre os possíveis municípios do estado em análise
% a Comparação é feita com código ASCII convertendo letras em números e
% para ser considerado município iguala município faltante deve ter
% o comprimento igual ou uma letra a mais ou a menos.
possivel_mun_double = double(char(possivel_mun(:,4)));
mun_sem_codigo = Municipios_NaN_double(ii,:);

%adiciona uma coluna com valores igual a 32 (vazio em código ASCII)
% para ajudar a ver o quão parecido é o município faltante.
celula_vazia = 0;
celula_vazia(1:length(possivel_mun_double(:,1)),end) = 32;
possivel_mun_double = [possivel_mun_double,celula_vazia];

%Para cada possível município ver o quão parecido é do município
%faltante
soma = [];
for mm = 1:length(possivel_mun_double(:,1))
    [lia] = ismember(possivel_mun_double(mm,:),mun_sem_codigo);
    soma(mm,1) = sum(lia(1,:));
end
parecidos = [];
parecidos = [find(soma==(max(soma)))];
parecidos = [parecidos; find(soma==(max(soma))-1)];
parecidos = [parecidos; find(soma==(max(soma))+1)];
mun_parecidos = {};

for oo = 1:length(parecidos)
    mun_parecidos(oo,:) = possivel_mun(parecidos(oo,1),:);
end

sequencia_procura = diff(mun_sem_codigo);
sequencia_achado = [];

for kk = 1:length(parecidos)
    sequencia_achado(kk,:) = diff(possivel_mun_double(parecidos(kk),:));
end

soma2 = [];

for nn = 1:length(sequencia_achado(:,1))
    [liann] = ismember(sequencia_procura(find(sequencia_procura~=0)),sequen-
cia_achado(nn,:));
    soma2(nn) = sum(liann);
end
municipio_correto(ii,:) = mun_parecidos((find(soma2==max(soma2))),:);
end
%%
% Conferencia dos municípios corretos!!!
CONFERENCIA = [Mun_faltantes2(:,:),municipio_correto(:,4)];
for ii = 1:length(Mun_faltantes2)
    [lia,loc] = ismember(Mun_sem_codigo(:,4), Mun_faltantes(ii,1));
    corrigindo = [];
    corrigindo = [corrigindo; repmat(municipio_correto(ii,3),len-
gth(find(lia==1)),1), repmat(Mun_faltantes(ii,1),length(find(lia==1)),1)];
    Mun_sem_codigo(lia,3:4) = corrigindo(:,:);
end
OUTPUT_DATA(isnan(cell2mat(OUTPUT_DATA(:,3))),:)=[];
OUTPUT_DATA = [OUTPUT_DATA;Mun_sem_codigo(:,:)];
OUTPUT_FINAL = OUTPUT_DATA;

```

Função BRAVES (prep_FUELTYPE)

```

%% INPUT DATA
function [FUELTYPE_DATA] = prep_FUELTYPE(FROTApath, Estados_Brasileiros)
%% Opening directory folder with fleet: YEARMOD
% cname = uigetdir('D:\', 'Data_FROTA FUEL_TYPE files');
cname = FROTApath;

% Listing fuel consumption files
listing = dir([cname '*.*xlsx']);
yearALL = [];
FUELTYPE_DATA = [];
DATA_acumulada = [];

for zz = 1:length(listing)
    % Getting years
    year = textscan(listing(zz).name, 'BR_FUEL_TYPE_%f .xlsx');
    year = cell2mat(year(:,1));

    %LEITURA DO ARQUIVO
    disp(['Reading FUEL TYPE DATA ', num2str(year)])
    % Reading excel files
    [~,~,raw] = xlsread ([cname '\' listing(zz).name]);

    % Removing excendent collunms
    if length(raw(1,:))>3
        raw(:,5:end)=[];
    end

    % Removing first line (Strings)
    raw(1,:) = [];

    % Trocando o nome dos municipios pelas siglas UF!
    for ii = 1:length(Estados_Brasileiros(:,1))
        raw(strcmp(raw(:,1),Estados_Brasileiros(ii,1))) = Estados_Brasilei-
ros(ii,2);
        raw(strcmp(raw(:,1),Estados_Brasileiros(ii,2)),5) = Estados_Brasilei-
ros(ii,3);
    end

    % Retirando as linhas que constam como "Sem Informação" onde deveria
    % estar o nome do estado. Retirar os Valores Vazios.
    Empty_values = [];
    Empty_values = (cellfun(@isempty, raw(:,5)));
    raw(Empty_values,:) = [];

    % Organizando o layout dos dados
    DATA = [];
    DATA = [raw(:,1), raw(:,5), raw(:,2:4)];

    % Criando um vetor com o comprimento dos dados de determinado ano
    yearALL = [yearALL; repmat(year,length(DATA(:,1)),1)];

    % Retirar caracteres com acento, alfanumericos e os espaços entre as
    % palavras deixando-o um string unico.
    CITYnames = {};

    % Getting cities name
    CITYnames(:,1) = DATA(:,3)'; % vector with states

    % Uppercase
    CITYnames = upper(CITYnames);

    % Removing strage char
    % disp('Remove strange char from cities')
    chars_old = 'ÁÉÍÓÚÃÕÄÊÎÔÛç-';
    chars_new = 'AEIOUAOAEIOUC ';

```

```

for ii = 1:length(CITYnames)
    [liaE, locE] = ismember(CITYnames{ii,1}, chars_old);
    locE(locE==0) = [];
    CITYnames{ii,1}(liaE) = chars_new(locE);
end

%Removing spaces between characters
STRANGE = {};
STRANGE = isstrprop(CITYnames, 'alpha');

for ii = 1:length(CITYnames)
    CITYnames{ii,1} = {CITYnames{ii,1}(find(STRANGE{ii,1}==1))};
end

% Ajustando a planilha final para ficar do mesmo padrao da planilha do
% IBGE, para fazer a comparação entre as cidades
DATA(:,3) = [CITYnames];
% DATA(:,2) = cellstr(num2str(cell2mat(DATA(:,2))));
DATA_acumulada = [DATA_acumulada;DATA(:,:)];
%
end

yearALL = num2cell(yearALL);
FUELTYPE_DATA = [FUELTYPE_DATA; yearALL(:,:),DATA_acumulada(:,:)];

```

Função BRAVES (prep_veicCATEGORY)

```

%% INPUT DATA
function [veicCATEGORY_DATA] = prep_veicCATEGORY(FROTApath, Estados_Brasileiros)
%% Opening directory folder with fleet: YEARMOD
% cname = uigetdir('D:\', 'Data_FROTA veicCATEGORY files');
cname = FROTApath;

% Listing fuel consumption files
listing = dir([cname '*.*xls']);

yearALL = [];
veicCATEGORY_DATA = [];
DATA_acumulada = [];
for zz = 1:length(listing)
    % Getting years
    year = textscan(listing(zz).name, 'BR_VEHICULAR_CATEGORY_%f.xls');
    year = cell2mat(year(:,1));

    %LEITURA DO ARQUIVO
    disp(['Reading VEHICULAR_CATEGORY DATA ', num2str(year)])
    % Reading excel files
    [num,~,raw] = xlsread ([cname '\' listing(zz).name]);

    % Removing excendent collunms
    if length(raw(1,:))>3
        raw(:,25:end)=[];
        num(:,23:end)=[];
    end

    % Removing first line and remove four collum (CABECALHO)
    cabecalho = raw(1,:);
    raw(1,:) = [];

    % Trocando o nome dos municipios pelas siglas UF!
    for ii = 1:length(Estados_Brasileiros(:,1))
        raw(strcmp(raw(:,1),Estados_Brasileiros(ii,1))) = Estados_Brasilei-
ros(ii,2);
        raw(strcmp(raw(:,1),Estados_Brasileiros(ii,2)),25) = Estados_Brasilei-
ros(ii,3);
    end

    DATA = [];
    DATA = [raw(:,1), raw(:,25), raw(:,2:24)];

    % Criando um vetor com o comprimento dos dados de determinado ano
    yearALL = [yearALL; repmat(year,length(DATA(:,1)),1)];

    % Retirar caracteres com acento, alfanumericos e os espaços entre as
    % palavras deixando-o um string unico.
    CITYnames = {};

    % Getting cities name
    CITYnames(:,1) = DATA(:,3)'; % vector with states

    % Uppercase
    CITYnames = upper(CITYnames);

    % Removing strage char
    % disp('Remove strange char from cities')
    chars_old = 'ÃÉÍÓÚÃÕÃÊÎÔÛ-';
    chars_new = 'AEIOUOAEIOUC ';

    for ii = 1:length(CITYnames)
        [liaE, locE] = ismember(CITYnames{ii,1}, chars_old);
        locE(locE==0) = [];
        CITYnames{ii,1}(liaE) = chars_new(locE);
    end
end

```

```
end

%Removing spaces between characters
STRANGE = {};
STRANGE = isstrprop(CITYnames, 'alpha');

for ii = 1:length(CITYnames)
    CITYnames(ii,1) = {CITYnames{ii,1}(find(STRANGE{ii,1}==1))};
end

% Ajustando a planilha final para ficar do mesmo padrao da planilha do
% IBGE, para fazer a comparação entre as cidades
DATA(:,3) = [CITYnames];
%
%     DATA(:,2) = cellstr(num2str(cell2mat(DATA(:,2))));
%     DATA_acumulada = [DATA_acumulada;DATA(:,:)];
%
end

yearALL = num2cell(yearALL);
veicCATEGORY_DATA = [veicCATEGORY_DATA; yearALL(:,:),DATA_acumulada(:,:)];
tf = strcmp(veicCATEGORY_DATA(:,4), 'MUNICIPIONAOINFORMADO');
veicCATEGORY_DATA(find(tf==1),:) = [];
```

Função BRAVES (CombustivelTransportes_BEN)

```

%Function to determine the amount of fuel sold by the ANP that is actually consumed
by the transportation sector

function[ConsumoDIESEL, ConsumoGASOLINA, ConsumoETANOL] = CombustivelTransportes_
BEN(path, ConsumoDIESEL, ConsumoGASOLINA, ConsumoETANOL)
%%

% -----DADOS DO BALANCO ENERGETICO NACIONAL-----

% path = uigetdir('C:\', 'Arquivos_INPUT ConsumoCombustivelTransportes_BEN');

%LEITURA DO ARQUIVO
disp('Reading Porcentagem de Consumo de Combustiveis no Setor de Tranportes')
filenameBEN = [path, '\INPUT\ConsumoCombustiveTransporte_BEN.xlsx'];
[numBEN,~,rawBEN] = xlsread (filenameBEN);

%%

% Multiplicando a porcentagem de uso de disel no transporte pelo valor
% obtido na ANP

for ii = 1:length(numBEN(:,1))

    % Para DIESEL

    [lia,loc] = ismember(ConsumoDIESEL(:,1),numBEN(ii,1));

    ConsumoDIESEL(lia,4) = ConsumoDIESEL(lia,4).*numBEN(ii,2);

    % Para GASOLINA

    [lia,loc] = ismember(ConsumoGASOLINA(:,1),numBEN(ii,1));

    ConsumoGASOLINA(lia,4) = ConsumoGASOLINA(lia,4).*numBEN(ii,3);

    % Para ETANOL HIDRATADO

    [lia,loc] = ismember(ConsumoETANOL(:,1),numBEN(ii,1));

    ConsumoETANOL(lia,4) = ConsumoETANOL(lia,4).*numBEN(ii,4);

end

```

Função BRAVES (CurvaSUCATEAMENTO2)

```

function[ValoresSUC] = CurvaSUCATEAMENTO2(path, Ano_unico2);
% IMPORTANTO A PLANILHA DOS DADOS DE ANO MODELO MAIS RECENTE DOS VEICULOS
% path = uigetdir('C:\', 'Data_FROTA YEARMOD files');
disp('Reading Curva de Sucateamento')
filename = [path, '\SCRAPING\BR_YEARMOD_2018.xlsx'];
[num,txt,row] = xlsread(filename);

% Removing excendent collunms
if length(row(1,:))>3
    row(:,6:end)=[];
    num(:,6:end)=[];
end

% Removing first line and remove four collum (Ano Fabricação)
row(1,:) = [];
row(:,4) = [];
num(:,2) = [];

% Remove valores com ano modelo NaN
row(isnan(num(:,1)),:)=[];
num(isnan(num(:,1)),:)=[];

% Existem anos modelos superiores ao ano de dados, logo é um erro que deve ser
% retirado dos calculos
num(find(num(:,1)>max(Ano_unico2+1)),:)= [];

%%
ValoresSUC = [];
kk = -1;
for mm = 1:length(Ano_unico2)
    x = kk + mm;

    % _____ Fazer a curva de sucateamento para a frota nacional _____
    Anomax = max(num(:,1)) - x;
    num2 = num(find(num(:,1)<=Anomax),:);

    % Fazendo a soma dos veiculos para o mesmo ano
    [xc,yc] = consolidator(num2(:,1),num2(:,2), 'sum');

    % Fazendo o Calculo da Idade do Veiculo
    t = Anomax - xc;

    % Curva de Sucateamento dos Veiculos leves e comerciais leves
    %  $S(t) = \exp[-\exp(a + b(t))]$  Equação 2
    % onde:
    %  $S(t)$  = fração de veículos sucateada na idade t,
    % (t) = idade do veículo
    % Apresentando os seguintes ajustes para a e b:
    % Automóveis a = 1,798 b = -0,137
    % Comerciais leves a = 1,618 b = -0,141
    % Motocicleta (t<5 anos) a = 1,317 b= -0,175 fonte: Souza et.al
    % Motocicleta (t?5 anos) a = 0,923 b= -0,093

    % Motos: fonte: Souza et.al: Inventory of conventional air pollutants
    % emissions from road transportation for the state of rio de janeiro.
    SUCleves = [];
    SUCcomleves = [];
    SUCmotos5 = [];
    SUCmotos6 = [];

    for ii = 1:length(t)
        SUCleves(ii,1) = t(ii);
        SUCleves(ii,2) = exp ( -exp (1.798 -( 0.137 * (t(ii)) ) ));

        SUCcomleves(ii,1) = t(ii);
    end
end

```

```

SUCcomleves(ii,2) = exp ( -exp ( 1.618 -( 0.141 * (t(ii)) ) ) );

SUCmotos5(ii,1) = t(ii);
SUCmotos5(ii,2) = exp ( -exp ( 1.317 -( 0.175 * (t(ii)) ) ) );

SUCmotos6(ii,1) = t(ii);
SUCmotos6(ii,2) = exp ( -exp ( 0.923 -( 0.093 * (t(ii)) ) ) );
end

% Curva de Sucateamento dos veículos do ciclo DIESEL
% (Comerciais leves, caminhoes e onibus
SUCcomlevesDIESEL = [];
SUCcaminhoesDIESEL = [];
SUConibusDIESEL = [];

for ii = 1:length(t)
    SUCcomlevesDIESEL(ii,1) = t(ii);
    SUCcomlevesDIESEL(ii,2) = 1- ((1/(1+ exp(0.17*(t(ii)-15.3))))+(1/(1+
exp(0.17*(t(ii)+15.3))));
    SUCcaminhoesDIESEL(ii,1) = t(ii);
    SUCcaminhoesDIESEL(ii,2) = 1- ((1/(1+ exp(0.10*(t(ii)-17))))+(1/(1+
exp(0.10*(t(ii)+17))));
    SUConibusDIESEL(ii,1) = t(ii);
    SUConibusDIESEL(ii,2) = 1- ((1/(1+ exp(0.16*(t(ii)-19.1))))+(1/(1+
exp(0.16*(t(ii)+19.1))));
end

% Retirando os veiculos com mais de 40 anos
levesCirculante = SUCleves(find(SUCleves(:,1)<41),:);

comlevesCirculante = SUCcomleves(find(SUCcomleves(:,1)<41),:);

comlevesDIESELcirculante = SUCcomlevesDIESEL(find(SUCcomlevesDIE-
SEL(:,1)<41),:);

caminhoesDIESELcirculante = SUCcaminhoesDIESEL(find(SUCcaminhoesDIE-
SEL(:,1)<41),:);

onibusDIESELcirculante = SUConibusDIESEL(find(SUConibusDIESEL(:,1)<41),:);

SUCmotos = [SUCmotos6(find(SUCmotos6(:,1)>5),:);SUCmotos5(find(SUCmo-
tos5(:,1)<6),:)];

motosCirculante = SUCmotos(find(SUCmotos(:,1)<41),:);

ValoresSUC = [ValoresSUC; repmat(Ano_unico2(mm),length(xc),1), xc, t, 1.-SU-
Cleves(:,2), 1.-SUCcomleves(:,2), 1.-SUCcomlevesDIESEL(:,2), 1.-SUCmotos(:,2), 1.-
SUCcaminhoesDIESEL(:,2), 1.-SUConibusDIESEL(:,2)];

% Veiculos com mais de 40 anos são totalmente sucateados, logo a taxa de
% sobrevivencia é zero.
ValoresSUC(find(ValoresSUC(:,3)>40),3:end) = 0;
end

ValoresSUC2 = ValoresSUC;
ans = find(ValoresSUC2(:,4)==0);

ValoresSUC2(ans,:) = [];
AnosEstimativas = unique(ValoresSUC2(:,1));
ans = find(ValoresSUC2(:,1)==AnosEstimativas(1,end));

ValoresSUC2 = ValoresSUC2(ans,:);

```

Função BRAVES (PROBABILIDADE_YEARMOD)

```

function[YEARMOD] = PROBABILIDADE_YEARMOD(YEARMOD, ValoresSUC);
%% CONSOLIDANDO ANO MODELO
disp(['Consolidando Ano Modelo'])
[xc,yc] = consolidator(YEARMOD(:,1:4),YEARMOD(:,5),'sum');
YEARMOD = [xc,yc];
YEARMOD2 = YEARMOD;

disp('Multiplicando a taxa de sobrevivencia dos veiculos (SUCATEAMENTO) ')
for ii = 1:length(ValoresSUC(:,1))
    disp([' SUCATEAMENTO ', num2str(ii), '/', num2str(length(ValoresSUC(:,1)))])
    [lia,loc] = ismember([YEARMOD2(:,1),YEARMOD2(:,4)],ValoresSUC(ii,1:2),'rows');
    YEARMOD2(lia,6) = ValoresSUC(ii,3); % Idade do Veiculo
    YEARMOD2(lia,7) = ValoresSUC(ii,4)*YEARMOD2(lia,5); % Sucateamento Automoveis
    YEARMOD2(lia,8) = ValoresSUC(ii,5)*YEARMOD2(lia,5); % Sucateamento Comerciais
Leves Otto
    YEARMOD2(lia,9) = ValoresSUC(ii,6)*YEARMOD2(lia,5); % Sucateamento Comerciais
Leves Diesel
    YEARMOD2(lia,10) = ValoresSUC(ii,7)*YEARMOD2(lia,5); % Sucateamento Motos
    YEARMOD2(lia,11) = ValoresSUC(ii,8)*YEARMOD2(lia,5); % Sucateamento Pesados Ca-
minhoes
    YEARMOD2(lia,12) = ValoresSUC(ii,9)*YEARMOD2(lia,5); % Sucateamento Pesados Oni-
bus
end
YEARMOD = YEARMOD2;

%% total de Veiculos por cidade e por ano de estimativa
% Including sum of vehicles of each city for each year
% Calculando o total de veiculos para cada municipio, para cada categoria
% de veiculos com a respectiva taxa de sobrevivencia (SUCATEAMENTO)
disp(['Consolidando Ano Modelo - Total Leves'])
[xc,yc] = consolidator(YEARMOD(:,1:3),YEARMOD(:,7),'sum');
[lia, loc] = ismember(YEARMOD(:,1:3), xc(:,1:3),'rows');
YEARMOD(lia,13) = yc(loc,1);

disp(['Consolidando Ano Modelo - Total Comerciais Leves - Otto'])
[xc,yc] = consolidator(YEARMOD(:,1:3),YEARMOD(:,8),'sum');
[lia, loc] = ismember(YEARMOD(:,1:3), xc(:,1:3),'rows');
YEARMOD(lia,14) = yc(loc,1);

disp(['Consolidando Ano Modelo - Total Comerciais Leves - Diesel'])
[xc,yc] = consolidator(YEARMOD(:,1:3),YEARMOD(:,9),'sum');
[lia, loc] = ismember(YEARMOD(:,1:3), xc(:,1:3),'rows');
YEARMOD(lia,15) = yc(loc,1);

disp(['Consolidando Ano Modelo - Total Motos'])
[xc,yc] = consolidator(YEARMOD(:,1:3),YEARMOD(:,10),'sum');
[lia, loc] = ismember(YEARMOD(:,1:3), xc(:,1:3),'rows');
YEARMOD(lia,16) = yc(loc,1);

disp(['Consolidando Ano Modelo - Total Pesados Caminhoes'])
[xc,yc] = consolidator(YEARMOD(:,1:3),YEARMOD(:,11),'sum');
[lia, loc] = ismember(YEARMOD(:,1:3), xc(:,1:3),'rows');
YEARMOD(lia,17) = yc(loc,1);

disp(['Consolidando Ano Modelo - Total Pesados Onibus'])
[xc,yc] = consolidator(YEARMOD(:,1:3),YEARMOD(:,12),'sum');
[lia, loc] = ismember(YEARMOD(:,1:3), xc(:,1:3),'rows');
YEARMOD(lia,18) = yc(loc,1);

%% Probabilidades ANO MODELO
% Calculating probability
disp('Calculating model/year probability of each city - LEVES')
YEARMOD(:,end+1) = YEARMOD(:,7)./YEARMOD(:,13);

% Calculating probability

```

```
disp('Calculating model/year probability of each city - COMERCIAIS LEVES OTTO')
YEARMOD(:,end+1) = YEARMOD(:,8)./YEARMOD(:,14);

% Calculating probability
disp('Calculating model/year probability of each city - COMERCIAIS LEVES DIESEL')
YEARMOD(:,end+1) = YEARMOD(:,9)./YEARMOD(:,15);

% Calculating probability
disp('Calculating model/year probability of each city - MOTOS')
YEARMOD(:,end+1) = YEARMOD(:,10)./YEARMOD(:,16);

% Calculating probability
disp('Calculating model/year probability of each city - PESADOS CAMINHOES')
YEARMOD(:,end+1) = YEARMOD(:,11)./YEARMOD(:,17);

% Calculating probability
disp('Calculating model/year probability of each city - PESADOS ONIBUS')
YEARMOD(:,end+1) = YEARMOD(:,12)./YEARMOD(:,18);
```

Função BRAVES (Categorizacao_Combustiveis)

```

%%      REALIZAR O AGRUPAMENTO DE TIPOS DE COMBUSTIVEL DE VEICULOS
%Esta função faz a segregação dos tipos de combustível da frota de veículos
%(MOTORIZAÇÃO)
% Entre os diferentes tipos de combustível existentes, serão segregados
% entre: ALCOOL, GASOLINA, FLEX, DIESEL, GNV , OUTROS
% A Função perguntará para o usuário qual tipo de combustível é compatível
% para cada segregação.
% São gerados gráficos que apresentam a variação da quantidade de veículos
% entre os tipos de veículos para o BRASIL, SANTA CATARINA e SAO PAULO.

function[FUELTYPE] = Categorizacao_Combustiveis(FUELTYPE)
%%
% Conhecendo os possíveis tipos de combustível de toda frota Brasileira
TiposdeCombustivel = unique(FUELTYPE(:,4));

% Vendo a a porcentagem de veículos para cada tipo de combustível - BR
for jj = 1:length(TiposdeCombustivel)
    [lia,loc] = ismember(FUELTYPE(:,4), TiposdeCombustivel(jj));
    probcomb(jj,1) = ((sum(cell2mat(FUELTYPE(lia,5))))/(sum(cell2mat(FUEL-
TYPE(:,5))))))*100;
end

PorcentagemMOTORIZACAO = [TiposdeCombustivel,num2cell(probcomb)];

% Segregando os tipos de Combustiveis entre:
%      {ALCOOL, GASOLINA, FLEX, DIESEL, GNV , OUTROS}
for ii = 1:length(PorcentagemMOTORIZACAO)
    list = {'ALCOOL', 'GASOLINA', 'FLEX', 'DIESEL', 'GNV', 'OUTROS'};
    varINPUT = ['Sugest a new name for city: '...
        PorcentagemMOTORIZACAO(ii,1),['%BR: ' PorcentagemMOTORIZACAO(ii,2)]]%,...
        %!Missed events: ' num2str(sum(strcmp(falta,uniqueFalta(ii))))];
    [indx,tf] = listdlg('PromptString', varINPUT, 'ListString', list,...
        'SelectionMode', 'single');
    if tf>0
        [lia,loc] = ismember(FUELTYPE(:,4),PorcentagemMOTORIZACAO(ii,1));
        FUELTYPE(lia,4) = list(indx);
    end
end

%%
% Nova porcentagem depois de segregar os diferentes tipos de combustível
% desta vez a segregação vai ser feita por ano para poder gerar um gráfico
Anunico = unique(cell2mat(FUELTYPE(:,1)));
[LIA,LOC] = ismember(cell2mat(FUELTYPE(:,1)), Anunico, 'rows');
unicos = unique(LOC);
for ii = 1:length(unicos)
    anos = FUELTYPE(find(LOC==unicos(ii)),:);
    CombSegregado = unique(FUELTYPE(:,4));
    for jj = 1:length(CombSegregado)
        [lia,loc] = ismember(anos(:,4), CombSegregado(jj));
        probcomb2(jj,ii) =
            ((sum(cell2mat(anos(lia,5))))/(sum(cell2mat(anos(:,5)))))*100;
    end
end
PorcentagemMOTORIZACAO2 = [CombSegregado,num2cell(probcomb2)];
%%
% Gráfico da proporção da motorização dos veículos no decorrer dos anos
%      para a frota nacional
% figure
% graph = bar(cell2mat(PorcentagemMOTORIZACAO2(:,2:end)));
% set(gca,'XTickLabel',PorcentagemMOTORIZACAO2(:,1));
% title(['Evolução da Motorização dos veículos da Frota Nacional'])
% xlabel('Motorização')
% ylabel('%')
% caT = [{'2013'},{'2014'},{'2015'},{'2016'},{'2017'},{'2018'}];

```

Função BRAVES (Consumos_FlexFuel)

```

%% REALIZAR A PORCENTAGEM DO CONSUMO DE COMBUSTIVEIS DOS VEICULOS FLEX FUEL
function[FUELTYPE] = Consumos_FlexFuel(path, FUELTYPE)
%% Fazendo o agrupamento dos mesmos tipos de combustiveis no municipio
% e também segregando os veiculos flexfuel para flex gasolina e flex
% alcool
Anounico = unique(cell2mat(FUELTYPE(:,1)));
Municipios = unique(cell2mat(FUELTYPE(:,3)));
NovoFUELTYPE = [];

for ii = 1:length(Anounico)
    disp(['Agrupando Combustiveis iguais no mesmo Municipio', num2cell(Anounico(ii))])
    [lia,loc] = ismember(cell2mat(FUELTYPE(:,1)),Anounico(ii));
    DadosANO = FUELTYPE(lia,:);

    for jj = 1:length(Municipios)
        [lia2,loc2] = ismember(cell2mat(DadosANO(:,3)),Municipios(jj));
        DadosMunicipio = DadosANO(lia2,:);
        TiposCombustivel = unique(DadosMunicipio(:,4));
        DadosMunicipionovo = {};

        for kk = 1:length(TiposCombustivel)
            [lia3,loc3] = ismember(DadosMunicipio(:,4),TiposCombustivel(kk));
            if sum(lia3)>1
                somacombustivel = sum(cell2mat(DadosMunicipio(lia3,5)));
                DadosMunicipionovo(kk,:) = [DadosMunicipio(kk,1:3),TiposCombustivel(kk), somacombustivel];
            else
                DadosMunicipionovo(kk,:) = [DadosMunicipio(kk,1:3),TiposCombustivel(kk), DadosMunicipio(lia3,5)];
            end
        end
        end
        NovoFUELTYPE = [NovoFUELTYPE;DadosMunicipionovo(:,:)];
    end
end

%% Realizar a segregação das porcentagens de veiculos Flex entre:
% Veiculos Flex que consomem alcool e Veiculos flex que consomem gasolina
% Lendo o Arquivo de entrada que informa a proporção de veiculos flex que
% consomem Alcool e Gasolina para os respectivos anos
disp('Reading ProporçãoVeiculosFLEX')
filename = [path,'\INPUT\ProporçãoVeiculosFLEX.xlsx'];
[~,~,raw] = xlsread (filename);

% Retirando o Cabeçalho
raw(1,:) = [];

% Fazer a proporção de veiculos flex que consomem gasolina e alcool para
% cada ano
rawAnoUnico = cell2mat(raw(:,1));
FlexGasolina = [];
FlexEtanol = [];

for ii = 1:length(Anounico)
    disp(['Segregando os Veiculos Flex-Fuel', num2cell(Anounico(ii))])
    [lia,loc] = ismember(cell2mat(NovoFUELTYPE(:,1)),Anounico(ii));
    DadosAno = NovoFUELTYPE(lia,:);
    [lia2,loc2] = ismember(DadosAno(:,4),'FLEX');
    [lia3,loc3] = ismember(rawAnoUnico,Anounico(ii));
    ProporcacaoANO = (cell2mat(raw(lia3,2:3)))/100;

    % FEITO! Proporção de veiculos flex que consomem gasolina e alcool para
    % cada ano
    FlexGasolina = [FlexGasolina; DadosAno(lia2,1:3),...
        cellstr(repmat('FLEX GASOLINA',length(DadosAno(lia2,1)),1)),...

```

```
num2cell((cell2mat(DadosAno((lia2==1),end)))*(ProporcaoANO(1,1))]);

FlexEtanol = [FlexEtanol; DadosAno(lia2,1:3), ...
    cellstr(repmat('FLEX ETANOL',length(DadosAno(lia2,1)),1)), ...
    num2cell((cell2mat(DadosAno((lia2==1),end)))*(ProporcaoANO(1,2)))]];
end

% Agrupar os novos valores de veiculos FLEX que consomem Gasolina ou Alcool
[lia, loc] = ismember(NovoFUELTYPE(:,4), 'FLEX');
NovoFUELTYPE(lia,:) = [];
NovoFUELTYPE = [NovoFUELTYPE;FlexGasolina;FlexEtanol];

[FUELTYPE] = sortrows(NovoFUELTYPE);
```

Função BRAVES (Segregacao_ConsumosCOMB)

```

%% SEGREGAÇÃO DO CONSUMO TOTAL DE COMBUSTIVEL DOS MUNICIPIOS
function[ConsumoGASOLINA,ConsumoETANOL,ConsumoDIESEL] = Segregacao_Consumos-
COMB(path, ConsumoGASOLINA,ConsumoETANOL,ConsumoDIESEL)
%%

% Importando os dados das proporções das categorias do inventário nacional

disp('Reading ConsumoCategoria_2012')
filename = [path, '\INPUT\ConsumoCategoria_2012.xlsx'];

[num,~,raw] = xlsread (filename);

% Retirando o Cabeçalho
raw(1,:) = [];

%%
% Adicionando a proporção de consumo das categorias para GASOLINA:
[lia,loc] = ismember(raw(:,1), 'GASOLINA');

for ii =1:length(num(1,:))
    ConsumoGASOLINA(:,end+1) = ConsumoGASOLINA(:,4).*num(lia,ii);
end

% Adicionando a proporção de consumo das categorias para ETANOL:
[lia,loc] = ismember(raw(:,1), 'ETANOL');

for ii =1:length(num(1,:))
    ConsumoETANOL(:,end+1) = ConsumoETANOL(:,4).*num(lia,ii);
end

% Adicionando a proporção de consumo das categorias para DIESEL:
[lia,loc] = ismember(raw(:,1), 'DIESEL');

for ii =1:length(num(1,:))
    ConsumoDIESEL(:,end+1) = ConsumoDIESEL(:,4).*num(lia,ii);
end

```

Função BRAVES (Substituindo_STRINGcomb)

```
%% SUBSTITUINDO OS STRINGS DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL EM DOUBLES

function[FUELTYPE,TiposdeCombustivel] = Substituindo_STRINGcomb(FUELTYPE)
%% ATRIBUINDO UM VALOR ID PARA CADA TIPO DE COMBUSTIVEL

TiposdeCombustivel = unique(FUELTYPE(:,4));
TiposdeCombustivel(:, end+1) = num2cell(NaN);

for ii = 1:length(TiposdeCombustivel)

    % Adicionando um ID para o tipo do combustivel
    TiposdeCombustivel(ii,end) = num2cell(ii);

end

%% Substituindo as strings de combustivel por ID double no FUELTYPE

for ii = 1:length(TiposdeCombustivel(:,1))

    [lia,loc] = ismember(FUELTYPE(:,4), TiposdeCombustivel(ii,1));

    FUELTYPE2(lia,1) = TiposdeCombustivel(ii,2);

end

FUELTYPE(:,4) = FUELTYPE2;

FUELTYPE = cell2mat(FUELTYPE(:, :));
```

Função BRAVES (FatorDETERIORACAO5)

```

function[DeterLevesOtto, DeterLevesDiesel, DeterMotosOtto, DeterPesados] = FatorDE-
TERIORACAO5(path, ValoresSUC, Ano_unico2)
% Importando arquivo com os dados de FATORES DE DETERIORAÇÃO!
%LEITURA DO ARQUIVO
disp('Reading FATORES DE DETERIORAÇÃO Automóveis, comerciais leves e motos')
filenameDL = [path, '\INPUT\Fatores_Deterioracao_Leves.xlsx'];
[numDL,~,rawDL] = xlsread (filenameDL);

%LEITURA DO ARQUIVO
disp('Reading FATORES DE DETERIORAÇÃO Veículos Pesados')
filenameDP = [path, '\INPUT\Fatores_Deterioracao_Pesados.xlsx'];
[numDP,~,rawDP] = xlsread (filenameDP);

%LEITURA DO ARQUIVO
disp('Reading FATORES DE DETERIORAÇÃO MOTOCICLETAS')
filenameDM = [path, '\INPUT\Fatores_Deterioracao_Motos.xlsx'];
[numDM,~,rawDM] = xlsread (filenameDM);

Anos_deterioracao = [];

for ii = 1:length(Ano_unico2)
    Anos = ValoresSUC(find(ValoresSUC(:,1)==Ano_unico2(ii)),1:2);
    Anos_deterioracao = [Anos_deterioracao; Anos(:,1:2), (Ano_unico2(ii)-
Anos(:,2)+1)];
end

