

X-011 - DETERMINAÇÃO DE UM FATOR DE EMISSÃO COMUM PARA A FROTA DE VEÍCULOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

Ricardo Araújo Lessa⁽¹⁾

Bacharel em Geografia pela Universidade Federal Fluminense. Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Geógrafo e Gerente de Projetos pela Golder Associates.

Ayrton Pereira⁽¹⁾

Graduando em Engenharia na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Eduardo Monteiro Martins⁽¹⁾

D.Sc. em Físico Química pela UFRJ. Professor Adjunto do Depto. de Eng. Sanitária e do Meio Ambiente – Faculdade de Engenharia – UERJ

Endereço⁽¹⁾: Rua São Francisco Xavier – 524 - Maracanã – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20550-900 - Brasil - Tel: (21) 2334-0512. e-mail: riclessa@yahoo.com.br

RESUMO

A maioria das grandes cidades ao redor do mundo apresenta-se em estados problemáticos com relação à qualidade do ar. No Brasil e, especialmente na cidade do Rio de Janeiro, as concentrações de alguns poluentes atmosféricos emitidos por veículos automotores têm se apresentado crescimento preocupante. O problema atual da ocorrência de episódios de inapropriada qualidade do ar em grandes cidades ocorre a despeito da adoção de políticas públicas para utilização de tecnologias e de composição de combustíveis que reduzam a emissão de poluentes. O estudo de composição da frota de uma determinada localidade ou região subsidia a geração de dados importantes para gestão fitossanitária, pois a principal informação nesse escopo é o fator de emissão dos poluentes atmosféricos emitidos pelos veículos. Por este ser um valor baseado em emissões obtidas durante fase laboratorial de motores, faz-se necessária a utilização de uma gama de fatores de correção para que ocorra uma tentativa de aproximar os fatores de emissão obtidos em laboratório daqueles que ocorrem nas vias das grandes cidades.

Sendo assim, o presente trabalho relata um estudo realizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro com finalidade de aprimorar os valores conhecidos de fator de emissão para os poluentes monóxido de carbono e dióxido de nitrogênio por meio da adoção de fatores de correção refinados de acordo a aplicação de fatores de correção.

Nesse sentido, a avaliação e aprimoramento dos estudos de configuração e composição das frotas dos veículos automotores das grandes cidades é parte essencial das avaliações necessárias para gestão da qualidade do ar e para a gestão pública acerca da saúde humana e de possíveis impactos negativos sobre o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Fator de Emissão, Frota Veicular, Poluição Atmosférica, Contagem Veicular.

INTRODUÇÃO

Muitas das grandes cidades ao redor do mundo têm apresentado episódios recorrentes de inapropriada qualidade do ar. Em muitos desses casos a alta concentração dos poluentes é devida à atividade de circulação dos veículos automotores movidos a combustão interna pelas vias cada vez mais congestionadas das cidades. Tal fato é fruto do crescimento da frota veicular e, sobretudo, de políticas que incentivam o uso e a aquisição de veículos individuais em muitas cidades, na contramão da política de adoções de tecnologias que visam à redução das emissões de poluentes oriundos da queima dos combustíveis fósseis (e.g.: novas tecnologias de catalisadores, combustíveis menos poluentes, motores mais eficientes em suas queimas, tipologia de injeção de combustíveis etc.) (NAGENDRA; KHARE, 2002; PEPPER et al., 2006).

Estima-se que 97,5% do monóxido de carbono (CO) e 96% do dióxido de nitrogênio (NO₂) tidos como poluentes atmosféricos têm origem veicular, o que corresponde a cerca de 1,5x10⁶ toneladas de CO e 3,5x10⁵ toneladas de NO₂ emitidas na atmosfera por ano (CETESB, 2009).

De um modo específico as emissões de um determinado veículo são dependentes de fatores tais como a sua motorização, qualidade e composição do combustível utilizado, tecnologias presentes no veículo, estado de conservação das peças e maquinário, comportamento do motorista durante o ciclo de direção, condições de engarrafamentos e velocidade das vias, dentre outros. Todos esses fatores influenciam diretamente na quantidade de poluentes emitidos em determinado período pelos veículos, ou seja, no fator de emissão, expresso neste estudo em gramas por segundo (g/s).

