



FATOR DE EMISSÃO VEICULAR E APLICAÇÃO EM INVENTÁRIOS MUNICIPAIS DE FONTES MÓVEIS

feam

Fundação Estadual do Meio Ambiente

Sistema Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Diretoria de Gestão da Qualidade Ambiental

FATOR DE EMISSÃO VEICULAR E APLICAÇÃO
EM INVENTÁRIOS MUNICIPAIS DE FONTES
MÓVEIS

Belo Horizonte

Janeiro/2018

Governador do Estado de Minas Gerais

Fernando Damata Pimentel

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD

Germano Luiz Gomes Vieira

Presidente da FEAM

Maria Cristina da Cruz

Diretora de Gestão da Qualidade Ambiental – DGQA

Marleize de Souza Barbosa

Gerência de Monitoramento da Qualidade do Ar e Emissões – GESAR

Flávio Daniel Ferreira

AUTOR

Ítalo Sousa de Sena

EQUIPE TÉCNICA

Antônio Alves dos Reis

Flávio Daniel Ferreira

Jussara dos Santos Marins

Ítalo Sousa de Sena

Márcia Cristina Ferreira da Costa

Natália Camargos Ferreira

Priscila Kelly Moreira Ireno

Robson Fernando Justino

Rúbia Cecília Augusta Francisco

Ficha catalográfica elaborada pelo Núcleo de Documentação Ambiental

S474d

Sena, Ítalo de Sousa.

Determinação dos fatores de emissão para elaboração de inventário de emissões municipais de fontes móveis/ Ítalo de Sousa Sena. --- Belo Horizonte, 2017.

40 p.; il.

Relatório final da Bolsa de Gestão em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Rúbia Cecília A. Francisco.

1. Emissões atmosféricas. 2. Poluição veicular. 3. Inventário de fontes móveis. I. Fundação Estadual do Meio Ambiente. II. Título.

CDU: 614.7

Sistema Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Diretoria de Gestão da Qualidade Ambiental

FATOR DE EMISSÃO VEICULAR E APLICAÇÃO EM INVENTÁRIOS MUNICIPAIS DE FONTES MÓVEIS

Relatório Final da Bolsa de Gestão em
Ciência e Tecnologia (BGCT), período de
julho de 2017 a janeiro de 2018.

BOLSISTA: Ítalo Sousa de Sena

ORIENTADOR (A): Rúbia Cecília A. Francisco

Belo Horizonte

Janeiro/2018

APRESENTAÇÃO

Apresenta-se neste, o cálculo dos fatores de emissão veiculares dos 11 municípios com frota registrada maior do que 100.000 veículos no Estado de Minas Gerais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Elementos que compõe o inventário de fontes móveis.	6
Figura 2: Veículos registrados por ano em Minas Gerais.....	9
Figura 3: Fluxograma metodológico	12
Figura 4: Curva de sucateamento. FONTE: MCT (2013).....	13
Figura 5: Média de idade das frotas municipais.	18
Figura 6: Fator de emissão de monóxido de carbono para veículos leves por município.....	19
Figura 7: Efeitos das medidas de redução de Fatores de Emissão.	20
Figura 8: Evolução da frota de veículos leves do município de Belo Horizonte por tipo de combustível.	21
Figura 9: Evolução da frota registrada de Belo Horizonte por categoria de veículo	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	11
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	16
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	22

1 INTRODUÇÃO

Entende-se por poluição atmosférica qualquer forma de matéria ou energia que tornam o ar impróprio ou nocivo à saúde. Os poluentes podem ser compreendidos em dois grandes grupos, sendo poluentes primários, emitidos diretamente da fonte, e secundários, que se formam na atmosfera por meio das reações químicas e físicas entre os poluentes primários e os constituintes naturais da atmosfera.

As fontes de emissão de poluentes também são classificadas em dois grupos, sendo estas fontes fixas e fontes móveis. As fontes fixas se caracterizam por emissões associadas a um local fixo no espaço, permitindo avaliações diretas na fonte emissora. As principais atividades com emissões fixas estão relacionadas à indústria de transformação e produção de energia. As fontes móveis se caracterizam por não terem um comportamento espacial fixo, estando distribuídas de acordo com a movimentação da fonte emissora. A emissão de fontes móveis se dá pelos meios de transporte, tal como automóveis, aviões, trens e navios.

Sabe-se que as fontes móveis são as principais responsáveis pela degradação da qualidade do ar nas áreas urbanas, tendo como principal vetor de emissão de poluentes os veículos com motores de combustão interna. Assim, em 1986 foi lançada a resolução nº 18 do CONAMA, instituindo o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE). Este programa teve como principal meta reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores visando o atendimento aos padrões de qualidade do ar, especialmente nos centros urbanos. Ao longo da aplicação da resolução foi promovido o desenvolvimento das tecnologias de motores, como também na qualidade dos combustíveis produzidos no país.

A partir da resolução nº 418/2009 do CONAMA foi definido que os órgãos ambientais estaduais deveriam elaborar o Plano de Controle da Poluição Veicular (PCPV). O PCPV/MG apontou a necessidade de identificar os impactos da frota na qualidade do ar das áreas urbanas por meio de ferramentas de avaliação ambiental (contagem, inventário e modelagem). O inventário tem por objetivo identificar a emissão das fontes móveis, avaliando a

contribuição de cada uma das fontes na degradação da qualidade do ar. Para a elaboração do inventário utilizando a metodologia *bottom-up* é necessário conhecer o fator de emissão, fluxo de veículos e trecho percorrido no contexto urbano analisado (Figura 1).

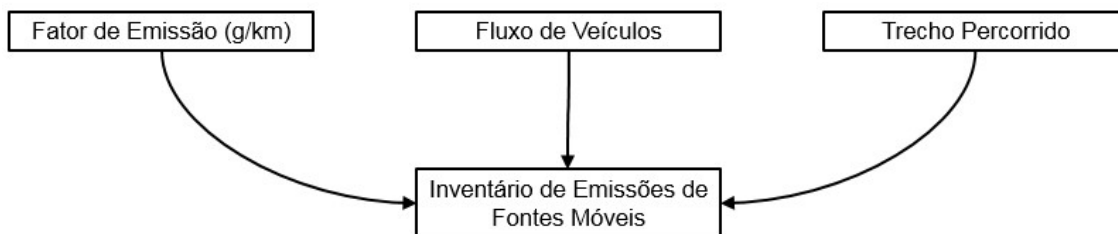


Figura 1: Elementos que compõe o inventário de fontes móveis.

Por esforço do PROCONVE a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) realiza ensaios nos veículos lançados a cada ano, a fim de aferir o fator de emissão destes para os principais poluentes. A vantagem de se calcular e utilizar fatores específicos dos municípios está na possibilidade de realizar inventários representativos da realidade do município.

Assim, neste estudo é apresentado o cálculo dos fatores de emissão veicular para os 11 municípios do Estado de Minas Gerais com maior frota: Belo Horizonte, Betim, Contagem, Divinópolis, Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora, Montes Claros, Sete Lagoas, Uberaba e Uberlândia. Os cálculos foram realizados para as seguintes categorias de automóveis: veículo leve, caminhão, moto e ônibus urbano).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O fator de emissão pode ser compreendido como um valor representativo da relação entre a quantidade de poluente emitido para a atmosfera e a atividade que caracteriza a fonte emissora. O cálculo dos fatores de emissão se apresenta como ferramenta para a gestão ambiental, auxiliando a elaboração de políticas para a redução das emissões, monitoramento da qualidade do ar e na produção de inventários de emissão (EPA, 2017). Neste contexto, a quantificação das emissões a partir dos fatores de emissão se torna instrumento para a gestão da qualidade do ar.

A principal fonte de degradação da qualidade do ar em centros urbanos é a circulação de veículos automotores (DUTRA, 2007). A queima incompleta dos combustíveis fósseis nos motores dos automóveis representa a maior parte das emissões veiculares, tendo como produto os efluentes liberados pelo tubo de escapamento do veículo. Estes representam 92% da emissão do veículo, sendo liberados em forma de gases (CO, HC, NOx e SOx) e partículas (MP), enquanto os outros 8% estão associados às emissões evaporativas do combustível enquanto o veículo está parado e ressuspensão de material particulado depositado nas vias (TAVARES et al., 2010).