DeterLevesOtto = [Anos_deterioracao, repmat(numDL(2,:),length(Anos_deteriora-
cao(:,1)),1)];
DeterLevesDiesel = [Anos_deterioracao, repmat(numDL(1,:),length(Anos_deteriora-
cao(:,1)),1)];
DeterPesados = [Anos_deterioracao, repmat(numDP(1,:),length(Anos_deteriora-
cao(:,1)),1)];
DeterMotosOtto = [Anos_deterioracao, repmat(numDM(1,:),length(Anos_deteriora-
cao(:,1)),1)];

% Como a nossa estimativa esta limitada a vida util dos veiculos por
% 40 anos, quando a idade do ano modelo for superior a 40 aplicaremos 0 ao
% seu fator de deterioração.
DeterLevesOtto(find(DeterLevesOtto(:,3)>40),4:end) = 0;
DeterLevesDiesel(find(DeterLevesDiesel(:,3)>40),4:end) = 0;
DeterPesados(find(DeterPesados(:,3)>40),4:end) = 0;
DeterMotosOtto(find(DeterMotosOtto(:,3)>40),4:end) = 0;
% Os veiculos com idade menor igual a 5 anos de uso não serão multiplicados
% os fatores de deterioração. Logo o seu valor será 1. Isso para que quando
% multiplicar o fator de deterioração multiplique por ele mesmo.
DeterLevesOtto(find(DeterLevesOtto(:,3)<=5),4:end) = 1;
DeterLevesDiesel(find(DeterLevesDiesel(:,3)<=5),4:end) = 1;
DeterPesados(find(DeterPesados(:,3)<=5),4:end) = 1;
DeterMotosOtto(find(DeterMotosOtto(:,3)<=5),4:end) = 1;

% Agora Devemos considerar o acumulo de Rodagem para aplicar o Fator de
% Deterioração.
IdadeMaximaVeic = unique(Anos_deterioracao(:,3));
cont = 0;
mm = 0;
for ii = 1:length(IdadeMaximaVeic)
    jj = ii - mm - 1;
    if jj > 5
        if cont < 3
            cont = cont+1;
            mm = ii-2;
        else
            cont = 3;
        end
    end
end
end

```

```
FdeterIDADE(ii,:) = [IdadeMaximaVeic(ii), cont];
end

FdeterIDADE(find(FdeterIDADE(:,2)==0),2) = 1;

% Fazendo a multiplicação dos fatores de deterioração pelo acumulo de vezes
% que o ano modelo completou 5 anos de uso.

for kk = 1:length(IdadeMaximaVeic)
    [lia,loc] = ismember(DeterLevesDiesel(:,3), IdadeMaximaVeic(kk));
    DeterLevesDiesel(lia,4:end) = (DeterLevesDiesel(lia,4:end)).^(FdeterI-
DADE(kk,2));
    DeterLevesOtto(lia,4:end) = (DeterLevesOtto(lia,4:end)).^(FdeterIDADE(kk,2));
    DeterPesados(lia,4:end) = (DeterPesados(lia,4:end)).^(FdeterIDADE(kk,2));
    DeterMotosOtto(lia,4:end) = (DeterMotosOtto(lia,4:end)).^(FdeterIDADE(kk,2));
end
```

Função BRAVES (ProbCOMB_LEVES)

```

%% PROBABILIDADES DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL VEICULOS LEVES
function[FUELTYPE_LEVES82,FUELTYPE_LEVES2003, FUELTYPE_LEVES2007] = Prob-
COMB_LEVES(FUELTYPE)
%%
% Veículos leves de 1982 a 2002 Consomem apenas Gasolina e Etanol
% Procurando os Veiculos com motor alcool
[lia,loc] = ismember(FUELTYPE(:,4), 1);

% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(FUELTYPE(:,4), 5);

% Fazendo a soma dos veiculos entre somente os 2 tipos de combustivel
FUELTYPE_LEVES82 = sortrows([FUELTYPE(lia,1:5); FUELTYPE(lia2,1:5)]);
[xg,yg] = consolidator(FUELTYPE_LEVES82(:,1:3),FUELTYPE_LEVES82(:,end), 'sum');

% Guardar os valores da soma para cada municipio em cada tipo de
% combustivel
Alcool82 = FUELTYPE_LEVES82(find(FUELTYPE_LEVES82(:,4)==1),:);
Gasolina82 = FUELTYPE_LEVES82(find(FUELTYPE_LEVES82(:,4)==5),:);

%Adicionar a soma dos tipos de combustivel em cada cidade na ultima linha
[lia3,loc3] = ismember(xg(:,1:3),Alcool82(:,1:3), 'rows');
Alcool82(:,end+1) = yg(lia3,:);
[lia4,loc4] = ismember(xg(:,1:3),Gasolina82(:,1:3), 'rows');
Gasolina82(:,end+1) = yg(lia4,:);
FUELTYPE_LEVES82 = sortrows([Alcool82;Gasolina82]);

% Probabilidade dos veiculos GASOLINA e ALCOOL
% Calculating probability
disp('Calculating FUELTYPE probability of each city (LEVES 1982-2002)')
FUELTYPE_LEVES82(:,end+1) = FUELTYPE_LEVES82(:,5)./FUELTYPE_LEVES82(:,6);

% Veículos leves de 2003 a 2006 Consomem Gasolina, Etanol, Flex Gasolina e
% Flex Etanol
% Procurando os Veiculos com motor alcool
[lia,loc] = ismember(FUELTYPE(:,4), 1);

% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(FUELTYPE(:,4), 5);

% Procurando os Veiculos com motor alcool
[lia3,loc3] = ismember(FUELTYPE(:,4), 3);

% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia4,loc4] = ismember(FUELTYPE(:,4), 4);

% Fazendo a soma dos veiculos entre os 4 tipos de combustivel
FUELTYPE_LEVES2003 = sortrows([FUELTYPE(lia,1:5); FUELTYPE(lia2,1:5);...
                             FUELTYPE(lia3,1:5); FUELTYPE(lia4,1:5) ]);
[xg,yg] = consolidator(FUELTYPE_LEVES2003(:,1:3),FUELTYPE_LEVES2003(:,end), 'sum');

% Guardar os valores da soma para cada municipio em cada tipo de
% combustivel
Alcool2003 = FUELTYPE_LEVES2003(find(FUELTYPE_LEVES2003(:,4)==1),:);
Gasolina2003 = FUELTYPE_LEVES2003(find(FUELTYPE_LEVES2003(:,4)==5),:);
FlexAlcool2003 = FUELTYPE_LEVES2003(find(FUELTYPE_LEVES2003(:,4)==3),:);
FlexGasolina2003 = FUELTYPE_LEVES2003(find(FUELTYPE_LEVES2003(:,4)==4),:);

%Adicionar a soma dos tipos de combustivel em cada cidade na ultima linha
[lia5,loc5] = ismember(xg(:,1:3),Alcool2003(:,1:3), 'rows');
Alcool2003(:,end+1) = yg(lia5,:);
[lia6,loc6] = ismember(xg(:,1:3),Gasolina2003(:,1:3), 'rows');
Gasolina2003(:,end+1) = yg(lia6,:);
[lia7,loc7] = ismember(xg(:,1:3),FlexAlcool2003(:,1:3), 'rows');
FlexAlcool2003(:,end+1) = yg(lia7,:);

```

```

[lia8,loc8] = ismember(xg(:,1:3),FlexGasolina2003(:,1:3),'rows');
FlexGasolina2003(:,end+1) = yg(lia8,:);

% Unido todos os tipos de combustivel numa matriz
FUELTYPE_LEVES2003 = sortrows([Alcool2003;Gasolina2003;FlexAlcool2003;FlexGasolina2003]);

% Probabilidade dos veiculos GASOLINA, ALCOOL, FLEX GASOLINA E FLEX ALCOOL
% Calculating probability
disp('Calculating FUELTYPE probability of each city (LEVES 2003-2006)')
FUELTYPE_LEVES2003(:,end+1) = FUELTYPE_LEVES2003(:,5)./FUELTYPE_LEVES2003(:,6);

% Veículos leves de 2007 a 2018 Consomem Gasolina, Flex Gasolina e
% Flex Etanol
% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(FUELTYPE(:,4), 5);

% Procurando os Veiculos com motor alcool
[lia3,loc3] = ismember(FUELTYPE(:,4), 3);

% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia4,loc4] = ismember(FUELTYPE(:,4), 4);

% Fazendo a soma dos veiculos entre os 4 tipos de combustivel
FUELTYPE_LEVES2007 = sortrows([ FUELTYPE(lia2,1:5);...
                               FUELTYPE(lia3,1:5); FUELTYPE(lia4,1:5) ]);
[xg,yg] = consolidator(FUELTYPE_LEVES2007(:,1:3),FUELTYPE_LEVES2007(:,end),'sum');

% Guardar os valores da soma para cada municipio
Gasolina2007 = FUELTYPE_LEVES2007(find(FUELTYPE_LEVES2007(:,4)==5),:);
FlexAlcool2007 = FUELTYPE_LEVES2007(find(FUELTYPE_LEVES2007(:,4)==3),:);
FlexGasolina2007 = FUELTYPE_LEVES2007(find(FUELTYPE_LEVES2007(:,4)==4),:);

%Adicionar a soma dos tipos de combustivel em cada cidade na ultima linha
[lia6,loc6] = ismember(xg(:,1:3),Gasolina2007(:,1:3),'rows');
Gasolina2007(:,end+1) = yg(lia6,:);
[lia7,loc7] = ismember(xg(:,1:3),FlexAlcool2007(:,1:3),'rows');
FlexAlcool2007(:,end+1) = yg(lia7,:);
[lia8,loc8] = ismember(xg(:,1:3),FlexGasolina2007(:,1:3),'rows');
FlexGasolina2007(:,end+1) = yg(lia8,:);
FUELTYPE_LEVES2007 = sortrows([Gasolina2007;FlexAlcool2007;FlexGasolina2007]);

% Probabilidade dos veiculos GASOLINA, FLEX ALCOOL E FLEX GASOLINA
% Calculating probability
disp('Calculating FUELTYPE probability of each city (LEVES 2007-2018)')
FUELTYPE_LEVES2007(:,end+1) = FUELTYPE_LEVES2007(:,5)./FUELTYPE_LEVES2007(:,6);

%%

```

Função BRAVES (ESTIMATIVA_LEVES4)

```

%% -----ESTIMATIVA DE EMISSOES DOS VEICULOS LEVES-----
function[MATRIZ_LEVES ,EmissCityLeves] = ESTIMATIVA_LEVES4(EF_folder, YEARMOD, veicCATEGORY, ConsumoGASOLINA, ConsumoETANOL, TiposdeCombustivel, FUELTYPE_LEVES82, FUELTYPE_LEVES2003, FUELTYPE_LEVES2007, ValoresSUC, DeterLevesOtto);
%%
% IMPORTANTO A PLANILHA DOS FATORES DE EMISSÃO DOS VEICULOS LEVES
disp('Reading EmissionFactors LightDuty')
filename = [EF_folder, '\EF_LightDuty\EF_LightDuty.xlsx'];
[num,~,raw] = xlsread (filename);

% Limpando o Cabeçalho (Primeira Linha)
raw(1,:) = [];

% Deixando os tipos de combustivel escrito em caixa alta
raw(:,2) = upper(raw(:,2));

%% CONVERTENDO AS STRINGS DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL EM NÚMEROS
TiposdeCombustivel(:,1) = cellstr(TiposdeCombustivel(:,1));
TiposdeCombustivel(1,1) = {'ETANOL'};

for ii = 1:length(TiposdeCombustivel(:,1))
    [lia,loc] = ismember(raw(:,2),TiposdeCombustivel(ii));
    CombDouble(lia,1) = TiposdeCombustivel(ii,2);
end

raw(:,2) = CombDouble;
num(:,2) = cell2mat(CombDouble);

%% Atribui os valores de fatores de emissão de 1982 para veiculos ate 1972
% Para a matriz num:
anominFE = num(1,1);
Inferiores82 = [(anominFE-10):1:anominFE-1]';
Inferiores82 = sort([Inferiores82;Inferiores82]);

Inferiores82num = [Inferiores82, repmat(num(1:2,2:end), (length(Inferiores82))/2,1)];

%Para a matriz raw:
Inferiores82raw = [num2cell(Inferiores82), repmat(raw(1:2,2:end), (length(Inferiores82))/2,1)];

% Colocando os valores dos anos modelos inferiores a 1982 junto com o resto
% dos fatores de emissão
num = [Inferiores82num;num];
raw = [Inferiores82raw;raw];

%% Multiplicando a autonomia pelos fatores de emissao dos poluentes
for ii = 1:length(num(:,1))
    num(ii,3:end-1) = num(ii,end).*num(ii,3:end-1);
end

% FAZER DUAS MATRIZES DE FATORES DE EMISSAO DE LEVES
% UMA PARA MUNICIPIOS QUE VENDEM ETANOL E OUTRA PARA QUE OS QUE NÃO VENDEM
% Identificando quais são os municípios que vendem etanol
[lia,loc] = ismember(ConsumoETANOL(:,1:3), veicCATEGORY(:,1:3), 'rows');
vendemetanol = ConsumoETANOL(lia,1:3);
% Reaplicar a planilha do fator de emissão para cada Municipio de cada ano
MATRIZ_LEVES_com_Etanol = [];

for jj = 1:length(vendemetanol(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO ', num2str(jj)])
    City_data = repmat(vendemetanol(jj,1:3),length(num(:,1)),1);
    MATRIZ_LEVES_com_Etanol = [MATRIZ_LEVES_com_Etanol; City_data, num];
end

```

```

% -----Identificando quais são os municípios que NÃO vendem etanol-----
[lia,loc] = ismember(veicCATEGORY(:,1:3), vendemetanol(:,1:3), 'rows');
NAOvendemetanol = veicCATEGORY(lia==0,1:3);

% Reaplicar a planilha do fator de emissão para cada Municipio de cada ano
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol = [];

for jj = 1:length(NAOvendemetanol(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO ', num2str(jj)])
    City_data = repmat(NAOvendemetanol(jj,1:3),length(num(:,1)),1);
    MATRIZ_LEVES_sem_Etanol = [MATRIZ_LEVES_sem_Etanol; City_data, num];
end

%% Retirando as linhas que não possuem dados de Ano Modelo
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,1:4), YEARMOD(:,1:4), 'rows');
MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia==0,:) = [];
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,1:4), YEARMOD(:,1:4), 'rows');
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia2==0,:) = [];

% Anos unicos da Tabela de Fator de emissao.
AnosFE = unique(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,4));

%DEPOIS FEITA ESSA SEGREGAÇÃO SUBSTITUIR OS TIPOS DE COMBUSTIVEL ETANOL E
%FLEX ETANOL NOS MUNICIPIOS QUE NAO COMERCIALIZAM ETANOL.
% -----
% Substituição dos FATORES DE EMISSAO para os tipos de Combustivel
% ----- 1982 a 2002-----
%   ID      COMBUSTIVEL  ----->   ID      Combustivel
%   1          Etanol                5          Gasolina

ano82_ETANOL = [AnosFE(1,1):1:2002]';
ano82_ETANOL(:,2) = 1;
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano82_ETANOL, 'rows');
ano82_GASOLINA = [AnosFE(1,1):1:2002]';
ano82_GASOLINA(:,2) = 5;
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano82_GASOLINA, 'rows');
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,6:end) = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia2,6:end);

% -----
% Substituição dos FATORES DE EMISSAO para os tipos de Combustivel
% ----- 2003 a 2006-----
%   ID      COMBUSTIVEL  ----->   ID      Combustivel
%   1          Etanol                4          Flex Gasolina
%   3      Flex Etanol                4          Flex Gasolina

ano2003ETANOL = [2003:1:2006]';
ano2003FLEXETANOL = [2003:1:2006]';
ano2003FLEXGASOLINA = [2003:1:2006]';

ano2003ETANOL(:,2) = 1;
ano2003FLEXETANOL(:,2) = 3;
ano2003FLEXGASOLINA(:,2) = 4;

% Procurando a Posição dos Fatores de emissao a Etanol
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano2003ETANOL, 'rows');

% Procurando a Posição dos Fatores de emissao a Flex Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano2003FLEXGASOLINA, 'rows');

%Substituindo os Fatores de emissao de Etanol por Flex Gasolina
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,6:end) = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia2,6:end);

% Procurando a posição dos Fatores de emissao de Flex Etanol
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano2003FLEXETANOL, 'rows');

%Substituindo os Fatores de emissao de Flex Etanol por Flex Gasolina
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,6:end) = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia2,6:end);

```

```

% -----
% Substituição dos FATORES DE EMISSAO para os tipos de Combustivel
% ----- 2007 a final-----
%   ID   COMBUSTIVEL  ----->   ID   Combustivel
%   3     Flex Etanol          4     Flex Gasolina
ano2007FLEXETANOL = [2007:1:AnosFE(end)]';
ano2007FLEXETANOL(:,2) = 3;

ano2007FLEXGASOLINA = [2007:1:AnosFE(end)]';
ano2007FLEXGASOLINA(:,2) = 4;

% Procurando a posição dos Fatores de emissao de Flex Etanol
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano2007FLEXETANOL,'rows');

% Procurando a Posição dos Fatores de emissao a Flex Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano2007FLEXGASOLINA,'rows');

%Substituindo os Fatores de emissao de Flex Etanol por Flex Gasolina
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,6:end) = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia2,6:end);

%% Colocando a probabilidade dos Anos Modelos para todos os Anos
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,1:4),YEARMOD(:,1:4),'rows');
MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,end+1) = YEARMOD(loc,19);
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,1:4),YEARMOD(:,1:4),'rows');
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,end+1) = YEARMOD(loc2,19);

%% -----MULTIPLICANDO PELOS FATORES DE DETERIORAÇÃO-----
disp('Multiplicando o fator de deterioração pelo fator de emissão - otto')

for ii = 1:length(DeterLevesOtto(:,1))

    disp([' Deterioração LEVES - Otto ', num2str(ii), '/', num2str(length(Deter-
LevesOtto(:,1)))])

    % Fazendo a procura dos anos de dados e do ano modelo dos veiculos
    % (Coluna 1 e 2)
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,1:3:4), DeterLevesOtto(ii,1:2),
'rows');

    % Multiplicando o fator de deterioração do Hidrocarbonetos (HC)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,4)
    MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,8) = MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,8).*DeterLevesO-
tto(ii,4);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Monóxido de Carbono (CO)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,5)
    MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,7) = MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,7).*DeterLevesO-
tto(ii,5);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Óxido de Nitrogenio (NOx)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,6)
    MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,10) = MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,10).*DeterLevesO-
tto(ii,6);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Aldeidos (RCHO)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,7)
    MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,11) = MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,11).*DeterLevesO-
tto(ii,7);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Material Particulado (MP)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,8)
    MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,12) = MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,12).*DeterLevesO-
tto(ii,8);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Metano (CH4)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,9)

```

```

MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,9) = MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,9).*DeterLevesOtto(ii,9);

% Fazendo a procura dos anos de dados e do ano modelo dos veiculos
% (Coluna 1 e 2)
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,1:3:4), DeterLevesOtto(ii,1:2),
'rows');

% Multiplicando o fator de deterioração do Hidrocarbonetos (HC)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,4)
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,8) = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,8).*DeterLevesOtto(ii,4);

% Multiplicando o fator de deterioração do Monóxido de Carbono (CO)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,5)
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,7) = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,7).*DeterLevesOtto(ii,5);

% Multiplicando o fator de deterioração do Óxido de Nitrogenio (NOx)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,6)
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,10) = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,10).*DeterLevesOtto(ii,6);

% Multiplicando o fator de deterioração do Aldeidos (RCHO)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,7)
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,11) = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,11).*DeterLevesOtto(ii,7);

% Multiplicando o fator de deterioração do Material Particulado (MP)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,8)
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,12) = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,12).*DeterLevesOtto(ii,8);

% Multiplicando o fator de deterioração do Metano (CH4)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,9)
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,9) = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,9).*DeterLevesOtto(ii,9);

end

ans = find(MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,7)==0);
MATRIZ_LEVES_com_Etanol(ans,8) = 0;
MATRIZ_LEVES_com_Etanol(ans,12:14) = 0;

ans2 = find(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,7)==0);
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(ans2,8) = 0;
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(ans2,12:14) = 0;

%% COLOCAR AS PROBABILIDADES DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL
% -----PARA AS CIDADES QUE NAO VENDEM ETANOL-----
% Recortando os valores do primeiro grupo ANO MINIMO a 2002:
Grupo1 = [AnosFE(1,1):1:2002]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,4),Grupo1);
DadosFEsem82 = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,:);

% Recortando os valores do segundo grupo 2003 a 2006:
Grupo2 = [2003:1:2006]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,4),Grupo2);
DadosFEsem2003 = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,:);

% Recortando os valores do segundo grupo 2007 a final:
Grupo3 = [2007:1:AnosFE(end,1)]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,4),Grupo3);
DadosFEsem2007 = MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,:);
% -----

% Colocando na Matriz dos municipios que não vendem etanol para o PRIMEIRO

```

```

% grupo

[LIA,LOC] = ismember([DadosFEsem82(:,1:3),DadosFEsem82(:,5)],FUELTYPE_LE-
VES82(:,1:4),'rows');
DadosFEsem82(LIA,end+1) = FUELTYPE_LEVES82(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que não vendem etanol para o SEGUNDO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEsem2003(:,1:3),DadosFEsem2003(:,5)],FUELTYPE_LE-
VES2003(:,1:4),'rows');
DadosFEsem2003(LIA,end+1) = FUELTYPE_LEVES2003(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que não vendem etanol para o TERCEIRO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEsem2007(:,1:3),DadosFEsem2007(:,5)],FUELTYPE_LE-
VES2007(:,1:4),'rows');
DadosFEsem2007(LIA,end+1) = FUELTYPE_LEVES2007(LOC(LIA),7);

%JUNTANDO TODOS OS GRUPOS NA MATRIZ PRINCIPAL DE VOLTA
%Para os municipios que não vendem etanol
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol = sortrows([DadosFEsem82;DadosFEsem2003;DadosFEsem2007;]);

%% COLOCAR AS PROBABILIDADES DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL
% Para cada grupo e anos modelos possui diferentes probabilidades dos tipos
% de combustivel.

% -----PARA AS CIDADES QUE VENDEM ETANOL-----
% Recortando os valores do primeiro grupo 1982 a 2002:
Grupo1 = [AnosFE(1,1):1:2002]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,4),Grupo1);
DadosFEcom82 = MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,:);

% Recortando os valores do segundo grupo 2003 a 2006:
Grupo2 = [2003:1:2006]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,4),Grupo2);
DadosFEcom2003 = MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,:);

% Recortando os valores do segundo grupo 2007 a final:
Grupo3 = [2007:1:AnosFE(end,1)]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,4),Grupo3);
DadosFEcom2007 = MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,:);

% -----
% Colocando na Matriz dos municipios que vendem etanol para o PRIMEIRO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEcom82(:,1:3),DadosFEcom82(:,5)],FUELTYPE_LE-
VES82(:,1:4),'rows');
DadosFEcom82(LIA,end+1) = FUELTYPE_LEVES82(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que vendem etanol para o SEGUNDO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEcom2003(:,1:3),DadosFEcom2003(:,5)],FUELTYPE_LE-
VES2003(:,1:4),'rows');
DadosFEcom2003(LIA,end+1) = FUELTYPE_LEVES2003(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que vendem etanol para o TERCEIRO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEcom2007(:,1:3),DadosFEcom2007(:,5)],FUELTYPE_LE-
VES2007(:,1:4),'rows');
DadosFEcom2007(LIA,end+1) = FUELTYPE_LEVES2007(LOC(LIA),7);

%JUNTANDO TODOS OS GRUPOS NA MATRIZ PRINCIPAL DE VOLTA
%Para os municipios que vendem etanol
MATRIZ_LEVES_com_Etanol = sortrows([DadosFEcom82;DadosFEcom2003;DadosFEcom2007;]);

%% COLOCANDO O CONSUMO DE COMBUSTIVEL DE CADA CIDADE PARA CATEGORIA LEVES
% Colocando o ID do tipo de combustivel (ETANOL) para facilitar na busca
% por esse combustivel nos respectivos municipios

```

```

ConsumoETANOL(:,end+1) = 1;

% Colocando o ID do tipo de combustivel (FLEX ETANOL)para facilitar na
% busca por esse combustivel nos respectivos municipios
ConsumoETANOL(:,end+1) = 3;

% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (ETANOL)
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_LEVES_com_Eta-
nol(:,5)], [ConsumoETANOL(:,1:3),ConsumoETANOL(:,9)], 'rows');
MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,end+1) = ConsumoETANOL(loc(lia),5);

% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (FLEX ETANOL)
[lia2,loc2] = ismember([MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_LEVES_com_Eta-
nol(:,5)], [ConsumoETANOL(:,1:3),ConsumoETANOL(:,10)], 'rows');
MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia2,end) = ConsumoETANOL(loc2(lia2),5);

% Colocando um vetor de NAN pois nos municipios que não vendem ETANOL não
% possuem o consumo desse combustivel.
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,end+1) = NaN;
%-----

% Colocando o Consumo de GASOLINA para os tipos Gasolina(5) e Flex
% Gasolina(4)
% Colocando o ID do tipo de combustivel (GASOLINA) para facilitar na busca
% por esse combustivel nos respectivos municipios
ConsumoGASOLINA(:,end+1) = 5;

% Colocando o ID do tipo de combustivel (FLEX GASOLINA)para facilitar na
% busca por esse combustivel nos respectivos municipios
ConsumoGASOLINA(:,end+1) = 4;

% Na planilha de MATRIZ_LEVES_sem_Etanol todas os tipos de motorizações
% foram convertidos para Gasolina e Flex Gasolina. Logo será implementado a
% consumo de Gasolina para todos os municipios.

[lia,loc] = ismember([MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(:,1:3)],ConsumoGASO-
LINA(:,1:3), 'rows');
MATRIZ_LEVES_sem_Etanol(lia,end) = ConsumoGASOLINA(loc(lia),5);

% Na planilha de MATRIZ_LEVES_com_Etanol
% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (GASOLINA)
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_LEVES_com_Eta-
nol(:,5)], [ConsumoGASOLINA(:,1:3),ConsumoGASOLINA(:,9)], 'rows');
MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia,end) = ConsumoGASOLINA(loc(lia),5);

% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (FLEX GASOLINA)
[lia2,loc2] = ismember([MATRIZ_LEVES_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_LEVES_com_Eta-
nol(:,5)], [ConsumoGASOLINA(:,1:3),ConsumoGASOLINA(:,10)], 'rows');
MATRIZ_LEVES_com_Etanol(lia2,end) = ConsumoGASOLINA(loc2(lia2),5);

%% -----JUNTANDO AS MATRIZES DAS CIDADES QUE VENDEM E QUE NÃO VENDEM ETANOL--
MATRIZ_LEVES = sortrows([MATRIZ_LEVES_com_Etanol; MATRIZ_LEVES_sem_Etanol]);

%% REALIZANDO O CALCULO DA ESTIMATIVA DE EMISSAO PARA OS LEVES
LEVES = MATRIZ_LEVES(:,16).*MATRIZ_LEVES(:,17).*...
    MATRIZ_LEVES(:,end);

EmissLeves = repmat(LEVES,1,8).*MATRIZ_LEVES(:,7:14);
[xq,EmissCityLeves] = consolidator(MATRIZ_LEVES(:,1:3), EmissLeves, 'nansum');
EmissCityLeves = [xq, EmissCityLeves];

```


Função BRAVES (ProbCOMB_ComLEVES)

```

%% PROBABILIDADES DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL VEICULOS COMERCIAIS LEVES
function[FUELTYPE_ComLEVES83,FUELTYPE_ComLEVES2003, FUELTYPE_ComLEVES2006, FUEL-
TYPE_ComLEVES2007] = ProbCOMB_ComLEVES(FUELTYPE)
% Veículos leves de 1983 a 2002 Consomem apenas Gasolina e Etanol
% Procurando os Veiculos com motor alcool
[lia,loc] = ismember(FUELTYPE(:,4), 1);
% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(FUELTYPE(:,4), 5);

% Fazendo a soma dos veiculos entre somente os 2 tipos de combustivel
FUELTYPE_ComLEVES83 = sortrows([FUELTYPE(lia,1:5); FUELTYPE(lia2,1:5)]);
[xg,yg] = consolidador(FUELTYPE_ComLEVES83(:,1:3),FUELTYPE_Com-
LEVES83(:,end),'sum');

% Guardar os valores da soma para cada municipio em cada tipo de
% combustivel
Alcool83 = FUELTYPE_ComLEVES83(find(FUELTYPE_ComLEVES83(:,4)==1),:);
Gasolina83 = FUELTYPE_ComLEVES83(find(FUELTYPE_ComLEVES83(:,4)==5),:);

%Adicionar a soma dos tipos de combustivel em cada cidade na ultima linha
[lia3,loc3] = ismember(xg(:,1:3),Alcool83(:,1:3),'rows');
Alcool83(:,end+1) = yg(lia3,:);
[lia4,loc4] = ismember(xg(:,1:3),Gasolina83(:,1:3),'rows');
Gasolina83(:,end+1) = yg(lia4,:);
FUELTYPE_ComLEVES83 = sortrows([Alcool83;Gasolina83]);

% Probabilidade dos veiculos GASOLINA e ALCOOL
% Calculating probability
disp('Calculating FUELTYPE probability of each city (COM LEVES 1982-2002)')
FUELTYPE_ComLEVES83(:,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES83(:,5)./FUELTYPE_ComLEVES83(:,6);

% Veículos leves de 2003 a 2005 Consomem Gasolina, Etanol, Flex Gasolina e
% Flex Etanol
% Procurando os Veiculos com motor alcool
[lia,loc] = ismember(FUELTYPE(:,4), 1);

% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(FUELTYPE(:,4), 5);

% Procurando os Veiculos com motor alcool
[lia3,loc3] = ismember(FUELTYPE(:,4), 3);

% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia4,loc4] = ismember(FUELTYPE(:,4), 4);

% Fazendo a soma dos veiculos entre os 4 tipos de combustivel
FUELTYPE_ComLEVES2003 = sortrows([FUELTYPE(lia,1:5); FUELTYPE(lia2,1:5);...
FUELTYPE(lia3,1:5); FUELTYPE(lia4,1:5) ]);
[xg,yg] = consolidador(FUELTYPE_ComLEVES2003(:,1:3),FUELTYPE_Com-
LEVES2003(:,end),'sum');

% Guardar os valores da soma para cada municipio em cada tipo de
% combustivel
Alcool2003 = FUELTYPE_ComLEVES2003(find(FUELTYPE_ComLEVES2003(:,4)==1),:);
Gasolina2003 = FUELTYPE_ComLEVES2003(find(FUELTYPE_ComLEVES2003(:,4)==5),:);
FlexAlcool2003 = FUELTYPE_ComLEVES2003(find(FUELTYPE_ComLEVES2003(:,4)==3),:);
FlexGasolina2003 = FUELTYPE_ComLEVES2003(find(FUELTYPE_ComLEVES2003(:,4)==4),:);

%Adicionar a soma dos tipos de combustivel em cada cidade na ultima linha
[lia5,loc5] = ismember(xg(:,1:3),Alcool2003(:,1:3),'rows');
Alcool2003(:,end+1) = yg(lia5,:);
[lia6,loc6] = ismember(xg(:,1:3),Gasolina2003(:,1:3),'rows');
Gasolina2003(:,end+1) = yg(lia6,:);
[lia7,loc7] = ismember(xg(:,1:3),FlexAlcool2003(:,1:3),'rows');
FlexAlcool2003(:,end+1) = yg(lia7,:);

```

```

[lia8,loc8] = ismember(xg(:,1:3),FlexGasolina2003(:,1:3),'rows');
FlexGasolina2003(:,end+1) = yg(lia8,:);
% Unido todos os tipos de combustivel numa matriz
FUELTYPE_ComLEVES2003 = sortrows([Alcool2003;Gasolina2003;FlexAlcool2003;FlexGasolina2003]);

% Probabilidade dos veiculos GASOLINA, ALCOOL, FLEX GASOLINA E FLEX ALCOOL
% Calculating probability
disp('Calculating FUELTYPE probability of each city (COM LEVES 2003-2005)')
FUELTYPE_ComLEVES2003(:,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES2003(:,5)./FUELTYPE_ComLEVES2003(:,6);

% Veículos leves de 2006 Consomem Gasolina, Etanol, Flex Gasolina,
% Flex Etanol e Diesel
% Procurando os Veiculos com motor alcool
[lia,loc] = ismember(FUELTYPE(:,4), 1);

% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(FUELTYPE(:,4), 5);

% Procurando os Veiculos com motor Flex alcool
[lia3,loc3] = ismember(FUELTYPE(:,4), 3);

% Procurando os Veiculos com motor Flex Gasolina
[lia4,loc4] = ismember(FUELTYPE(:,4), 4);

% Procurando os Veiculos com motor Diesel
[lia5,loc5] = ismember(FUELTYPE(:,4), 2);

% Fazendo a soma dos veiculos entre os 5 tipos de combustivel
FUELTYPE_ComLEVES2006 = sortrows([FUELTYPE(lia,1:5); FUELTYPE(lia2,1:5); ...
                                FUELTYPE(lia3,1:5); FUELTYPE(lia4,1:5); ...
                                FUELTYPE(lia5,1:5)]);
[xg,yg] = consolidator(FUELTYPE_ComLEVES2006(:,1:3),FUELTYPE_ComLEVES2006(:,end),'sum');

% Guardar os valores da soma para cada municipio em cada tipo de
% combustivel
Alcool2006 = FUELTYPE_ComLEVES2006(find(FUELTYPE_ComLEVES2006(:,4)==1),:);
Gasolina2006 = FUELTYPE_ComLEVES2006(find(FUELTYPE_ComLEVES2006(:,4)==5),:);
FlexAlcool2006 = FUELTYPE_ComLEVES2006(find(FUELTYPE_ComLEVES2006(:,4)==3),:);
FlexGasolina2006 = FUELTYPE_ComLEVES2006(find(FUELTYPE_ComLEVES2006(:,4)==4),:);
Diesel2006 = FUELTYPE_ComLEVES2006(find(FUELTYPE_ComLEVES2006(:,4)==2),:);