O presente trabalho contém estudos de avaliação dos fatores de emissão coletados para veículos em condições ideais, que utilizam dos testes e ensaios realizados pelos fabricantes e importadores de veículos novos (PROCONVE - programas de controle de emissões veiculares e PROMOT - programa de controle da poluição do ar por motocicletas e veículos similares), caracterização da frota da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), de acordo com os dados do DENATRAM (2013), além da utilização de fatores de correção aplicados segundo metodologia *bottom-up* para alcançar fatores de emissão comuns e mais refinados para os poluentes monóxido de carbono (CO) e dióxido de nitrogênio (NO₂).

O trabalho foi executado em duas etapas. Na primeira, realizou-se um levantamento das informações e base de dados disponíveis acerca da frota RMRJ de modo a apresentar também uma configuração mais avançada da participação dos tipos de veículos automotores, juntamente com os fatores de emissão estipulados pelo PROCONVE para os veículos zero km lançados no Brasil desde a década de 1980 e com os dados de consumo de combustíveis no estado do Rio de Janeiro. Com tais dados coletados, iniciou-se a segunda etapa, que consiste na aplicação de fatores de correção que têm o objetivo de aproximar o valor de emissão indicado para veículos novos das emissões reais que ocorrem nas vias públicas, por meio da metodologia *bottom-up*, explicada adiante.

CONCLUSÃO

Os resultados alcançados por este trabalho fazem parte de uma contribuição importante para estudos de qualidade do ar e gestão da qualidade do ar em áreas urbanas, fortemente influenciadas pelas emissões de poluentes de veículos automotores. Após a aplicação da metodologia proposta, com uso de diversos fatores, os resultados apresentaram fatores de emissão médios acima daqueles estipulados pela legislação para cada categoria de veículos. A partir das técnicas de aprimoramento dos fatores de emissões através de fatores de correções, acredita-se criar maior confiança e solidez nos dados de entrada dos modelos de dispersão

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho foi aquela adotada pela CETESB (2013) em seus relatórios, a metodologia *bottom-up*, baseada nos fatores médios de emissão para veículos novos (zero km), para alcançar fatores de emissões mais refinados. Foram aplicados os dados de composição da frota veicular da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), cruzando tais dados com fatores de deterioração veicular, com a taxa de sucateamento e com as informações de consumo de combustíveis por tipologia ao longo do ano 2013.

A Figura 1 apresenta um fluxograma simplificado da metodologia de aprimoramento do FE utilizado no presente estudo e baseado nos métodos da CETESB.

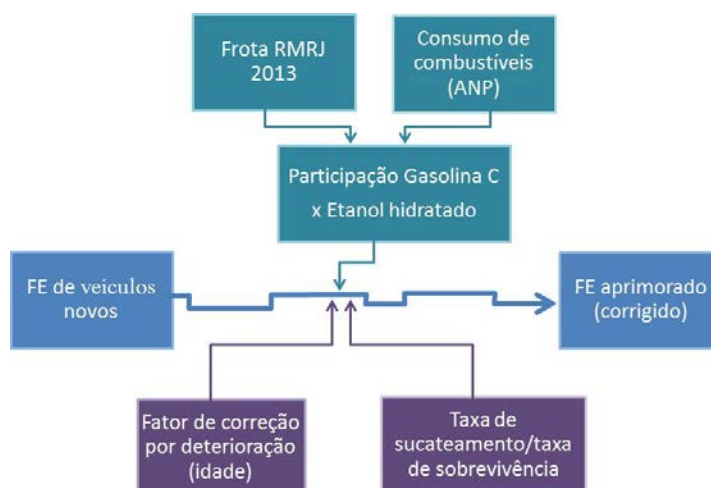


Figura 1: Fluxograma básico da metodologia e dados utilizados para aprimoramento do FE

PRIMEIRA ETAPA: CONFIGURAÇÃO DA FROTA VEICULAR DA RMRJ, FATORES DE EMISSÃO ESTIPULADOS PARA VEÍCULOS ZERO KM E CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS

A frota veicular considerada é aquela oriunda dos municípios da RMRJ, a saber: Belford Roxo, Duque de Caxias, Guapimirim, Itaboraí, Itaguaí, Japeri, Magé, Maricá, Mesquita, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, Queimados, Rio de Janeiro, São Gonçalo, São João de Meriti, Seropédica e Tanguá.

O Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN (2013) – disponibiliza em seu sítio na internet a classificação veicular e os quantitativos para cada classe aplicados a cada município do estado do Rio de Janeiro.

Para motocicletas a metodologia é similar, contudo, mais simplificada. Foram considerados os dados disponíveis acerca da frota de motocicletas e similares motorizados no estado do Rio de Janeiro, abrangendo o período 2002 até 2013, e as informações relativas à venda de motocicletas para o ano de 2013 (i.e.: janeiro a dezembro), ambas as informações são oriundas da ABRACICLO (2013) e DENATRAN (2013).

Sobre tais dados, foram aplicados os FE ponderados para motocicletas disponibilizados pelo Anexo R da CETESB (2013), separando-as por tipo de motorização (i.e.: até 150 cc, entre 151 e 500 cc e acima de 500 cc) e por tipo de combustível (i.e.: gasolina, Flex-fuel gasolina e Flex-fuel etanol hidratado).

O cruzamento dos dados de frota da RMRJ com os demais fatores de correção e os dados de consumo de combustíveis no estado do Rio de Janeiro foi elaborado inteiramente em meio digital, em planilhas no formato Excel®.

Este trabalho acessou as informações disponíveis à época que representavam a configuração da frota para o final do ano de 2013. O somatório de veículos para a RMRJ para o final do ano de 2013 é de 3.854.359.

A tipologia veicular conforme apresentado pelo DENATRAN engloba as seguintes classes: automóvel, bonde, caminhão, caminhão trator, caminhonete, caminhoneta, chassi plataforma, ciclomotor, micro-ônibus, motocicleta, motoneta, ônibus, quadriciclo, reboque, semi-reboque, *side-car*, trator de esteira, trator de rodas, triciclo e utilitário. A Figura 2 apresenta a participação das tipologias veiculares para a composição da frota da RMRJ para o ano de 2013.

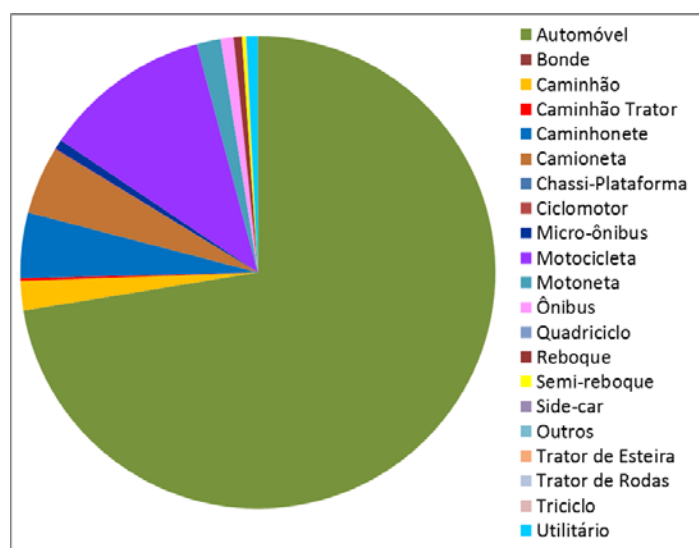


Figura 2: participação das tipologias veiculares para a composição da frota da RMRJ

Contudo, essa quantidade de classes expostas em 21 (vinte e uma) foram adaptadas à classificação de fator de emissão para veículos zero km utilizada na metodologia *bottom-up*. Desse modo, foram obtidas 6 (seis) classes, de acordo com a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Frota veicular da RMRJ por classe de veículos

Tipologia de veículo	Número de veículos	Participação (%)
Automóveis (Veículos leves)	2.791.050	72,4
Veículo Comercial Leve	379.969	9,9
Caminhões	116.541	3,0
Ônibus	59.890	1,6
Motocicletas	506.648	13,1
Outros	261	0,0
Total	3.854.359	100,0

Fonte: Dados adaptados de DENATRAN (2013)

Tais dados são importantes para ponto-de-partida para cruzamento das informações de ano de fabricação de toda a frota em questão, também através do sítio do DENATRAN, com o objetivo de obter o panorama geral da participação, em termos de percentuais (Tabela 2 a seguir), dos anos de todos os veículos licenciados. Essa informação é necessária para a aplicação da taxa de sucateamento sobre os dados de fatores de emissões dos veículos novos, taxa essa utilizada na segunda etapa deste trabalho.

