

de Paula Pinto, Wanderson; Barbosa Lima, Gemael; Bras Zanetti, Juliano; Boecker  
Percílios, Idarlete; Sarter Braum, Edilson

Estimativa das emissões de poluentes atmosféricos geradas por veículos leves em Santa  
Maria de Jetibá, ES

Ciência e Natura, vol. 38, -, 2016, pp. 337-341

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467547689055>

## Estimativa das emissões de poluentes atmosféricos geradas por veículos leves em Santa Maria de Jetibá, ES

Estimated air pollutant emissions generated by light vehicles in Santa Maria de Jetibá, ES

Wanderson de Paula Pinto, Gemael Barbosa Lima, Juliano Bras Zanetti, Idarlete Boecker  
Percílios e Edilson Sarter Braum

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES e Faculdade da Região Serrana - FARESE.  
wandersondpp@gmail.com; gemaelbl@yahoo.com.br; zanettijb@yahoo.com.br; dudatop\_3@hotmail.com;  
dilsonbraun@hotmail.com

### Resumo

Com o crescimento populacional, o desenvolvimento econômico e o aumento da frota motorizada, as fontes de poluição sem o devido controle agravam cada vez mais a qualidade do meio ambiente. O aumento da frota circulante de veículos em Santa Maria de Jetibá tem contribuído para elevação da concentração de poluentes na atmosfera municipal. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo principal realizar um estudo das emissões por escapamento de veículos automotores leves no município de Santa Maria de Jetibá - ES para o ano de 2009. A metodologia adotada foi baseada nos métodos para elaboração de inventários de emissões veiculares da Environmental Protection Agency dos Estados Unidos e no Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente. A partir dos resultados dessa pesquisa, nota-se uma redução considerável das emissões dos poluentes em estudo a partir de 1990. Tal decréscimo pode ser atribuído à adequação das tecnologias de fabricação dos veículos e devido à implementação da Lei nº 8.723, de 28 de Outubro de 1993, que estabelece normas para emissão de poluentes automotivos.

**Palavras-chave:** Emissões veiculares, poluição atmosférica, fontes móveis, inventário de emissões, qualidade do ar.

### Abstract

With population growth, economic development and the increase of motorized fleet, the pollution sources without proper control are making worse the quality of the environment. The increase of the current vehicles fleet in Santa Maria de Jetibá has contributed to raising the concentration of pollutants in the city atmosphere. In this context, this study aimed to conduct a study of emissions from leakage of light motor vehicles in the municipality of Santa Maria de Jetibá - ES in 2009. The methodology was based on methods for the preparation of vehicle emissions inventories of the Environmental Protection Agency of the United States and the Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários prepared by Ministério do Meio Ambiente. From the results of this research, there is a considerable reduction in pollutant emissions under study since 1990. This decrease can be attributed to the suitability of vehicle manufacturing technologies and due to the implementation of Law number 8723 of October 28, 1993, laying down detailed rules for the issuance of automotive pollutants.

**Keywords:** vehicle emissions, atmospheric pollution, mobile sources, emissions inventory, air quality.

## 1 Introdução

Com o crescimento populacional aliado ao desenvolvimento econômico a frota de veículos automotores vem aumentando de forma exponencial, somados a isso, a ineficiência dos transportes públicos e as fontes de poluição sem o devido controle, agravam cada vez mais a qualidade de vida da população e a do meio ambiente (Cancelli e Dias, 2014).

A preocupação com as emissões atmosféricas por veículos é devido ao fato desses poluentes carregarem diversas substâncias tóxicas que, em contato com o sistema respiratório, podem produzir efeitos maléficos sobre a saúde humana.

A redução da velocidade média dos automóveis devido aos congestionamentos nos horários de maior movimentação nas cidades causa um consumo maior de combustível eliminando mais quantidade de substâncias tóxicas na atmosfera, que, em contato com o sistema respiratório, podem causar riscos à saúde humana.

A quantidade de poluentes emitidos pode também depender de fatores como a regulagem e o tipo do motor e da maneira de dirigir do motorista. A gasolina é o combustível mais utilizado para os veículos leves, e é a causa da grande emissão de gases poluentes que nos dias de hoje já está mais controlada graças ao uso de catalizadores e injeção eletrônica nos veículos mais novos (Derisio, 2012).