%Adicionar a soma dos tipos de combustivel em cada cidade na ultima linha
[lia5,loc5] = ismember(xg(:,1:3),Alcool2006(:,1:3),'rows');
Alcool2006(:,end+1) = yg(lia5,:);
[lia6,loc6] = ismember(xg(:,1:3),Gasolina2006(:,1:3),'rows');
Gasolina2006(:,end+1) = yg(lia6,:);
[lia7,loc7] = ismember(xg(:,1:3),FlexAlcool2006(:,1:3),'rows');
FlexAlcool2006(:,end+1) = yg(lia7,:);
[lia8,loc8] = ismember(xg(:,1:3),FlexGasolina2006(:,1:3),'rows');
FlexGasolina2006(:,end+1) = yg(lia8,:);
[lia9,loc9] = ismember(xg(:,1:3),Diesel2006(:,1:3),'rows');
Diesel2006(:,end+1) = yg(lia9,:);

% Unido todos os tipos de combustivel numa matriz
FUELTYPE_ComLEVES2006 = sortrows([Alcool2006;Gasolina2006;FlexAlcool2006;FlexGasolina2006;Diesel2006]);

% Probabilidade dos veiculos GASOLINA, ALCOOL, FLEX GASOLINA E FLEX ALCOOL
% Calculating probability
disp('Calculating FUELTYPE probability of each city (COM LEVES 2006)')
FUELTYPE_ComLEVES2006(:,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES2006(:,5)./FUELTYPE_ComLEVES2006(:,6);

```

```

% Veículos leves de 2007 a 2018 Consomem Gasolina, Flex Gasolina e
% Flex Etanol
% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(FUELTYPE(:,4), 5);

% Procurando os Veiculos com motor Flex alcool
[lia3,loc3] = ismember(FUELTYPE(:,4), 3);

% Procurando os Veiculos com motor Flex Gasolina
[lia4,loc4] = ismember(FUELTYPE(:,4), 4);

% Procurando os Veiculos com motor Diesel
[lia5,loc5] = ismember(FUELTYPE(:,4), 2);

% Fazendo a soma dos veiculos entre os 4 tipos de combustivel
FUELTYPE_ComLEVES2007 = sortrows([ FUELTYPE(lia2,1:5);...
                                FUELTYPE(lia3,1:5); FUELTYPE(lia4,1:5);
                                FUELTYPE(lia5,1:5)]);
[xg,yg] = consolidator(FUELTYPE_ComLEVES2007(:,1:3),FUELTYPE_Com-
LEVES2007(:,end), 'sum');

% Guardar os valores da soma para cada municipio
Gasolina2007 = FUELTYPE_ComLEVES2007(find(FUELTYPE_ComLEVES2007(:,4)==5),:);
FlexAlcool2007 = FUELTYPE_ComLEVES2007(find(FUELTYPE_ComLEVES2007(:,4)==3),:);
FlexGasolina2007 = FUELTYPE_ComLEVES2007(find(FUELTYPE_ComLEVES2007(:,4)==4),:);
Diesel2007 = FUELTYPE_ComLEVES2007(find(FUELTYPE_ComLEVES2007(:,4)==2),:);

%Adicionar a soma dos tipos de combustivel em cada cidade na ultima linha
[lia6,loc6] = ismember(xg(:,1:3),Gasolina2007(:,1:3), 'rows');
Gasolina2007(:,end+1) = yg(lia6,:);
[lia7,loc7] = ismember(xg(:,1:3),FlexAlcool2007(:,1:3), 'rows');
FlexAlcool2007(:,end+1) = yg(lia7,:);
[lia8,loc8] = ismember(xg(:,1:3),FlexGasolina2007(:,1:3), 'rows');
FlexGasolina2007(:,end+1) = yg(lia8,:);
[lia9,loc9] = ismember(xg(:,1:3),Diesel2007(:,1:3), 'rows');
Diesel2007(:,end+1) = yg(lia9,:);

FUELTYPE_ComLEVES2007 = sortrows([Gasolina2007;FlexAlcool2007;FlexGasolina2007;Die-
sel2007]);

% Probabilidade dos veiculos GASOLINA, FLEX ALCOOL E FLEX GASOLINA
% Calculating probability
disp('Calculating FUELTYPE probability of each city (COM LEVES 2007-2018)')
FUELTYPE_ComLEVES2007(:,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES2007(:,5)./FUELTYPE_Com-
LEVES2007(:,6);

```

Função BRAVES (ESTIMATIVA_COM_LEVES2)

```

%% -----ESTIMATIVA DE EMISSOES DOS VEICULOS COMERCIAIS LEVES-----
function[MATRIZ_comLEVES ,EmissCityComLeves] = ESTIMATIVA_COM_LEVES2(EF_folder, YE-
ARMOD, veicCATEGORY, ConsumoGASOLINA, ConsumoETANOL, ConsumoDIESEL, TiposdeCombustivel, FUELTYPE_ComLEVES83, FUELTYPE_ComLEVES2003, FUELTYPE_ComLEVES2006, FUELTYPE_ComLEVES2007, ValoresSUC, DeterLevesOtto, DeterLevesDiesel);
%%
% IMPORTANTE A PLANILHA DOS FATORES DE EMISSÃO DOS VEICULOS COMERCIAIS LEVES
disp('Reading EmissionFactors LightDuty')
filename = [EF_folder, '\EF_LightCommercial\EF_LightCommercial.xlsx'];
[num,~,raw] = xlsread (filename);

% Limpando o Cabeçalho (Primeira Linha)
raw(1,:) = [];

% Deixando os tipos de combustivel escrito em caixa alta
raw(:,2) = upper(raw(:,2));

%% CONVERTENDO AS STRINGS DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL EM NÚMEROS
TiposdeCombustivel(:,1) = cellstr(TiposdeCombustivel(:,1));
TiposdeCombustivel(1,1) = {'ETANOL'};

for ii = 1:length(TiposdeCombustivel(:,1))
    [lia,loc] = ismember(raw(:,2),TiposdeCombustivel(ii));
    CombDouble(lia,1) = TiposdeCombustivel(ii,2);
end

raw(:,2) = CombDouble;
num(:,2) = cell2mat(CombDouble);

%% Atribui os valores de fatores de emissão de 1983 para veiculos ate 1973
% Para a matriz num:
anominFE = num(1,1);
Inferiores82 = [(anominFE-10):1:anominFE-1]';
Inferiores82 = sort([Inferiores82;Inferiores82]);
Inferiores82num = [Inferiores82, repmat(num(1:2,2:end), (length(Inferiores82))/2,1)];

%Para a matriz raw:
Inferiores82raw = [num2cell(Inferiores82), repmat(raw(1:2,2:end), (length(Inferiores82))/2,1)];

% Colocando os valores dos anos modelos inferiores a 1982 junto com o resto
% dos fatores de emissão
num = [Inferiores82num;num];
raw = [Inferiores82raw;raw];

%% Multiplicando a autonomia pelos fatores de emissao dos poluentes
for ii = 1:length(num(:,1))
    num(ii,3:end-1) = num(ii,end).*num(ii,3:end-1);
end

% FAZER DUAS MATRIZES DE FATORES DE EMISSAO DE LEVES
% UMA PARA MUNICIPIOS QUE VENDEM ETANOL E OUTRA PARA QUE OS QUE NÃO VENDEM
% Identificando quais são os municípios que vendem etanol
[lia,loc] = ismember(ConsumoETANOL(:,1:3), veicCATEGORY(:,1:3), 'rows');
vendemetanol = ConsumoETANOL(lia,1:3);

% Reaplicar a planilha do fator de emissão para cada Municipio de cada ano
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol = [];

for jj = 1:length(vendemetanol(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO ', num2str(jj)])
    City_data = repmat(vendemetanol(jj,1:3),length(num(:,1)),1);
    MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol = [MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol; City_data, num];
end

```

```

% -----Identificando quais são os municípios que NÃO vendem etanol-----
[lia,loc] = ismember(veicCATEGORY(:,1:3), vendemetanol(:,1:3), 'rows');
NAOvendemetanol = veicCATEGORY(lia==0,1:3);

% Reaplicar a planilha do fator de emissão para cada Municipio de cada ano
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol = [];

for jj = 1:length(NAOvendemetanol(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO ', num2str(jj)])
    City_data = repmat(NAOvendemetanol(jj,1:3),length(num(:,1)),1);
    MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol = [MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol; City_data, num];
end

%% Retirando as linhas que não possuem dados de Ano Modelo
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,1:4), YEARMOD(:,1:4), 'rows');
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia==0,:) = [];
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,1:4), YEARMOD(:,1:4), 'rows');
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2==0,:) = [];

% Anos unicos da Tabela de Fator de emissao.
AnosFE = unique(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4));

%DEPOIS FEITA ESSA SEGREGAÇÃO SUBSTITUIR OS TIPOS DE COMBUSTIVEL ETANOL E
%FLEX ETANOL NOS MUNICIPIOS QUE NAO COMERCIALIZAM ETANOL.

% -----
% Substituição dos FATORES DE EMISSAO para os tipos de Combustivel
% ----- 1983 a 2002-----
%   ID      COMBUSTIVEL  ----->   ID      Combustivel
%   1      Etanol          5      Gasolina
ano83_ETANOL = [AnosFE(1,1):1:2002]';
ano83_ETANOL(:,2) = 1;

% Procurando a Posição dos Fatores de emissao a Etanol
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano83_ETANOL, 'rows');
ano83_GASOLINA = [AnosFE(1,1):1:2002]';
ano83_GASOLINA(:,2) = 5;

% Procurando a Posição dos Fatores de emissao a Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano83_GASOLINA, 'rows');

%Substituindo os Fatores de emissao de Etanol por Gasolina
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia,6:end) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,6:end);

% -----
% Substituição dos FATORES DE EMISSAO para os tipos de Combustivel
% ----- 2003 a 2006-----
%   ID      COMBUSTIVEL  ----->   ID      Combustivel
%   1      Etanol          4      Flex Gasolina
%   3      Flex Etanol     4      Flex Gasolina
ano2003ETANOL = [2003:1:2006]';
ano2003FLEXETANOL = [2003:1:2006]';
ano2003FLEXGASOLINA = [2003:1:2006]';

ano2003ETANOL(:,2) = 1;
ano2003FLEXETANOL(:,2) = 3;
ano2003FLEXGASOLINA(:,2) = 4;

% Procurando a Posição dos Fatores de emissao a Etanol
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano2003ETANOL, 'rows');

% Procurando a Posição dos Fatores de emissao a Flex Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano2003FLEXGASO-
LINA, 'rows');

%Substituindo os Fatores de emissao de Etanol por Flex Gasolina

```

```

MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia,6:end) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,6:end);

% Procurando a posição dos Fatores de emissão de Flex Etanol
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano2003FLEXETANOL,'rows');

%Substituindo os Fatores de emissão de Flex Etanol por Flex Gasolina
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia,6:end) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,6:end);

% -----
% Substituição dos FATORES DE EMISSAO para os tipos de Combustivel
% ----- 2007 a final-----
%   ID      COMBUSTIVEL  ----->   ID      Combustivel
%   3      Flex Etanol          4      Flex Gasolina
ano2007FLEXETANOL = [2007:1:AnosFE(end)]';
ano2007FLEXETANOL(:,2) = 3;

ano2007FLEXGASOLINA = [2007:1:AnosFE(end)]';
ano2007FLEXGASOLINA(:,2) = 4;

% Procurando a posição dos Fatores de emissão de Flex Etanol
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano2007FLEXETANOL,'rows');

% Procurando a Posição dos Fatores de emissão a Flex Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4:5),ano2007FLEXGASOLINA,'rows');

%Substituindo os Fatores de emissão de Flex Etanol por Flex Gasolina
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia,6:end) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,6:end);

% Colocando a probabilidade dos Anos Modelos para todos os Anos
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,1:4),YEARMOD(:,1:4),'rows');
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,end+1) = YEARMOD(loc,20);
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,1:4),YEARMOD(:,1:4),'rows');
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,end+1) = YEARMOD(loc2,20);

% -----MULTIPLICANDO PELOS FATORES DE DETERIORAÇÃO-----
% Fazer a segregação de Veiculos do Ciclo Otto e Veiculos do ciclo Diesel
CiclosCOMBUSTAO_ComETANOL = [MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,1:4), repmat(1, length(MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,1)),1)];
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,5),2);
CiclosCOMBUSTAO_ComETANOL(lia,5) = 2;

CiclosCOMBUSTAO_SemETANOL = [MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,1:4), repmat(1, length(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,1)),1)];
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,5),2);
CiclosCOMBUSTAO_SemETANOL(lia2,5) = 2;
DeterLevesOtto = [DeterLevesOtto(:,1:2), repmat(1, length(DeterLevesOtto),1), DeterLevesOtto(:,3:end)];

disp('Multiplicando o fator de deterioração pelo fator de emissão - otto')
for ii = 1:length(DeterLevesOtto(:,1))
    disp([' Deterioração C.L - Otto ', num2str(ii), '/', num2str(length(DeterLevesOtto(:,1)))])

    % Fazendo a procura dos anos de dados e do ano modelo dos veiculos
    % (Coluna 1 e 2)
    [lia,loc] = ismember([CiclosCOMBUSTAO_ComETANOL(:,1:3:4),CiclosCOMBUSTAO_ComETANOL(:,5)], DeterLevesOtto(ii,1:3), 'rows');

    % Multiplicando o fator de deterioração do Hidrocarbonetos (HC)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,5)
    MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,8) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,8).*DeterLevesOtto(ii,5);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Monóxido de Carbono (CO)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,6)

```

```

MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,7) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,7).*De-
terLevesOtto(ii,6);

% Multiplicando o fator de deterioração do Óxido de Nitrogenio (NOx)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,7)
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,10) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,10).*De-
terLevesOtto(ii,7);

% Multiplicando o fator de deterioração do Aldeidos (RCHO)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,8)
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,11) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,11).*De-
terLevesOtto(ii,8);

% Multiplicando o fator de deterioração do Material Particulado (MP)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,9)
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,12) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,12).*De-
terLevesOtto(ii,9);

% Multiplicando o fator de deterioração do Metano (CH4)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,10)
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,9) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,9).*De-
terLevesOtto(ii,10);

% Fazendo a procura dos anos de dados, ano modelo e ciclos dos veiculos
% (Coluna 1 2 3 )
[lia2,loc2] = ismember([CiclosCOMBUSTAO_SemETANOL(:,1:3:4),CiclosCOMBUSTAO_Se-
mETANOL(:,5)], DeterLevesOtto(ii,1:3), 'rows');

% Multiplicando o fator de deterioração do Hidrocarbonetos (HC)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,5)
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,8) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,8).*De-
terLevesOtto(ii,5);

% Multiplicando o fator de deterioração do Monóxido de Carbono (CO)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,6)
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,7) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,7).*De-
terLevesOtto(ii,6);

% Multiplicando o fator de deterioração do Óxido de Nitrogenio (NOx)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,7)
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,10) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Eta-
nol(lia2,10).*DeterLevesOtto(ii,7);

% Multiplicando o fator de deterioração do Aldeidos (RCHO)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,8)
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,11) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Eta-
nol(lia2,11).*DeterLevesOtto(ii,8);

% Multiplicando o fator de deterioração do Material Particulado (MP)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,9)

MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,12) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Eta-
nol(lia2,12).*DeterLevesOtto(ii,9);

% Multiplicando o fator de deterioração do Metano (CH4)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,10)
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,9) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,9).*De-
terLevesOtto(ii,10);

end

disp('Multiplicando o fator de deterioração pelo fator de emissão - Diesel')

DeterLevesDiesel = [DeterLevesDiesel(:,1:2), repmat(2, length(DeterLevesDiesel),1),
DeterLevesDiesel(:,3:end)];

```

```

for ii = 1:length(DeterLevesDiesel(:,1))

    disp([' Deterioração C.L - Diesel ', num2str(ii), '/', num2str(length(DeterLevesDiesel(:,1)))])

    % Fazendo a procura dos anos de dados e do ano modelo dos veiculos
    % (Coluna 1 e 2)
    [lia,loc] = ismember([CiclosCOMBUSTAO_ComETANOL(:,1:3:4),CiclosCOMBUSTAO_ComETANOL(:,5)], DeterLevesDiesel(ii,1:3), 'rows');

    % Multiplicando o fator de deterioração do Hidrocarbonetos (HC)
    % Neste Caso utiliza-se o fator de deterioração de NMHC.
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,5)
    MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,8) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,8).*DeterLevesDiesel(ii,5);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Monóxido de Carbono (CO)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,6)
    MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,7) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,7).*DeterLevesDiesel(ii,6);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Óxido de Nitrogenio (NOx)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,7)
    MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,10) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,10).*DeterLevesDiesel(ii,7);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Aldeidos (RCHO)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,8)
    MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,11) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,11).*DeterLevesDiesel(ii,8);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Material Particulado (MP)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,9)
    MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,12) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,12).*DeterLevesDiesel(ii,9);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Metano (CH4)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,10)
    MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(lia,9) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,9).*DeterLevesDiesel(ii,10);

    % Fazendo a procura dos anos de dados, ano modelo e ciclos dos veiculos
    % (Coluna 1 2 3 )
    [lia2,loc2] = ismember([CiclosCOMBUSTAO_SemETANOL(:,1:3:4),CiclosCOMBUSTAO_SemETANOL(:,5)], DeterLevesDiesel(ii,1:3), 'rows');

    % Multiplicando o fator de deterioração do Hidrocarbonetos (HC)
    % Neste Caso utiliza-se o fator de deterioração de NMHC.
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,5)
    MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,8) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,8).*DeterLevesDiesel(ii,5);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Monóxido de Carbono (CO)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,6)
    MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,7) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,7).*DeterLevesDiesel(ii,6);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Óxido de Nitrogenio (NOx)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,7)
    MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,10) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,10).*DeterLevesDiesel(ii,7);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Aldeidos (RCHO)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,8)
    MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,11) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,11).*DeterLevesDiesel(ii,8);

```

```

% Multiplicando o fator de deterioração do Material Particulado (MP)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,9)
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,12) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Eta-
nol(lia2,12).*DeterLevesDiesel(ii,9);

% Multiplicando o fator de deterioração do Metano (CH4)
% Fdeter_ciclos_Otto(:,10)
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(lia2,9) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia2,9).*De-
terLevesDiesel(ii,10);
end

MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,7:8) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(:,7:8);
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,9:12) = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol3(:,9:12);
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,7:8) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(:,7:8);
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,9:12) = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol3(:,9:12);

ans = find(MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,7)==0);
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(ans,8) = 0;
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(ans,12:14) = 0;
ans2 = find(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,7)==0);
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(ans2,8) = 0;
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(ans2,12:14) = 0;

%% COLOCAR AS PROBABILIDADES DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL
% -----PARA AS CIDADES QUE NAO VENDEM ETANOL-----
% Recortando os valores do primeiro grupo 1983 a 2002:
Grupo1 = [AnosFE(1,1):1:2002]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4),Grupo1);
DadosFEsem83 = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia,:);

% Recortando os valores do segundo grupo 2003 a 2005:
Grupo2 = [2003:1:2005]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4),Grupo2);
DadosFEsem2003 = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia,:);

% Recortando os valores do terceiro grupo 2006:
Grupo3 = [2006]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4),Grupo3);
DadosFEsem2006 = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia,:);
% Recortando os valores do QUARTO grupo 2007 a final:
Grupo4 = [2007:1:AnosFE(end,1)]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,4),Grupo4);
DadosFEsem2007 = MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia,:);

% -----
% Colocando na Matriz dos municipios que não vendem etanol para o PRIMEIRO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEsem83(:,1:3),DadosFEsem83(:,5)],FUELTYPE_ComLE-
VES83(:,1:4),'rows');
DadosFEsem83(LIA,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES83(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que não vendem etanol para o SEGUNDO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEsem2003(:,1:3),DadosFEsem2003(:,5)],FUELTYPE_ComLE-
VES2003(:,1:4),'rows');
DadosFEsem2003(LIA,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES2003(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que não vendem etanol para o TERCEIRO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEsem2006(:,1:3),DadosFEsem2006(:,5)],FUELTYPE_ComLE-
VES2006(:,1:4),'rows');
DadosFEsem2006(LIA,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES2006(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que não vendem etanol para o QUARTO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEsem2007(:,1:3),DadosFEsem2007(:,5)],FUELTYPE_ComLE-
VES2007(:,1:4),'rows');
DadosFEsem2007(LIA,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES2007(LOC(LIA),7);

```

```

%JUNTANDO TODOS OS GRUPOS NA MATRIZ PRINCIPAL DE VOLTA
%Para os municipios que não vendem etanol
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol = sortrows([DadosFEsem83;DadosFEsem2003;DadosFE-
sem2006;DadosFEsem2007;]);

%% COLOCAR AS PROBABILIDADES DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL
% -----PARA AS CIDADES QUE VENDEM ETANOL-----
% Recortando os valores do primeiro grupo 1983 a 2002:
Grupo1 = [AnosFE(1,1):1:2002]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,4),Grupo1);
DadosFEcom83 = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,:);

% Recortando os valores do segundo grupo 2003 a 2005:
Grupo2 = [2003:1:2005]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,4),Grupo2);
DadosFEcom2003 = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,:);

% Recortando os valores do TERCEIRO grupo 2006:
Grupo3 = [2006]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,4),Grupo3);
DadosFEcom2006 = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,:);

% Recortando os valores do segundo grupo 2007 a final:
Grupo4 = [2007:1:AnosFE(end,1)]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,4),Grupo4);
DadosFEcom2007 = MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,:);
% -----
% Colocando na Matriz dos municipios que vendem etanol para o PRIMEIRO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEcom83(:,1:3),DadosFEcom83(:,5)],FUELTYPE_ComLE-
VES83(:,1:4),'rows');
DadosFEcom83(LIA,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES83(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que vendem etanol para o SEGUNDO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEcom2003(:,1:3),DadosFEcom2003(:,5)],FUELTYPE_ComLE-
VES2003(:,1:4),'rows');
DadosFEcom2003(LIA,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES2003(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que vendem etanol para o TERCEIRO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEcom2006(:,1:3),DadosFEcom2006(:,5)],FUELTYPE_ComLE-
VES2006(:,1:4),'rows');
DadosFEcom2006(LIA,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES2006(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que vendem etanol para o QUARTO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEcom2007(:,1:3),DadosFEcom2007(:,5)],FUELTYPE_ComLE-
VES2007(:,1:4),'rows');
DadosFEcom2007(LIA,end+1) = FUELTYPE_ComLEVES2007(LOC(LIA),7);

%JUNTANDO TODOS OS GRUPOS NA MATRIZ PRINCIPAL DE VOLTA
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol = sortrows([DadosFEcom83;DadosFEcom2003;DadosFE-
com2006;DadosFEcom2007;]);

%% COLOCANDO O CONSUMO DE COMBUSTIVEL DE CADA CIDADE PARA CATEGORIA COMERCIAL LEVES

% Colocando o ID do tipo de combustivel (ETANOL) para facilitar na busca
% por esse combustivel nos respectivos municipios
ConsumoETANOL(:,end+1) = 1;

% Colocando o ID do tipo de combustivel (FLEX ETANOL)para facilitar na
% busca por esse combustivel nos respectivos municipios
ConsumoETANOL(:,end+1) = 3;
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,end+1) = NaN;
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_COM_LEVES_com_Eta-
nol(:,5)], [ConsumoETANOL(:,1:3),ConsumoETANOL(:,9)], 'rows');
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,end) = ConsumoETANOL(loc(lia),6);

```

```

% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (FLEX ETANOL)
[lia2,loc2] = ismember([MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_COM_LE-
VES_com_Etanol(:,5)], [ConsumoETANOL(:,1:3),ConsumoETANOL(:,10)], 'rows');
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia2,end) = ConsumoETANOL(loc2(lia2),6);

% Colocando um vetor de NAN pois nos municipios que não vendem ETANOL não
% possuem o consumo desse combustivel.
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,end+1) = NaN;
%%
%-----
% Colocando o ID do tipo de combustivel (GASOLINA) para facilitar na busca
% por esse combustivel nos respectivos municipios
ConsumoGASOLINA(:,end+1) = 5;

% Colocando o ID do tipo de combustivel (FLEX GASOLINA)para facilitar na
% busca por esse combustivel nos respectivos municipios
ConsumoGASOLINA(:,end+1) = 4;
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,1:3)],ConsumoGASO-
LINA(:,1:3), 'rows');
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia,end) = ConsumoGASOLINA(loc(lia),6);

% Na planilha de MATRIZ_LEVES_com_Etanol
% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (GASOLINA)
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_COM_LEVES_com_Eta-
nol(:,5)], [ConsumoGASOLINA(:,1:3),ConsumoGASOLINA(:,9)], 'rows');
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,end) = ConsumoGASOLINA(loc(lia),6);

% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (FLEX GASOLINA)
[lia2,loc2] = ismember([MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_COM_LE-
VES_com_Etanol(:,5)], [ConsumoGASOLINA(:,1:3),ConsumoGASOLINA(:,10)], 'rows');
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia2,end) = ConsumoGASOLINA(loc2(lia2),6);
%%
%-----
% Colocando o Consumo de DIESEL para os tipos DIESEL
% Colocando o ID do tipo de combustivel (DIESEL) para facilitar na busca
% por esse combustivel nos respectivos municipios
ConsumoDIESEL(:,end+1) = 2;

% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (DIESEL)
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_COM_LEVES_com_Eta-
nol(:,5)], [ConsumoDIESEL(:,1:3),ConsumoDIESEL(:,9)], 'rows');
MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol(lia,end) = ConsumoDIESEL(loc(lia),6);
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,5),2);
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia,end) = 0;
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(:,1:3),MATRIZ_COM_LEVES_sem_Eta-
nol(:,5)], [ConsumoDIESEL(:,1:3),ConsumoDIESEL(:,9)], 'rows');
MATRIZ_COM_LEVES_sem_Etanol(lia,end) = ConsumoDIESEL(loc(lia),6);

%% -----JUNTANDO AS MATRIZES DAS CIDADES QUE VENDEM E QUE NÃO VENDEM ETANOL-----
MATRIZ_comLEVES = sortrows([MATRIZ_COM_LEVES_com_Etanol; MATRIZ_COM_LEVES_sem_Eta-
nol]);

% REALIZANDO O CALCULO DA ESTIMATIVA DE EMISSAO PARA OS COMERCIAIS LEVES
COMERCIAIS_LEVES = MATRIZ_comLEVES(:,16).*MATRIZ_comLEVES(:,17).*...
MATRIZ_comLEVES(:,end);
EmissComLeves = repmat(COMERCIAIS_LEVES,1,8).*MATRIZ_comLEVES(:,7:14);
[xq,EmissCityComLeves] = consolidator(MATRIZ_comLEVES(:,1:3), EmissComLeves, 'nan-
sum');
EmissCityComLeves = [xq, EmissCityComLeves];

```

Função BRAVES (ProbCOMB_MOTOS)

```

%% PROBABILIDADES DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL MOTOS
function[FUELTYPE_MOTOS2003,FUELTYPE_MOTOS2010] = ProbCOMB_MOTOS(FUELTYPE);
%%
% Motocicletas de 2003 a 2009 Consomem apenas Gasolina
% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(FUELTYPE(:,4), 5);

% Fazendo a soma dos veiculos entre somente os 1 tipos de combustivel
FUELTYPE_MOTOS2003 = sortrows([FUELTYPE(lia2,1:5)]);
[xg,yg] = consolidator(FUELTYPE_MOTOS2003(:,1:3),FUELTYPE_MOTOS2003(:,end),'sum');

% Guardar os valores da soma para cada municipio em cada tipo de
% combustivel
Gasolina2010 = FUELTYPE_MOTOS2003(find(FUELTYPE_MOTOS2003(:,4)==5),:);

%Adicionar a soma dos tipos de combustivel em cada cidade na ultima linha
[lia4,loc4] = ismember(xg(:,1:3),Gasolina2010(:,1:3),'rows');
Gasolina2010(:,end+1) = yg(lia4,:);
FUELTYPE_MOTOS2003 = sortrows([Gasolina2010]);

% Probabilidade das motocicletas GASOLINA
% Calculating probability
disp('Calculating FUELTYPE probability of each city (MOTOS 2003-2009)')
FUELTYPE_MOTOS2003(:,end+1) = FUELTYPE_MOTOS2003(:,5)./FUELTYPE_MOTOS2003(:,6);

% Motocicletas de 2010 a 2017 Consomem Gasolina, Flex Gasolina e
% Flex Etanol
% Procurando os Veiculos com motor Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(FUELTYPE(:,4), 5);

% Procurando os Veiculos com motor Flex Etanol
[lia3,loc3] = ismember(FUELTYPE(:,4), 3);

% Procurando os Veiculos com motor Flex Gasolina
[lia4,loc4] = ismember(FUELTYPE(:,4), 4);

% Fazendo a soma dos veiculos entre os 3 tipos de combustivel
FUELTYPE_MOTOS2010 = sortrows([ FUELTYPE(lia2,1:5); ...
                                FUELTYPE(lia3,1:5); FUELTYPE(lia4,1:5) ]);
[xg,yg] = consolidator(FUELTYPE_MOTOS2010(:,1:3),FUELTYPE_MOTOS2010(:,end),'sum');

% Guardar os valores da soma para cada municipio em cada tipo de
% combustivel
Gasolina2010 = FUELTYPE_MOTOS2010(find(FUELTYPE_MOTOS2010(:,4)==5),:);
FlexAlcool2010 = FUELTYPE_MOTOS2010(find(FUELTYPE_MOTOS2010(:,4)==3),:);
FlexGasolina2010 = FUELTYPE_MOTOS2010(find(FUELTYPE_MOTOS2010(:,4)==4),:);

%Adicionar a soma dos tipos de combustivel em cada cidade na ultima linha
[lia6,loc6] = ismember(xg(:,1:3),Gasolina2010(:,1:3),'rows');
Gasolina2010(:,end+1) = yg(lia6,:);
[lia7,loc7] = ismember(xg(:,1:3),FlexAlcool2010(:,1:3),'rows');
FlexAlcool2010(:,end+1) = yg(lia7,:);
[lia8,loc8] = ismember(xg(:,1:3),FlexGasolina2010(:,1:3),'rows');
FlexGasolina2010(:,end+1) = yg(lia8,:);

% Unido todos os tipos de combustivel numa matriz
FUELTYPE_MOTOS2010 = sortrows([Gasolina2010;FlexAlcool2010;FlexGasolina2010]);

% Probabilidade dos veiculos GASOLINA, FLEX GASOLINA E FLEX ALCOOL
% Calculating probability
disp('Calculating FUELTYPE probability of each city (MOTOS 2010-2017)')
FUELTYPE_MOTOS2010(:,end+1) = FUELTYPE_MOTOS2010(:,5)./FUELTYPE_MOTOS2010(:,6);

%%

```

Função BRAVES (ESTIMATIVA_MOTOS2)

```

%% -----ESTIMATIVA DE EMISSOES DAS MOTOTCILETAS -----
function[MATRIZ_MOTOS ,EmissCityMotos] = ESTIMATIVA_MOTOS2(EF_folder, YEARMOD, veic-
CATEGORY, ConsumoGASOLINA, ConsumoETANOL, TiposdeCombustivel, FUELTYPE_MO-
TOS2003,FUELTYPE_MOTOS2010, ValoresSUC, DeterMotosOtto);
%%
% IMPORTANTE A PLANILHA DOS FATORES DE EMISSÃO DOS VEICULOS LEVES
disp('Reading EmissionFactors_MotorCycle')
filename = [EF_folder, '\EF_MotorCycle\EF_MotorCycle.xlsx'];
[num,~,raw] = xlsread (filename);

% Limpando o Cabeçalho (Primeira Linha)
raw(1,:) = [];

% Deixando os tipos de combustivel escrito em caixa alta
raw(:,2) = upper(raw(:,2));

%% CONVERTENDO AS STRINGS DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL EM NÚMEROS
TiposdeCombustivel(:,1) = cellstr(TiposdeCombustivel(:,1));
TiposdeCombustivel(1,1) = {'ETANOL'};
CombDouble = {};

for ii = 1:length(TiposdeCombustivel(:,1))
    [lia,loc] = ismember(raw(:,2),TiposdeCombustivel(ii));
    CombDouble(lia,1) = TiposdeCombustivel(ii,2);
end

raw(:,2) = CombDouble;
num(:,2) = cell2mat(CombDouble);

%% Atribui os valores de fatores de emissão de 2003 para veiculos ate 1973
% Para a matriz num:
anominFE = num(1,1);
Inferiores03 = [(anominFE-30):1:anominFE-1]';
Inferiores03 = sort([Inferiores03;Inferiores03;Inferiores03]);
Inferiores03num = [Inferiores03, repmat(num(1:3,2:end), (length(Inferio-
res03))/3,1)];

%Para a matriz raw:
Inferiores03raw = [num2cell(Inferiores03), repmat(raw(1:3,2:end), (length(Inferio-
res03))/3,1)];

% Colocando os valores dos anos modelos inferiores a 2003 junto com o resto
% dos fatores de emissão
num = [Inferiores03num;num];
raw = [Inferiores03raw;raw];

%% Multiplicando a autonomia pelos fatores de emissao dos poluentes
for ii = 1:length(num(:,1))
    num(ii,3:end-1) = num(ii,end).*num(ii,3:end-1);
end

%% CONVERTER O TIPO DE MOTORIZAÇÃO DE STRING PARA DOUBLE
num (strcmp(raw(:,4), '< 150 cc'),3) = 1;
num (strcmp(raw(:,4), '>150 e < 500 cc'),3) = 2;
num (strcmp(raw(:,4), '> 501 cc'),3) = 3;
num (strcmp(raw(:,4), '>150 cc'),3) = 4;

%% CALCULANDO AS PROBABILIDADES PARA CADA TIPO DE MOTORIZAÇÃO
MOTOS = [veicCATEGORY(:,1:3),veicCATEGORY(:,12), veicCATEGORY(:,14), veicCATE-
GORY(:,15), veicCATEGORY(:,17), veicCATEGORY(:,24)];
MOTOS(:,end+1) = sum(MOTOS(:,4:end),2);
for ii = 1:length(MOTOS(:,1))
    MOTOS(ii,4:end-1) = MOTOS(ii,4:end-1)./MOTOS(ii,9);
end

```

```

probabilidadeMOTOS = [MOTOS(:,1:3), sum(MOTOS(:,4:5),2),MOTOS(:,6), sum(MO-
TOS(:,7:8),2), sum(MOTOS(:,6:8),2)];