Tabela 2: Participação dos anos de produção dos veículos da RMRJ

Ano de veículo	Participação	Ano de veículo	Participação	Ano de veículo	Participação
1900	0,001%	1938	0,000%	1976	0,502%
1901	0,000%	1939	0,000%	1977	0,486%
1902	0,000%	1940	0,000%	1978	0,653%
1903	0,000%	1941	0,001%	1979	0,715%
1904	0,000%	1942	0,002%	1980	0,798%
1905	0,000%	1943	0,000%	1981	0,630%
1906	0,000%	1944	0,000%	1982	0,900%
1907	0,000%	1945	0,000%	1983	1,122%
1908	0,000%	1946	0,001%	1984	0,884%
1909	0,000%	1947	0,001%	1985	1,024%
1910	0,000%	1948	0,002%	1986	1,315%
1911	0,000%	1949	0,001%	1987	0,897%
1912	0,000%	1950	0,001%	1988	1,160%
1913	0,000%	1951	0,005%	1989	1,170%
1914	0,000%	1952	0,003%	1990	1,166%
1915	0,000%	1953	0,001%	1991	1,258%
1916	0,000%	1954	0,003%	1992	1,252%
1917	0,000%	1955	0,001%	1993	1,878%
1918	0,000%	1956	0,001%	1994	2,396%
1919	0,000%	1957	0,003%	1995	3,218%
1920	0,000%	1958	0,003%	1996	3,153%
1921	0,000%	1959	0,007%	1997	3,476%
1922	0,000%	1960	0,011%	1998	2,956%
1923	0,000%	1961	0,018%	1999	2,557%
1924	0,000%	1962	0,026%	2000	2,773%
1925	0,000%	1963	0,029%	2001	3,088%
1926	0,000%	1964	0,041%	2002	2,990%
1927	0,000%	1965	0,045%	2003	2,474%
1928	0,000%	1966	0,070%	2004	2,974%
1929	0,001%	1967	0,094%	2005	3,212%
1930	0,000%	1968	0,149%	2006	3,690%
1931	0,000%	1969	0,139%	2007	4,992%
1932	0,000%	1970	0,181%	2008	6,053%
1933	0,000%	1971	0,186%	2009	6,132%
1934	0,000%	1972	0,297%	2010	6,964%
1935	0,000%	1973	0,324%	2011	7,750%
1936	0,000%	1974	0,428%	2012	7,026%
1937	0,000%	1975	0,424%	2013	1,813%

Fonte: Dados adaptados de DENATRAN (2013)

De acordo com a metodologia *bottom-up*, os veículos novos (zero km) têm suas emissões estabelecidas de acordo com os limites máximos de emissão de poluentes estipulados pelo PROCONVE (IBAMA, 2014). O Programa apresenta limites máximos para diversos poluentes e para as categorias veiculares veículo leve de passageiros, veículos leves comerciais (massa menor que 1.700 kg), veículos leves comerciais (massa maior que 1.700 kg), veículos pesados com Ciclo Diesel com Ciclo de testes ESC/ELR e Ciclo de testes ETC, veículos pesados movidos a GNV a partir de 2009, ciclomotores e motocicletas.

Esses fatores de emissão máximos estipulados pelo programa iniciam-se no ano de 1980. Veículos mais antigos que 1980 devem ter suas emissões equiparadas os valores máximos daquele ano. A Figura 3 apresenta o gráfico da tendência de redução dos limites de emissão das emissões médias do poluente CO ao longo do tempo, desde a década de 1980 para a classe de veículos leves zero km.