Os veículos leves, movidos a gasolina ou a álcool, são os principais responsáveis pela emissão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos, enquanto os veículos pesados, geralmente movidos a diesel, são os responsáveis pela emissão de óxidos de nitrogênio e enxofre.

A gasolina é o combustível mais utilizado por veículos leves no Estado tornando-se preocupante a alta taxa de emissão dos fatores citados anteriormente, principalmente por carros com fabricação anterior ao ano de 1993, antes da aprovação da Lei nº 8.723, de 28 de Outubro de 1993 (Brasil, 1993) que dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e obriga aos fabricantes a reduzir o nível de resíduos eliminados na atmosfera com o objetivo de combater a poluição e controlar a emissão de gases.

As emissões de poluentes veiculares são constituídas por diversas substâncias tóxicas como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos (CH) que são prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. O monóxido de carbono e os óxidos de nitrogênio são produtos da combustão interna nos motores enquanto os hidrocarbonetos são emitidos pelo escapamento dos veículos e também pela evaporação dos combustíveis e dos óleos lubrificantes (Baird, 2012).

O inventário de emissões é uma ferramenta de grande utilidade no estudo da poluição urbana, pois permite

a identificação de fontes predominantes de emissão e, também, o estudo de tendências anuais de redução ou aumento de determinados poluentes na atmosfera. Com esta ferramenta pode-se avaliar o progresso de metas de redução de emissões, sendo um importante instrumento de avaliação de monitoramento e controle da qualidade do ar. No Brasil, vem sendo realizado este tipo de trabalho no intuito de quantificar as emissões atmosféricas nos grandes centros urbanos e identificar as principais fontes de poluição, de forma a propor medidas para sua mitigação (Ueda e Tomaz, 2011).

Deste modo, para promover a informação à população e para direcionar medidas de prevenção e assegurar a melhoria e manutenção da qualidade do ar, este trabalho teve como objetivo a realização de um estudo das emissões por escapamento de veículos automotores leves no município de Santa Maria de Jetibá - ES para o ano de 2009.

## 2 Materiais e Métodos

### 2.1 Área de estudo

O município de Santa Maria de Jetibá está localizado na região Centro Serrana do estado do Espírito Santo, a 84 km da capital Vitória (ES), altitude média de 700 metros, clima de montanha com muita água e com uma mata que cobre 20% (vinte por cento) das terras da região. É uma cidade de colonização pomerana, com uma população de 37.720 habitantes (Brasil, 2010), a fonte de renda do município baseia-se da agricultura familiar e avicultura de Postura, é a maior produtora de ovos do estado do Espírito Santo e a segunda maior do Brasil (Covre e Fassarella, 2010).

### 2.2 Metodologia

A metodologia adotada foi baseada nos métodos para elaboração de inventários de emissões veiculares utilizada pela Environmental Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos e no 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (Brasil, 2011). Na primeira etapa foi feito o levantamento do número de veículos circulantes em Santa Maria de Jetibá e a taxa de emissão de acordo com o ano de fabricação. Estes dados foram obtidos junto ao Departamento Estadual de Trânsito do Espírito Santo (DETRAN-ES) (Governo do Estado do Espírito Santo, 2009) e a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (Governo do Estado de São Paulo, 2005).

Para o cálculo das estimativas levou-se em consideração a distribuição da idade da frota, o fator de deterioração e a variação da quilometragem média percorrida em

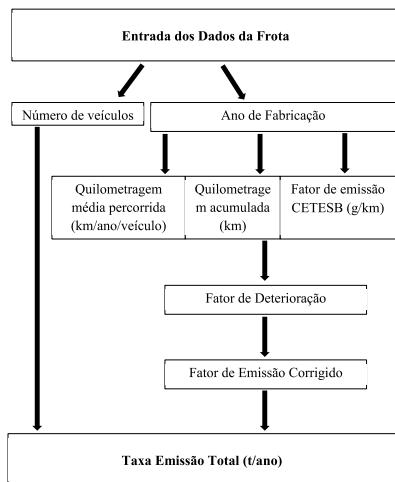


Figura 1: Esquema da metodologia para o cálculo das estimativas de emissões totais.

função da idade do veículo, bem como a diferenciação por tipo de combustível utilizado. Neste estudo, foram considerados os veículos leves, de combustão interna, movidos a gasolina e a álcool, veículos flex e motos. A Figura 1 descreve as etapas de cálculo das estimativas de emissões.