% FAZER DUAS MATRIZES DE FATORES DE EMISSAO DE LEVES
% UMA PARA MUNICIPIOS QUE VENDEM ETANOL E OUTRA PARA QUE OS QUE NÃO VENDEM
% Identificando quais são os municípios que vendem etanol
[lia,loc] = ismember(ConsumoETANOL(:,1:3), veicCATEGORY(:,1:3), 'rows');
vendemetanol = ConsumoETANOL(lia,1:3);

% Reaplicar a planilha do fator de emissão para cada Municipio de cada ano
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol = [];

for jj = 1:length(vendemetanol(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO ', num2str(jj)])
    City_data = repmat(vendemetanol(jj,1:3),length(num(:,1)),1);
    MATRIZ_MOTOS_com_Etanol = [MATRIZ_MOTOS_com_Etanol; City_data, num];
end

% -----Identificando quais são os municípios que NÃO vendem etanol-----
% Comparando com a planilha de veicCATEGORY (tipos de veiculos) para ver
% quais municipios para os respectivos anos de dados, não possui venda de
% etanol. E para esses municipio fazer outra matriz reaplicando os dados de
% fator de emissão.
[lia,loc] = ismember(veicCATEGORY(:,1:3), vendemetanol(:,1:3), 'rows');
NAOvendemetanol = veicCATEGORY(lia==0,1:3);

% Reaplicar a planilha do fator de emissão para cada Municipio de cada ano
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol = [];
for jj = 1:length(NAOvendemetanol(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO ', num2str(jj)])
    City_data = repmat(NAOvendemetanol(jj,1:3),length(num(:,1)),1);
    MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol = [MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol; City_data, num];
end

%% Retirando as linhas que não possuem dados de Ano Modelo
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,1:4), YEARMOD(:,1:4), 'rows');
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia==0,:) = [];
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,1:4), YEARMOD(:,1:4), 'rows');
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia2==0,:) = [];

%% ----SUBSTITUIÇÃO DOS FATORES DE EMISSÃO FLEX ETANOL POR FLEX GASOLINA----
% Nos municipios que não vendem etanol*
% Anos unicos da Tabela de Fator de emissao.
AnosFE = unique(MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,4));

%DEPOIS FEITA ESSA SEGREGAÇÃO SUBSTITUIR OS TIPOS DE COMBUSTIVEL ETANOL E
%FLEX ETANOL NOS MUNICIPIOS QUE NAO COMERCIALIZAM ETANOL.
% -----
% Substituição dos FATORES DE EMISSAO para os tipos de Combustivel
% ----- 2010 a final-----
% ID COMBUSTIVEL -----> ID Combustivel
% 3 Flex Etanol 4 Flex Gasolina
ano2010FLEXETANOL = [2010:1:AnosFE(end)]';
ano2010FLEXETANOL(:,2) = 3;

ano2010FLEXGASOLINA = [2010:1:AnosFE(end)]';
ano2010FLEXGASOLINA(:,2) = 4;

% Procurando a posição dos Fatores de emissao de Flex Etanol
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,4:5),ano2010FLEXETANOL, 'rows');

% Procurando a Posição dos Fatores de emissao a Flex Gasolina
[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,4:5),ano2010FLEXGASOLINA, 'rows');

%Substituindo os Fatores de emissao de Flex Etanol por Flex Gasolina
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,6:end) = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia2,6:end);

%% Colocando a probabilidade dos Anos Modelos para todos os Anos

```

```

[lia,loc] = ismember(MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,1:4),YEARMOD(:,1:4),'rows');
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,end+1) = YEARMOD(loc,22);

[lia2,loc2] = ismember(MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,1:4),YEARMOD(:,1:4),'rows');
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,end+1) = YEARMOD(loc2,22);

%% -----MULTIPLICANDO PELOS FATORES DE DETERIORAÇÃO-----
disp('Multiplicando o fator de deterioração pelo fator de emissão - otto')

for ii = 1:length(DeterMotosOtto(:,1))
    disp([' Deterioração MOTOS - Otto ', num2str(ii), '/', num2str(length(DeterMotosOtto(:,1)))])

    % Fazendo a procura dos anos de dados e do ano modelo dos veiculos
    % (Coluna 1 e 2)
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,1:3:4), DeterMotosOtto(ii,1:2),
'rows');

    % Multiplicando o fator de deterioração do Hidrocarbonetos (HC)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,4)
    MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,9) = MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,9).*DeterMotosOtto(ii,4);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Monóxido de Carbono (CO)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,5)
    MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,8) = MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,8).*DeterMotosOtto(ii,5);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Óxido de Nitrogenio (NOx)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,6)
    MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,11) = MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,11).*DeterMotosOtto(ii,6);

%     MOTOS NAO TEM FATOR DE MEISSAO DE ALDEIDOS RCHO

    % Multiplicando o fator de deterioração do Material Particulado (MP)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,8)
    MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,12) = MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,12).*DeterMotosOtto(ii,8);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Metano (CH4)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,9)
    MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,10) = MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,10).*DeterMotosOtto(ii,9);

    % Fazendo a procura dos anos de dados e do ano modelo dos veiculos
    % (Coluna 1 e 2)
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,1:3:4), DeterMotosOtto(ii,1:2),
'rows');

    % Multiplicando o fator de deterioração do Hidrocarbonetos (HC)
    % Neste Caso utiliza-se o fator de deterioração de NMHC.
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,4)
    MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,9) = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,9).*DeterMotosOtto(ii,4);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Monóxido de Carbono (CO)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,5)
    MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,8) = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,8).*DeterMotosOtto(ii,5);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Óxido de Nitrogenio (NOx)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,6)
    MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,11) = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,11).*DeterMotosOtto(ii,6);

    % Multiplicando o fator de deterioração do Material Particulado (MP)

```

```

    % Fdeter_ciclos_Otto(:,8)
    MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,12) = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,12).*DeterMotosO-
tto(ii,8);
    % Multiplicando o fator de deterioração do Metano (CH4)
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,9)
    MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,10) = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,10).*DeterMotosO-
tto(ii,9);
end

ans = find(MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,8)==0);
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(ans,9) = 0;
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(ans,13:14) = 0;

ans2 = find(MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,8)==0);
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(ans2,9) = 0;
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(ans2,13:14) = 0;

%% COLOCAR AS PROBABILIDADES DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL
% -----PARA AS CIDADES QUE NAO VENDEM ETANOL-----
% Recortando os valores do primeiro grupo 2003 a 2009:
Grupo1 = [AnosFE(1,1):1:2009]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,4),Grupo1);
DadosFEsem2003 = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,:);

% Recortando os valores do segundo grupo 2010 a final:
Grupo2 = [2010:1:AnosFE(end,1)]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,4),Grupo2);
DadosFEsem2010 = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,:);

% -----
% Colocando na Matriz dos municipios que não vendem etanol para o PRIMEIRO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEsem2003(:,1:3),DadosFEsem2003(:,5)],FUELTYPE_MO-
TOS2003(:,1:4),'rows');
DadosFEsem2003(LIA,end+1) = FUELTYPE_MOTOS2003(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que não vendem etanol para o SEGUNDO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEsem2010(:,1:3),DadosFEsem2010(:,5)],FUELTYPE_MO-
TOS2010(:,1:4),'rows');
DadosFEsem2010(LIA,end+1) = FUELTYPE_MOTOS2010(LOC(LIA),7);

%JUNTANDO TODOS OS GRUPOS NA MATRIZ PRINCIPAL DE VOLTA
%Para os municipios que não vendem etanol
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol = sortrows([DadosFEsem2003;DadosFEsem2010]);

%% COLOCAR AS PROBABILIDADES DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL

% -----PARA AS CIDADES QUE VENDEM ETANOL-----
% Recortando os valores do primeiro grupo 2003 a 2009:
Grupo1 = [AnosFE(1,1):1:2009]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,4),Grupo1);
DadosFEcom2003 = MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,:);

% Recortando os valores do segundo grupo 2010 a final:
Grupo2 = [2010:1:AnosFE(end,1)]';
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,4),Grupo2);
DadosFEcom2010 = MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,:);

% -----
% Colocando na Matriz dos municipios que vendem etanol para o PRIMEIRO
% grupo
[LIA,LOC] = ismember([DadosFEcom2003(:,1:3),DadosFEcom2003(:,5)],FUELTYPE_MO-
TOS2003(:,1:4),'rows');
DadosFEcom2003(LIA,end+1) = FUELTYPE_MOTOS2003(LOC(LIA),7);

% Colocando na Matriz dos municipios que vendem etanol para o SEGUNDO
% grupo

```

```

[LIA,LOC] = ismember([DadosFEcom2010(:,1:3),DadosFEcom2010(:,5)],FUELTYPE_MOTOS2010(:,1:4),'rows');
DadosFEcom2010(LIA,end+1) = FUELTYPE_MOTOS2010(LOC(LIA),7);
%JUNTANDO TODOS OS GRUPOS NA MATRIZ PRINCIPAL DE VOLTA
%Para os municipios que vendem etanol
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol = sortrows([DadosFEcom2003;DadosFEcom2010;]);

%% COLOCANDO O CONSUMO DE COMBUSTIVEL DE CADA CIDADE PARA CATEGORIA MOTOS
ConsumoETANOL(:,end+1) = 1;
ConsumoETANOL(:,end+1) = 3;

% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (ETANOL)
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,5)], [ConsumoETANOL(:,1:3),ConsumoETANOL(:,9)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,end+1) = ConsumoETANOL(loc(lia),7);

% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (FLEX ETANOL)
[lia2,loc2] = ismember([MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,5)], [ConsumoETANOL(:,1:3),ConsumoETANOL(:,10)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia2,end) = ConsumoETANOL(loc2(lia2),7);

% Colocando um vetor de NAN pois nos municipios que não vendem ETANOL não
% possuem o consumo desse combustivel.
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,end+1) = NaN;

%-----
% Colocando o Consumo de GASOLINA para os tipos Gasolina(5) e Flex
% Gasolina(4)

% Colocando o ID do tipo de combustivel (GASOLINA) para facilitar na busca
% por esse combustivel nos respectivos municipios
ConsumoGASOLINA(:,end+1) = 5;

% Colocando o ID do tipo de combustivel (FLEX GASOLINA)para facilitar na
% busca por esse combustivel nos respectivos municipios
ConsumoGASOLINA(:,end+1) = 4;

% Na planilha de MATRIZ_LEVES_sem_Etanol todas os tipos de motorizações
% foram convertidos para Gasolina e Flex Gasolina. Logo será implementado a
% consumo de Gasolina para todos os municipios.
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,1:3)],ConsumoGASOLINA(:,1:3), 'rows');
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(lia,end) = ConsumoGASOLINA(loc(lia),7);

% Na planilha de MATRIZ_LEVES_com_Etanol
% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (GASOLINA)
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,5)], [ConsumoGASOLINA(:,1:3),ConsumoGASOLINA(:,9)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia,end) = ConsumoGASOLINA(loc(lia),7);

% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (FLEX GASOLINA)
[lia2,loc2] = ismember([MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,5)], [ConsumoGASOLINA(:,1:3),ConsumoGASOLINA(:,10)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(lia2,end) = ConsumoGASOLINA(loc2(lia2),7);

%% ----- COLOCANDO A PROBABILIDADE DAS CATEGORIAS-----
% FAZENDO PARA MUNICIPIOS SEM VENDA DE ETANOL
% procurando os municipios com a motorização ID 1 (< 150 cc ):
probabilidadeMOTOS(:,end+1) = 1;

```

```

[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,end)], 'rows');
RESULTADOS1 = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS1(:,1:3),RESULTADOS1(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,end)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol_prb = [RESULTADOS1,probabilidadeMOTOS(locteste2,4)];

% procurando os municipios com a motorização ID 2 (>150 e < 500 cc ):
probabilidadeMOTOS(:,end+1) = 2;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,end)], 'rows');

RESULTADOS2 = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS2(:,1:3),RESULTADOS2(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,end)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol_prb = [MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol_prb; RESULTADOS2,probabilidadeMOTOS(locteste2,5)];

% procurando os municipios com a motorização ID 3 (> 501 cc ):
probabilidadeMOTOS(:,end+1) = 3;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,end)], 'rows');

RESULTADOS3 = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS3(:,1:3),RESULTADOS3(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,end)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol_prb = [MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol_prb; RESULTADOS3,probabilidadeMOTOS(locteste2,6)];

% procurando os municipios com a motorização ID 4 (>150 cc ):
probabilidadeMOTOS(:,end+1) = 4;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,end)], 'rows');

RESULTADOS4 = MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS4(:,1:3),RESULTADOS4(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,end)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol_prb = [MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol_prb; RESULTADOS4,probabilidadeMOTOS(locteste2,7)];
MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol_prb = sortrows(MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol_prb);

%% ----- COLOCANDO A PROBABILIDADE DAS CATEGORIAS-----
% FAZENDO PARA MUNICIPIOS COM VENDA DE ETANOL
% procurando os municipios com a motorização ID 1 (< 150 cc ):
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,8)], 'rows');

RESULTADOS1 = MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS1(:,1:3),RESULTADOS1(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,8)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol_prb = [RESULTADOS1,probabilidadeMOTOS(locteste2,4)];

% procurando os municipios com a motorização ID 2 (>150 e < 500 cc ):
probabilidadeMOTOS(:,end+1) = 2;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,9)], 'rows');

RESULTADOS2 = MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS2(:,1:3),RESULTADOS2(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,9)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol_prb = [MATRIZ_MOTOS_com_Etanol_prb; RESULTADOS2,probabilidadeMOTOS(locteste2,5)];

% procurando os municipios com a motorização ID 3 (> 501 cc ):

```

```

probabilidadeMOTOS(:,end+1) = 3;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,10)], 'rows');
RESULTADOS3 = MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS3(:,1:3),RESULTADOS3(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,10)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol_prb = [MATRIZ_MOTOS_com_Etanol_prb; RESULTADOS3,probabilidadeMOTOS(locteste2,6)];

% procurando os municipios com a motorização ID 4 (>150 cc ):
probabilidadeMOTOS(:,end+1) = 4;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,1:3),MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,11)], 'rows');

RESULTADOS4 = MATRIZ_MOTOS_com_Etanol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS4(:,1:3),RESULTADOS4(:,6)],[probabilidadeMOTOS(:,1:3), probabilidadeMOTOS(:,11)], 'rows');
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol_prb = [MATRIZ_MOTOS_com_Etanol_prb; RESULTADOS4,probabilidadeMOTOS(locteste2,7)];
MATRIZ_MOTOS_com_Etanol_prb = sortrows(MATRIZ_MOTOS_com_Etanol_prb);

%% ---JUNTANDO AS MATRIZES DAS CIDADES QUE VENDEM E QUE NÃO VENDEM ETANOL---
MATRIZ_MOTOS = sortrows([MATRIZ_MOTOS_com_Etanol_prb; MATRIZ_MOTOS_sem_Etanol_prb]);

%% REALIZANDO O CALCULO DA ESTIMATIVA DE EMISSAO PARA OS LEVES

MOTORCYCLES = MATRIZ_MOTOS(:,16).*MATRIZ_MOTOS(:,17).*...
    MATRIZ_MOTOS(:,18).*MATRIZ_MOTOS(:,end);

EmissMotos = repmat(MOTORCYCLES,1,7).*MATRIZ_MOTOS(:,8:14);

[xq,EmissCityMotos] = consolidator(MATRIZ_MOTOS(:,1:3), EmissMotos, 'nansum');

EmissCityMotos = [xq, EmissCityMotos];

```

Função BRAVES (ESTIMATIVA_PESADOS2)

```

%% -----ESTIMATIVA DE EMISSOES DOS VEICULOS LEVES-----
function[MATRIZ_PESADOS ,EmissCityPesados] = ESTIMATIVA_PESADOS2(EF_folder, YEAR-
MOD, veicCATEGORY, ConsumoDIESEL, TiposdeCombustivel,ValoresSUC, DeterPesados);
%%

% IMPORTANTO A PLANILHA DOS FATORES DE EMISSÃO DOS VEICULOS PESADOS
disp('Reading EmissionFactors_HeavyDuty')
filename = [EF_folder, '\EF_HeavyDuty\EF_HeavyDuty.xlsx'];
[num,~,raw] = xlsread (filename);

% Limpando o Cabeçalho (Primeira Linha)
raw(1,:) = [];

% Deixando os tipos de combustivel escrito em caixa alta
raw(:,2) = upper(raw(:,2));

%% CONVERTENDO AS STRINGS DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL EM NÚMEROS
TiposdeCombustivel(:,1) = cellstr(TiposdeCombustivel(:,1));
TiposdeCombustivel(1,1) = {'ETANOL'};
CombDouble = {};

for ii = 1:length(TiposdeCombustivel(:,1))
    [lia,loc] = ismember(raw(:,2),TiposdeCombustivel(ii));
    CombDouble(lia,1) = TiposdeCombustivel(ii,2);
end

raw(:,2) = CombDouble;
num(:,2) = cell2mat(CombDouble);

%% Atribui os valores de fatores de emissão de 1999 para veiculos ate 1969
% Para a matriz num:

anominFE = num(1,1);
Inferiores99 = [(anominFE-27):1:anominFE-1]';
Inferiores99 = sort([Inferiores99;Inferiores99;Inferiores99;Inferiores99;Inferio-
res99;Inferiores99;Inferiores99]);
Inferiores99num = [Inferiores99, repmat(num(1:7,2:end),(length(Inferio-
res99))/7,1)];

%Para a matriz raw:
Inferiores99raw = [num2cell(Inferiores99), repmat(raw(1:7,2:end),(length(Inferio-
res99))/7,1)];

% Colocando os valores dos anos modelos inferiores a 1999 junto com o resto
% dos fatores de emissão
num = [Inferiores99num;num];
raw = [Inferiores99raw;raw];

%% Multiplicando a autonomia pelos fatores de emissao dos poluentes
for ii = 1:length(num(:,1))
    num(ii,3:end-1) = num(ii,end).*num(ii,3:end-1);
end

num (strcmp(raw(:,4), 'Semileves'),3) = 1;
num (strcmp(raw(:,4), 'Leves'),3) = 2;
num (strcmp(raw(:,4), 'Médios'),3) = 3;
num (strcmp(raw(:,4), 'Semipesados'),3) = 4;
num (strcmp(raw(:,4), 'Pesados'),3) = 5;
num (strcmp(raw(:,4), 'Urbanos'),3) = 6;
num (strcmp(raw(:,4), 'Rodoviários'),3) = 7;
num (strcmp(raw(:,4), 'MicroOnibus'),3) = 8;

%% SEGREGANDO OS DADOS DAS CATEGORIAS DE PESADOS
Pesados = [veicCATEGORY(:,1:3), veicCATEGORY(:,7), veicCATEGORY(:,8), ...
           veicCATEGORY(:,11),veicCATEGORY(:,22),veicCATEGORY(:,23) ...

```

```

veicCATEGORY(:,13), veicCATEGORY(:,16)];

% CALCULANDO O TOTAL DE PESADOS
Pesados(:,end+1) = sum(Pesados(:,4:end),2);

% CALCULANDO O TOTAL DE CAMINHÕES
Pesados(:,end+1) = sum(Pesados(:,4:8),2);

% CALCULANDO O TOTAL DE ONIBUS
Pesados(:,end+1) = sum(Pesados(:,9:10),2);

porcentagemSEMILEVES = 2390/83044; %ANFAVEA
porcentagemLEVES = 17867/83044; %ANFAVEA
porcentagemMEDIOS = 6559/83044; %ANFAVEA
porcentagemSEMIPESADOS = 23758/83044; %ANFAVEA
porcentagemPESADOS = 32470/83044; %ANFAVEA

porcentagemonibusURBANOS = 16081/20643; %ANFAVEA
porcentagemonibusRODOVIARIOS = 4562/20643; %ANFAVEA

% Ver a porcentagem/probabilidade de cada veiculo ser de uma categoria
Pesados(:,end+1) = (Pesados(:,12).*porcentagemSEMILEVES)./Pesados(:,11);
Pesados(:,end+1) = (Pesados(:,12).*porcentagemLEVES)./Pesados(:,11);
Pesados(:,end+1) = (Pesados(:,12).*porcentagemMEDIOS)./Pesados(:,11);
Pesados(:,end+1) = (Pesados(:,12).*porcentagemSEMIPESADOS)./Pesados(:,11);
Pesados(:,end+1) = (Pesados(:,12).*porcentagemPESADOS)./Pesados(:,11);

% Porcentagem de Onibus entre 1999 e 2005 onde existem apenas fatores de
% emissao de onibus urbanos e rodoviarios. Foi feita a proporção de cada
% categoria de acordo com a porcentagem de vendas do anuario da ANFAVEA
% sobre o total de todas as categorias (Onibus e Microonibus somadas).
Pesados(:,end+1) = (Pesados(:,13).*porcentagemonibusURBANOS)./Pesados(:,11);
Pesados(:,end+1) = (Pesados(:,13).*porcentagemonibusRODOVIARIOS)./Pesados(:,11);

Pesados(:,end+1) = (Pesados(:,10).*porcentagemonibusURBANOS)./Pesados(:,11);
Pesados(:,end+1) = (Pesados(:,10).*porcentagemonibusRODOVIARIOS)./Pesados(:,11);
Pesados(:,end+1) = (Pesados(:,9))./Pesados(:,11);

MATRIZ_Pesados = [];

for jj = 1:length(veicCATEGORY(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO ', num2str(jj)])
    City_data = repmat(veicCATEGORY(jj,1:3),length(num(:,1)),1);
    MATRIZ_Pesados = [MATRIZ_Pesados; City_data, num];
end

%% Retirando as linhas que não possuem dados de Ano Modelo
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_Pesados(:,1:4), YEARMOD(:,1:4), 'rows');
MATRIZ_Pesados(lia==0,:) = [];

%% Colocando a probabilidade dos Anos Modelos para todos os Anos
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_Pesados(:,1:4),YEARMOD(:,1:4), 'rows');
MATRIZ_Pesados(:,end+1) = YEARMOD(loc,23);

%% -----MULTIPLICANDO PELOS FATORES DE DETERIORAÇÃO-----
disp('Multiplicando o fator de deterioração pelo fator de emissão - DIESEL')

for ii = 1:length(DeterPesados(:,1))
    disp([' Deterioração PESADOS - Diesel ', num2str(ii), '/', num2str(length(DeterPesados(:,1)))])

    % Fazendo a procura dos anos de dados e do ano modelo dos veiculos
    % (Coluna 1 e 2)
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_Pesados(:,1:3:4), DeterPesados(ii,1:2), 'rows');

    % Multiplicando o fator de deterioração do Hidrocarbonetos (HC)
    % Neste Caso utiliza-se o fator de deterioração de NMHC.
    % Fdeter_ciclos_Otto(:,4)

```

```

MATRIZ_Pesados(lia,9) = MATRIZ_Pesados(lia,9).*DeterPesados(ii,4);

% Multiplicando o fator de deterioração do Monóxido de Carbono (CO)
% DeterPesados(:,5)
MATRIZ_Pesados(lia,8) = MATRIZ_Pesados(lia,8).*DeterPesados(ii,5);

% Multiplicando o fator de deterioração do Óxido de Nitrogenio (NOx)
% DeterPesados(:,6)
MATRIZ_Pesados(lia,11) = MATRIZ_Pesados(lia,11).*DeterPesados(ii,6);

% Multiplicando o fator de deterioração do Material Particulado (MP)
% DeterPesados(:,9)
MATRIZ_Pesados(lia,12) = MATRIZ_Pesados(lia,12).*DeterPesados(ii,7);

% Multiplicando o fator de deterioração do Metano (CH4)
% DeterPesados(:,8)
MATRIZ_Pesados(lia,10) = MATRIZ_Pesados(lia,10).*DeterPesados(ii,8);
end

ans = find(MATRIZ_Pesados(:,8)==0);
MATRIZ_Pesados(ans,8) = 0;
MATRIZ_Pesados(ans,9:13) = 0;

% % Anos unicos da Tabela de Fator de emissao.
AnosFE = unique(MATRIZ_Pesados(:,4));

%% COLOCANDO O CONSUMO DE COMBUSTIVEL DE CADA CIDADE PARA CATEGORIA PESADOS
% Colocando o ID do tipo de combustivel (ETANOL) para facilitar na busca
% por esse combustivel nos respectivos municipios
ConsumoDIESEL(:,end+1) = 2;

% Procurando a linha do municipio no respectivo anos de dados e tipos de
% combustivel para colocar a informação do consumo de combustivel desse
% combustivel. (DIESEL)
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_Pesados(:,1:3),MATRIZ_Pesados(:,5)], [ConsumoDIESEL(:,1:3),ConsumoDIESEL(:,9)], 'rows');
MATRIZ_Pesados(lia,end+1) = ConsumoDIESEL(loc(lia),8);

%% SEGREGAR A MATRIZ PESADOS EM 2 MATRIZ
% Veiculos Pesados são distribuidas em diferentes categorias.
% (Grupo 1)
% Veiculos com anomodelo entre 1999-2005 possuem 7 subcategorias:
% - Leves, Semileves, Medios, SemiPesados, Pesados, Urbanos e Rodoviários
% (Grupo 2)
% Veiculos com anomodelo entre 2006-FINAL possuem 8 subcategorias:
% - Leves, Semileves, Medios, SemiPesados, Pesados, Urbanos, Rodoviários e
% Microonibus

AnosGrupo1 = [AnosFE:1:2005];
[lia,loc] = ismember(MATRIZ_Pesados(:,4),AnosGrupo1);
MATRIZ_PesadosGrupo1 = MATRIZ_Pesados(lia,:);
MATRIZ_PesadosGrupo2 = MATRIZ_Pesados(lia==0,:);

%% ----- COLOCANDO A PROBABILIDADE DAS CATEGORIAS-----
% FAZENDO PARA O GRUPO 2:
% (Grupo 2)
% Veiculos com anomodelo entre 2006-FINAL possuem 8 subcategorias:
% - Leves, Semileves, Medios, SemiPesados, Pesados, Urbanos, Rodoviários e
% Microonibus

% procurando as categorias SEMILEVES ID 1:
Pesados(:,end+1) = 1;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupo2(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupo2(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS1 = MATRIZ_PesadosGrupo2(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS1(:,1:3),RESULTADOS1(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

```

```

MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2 = [RESULTADOS1,Pesados(locteste2,14)];

% procurando as categorias LEVES ID 2:
Pesados(:,end+1) = 2;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupo2(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupo2(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS2 = MATRIZ_PesadosGrupo2(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS2(:,1:3),RESULTADOS2(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2 = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2; RESULTADOS2,Pesados(loc-
teste2,15)];

% procurando as categorias MEDIOS ID 3:
Pesados(:,end+1) = 3;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupo2(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupo2(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS3 = MATRIZ_PesadosGrupo2(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS3(:,1:3),RESULTADOS3(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2 = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2; RESULTADOS3,Pesados(loc-
teste2,16)];

% procurando as categorias SEMIPESADOS ID 4:
Pesados(:,end+1) = 4;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupo2(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupo2(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS4 = MATRIZ_PesadosGrupo2(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS4(:,1:3),RESULTADOS4(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2 = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2; RESULTADOS4,Pesados(loc-
teste2,17)];

% procurando as categorias PESADOS ID 5:
Pesados(:,end+1) = 5;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupo2(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupo2(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS5 = MATRIZ_PesadosGrupo2(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS5(:,1:3),RESULTADOS5(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2 = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2; RESULTADOS5,Pesados(loc-
teste2,18)];

% procurando as categorias Urbanos ID 6:
Pesados(:,end+1) = 6;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupo2(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupo2(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS6 = MATRIZ_PesadosGrupo2(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS6(:,1:3),RESULTADOS6(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2 = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2; RESULTADOS6,Pesados(loc-
teste2,21)];

% procurando as categorias Rodoviários ID 7:
Pesados(:,end+1) = 7;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupo2(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupo2(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS7 = MATRIZ_PesadosGrupo2(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS7(:,1:3),RESULTADOS7(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2 = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2; RESULTADOS7,Pesados(loc-
teste2,22)];

```

```

% procurando as categorias MicroOnibus ID 8:
Pesados(:,end+1) = 8;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupo2(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupo2(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS8 = MATRIZ_PesadosGrupo2(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS8(:,1:3),RESULTADOS8(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2 = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2; RESULTADOS8, Pesados(loct-
este2,23)];
%% ----- COLOCANDO A PROBABILIDADE DAS CATEGORIAS-----
% FAZENDO PARA O GRUPO 1:
% (Grupo 1)
% Veiculos com anomodelo entre 1999-2005 possuem 7 subcategorias:
% - Leves, Semileves, Medios, SemiPesados, Pesados, Urbanos e Rodoviários
% procurando as categorias SEMILEVES ID 1:
Pesados(:,end+1) = 1;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupol(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupol(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS1 = MATRIZ_PesadosGrupol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS1(:,1:3),RESULTADOS1(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupol = [RESULTADOS1, Pesados(locteste2,14)];

% procurando as categorias LEVES ID 2:
Pesados(:,end+1) = 2;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupol(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupol(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS2 = MATRIZ_PesadosGrupol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS2(:,1:3),RESULTADOS2(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupol = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupol; RESULTADOS2, Pesados(loct-
este2,15)];

% procurando as categorias MEDIOS ID 3:
Pesados(:,end+1) = 3;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupol(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupol(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS3 = MATRIZ_PesadosGrupol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS3(:,1:3),RESULTADOS3(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupol = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupol; RESULTADOS3, Pesados(loct-
este2,16)];

% procurando as categorias SEMIPESADOS ID 4:
Pesados(:,end+1) = 4;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupol(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupol(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS4 = MATRIZ_PesadosGrupol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS4(:,1:3),RESULTADOS4(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupol = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupol; RESULTADOS4, Pesados(loct-
este2,17)];

% procurando as categorias PESADOS ID 5:
Pesados(:,end+1) = 5;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupol(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupol(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS5 = MATRIZ_PesadosGrupol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS5(:,1:3),RESULTADOS5(:,6)], [Pesa-
dos(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

```

```

MATRIZ_Pesados_prb_Grupol = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupol; RESULTADOS5,Pesados(locteste2,18)];
% procurando as categorias Urbanos ID 6:
Pesados(:,end+1) = 6;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupol(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupol(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS6 = MATRIZ_PesadosGrupol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS6(:,1:3),RESULTADOS6(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupol = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupol; RESULTADOS6,Pesados(locteste2,19)];

% procurando as categorias Rodoviários ID 7:
Pesados(:,end+1) = 7;
[liateste,locteste] = ismember([MATRIZ_PesadosGrupol(:,1:3),MATRIZ_Pesados-
Grupol(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');

RESULTADOS7 = MATRIZ_PesadosGrupol(liateste,:);
[liateste2,locteste2] = ismember([RESULTADOS7(:,1:3),RESULTADOS7(:,6)], [Pesados(:,1:3), Pesados(:,end)], 'rows');
MATRIZ_Pesados_prb_Grupol = [MATRIZ_Pesados_prb_Grupol; RESULTADOS7,Pesados(locteste2,20)];

%% ARRUMANDO A ORDEM DAS MATRIZES
MATRIZ_PESADOS = sortrows([MATRIZ_Pesados_prb_Grupol; MATRIZ_Pesados_prb_Grupo2]);

%% REALIZANDO O CALCULO DA ESTIMATIVA DE EMISSAO PARA OS PESADOS
PESADOS = MATRIZ_PESADOS(:,15).*MATRIZ_PESADOS(:,16).*...
    MATRIZ_PESADOS(:,end);

EmissPesados = repmat(PESADOS,1,6).*MATRIZ_PESADOS(:,8:13);

[xq,EmissCityPesados] = consolidator(MATRIZ_PESADOS(:,1:3), EmissPesados, 'nansum');

EmissCityPesados = [xq, EmissCityPesados];

```

Função BRAVES (ESTIMATIVA_PESADOSCO2)

```

% ESTIMATIVA DE EMISSAO DE CO2 para os veiculos pesados
function[EmissCityPesadosCO2, EmissCityPesados] = ESTIMATIVA_PESADOSCO2(EF_folder,
TiposdeCombustivel, EmissCityPesados, MATRIZ_PESADOS);

% Importando os Fatores de emissao de CO2 Pesados
disp('Reading EmissionFactors_HeavyDuty_CO2')
filename = [EF_folder, '\EF_HeavyDuty\EF_HeavyDuty_CO2.xlsx'];
[num,~,raw] = xlsread (filename);

% Limpando o Cabeçalho (Primeira Linha)
raw(1,:) = [];

% Deixando os tipos de combustivel escrito em caixa alta
raw(:,2) = upper(raw(:,2));

% Convertendo os fatores de emissão de CO2 de kg/l para g/l ( Dividindo por
% 1000)
num(:,end) = num(:,end)*1000;

% CONVERTENDO AS STRINGS DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL EM NÚMEROS
TiposdeCombustivel(:,1) = cellstr(TiposdeCombustivel(:,1));
TiposdeCombustivel(1,1) = {'ETANOL'};
CombDouble = {};

for ii = 1:length(TiposdeCombustivel(:,1))
    [lia,loc] = ismember(raw(:,2),TiposdeCombustivel(ii));
    CombDouble(lia,1) = TiposdeCombustivel(ii,2);
end

raw(:,2) = CombDouble;
num(:,2) = cell2mat(CombDouble);

% Atribui os valores de fatores de emissão de 1999 para veiculos ate 1969
% Para a matriz num:
anominFE = num(1,1);
Inferiores99 = [(anominFE-8):1:anominFE-1]';
Inferiores99 = sort([Inferiores99;Inferiores99;Inferiores99;Inferiores99;Inferio-
res99;Inferiores99;Inferiores99]);

Inferiores99num = [Inferiores99, repmat(num(1:7,2:end), (length(Inferio-
res99))/7,1)];

%Para a matriz raw:
Inferiores99raw = [num2cell(Inferiores99), repmat(raw(1:7,2:end), (length(Inferio-
res99))/7,1)];

% Colocando os valores dos anos modelos inferiores a 1999 junto com o resto
% dos fatores de emissão
num = [Inferiores99num;num];
raw = [Inferiores99raw;raw];
num (strcmp(raw(:,4), 'Semileves'),3) = 1;
num (strcmp(raw(:,4), 'Leves'),3) = 2;
num (strcmp(raw(:,4), 'Médios'),3) = 3;
num (strcmp(raw(:,4), 'Semipesados'),3) = 4;
num (strcmp(raw(:,4), 'Pesados'),3) = 5;
num (strcmp(raw(:,4), 'Urbanos'),3) = 6;
num (strcmp(raw(:,4), 'Rodoviários'),3) = 7;
num (strcmp(raw(:,4), 'MicroOnibus'),3) = 8;

anomodelo_unico = unique([num(:,1),num(:,end)], 'rows');
MATRIZ_PESADOS(:,end+1) = 0;

for ii = 1:length(anomodelo_unico(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO CO2 PESADOS', num2str(ii)])
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_PESADOS(:,4), anomodelo_unico(ii,1));

```