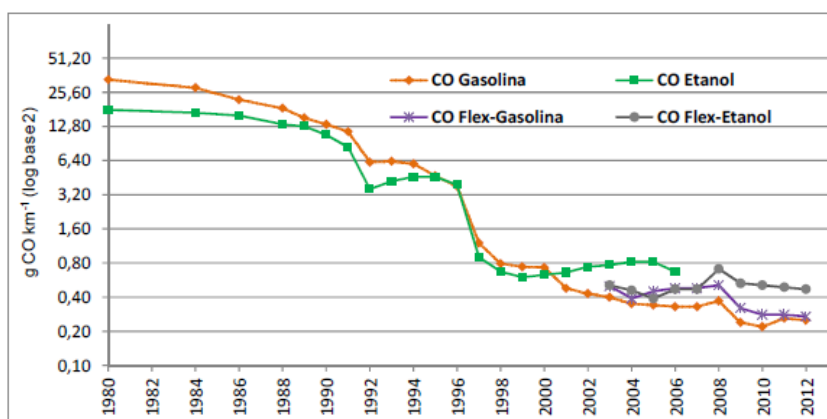


Figura 3: Tendência de queda do Fator de Emissão médio do poluente CO para veículos leves zero km – 1980 a 2012

Acrescidos aos limites estabelecidos pelo PROCONVE, os dados de consumo de combustíveis foram obtidos na Agência Nacional do Petróleo – ANP (2013), para as categorias gasolina C, etanol hidratado, óleo Diesel e outros (gasolina de aviação, querosene de aviação, querosene iluminante, óleo combustível e GLP). A não consideração do Gás Natural Veicular (GNV) no presente estudo deve-se ao fato de esse combustível não ter fatores de emissão estabelecidos de longa data e também não apresentar dados robustos acerca de suas emissões para todos os poluentes por ele emitidos, principalmente material particulado.

Segundo os dados da ANP (2013), considerando-se apenas os combustíveis gasolina C e etanol hidratado, o consumo relativo foi de 86,7 e 13,3% respectivamente, como apresentado na Figura 3.

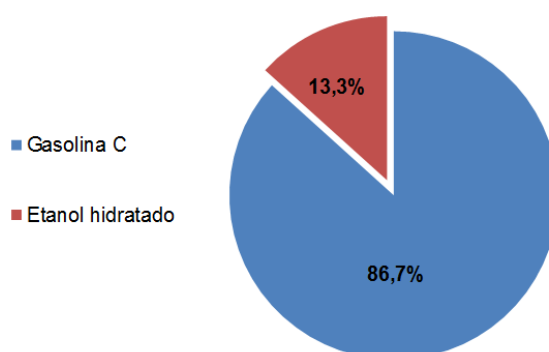


Figura 3: Participação relativa do consumo de gasolina C e etanol hidratado no estado do Rio de Janeiro para o ano de 2013

Fonte: Dados adaptados de ANP (2013)

SEGUNDA ETAPA: APLICAÇÃO DA TAXA DE SUCATEAMENTO E TAXA DE DETERIORAÇÃO DO MAQUINÁRIO

Após a coleta e configuração das informações acerca da frota veicular da RMRJ, dos fatores de emissão para veículos zero km e do consumo de combustíveis (primeira etapa), deu-se início à aplicação de fatores de correção (segunda etapa).

Foram utilizadas as curvas de sucateamento e consequentes taxas de sobrevivências descritas por CETESB, fazendo com que, ao considerar a frota regional, ocorra uma retirada teórica matemática e progressiva dos veículos mais antigos. Além disso, um importante parâmetro foi considerado, também de acordo com os dados da CETESB: a aplicação da taxa de deterioração de maquinário, que repercute em incrementos de até 200% nas emissões de CO e NO₂ por quilômetro.

A Taxa de Sucateamento é uma função derivada de modelo estatístico ou observada que aplicada à frota de veículos permite estimar a frota circulante, retirando da frota conceitual parte dos veículos que saíram de

circulação em função de acidentes com perda total, furtos, desmonte, abandono etc. Tal taxa é inversamente proporcional à Taxa de Sobrevivência que, por sua vez, pode ser definida como uma estimativa da quantidade de veículos que ao longo dos anos continua em circulação. A taxa de sobrevivência é complementar à taxa de sucateamento. Ou seja, ano a ano, a probabilidade de o veículo estar em circulação diminui.

Desse modo, a CETESB (2013) utilizou as informações disponíveis no 1º Inventário Nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários (IBAMA, 2010). A Figura 4 apresenta as curvas de tendência das taxas de sobrevivência para seis classificações de veículos com até 50 anos de idade.

