

X-014 - INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA POR FONTES MÓVEIS NO ESTADO DA PARAÍBA DURANTE OS ÚLTIMOS 10 ANOS

Hérculys Pessoa e Castro⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Igor Souza Ogata

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Edson Cássio Araujo Gomes

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Lucas da Silva Alves

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Pablo Luiz Fernandes Guimarães

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Rua Manoel Leite Cavalcante, 32 - Palmeira – Campina Grande - PB - CEP: 58401-000 - Brasil - Tel: (83) 8756-5103 - e-mail: herculys.hpc@hotmail.com

RESUMO

Sabendo-se que no meio urbano os principais emissores de Gases do Efeito Estufa (GEE) são as fontes móveis e segundo o relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), o CO₂ é responsável por mais de 97% dessas emissões. Este trabalho estima e analisa, de acordo com os tipos de combustíveis veiculares mais comuns (com exceção do GNV), emissões de GEE no estado da Paraíba nos últimos 10 anos (2000-2009), somando-se com dados emitidos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) até o mês de agosto do ano de 2010. O método utilizado para quantificar o CO₂ é baseado na quantidade de combustível queimado, teor de carbono e emissões correspondentes, conhecido como método “top-down”. As quantidades de óxido nitroso e metano emitidos foram desprezadas devido sua baixa contribuição e difícil quantificação devido ao grau de incerteza de seus fatores de emissão. Recomenda-se quantificá-los pelo método “bottom-up”, a partir das distâncias médias percorridas por cada classe de veículos.

PALAVRAS-CHAVE: Inventário de CO₂, Método *top-down*, Emissões por Veículos.

INTRODUÇÃO

Dados do Departamento Nacional de Trânsito revelam que a frota nacional de veículos terrestres ultrapassa 66 milhões (DENATRAN, 2011). Buscando-se dados do DENATRAN referentes ao ano 2000, em comparação com 2010, percebe-se que em 10 anos a frota nacional teve um aumento de 118% e de dezembro de 2010 a abril de 2011 houve um acréscimo de mais de 1,7 milhões de veículos. Aumentos relativos semelhantes são encontrados para a frota rodoviária do estado da Paraíba, onde se encontra 728.809 veículos registrados no DENATRAN, número que representa quase três vezes a quantidade existente no ano 2000.

Se analisarmos esses dados sob uma visão socioeconômica, os mesmos podem adquirir caráter positivo. Admitindo-se que em 2010 a população do Brasil cresceu 12,3% em relação ao ano 2000, o que resulta em um crescimento médio anual de 1,17% (IBGE, 2011), percebe-se que o crescimento na frota nacional de veículos é muito maior que o crescimento populacional, isso indica que a população como um todo está apresentando maior poder de compra, bem como está tendo maior acesso a créditos. No entanto, do ponto de vista ambiental, está havendo uma maior emissão de gases oriundos de combustão, dentre eles, gases que promovem o efeito estufa (GEE), sendo as fontes móveis os principais emissores desses gases no meio urbano.

Tendo em vista os fenômenos climáticos que estão ocorrendo no planeta, bem como o aumento na temperatura global, é de fundamental importância realizar inventários sobre a emissão de GEE para facilitar a análise e compreensão dos ganhos ambientais e econômicos na adoção de políticas que visem à preservação da qualidade atmosférica.

Segundo o relatório do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change ou Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas), o CO₂ é responsável por mais de 97% das emissões totais de GEE de fontes móveis, sendo a incerteza dos cálculos para esse gás da ordem de 5%, oriunda principalmente da operação, mais do que das imprecisões nos fatores de emissão. Devido à predominância do CO₂ dentre as emissões, bem como a fatores de emissões imprecisos para outros GEE como N₂O e o CH₄ (contribuem, grosso modo, com cerca de até 3% e 1%, e as incertezas são de cerca de 50% e 40%, respectivamente) (IPCC, 1996 apud Álvares Jr., 2003), considera-se como boa prática na elaboração de inventários de emissões de GEE por fontes móveis simplificados, estimativas baseadas apenas nos dados relativos a CO₂.

Portanto, este trabalho tem por objetivo estimar e analisar, de acordo com os tipos de combustíveis veiculares rodoviários mais comuns (com exceção do GNV), emissões de GEE no estado da Paraíba nos últimos 11 anos (2000-2010), através de dados emitidos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2010).