```
MATRIZ_PESADOS(lia,end) = anomodelo_unico(ii,end);  
end  
EmissPesadosCO2_1 = [MATRIZ_PESADOS(:,1:6), MATRIZ_PESADOS(:,15).*MATRIZ_PESA-  
DOS(:,16).*MATRIZ_PESADOS(:,17).*MATRIZ_PESADOS(:,18)];  
  
[xg,EmissPesadosCO2] = consolidator(EmissPesadosCO2_1(:,1:3), EmissPesa-  
dosCO2_1(:,end), 'nansum');  
EmissCityPesadosCO2 = [xg,EmissPesadosCO2];  
  
EmissCityPesados = [EmissCityPesados(:,1:8),EmissCityPesadosCO2(:,end),EmissCityPe-  
sados(:,9)];
```

Função BRAVES (Estimativa_SO2)

```

% _____ Seção de Estimativa de Emissões de SO2 _____
function[EmissCityLevesSO2, EmissCityComLevesSO2, EmissCityMotosSO2, EmissCityPesadosSO2] = Estimativa_SO2(EF_folder, TiposdeCombustivel, MATRIZ_LEVES, MATRIZ_comLEVES, MATRIZ_MOTOS, MATRIZ_PESADOS)

%% -----VEICULOS LEVES-----
disp(['***ESTIMANDO AS EMISAOES DE SO2 PARA OS VEICULOS LEVES - BR***'])

filename = [EF_folder, '\EF_SO2_Pollutant\EF_LightDuty_SO2.xlsx'];
[num,txt,row] = xlsread(filename);
row(1,:) = [];

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel Gasolina
codigoGASOLINA = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombustivel(:,1),['GASOLINA']),2));
num(strcmp(row(:,2),['Gasolina']),2) = codigoGASOLINA;

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel ETANOL
codigoETANOL = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombustivel(:,1),['ALCOOL']),2));
num(strcmp(row(:,2),['Etanol']),2) = codigoETANOL;

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel FLEX GASOLINA
codigoFLEXGASOLINA = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombustivel(:,1),['FLEX GASOLINA']),2));
num(strcmp(row(:,2),['Flex Gasolina']),2) = codigoFLEXGASOLINA;

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel FLEX ETANOL
codigoFLEXETANOL = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombustivel(:,1),['FLEX ETANOL']),2));
num(strcmp(row(:,2),['Flex Etanol']),2) = codigoFLEXETANOL;

% -----
anosfaltantes = [min(MATRIZ_LEVES(:,4)):1:min(num(:,1)-1)]';
tamanho = length(anosfaltantes);
anosfaltantes = sort([anosfaltantes;anosfaltantes]);
anosfaltantes = [anosfaltantes, repmat(num(1:2,2:end), tamanho, 1)];

num = [anosfaltantes;num];

% -----
% Colocando os Valores de Teor de Enxofre para cada respectivo ano modelo
% e tipo de combustivel na MATRIZ LEVES.
MATRIZ_LEVES(:,end+1) = NaN;

for ii = 1:length(num(:,1))
    disp(['***VEICULOS LEVES__SO2 - BR***', num2str(ii), '/', num2str(length(num(:,1)))])
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES(:,4:5), num(ii,1:2), 'rows');
    MATRIZ_LEVES(lia,end) = num(ii,4);
end

% -----
% PARA ESTIMATIVA DE SO2 NO ANO DE 2013
% Para Veiculos Leves com tipo de combustivel Gasolina:
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_LEVES(:,1),MATRIZ_LEVES(:,5),MATRIZ_LEVES(:,end)], [2013,5,0.05], 'rows');
MATRIZ_LEVES(lia,end) = 0.8;

% Para Veiculos Leves com tipo de combustivel FLEX Gasolina:
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_LEVES(:,1),MATRIZ_LEVES(:,5),MATRIZ_LEVES(:,end)], [2013,4,0.05], 'rows');
MATRIZ_LEVES(lia,end) = 0.8;

```

```

% -----
% O Calculo de Emissão de SO2 baseia-se na seguinte equação:
EmissoesSO2 = [MATRIZ_LEVES(:,1:6), [MATRIZ_LEVES(:,16).*MATRIZ_LEVES(:,17).*MA-
TRIZ_LEVES(:,18).*MATRIZ_LEVES(:,19)]];
EmissoesSO2(isnan(EmissoesSO2(:,7)),end) = 0;
[xg,yg] = consolidador(EmissoesSO2(:,1:3),EmissoesSO2(:,7),'sum');
EmissCityLevesSO2 = [xg,yg];
[xg2,yg2] = consolidador(EmissoesSO2(:,1:2),EmissoesSO2(:,7),'sum');
EmissUFLevesSO2 = [xg2,yg2];

%% -----VEICULOS COMERCIAIS LEVES-----
disp(['***ESTIMANDO AS EMISSOES DE SO2 PARA OS VEICULOS COMERCIAIS LEVES - BR***'])
filename = [EF_folder,'\EF_SO2_Pollutant\EF_LightCommercial_SO2.xlsx']
[num,txt,row] = xlsread(filename);
row(1,:) = [];

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel Gasolina
codigoGASOLINA = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombustivel(:,1),['GASO-
LINA']),2));
num(strcmp(row(:,2),['Gasolina']),2) = codigoGASOLINA;

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel ETANOL
codigoETANOL = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombustivel(:,1),['ALCO-
OL']),2));
num(strcmp(row(:,2),['Etanol']),2) = codigoETANOL;

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel FLEX GASOLINA
codigoFLEXGASOLINA = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombusti-
vel(:,1),['FLEX GASOLINA']),2));
num(strcmp(row(:,2),['Flex Gasolina']),2) = codigoFLEXGASOLINA;

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel FLEX GASOLINA
codigoFLEXETANOL = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombusti-
vel(:,1),['FLEX ETANOL']),2));
num(strcmp(row(:,2),['Flex Etanol']),2) = codigoFLEXETANOL;

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel DIESEL
codigoDIESEL = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombustivel(:,1),['DIE-
SEL']),2));
num(strcmp(row(:,2),['Diesel']),2) = codigoDIESEL;

% -----
anosfaltantes = [min(MATRIZ_comLEVES(:,4)):1:min(num(:,1)-1)]';
tamanho = length(anosfaltantes);
anosfaltantes = sort([anosfaltantes;anosfaltantes]);
anosfaltantes = [anosfaltantes, repmat(num(1:2,2:end), tamanho, 1)];

num = [anosfaltantes;num];

% -----
% Colocando os Valores de Teor de Enxofre para cada respectivo ano modelo
% e tipo de combustivel na MATRIZ_comLEVES.
MATRIZ_comLEVES(:,end+1) = NaN;

for ii = 1:length(num(:,1))
    disp(['***VEICULOS COMERCIAIS LEVES__SO2 - BR***', num2str(ii), '/', num2str(len-
gth(num(:,1)))])
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_comLEVES(:,4:5), num(ii,1:2), 'rows');
    MATRIZ_comLEVES(lia,end) = num(ii,4);
end

% -----
% PARA ESTIMATIVA DE SO2 NO ANO DE 2013
% Para Veiculos Comerciais Leves com tipo de combustivel Gasolina:
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_comLEVES(:,1),MATRIZ_comLEVES(:,5),MATRIZ_comLE-
VES(:,end)], [2013,5,0.05], 'rows');
MATRIZ_comLEVES(lia,end) = 0.8;

```

```

% Para Veiculos Comerciais Leves com tipo de combustivel FLEX Gasolina:
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_comLEVES(:,1),MATRIZ_comLEVES(:,5),MATRIZ_comLE-
VES(:,end)], [2013,4,0.05], 'rows');
MATRIZ_comLEVES(lia,end) = 0.8;

% Para Veiculos Comerciais Leves com tipo de combustivel Diesel:
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_comLEVES(:,1),MATRIZ_comLEVES(:,5),MATRIZ_comLE-
VES(:,end)], [2013,2,0.01], 'rows');
MATRIZ_comLEVES(lia,end) = 0.5;

% -----
% O Calculo de Emissao de SO2 baseia-se na seguinte equação:
EmissoesSO2 = [MATRIZ_comLEVES(:,1:6), [MATRIZ_comLEVES(:,16).*MATRIZ_comLE-
VES(:,17).*MATRIZ_comLEVES(:,18).*MATRIZ_comLEVES(:,19)]];
EmissoesSO2(isnan(EmissoesSO2(:,7)),end) = 0;
[xg,yg] = consolidator(EmissoesSO2(:,1:3),EmissoesSO2(:,7), 'sum');
EmissCityComLevesSO2 = [xg,yg];
[xg2,yg2] = consolidator(EmissoesSO2(:,1:2),EmissoesSO2(:,7), 'sum');
EmissUFComLevesSO2 = [xg2,yg2];

%% -----MOTOCICLETAS-----
disp(['***ESTIMANDO AS EMISSOES DE SO2 PARA AS MOTOCICLETAS - BR***'])
filename = [EF_folder, '\EF_SO2_Pollutant\EF_MotorCycle_SO2.xlsx'];
[num,txt,row] = xlsread(filename);
row(1,:) = [];

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel Gasolina
codigoGASOLINA = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombustivel(:,1), ['GASO-
LINA']),2));
num(strcmp(row(:,2), ['Gasolina']),2) = codigoGASOLINA;

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel ETANOL
codigoETANOL = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombustivel(:,1), ['ALCO-
OL']),2));
num(strcmp(row(:,2), ['Etanol']),2) = codigoETANOL;

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel FLEX GASOLINA
codigoFLEXGASOLINA = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombusti-
vel(:,1), ['FLEX GASOLINA']),2));
num(strcmp(row(:,2), ['Flex Gasolina']),2) = codigoFLEXGASOLINA;

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel FLEX ETANOL
codigoFLEXETANOL = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombusti-
vel(:,1), ['FLEX ETANOL']),2));
num(strcmp(row(:,2), ['Flex Etanol']),2) = codigoFLEXETANOL;

% -----
anosfaltantes = [min(MATRIZ_MOTOS(:,4)):1:min(num(:,1)-1)'];
tamanho = length(anosfaltantes);
anosfaltantes = sort([anosfaltantes;anosfaltantes]);
anosfaltantes = [anosfaltantes, repmat(num(1:2,2:end), tamanho, 1)];

num = [anosfaltantes;num];

% -----
% Colocando os Valores de Teor de Enxofre para cada respectivo ano modelo
% e tipo de combustivel na MATRIZ_MOTOS.
MATRIZ_MOTOS(:,end+1) = NaN;

for ii = 1:length(num(:,1))
    disp(['***MOTOCICLETAS__SO2 - BR***', num2str(ii), '/', num2str(len-
gth(num(:,1)))])
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_MOTOS(:,4:5), num(ii,1:2), 'rows');
    MATRIZ_MOTOS(lia,end) = num(ii,5);
End

```

```

% -----
% PARA ESTIMATIVA DE SO2 NO ANO DE 2013

% Para MOTOCICLETAS com tipo de combustivel Gasolina:
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_MOTOS(:,1),MATRIZ_MOTOS(:,5),MATRIZ_MOTOS(:,end)], [2013,5,0.05], 'rows');
MATRIZ_MOTOS(lia,end) = 0.8;

% Para MOTOCICLETAS com tipo de combustivel FLEX Gasolina:
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_MOTOS(:,1),MATRIZ_MOTOS(:,5),MATRIZ_MOTOS(:,end)], [2013,4,0.05], 'rows');
MATRIZ_MOTOS(lia,end) = 0.8;

% -----
% O Calculo de Emissao de SO2 baseia-se na seguinte equação:
EmissoesSO2 = [MATRIZ_MOTOS(:,1:6), [MATRIZ_MOTOS(:,16).*MATRIZ_MOTOS(:,17).*MATRIZ_MOTOS(:,18).*MATRIZ_MOTOS(:,19).*MATRIZ_MOTOS(:,20)]];
EmissoesSO2(isnan(EmissoesSO2(:,7)),end) = 0;
[xg,yg] = consolidator(EmissoesSO2(:,1:3),EmissoesSO2(:,7), 'sum');
EmissCityMotosSO2 = [xg,yg];
[xg2,yg2] = consolidator(EmissoesSO2(:,1:2),EmissoesSO2(:,7), 'sum');
EmissUFMotosSO2 = [xg2,yg2];

%% -----VEICULOS PESADOS-----
disp(['***ESTIMANDO AS EMISAOES DE SO2 PARA OS VEICULOS PESADOS - BR***'])
filename = [EF_folder, '\EF_SO2_Pollutant\EF_HeavyDuty_SO2.xlsx'];
[num,txt,row] = xlsread(filename);
row(1,:) = [];

% Atribuindo o Código do tipo de Combustivel DIESEL
codigoDIESEL = cell2mat(TiposdeCombustivel(strcmp(TiposdeCombustivel(:,1), ['DIESEL']),2));
num(strcmp(row(:,2), ['Diesel']),2) = codigoDIESEL;

% -----
anosfaltantes = [min(MATRIZ_PESADOS(:,4)):1:min(num(:,1)-1)];
tamanho = length(anosfaltantes);
anosfaltantes = sort([anosfaltantes;anosfaltantes]);
anosfaltantes = [anosfaltantes, repmat(num(1:2,2:end), tamanho, 1)];

num = [anosfaltantes;num];
% -----
% Colocando os Valores de Teor de Enxofre para cada respectivo ano modelo
% e tipo de combustivel na MATRIZ_PESADOS.
MATRIZ_PESADOS(:,end+1) = NaN;

for ii = 1:length(num(:,1))
    disp(['***VEICULOS PESADOS__SO2 - BR***', num2str(ii), '/', num2str(length(num(:,1)))])
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_PESADOS(:,4:5), num(ii,1:2), 'rows');
    MATRIZ_PESADOS(lia,end) = num(ii,5);
end

% -----
% PARA ESTIMATIVA DE SO2 NO ANO DE 2013

% Para Veiculos PESADOS com tipo de combustivel Diesel:
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_PESADOS(:,1),MATRIZ_PESADOS(:,5)], [2013,2], 'rows');
MATRIZ_PESADOS(lia,end) = 0.8;

% Para Veiculos PESADOS com tipo de combustivel Diesel:
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_PESADOS(:,1), MATRIZ_PESADOS(:,4), MATRIZ_PESADOS(:,5)], [2013,2012,2], 'rows');
MATRIZ_PESADOS(lia,end) = 0.01;

% Para Veiculos PESADOS com tipo de combustivel Diesel:

```

```
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_PESADOS(:,1), MATRIZ_PESADOS(:,4), MATRIZ_PESADOS(:,5)], [2013,2013,2], 'rows');
MATRIZ_PESADOS(lia,end) = 0.01;
% Para Veiculos PESADOS com tipo de combustivel Diesel:
[lia,loc] = ismember([MATRIZ_PESADOS(:,1), MATRIZ_PESADOS(:,4), MATRIZ_PESADOS(:,5)], [2013,2014,2], 'rows');
MATRIZ_PESADOS(lia,end) = 0.01;

% -----
% O Calculo de Emissão de SO2 baseia-se na seguinte equação:

EmissoesSO2 = [MATRIZ_PESADOS(:,1:6), [MATRIZ_PESADOS(:,15).*MATRIZ_PESADOS(:,16).*MATRIZ_PESADOS(:,17)].*MATRIZ_PESADOS(:,18)]];

EmissoesSO2(isnan(EmissoesSO2(:,7)),end) = 0;

[xg,yg] = consolidator(EmissoesSO2(:,1:3),EmissoesSO2(:,7), 'sum');

EmissCityPesadosSO2 = [xg,yg];

[xg2,yg2] = consolidator(EmissoesSO2(:,1:2),EmissoesSO2(:,7), 'sum');

EmissUFPesadosSO2 = [xg2,yg2];
```

Função MATLAB (consolidator)

```

function [xcon,ycon,ind] = consolidator(x,y,aggregation_mode,tol)
% consolidator: consolidate "replicates" in x, also aggregate corresponding y
% usage: [xcon,ycon,ind] = consolidator(x,y,aggregation_mode,tol)
%
% arguments: (input)
% x - rectangular array of data to be consolidated. If multiple (p)
%     columns, then each row of x is interpreted as a single point in a
%     p-dimensional space. (x may be character, in which case xcon will
%     be returned as a character array.)
%
%     x CANNOT be complex. If you do have complex data, split it into
%     real and imaginary components as columns of an array.
%
%     If x and y are both ROW vctors, they will be transposed and
%     treated as single columns.
%
% y - outputs to be aggregated. If y is not supplied (is left empty)
%     then consolidator is similar to unique(x,'rows'), but with a
%     tolerance on which points are distinct. (y may be complex.)
%
%     y MUST have the same number of rows as x unless y is empty.
%
% Author: John D'Errico
% e-mail address: woodchips@rochester.rr.com
% Release: 3
% Release date: 5/2/06
% is it a character array?

if ischar(x)
    charflag = 1;
    x=double(x);
else
    charflag = 0;
end
% check for/supply defaults
if (nargin<4) || isempty(tol)
    tol = 0;
end
if (tol<0)
    error 'Tolerance must be non-negative.'
end
tol = tol*(1+10*eps);
% -----
% DETERMINE AGGREGATION MODE AND CREATE A FUNCTION HANDLE
% -----
if (nargin < 3) || isempty(aggregation_mode)
    % use default function
    fun=@mean;
    aggregation_mode='mean';

elseif ischar(aggregation_mode)
    aggregation_mode=lower(aggregation_mode);
    k=strmatch(aggregation_mode,'count');
    if ~isempty(k)
        fun=@(x) x;
    else
        fun=str2func(aggregation_mode);
    end
end

elseif isa(aggregation_mode,'inline')
    fun=aggregation_mode;
    am = struct(fun);
    aggregation_mode=am.expr;

```

```

else
    fun=aggregation_mode;
    aggregation_mode=func2str(fun);

end
% -----
% was y supplied, or empty?
[n,p] = size(x);
if (nargin<2) || isempty(y)
    y = zeros(n,0);
    fun = @(x) x;
    aggregation_mode = 'count';
end
% check for mismatch between x and y
[junk,q] = size(y);
if n~=junk
    error 'y must have the same number of rows as x.'
end
% are both x and y row vectors?
if (n == 1)
    x=x';
    n = length(x);
    p = 1;

    if ~isempty(y)
        y=y';
    else
        y=zeros(n,0);
    end

    q = size(y,2);
end
if isempty(y)
    aggregation_mode = 'count';
end
% consolidate elements of x.
% first shift, scale, and then ceil.
if tol>0
    xhat = x - repmat(min(x,[],1),n,1)+tol*eps;
    xhat = ceil(xhat/tol);
else
    xhat = x;
end
[xhat,tags] = sortrows(xhat);
x=x(tags,:);
y=y(tags,:);
% count the replicates
iu = [true;any(diff(xhat),2)];
eb = cumsum(iu);
% which original elements went where?
if nargin>2
    ind = eb;
    ind(tags) = ind;
end
% count is the vector of counts for the consolidated
% x values
if issparse(eb)
    eb = full(eb);
end
count=accumarray(eb,1).';
% ec is the expanded counts, i.e., counts for the
% unconsolidated x
ec = count(eb);
% special case for aggregation_mode of 'count',
% but we still need to aggregate (using the mean) on x
if strcmp(aggregation_mode,'count')
    ycon = count.>';
    q = 0; % turn off aggregation on y

```

```

else
    ycon = zeros(length(count),q);
end
% loop over the different replicate counts, aggregate x and y
ucount = unique(count);
xcon = repmat(NaN,[length(count),p]);
fullx = ~issparse(x);
fully = ~issparse(y);
for k=ucount
    if k==1
        xcon(count==1,:) = x(ec==1,:);
    else
        if fullx
            v=permute(x(ec==k,:),[3 2 1]);
        else
            v=permute(full(x(ec==k,:)),[3 2 1]);
        end
        v=reshape(v,p,k,[]);
        v=permute(v,[2 1 3]);
        xcon(count==k,:)=reshape(mean(v),p,[]).';
    end

    if q>0
        % aggregate y as specified
        if k==1
            switch aggregation_mode
                case {'std' 'var'}
                    ycon(count==1,:) = 0;
                otherwise
                    ycon(count==1,:) = y(ec==1,:);
            end
        else
            if fully
                v=permute(y(ec==k,:),[3 2 1]);
            else
                v=permute(full(y(ec==k,:)),[3 2 1]);
            end
            v=reshape(v,q,k,[]);
            v=permute(v,[2 1 3]);

            % aggregate using the appropriate function
            ycon(count==k,:)=reshape(fun(v),q,[]).';
        end
    end
end
end
% was it originally a character array?
if charflag
    xcon=char(xcon);
end
end

```

Função BRAVES (Estimativa_EVAPORATIVAS_LEVES2)

```

% _____Seção de Estimativa de Emissões Evaporativas_____

function[Emissao_LEVES_evaporativas_TOTAL, Emissao_LEVES_evaporativas_segregado,
LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO] = Estimativa_EVAPORATIVAS_LEVES2(path,EF_folder,
TiposdeCombustivel, MATRIZ_LEVES, Ano_unico, veicCATEGORY)
%% IMPORTANDO OS FATORES DE EMISSÃO DAS EVAPORATIVAS (Diurnal, HotSoak, Runnig los-
ses)
% IMPORTANTO A PLANILHA DOS FATORES DE EMISSÃO evaporativas DOS VEICULOS LEVES
% path = uigetdir('C:\', 'Data_EMISSION_FACTORS EF_EVAPORATIVE_LightDuty');

disp('Reading EmissionEvaporativeFactors LightDuty')
filename = [EF_folder, '\EF_Evaporative_LigthDuty\EF_Evaporative_LightDuty.xlsx'];

[num,~,raw] = xlsread (filename);

% Limpando o Cabeçalho (Primeira Linha)
raw(1,:) = [];

% Deixando os tipos de combustivel escrito em caixa alta
raw(:,2) = upper(raw(:,2));

%% CONVERTENDO AS STRINGS DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL EM NÚMEROS

TiposdeCombustivel(:,1) = cellstr(TiposdeCombustivel(:,1));
TiposdeCombustivel(1,1) = {'ETANOL'};

for ii = 1:length(TiposdeCombustivel(:,1))
    [lia,loc] = ismember(raw(:,2),TiposdeCombustivel(ii));
    CombDouble(lia,1) = TiposdeCombustivel(ii,2);
end

raw(:,2) = CombDouble;
num(:,2) = cell2mat(CombDouble);

%% Atribui os valores de fatores de emissão de 1982 para veiculos ate 1972

% Para a matriz num:

anominFE = num(1,1);
Inferiores82 = [(anominFE-10):1:anominFE-1]';
Inferiores82 = sort([Inferiores82;Inferiores82]);

Inferiores82num = [Inferiores82, repmat(num(1:2,2:end), (length(Inferio-
res82))/2,1)];

%Para a matriz raw:

Inferiores82raw = [num2cell(Inferiores82), repmat(raw(1:2,2:end), (length(Inferio-
res82))/2,1)];

% Colocando os valores dos anos modelos inferiores a 1982 junto com o resto
% dos fatores de emissão

num = [Inferiores82num;num];
raw = [Inferiores82raw;raw];

%% Colocando os Fatores de emissao das evaporativas na MATRIZ_LEVES
MATRIZ_LEVES_evaporativa = [MATRIZ_LEVES(:,1:6),MATRIZ_LEVES(:,15:18)];

MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,11:19) = 0;

```

```

for ii = 1:length(num(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO FE evaporativas veiculos leves ', num2str(ii)])
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,4:5),num(ii,1:2),'rows');

    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,11) = num(ii,4);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,12) = num(ii,5);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,13) = num(ii,6);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,14) = num(ii,7);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,15) = num(ii,8);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,16) = num(ii,9);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,17) = num(ii,10);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,18) = num(ii,11);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,19) = num(ii,12);
end

MATRIZ_LEVES_evaporativa = [MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,1:6),MATRIZ_LEVES_evapora-
tiva(:,6),MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,7:19)];

%% -----COLOCAR AS TEMPERATURAS MEDIAS DE CADA CIDADE-----
% IMPORTANTO OSA DADOS DE TEMPERATURA MEDIA DE CADA CIDADE
% path = uigetdir('C:\', 'Arquivos_INPUT_Evaporativas temperaturas medias');
disp('Reading Arquivos_INPUT_Evaporativas --- temperaturas medias anuais')
filename2 = [path, '\COUNTY_TEMPERATURE\Temperaturas medias anuais.xlsx'];

[num2,~,raw2] = xlsread (filename2);

% Colocando os Dados de Temperatura media em cada municipio
for jj = 1:length(num2(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO temperatura media anual municipios ', num2str(jj)]);
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,3),num2(jj,1));
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,6) = num2(jj,2);
end

MATRIZ_LEVES_evaporativa(isnan(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,6)),6) = 25;

% Separando os municipios brasileiros em Grupos
% Grupo1 - Municipios com temperatura media anual inferior a 7.5 °C
% Grupo2 - Municipios com temperatura media anual entre 7.5 e 17.5 °C
% Grupo3 - Municipios com temperatura média anual superior a 17.5 °C

MATRIZ_LEVES_evaporativa(find(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,6)<=7.5),7) = 1;

MATRIZ_LEVES_evaporativa((find(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,6)>7.5 & MATRIZ_LE-
VES_evaporativa(:,6)<=17.5)),7) = 2;

MATRIZ_LEVES_evaporativa(find(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,6)>17.5),7) = 3;

%% CRIAR UMA MATRIZ com os fatores de emissao medio para cada cidade
% PARA:
% Grupo1 - Municipios com temperatura media anual inferior a 15 °C
% Agruparemos as colunas de 1 a 9 da MATRIZ_LEVES_evaporativa e tambem as
% colunas 16 a 18 da MATRIZ_LEVES_evaporativa, esta ultima sao os fatores
% de emissao para temperatura media anual inferior a 15 °C.

Municipios_Grupo1 = MATRIZ_LEVES_evaporativa(find(MATRIZ_LEVES_evapora-
tiva(:,7)==1),:);

MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [Municipios_Grupo1(:,1:11), Munici-
pios_Grupo1(:,18:end)];

% Grupo2 - Municipios com temperatura media anual entre 15 e 25 °C
% Agruparemos as colunas de 1 a 9 da MATRIZ_LEVES_evaporativa e tambem as
% colunas 13 a 15 da MATRIZ_LEVES_evaporativa, esta ultima sao os fatores
% de emissao para temperatura media anual entre 15 e 25 °C.

```

```

Municipios_Grupo2 = MATRIZ_LEVES_evaporativa(find(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,7)==2),:);

% MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO; Municipios_Grupo2(:,1:9), Municipios_Grupo2(:,13:15)];
MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO; Municipios_Grupo2(:,1:11), Municipios_Grupo2(:,15:17)];

% Grupo3 - Municipios com temperatura média anual superior a 25 °C
% Agruparemos as colunas de 1 a 9 da MATRIZ_LEVES_evaporativa e também as
% colunas 10 a 12 da MATRIZ_LEVES_evaporativa, esta última são os fatores
% de emissão para temperatura média anual superior a 25 °C
Municipios_Grupo3 = MATRIZ_LEVES_evaporativa(find(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,7)==3),:);

% MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO; Municipios_Grupo3(:,1:9), Municipios_Grupo3(:,10:12)];

MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO; Municipios_Grupo3(:,1:11), Municipios_Grupo3(:,12:14)];

MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = sortrows(MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO);

%% ----FAZENDO A MULTIPLICAÇÃO DAS PROBABILIDADES E DOS FATORES DE EMISSÃO----

MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,1:7), ...
    [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,9).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,10)...
    .*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,12)]];

MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO, ...
    [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,8).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,9)...
    .*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,10).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,11)...
    .*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,13)]];

MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO, ...
    [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,8).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,9)...
    .*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,10).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,11)...
    .*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,14)]];

MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,1:7), ...
    MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,8), ...
    MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,9), ...
    MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,10)];

%% ---CONSOLIDANDO OS FE PONDERADOS PARA CADA MUNICÍPIO E ANO DA ESTIMATIVA----
[xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO1] = consolidator(MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,1:3), MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,8), 'nansum');
LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO1 = [xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO1];

[xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO2] = consolidator(MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,1:3), MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,9), 'nansum');
LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO2 = [xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO2];

[xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO3] = consolidator(MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,1:3), MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,end), 'nansum');
LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO3 = [xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO3];

LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO = [LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO1(:,1:4), LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO2(:,4), LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO3(:,4)];

%% ADICIONANDO O NÚMERO DE DIAS NOS VALORES DE FE PONDERADOS CONSOLIDADOS POR MUNICÍPIO

```

```

LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = repmat(365,length(LEVES_FEponde-
rado_mun_EVAPORACAO),1);

%% COLOCAR O NUMERO DE VEICULOS LEVES
% Resgatando o numero de veiculos leves para cada municipio
VeiculosLeves = [];

for kk = 1:length(Ano_unico)
    disp([' CONSOLIDANDO VEICULOS LEVES ANO ', num2str(2012 + kk)]);
    [lia,loc] = ismember(veicCATEGORY(:,1), Ano_unico(kk,1));
    VeiculosANO = veicCATEGORY(lia,:);

    for mm = 1:length(VeiculosANO)
        disp([' CONSOLIDANDO VEICULOS LEVES municipio ', ( num2str(mm))]);
        VeiculosLeves = [VeiculosLeves; VeiculosANO(mm,1:3), (Veiculo-
sANO(mm,5)+VeiculosANO(mm,21))];
    end
end

% temos que colcoar agora o numero de veiculos para cada municipio para
% cada ano de estimativa

VeiculosLeves = sortrows(VeiculosLeves);

LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = VeiculosLeves(:,end);

%
LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = nan;

%
LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = nan;

%% ADICIONANDO A INTENSIDADE DE USO DOS VEICULOS
LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = 1/8;

%% FAZENDO O CALCULO DAS ESTIMATIVAS DE EMISSAO EVAPORATIVAS PARA VEICULOS LEVES
disp('****ESTIMANDO AS EMISSOES EVAPORATIVAS PARA OS VEICULOS LEVES****')

% Diurnal (g/ano)
Emissao_LEVES_Diurnal = [LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,1:3), LEVES_FEponde-
rado_mun_EVAPORACAO(:,4).*LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,7).*LEVES_FEponde-
rado_mun_EVAPORACAO(:,8)];

% Hot Soak
Emissao_LEVES_HotSoak = [LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,1:3), LEVES_FEponde-
rado_mun_EVAPORACAO(:,5).*...
    LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,11)];

% Running Losses
Emissao_LEVES_RunningL = [LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,1:3), LEVES_FEponde-
rado_mun_EVAPORACAO(:,6).*...
    LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,11)];

%% SOMA DAS EMISSOES TOTAIS EVAPORATIVAS DE VEICULOS LEVES

Emissao_LEVES_evaporativas_segregado = [Emissao_LEVES_Diurnal(:,1:4), Emissao_LE-
VES_HotSoak(:,end), Emissao_LEVES_RunningL(:,end)];

Emissao_LEVES_evaporativas_TOTAL = [Emissao_LEVES_evaporativas_segregado(:,1:3),...
    [Emissao_LEVES_evaporativas_segregado(:,4)+Emissao_LEVES_evaporativas_segre-
gado(:,5)+Emissao_LEVES_evaporativas_segregado(:,6)]];

```

Função BRAVES (Estimativa_EVAPORATIVAS_ComLEVES)

```

% _____ Seção de Estimativa de Emissões Evaporativas _____

function[Emissao_comLEVES_evaporativas_TOTAL, Emissao_comLEVES_evaporativas_segredado, comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO] = Estimativa_EVAPORATIVAS_ComLEVES(path,EF_folder, TiposdeCombustivel, MATRIZ_comLEVES, Ano_unico, veicCATEGORY)
%% IMPORTANDO OS FATORES DE EMISSÃO DAS EVAPORATIVAS (Diurnal, HotSoak, Runnig losses)

% IMPORTANTE A PLANILHA DOS FATORES DE EMISSÃO evaporativas DOS VEICULOS LEVES
% path = uigetdir('C:\', 'Data_EMISSION_FACTORS EF_Evaporative_LightCommercial');

disp('Reading EF_Evaporative_LightCommercial')
filename = [EF_folder, '\EF_Evaporative_LigthCommercial\EF_Evaporative_LightCommercial.xlsx'];

[num,~,raw] = xlsread (filename);

% Limpando o Cabeçalho (Primeira Linha)
raw(1,:) = [];

% Deixando os tipos de combustivel escrito em caixa alta
raw(:,2) = upper(raw(:,2));

%% CONVERTENDO AS STRINGS DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL EM NÚMEROS
TiposdeCombustivel(:,1) = cellstr(TiposdeCombustivel(:,1));
TiposdeCombustivel(1,1) = {'ETANOL'};

for ii = 1:length(TiposdeCombustivel(:,1))
    [lia,loc] = ismember(raw(:,2),TiposdeCombustivel(ii));
    CombDouble(lia,1) = TiposdeCombustivel(ii,2);
end

raw(:,2) = CombDouble;
num(:,2) = cell2mat(CombDouble);

%% Atribui os valores de fatores de emissão de 1982 para veiculos ate 1972
% Para a matriz num:

anominFE = num(1,1);
Inferiores82 = [(anominFE-10):1:anominFE-1]';
Inferiores82 = sort([Inferiores82;Inferiores82]);

Inferiores82num = [Inferiores82, repmat(num(1:2,2:end), (length(Inferiores82))/2,1)];

%Para a matriz raw:

Inferiores82raw = [num2cell(Inferiores82), repmat(raw(1:2,2:end), (length(Inferiores82))/2,1)];

% Colocando os valores dos anos modelos inferiores a 1982 junto com o resto
% dos fatores de emissão

num = [Inferiores82num;num];

raw = [Inferiores82raw;raw];

%% Colocando os Fatores de emissao das evaporativas na MATRIZ_comLEVES

MATRIZ_comLEVES_evaporativa = [MATRIZ_comLEVES(:,1:6),MATRIZ_comLEVES(:,15:18)];

```

```

MATRIZ_comLEVES_evaporativa(:,11:19) = 0;

for ii = 1:length(num(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO FE evaporativas veiculos comerciais leves ', num2str(ii)])
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_comLEVES_evaporativa(:,4:5),num(ii,1:2), 'rows');