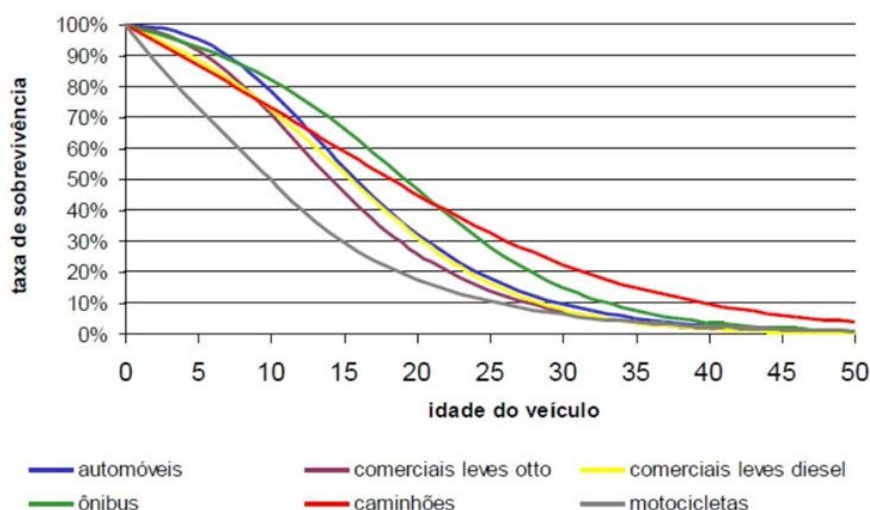


Figura 4: Taxas de sobrevivência de veículos com até cinquenta anos de idade
Baseado em CETESB (2013) e IBAMA (2010).

Adicionalmente, introduz-se o fator de deterioração, que incrementa a massa dos poluentes analisados de acordo com o avanço da idade do veículo. A aplicação desse fator pode significar modificações de Fatores de Emissão teóricos nos quais, por exemplo, veículos da década de 1960 e 1980 apresentam, segundo tal fator, valores de emissões de CO de 39,60 g/km, sensivelmente acima do fator de emissão médio de veículo novo do mesmo ano, que é de 33,00 g/km, representado um acréscimo de até 20%.

A Figura 5 apresenta os valores crescentes retroativos relacionados ao fator de emissão que leva em conta a deterioração de veículos leves do ciclo Otto.

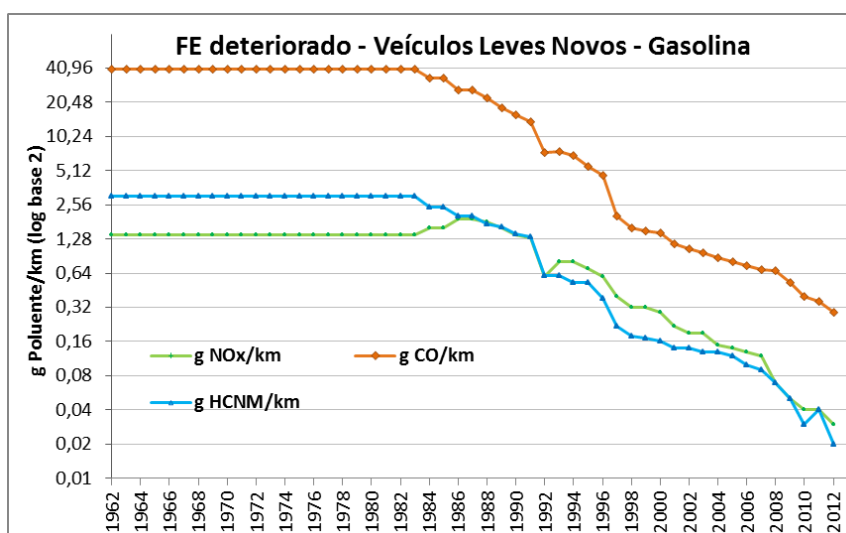


Figura 5: Fator de Emissão deteriorado para veículos leves do ciclo Otto
Baseado em CETESB (2013) e IBAMA (2010).

RESULTADOS

De acordo com a metodologia da *bottom-up* exposta e utilizada, os FE aprimorados e ponderados por tipo de motorização e combustível para os poluentes CO e NO₂ relativos à categoria veículos automotores é de 1,771 g/km-1 e 0,193 g/km. Para a categoria veículos comerciais leves, com motor ciclo Otto (i.e.: gasolina, Flex-fuel gasolina e Flex-fuel etanol hidratado), os valores de FE encontrados foram de 7,979 g/km para CO e 0,554 g/km para NO₂.