MATERIAIS E MÉTODOS

O método recomendado pelo IPCC e pelo Ministério de Minas e Energia (MME) para quantificar CO₂ é baseado na quantidade de combustível queimado, teor de carbono e emissões correspondentes, conhecido como método “top-down” (Álvares Jr., 2003), que consiste:

Conversão para unidade comum (Tera-Joule)

Conforme mostra a equação (1):

$$CC = CA \times F_{conv} \times 45,2 \times 10^{-3} \times F_{corr} \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

1 tEP_(Brasil)(tonelada equivalente de petróleo) = 45,2 x 10⁻³TJ;

CC = consumo de energia em TJ;

CA = consumo de combustível (m³);

F_{conv} = fator de conversão da unidade física de medida da quantidade de combustível para tEP, com base no poder calorífico superior (PCS) do combustível, valores do ano 2000 dos F_{conv} são: gasolina (0,771 tEP/m³); etanol (0,496 tEP/m³) e diesel (0,848 tEP/m³);

F_{corr} = fator de correção de PCS em poder calorífico inferior (PCI), no Balanço Energético Nacional (BEM) realizado pelo MME, o conteúdo energético tem como base o PCS, mas para o IPCC o consumo deve ser multiplicado pelo PCI. Para combustíveis sólidos e líquidos o F_{corr} deve ser e 0,95.

Conteúdo de carbono

Substituindo o consumo de energia obtido na equação (1) e substituindo na equação (2), teremos:

$$QC = CC \times F_{emiss} \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

QC = conteúdo de carbono expresso em toneladas;

CC = consumo de energia em TJ;

F_{emiss} = fator de emissão de carbono (tC/TJ), para a gasolina = 18,9 tC/TJ, etanol= 14,81 tC/TJ e diesel= 20,2 tC/TJ.

Emissões de CO₂

A emissão de CO₂ é calculada com relação ao peso molecular dele o do carbono, sendo respectivamente, 44g/mol para CO₂ e 12g/mol para o C. Dessa forma, temos a equação (3):

$$ECO_2 = EC \times 44/12$$

equação (3)

Onde:

ECO₂ = emissão de CO₂; e

EC = emissão de C, que é igual ao QC, se considerarmos que toda massa de carbono participa da combustão.

O consumo de combustível é fornecido a partir de dados de vendas de distribuidoras de combustíveis autorizadas pela ANP e estão dispostos na Tabela 1:

Tabela 1: Venda de combustíveis pelas distribuidoras autorizadas pela ANP na Paraíba de janeiro de 2000 a agosto de 2010. Fonte: Adaptado de ANP (2010).

Ano\ Combustível	Gasolina (m ³)	Etanol (m ³)	Diesel (m ³)	Total
2000	220.441	37.877	259.004	517.322
2001	217.513	23.628	298.223	539.364
2002	240.568	22.626	340.087	603.281
2003	236.965	30.446	323.916	591.327
2004	270.767	32.054	339.807	642.628
2005	267.906	34.028	334.305	636.239
2006	281.008	36.597	335.808	653.413
2007	301.022	63.589	354.242	718.853
2008	341.331	89.660	368.078	799.069
2009	359.085	112.977	368.257	840.319
2010 (até o mês de Agosto)	250.269	48.357	222.667	521.293
Total	2.986.875	531.839	3.544.394	7.063.108

RESULTADOS E DISCURSÕES

Devido aos diferentes fatores de emissão e fatores de conversão, o metro cúbico de cada combustível irá emitir quantidades diferentes de CO₂. A gasolina emite 2,294t/m³, o etanol 1,157t/m³ e o diesel 2,697t/m³. No entanto, deve-se observar que combustíveis com fatores de conversão menores irão precisar de maior volume para obter a mesma quantidade de energia. Em termos práticos, para se conseguir a mesma quantidade de energia que 1m³ de gasolina, será necessário 1,55m³ de etanol. Ou seja, se a gasolina emitir 2,294t de CO₂, para o etanol obter a mesma quantidade de energia, terá que se emitir efetivamente 1,793t de CO₂. Percebe-se então, tanto em relação ao volume quanto à energia gerada, que a combustão do etanol é menos nocivo ao meio ambiente que a combustão da gasolina, efeito esse que se repete em comparação com a queima do diesel.

Em escalas maiores também se percebe a influência dos tipos de combustíveis utilizados nas emissões de GEE, como mostra a estimativa feita a partir do consumo de gasolina, etanol e diesel no estado da Paraíba nos últimos 10 anos, expostos na Tabela 2.

Tabela 2: Emissão de CO₂ por fontes móveis no estado da Paraíba de janeiro de 2000 a agosto de 2010.

Ano\ Massa de CO ₂	Massa de CO ₂ (toneladas) (Gasolina)	Massa de CO ₂ (toneladas) (Etanol)	Massa de CO ₂ (toneladas) (Diesel)	Total
2000	505.757,143	43.807,229	698.533,379	1.248.097,751
2001	499.039,441	27.327,328	804.306,960	1.330.673,729
2002	551.934,460	26.168,449	917.214,102	1.495.317,011
2003	543.668,108	35.212,791	873.600,941	1.452.481,840
2004	621.219,938	37.072,548	916.458,943	1.574.751,429
2005	614.655,954	39.355,608	901.620,057	1.555.631,619
2006	644.715,834	42.326,825	905.673,646	1.592.716,305
2007	690.633,896	73.544,839	955.390,115	1.719.568,850
2008	783.114,717	103.697,656	992.705,785	1.879.518,158
2009	823.847,668	130.665,292	993.188,548	1.947.701,508
2010 (até o mês de Agosto)	574.191,436	55.928,034	600.532,548	1.230.652,018
Total	6.852.778,595	484.408,943	9.559.225,024	16.896.412,560

Com os dados das tabelas 1 e 2, podemos gerar, respectivamente, a Figura 1, que evidencia o perfil do consumo dos três combustíveis estudados ao passar dos anos, no primeiro gráfico, e mostrando o comportamento das emissões CO₂ no mesmo período de tempo, no segundo gráfico. Os mesmos demonstram o crescimento do consumo de combustível, bem como de emissões gasosas, devido ao aumento da frota de veículos automotivos.