    MATRIZ_comLEVES_evaporativa(lia,11) = num(ii,4);
    MATRIZ_comLEVES_evaporativa(lia,12) = num(ii,5);
    MATRIZ_comLEVES_evaporativa(lia,13) = num(ii,6);
    MATRIZ_comLEVES_evaporativa(lia,14) = num(ii,7);
    MATRIZ_comLEVES_evaporativa(lia,15) = num(ii,8);
    MATRIZ_comLEVES_evaporativa(lia,16) = num(ii,9);
    MATRIZ_comLEVES_evaporativa(lia,17) = num(ii,10);
    MATRIZ_comLEVES_evaporativa(lia,18) = num(ii,11);
    MATRIZ_comLEVES_evaporativa(lia,19) = num(ii,12);
end

MATRIZ_comLEVES_evaporativa = [MATRIZ_comLEVES_evaporativa(:,1:6),MATRIZ_comLE-
VES_evaporativa(:,6),MATRIZ_comLEVES_evaporativa(:,7:end)];

%% COLOCAR AS TEMPERATURAS MEDIAS DE CADA CIDADE
% IMPORTANTE OSA DADOS DE TEMPERATURA MEDIA DE CADA CIDADE
% path = uigetdir('C:\', 'Arquivos_INPUT_Evaporativas temperaturas medias');
disp('Reading Arquivos_INPUT_Evaporativas --- temperaturas medias anuais')
filename2 = [path, '\COUNTY_TEMPERATURE\Temperaturas medias anuais.xlsx'];
[num2,~,raw2] = xlsread (filename2);

% Colocando os Dados de Temperatura media em cada municipio
for jj = 1:length(num2(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO temperatura media anual municipios ', num2str(jj)]);
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_comLEVES_evaporativa(:,3),num2(jj,1));
    MATRIZ_comLEVES_evaporativa(lia,6) = num2(jj,2);
end

MATRIZ_comLEVES_evaporativa(isnan(MATRIZ_comLEVES_evaporativa(:,6)),6) = 25;

% Separando os municipios brasileiros em Grupos
% Grupo1 - Municipios com temperatura media anual inferior a 7.5 °C
% Grupo2 - Municipios com temperatura media anual entre 7.5 e 17.5 °C
% Grupo3 - Municipios com temperatura média anual superior a 17.5 °C
MATRIZ_comLEVES_evaporativa(find(MATRIZ_comLEVES_evaporativa(:,6)<=7.5),7) = 1;
MATRIZ_comLEVES_evaporativa((find(MATRIZ_comLEVES_evaporativa(:,6)>7.5 & MA-
TRIZ_comLEVES_evaporativa(:,6)<=17.5)),7) = 2;
MATRIZ_comLEVES_evaporativa(find(MATRIZ_comLEVES_evaporativa(:,6)>17.5),7) = 3;

%% CRIAR UMA MATRIZ com os fatores de emissao medio para cada cidade
% PARA:
% Grupo1 - Municipios com temperatura media anual inferior a 15 °C
% Agruparemos as colunas de 1 a 9 da MATRIZ_LEVES_evaporativa e tambem as
% colunas 16 a 18 da MATRIZ_LEVES_evaporativa, esta ultima sao os fatores
% de emissao para temperatura média anual inferior a 15 °C.
Municipios_Grupo1 = MATRIZ_comLEVES_evaporativa(find(MATRIZ_comLEVES_evapora-
tiva(:,7)==1),:);
MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [Municipios_Grupo1(:,1:11), Muni-
cipios_Grupo1(:,18:end)];

% Grupo2 - Municipios com temperatura media anual entre 15 e 25 °C
% Agruparemos as colunas de 1 a 9 da MATRIZ_LEVES_evaporativa e tambem as
% colunas 13 a 15 da MATRIZ_LEVES_evaporativa, esta ultima sao os fatores
% de emissao para temperatura média anual entre 15 e 25 °C.
Municipios_Grupo2 = MATRIZ_comLEVES_evaporativa(find(MATRIZ_comLEVES_evapora-
tiva(:,7)==2),:);
MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO; Muni-
cipios_Grupo2(:,1:11), Municipios_Grupo2(:,15:17)];

% Grupo3 - Municipios com temperatura média anual superior a 25 °C
% Agruparemos as colunas de 1 a 9 da MATRIZ_LEVES_evaporativa e tambem as
% colunas 10 a 12 da MATRIZ_LEVES_evaporativa, esta ultima sao os fatores

```

```
% de emissao para temperatura média anual superior a 25 °C
```

```
Municipios_Grupo3 = MATRIZ_comLEVES_evaporativa(find(MATRIZ_comLEVES_evaporativa(:,7)==3),:);
MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO; Municipios_Grupo3(:,1:11), Municipios_Grupo3(:,12:14)];
MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO = sortrows(MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO);
```

```
%% ---FAZENDO A MULTIPLICAÇÃO DAS PROBABILIDADES E DOS FATORES DE EMISSAO---
MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,1:7), ...
[MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,9).*MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,10).*MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,12)]];

```

```
MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO, ...
[MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,8).*MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,9).*MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,10).*...
MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,11).*MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,13)]];

```

```
MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO, ...
[MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,8).*MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,9).*MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,10).*...
MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,11).*MATRIZ_comLEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,14)]];

```

```
MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,1:7), ...
MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,8), ...
MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,9), ...
MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,10)];

```

```
%% -----CONSOLIDANDO OS FE PONDERADOS PARA CADA MUNICIPIO E ANO DA ESTIMATIVA-----
[xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO1] = consolidator(MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,1:3), MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,8), 'nansum');
comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO1 = [xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO1];

```

```
[xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO2] = consolidator(MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,1:3), MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,9), 'nansum');
comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO2 = [xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO2];

```

```
[xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO3] = consolidator(MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,1:3), MATRIZ_comLEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,end), 'nansum');
comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO3 = [xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO3];

```

```
comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO = [comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO1(:,1:4), comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO2(:,4), comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO3(:,4)];

```

```
%% ADICIONANDO O NUMERO DE DIAS NOS VALORES DE FE PONDERADOS CONSOLIDADOS POR MUNICIPIO
```

```
comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = repmat(365,length(comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO),1);

```

```
%% COLOCAR O NUMERO DE VEICULOS COMERCIAIS LEVES
```

```
% Resgatando o numero de veiculos leves para cada municipio
```

```
VeiculosCOMLeves = [];
```

```
for kk = 1:length(Ano_unico)
```

```
disp([' CONSOLIDANDO VEICULOS COM LEVES ANO ', num2str(2012 + kk)]);
```

```
[lia,loc] = ismember(veicCATEGORY(:,1), Ano_unico(kk,1));
```

```
VeiculosANO = veicCATEGORY(lia,:);
```

```
for mm = 1:length(VeiculosANO)
```

```
disp([' CONSOLIDANDO VEICULOS COM LEVES municipio ', ( num2str(mm))]);
```

```
VeiculosCOMLeves = [VeiculosCOMLeves; VeiculosANO(mm,1:3), (Veiculo-
```

```
sANO(mm,9)+VeiculosANO(mm,10)+VeiculosANO(mm,25)]];

```

```

end
end

% temos que colcoar agora o numero de veiculos para cada municipio para
% cada ano de estimativa
VeiculosCOMLeves = sortrows(VeiculosCOMLeves);
comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = VeiculosCOMLeves(:,end);

%
comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = nan;

%
comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = nan;

%% -----ADICIONANDO A INTENSIDADE DE USO DOS VEICULOS-----
comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = 1/8;

%% -FAZENDO O CALCULO DAS ESTIMATIVAS DE EMISSAO EVAPORATIVAS PARA VEICULOS LEVES

disp('****ESTIMANDO AS ESMISSOES EVAPORATIVAS PARA OS VEICULOS COMERCIAIS LE-
VES****')

% Diurnal (g/ano)
Emissao_comLEVES_Diurnal = [comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,1:3), comLE-
VES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,4).*comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,7).*com-
LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,8)];

% Hot Soak
Emissao_comLEVES_HotSoak = [comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,1:3), comLE-
VES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,5).*...
    comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,11)];

% Running Losses
Emissao_comLEVES_RunningL = [comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,1:3), comLE-
VES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,6).*...
    comLEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,11)];

%% -----SOMA DAS EMISSOES TOTAIS EVAPORATIVAS DE VEICULOS COM LEVES-----
Emissao_comLEVES_evaporativas_segregado = [Emissao_comLEVES_Diurnal(:,1:4), Emis-
sao_comLEVES_HotSoak(:,end), Emissao_comLEVES_RunningL(:,end)];

Emissao_comLEVES_evaporativas_TOTAL = [Emissao_comLEVES_evaporativas_segre-
gado(:,1:3), ...
    [Emissao_comLEVES_evaporativas_segregado(:,4)+Emissao_comLEVES_evaporativas_se-
gregado(:,5)+Emissao_comLEVES_evaporativas_segregado(:,6)]];

```

Função BRAVES (Estimativa_EVAPORATIVAS_MOTOS)

```

function[Emissao_MOTOS_evaporativas_TOTAL, Emissao_MOTOS_evaporativas_segregado,
MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO] = Estimativa_EVAPORATIVAS_MOTOS(path,EF_folder,
TiposdeCombustivel, MATRIZ_MOTOS, Ano_unico, veicCATEGORY)
%% IMPORTANDO OS FATORES DE EMISSÃO DAS EVAPORATIVAS (Diurnal, HotSoak, Runnig los-
ses)
% IMPORTANTE A PLANILHA DOS FATORES DE EMISSÃO evaporativas DOS VEICULOS LEVES
% path = uigetdir('C:\', 'Data_EMISSION_FACTORS EF_EVAPORATIVE_MotorCycle');
disp('Reading EmissionEvaporativeFactors_Motorcycles')
filename = [EF_folder, '\EF_Evaporative_MotorCycle\EF_Evaporative_MotorCycle.xlsx'];
[num,~,raw] = xlsread (filename);
% Limpando o Cabeçalho (Primeira Linha)
raw(1,:) = [];

% Deixando os tipos de combustível escrito em caixa alta
raw(:,2) = upper(raw(:,2));

%% CONVERTENDO AS STRINGS DOS TIPOS DE COMBUSTIVEL EM NÚMEROS
TiposdeCombustivel(:,1) = cellstr(TiposdeCombustivel(:,1));
TiposdeCombustivel(1,1) = {'ETANOL'};
for ii = 1:length(TiposdeCombustivel(:,1))
    [lia,loc] = ismember(raw(:,2),TiposdeCombustivel(ii));
    CombDouble(lia,1) = TiposdeCombustivel(ii,2);
end
raw(:,2) = CombDouble;
num(:,2) = cell2mat(CombDouble);

% Para a matriz num:
anominFE = num(1,1);
Inferiores82 = [(anominFE-10):1:anominFE-1]';
Inferiores82 = sort([Inferiores82;Inferiores82]);
Inferiores82num = [Inferiores82, repmat(num(1:2,2:end), (length(Inferio-
res82))/2,1)];

%Para a matriz raw:
Inferiores82raw = [num2cell(Inferiores82), repmat(raw(1:2,2:end), (length(Inferio-
res82))/2,1)];

% Colocando os valores dos anos modelos inferiores a 1982 junto com o resto
% dos fatores de emissão
num = [Inferiores82num;num];
raw = [Inferiores82raw;raw];

%% Colocando os Fatores de emissao das evaporativas na MATRIZ_LEVES
% Vamos Criar uma MATRIZ_LEVES para os dados de evaporativas:
% MATRIZ_LEVES_evaporativa = [Ano Estimativa, Cod UF, COD MUN, ano modelo, tipo
comb, nan, Autonomia, Prob ano, Prob Comb, Consumo Comb]
MATRIZ_LEVES_evaporativa = [MATRIZ_MOTOS(:,1:6),MATRIZ_MOTOS(:,15:18)];

% Agora vamos colocar os factores de emissao das evaporativas na MATRIZ_LEVES_eva-
porativa
% Para os veiculos leves, a cada ano modelo e tipo de combustivel vamos
% colocar os respectivos fatores de emissão.
MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,11:19) = 0;
for ii = 1:length(num(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO FE evaporativas motocicletas ', num2str(ii)])
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,4:5),num(ii,1:2), 'rows');
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,11) = num(ii,4);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,12) = num(ii,5);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,13) = num(ii,6);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,14) = num(ii,7);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,15) = num(ii,8);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,16) = num(ii,9);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,17) = num(ii,10);
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,18) = num(ii,11);

```

```

    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,19) = num(ii,12);
end
%%
% Criando mais uma coluna nan entre a coluna 6 e 7
MATRIZ_LEVES_evaporativa = [MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,1:6),MATRIZ_LEVES_evapora-
tiva(:,6),MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,7:19)];

%% COLOCAR AS TEMPERATURAS MEDIAS DE CADA CIDADE
% IMPORTANTO OSA DADOS DE TEMPERATURA MEDIA DE CADA CIDADE
% path = uigetdir('C:\', 'Arquivos_INPUT_Evaporativas temperaturas medias');
disp('Reading Arquivos_INPUT_Evaporativas --- temperaturas medias anuais')
filename2 = [path, '\COUNTY_TEMPERATURE\Temperaturas medias anuais.xlsx'];
[num2,~,raw2] = xlsread (filename2);

% Colocando os Dados de Temperatura media em cada municipio
for jj = 1:length(num2(:,1))
    disp([' CONSOLIDANDO temperatura media anual municipios ', num2str(jj)]);
    [lia,loc] = ismember(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,3),num2(jj,1));
    MATRIZ_LEVES_evaporativa(lia,6) = num2(jj,2);
end

% Existem municipio que possuem falta de dados. Recomendo que coloque o
% valor da temperatura media anual do municipio mais próximo. Da para fazer
% isso na mao no dado de entrada.
% Mas no momento para eles atribuiremos a temperatura media de 25 °C
MATRIZ_LEVES_evaporativa(isnan(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,6)),6)= 25;

% Separando os municipios brasileiros em Grupos
% Grupo1 - Municipios com temperatura media anual inferior a 7.5 °C
% Grupo2 - Municipios com temperatura media anual entre 7.5 e 17.5 °C
% Grupo3 - Municipios com temperatura média anual superior a 17.5 °C

MATRIZ_LEVES_evaporativa(find(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,6)<=7.5),7) = 1;
MATRIZ_LEVES_evaporativa((find(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,6)>7.5 & MATRIZ_LE-
VES_evaporativa(:,6)<=17.5)),7) = 2;
MATRIZ_LEVES_evaporativa(find(MATRIZ_LEVES_evaporativa(:,6)>17.5),7) = 3;

%% CRIAR UMA MATRIZ com os fatores de emissao medio para cada cidade
% ai aplicaremos a multiplicação pelo numero de veiculos e de dias( Diurnal,
% HotSoak, e runningLosses) e multiplicaremos pela população e pelo dado de
% entrada da ANTP, população para Hotsoak e Runnig losses.
% Temos que nos atentar que os faotres de emissão para esses tipos de
% emissao evaporativas dependem da temperatura media anual dos municipios.
% Então para cada tipo de grupo (1,2,3) como apresentado na seção anterior
% faremos segregação dos fatores de emissão
% VAMOS NESSA:
% PARA:
% Grupo1 - Municipios com temperatura media anual inferior a 15 °C
% Agruparemos as colunas de 1 a 9 da MATRIZ_LEVES_evaporativa e tambem as
% colunas 16 a 18 da MATRIZ_LEVES_evaporativa, esta ultima sao os faotres
% de emissao para temperatura media anual inferior a 15 °C.
Municipios_Grupol = MATRIZ_LEVES_evaporativa(find(MATRIZ_LEVES_evapora-
tiva(:,7)==1),:);
MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [Municipios_Grupol(:,1:11), Munici-
pios_Grupol(:,18:end)];

% Grupo2 - Municipios com temperatura media anual entre 15 e 25 °C
% Agruparemos as colunas de 1 a 9 da MATRIZ_LEVES_evaporativa e tambem as
% colunas 13 a 15 da MATRIZ_LEVES_evaporativa, esta ultima sao os faotres
% de emissao para temperatura media anual entre 15 e 25 °C.
Municipios_Grupo2 = MATRIZ_LEVES_evaporativa(find(MATRIZ_LEVES_evapora-
tiva(:,7)==2),:);

% MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO; Munici-
pios_Grupo2(:,1:9), Municipios_Grupo2(:,13:15)];
MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO; Munici-
pios_Grupo2(:,1:11), Municipios_Grupo2(:,15:17)];

```

```

% Grupo3 - Municipios com temperatura média anual superior a 25 °C
% Agruparemos as colunas de 1 a 9 da MATRIZ_LEVES_evaporativa e tambem as
% colunas 10 a 12 da MATRIZ_LEVES_evaporativa, esta ultima sao os fatores
% de emissao para temperatura média anual superior a 25 °C
Municipios_Grupo3 = MATRIZ_LEVES_evaporativa(find(MATRIZ_LEVES_evapora-
tiva(:,7)==3),:);

% MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO; Munici-
pios_Grupo3(:,1:9), Municipios_Grupo3(:,10:12)];
MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO; Munici-
pios_Grupo3(:,1:11), Municipios_Grupo3(:,12:14)];
MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO = sortrows(MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO);

%% FAZENDO A MULTIPLICAÇÃO DAS PROBABILIDADES E DOS FATORES DE EMISSAO
MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,1:7), ...
[MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,9).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORA-
CAO(:,10)...
.*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,12)]];

MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO,...
[MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,8).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORA-
CAO(:,9).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,10).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORA-
CAO(:,11)...
.*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,13)]];

MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO,...
[MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,8).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORA-
CAO(:,9).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,10).*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORA-
CAO(:,11)...
.*MATRIZ_LEVES_FEemissao_EVAPORACAO(:,14)]];

MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO = [MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORA-
CAO(:,1:7), ...
MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,8), ...
MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,9), ...
MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,10)];

%% CONSOLIDANDO OS FE PONDERADOS PARA CADA MUNICIPIO E ANO DA ESTIMATIVA
[xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO1] = consolidator(MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORA-
CAO(:,1:3), MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,8), 'nansum');
LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO1 = [xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO1];

[xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO2] = consolidator(MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORA-
CAO(:,1:3), MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,9), 'nansum');
LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO2 = [xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO2];

[xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO3] = consolidator(MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORA-
CAO(:,1:3), MATRIZ_LEVES_FEponderado_EVAPORACAO(:,end), 'nansum');
LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO3 = [xg,FEponderado_mun_EVAPORACAO3];

MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO = [LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO1(:,1:4), LE-
VES_FEponderado_mun_EVAPORACAO2(:,4), LEVES_FEponderado_mun_EVAPORACAO3(:,4)];

%% ADICONANDO O NUMERO DE DIAS NOS VALORES DE FE PONDERADOS CONSOLIDADOS POR MUNI-
CIPIO
% Consideraremos a emissão anual logo são 365 dias
MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = repmat(365,length(MOTOS_FEponde-
rado_mun_EVAPORACAO),1);

%% COLOCAR O NUMERO DE motos
% Resgatando o numero de veiculos leves para cada municipio
VeiculosLeves = [];
for kk = 1:length(Ano_unico)
    disp([' CONSOLIDANDO VEICULOS LEVES ANO ', num2str(2012 + kk)]);
    [lia,loc] = ismember(veicCATEGORY(:,1), Ano_unico(kk,1));
    VeiculosANO = veicCATEGORY(lia,:);

```

```

    for mm = 1:length(VeiculosANO)
        disp([' CONSOLIDANDO VEICULOS LEVES municipio ', ( num2str(mm))]);
        VeiculosLeves = [VeiculosLeves; VeiculosANO(mm,1:3), (Veiculo-
sANO(mm,12)+VeiculosANO(mm,14)+VeiculosANO(mm,15)+VeiculosANO(mm,17)+Veiculo-
sANO(mm,24))];
        end
    end

% temos que colocar agora o numero de veiculos para cada municipio para
% cada ano de estimativa
VeiculosLeves = sortrows(VeiculosLeves);
MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = VeiculosLeves(:,end);

%%
MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = nan;

%%
MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = nan;

%% ADICIONANDO A INTENSIDADE DE USO DOS VEICULOS
% A CONVERSAO DE GRAMA/VIAGEM PARA G/KM
% CONSIDERAMOS QUE 1 VIAGEM CORRESPONDE A 8KM PERCORRIDOS
% LOGO:
% DIVIDIREMOS POR 8 (MULTIPLICAREMOS POR 1/8)
MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,end+1) = 1/8;

%% FAZENDO O CALCULO DAS ESTIMATIVAS DE EMISSAO EVAPORATIVAS PARA VEICULOS LEVES
disp('****ESTIMANDO AS EMISSOES EVAPORATIVAS PARA as motocicletas****')

% Diurnal (g/ano)
Emissao_LEVES_Diurnal = [MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,1:3), MOTOS_FEponde-
rado_mun_EVAPORACAO(:,4).*MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,7).*MOTOS_FEponde-
rado_mun_EVAPORACAO(:,8)];

% Hot Soak
Emissao_LEVES_HotSoak = [MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,1:3), MOTOS_FEponde-
rado_mun_EVAPORACAO(:,5).*...
MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,11)];

% Running Losses
Emissao_LEVES_RunningL = [MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,1:3), MOTOS_FEponde-
rado_mun_EVAPORACAO(:,6).*...
MOTOS_FEponderado_mun_EVAPORACAO(:,11)];

%% SOMA DAS EMISSOES TOTAIS EVAPORATIVAS DE VEICULOS LEVES
Emissao_MOTOS_evaporativas_segregado = [Emissao_LEVES_Diurnal(:,1:4), Emissao_LE-
VES_HotSoak(:,end), Emissao_LEVES_RunningL(:,end)];

Emissao_MOTOS_evaporativas_TOTAL = [Emissao_MOTOS_evaporativas_segregado(:,1:3), ...
[Emissao_MOTOS_evaporativas_segregado(:,4)+Emissao_MOTOS_evaporativas_segre-
gado(:,5)+Emissao_MOTOS_evaporativas_segregado(:,6)]];

%%

```

Função BRAVES (SalvaArquivosTXT_BRAVES)

```

%% -- SCRIPT USADO PARA SALVAR OS OUTPUTS DO CODIGO DE EMISSOES VEICULARES NO
BRASIL EM TXT----
function[EMISSAOfatal_BR,EMISSAOfatal_BR_UF] = SalvaArquivosTXT_BRAVES(path,Emiss-
CityLevesBR, EmissCityComLevesBR, EmissCityMotosBR, EmissCityPesadosBR);
%%
%% Local da pasta de trabalho
path = [path, '\OUTPUT']
%%
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Comerciais Leves por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityComLeves_BRAVES.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityComLeves_BRAVES.txt'],'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmisscomLevesCO, EmisscomLevesHC,
EmisscomLevesNMHCescape, EmisscomLevesCH4, EmisscomLevesNOx, EmisscomLevesRCHO,
EmisscomLevesMP, EmisscomLevesCO2, EmisscomLevesN2O, EmisscomLevesSO2, Emisscom-
LevesNMHCabastece, EmisscomLevesCO2eq, EmisscomLevesMP10pneu_freio, Emisscom-
LevesMP10pista, EmisscomLevesMP10Ressuspensao, EmisscomLevesNMHCDiurnal, Emisscom-
LevesNMHCHotSoak, EmisscomLevesNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityComLevesBR(:,1))
    fprintf(fileID2, '%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n', EmissCityComLevesBR(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%%
AnosUNICOS = unique(EmissCityComLevesBR(:,1));

%Procurando os dados de comerciais leves de 2013
[lia,loc] = ismember(EmissCityComLevesBR(:,1),AnosUNICOS(1,1));
EmissCityComLeves2013 = EmissCityComLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Comerciais Leves 2013 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityComLeves_BRAVES_2013.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityComLeves_BRAVES_2013.txt'],'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmisscomLevesCO, EmisscomLevesHC,
EmisscomLevesNMHCescape, EmisscomLevesCH4, EmisscomLevesNOx, EmisscomLevesRCHO,
EmisscomLevesMP, EmisscomLevesCO2, EmisscomLevesN2O, EmisscomLevesSO2, Emisscom-
LevesNMHCabastece, EmisscomLevesCO2eq, EmisscomLevesMP10pneu_freio, Emisscom-
LevesMP10pista, EmisscomLevesMP10Ressuspensao, EmisscomLevesNMHCDiurnal, Emisscom-
LevesNMHCHotSoak, EmisscomLevesNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityComLeves2013)
    fprintf(fileID2, '%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n', EmissCityComLeves2013(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados de comerciais leves de 2014
[lia,loc] = ismember(EmissCityComLevesBR(:,1),AnosUNICOS(2));
EmissCityComLeves2014 = EmissCityComLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Comerciais Leves 2014 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityComLeves_BRAVES_2014.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityComLeves_BRAVES_2014.txt'],'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmisscomLevesCO, EmisscomLevesHC,
EmisscomLevesNMHCescape, EmisscomLevesCH4, EmisscomLevesNOx, EmisscomLevesRCHO,
EmisscomLevesMP, EmisscomLevesCO2, EmisscomLevesN2O, EmisscomLevesSO2, Emisscom-
LevesNMHCabastece, EmisscomLevesCO2eq, EmisscomLevesMP10pneu_freio, Emisscom-
LevesMP10pista, EmisscomLevesMP10Ressuspensao, EmisscomLevesNMHCDiurnal, Emisscom-
LevesNMHCHotSoak, EmisscomLevesNMHCRunningL \r\n');

```

```

for ii = 1:length(EmissCityComLeves2014)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityComLeves2014(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados de comerciais leves de 2015
[lia,loc] = ismember(EmissCityComLevesBR(:,1),AnosUNICOS(3));
EmissCityComLeves2015 = EmissCityComLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Comerciais Leves 2015 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityComLeves_BRAVES_2015.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityComLeves_BRAVES_2015.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmisscomLevesCO, EmisscomLevesHC,
EmisscomLevesNMHCescape, EmisscomLevesCH4, EmisscomLevesNOx, EmisscomLevesRCHO,
EmisscomLevesMP, EmisscomLevesCO2, EmisscomLevesN2O, EmisscomLevesSO2, Emisscom-
LevesNMHCabastece, EmisscomLevesCO2eq, EmisscomLevesMP10pneu_freio, Emisscom-
LevesMP10pista, EmisscomLevesMP10Ressuspensao, EmisscomLevesNMHCDiurnal, Emisscom-
LevesNMHCHotSoak, EmisscomLevesNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityComLeves2015)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityComLeves2015(ii,:));
end
fclose(fileID2);
%Procurando os dados de comerciais leves de 2016
[lia,loc] = ismember(EmissCityComLevesBR(:,1),AnosUNICOS(4));
EmissCityComLeves2016 = EmissCityComLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Comerciais Leves 2016 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityComLeves_BRAVES_2016.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityComLeves_BRAVES_2016.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmisscomLevesCO, EmisscomLevesHC,
EmisscomLevesNMHCescape, EmisscomLevesCH4, EmisscomLevesNOx, EmisscomLevesRCHO,
EmisscomLevesMP, EmisscomLevesCO2, EmisscomLevesN2O, EmisscomLevesSO2, Emisscom-
LevesNMHCabastece, EmisscomLevesCO2eq, EmisscomLevesMP10pneu_freio, Emisscom-
LevesMP10pista, EmisscomLevesMP10Ressuspensao, EmisscomLevesNMHCDiurnal, Emisscom-
LevesNMHCHotSoak, EmisscomLevesNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityComLeves2016)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityComLeves2016(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados de comerciais leves de 2017
[lia,loc] = ismember(EmissCityComLevesBR(:,1),AnosUNICOS(5));
EmissCityComLeves2017 = EmissCityComLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Comerciais Leves 2017 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityComLeves_BRAVES_2017.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityComLeves_BRAVES_2017.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmisscomLevesCO, EmisscomLevesHC,
EmisscomLevesNMHCescape, EmisscomLevesCH4, EmisscomLevesNOx, EmisscomLevesRCHO,
EmisscomLevesMP, EmisscomLevesCO2, EmisscomLevesN2O, EmisscomLevesSO2, Emisscom-
LevesNMHCabastece, EmisscomLevesCO2eq, EmisscomLevesMP10pneu_freio, Emisscom-
LevesMP10pista, EmisscomLevesMP10Ressuspensao, EmisscomLevesNMHCDiurnal, Emisscom-
LevesNMHCHotSoak, EmisscomLevesNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityComLeves2017)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityComLeves2017(ii,:));
end
fclose(fileID2);

```

```

%Procurando os dados de comerciais leves de 2018
[lia,loc] = ismember(EmissCityComLevesBR(:,1),AnosUNICOS(6));
EmissCityComLeves2018 = EmissCityComLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Comerciais Leves 2018 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityComLeves_BRAVES_2018.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityComLeves_BRAVES_2018.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmisscomLevesCO, EmisscomLevesHC,
EmisscomLevesNMHCescape, EmisscomLevesCH4, EmisscomLevesNOx, EmisscomLevesRCHO,
EmisscomLevesMP, EmisscomLevesCO2, EmisscomLevesN2O, EmisscomLevesSO2, Emisscom-
LevesNMHCabastece, EmisscomLevesCO2eq, EmisscomLevesMP10pneu_freio, Emisscom-
LevesMP10pista, EmisscomLevesMP10Ressuspensao, EmisscomLevesNMHCDiurnal, Emisscom-
LevesNMHCHotSoak, EmisscomLevesNMHCRuningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityComLeves2018)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityComLeves2018(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%%
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Leves por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissLevesCO, EmissLevesHC,
EmissLevesNMHCescape, EmissLevesCH4, EmissLevesNOx, EmissLevesRCHO, EmissLevesMP,
EmissLevesCO2, EmissLevesN2O, EmissLevesSO2, EmissLevesNMHCabastece,
EmissLevesCO2eq, EmissLevesMP10pneu_freio, EmissLevesMP10pista, EmissLevesMP10Res-
suspensao, EmissLevesNMHCDiurnal, EmissLevesNMHCHotSoak, EmissLevesNMHCRuningL
\r\n');
for ii = 1:length(EmissCityLevesBR(:,1))
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityLevesBR(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%%-----
AnosUNICOS2 = unique(EmissCityLevesBR(:,1));

%Procurando os dados dos veiculos leves de 2013
[lia,loc] = ismember(EmissCityLevesBR(:,1),AnosUNICOS2(1,1));
EmissCityLeves2013 = EmissCityLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Leves 2013 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2013.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2013.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissLevesCO, EmissLevesHC,
EmissLevesNMHCescape, EmissLevesCH4, EmissLevesNOx, EmissLevesRCHO, EmissLevesMP,
EmissLevesCO2, EmissLevesN2O, EmissLevesSO2, EmissLevesNMHCabastece,
EmissLevesCO2eq, EmissLevesMP10pneu_freio, EmissLevesMP10pista, EmissLevesMP10Res-
suspensao, EmissLevesNMHCDiurnal, EmissLevesNMHCHotSoak, EmissLevesNMHCRuningL
\r\n');
for ii = 1:length(EmissCityLeves2013)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityLeves2013(ii,:));
end
fclose(fileID2);

```

```

%Procurando os dados dos veiculos leves de 2014
[lia,loc] = ismember(EmissCityLevesBR(:,1),AnosUNICOS2(2));
EmissCityLeves2014 = EmissCityLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Leves 2014 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2014.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2014.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissLevesCO, EmissLevesHC,
EmissLevesNMHCescape, EmissLevesCH4, EmissLevesNOx, EmissLevesRCHO, EmissLevesMP,
EmissLevesCO2, EmissLevesN2O, EmissLevesSO2, EmissLevesNMHCabastece,
EmissLevesCO2eq, EmissLevesMP10pneu_freio, EmissLevesMP10pista, EmissLevesMP10Res-
suspensao, EmissLevesNMHCDiurnal, EmissLevesNMHCHotSoak, EmissLevesNMHCRuningL
\r\n');
for ii = 1:length(EmissCityLeves2014)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityLeves2014(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados dos veiculos leves de 2015
[lia,loc] = ismember(EmissCityLevesBR(:,1),AnosUNICOS2(3));
EmissCityLeves2015 = EmissCityLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Leves 2015 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2015.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2015.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissLevesCO, EmissLevesHC,
EmissLevesNMHCescape, EmissLevesCH4, EmissLevesNOx, EmissLevesRCHO, EmissLevesMP,
EmissLevesCO2, EmissLevesN2O, EmissLevesSO2, EmissLevesNMHCabastece,
EmissLevesCO2eq, EmissLevesMP10pneu_freio, EmissLevesMP10pista, EmissLevesMP10Res-
suspensao, EmissLevesNMHCDiurnal, EmissLevesNMHCHotSoak, EmissLevesNMHCRuningL
\r\n');
for ii = 1:length(EmissCityLeves2015)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityLeves2015(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados dos veiculos leves de 2016
[lia,loc] = ismember(EmissCityLevesBR(:,1),AnosUNICOS2(4));
EmissCityLeves2016 = EmissCityLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Leves 2016 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2016.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2016.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissLevesHC,
EmissLevesNMHCescape, EmissLevesCH4, EmissLevesNOx, EmissLevesRCHO, EmissLevesMP,
EmissLevesCO2, EmissLevesN2O, EmissLevesSO2, EmissLevesNMHCabastece,
EmissLevesCO2eq, EmissLevesMP10pneu_freio, EmissLevesMP10pista, EmissLevesMP10Res-
suspensao, EmissLevesNMHCDiurnal, EmissLevesNMHCHotSoak, EmissLevesNMHCRuningL
\r\n');
for ii = 1:length(EmissCityLeves2016)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityLeves2016(ii,:));
end
fclose(fileID2);

```