Na segunda etapa foram calculadas as taxas de emissões atmosféricas totais de cada poluente, através da seguinte equação:

$$E = Fe \times km \times N \times 10^{-6} \quad (1)$$

em que:

$E$  = Taxa de emissão do poluente  $i$  (t/ano)

$Fe$  = Fator de emissão do poluente  $i$  (g/km)

$Km$  = Quilometragem média rodada por veículo (km/dia)

$N$  = Número de veículos

$10^{-6}$  = Fator de conversão de g para toneladas

A quilometragem média rodada pelos veículos foi estimada com base na metodologia apresentada pela CETESB e pelo 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários. Os fatores de emissão foram corrigidos, pois um carro com tecnologia mais antiga apresenta maiores taxas de emissões de poluentes em comparação a um veículo zero quilômetro (Teixeira et al., 2008). Os fatores de emissão corrigidos para veículos usados são obtidos pelo produto dos fatores de emissão dos veículos no ano em questão por um fator de deterioração.

As taxas de emissões totais anuais foram calculadas para os seguintes poluentes: monóxido de carbono (CO),

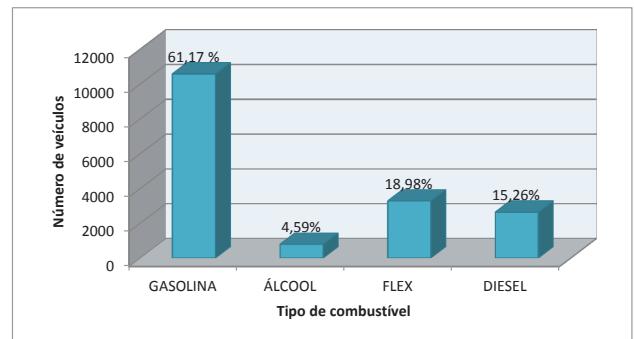


Figura 2: Distribuição do perfil da frota veicular por tipos de combustíveis em Santa Maria de Jetibá.

hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ ). Todas as rotinas para elaboração dos gráficos e análises dos dados foram implementadas usando os softwares R (software livre), versão 2.15.1 (R Development Core Team, 2014) e Excel.

### 3 Resultados e Discussão

A frota do município de Santa Maria de Jetibá para o ano de 2009 foi estimada em 17309 veículos automotores, dos quais 31,51% são automóveis, 10,30% são micro-ônibus e caminhonetes, 15,38% são ônibus, caminhões e tratores de roda e 42,81% são motocicletas. Os resultados para a distribuição da frota segundo o tipo de combustível são mostrados na Figura 2. Observa-se que a predominância por tipo de combustível é de veículos movidos a gasolina, incluindo motocicletas.

As emissões anuais de CO, HC e  $NO_x$  de acordo com o tipo de combustível estão apresentadas na Tabela 1. Estes resultados mostram que as emissões de veículos movidos a gasolina são as mais expressivas em termos de emissões veiculares, já que estes representam a maior parte da frota circulante. As motocicletas representam a maior porcentagem em relação ao número total de veículos e, segundo os resultados, possuem emissões significativas.

A partir da década de 80 houve um decréscimo das emissões de CO (Figura 3). Este decréscimo pode ser atribuído à adequação das tecnologias de fabricação, principalmente, após 1993 com a implementação da Lei nº 8.723 de 28 de outubro de 1993 (Brasil, 1993). O foco da Lei foi a exigência da redução das emissões dos veículos por parte dos fabricantes. Esta Lei comemora 22 anos em 2015, sendo que entre os anos de 1992 e 1997 ocorreram as maiores inovações (Teixeira et al.,