Os FE aprimorados e ponderados por tipo de motorização e combustível para motocicletas é de 1,637g/km para CO e 0,099 g/km para NO₂.

Para os veículos movidos a óleo diesel, foram classificadas três categorias, a saber: veículo comercial leve movido a diesel, veículo pesado-caminhão e veículo ônibus urbano. O diferencial metodológico para a aplicação dos fatores de correção para os veículos movidos a combustão de óleo diesel é fato de não haver valores de fatores de deterioração para tais classes. Logo, não foram aplicados valores que considerem uma maior taxa de emissão de acordo com a idade do veículo, conforme realizado nos veículos de ciclo Otto.

Os veículos comerciais leves movidos a óleo diesel obtiveram os valores de 0,558 g/km e 2,567 g/km para seus fatores de emissão de CO e NO₂. Para a categoria pesado-caminhão, os valores de FE foram de 1,170 g/km para CO e 7,046 g/km para NO₂. Já para a categoria pesado-ônibus urbano os valores de FE encontrados foram 1,734 g/km para CO e 9,908 g/km para NO₂.

A Tabela 4 apresenta os fatores de emissões obtidos pelo presente estudo para os poluentes monóxido de carbono (CO) e dióxido de nitrogênio (NO₂) segundo a metodologia descrita pela CETESB (2013).

Tabela 4: Valores de fatores de emissões aprimorados

Tipologia de veículo	CO (g/km)	NO ₂ (g/km)
Veículo leve (ciclo Otto)	1,771	0,193
Comercial leve (ciclo Otto)	7,979	0,554
Motocicleta	1,637	0,099
Comercial leve (diesel)	0,558	2,567
Pesado-caminhão (diesel)	1,170	7,046
Pesado-ônibus urbano (diesel)	1,734	9,908

Ressalta-se o fato de os fatores de emissão obtidos pelo presente estudo apresentaram-se maiores que os FE máximos estipulados pelo PROCONVE em sua fase mais recente (i.e.: Fase L6 para veículos leves, M4 para motocicletas e P7 para veículos pesados).

Essa diferença é devida, basicamente, à aplicação dos fatores de correção descritos na metodologia da CETESB e na metodologia deste estudo. Principalmente os incrementos de emissão oriundos das taxas de fatores de emissão deteriorados, que consideram a idade da frota em questão. A Tabela 5 demonstra as diferenças de valores dos FE obtidos neste trabalho e os valores máximos estabelecidos pelo PROCONVE e pelo PROMOT de acordo com a categoria do veículo automotor.

Tabela 5 - Valores de fatores de emissões aprimorados e limites estipulados

Categoria do veículo	FE obtidos neste estudo		FE máximos*	
	CO (g/km)	NO ₂ (g/km)	CO (g/km)	NO ₂ (g/km)
Veículo leve (ciclo Otto)	1,771	0,193	1,300	0,080
Comercial leve (ciclo Otto)	7,979	0,554	2,000	0,080
Motocicleta**	1,637	0,099	1,000	0,150
Comercial leve (diesel)	0,558	2,567	0,480	1,460
Pesado-caminhão (diesel)	1,170	7,046	0,110	1,550
Pesado-ônibus urbano (diesel)	1,734	9,908	0,350	1,650

*FE estipulados como limites máximos estabelecidos pelo PROCONVE. Os valores apresentados são relativos à Fase L6 para veículos leves, M4 para motocicletas e P7 para veículos pesados, fases mais restritivas atualmente.

** Motocicletas com motores menores que 150 cilindradas (cm³).

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A Região Metropolitana da Cidade do Rio de Janeiro apresenta uma carência de um inventário de emissões por fontes móveis para a sua região metropolitana, sendo que este tipo de estudo contribui para a gestão da qualidade do ar em uma região complexa, com uma grande frota veicular.