O PROCONVE, instituído por meio da Resolução CONAMA Nº 18/1986, foi elaborado e aplicado a fim de reduzir os impactos da emissão de poluentes por veículos automotores. Assim, foram estabelecidos os seguintes objetivos:

- 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, quanto dos métodos e equipamentos para ensaios e medições da emissão de poluentes;
- 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 (CONAMA, 2017).

Na aplicação das diretrizes, todos os modelos novos de veículos e motores nacionais e importados são submetidos obrigatoriamente à homologação quanto à emissão de poluentes. Desde que foi implantado, em 1986, o PROCONVE reduziu a emissão de poluentes de veículos novos em cerca de 97%, por meio da limitação progressiva da emissão de poluentes, através da introdução de tecnologias como catalisador, injeção eletrônica de combustível e melhorias nos combustíveis automotivos (CETESB, 2017).

Os veículos automotores produzidos atualmente poluem menos de 10% do que poluía um veículo similar na década de 80 quando se trata de poluentes regulamentados pelo PROCONVE. Pode-se deduzir que a tecnologia de motores à combustão interna com o uso de combustíveis inflamáveis tradicionais, em geral, já passou pelos maiores saltos tecnológicos que permitiram fortes reduções nas emissões dos poluentes. Daqui para frente, os ganhos serão cada vez menores. Ainda haveria espaço para pequenos ganhos em termos de melhoria dos combustíveis fósseis, com redução do teor de algumas substâncias poluentes, e talvez a incorporação de dispositivos veiculares, mas é provável que os saltos espetaculares de eficiência ocorridos desde o início do programa PROCONVE não ocorrerão mais (CARVALHO, 2011)

Ainda que os fatores de emissão dos veículos estejam decrescendo, o aumento da frota circulante continua impactando de forma significativa a qualidade do ar das cidades, pois a quantidade de veículos mais antigos e com tecnologia defasada ainda é grande (CETESB, 2015). Litman (2008) ressalta que o fato dos veículos serem bens duráveis, os automóveis comprados hoje pela população de poder aquisitivo mais elevado continuarão circulando muitos anos depois, sendo dirigidos por motoristas de menor poder aquisitivo, aumentando o tempo de circulação de veículos com tecnologias de motor ultrapassadas que, conseqüentemente, apresentam maiores fatores de emissão.

Na realidade da mobilidade urbana no Brasil, a qual nos últimos 15 anos se caracterizou pelo crescimento do transporte individual motorizado e conseqüente redução do uso do transporte coletivo, houve um aumento de veículos leves em circulação.

Segundo o IPEA (2011a, p. 6):

“O aumento do transporte individual coincide com a expansão da capacidade instalada da indústria automobilística, fruto de uma política industrial que se pautou principalmente pela atração de novas plantas automotivas para o país. Para dar vazão a essa produção crescente, houve oferta abundante de crédito para aquisição de veículos e uma política tributária que reduziu impostos de veículos populares, com no máximo 1000cc. Por outro lado, o aumento de renda da população, desde 2003, ampliou a base de consumidores dos veículos particulares.” (IPEA, 2011a, p. 6)

No Estado de Minas Gerais a frota registrada teve um crescimento acentuado após o ano de 2003, no qual o número de veículos registrados foi de 236.030 veículos, tendo outros dois picos de registros em 2008 e 2012 (Figura 2: Veículos registrados por ano em Minas Gerais).

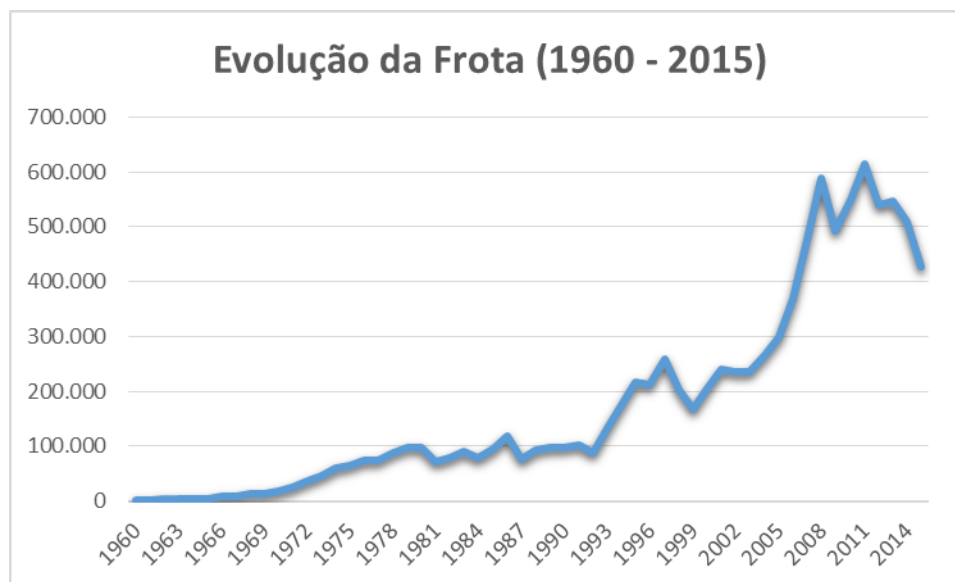


Figura 2: Veículos registrados por ano em Minas Gerais

O PCPV constitui instrumento de gestão da qualidade do ar do Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) e do PROCONVE, tendo como objetivo o estabelecimento de regras na gestão e controle das emissões de poluentes e no consumo de combustíveis veiculares. No PCPV/MG, publicado em 2014, foram consideradas três linhas de ação além da inspeção veicular: a substituição de veículos antigos por veículos com menor fator de emissão, o investimento em mobilidade urbana, a definição de diretrizes para gestão e controle das emissões veiculares nas áreas urbanas (FEAM, 2014). Segundo o IPEA (2011b), estas linhas de ação podem ser classificadas em três grupos: regulação, fiscalização e investimentos, que:

“Se implementadas em conjunto e de forma articulada, esse grupo de políticas, que combina ações fiscais de incentivo e restrição, regulatórias e de investimento, poderia levar à melhoria significativa dos padrões de emissões de poluentes locais e globais, ao mesmo tempo em que contribuem para benefícios mais gerais de qualidade de vida, saúde pública e, eventualmente, econômicos, por meio de ganhos de competitividade e produtividade das empresas.” (IPEA, 2011b, p. 22)

Neste sentido, a ferramenta que possibilita a identificação dos impactos decorrentes dos efluentes atmosféricos de fontes móveis é o Inventário de Emissões Veiculares (IEV). Este produto contribui na compreensão da participação dos veículos na degradação da qualidade do ar, e consiste no levantamento dos poluentes emitidos pela frota de automóveis do local analisado, quantificando a participação por categorias de veículos e tipo de combustível, fomentando a análise da qualidade do ar, principalmente em ambientes urbanos.

Os IEV são elaborados a fim de orientar a tomada de decisões visando a redução da poluição veicular em áreas urbanas e consequente melhoria da qualidade do ar. Os EIV geralmente são produzidos a partir da metodologia *top-down*, que consiste na quantificação da emissão a partir do consumo de combustível, correlacionando com a frota circulante. Esta abordagem tem um caráter mais generalista, sendo mais adequada para estudos em escala regional (WANG, 2009)

Entretanto, Landmann (2004) observa que os dados referentes às emissões veiculares apresentados em toneladas/ano, ou seja, de forma muito agregada, não possibilitam estimar as diferenças intraurbanas nas emissões, segundo os carregamentos de tráfego na malha viária. Em consequência disso, conforme ressaltado pelo autor supracitado, no modelo de dispersão de poluentes, as emissões são representadas como se toda a frota de automóveis estivesse igualmente distribuída e emitisse poluentes uniformemente por todo o território, o que na prática não acontece.