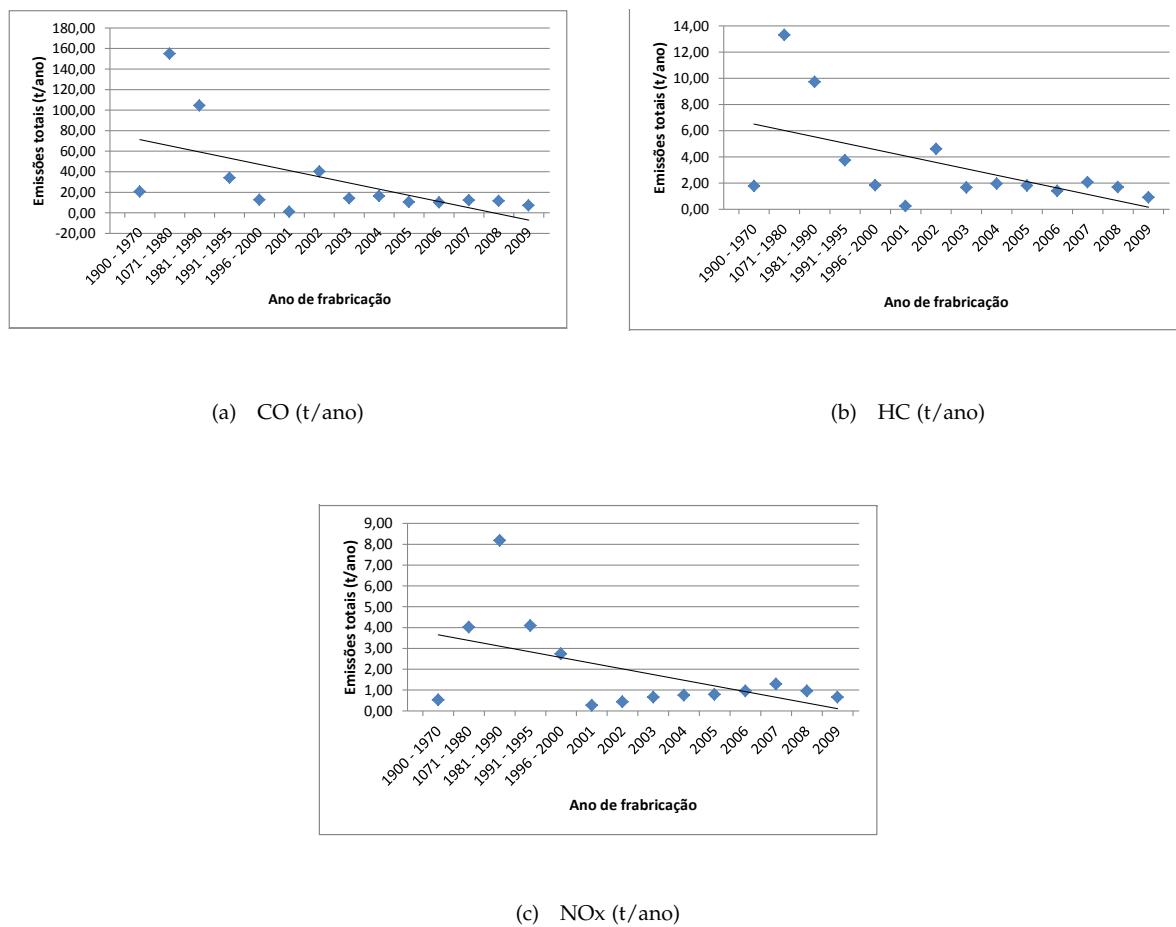
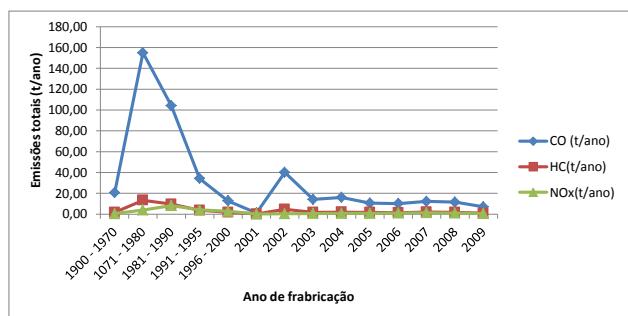
Figura 4: Emissões totais com a linha de tendência de CO (a) HC (b) e NO<sub>x</sub> (c).

Tabela 1: Emissões totais de poluentes atmosféricos no ano de 2009 em Santa Maria de Jetibá (t/ano).

Poluentes/Combustíveis	CO	NO <sub>x</sub>	HC
Gasolina	284,93	16,41	27,30
Álcool	55,45	5,31	5,56
Flex	66,95	6,42	7,18
Motos	98,62	3,52	12,26
Total	505,95	31,66	52,3

Figura 3: Perfil das emissões totais de CO, NO<sub>x</sub> e HC dos veículos em circulação no ano de 2009 em Santa Maria de Jetibá.