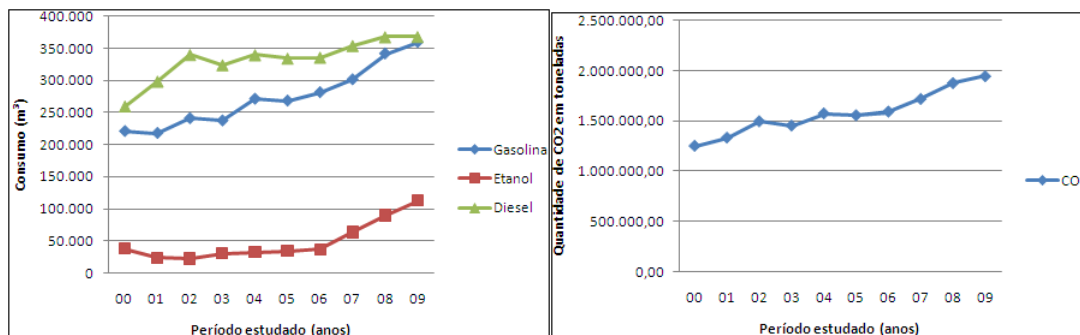


Figura 1: Perfil do consumo de combustíveis e emissão de CO₂ durante os 10 últimos anos na Paraíba

Comparando-se os gráficos, percebe-se que durante os últimos 10 anos a gasolina é quem traça o perfil de emissão de CO₂, sendo seus gráficos muito semelhantes. Percebe-se também que o comportamento de emissão de CO₂ constatado para 1m³ refletem-se em grandes quantidades, sendo os picos de emissão do gás, correspondentes aos picos de consumo dos dois combustíveis mais poluentes, dentre os estudados.

CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou uma das formas de se medir GEE bem como levantou um inventário sobre as emissões de gases do efeito estufa por fontes móveis na Paraíba, de janeiro de 2000 a agosto de 2010.

Vale salientar, que os valores apresentados para as quantidades de CO₂ emitido, representam uma tendência e fornecem uma base em termos de noção da quantidade de GEE. Porém, não podem ser tomados como valores exatos, tendo em vista que muitas simplificações foram feitas, tais como:

- Desprezaram-se as quantidades de óxido nitroso e metano emitidos, que são de difícil quantificação devido ao grau de incerteza de seus fatores de emissão, recomendando-se quantificá-los pelo método “bottom-up”, a partir distâncias médias percorridas por cada classe de veículos;
- Considerou-se que todo é totalmente oxidado em CO₂ e que todo conteúdo de carbono é emitido;
- Foram utilizados fatores de conversão emitidos pelo MME em 2000, fatores esses que sofrem leves alterações de ano para ano; e
- O inventário de emissões não contabilizou a contribuição do Gás Natural Veicular (GNV).

Portanto, recomenda-se que estudos mais robustos e complexos sejam realizados sem as simplificações supracitadas, para que se tenham estimativas de GEE mais fidedignas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLIO, GÁS NATURAL E BIO COMBUSTÍVEIS (ANP), 2010. *Vendas Pelas Distribuidoras dos Derivados Combustíveis de Petróleo (Métros Cúbicos)*. Retirado de <http://www.anp.gov.br>, acessado em outubro de 2010.
2. ÁLVARO JR., OLÍMPIO DE M. & LINKE, RENATO R. A. (2003). *Metodologia Simplificada de Cálculo das emissões de Gases do Efeito Estufa de Frotas de veículos no Brasil*. Retirado de http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/PDF/inventario_efeitoestufa.pdf, acessado em agosto de 2010.
3. DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito), 2000. *Frota de veículos, por tipo e com placa, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação – Dezembro de 2000*. Retirado de <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>, acessado em maio de 2011.

4. DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito), 2010. *Frota de veículos, por tipo e com placa, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação – Dezembro de 2010*. Retirado de <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>, acessado em maio de 2011.
5. DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito), 2011. *Frota de veículos, por tipo e com placa, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação – Abril de 2011*. Retirado de <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>, acessado em maio de 2011.
6. IBGE (Instituto Brasileiro de geografia e Estatística). *Sinopse do Senso Demográfico 2010*. Rio de Janeiro, 2007.