A metodologia *bottom-up*, porém, parte do comportamento do tráfego para que seja feito o EIV. Esta abordagem possibilita que as emissões sejam expressas espacialmente, explicitando os locais com maiores fluxos de veículos e consequentemente maiores taxas de emissão. Assim, a realização de inventários de emissões veiculares a partir da metodologia *bottom-up* possibilita compreender a distribuição das emissões na rede de vias urbanas, facilitando a identificação dos locais que carecem de maior atenção quanto à qualidade do ar (WANG, 2009).

Regiões que apresentem maior fluxo de veículos, maiores taxas de congestionamento, também irão apresentar maiores taxas de emissão,

enquanto áreas com uma maior fluidez no tráfego irão apresentar taxas reduzidas. Deste modo, analisando a partir do comportamento da fonte emissora é possível associar este comportamento ao espaço urbano, o que possibilita alimentar modelos de dispersão e concentração de poluentes, favorecendo a tomada de decisão quanto à gestão dos efluentes atmosféricos (WANG, 2009).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa se dividem em três etapas principais, iniciando pela aquisição de um banco de dados, seguido do pré-processamento dos dados e encerrando com o cálculo dos fatores de emissão dos municípios (Figura 3).

Na aquisição dos dados foram levantadas informações referentes à frota veicular e fatores de emissão. Os dados de frota de veículos registrados dos municípios do Estado de Minas Gerais foram obtidos junto ao DETRAN-MG. Também foram recolhidos dados referentes aos fatores de emissão por categoria de veículo, ano de fabricação e tipo de combustível. Estes dados foram obtidos a partir das publicações dos Inventários de Emissões Veiculares do Estado de São Paulo, elaborados pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) (CETESB, 2015). Outras referências foram utilizadas para o levantamento do banco de dados, tais como o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (MCT, 2013), dentre outras publicações técnicas acerca do tema abordado na pesquisa.

A opção por adotar a metodologia *bottom-up* para a identificação dos impactos das emissões veiculares em áreas urbanas se deve principalmente à possibilidade de se identificar as diferenças entre os fatores de emissão das frotas municipais e espacializar as emissões.

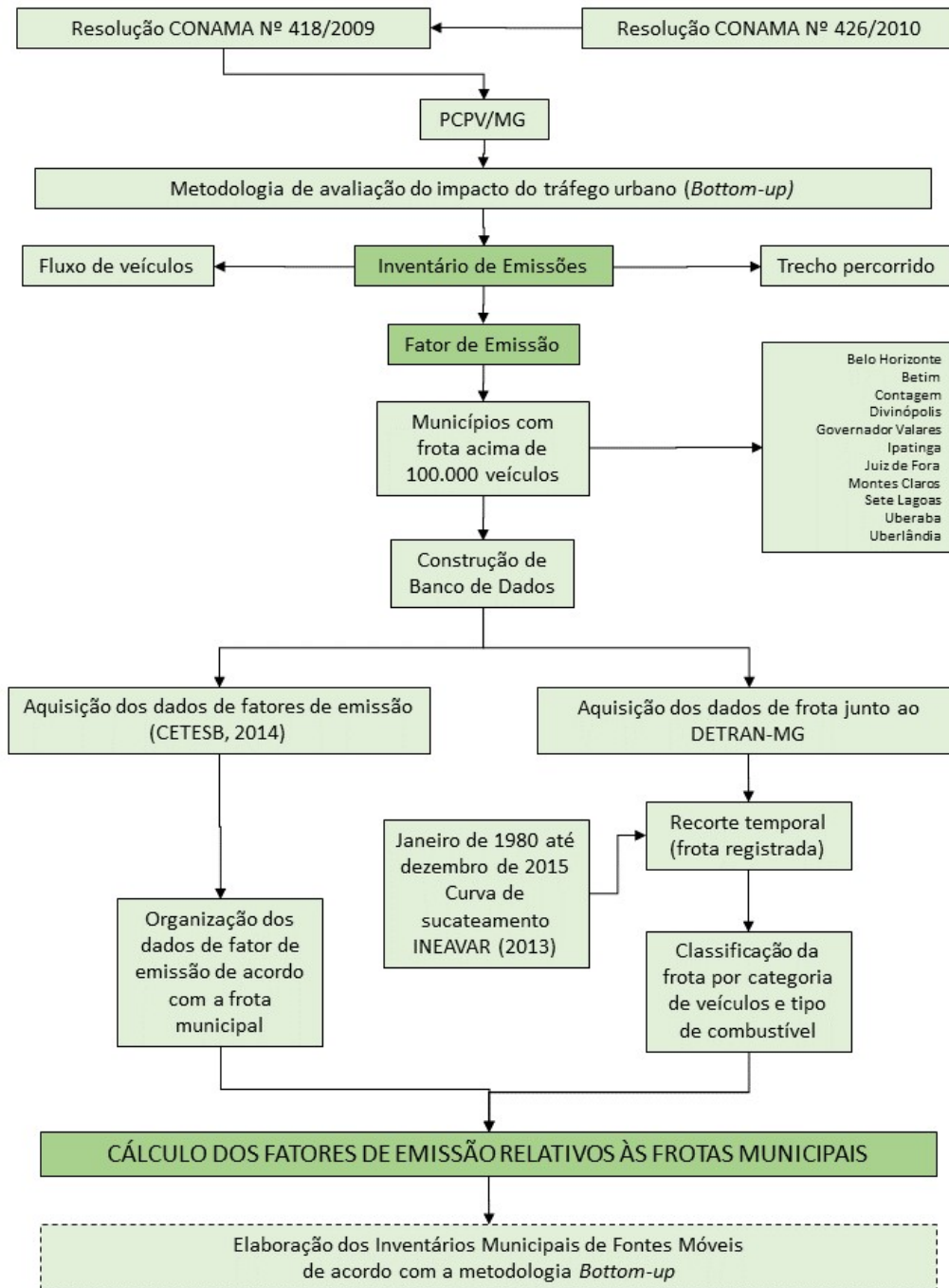


Figura 3: Fluxograma metodológico

A etapa de pré-processamento dos dados do DETRAN-MG foi aplicada para os municípios com frota registrada acima de 100.000 veículos: Belo Horizonte, Betim, Contagem, Divinópolis, Governador Valadares, Ipatinga, Juiz de Fora, Montes Claros, Sete Lagoas, Uberaba e Uberlândia. Foi considerado como frota do município o recorte temporal correspondente a janeiro de 1980

até dezembro de 2015. Este recorte foi adotado a fim de aproximar a realidade da frota circulante nos municípios, com base nas curvas de sucateamento de frota apresentado no MCT (2013). A curva de sucateamento é calculada a partir de dados do Relatório de Referência de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Energético por Fontes Móveis do Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, MCT (2006) e calibrados a partir dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) (IBGE, 1998) (Figura 4: Curva de sucateamento. FONTE: MCT (2013)).

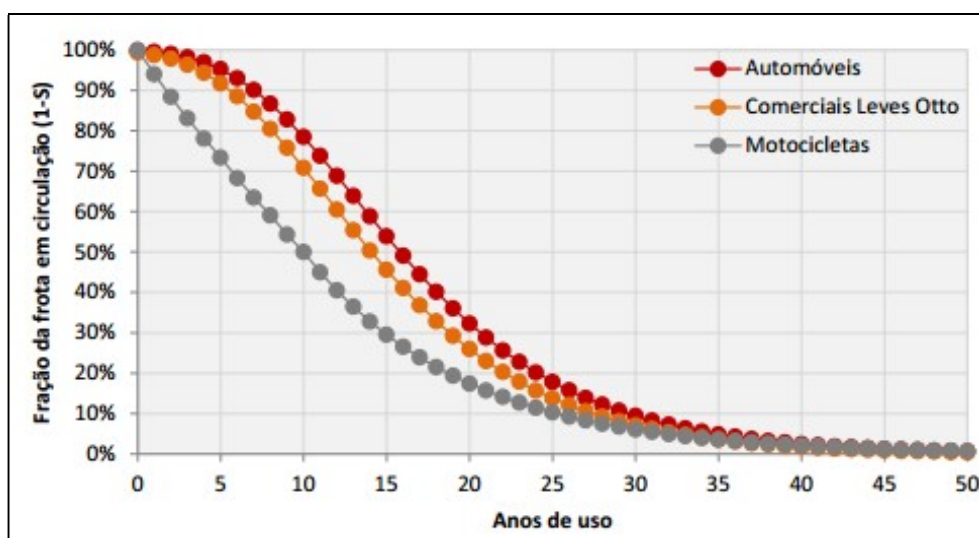


Figura 4: Curva de sucateamento. FONTE: MCT (2013)

Além dos recortes espacial e temporal, os veículos foram agrupados em quatro categorias. Esta etapa foi necessária devido ao fato da informação da frota registrada pelo DETRAN-MG ser disponibilizada em várias categorias de veículos leves (automóveis, caminhonetes, caminhonetes e utilitários) e motos (ciclomotores, motocicletas, motonetas e triciclos), enquanto os fatores de emissão veicular ensaiados pela CETESB são publicados para uma categoria de veículo leve e uma de moto. No caso de caminhão, a CETESB disponibiliza fatores de emissão para as categorias semi-leves, leves, médios, semipesados e pesados, tendo sido adotado para este cálculo o fator de caminhões médios. Os fatores de ônibus urbano e micro-ônibus compõe a categoria ônibus.