2008). Neste período, foram desenvolvidas novas tecnologias, em especial a injeção eletrônica de combustível e os conversores catalíticos, para minimizar as emissões veiculares, principalmente as do escapamento.

No presente trabalho verificou-se para todos os combustíveis estudados que as emissões veiculares em Santa Maria de Jetibá, ES apresentam tendência de diminuição (Figura 4) ao longo dos anos de frabricação, que pode ser atribuído à implementação da Lei 8723 de outubro de 1993, à otimização do desempenho dos motores e da

qualidade dos combustíveis e à retirada de circulação dos veículos antigos e em más condições pelos Órgãos competentes.

Observa-se que o perfil de emissão de poluentes está relacionado com o tipo de combustível. Por esta razão, um automóvel movido a álcool não polui quanto um movido a gasolina, um ônibus ou uma motocicleta. Devido ao aprimoramento na qualidade dos combustíveis às novas tecnologias empregadas na fabricação, os veículos novos são menos poluidores. Segundo Teixeira et al. (2008), do ponto de vista ambiental, o Brasil já produz um dos melhores combustíveis do mundo, sendo pioneiro em relação à adição de compostos oxigenados à gasolina.

Desta forma, para melhorar a qualidade do ar no município, devem ser controladas as emissões veiculares, principalmente para automóveis, instituindo programas de inspeção e manutenção dos veículos, em especial dos veículos antigos e melhorar o transporte coletivo.

## 4 Conclusões

A emissão de poluentes na atmosfera por veículos automotores depende do tipo de combustível adotado, da tecnologia do motor e da falta de manutenção adequada, pois o desgaste das peças podem agravar os níveis de poluição emitida pelo veículo. Veículos mais novos tendem a poluir menos, pois com a implementação da Lei nº 8.723, de 28 de Outubro de 1993, há uma preocupação maior dos fabricantes em produzir tecnologias mais eficientes em relação à degradação do meio ambiente e da qualidade do ar.

Portanto, para veículos automotores, a quantificação de poluentes emitidos em Santa Maria de Jetibá, ES, foi simples, feita através de dados oficiais de Órgãos governamentais, porém, esta dependeu de uma variável cuja obtenção é complicada: o fator de emissão de cada poluente. O fator de emissão varia de acordo com tipo do motor, com a quilometragem rodada, com o tipo e a composição do combustível, entre outros.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Faculdade da Região Serrana (FARESE) e ao Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC) pelo apoio institucional.

## Referências

- Baird, C. (2012). *Química Ambiental*, 2º edn. São Paulo: Bookman.
- Brasil (1993). *Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993*. Presidência da República, Brasília, Brasil, URL [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8723.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8723.htm).
- Brasil (2010). *Censo Demográfico*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília, Brasil, URL <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>.
- Brasil (2011). *1º inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil, URL [http://www.mma.gov.br/estruturas/163/\\_publicacao/163\\_publicacao27072011055200.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf).
- Cancelli, D. M., Dias, N. L. (2014). BRevê: uma metodologia objetiva de cálculo de emissões para a frota brasileira de veículos. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 19, 12–20.
- Covre, J., Fassarella, R. A. (2010). Cadeia produtiva da avicultura de postura: um estudo no município de Santa Maria de Jetibá no estado do Espírito Santo. Em: *Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*.
- Derisio, J. C. (2012). *Introdução ao controle de poluição ambiental*, 4º edn. São Paulo: Oficina de textos.
- Governo do Estado de São Paulo (2005). *Relatórios, 2001 a 2005*. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, São Paulo, URL <http://www.cetesb.sp.gov.br/>.
- Governo do Estado do Espírito Santo (2009). *Relatório anual de estatística de trânsito*. Departamento Estadual de Trânsito, ES, Vitória, Espírito Santo, URL <http://www.detran.es.gov.br/>.
- R Development Core Team (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <http://www.R-project.org>.
- Teixeira, E. C., Feltes, S., Santana, R. R. d. (2008). Estudo das emissões de fontes móveis na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. *Quim Nova*, 31(2), 244–248.
- Ueda, A. C., Tomaz, E. (2011). Inventário de emissão de fontes veiculares da Região Metropolitana de Campinas, São Paulo. *Quim Nova*, 34(9), 1496–1500.