```

%Procurando os dados dos veiculos leves de 2017
[lia,loc] = ismember(EmissCityLevesBR(:,1),AnosUNICOS2(5));
EmissCityLeves2017 = EmissCityLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Leves 2017 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2017.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2017.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissLevesCO, EmissLevesHC,
EmissLevesNMHCescape, EmissLevesCH4, EmissLevesNOx, EmissLevesRCHO, EmissLevesMP,
EmissLevesCO2, EmissLevesN2O, EmissLevesSO2, EmissLevesNMHCabastece,
EmissLevesCO2eq, EmissLevesMP10pneu_freio, EmissLevesMP10pista, EmissLevesMP10Res-
suspensao, EmissLevesNMHCDiurnal, EmissLevesNMHCHotSoak, EmissLevesNMHCRuningL
\r\n');
for ii = 1:length(EmissCityLeves2017)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityLeves2017(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados dos veiculos leves de 2018
[lia,loc] = ismember(EmissCityLevesBR(:,1),AnosUNICOS2(6));
EmissCityLeves2018 = EmissCityLevesBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Leves 2018 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2018.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityLeves_BRAVES_2018.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissLevesCO, EmissLevesHC,
EmissLevesNMHCescape, EmissLevesCH4, EmissLevesNOx, EmissLevesRCHO, EmissLevesMP,
EmissLevesCO2, EmissLevesN2O, EmissLevesSO2, EmissLevesNMHCabastece,
EmissLevesCO2eq, EmissLevesMP10pneu_freio, EmissLevesMP10pista, EmissLevesMP10Res-
suspensao, EmissLevesNMHCDiurnal, EmissLevesNMHCHotSoak, EmissLevesNMHCRuningL
\r\n');
for ii = 1:length(EmissCityLeves2018)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityLeves2018(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%%
disp(['Salvando os Dados de Emissao das Motos por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissMotosCO, EmissMotosHC, EmissMo-
tosNMHCescape, EmissMotosCH4, EmissMotosNOx, EmissMotosRCHO, EmissMotosMP, EmissMo-
tosCO2, EmissMotosN2O, EmissMotosSO2, EmissMotosNMHCabastece, EmissMotosCO2eq,
EmissMotosMP10pneu_freio, EmissMotosMP10pista, EmissMotosMP10Ressuspensao, EmissMo-
tosNMHCDiurnal, EmissMotosNMHCHotSoak, EmissMotosNMHCRuningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityMotosBR)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityMotosBR(ii,:));
end
fclose(fileID2);

AnosUNICOS3 = unique(EmissCityMotosBR(:,1));

```

```

%Procurando os dados das motocicletas de 2013
[lia,loc] = ismember(EmissCityMotosBR(:,1),AnosUNICOS3(1));
EmissCityMotos2013 = EmissCityMotosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao das Motos 2013 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2013.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2013.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissMotosCO, EmissMotosHC, EmissMotosNMHCescape, EmissMotosCH4, EmissMotosNOx, EmissMotosRCHO, EmissMotosMP, EmissMotosCO2, EmissMotosN2O, EmissMotosSO2, EmissMotosNMHCabastece, EmissMotosCO2eq, EmissMotosMP10pneu_freio, EmissMotosMP10pista, EmissMotosMP10Ressuspensao, EmissMotosNMHCDiurnal, EmissMotosNMHCHotSoak, EmissMotosNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityMotos2013)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityMotos2013(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados das motocicletas de 2014
[lia,loc] = ismember(EmissCityMotosBR(:,1),AnosUNICOS3(2));
EmissCityMotos2014 = EmissCityMotosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao das Motos 2014 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2014.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2014.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissMotosCO, EmissMotosHC, EmissMotosNMHCescape, EmissMotosCH4, EmissMotosNOx, EmissMotosRCHO, EmissMotosMP, EmissMotosCO2, EmissMotosN2O, EmissMotosSO2, EmissMotosNMHCabastece, EmissMotosCO2eq, EmissMotosMP10pneu_freio, EmissMotosMP10pista, EmissMotosMP10Ressuspensao, EmissMotosNMHCDiurnal, EmissMotosNMHCHotSoak, EmissMotosNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityMotos2014)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityMotos2014(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados das motocicletas de 2015
[lia,loc] = ismember(EmissCityMotosBR(:,1),AnosUNICOS3(3));
EmissCityMotos2015 = EmissCityMotosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao das Motos 2015 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2015.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2015.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissMotosCO, EmissMotosHC, EmissMotosNMHCescape, EmissMotosCH4, EmissMotosNOx, EmissMotosRCHO, EmissMotosMP, EmissMotosCO2, EmissMotosN2O, EmissMotosSO2, EmissMotosNMHCabastece, EmissMotosCO2eq, EmissMotosMP10pneu_freio, EmissMotosMP10pista, EmissMotosMP10Ressuspensao, EmissMotosNMHCDiurnal, EmissMotosNMHCHotSoak, EmissMotosNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityMotos2015)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityMotos2015(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados das motocicletas de 2016
[lia,loc] = ismember(EmissCityMotosBR(:,1),AnosUNICOS3(4));
EmissCityMotos2016 = EmissCityMotosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao das Motos 2016 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2016.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2016.txt'],'a');

```

```

fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissMotosCO, EmissMotosHC, EmissMotosNMHCescape, EmissMotosCH4, EmissMotosNOx, EmissMotosRCHO, EmissMotosMP, EmissMotosCO2, EmissMotosN2O, EmissMotosSO2, EmissMotosNMHCabastece, EmissMotosCO2eq, EmissMotosMP10pneu_freio, EmissMotosMP10pista, EmissMotosMP10Ressuspensao, EmissMotosNMHCDiurnal, EmissMotosNMHCHotSoak, EmissMotosNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityMotos2016)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f \r\n',EmissCityMotos2016(ii,:));
end
fclose(fileID2);
%Procurando os dados das motocicletas de 2017
[lia,loc] = ismember(EmissCityMotosBR(:,1),AnosUNICOS3(5));
EmissCityMotos2017 = EmissCityMotosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao das Motos 2017 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2017.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2017.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissMotosCO, EmissMotosHC, EmissMotosNMHCescape, EmissMotosCH4, EmissMotosNOx, EmissMotosRCHO, EmissMotosMP, EmissMotosCO2, EmissMotosN2O, EmissMotosSO2, EmissMotosNMHCabastece, EmissMotosCO2eq, EmissMotosMP10pneu_freio, EmissMotosMP10pista, EmissMotosMP10Ressuspensao, EmissMotosNMHCDiurnal, EmissMotosNMHCHotSoak, EmissMotosNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityMotos2017)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f \r\n',EmissCityMotos2017(ii,:));
end
fclose(fileID2);
%Procurando os dados das motocicletas de 2018
[lia,loc] = ismember(EmissCityMotosBR(:,1),AnosUNICOS3(6));
EmissCityMotos2018 = EmissCityMotosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao das Motos 2018 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2018.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityMotos_BRAVES_2018.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissMotosCO, EmissMotosHC, EmissMotosNMHCescape, EmissMotosCH4, EmissMotosNOx, EmissMotosRCHO, EmissMotosMP, EmissMotosCO2, EmissMotosN2O, EmissMotosSO2, EmissMotosNMHCabastece, EmissMotosCO2eq, EmissMotosMP10pneu_freio, EmissMotosMP10pista, EmissMotosMP10Ressuspensao, EmissMotosNMHCDiurnal, EmissMotosNMHCHotSoak, EmissMotosNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityMotos2018)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f \r\n',EmissCityMotos2018(ii,:));
end
fclose(fileID2);
%%
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Pesados por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityPesados_BRAVES.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityPesados_BRAVES.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissPesadosCO, EmissPesadosHC, EmissPesadosNMHCescape, EmissPesadosCH4, EmissPesadosNOx, EmissPesadosRCHO, EmissPesadosMP, EmissPesadosCO2, EmissPesadosN2O, EmissPesadosSO2, EmissPesadosNMHCabastece, EmissPesadosCO2eq, EmissPesadosMP10pneu_freio, EmissPesadosMP10pista, EmissPesadosMP10Ressuspensao, EmissPesadosNMHCDiurnal, EmissPesadosNMHCHotSoak, EmissPesadosNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityPesadosBR)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f \r\n',EmissCityPesadosBR(ii,:));
end
fclose(fileID2);
AnosUNICOS4 = unique(EmissCityPesadosBR(:,1));

```

```

%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2013
[lia,loc] = ismember(EmissCityPesadosBR(:,1),AnosUNICOS4(1));
EmissCityPesados2013 = EmissCityPesadosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Pesados 2013 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityPesados_BRAVES_2013.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityPesados_BRAVES_2013.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissPesadosCO, EmissPesadosHC,
EmissPesadosNMHCescape, EmissPesadosCH4, EmissPesadosNOx, EmissPesadosRCHO, Emiss-
PesadosMP, EmissPesadosCO2, EmissPesadosN2O, EmissPesadosSO2, EmissPesadosNMHCabas-
tece, EmissPesadosCO2eq, EmissPesadosMP10pneu_freio, EmissPesadosMP10pista, Emiss-
PesadosMP10Ressuspensao, EmissPesadosNMHCDiurnal, EmissPesadosNMHCHotSoak, EmissPe-
sadosNMHCRuningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityPesados2013)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityPesados2013(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2014
[lia,loc] = ismember(EmissCityPesadosBR(:,1),AnosUNICOS4(2));
EmissCityPesados2014 = EmissCityPesadosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Pesados 2014 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityPesados_BRAVES_2014.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityPesados_BRAVES_2014.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissPesadosCO, EmissPesadosHC,
EmissPesadosNMHCescape, EmissPesadosCH4, EmissPesadosNOx, EmissPesadosRCHO, Emiss-
PesadosMP, EmissPesadosCO2, EmissPesadosN2O, EmissPesadosSO2, EmissPesadosNMHCabas-
tece, EmissPesadosCO2eq, EmissPesadosMP10pneu_freio, EmissPesadosMP10pista, Emiss-
PesadosMP10Ressuspensao, EmissPesadosNMHCDiurnal, EmissPesadosNMHCHotSoak, EmissPe-
sadosNMHCRuningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityPesados2014)

    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityPesados2014(ii,:));

end

fclose(fileID2);

%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2015
[lia,loc] = ismember(EmissCityPesadosBR(:,1),AnosUNICOS4(3));
EmissCityPesados2015 = EmissCityPesadosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Pesados 2015 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityPesados_BRAVES_2015.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityPesados_BRAVES_2015.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissPesadosCO, EmissPesadosHC,
EmissPesadosNMHCescape, EmissPesadosCH4, EmissPesadosNOx, EmissPesadosRCHO, Emiss-
PesadosMP, EmissPesadosCO2, EmissPesadosN2O, EmissPesadosSO2, EmissPesadosNMHCabas-
tece, EmissPesadosCO2eq, EmissPesadosMP10pneu_freio, EmissPesadosMP10pista, Emiss-
PesadosMP10Ressuspensao, EmissPesadosNMHCDiurnal, EmissPesadosNMHCHotSoak, EmissPe-
sadosNMHCRuningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityPesados2015)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityPesados2015(ii,:));
end
fclose(fileID2);

```

```

%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2016
[lia,loc] = ismember(EmissCityPesadosBR(:,1),AnosUNICOS4(4));
EmissCityPesados2016 = EmissCityPesadosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Pesados 2016 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityPesados_BRAVES_2016.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityPesados_BRAVES_2016.txt'],'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissPesadosCO, EmissPesadosHC,
EmissPesadosNMHCescape, EmissPesadosCH4, EmissPesadosNOx, EmissPesadosRCHO, Emiss-
PesadosMP, EmissPesadosCO2, EmissPesadosN2O, EmissPesadosSO2, EmissPesadosNMHCabas-
tece, EmissPesadosCO2eq, EmissPesadosMP10pneu_freio, EmissPesadosMP10pista, Emiss-
PesadosMP10Ressuspensao, EmissPesadosNMHCDiurnal, EmissPesadosNMHCHotSoak, EmissPe-
sadosNMHCRuningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityPesados2016)
    fprintf(fileID2, '%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityPesados2016(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2017
[lia,loc] = ismember(EmissCityPesadosBR(:,1),AnosUNICOS4(5));
EmissCityPesados2017 = EmissCityPesadosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Pesados 2017 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityPesados_BRAVES_2017.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityPesados_BRAVES_2017.txt'],'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissPesadosCO, EmissPesadosHC,
EmissPesadosNMHCescape, EmissPesadosCH4, EmissPesadosNOx, EmissPesadosRCHO, Emiss-
PesadosMP, EmissPesadosCO2, EmissPesadosN2O, EmissPesadosSO2, EmissPesadosNMHCabas-
tece, EmissPesadosCO2eq, EmissPesadosMP10pneu_freio, EmissPesadosMP10pista, Emiss-
PesadosMP10Ressuspensao, EmissPesadosNMHCDiurnal, EmissPesadosNMHCHotSoak, EmissPe-
sadosNMHCRuningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityPesados2017)

    fprintf(fileID2, '%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityPesados2017(ii,:));

end

fclose(fileID2);

%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2018
[lia,loc] = ismember(EmissCityPesadosBR(:,1),AnosUNICOS4(6));
EmissCityPesados2018 = EmissCityPesadosBR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao dos Pesados 2018 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityPesados_BRAVES_2018.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityPesados_BRAVES_2018.txt'],'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissPesadosCO, EmissPesadosHC,
EmissPesadosNMHCescape, EmissPesadosCH4, EmissPesadosNOx, EmissPesadosRCHO, Emiss-
PesadosMP, EmissPesadosCO2, EmissPesadosN2O, EmissPesadosSO2, EmissPesadosNMHCabas-
tece, EmissPesadosCO2eq, EmissPesadosMP10pneu_freio, EmissPesadosMP10pista, Emiss-
PesadosMP10Ressuspensao, EmissPesadosNMHCDiurnal, EmissPesadosNMHCHotSoak, EmissPe-
sadosNMHCRuningL \r\n');
for ii = 1:length(EmissCityPesados2018)
    fprintf(fileID2, '%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EmissCityPesados2018(ii,:));
end
fclose(fileID2);

```

```

EmissCityMotosBR(:,9) = 0;
% EmissCityMotosBR(:,19:21) = 0;
EmissCityPesadosBR(:,9) = 0;
% EmissCityPesadosBR(:,11) = 0;
EmissCityPesadosBR(:,14) = 0;
EmissCityPesadosBR(:,19:21) = 0;

EMISSAototal_BR = [EmissCityLevesBR(:,1:3), EmissCityLevesBR(:,4:end)+ EmissCity-
ComLevesBR(:,4:end)+ EmissCityMotosBR(:,4:end)+ EmissCityPesadosBR(:,4:end)];
%%
% Apresentar as emissoes totais tudo em toneladas
EMISSAototal_BR(:,4:end) = EMISSAototal_BR(:,4:end)./1000000;

%% SALVANDO AS EMISSÕES TOTAIS DOS MUNICIPIOS BRASILEIROS EM TONELADAS
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL NO BRASIL por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape,
EmissCH4, EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCa-
bastece, EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao,
EmissNMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR(:,1))
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EMISSAototal_BR(ii,:));
end
fclose(fileID2);
AnosUNICOS4 = unique(EMISSAototal_BR(:,1));

%Procurando os dados de 2013
[lia,loc] = ismember(EMISSAototal_BR(:,1),AnosUNICOS4(1));
EMISSAototal_BR2013 = EMISSAototal_BR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2013 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_2013.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_2013.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape,
EmissCH4, EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCa-
bastece, EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao,
EmissNMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR2013)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EMISSAototal_BR2013(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2014
[lia,loc] = ismember(EMISSAototal_BR(:,1),AnosUNICOS4(2));
EMISSAototal_BR2014 = EMISSAototal_BR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2014 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_2014.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_2014.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape,
EmissCH4, EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCa-
bastece, EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao,
EmissNMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR2014)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EMISSAototal_BR2014(ii,:));
end
fclose(fileID2);

```

```

%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2015
[lia,loc] = ismember(EMISSAototal_BR(:,1),AnosUNICOS4(3));
EMISSAototal_BR2015 = EMISSAototal_BR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2015 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityTOTAL_BRAVES_2015.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityTOTAL_BRAVES_2015.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape,
EmissCH4, EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCa-
bastece, EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao,
EmissNMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR2015)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EMISSAototal_BR2015(ii,:));
end
fclose(fileID2);
%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2016
[lia,loc] = ismember(EMISSAototal_BR(:,1),AnosUNICOS4(4));
EMISSAototal_BR2016 = EMISSAototal_BR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2016 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityTOTAL_BRAVES_2016.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityTOTAL_BRAVES_2016.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape,
EmissCH4, EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCa-
bastece, EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao,
EmissNMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR2016)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EMISSAototal_BR2016(ii,:));
end
fclose(fileID2);
%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2017
[lia,loc] = ismember(EMISSAototal_BR(:,1),AnosUNICOS4(5));
EMISSAototal_BR2017 = EMISSAototal_BR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2017 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityTOTAL_BRAVES_2017.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityTOTAL_BRAVES_2017.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape,
EmissCH4, EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCa-
bastece, EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao,
EmissNMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR2017)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f
, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EMISSAototal_BR2017(ii,:));
end
fclose(fileID2);
%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2018
[lia,loc] = ismember(EMISSAototal_BR(:,1),AnosUNICOS4(6));
EMISSAototal_BR2018 = EMISSAototal_BR(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2018 por cidade(.txt)'])
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityTOTAL_BRAVES_2018.txt'],'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path,'\EmissCityTOTAL_BRAVES_2018.txt'],'a');
fprintf(fileID2,'YEAR_DATA, UF_CODE, MUN_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape,
EmissCH4, EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCa-
bastece, EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao,
EmissNMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR2018)

```

```

    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EMISSAototal_BR2018(ii,:));
end
fclose(fileID2);

%% CONSOLIDANDO AS EMISSÕES VEICULARES POR ESTADO (UF)
[xg,EMISSAototal_BR_UF] = consolidator(EMISSAototal_BR(:,1:2), EMISSAototal_BR(:,4:end), 'nansum');
EMISSAototal_BR_UF = [xg,EMISSAototal_BR_UF];
%% SALVANDO AS EMISSÕES TOTAIS DOS ESTADOS BRASILEIROS EM TONELADAS
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL NO BRASIL por estado(UF) (.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF.txt'], 'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF.txt'], 'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape, EmissCH4,
EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCabastece,
EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao, Emiss-
NMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR_UF(:,1))
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EMISSAototal_BR_UF(ii,:));
end
fclose(fileID2);
AnosUNICOS4 = unique(EMISSAototal_BR_UF(:,1));

%Procurando os dados de 2013
[lia,loc] = ismember(EMISSAototal_BR_UF(:,1),AnosUNICOS4(1));
EMISSAototal_BR_UF_2013 = EMISSAototal_BR_UF(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2013 por estado(UF) (.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2013.txt'], 'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2013.txt'], 'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape, EmissCH4,
EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCabastece,
EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao, Emiss-
NMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR_UF_2013)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EMISSAototal_BR_UF_2013(ii,:));
end
fclose(fileID2);
%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2014
[lia,loc] = ismember(EMISSAototal_BR_UF(:,1),AnosUNICOS4(2));
EMISSAototal_BR_UF_2014 = EMISSAototal_BR_UF(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2014 por estado(UF) (.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2014.txt'], 'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2014.txt'], 'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape, EmissCH4,
EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCabastece,
EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao, Emiss-
NMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR_UF_2014)
    fprintf(fileID2,'%10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n',EMISSAototal_BR_UF_2014(ii,:));
end
fclose(fileID2);
%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2015
[lia,loc] = ismember(EMISSAototal_BR_UF(:,1),AnosUNICOS4(3));
EMISSAototal_BR_UF_2015 = EMISSAototal_BR_UF(lia,:);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2015 por estado(UF) (.txt)'])

```