Para se obter o fator de emissão da frota registrada foi multiplicada a quantidade de veículos licenciados, de acordo com a categoria, ano de

fabricação e tipo de combustível, pelos seus respectivos fatores de emissão ensaiados pela CETESB. Após esta etapa, foi calculado o fator de emissão médio da frota registrada de cada município analisado. Este fator é obtido a partir da média ponderada levando em consideração a participação de todos os tipos de combustível, tendo em vista que algumas categorias de veículos têm participação representativa de mais de um tipo de combustível.

Para aferir a proporção de opção por etanol ou gasolina no caso dos veículos com tecnologia *Flex* foi utilizado o estudo realizado pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética), no qual é analisado o comportamento dos usuários de veículos *flex fuel* no consumo de combustível no Brasil (EPE, 2013). O levantamento foi feito a partir de pesquisas qualitativas e quantitativas em 8 municípios brasileiros, traçando um perfil de consumo a nível nacional de 2003 (ano de lançamento da tecnologia *Flex Fuel*) até 2012. Para o presente estudo optou-se por manter as proporções de participação do consumo de combustível de 2012 para os anos de 2013, 2014 e 2015 (Tabela 1: *Relação de proporção de escolha de combustível para motores flex fuel*).

Tabela 1: *Relação de proporção de escolha de combustível para motores flex fuel*

Ano	Gasolina (%)	Etanol (%)
2003	50	50
2004	0	100
2005	0	100
2006	9	92
2007	16	84
2008	20	80
2009	30	70
2010	48	52
2011	68	32
2012	75	25
2013	75	25
2014	75	25
2015	75	25

Os fatores de emissão para motos são disponibilizados pela CETESB de acordo com a cilindrada da motocicleta, sendo separadas até 2009 em três categorias, ≤ 150 cc; > 150 e ≤ 500 cc; e ≥ 501 cc. A partir de 2010, com a

implementação da política de motores *flex* em motocicletas, as categorias foram divididas em duas, ≤ 150 cc e > 150 cc.

Para quantificar a participação das motos em função das cilindradas foi adotada uma média ponderada considerando a participação na frota municipal. A base de dados utilizada para aferir a participação na frota foi o Anuário da Indústria Brasileira de Duas Rodas (ABRACICLO, 2015), onde foram consideradas as vendas no atacado em 2014, correspondendo a: < 50 cc (1,2%), 51 a 150 cc (84,7%), 151 a 300 cc (9,9%), 301 a 449 cc (0,3%), ≥ 450 cc (3,9%). Essas porcentagens foram recalculadas sem as motos elétricas pois as porcentagens da publicação não totalizam 100. A fim de adequar aos dados disponibilizados pela CETESB, as categorias foram agrupadas em três categorias até 2009, < 150 cc (1,2%), > 150 e ≤ 500 cc (84,7%), ≥ 501 cc (14,1%), e a partir de 2010 em duas categorias, < 150 cc (1,2%) e > 150 cc (98,8%).

Para o poluente SOx os valores considerados de fator de emissão são os disponibilizados no Relatório de Qualidade do Ar do Estado de São Paulo (CETESB, 2008), no qual os veículos leves à gasolina apresentam fator de emissão de 0,02 g/km e veículos à diesel têm fator de emissão de 0,13g/km. Como não existiam fatores de emissão disponíveis de SOx para micro-ônibus, foi utilizado o fator de emissão de ônibus urbano, agrupando-os em uma única categoria.

Para as categorias de veículo que não apresentam fatores de emissão disponíveis em determinado período foram adotados os fatores do primeiro ensaio realizado pela CETESB para cada categoria.

Após o cálculo dos fatores de emissão por categoria, ano de fabricação e tipo de combustível, estes foram sintetizados em uma tabela contendo a categoria do veículo e respectivo fator de emissão por tipo de poluente. Algumas categorias de veículo não emitem determinados tipos de poluentes, para tais os fatores estão representados como 'nd' (não disponível).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após o desenvolvimento dos procedimentos metodológicos, foram obtidos os fatores de emissão para cada tipo de combustível e categoria de veículo, para os 11 municípios do Estado com maior frota. Na Tabela 2 estão apresentados os fatores de emissão veicular para o município de Belo Horizonte, os fatores de emissão dos demais municípios estão no Anexo A.

Tabela 2: Fatores de emissão da frota veicular do município de Belo Horizonte



FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Belo Horizonte

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	4,392	0,465	0,410	0,070	0,002
	Etanol	13,611	1,409	1,177	nd	nd
	Diesel	0,459	0,116	1,834	nd	0,048
	Flex (G)	0,258	0,033	0,024	0,070	0,001
	Flex (E)	0,474	0,097	0,061	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,682	0,204	3,999	0,130	0,169
Ônibus	Urbano	1,849	0,460	9,514	0,130	0,361
	Micro-ônibus	1,296	0,343	6,607	0,130	0,271
Moto	Gasolina	3,047	0,472	0,128	0,020	nd
	Flex (G)	0,756	0,095	0,075	0,020	nd
	Flex (E)	0,719	0,119	0,052	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	2,136	0,242	0,263	0,046	0,003
Caminhão	0,682	0,204	3,999	0,130	0,169
Ônibus	1,612	0,410	8,270	0,130	0,322
Moto	2,598	0,400	0,117	0,019	nd

À partir da tabela dos fatores de emissão veicular do município de Belo Horizonte é possível observar que para monóxido de carbono (CO), a categoria de veículo com o fator de emissão mais elevado é o automóvel com tecnologia de motor à etanol, alcançando 13,611 g/km, enquanto automóveis à gasolina apresentam fator de emissão de 4,392 g/km. Entretanto, os automóveis à álcool pararam de ser fabricados com o lançamento da tecnologia *Flex Fuel*, e estes apresentam fatores de emissão de 0,258 g/km quando utilizada gasolina e 0,474 g/km quando utilizado etanol para o mesmo poluente. Para automóveis à diesel o fator de emissão é de 0,459 g/km, porém a frota de automóveis à diesel é pouco representativa.

De acordo com a metodologia proposta, esses valores foram agrupados, a partir de uma média ponderada de participação na frota municipal, a fim de gerar um fator de emissão por categoria de veículo. Assim o fator de emissão geral de CO para automóveis é de 2,136 g/km, considerando a frota municipal de Belo Horizonte. A generalização dos fatores de emissão de categorias e tipo de combustível para somente uma categoria geral serve principalmente para a realização de inventários de emissão a partir da abordagem *bottom-up*, dando a possibilidade da associação dos fatores de emissão com a dinâmica de fluxo de veículos, considerando que durante o processo de contagem de veículos é impossível avaliar qual combustível está sendo utilizado pelo veículo.

Os fatores de emissão para material particulado (MP) apresentaram os menores valores se comparado entre os demais poluentes, sendo o ônibus urbano o veículo com maior fator de emissão, alcançando 0,361 g/km, enquanto automóveis apresentaram fatores de emissão de 0,002 g/km para veículos à gasolina e 0,048 g/km para veículos à diesel. Entretanto veículos que usam etanol e motores *Flex Fuel* não apresentam emissão de MP, o que faz com que o fator de emissão geral para a categoria automóvel ficasse em 0,003 g/km.