A não inclusão do poluente material particulado (MP) deve-se à fragilidade bibliográfica desse poluente nos relatórios da CETESB. Ao considerar todas as classes de veículos e os anos de análise, verifica-se que para veículos leves novos o MP é relatado somente para o combustível gasolina, sendo que se aplica o valor de 0,0024 g/km de MP para o intervalo de 1980 a 1996 e de 0,0011 g/km de MP de 1997 a 2012. O mesmo valor de 0,0011 g/km é adotado para veículos comerciais leves novos. Também não são disponibilizadas taxas de emissões de MP para o fator de emissão deteriorado e para motocicletas e similares. Ou seja, utilização dos fatores de correção sobre o poluente material particulado requer uma necessidade bastante frágil em termos metodológicos para o desenvolvimento de seu conteúdo.

Vale ressaltar que Pierson et al. (1996) concluíram que, mesmo com aproximações sucessivas por meio de estudos detalhados da composição da frota regional, o FE obtido para os poluentes pode estar apenas dentro da taxa de 50% dos valores emitidos reais pelos veículos nas vias de circulação. Nesse sentido, em estudos realizados no Brasil, por meio de análise dos poluentes emitidos pelo escapamento veicular, Vaz de Melo (2004) verificou que, na realidade, as emissões associadas aos veículos automotores de combustão interna aproximam-se dos valores máximos estipulados pelo PROCONVE para cada classe. Esse sensível aumento dos fatores de emissões reais deve-se ao comportamento dos condutores nas vias, em eventos de trânsito, com acelerações sucessivas etc.

Ainda assim, a aplicação da metodologia *bottom-up* é uma importante ferramenta para aprimoramento dos valores de fatores de emissão de poluentes mais próximos da realidade das emissões de poluentes que ocorrem durante a circulação dos veículos nas ruas das cidades. A necessidade de utilização de fatores de correção teóricos deve ser entendida ao mesmo tempo como uma pequena fragilidade para os resultados obtidos, visto que muitas dessas informações são assumidas como premissas gerais, por exemplo: todos os veículos anteriores ao ano de 1980 assumem os valores de emissão, segundo os dados do PROCONVE, do próprio ano de 1980.

Tais dados são essenciais para estudos de modelagens de dispersão atmosférica e, a partir das técnicas de aprimoramento dos fatores de emissões através de fatores de correções, acredita-se criar maior confiança e solidez nos dados de entrada dos modelos de dispersão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Resolução ANP n° 40, de 25 de outubro de 2013. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2013/outubro/ranp%2040%20-%202013.xml>. Acesso em: 19 de novembro de 2013.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE MOTOCICLETAS, CICLOMOTORES, MOTONETAS, BICICLETAS E SIMILARES – ABRACICLO. Dados do Setor – vendas atacado: motocicletas 2013. Disponível em: < http://www.abraciclo.com.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=21&Itemid=37>. Acesso em 18 de dezembro de 2013. 2 p.
3. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Emissões veiculares no estado de São Paulo 2012 [recurso eletrônico]. Coordenação técnica Marcelo Pereira Bales; elaboração Antônio de Castro Bruni [et al.]. São Paulo: CETESB, 2013. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/emissao_veicular>. Acesso em: 11 de setembro de 2013.
4. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo 2008. Série Relatórios. CETESB, São Paulo, SP, 2009. 340 p.
5. DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO – DENATRAN. Frota de veículos por ano de fabricação, regiões e Unidades da Federação. Banco de dados em planilha de Excel. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2013.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. 1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, Diretoria de Mudanças Climáticas. Brasília, 2010.
7. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Programas de controle de emissões veiculares. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/programa-proconve>>. Acesso em agosto de 2014.
8. NAGENDRA, S.; KHARE, M. Line source emission modeling - review. Atmospheric Environment, v. 36, nº.13, 2002. p. 2083–98.
9. PEPPER, I.; GERBA, C.; BRUSSEAU, M. Environmental & pollution science. Second Edition. Academic Press, Elsevier. Grã-Bretanha, 2006.
10. PIERSON, W.; GERTLER, A.; ROBINSON, N.; SAGEBIEL, J.; ZIELINSKA, B.; BISHOP, G.; STEDMAN, D.; ZWEIDINGER, R.; RAY, W. Real-world automotive emissions - summary of studies in the Fort McHenry and Tuscadora Mountain tunnels. Atmospheric Environment 30, 1996. p. 2233-2256.
11. VAZ DE MELO, C. Desenvolvimento de uma metodologia para determinar os níveis de emissão de escapamento de veículos automotores leves do Ciclo Otto em condições reais de operação [dissertação de mestrado]. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2004