```

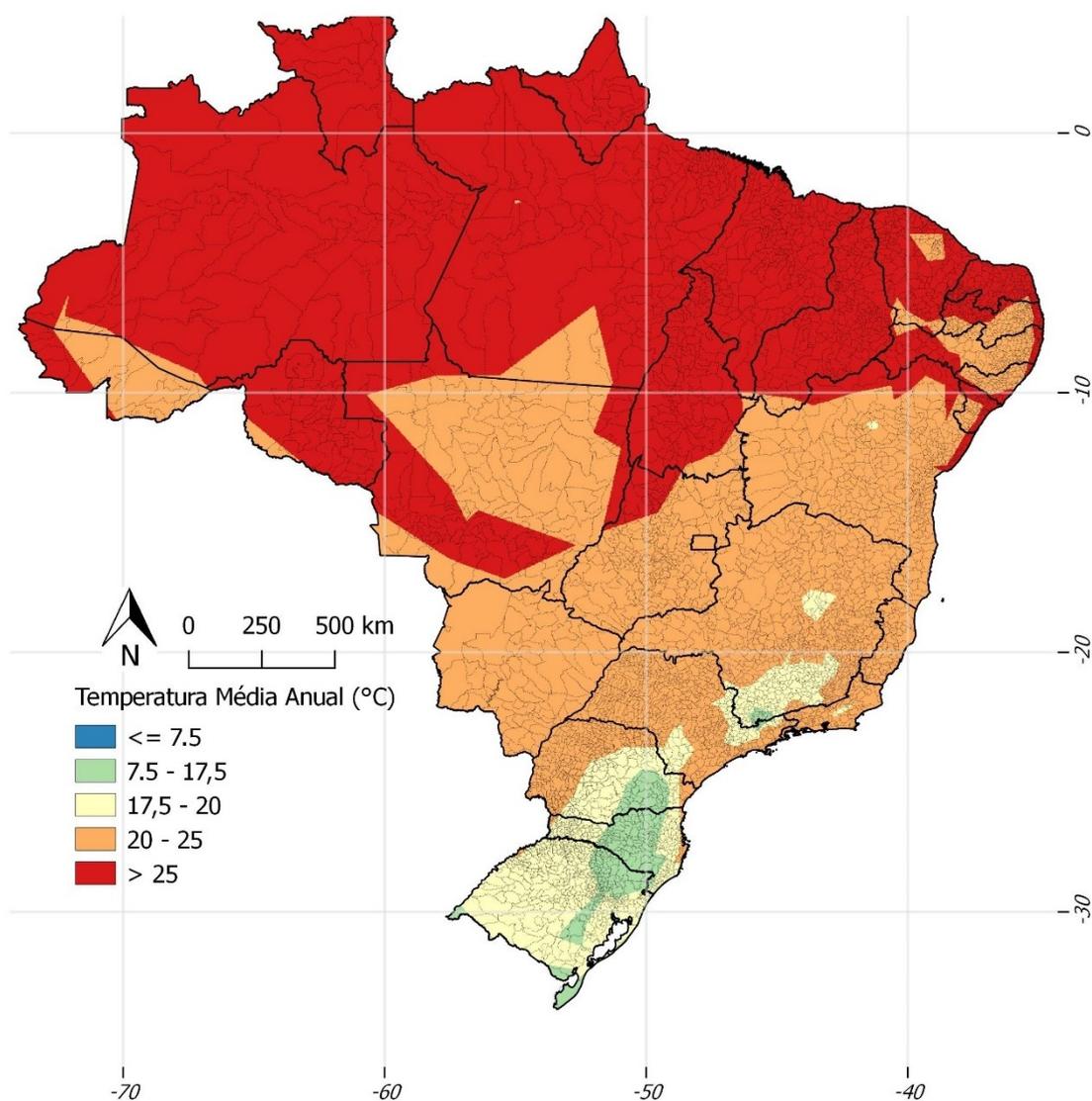
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2015.txt'], 'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2015.txt'], 'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape, EmissCH4,
EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCabastece,
EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao, Emiss-
NMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR_UF_2015)
    fprintf(fileID2, '%10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n', EMISSAototal_BR_UF_2015(ii, :));
end
fclose(fileID2);
%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2016
[lia, loc] = ismember(EMISSAototal_BR_UF(:, 1), AnosUNICOS4(4));
EMISSAototal_BR_UF_2016 = EMISSAototal_BR_UF(lia, :);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2016 por estado(UF) (.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2016.txt'], 'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2016.txt'], 'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape, EmissCH4,
EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCabastece,
EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao, Emiss-
NMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR_UF_2016)
    fprintf(fileID2, '%10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n', EMISSAototal_BR_UF_2016(ii, :));
end
fclose(fileID2);
%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2017
[lia, loc] = ismember(EMISSAototal_BR_UF(:, 1), AnosUNICOS4(5));
EMISSAototal_BR_UF_2017 = EMISSAototal_BR_UF(lia, :);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2017 por estado(UF) (.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2017.txt'], 'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2017.txt'], 'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape, EmissCH4,
EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCabastece,
EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao, Emiss-
NMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR_UF_2017)
    fprintf(fileID2, '%10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n', EMISSAototal_BR_UF_2017(ii, :));
end
fclose(fileID2);
%Procurando os dados dos veiculos pesados de 2018
[lia, loc] = ismember(EMISSAototal_BR_UF(:, 1), AnosUNICOS4(6));
EMISSAototal_BR_UF_2018 = EMISSAototal_BR_UF(lia, :);
disp(['Salvando os Dados de Emissao TOTAL 2018 por estado(UF) (.txt)'])
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2018.txt'], 'w');
fprintf(fileID2, '');
fclose(fileID2);
fileID2 = fopen([path, '\EmissCityTOTAL_BRAVES_UF_2018.txt'], 'a');
fprintf(fileID2, 'YEAR_DATA, UF_CODE, EmissCO, EmissHC, EmissNMHCescape, EmissCH4,
EmissNOx, EmissRCHO, EmissMP, EmissCO2, EmissN2O, EmissSO2, EmissNMHCabastece,
EmissCO2eq, EmissMP10pneu_freio, EmissMP10pista, EmissMP10Ressuspensao, Emiss-
NMHCDiurnal, EmissNMHCHotSoak, EmissNMHCRunningL \r\n');
for ii = 1:length(EMISSAototal_BR_UF_2018)
    fprintf(fileID2, '%10.0f , %10.0f , %10.5f , %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f, %10.5f, %10.5f , %10.5f , %10.5f ,
%10.5f , %10.5f , %10.5f , %10.5f \r\n', EMISSAototal_BR_UF_2018(ii, :));
end
fclose(fileID2);

```

APENDICE B – Temperaturas das Normais Climatológicas do INMET nos municípios brasileiros

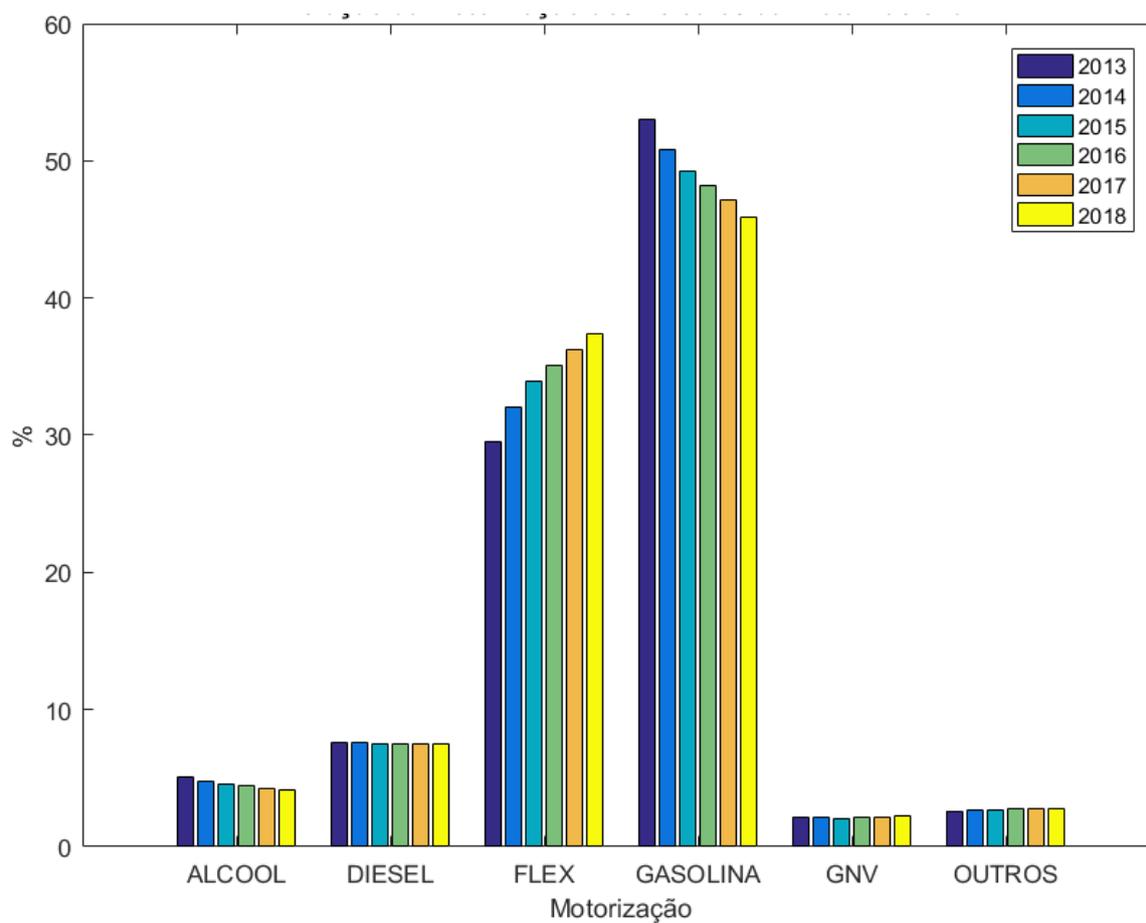
Com objetivo de obter as temperaturas médias nos municípios brasileiros, foram interpolados os dados de temperaturas médias anuais das normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (Figura 18). Esse estudo compilou dados meteorológicos de diversos locais do Brasil, registrados entre o ano de 1981 e o de 2010.

Figura 18: Mapa de interpolação das temperaturas das Normais climatológicas do INMET nos municípios brasileiros



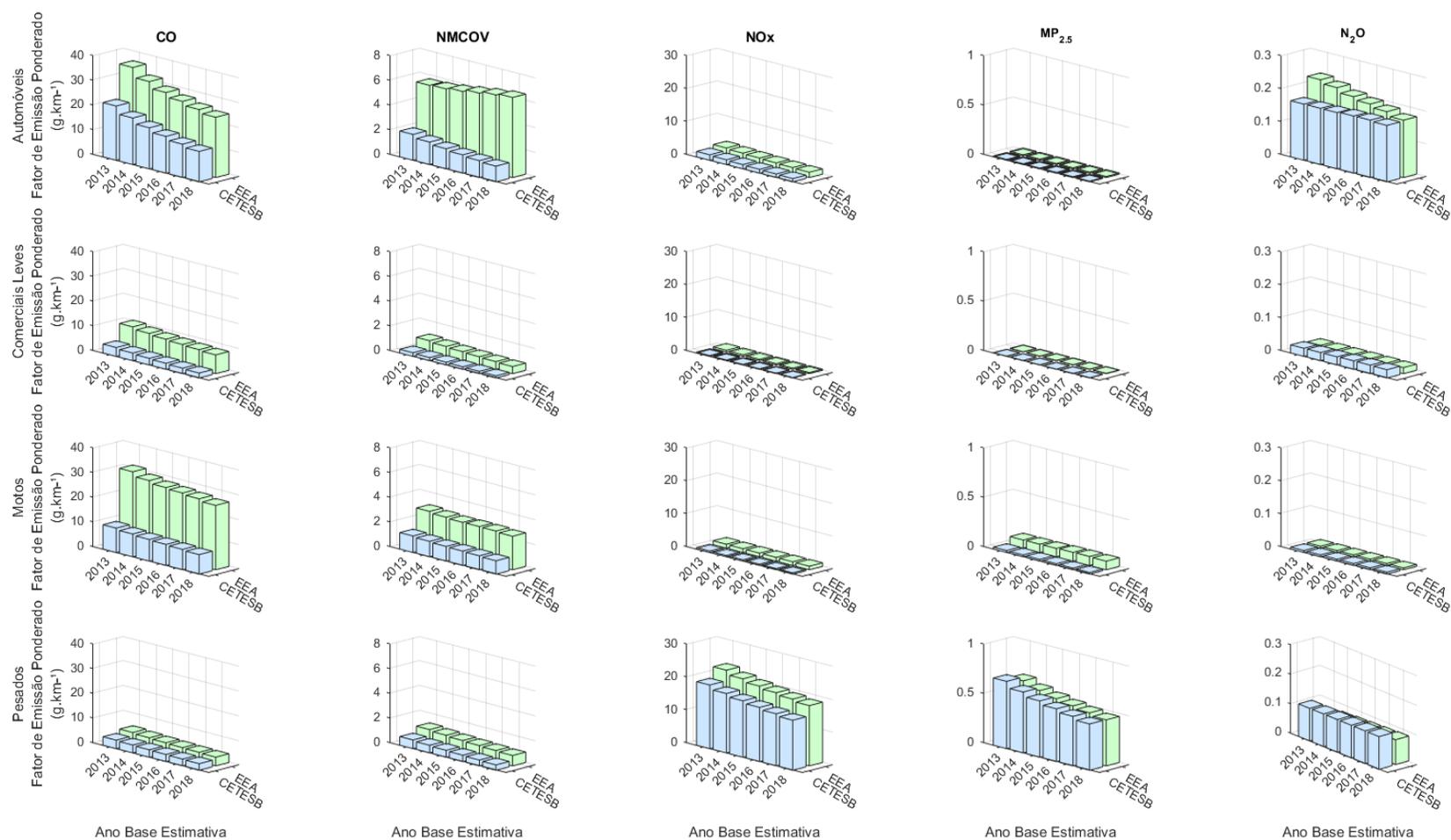
APENDICE C - Evolução da motorização dos veículos registrados na Frota Nacional

Figura 19: Evolução entre os anos de 2013 e 2018 da motorização da frota de veículos na Frota brasileira



APENDICE D – Comparação dos Fatores de emissão exaustivos do guia europeu e da CETESB

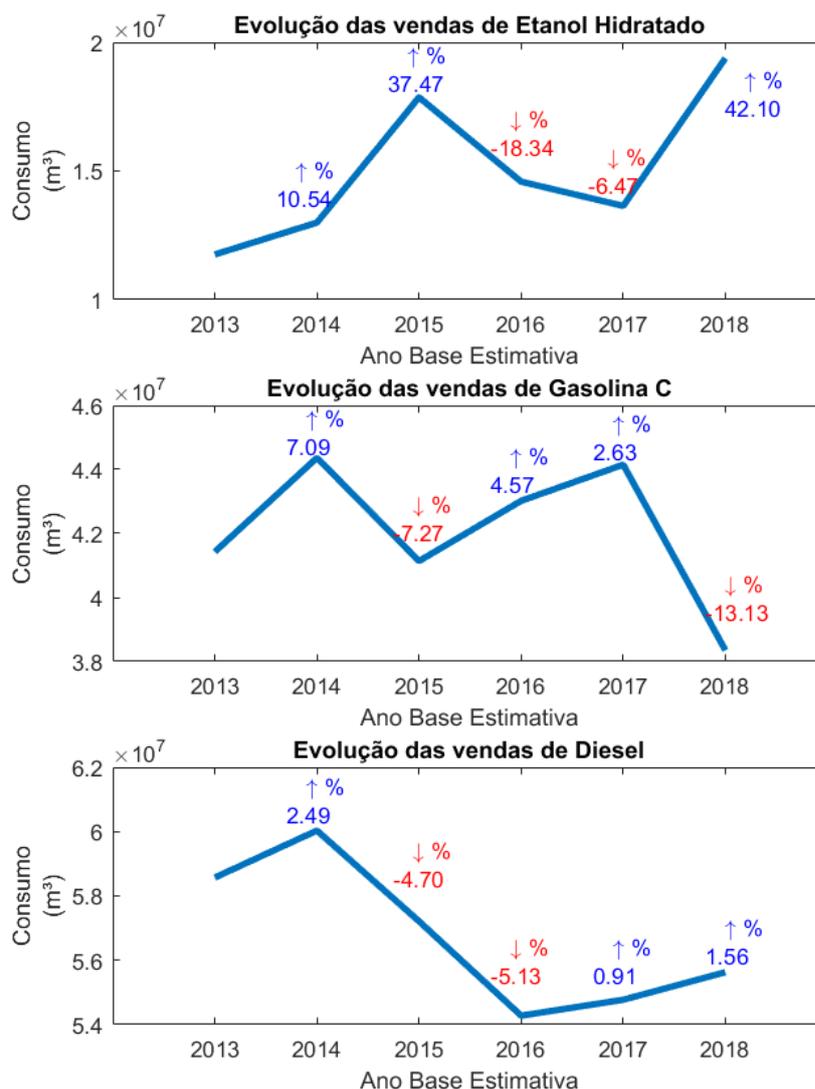
Figura 20: Comparação dos fatores de emissão de exaustão da CETESB e do guia europeu de inventário de emissões para CO, NMHC, NOx, MP_{2,5} e N₂O



APENDICE F – Variação do consumo de combustível no Brasil dedicado a uso rodoviário

As emissões de ressuspensão de solo, estrada, pneus e desgaste de freios praticamente não diferiram entre os anos, embora a frota tenha aumentado no Brasil (DENATRAN, 2018b; Mosquim e Keutenedjian Mady, 2021). No BRAVES, as emissões são função dos fatores de emissão e do consumo de combustível. O fator de emissão incorpora as características da frota, conseqüentemente, as técnicas de controle de emissão da frota de cada município. O consumo de combustível representa a taxa de atividade no BRAVES. Como a taxa de atividade oscila ao longo dos anos e a tecnologia da frota mudou desde 2013, não observamos uma diferença significativa para algumas emissões entre os anos. Nestes casos, podemos observar um contrapeso entre o aumento / diminuição do consumo de combustível e os fatores de emissão.

Figura 22: Evolução do consumo de Etanol Hidratado, Gasolina Comum e Diesel no Brasil entre os anos de 2013 e 2018

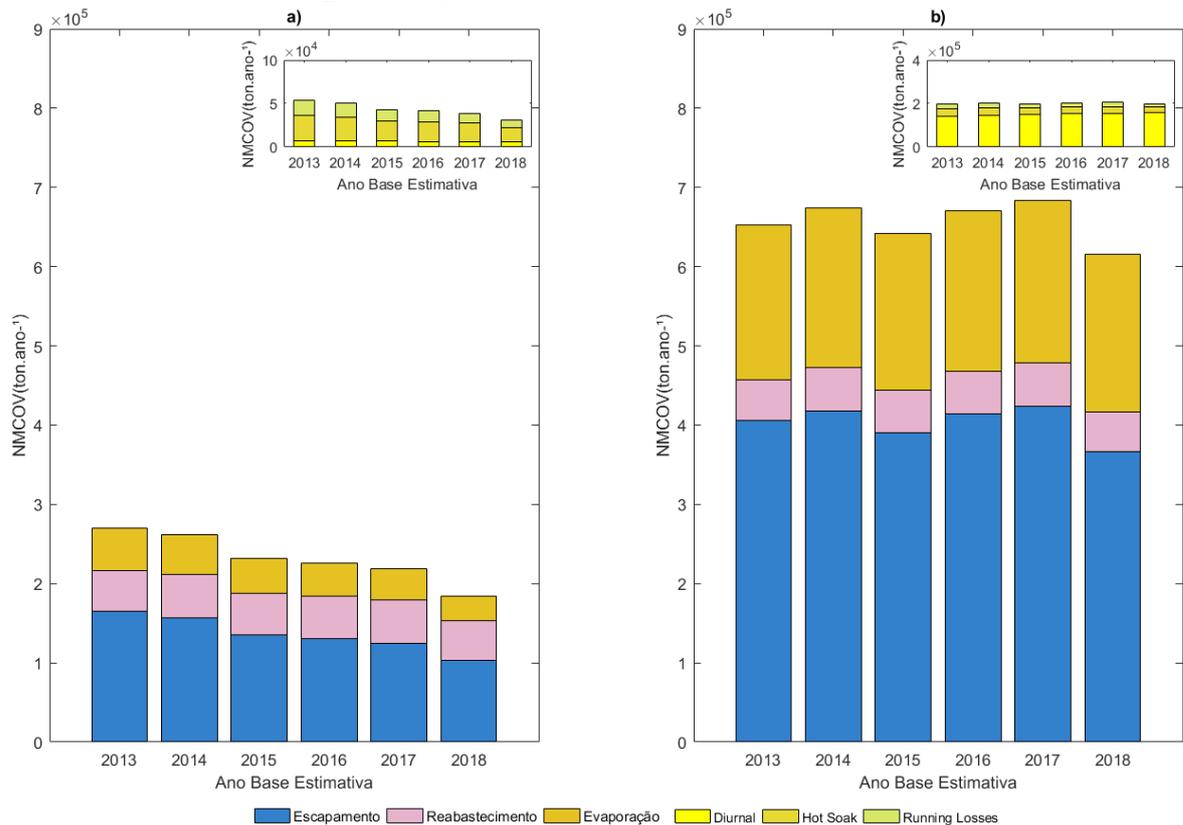


APENDICE G – Estimativa das emissões de NMCOV utilizando os Fatores de emissão do Guia Europeu.

Estimamos as emissões de NMCOV para os processos de exaustão e evaporativas utilizando os fatores de emissão do guia europeu de inventário de emissões veiculares. Devido a compatibilidade com o modelo BRAVES foram considerados os FE do *Tier 2*. Os fatores de emissões do processo evaporativo do guia europeu consideram as emissões das categorias de veículos leves, comerciais leves e motos. Já as emissões de NMCOV por exaustão são para todas as categorias de veículos.

Quando comparamos a magnitude das emissões utilizando os fatores de emissão do guia europeu com os da CETESB, observamos que as emissões de NMCOV utilizando os fatores de emissões brasileiros são menores (Figura 23a). Além disso, as emissões evaporativas possuem maior representatividade utilizando os fatores de emissões do guia europeu (Figura 23b). É importante salientar que o guia europeu apresenta os fatores de emissões considerando veículos exclusivos a gasolina, e no Brasil a gasolina comercializada possui mistura de etanol na sua composição, logo, espera-se que as emissões evaporativas no Brasil sejam ainda mais relevantes (KROUPAL; PALACIOS, 2019).

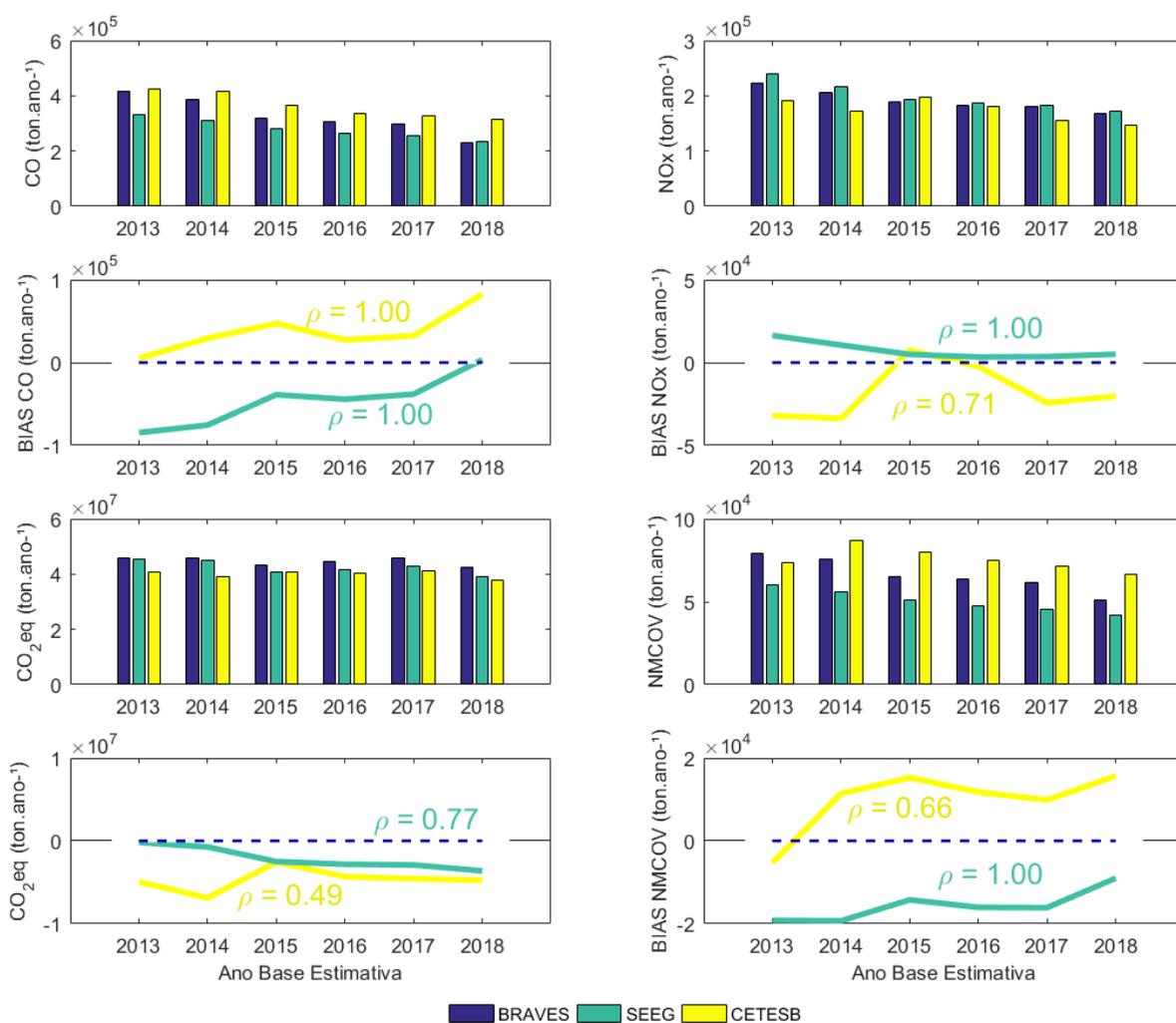
Figura 23: Comparação das emissões de NMCOV pelos processos de exaustão, reabastecimento e evaporação utilizando os fatores de emissão da CETESB (a) e do Tier 2 do guia europeu de inventário de emissões (b)



APENDICE H – Comparação das Estimativas de emissão no estado de São Paulo entre os métodos da CETESB, SEEG E BRAVES

A Figura 23 apresenta a comparação das estimativas de emissão no estado de São Paulo realizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases Efeito Estufa (SEEG) e pelo método proposto (BRAVES). Também é apresentado a correlação de Spearman e o viés em tonelada por ano para cada um dos métodos em relação ao presente método proposto. Foram comparadas as emissões de CO, NOx, CO₂eq e COV devido a estimativa apenas desses poluentes pelo SEEG. As emissões de MP pela CETESB consideram apenas emissão por exaustão, por isso não foram comparadas as emissões entre os modelos para este poluente.

Figura 24: Correlação, Bias e a Comparação das Estimativas de emissão no estado de São Paulo entre os métodos da CETESB, SEEG E BRAVES



A comparação entre os métodos BRAVES, CETESB e SEEG apresentam boa correlação. As estimativas de CO obtiveram correlação de Spearman igual a 1 para ambos os métodos em relação ao BRAVES. Para os demais poluentes a correlação foi melhor entre o método BRAVES e SEEG, apresentando valor igual a 1 para NO_x e COV e de 0.77 para o CO₂eq. Já a correlação de Spearman entre BRAVES e CETESB para o NO_x foi de 0.71, para os COV foi de 0.66 e para o CO₂eq de 0,49. Entre os métodos analisadas, o poluente com a correlação mais baixa foi observado para o CO₂eq.

Em relação ao *Bias*, as estimativas de NO_x apresentam os valores mais próximos entre os métodos analisados ao longo dos anos. A mesma tendência das emissões de COV, CO₂eq e CO foram observadas em todos os métodos. No ano de 2013, as estimativas pelo BRAVES e pela CETESB foram muito próximas para as emissões de CO com um viés de 5.120 toneladas (1.23%) e para as emissões de COV -5.279 toneladas (-6,66%). Já a comparação entre o método BRAVES e SEEG apresentou menor viés da magnitude das emissões de CO para o ano de 2018 3.514 toneladas (1.5%), e para as emissões de CO₂eq no ano de 2013 com -189.849 toneladas (-0.4%).

ANEXO I – Evolução do teor de enxofre no diesel e seus dispositivos legais

Figura 25: Evolução do teor de enxofre no diesel e seus dispositivos legais

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

Fonte: CETESB (2020)

ANEXO II – Evolução da proporção de etanol adicionado à gasolina comercializada no Brasil e seus dispositivos legais

Figura 26: Evolução da proporção de etanol adicionado à gasolina comercializada no Brasil e suas suas resoluções normativas

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

(1) 25% para gasolina *premium*

Fonte: CETESB (2020)

ANEXO III – Tabelas de evolução do consumo de combustível por categorias de veículo.

Figura 27: Evolução do consumo anual de gasolina A e GNV por categoria de veículos Ano (10³ m³)

Ano	Gasolina A (10 ³ m ³)						GNV (10 ⁶ m ³)
	Automóveis		Comerciais Leves		Motocicletas		
	Dedicados à Gasolina C	Flex Fuel	Dedicados à Gasolina C	Flex Fuel	Dedicadas à Gasolina C	Flex Fuel	
1980	9.862	-	1.520	-	48	-	-
1981	9.481	-	1.387	-	74	-	-
1982	9.049	-	1.254	-	105	-	-
1983	7.571	-	1.006	-	124	-	-
1984	6.789	-	879	-	143	-	-
1985	6.615	-	837	-	169	-	-
1986	7.449	-	921	-	225	-	-
1987	6.514	-	791	-	232	-	-
1988	6.304	-	755	-	261	-	3
1989	7.096	-	847	-	329	-	2
1990	8.077	-	983	-	393	-	2
1991	8.726	-	1.094	-	423	-	2
1992	8.681	-	1.114	-	405	-	-
1993	9.149	-	1.186	-	389	-	25
1994	10.071	-	1.292	-	376	-	46
1995	12.113	-	1.547	-	396	-	49
1996	14.164	-	1.859	-	434	-	36
1997	15.429	-	2.084	-	482	-	47
1998	16.168	-	2.208	-	547	-	132
1999	15.110	-	2.051	-	561	-	159
2000	14.602	-	1.949	-	598	-	313
2001	14.359	-	1.870	-	656	-	572
2002	13.726	-	1.718	-	701	-	980
2003	14.446	14	1.744	3	824	-	1.328
2004	14.900	-	1.762	-	950	-	1.580
2005	14.842	-	1.741	-	1.073	-	1.945
2006	15.398	197	1.813	24	1.321	-	2.307
2007	14.509	690	1.731	82	1.542	-	2.559
2008	13.781	1.374	1.714	165	1.847	-	2.453
2009	12.263	2.784	1.661	359	1.984	6	2.106
2010	11.788	6.035	1.807	876	2.217	37	2.008
2011	10.777	10.300	1.901	1.647	2.294	143	1.972
2012	10.447	14.094	2.092	2.405	2.426	295	1.942

Fonte: (MMA, 2014)

Figura 28: Evolução do consumo anual de etanol por categoria de veículos (10³ m³)

Ano	Etanol Anidro						Etanol Hidratado					
	Automóveis		Comerciais Leves		Motocicletas		Automóveis		Comerciais Leves		Moto- cicletas	
	Dedicados a Gasolina C	Flex Fuel	Dedicados a Gasolina C	Flex Fuel	Dedicados a Gasolina C	Flex Fuel	Dedicados a Etanol Hidratado	Flex Fuel	Dedicados a Etanol Hidratado	Flex Fuel	Flex Fuel	
1980	1.944	-	300	-	10	-	401	-	28	-	-	
1981	993	-	145	-	8	-	1.308	-	84	-	-	
1982	1.757	-	244	-	20	-	1.563	-	111	-	-	
1983	1.912	-	254	-	31	-	2.742	-	208	-	-	
1984	1.809	-	234	-	38	-	4.220	-	355	-	-	
1985	1.841	-	233	-	47	-	5.567	-	521	-	-	
1986	2.116	-	262	-	64	-	7.635	-	762	-	-	
1987	1.846	-	224	-	66	-	8.050	-	869	-	-	
1988	1.693	-	203	-	70	-	8.750	-	1.010	-	-	
1989	1.391	-	166	-	65	-	9.887	-	1.181	-	-	
1990	1.041	-	127	-	51	-	9.109	-	1.103	-	-	
1991	1.403	-	176	-	68	-	9.137	-	1.114	-	-	
1992	1.895	-	243	-	88	-	8.352	-	1.035	-	-	
1993	2.073	-	269	-	88	-	8.590	-	1.085	-	-	
1994	2.682	-	344	-	100	-	8.649	-	1.111	-	-	
1995	2.906	-	371	-	95	-	8.802	-	1.144	-	-	
1996	3.489	-	458	-	107	-	8.657	-	1.128	-	-	
1997	4.299	-	581	-	134	-	7.349	-	956	-	-	
1998	4.560	-	623	-	154	-	6.831	-	886	-	-	
1999	5.117	-	695	-	190	-	6.244	-	807	-	-	
2000	4.858	-	648	-	199	-	4.823	-	620	-	-	
2001	5.109	-	665	-	234	-	3.773	-	484	-	-	
2002	6.164	-	772	-	315	-	3.846	-	498	-	-	
2003	6.155	6	743	1	351	-	3.298	30	428	7	-	
2004	6.304	-	745	-	402	-	3.627	629	460	119	-	
2005	6.420	-	753	-	464	-	2.937	2.056	361	302	-	
2006	4.270	55	503	7	366	-	2.303	4.017	279	496	-	
2007	4.869	232	581	27	517	-	2.078	7.189	249	850	-	
2008	4.829	481	601	58	647	-	1.852	11.247	220	1.348	-	
2009	4.088	928	554	120	661	2	1.500	13.142	176	1.624	29	
2010	3.676	1.882	563	273	691	11	1.308	12.921	152	1.702	80	
2011	3.359	3.211	593	513	715	44	1.095	9.487	126	1.374	134	
2012	2.552	3.444	511	588	593	72	927	8.702	105	1.379	186	

Fonte: (MMA, 2014)

Figura 29: Evolução do consumo anual de diesel de petróleo por categoria de veículos (10³ m³)

Ano	Diesel de Petróleo								
	Comerciais Leves	Ônibus Urbanos	Micro-ônibus	Ônibus Rodoviários	Caminhões Semileves	Caminhões Leves	Caminhões Médios	Caminhões Semipesados	Caminhões Pesados
1980	71	2.420	78	332	-	1.497	4.396	4.509	-
1981	108	2.311	81	321	-	1.474	4.329	4.461	-
1982	165	2.312	86	326	-	1.509	4.362	4.548	-
1983	205	2.198	86	316	0	1.484	4.122	4.345	19
1984	247	2.228	91	326	2	1.589	4.163	4.468	70
1985	283	2.245	95	335	6	1.722	4.186	4.634	150
1986	352	2.540	108	384	17	2.120	4.694	5.434	288
1987	387	2.636	112	401	29	2.322	4.707	5.794	437
1988	417	2.719	113	414	37	2.401	4.534	5.991	592
1989	479	2.880	119	440	45	2.550	4.506	6.386	729
1990	524	2.908	118	447	52	2.576	4.387	6.396	858
1991	577	3.151	120	482	59	2.661	4.464	6.477	1.059
1992	611	3.386	120	514	62	2.668	4.392	6.415	1.220
1993	669	3.571	120	542	64	2.694	4.348	6.413	1.476
1994	758	3.749	118	570	65	2.771	4.368	6.506	1.889
1995	852	4.047	119	612	66	2.889	4.485	6.683	2.390
1996	919	4.346	119	653	65	2.952	4.546	6.762	2.797
1997	1.023	4.668	134	704	65	3.066	4.668	7.014	3.262
1998	1.158	4.934	166	724	65	3.173	4.780	7.312	3.733
1999	1.247	4.940	211	696	68	3.196	4.723	7.408	4.010
2000	1.359	4.951	307	700	82	3.321	4.726	7.707	4.358
2001	1.462	4.919	432	715	108	3.434	4.673	7.956	4.673
2002	1.562	4.944	577	749	153	3.579	4.690	8.256	5.058
2003	1.518	4.598	700	738	188	3.432	4.353	7.946	5.127
2004	1.614	4.692	874	794	239	3.607	4.416	8.505	5.846
2005	1.611	4.455	932	795	277	3.520	4.151	8.524	6.164
2006	1.654	4.407	985	815	317	3.504	4.004	8.669	6.477
2007	1.746	4.581	1.068	863	365	3.581	3.986	9.097	7.030
2008	1.851	4.775	1.154	901	410	3.635	3.937	9.665	7.792
2009	1.768	4.593	1.147	854	413	3.441	3.616	9.563	7.950
2010	1.816	4.896	1.251	900	451	3.654	3.707	10.620	9.088
2011	1.845	5.335	1.352	973	489	3.914	3.799	11.971	10.510
2012	1.662	5.377	1.320	977	485	3.865	3.583	12.243	10.854

Fonte: (MMA, 2014)

ANEXO IV – Tabelas de fatores de emissão de escapamento e autonomia

Figura 30: Fator de Emissão de exaustão para Automóveis novos

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

Figura 31: Fator de Emissão de exaustão de Automóveis novos (Continuação)

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

Fonte: CETESB (2020)

Figura 32: Fatores de emissão de exaustão de Comerciais Leves novos

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

Figura 33: Fatores de emissão de exaustão de Comerciais Leves novos (Continuação)

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

Fonte: CETESB (2020)

Figura 34: Fatores de emissão de exaustão de Motos novos

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

Figura 35: Fatores de emissão de exaustão de Motos novos (Continuação)

Ano	Classificação	Fase Promot	Combustível	CO	HC	NMHC	CH4	NOx	MP	CO ₂	N ₂ O	Autonomia
				(g/Km)	(g/Km)	(km/l)						
2016	≤ 150 cc	M4	Gasolina	0,606	0,124	0,093	0,031	0,013	0,0035	47	nd	45,2
	> 150 cc			0,504	0,079	0,059	0,020	0,049		65	nd	35,5
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,649	0,130	0,098	0,032	0,038		46	nd	45,7
	> 150 cc			0,715	0,111	0,083	0,028	0,044		62	nd	34,3
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,517	0,160	0,120	0,040	0,039		45	nd	31,2
	> 150 cc			0,827	0,180	0,135	0,045	0,021		60	nd	23,0
2017	≤ 150 cc	M4	Gasolina	0,580	0,110	0,083	0,027	0,024	0,0035	38	0,002	57,1
	> 150 cc			0,525	0,073	0,055	0,018	0,043		48	0,002	45,6
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,731	0,120	0,090	0,030	0,031		41	nd	51,9
	> 150 cc			0,694	0,084	0,063	0,021	0,045		49	nd	44,0
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,476	0,151	0,113	0,038	0,024		40	nd	35,8
	> 150 cc			0,689	0,110	0,083	0,027	0,028		48	nd	29,8
2018	≤ 150 cc	M4	Gasolina	0,608	0,108	0,081	0,027	0,023	0,0035	37	0,002	58,5
	> 150 cc			0,545	0,073	0,055	0,018	0,046		50	0,002	44,2
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,834	0,113	0,085	0,028	0,030		41	nd	51,5
	> 150 cc			0,726	0,086	0,065	0,021	0,042		49	nd	44,0
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,502	0,139	0,104	0,035	0,027		40	nd	35,6
	> 150 cc			0,654	0,101	0,076	0,025	0,035		47	nd	30,3
2019	≤ 150 cc	M4	Gasolina	0,566	0,111	0,083	0,028	0,023	0,0035	39	0,002	55,9
	> 150 cc			0,503	0,070	0,052	0,017	0,047		54	0,002	43,1
	≤ 150 cc		Flex-Gasolina	0,834	0,123	0,093	0,031	0,029		39	nd	53,9
	> 150 cc			0,754	0,093	0,070	0,023	0,043		49	nd	44,0
	≤ 150 cc		Flex-Etanol	0,524	0,140	0,105	0,035	0,023		39	nd	36,4
	> 150 cc			0,680	0,096	0,072	0,024	0,034		47	nd	30,2

Fonte: CETESB (2020)

Figura 36: Fatores de emissão de exaustão de Pesados novos

Ano	Fase Proconve	Categoria		CO	HC	CH ₄	NOx	MP	N ₂ O	Autonomia
				(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(km/l)
até 1999	P2/P3/P4	Caminhões	Semi leves	0,764	0,279	0,06	4,395	0,271	0,03	9,1
			Leves	1,249	0,457	0,06	7,185	0,443	0,03	5,6
			Médios	1,250	0,457	0,06	7,190	0,444	0,03	5,6
			Semipesados	2,014	0,736	0,06	11,585	0,715	0,03	3,5
			Pesados	2,014	0,736	0,06	11,585	0,715	0,03	3,5
		Ônibus	Urbanos	3,019	1,104	0,06	17,368	1,071	0,03	2,3
			Rodoviários	2,292	0,838	0,06	13,182	0,813	0,03	3,0
2000-2001	P3/P4	Caminhões	Semi leves	0,687	0,229	0,06	2,777	0,135	0,03	9,1
			Leves	1,123	0,374	0,06	4,539	0,220	0,03	5,6
			Médios	1,124	0,375	0,06	4,543	0,221	0,03	5,6
			Semipesados	1,810	0,603	0,06	7,319	0,355	0,03	3,5
			Pesados	1,810	0,603	0,06	7,319	0,355	0,03	3,5
		Ônibus	Urbanos	2,714	0,905	0,06	10,973	0,533	0,03	2,3
			Rodoviários	2,060	0,687	0,06	8,329	0,404	0,03	3,0
2002-2003	P4	Caminhões	Semi leves	0,374	0,128	0,06	2,711	0,053	0,03	9,1
			Leves	0,612	0,209	0,06	4,432	0,086	0,03	5,6
			Médios	0,612	0,209	0,06	4,435	0,086	0,03	5,6
			Semipesados	0,986	0,336	0,06	7,146	0,139	0,03	3,5
			Pesados	0,986	0,336	0,06	7,146	0,139	0,03	3,5
		Ônibus	Urbanos	1,478	0,504	0,06	10,713	0,209	0,03	2,3
			Rodoviários	1,122	0,383	0,06	8,131	0,158	0,03	3,0
2004-2005	P4/PS	Caminhões	Semi leves	0,360	0,100	0,06	2,280	0,042	0,03	9,1
			Leves	0,580	0,160	0,06	3,720	0,069	0,03	5,6
			Médios	0,580	0,160	0,06	3,720	0,069	0,03	5,6
			Semipesados	0,940	0,250	0,06	6,000	0,111	0,03	3,5
			Pesados	0,940	0,250	0,06	6,000	0,111	0,03	3,5
		Ônibus	Urbanos	1,410	0,380	0,06	9,000	0,166	0,03	2,3
			Rodoviários	1,070	0,290	0,06	6,830	0,126	0,03	3,0
2006	P4/PS	Caminhões	Semi leves	0,563	0,116	0,06	1,890	0,044	0,03	9,1
			Leves	0,793	0,228	0,06	3,464	0,069	0,03	5,6
			Médios	0,789	0,127	0,06	3,106	0,067	0,03	5,6
			Semipesados	1,004	0,247	0,06	5,292	0,103	0,03	3,4
			Pesados	0,808	0,218	0,06	5,209	0,094	0,03	3,4
		Ônibus	Urbanos	1,801	0,351	0,06	8,205	0,163	0,03	2,1
			Micro-ônibus	1,546	0,201	0,06	4,761	0,109	0,03	3,4
2007	P4/PS	Caminhões	Rodoviários	0,974	0,254	0,06	5,622	0,103	0,03	3,2
			Semi leves	0,563	0,116	0,06	1,890	0,044	0,03	9,1
			Leves	0,793	0,228	0,06	3,464	0,069	0,03	5,6
			Médios	0,789	0,127	0,06	3,106	0,067	0,03	5,6
			Semipesados	1,004	0,247	0,06	5,292	0,103	0,03	3,4
		Ônibus	Pesados	0,808	0,218	0,06	5,209	0,094	0,03	3,4
			Urbanos	1,801	0,351	0,06	8,205	0,163	0,03	2,1
Ônibus	Micro-ônibus	1,546	0,201	0,06	4,761	0,109	0,03	3,4		
	Rodoviários	0,974	0,254	0,06	5,622	0,103	0,03	3,2		

Figura 37: Fatores de emissão de exaustão de Pesados novos (Continuação)

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

Figura 38: Fatores de emissão de exaustão de Pesados novos (Continuação)

Ano	Fase Proconve	Categoria		CO	HC	CH ₄	NO _x	MP	N ₂ O	Autonomia
				(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(km/l)
2015	P7	Caminhões	Semileves	0,044	0,007	0,06	0,528	0,004	0,03	9,1
			Leves	0,200	0,009	0,06	0,993	0,009	0,03	5,6
			Médios	0,091	0,009	0,06	0,986	0,009	0,03	5,8
			Semipesados	0,111	0,019	0,06	1,602	0,016	0,03	3,6
			Pesados	0,275	0,029	0,06	1,633	0,016	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,530	0,021	0,06	2,710	0,024	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,085	0,026	0,06	1,385	0,010	0,03	3,3
			Rodoviários	0,363	0,028	0,06	1,639	0,017	0,03	3,4
2016	P7	Caminhões	Semileves	0,036	0,008	0,06	0,515	0,003	0,03	9,1
			Leves	0,172	0,012	0,06	0,994	0,008	0,03	5,6
			Médios	0,091	0,005	0,06	0,975	0,009	0,03	5,8
			Semipesados	0,124	0,011	0,06	1,469	0,014	0,03	3,6
			Pesados	0,292	0,033	0,06	1,690	0,016	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,566	0,016	0,06	2,873	0,021	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,072	0,012	0,06	1,303	0,010	0,03	3,3
			Rodoviários	0,352	0,028	0,06	1,832	0,016	0,03	3,4
2017	P7	Caminhões	Semileves	0,030	0,004	0,06	0,484	0,003	0,03	9,1
			Leves	0,214	0,008	0,06	0,942	0,008	0,03	5,6
			Médios	0,102	0,012	0,06	0,906	0,008	0,03	5,8
			Semipesados	0,080	0,022	0,06	1,652	0,014	0,03	3,6
			Pesados	0,233	0,025	0,06	1,630	0,014	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,462	0,024	0,06	2,645	0,021	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,081	0,009	0,06	1,362	0,008	0,03	3,3
			Rodoviários	0,351	0,028	0,06	1,525	0,017	0,03	3,4
2018	P7	Caminhões	Semileves	0,024	0,003	0,06	0,484	0,002	0,03	9,1
			Leves	0,230	0,009	0,06	0,875	0,009	0,03	5,6
			Médios	0,208	0,009	0,06	0,849	0,007	0,03	5,8
			Semipesados	0,099	0,017	0,06	1,593	0,014	0,03	3,6
			Pesados	0,289	0,023	0,06	1,598	0,014	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,538	0,010	0,06	2,021	0,022	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,122	0,008	0,06	1,421	0,008	0,03	3,3
			Rodoviários	0,374	0,028	0,06	1,678	0,018	0,03	3,4
2019	P7	Caminhões	Semileves	0,015	0,003	0,06	0,512	0,002	0,03	9,1
			Leves	0,276	0,006	0,06	1,001	0,009	0,03	5,6
			Médios	0,203	0,009	0,06	0,829	0,008	0,03	5,8
			Semipesados	0,120	0,021	0,06	1,662	0,015	0,03	3,6
			Pesados	0,186	0,013	0,06	1,462	0,013	0,03	3,6
		Ônibus	Urbanos	0,434	0,023	0,06	2,610	0,023	0,03	2,1
			Micro-ônibus	0,154	0,008	0,06	1,472	0,008	0,03	3,3
			Rodoviários	0,250	0,019	0,06	1,544	0,014	0,03	3,4

Fonte: CETESB (2020)

Figura 39: Fatores de emissão de exaustão deCO₂ para veículos Pesados novos

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

Fonte: CETESB (2020)

Figura 40: Fatores de emissão por desgaste de pneus, freios e pista

Categoria	MP 10 desgaste de pneus e freios (g/km)	MP 10 desgaste de pista (g/km)
Motocicletas	0,0064	0,0030
Automóveis	0,0138	0,0075
Comerciais Leves	0,0138	0,0075
Caminhões Semileves	0,0216	0,0075
Caminhões Leves	0,0216	0,0075
Caminhões Médios	0,5900	0,0380
Caminhões Semipesados	0,5900	0,0380
Caminhões Pesados	0,5900	0,0380
Ônibus Rodoviários	0,5900	0,0380
Ônibus Urbanos / Micro-ônibus	0,5900	0,0380

Fonte: (MMA, 2014)

ANEXO V – Tabelas de fatores de emissão por evaporação e autonomia

Figura 41: Fatores de emissão evaporativas dos processos Diurnal, Hot Soak e Running Losses da CETESB para os Automóveis e veículos comerciais leves

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

Figura 42: Fatores de emissão evaporativas dos processos Diurnal, Hot Soak e Running Losses da CETESB para os Automóveis e veículos comerciais leves (Continuação)

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

- (1) Emissão Diurnal
- (2) Emissão Hot Soak
- (3) Emissão Running Losses
- (4) Para Comercias Leves até 1995

Fonte CETESB (2020)