Esta influência do percentual de veículos a etanol se repete quando analisados os fatores de emissão de SOx. Os valores foram fixados de acordo com dados da CETESB (2008), contudo como veículos movidos a etanol (convencional e *Flex Fuel*) não emitem SOx a média do fator final ficou em

0,046 g/km para automóveis, sendo que 55% da frota circulam com gasolina e 45% utilizam etanol.

Analisando a média de idade das frotas registradas dos municípios é possível perceber uma correlação entre estas e os fatores de emissão calculados, na qual quanto mais alta a média de idade da frota, maior seu fator de emissão (Figura 5 e Figura 6). O município de Belo Horizonte apresentou a frota mais nova com uma média de 9,3 anos de idade, enquanto Divinópolis apresentou a frota mais antiga, com uma média de 12,7 anos. Considerando os fatores de emissão para os dois municípios, é perceptível a influência da idade na frota no fator de emissão final, no qual, para o poluente CO, Belo Horizonte é de 2,136 g/km enquanto para Divinópolis é de 3,741 g/km.

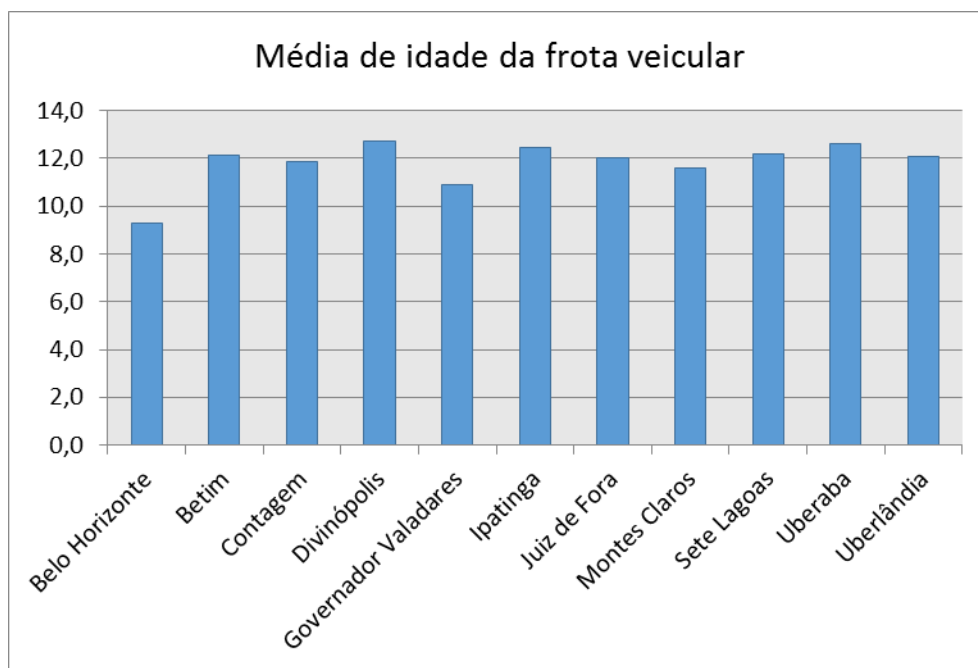


Figura 5: Média de idade das frotas municipais.

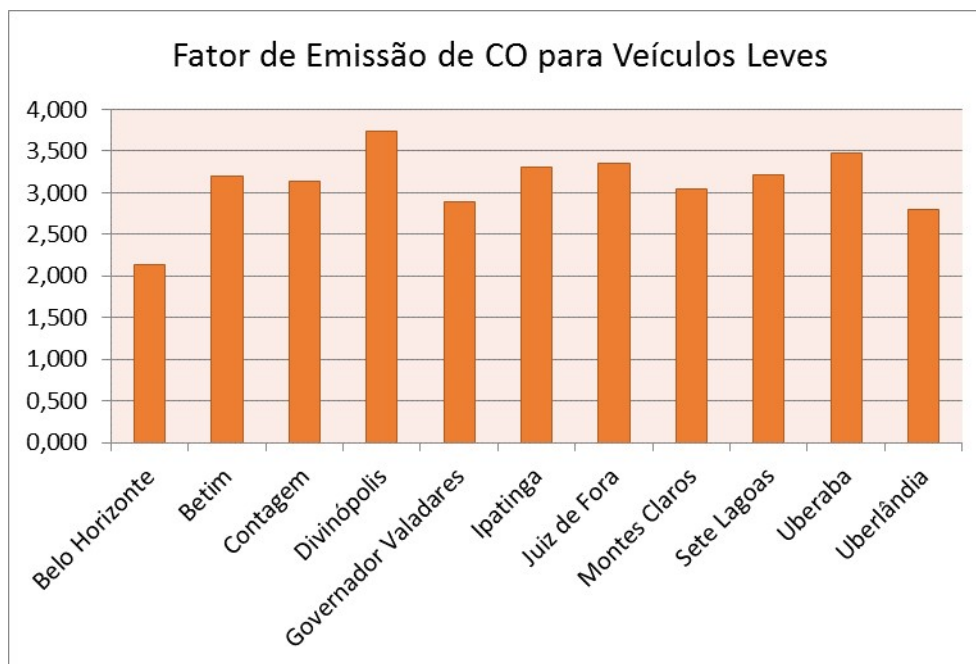


Figura 6: Fator de emissão de monóxido de carbono para veículos leves por município.

Esse princípio pode ser corroborado se analisado em conjunto com a relação dos fatores de emissão ensaiados pela CETESB (Figura 7), em que se observa que houve uma drástica diminuição dos fatores de emissão para grande parte dos poluentes analisados. Entretanto o IPEA (2011, p. 13) sugere que *“a tecnologia de motores à combustão interna com o uso de combustíveis inflamáveis tradicionais, em geral, já passou pelos maiores saltos tecnológicos que permitiram fortes reduções nas emissões dos poluentes”*, levantando o debate para políticas alternativas para a redução da degradação da qualidade do ar em centros urbanos.

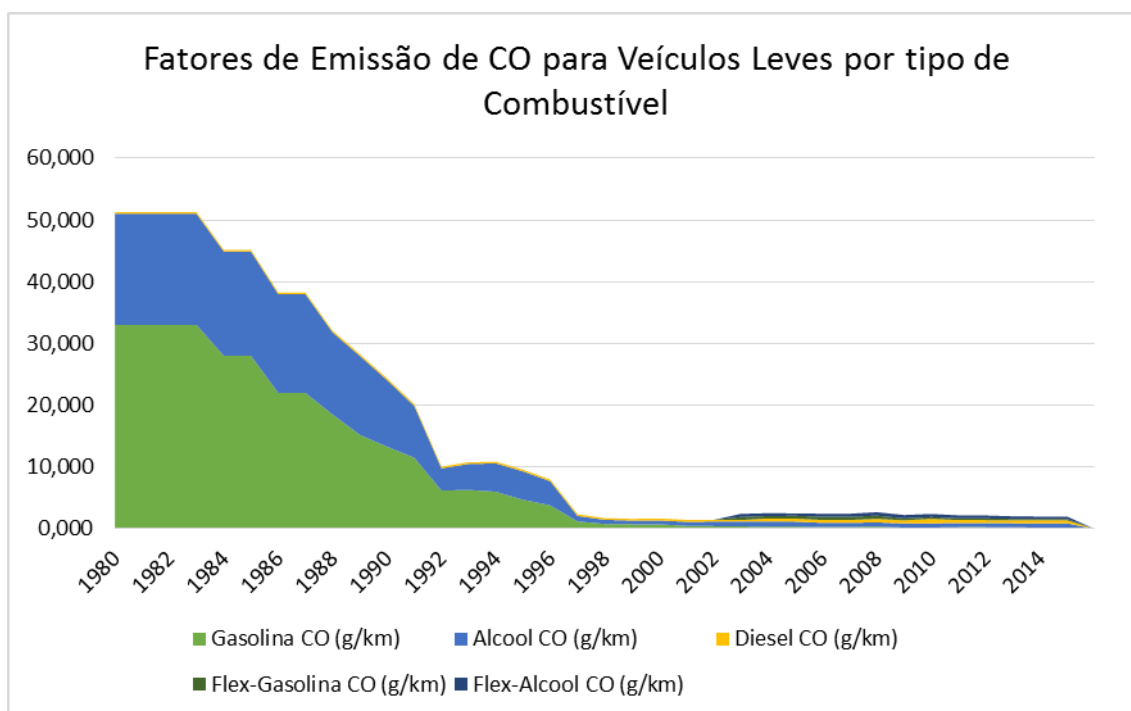


Figura 7: Efeitos das medidas de redução de Fatores de Emissão.

Outro fator que corrobora para a análise quanto ao comportamento do tráfego em relação aos fatores de emissão diz respeito a evolução da frota veicular de Belo Horizonte (Figura 8 e Figura 9). É possível observar que a mesma tem comportamento inverso se comparado à Figura 7, apresentando uma curva ascendente de característica logarítmica, enquanto a curva dos fatores emissão para CO apresenta um comportamento descendente, partindo de limites de 50 g/km e alcançando valores próximos a zero.

A Figura 8 também apresenta a implementação dos motores com tecnologia *flex fuel* e a influência das políticas de incentivo ao consumo. No gráfico é possível perceber que motores que funcionavam exclusivamente com etanol saíram do mercado, enquanto motores à gasolina tinham maior participação na frota municipal. Com o lançamento da tecnologia *Flex Fuel* houve uma mudança drástica no perfil da frota de veículos leves, na qual a participação dos veículos com esta tecnologia de motor aumentou consideravelmente ao longo dos anos. Este comportamento se deve às políticas públicas de controle da balança comercial a partir do consumo de combustível, incentivando o consumo de determinado combustível a partir do cenário econômico do período (EPE, 2013).

Outro fator preponderante para o aumento da frota de veículos leves foram as políticas de incentivo ao consumo que surgiram em detrimento da crise financeira de 2008. A desoneração dos produtos industrializados no setor automotivo impulsionou a compra de veículos zero quilômetro e consequentemente a renovação da frota municipal. Os incentivos fiscais para automóveis ocorreram em dois momentos, sendo o primeiro em janeiro de 2009, vigorando até o final do ano seguinte, e o segundo em 2012, vigorando até janeiro de 2015.

Entretanto este incentivo contribuiu para o aumento do número de veículos individuais circulando, o que no ponto de vista das emissões atmosféricas é uma questão a ser estudada. Parte-se do pressuposto de que quanto maior o número de veículos individuais nas vias, maior a probabilidade de se ocorrerem congestionamentos, o que colabora para o aumento das emissões veiculares, dado que os veículos parados e com o motor ligado emitem mais do que circulando livremente (BARCZAK & DUARTE, 2012).

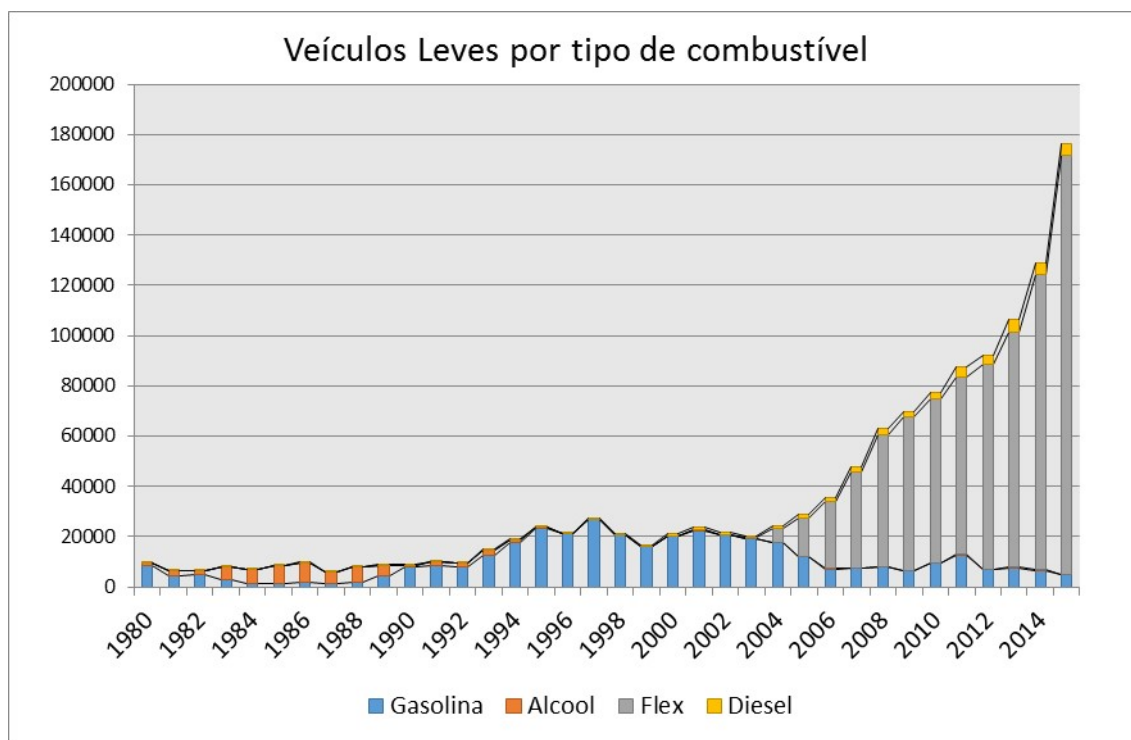


Figura 8: Evolução da frota de veículos leves do município de Belo Horizonte por tipo de combustível.

Outra influência do aumento de veículos leves na frota municipal é o baixo acréscimo na frota de veículos pesados. Na Figura 9 é possível observar que a participação de veículos como ônibus e caminhão é mínima se comparada com veículos leves. Esta característica mostra que há uma desproporcionalidade entre o montante de veículos individuais e veículos de transporte coletivo, como ônibus e micro-ônibus.

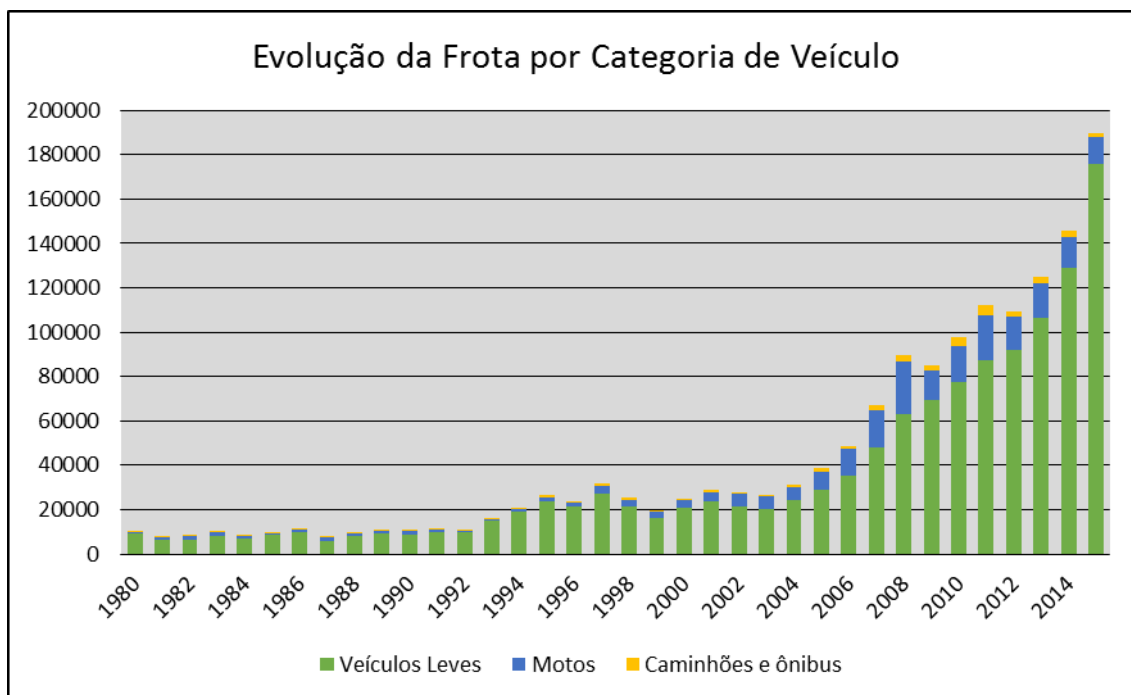


Figura 9: Evolução da frota registrada de Belo Horizonte por categoria de veículo

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados apresentados neste relatório, acredita-se que se faz necessária a investigação das emissões veiculares a partir do contexto do tráfego, ampliando a percepção da influência do fluxo de veículos na degradação da qualidade do ar em áreas urbanas, bem como das alternativas para a redução desta degradação a nível do planejamento da mobilidade urbana.

O estudo também criou bases para que haja a possibilidade de construção de cenários. O cálculo dos fatores de emissão específicos de cada município permite que as análises sejam feitas considerando as variações no

tempo e no espaço, comportando a elaboração de cenários pretéritos, atuais e futuros com relação às emissões veiculares. Esta capacidade só é possível devido a flexibilidade da metodologia *bottom-up* de inventários de emissão. Outro produto do levantamento dos fatores de emissão específicos está relacionado à escala de análise, permitindo realizar levantamentos de detalhe, possibilitando identificar a emissão na via. A capacidade de construir cenários futuros permite avaliar as emissões de forma preditiva, antecipando a influência de intervenções no espaço urbano no que diz respeito à circulação de veículos.

Enfim, com base nas informações apresentadas, acredita-se que políticas de redução das emissões na fonte (combustível e motor) ainda cumprem seu papel na regulação das emissões veiculares, porém carecem de instrumentos que complementem a efetividade dessas políticas. Levando em consideração a tendência de rápido aumento das frotas municipais de veículos leves individuais, políticas de mobilidade urbana apresentam modos de mitigar os impactos causados pelo alto fluxo de veículos, implicando em uma maior frequência de congestionamentos e, conseqüentemente, a degradação da qualidade do ar em espaços urbanos. Políticas de renovação de frota também garantem resultados positivos no que tange às emissões veiculares, incentivando a substituição de veículos mais antigos mais poluidores por veículos novos com fatores de emissão reduzidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACICLO, Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares. Anuário da Indústria Brasileira de Duas Rodas. Disponível em: <http://www.abraciclo.com.br/anuario-de-2015>. Acesso em: 22 de novembro de 2016

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro. Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2011. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5574/1/BRU_n05_emissoes.pdf. Acesso em: 1 de julho de 2016.

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo, 2015. Disponível em: http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/35/2013/12/Relatorio-Emissoes-Veiculares-2015-v4_.pdf . Acesso em: 1 de julho de 2016.

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/> . Acesso em: 16 de agosto de 2017.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama/>. Acesso em: 16 de agosto de 2017.

BARCZAK, R.; DUARTE, F. Impactos ambientais da mobilidade urbana: cinco categorias de medidas mitigadoras. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 4, n. 1, p. 13-32, 2012.

DUTRA, E.G. *Metodologia Teórico-Experimental para Determinação dos Parâmetros Básicos para Elaboração de Inventários de Emissão de Veículos Leves do Ciclo Otto*. 2007. 166f. Tese (Doutorado em Calor e Fluidos) –

Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

EPE, Empresa de Pesquisa. Avaliação do comportamento dos usuários de veículos flex fuel no consumo de combustíveis no Brasil. Brasília/DF, v. 21. 2013. Disponível em: http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/DPG_Docs/EPE-DPG-SDB-001-2013-r0.pdf. Acesso em: 10 de abril de 2017

Environmental Protection Agency, US. Basic Information of Air Emissions Factors and Quantification. Disponível em: <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/basic-information-air-emissions-factors-and-quantification#About Emissions Factors>. Acesso em: 16 de agosto de 2017.

FEAM. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado de Minas Gerais*: FEAM, 2014.

IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1998. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Rio de Janeiro: RJ.

IPEAa. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicada. *Transporte e mobilidade urbana*: IPEA, 2011. 76p. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=20946. Acesso em: 8 de maio de 2017

IPEAb. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicada. *Poluição Atmosférica e Veicular*: IPEA, 2011. 26p. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=10581. Acesso em: 8 de maio de 2017

LANDMANN, M. C. Estimativa das emissões de poluentes dos automóveis na RMSP considerando as rotas de tráfego. II Encontro da ANPPAS, São Paulo, Brasil, 2004.

LITMAN, Todd. Valuing transit service quality improvements. *Journal of Public transportation*, v. 11, n. 2, p. 3, 2008.

MCT (Ministério da Ciência, Tecnologia e inovação), 2006. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Relatório de Referência: Emissões de Gases de Efeito Estufa por Fontes Móveis, no Setor Energético. Brasília: DF

MCT (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação), 2013. Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Relatório Final. Brasília: DF

TAVARES, F. V. F., BARRETO, A. A., Dutra, E. G., & JACOMINO, V. M. F. Estudo do processo de dispersão de emissões veiculares em uma microrregião de Belo Horizonte (MG) utilizando simulação numérica. *Eng Sanit Ambient*, v. 15, n. 4, p. 315-324, 2010.

WANG, H., FU, L., LIN, X., ZHOU, Y., & CHEN, J. (2009). A bottom-up methodology to estimate vehicle emissions for the Beijing urban area. *Science of the total environment*, 407(6), 1947-1953.

ANEXO A

Fatores de emissão por categoria de veículo e tipo de combustível calculados para as frotas municipais do Estado de Minas Gerais. Foram considerados os municípios com frotas iguais ou superiores à 100.000 veículos registrados.



FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Belo Horizonte

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	4,392	0,465	0,410	0,070	0,002
	Etanol	13,611	1,409	1,177	nd	nd
	Diesel	0,459	0,116	1,834	nd	0,048
	Flex (G)	0,258	0,033	0,024	0,070	0,001
	Flex (E)	0,474	0,097	0,061	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,682	0,204	3,999	0,130	0,169
Ônibus	Urbano	1,849	0,460	9,514	0,130	0,361
	Microônibus	1,296	0,343	6,607	0,130	0,271
Moto	Gasolina	3,047	0,472	0,128	0,020	nd
	Flex (G)	0,756	0,095	0,075	0,020	nd
	Flex (E)	0,719	0,119	0,052	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	2,136	0,242	0,263	0,046	0,003
Caminhão	0,682	0,204	3,999	0,130	0,169
Ônibus	1,612	0,410	8,270	0,130	0,322
Moto	2,598	0,400	0,117	0,019	nd

FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Betim

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	4,953	0,525	0,476	0,070	0,002
	Etanol	13,982	1,457	1,233	nd	nd
	Diesel	0,441	0,120	1,976	nd	0,054
	Flex (G)	0,279	0,039	0,027	0,070	0,001
	Flex (E)	0,491	0,104	0,052	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,755	0,234	4,365	0,130	0,194
Ônibus	Urbano	1,926	0,497	10,153	0,130	0,377
	Microônibus	1,626	0,472	8,018	0,130	0,358
Moto	Gasolina	2,936	0,458	0,129	0,020	nd
	Flex (G)	0,754	0,096	0,073	0,020	nd
	Flex (E)	0,691	0,118	0,053	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	3,204	0,356	0,365	0,045	0,003
Caminhão	0,755	0,234	4,365	0,130	0,194
Ônibus	1,821	0,488	9,406	0,130	0,370
Moto	2,498	0,388	0,117	0,019	nd

FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Contagem

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	5,035	0,532	0,476	0,070	0,002
	Etanol	13,914	1,448	1,222	nd	nd
	Diesel	0,443	0,118	1,900	nd	0,051
	Flex (G)	0,277	0,039	0,027	0,070	0,001
	Flex (E)	0,491	0,103	0,052	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,731	0,224	4,246	0,130	0,185
Ônibus	Urbano	1,885	0,451	9,603	0,130	0,335
	Microônibus	1,442	0,385	7,303	0,130	0,301
Moto	Gasolina	3,038	0,473	0,130	0,020	nd
	Flex (G)	0,767	0,098	0,075	0,020	nd
	Flex (E)	0,773	0,135	0,052	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	3,131	0,347	0,353	0,045	0,003
Caminhão	0,731	0,224	4,246	0,130	0,185
Ônibus	1,715	0,426	8,719	0,130	0,322
Moto	2,580	0,399	0,117	0,019	nd

FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Divinópolis

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	5,506	0,574	0,502	0,070	0,002
	Etanol	14,241	1,480	1,252	nd	nd
	Diesel	0,411	0,124	2,049	nd	0,058
	Flex (G)	0,281	0,040	0,027	0,070	0,001
	Flex (E)	0,492	0,105	0,053	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,829	0,270	4,834	0,130	0,236
Ônibus	Urbano	1,727	0,437	9,022	0,130	0,320
	Microônibus	1,363	0,358	6,933	0,130	0,275
Moto	Gasolina	3,536	0,552	0,136	0,020	nd
	Flex (G)	0,789	0,103	0,074	0,020	nd
	Flex (E)	0,784	0,144	0,053	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	3,741	0,408	0,424	0,045	0,003
Caminhão	0,829	0,270	4,834	0,130	0,236
Ônibus	1,618	0,413	8,393	0,130	0,307
Moto	2,870	0,446	0,120	0,018	nd

FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Governador Valadares

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	4,932	0,519	0,442	0,070	0,002
	Etanol	14,320	1,467	1,222	nd	nd
	Diesel	0,435	0,120	1,950	0,053	0,053
	Flex (G)	0,277	0,039	0,027	0,070	0,001
	Flex (E)	0,489	0,104	0,053	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,778	0,242	4,470	0,130	0,202
Ônibus	Urbano	1,933	0,507	10,194	0,130	0,419
	Microônibus	1,950	0,602	9,830	0,130	0,480
Moto	Gasolina	3,521	0,550	0,135	0,020	nd
	Flex (G)	0,789	0,100	0,075	0,020	nd
	Flex (E)	0,793	0,142	0,053	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	2,888	0,322	0,360	0,047	0,004
Caminhão	0,778	0,242	4,470	0,130	0,202
Ônibus	1,941	0,555	10,011	0,130	0,450
Moto	2,721	0,422	0,116	0,018	nd

FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Ipatinga

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	4,885	0,516	0,452	0,070	
	Etanol	13,584	1,416	1,186	nd	nd
	Diesel	0,438	0,121	1,975	nd	0,054
	Flex (G)	0,280	0,040	0,027	0,070	0,001
	Flex (E)	0,492	0,104	0,052	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,753	0,231	4,349	0,130	0,192
Ônibus	Urbano	2,417	0,730	12,802	0,130	0,606
	Microônibus	1,873	0,568	9,688	0,130	0,468
Moto	Gasolina	3,386	0,529	0,134	0,020	nd
	Flex (G)	0,772	0,104	0,071	0,020	nd
	Flex (E)	0,686	0,127	0,056	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	3,310	0,366	0,373	0,046	0,003
Caminhão	0,753	0,231	4,349	0,130	0,192
Ônibus	2,131	0,645	11,166	0,130	0,533
Moto	2,847	0,444	0,120	0,019	nd

FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Juiz de Fora

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	5,374	0,558	0,476	0,070	0,002
	Etanol	13,976	1,452	1,227	nd	nd
	Diesel	0,433	0,120	1,963	nd	0,054
	Flex (G)	0,272	0,038	0,026	0,070	0,001
	Flex (E)	0,489	0,101	0,052	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,741	0,232	4,306	0,130	0,195
Ônibus	Urbano	1,989	0,500	10,218	0,130	0,391
	Microônibus	1,562	0,435	8,059	0,130	0,342
Moto	Gasolina	2,819	0,436	0,125	0,020	nd
	Flex (G)	0,758	0,096	0,074	0,020	nd
	Flex (E)	0,722	0,120	0,052	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	3,357	0,366	0,355	0,046	0,002
Caminhão	0,741	0,232	4,306	0,130	0,195
Ônibus	1,841	0,478	9,469	0,130	0,374
Moto	2,438	0,375	0,114	0,019	nd

FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Montes Claros

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	5,066	0,533	0,465	0,070	0,002
	Etanol	14,513	1,487	1,252	nd	nd
	Diesel	0,415	0,123	2,030	nd	0,057
	Flex (G)	0,278	0,039	0,027	0,070	0,001
	Flex (E)	0,491	0,104	0,053	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,781	0,250	4,550	0,130	0,216
Ônibus	Urbano	2,157	0,652	11,403	0,130	0,528
	Microônibus	1,822	0,534	9,145	0,130	0,426
Moto	Gasolina	3,494	0,545	0,136	0,020	nd
	Flex (G)	0,787	0,100	0,075	0,020	nd
	Flex (E)	0,769	0,133	0,052	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	3,049	0,339	0,405	0,043	0,004
Caminhão	0,781	0,250	4,550	0,130	0,216
Ônibus	2,071	0,621	10,824	0,130	0,502
Moto	2,883	0,447	0,121	0,019	nd

FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Sete Lagoas

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	4,990	0,530	0,483	0,070	0,002
	Etanol	13,959	1,447	1,219	nd	nd
	Diesel	0,414	0,123	2,022	nd	0,056
	Flex (G)	0,277	0,039	0,027	0,070	0,001
	Flex (E)	0,490	0,104	0,053	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,819	0,261	4,722	0,130	0,225
Ônibus	Urbano	2,040	0,552	10,659	0,130	0,429
	Microônibus	1,631	0,469	8,571	0,130	0,327
Moto	Gasolina	2,859	0,441	0,125	0,020	nd
	Flex (G)	0,768	0,100	0,073	0,020	nd
	Flex (E)	0,697	0,124	0,054	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	3,214	0,357	0,391	0,045	0,003
Caminhão	0,819	0,261	4,722	0,130	0,225
Ônibus	1,878	0,519	9,832	0,130	0,389
Moto	2,501	0,385	0,115	0,019	nd

FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Uberaba

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	5,228	0,546	0,469	0,070	0,002
	Etanol	13,767	1,425	1,189	nd	nd
	Diesel	0,413	0,122	2,007	nd	0,056
	Flex (G)	0,273	0,038	0,026	0,070	0,001
	Flex (E)	0,487	0,103	0,053	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,834	0,271	4,839	0,130	0,238
Ônibus	Urbano	2,089	0,619	11,198	0,130	0,531
	Microônibus	1,532	0,449	7,891	0,130	0,356
Moto	Gasolina	3,421	0,534	0,135	0,020	nd
	Flex (G)	0,760	0,101	0,072	0,020	nd
	Flex (E)	0,673	0,120	0,055	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	3,470	0,379	0,399	0,045	0,003
Caminhão	0,834	0,271	4,839	0,130	0,238
Ônibus	1,796	0,529	9,459	0,130	0,439
Moto	2,814	0,438	0,119	0,019	nd

FATORES DE EMISSÃO DA FROTA MUNICIPAL

Uberlândia

Fator de Emissão da Frota Licenciada por tipo de combustível						
Categoria	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	Gasolina	4,425	0,472	0,422	0,070	0,002
	Etanol	13,892	1,443	1,207	nd	nd
	Diesel	0,424	0,121	1,966	nd	0,054
	Flex (G)	0,273	0,038	0,026	0,070	0,001
	Flex (E)	0,489	0,102	0,053	nd	nd
Caminhão	Diesel	0,722	0,222	4,230	0,130	0,189
Ônibus	Urbano	2,079	0,586	10,897	0,130	0,478
	Microônibus	1,625	0,455	7,970	0,130	0,335
Moto	Gasolina	3,964	0,614	0,140	0,020	nd
	Flex (G)	0,829	0,097	0,078	0,020	nd
	Flex (E)	0,882	0,148	0,050	nd	nd

Categoria	Fator de Emissão da Frota Licenciada por categoria agrupada				
	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	SOx (g/km)	MP (g/km)
Automóvel	2,801	0,315	0,350	0,044	0,003
Caminhão	0,722	0,222	4,230	0,130	0,189
Ônibus	1,860	0,523	9,487	0,130	0,409
Moto	3,560	0,549	0,131	0,019	nd