



Acc44th INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“INTEGRATING CLEANER PRODUCTION INTO SUSTAINABILITY STRATEGIES”

Estudo da Emissão Veicular de Gases de Efeito Estufa (GEE) em Veículos Movidos à Gasolina

*MELO JÚNIOR, A. S^a.; GATTI, L^b.; SEVEGNANI, F^c.; SATIE, I. ^d.; IZIDRO, J. ^e.; IANNUZZI, A. ^f.

a. Universidade de São Paulo (USP)/Universidade Paulista, São Paulo

b. Universidade de São Paulo/IPEN, São Paulo

c. Universidade Paulista, São Paulo

d. Universidade Paulista, São Paulo

e. Universidade Paulista, São Paulo

f. Universidade Paulista, São Paulo

**Corresponding author, juniorariston@gmail.com*

Resumo

Saber o comportamento da emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera é importante devido às mudanças climáticas globais e suas consequências para os ecossistemas. Estudos envolvendo a emissão veicular são de grande importância devido ao seu papel na emissão de GEE. O intuito da pesquisa foi determinar a emissão dos principais GEE (CO₂, CH₄ e N₂O) na frota de veículos movidos à gasolina. Por tal, foram estudados dois veículos movidos à gasolina de anos de fabricação diferentes. Os ensaios foram realizados no dinamômetro da CETESB e no IPEN.

Palavras-chave: GEE, gasolina, aquecimento global, emissão veicular.

1. Introdução

Os gases de efeito de estufa (GEE) são substâncias gasosas que absorvem parte da radiação infra-vermelha, emitida principalmente pela superfície terrestre, e dificultam seu escape para o espaço. Isso impede que ocorra uma perda demasiada de calor para o espaço, mantendo a Terra aquecida.

O efeito estufa é um fenômeno natural. Esse fenômeno acontece desde a formação da Terra e é necessário para a manutenção da vida no planeta, pois sem ele a temperatura média da Terra seria 33 graus Celsius mais baixa impossibilitando a vida no planeta, tal como conhecemos hoje.

O aumento dos gases estufa na atmosfera tem potencializado esse fenômeno natural, causando um aumento da temperatura (fenômeno denominado mudança climática).

A atmosfera é uma camada que envolve o planeta, constituída de vários gases. Os principais são o Nitrogênio (N_2) e o Oxigênio (O_2) que, juntos, compõem cerca de 99% da atmosfera. Alguns outros gases encontram-se presentes em pequenas quantidades, incluindo os conhecidos como gases de efeito estufa (GEE). Dentre estes gases, estão o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), Perfluorcarbonetos (PFC's) e também o vapor de água. A figura 1 mostra um perfil da variação de concentrações de GEE entre os anos de 1976 à 2003.

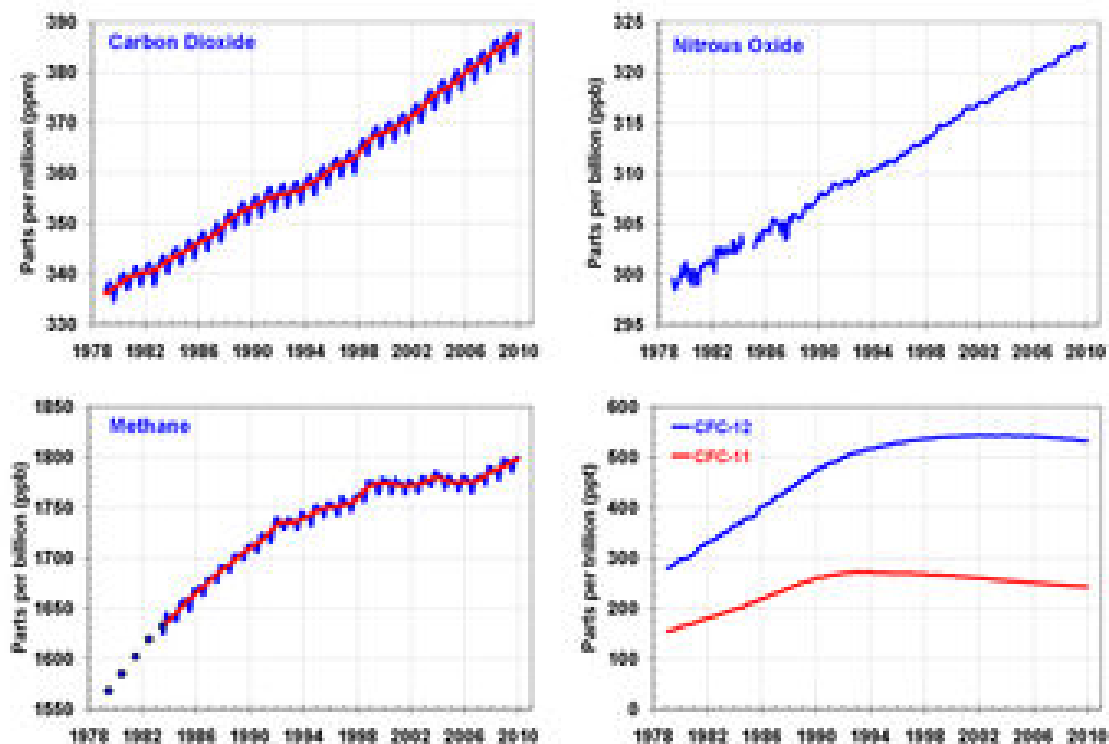


Fig. 1: Concentração na atmosfera (ppm) dos cinco gases responsáveis por 97% do efeito estufa antropogênico (período 1976-2003).

Nos últimos 100 anos, devido a um progressivo incremento na concentração dos gases de efeito estufa, a temperatura global do planeta tem aumentado. Tal incremento tem sido provocado pelas atividades humanas que emitem esses gases. A potencialização do efeito estufa pode resultar em conseqüências sérias para a vida na Terra no futuro próximo.

Em face da necessidade de controle de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), realizar um inventário de emissões é tarefa prioritária tanto para governo, como empresas.

No Brasil existe grande carência de medidas reais de GEE, sendo a maior parte dos inventários feitos apenas com coeficientes de emissão adotados pela Convenção Quadro da Organização das Nações Unidas (ONU).

Por vezes estes coeficientes trazem uma imprecisão para nossa realidade nacional e ecossistemas.

O objetivo deste trabalho é calcular os fatores de emissão veicular dos principais GEE: CO_2 , CH_4 , N_2O , para veículos movidos à gasolina, utilizando a norma NBR6601, adotada em âmbito nacional, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que utiliza dinamômetro em três fases

diferentes de ensaio que simulam um veículo em trânsito, em situações diferentes de percurso urbano.

2. Métodos

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Emissão Veicular da Companhia de Tecnologia e Saneamento Básico (CETESB) de São Paulo, onde foram estudados dois veículos à gasolina.

As três fases simuladas correspondem: Primeira Fase que simula motor frio e permite avaliar por um período de 505 s, num percurso de 5,7 km. A segunda Fase que é estável e tem um período de duração 866s e percurso de 6,2km. A terceira Fase que tem grande similaridade com a primeira fase, porém com a diferença de nessa fase o motor está quente.

Sendo a segunda Fase caracterizada por uma velocidade média menor que a terceira fase. Entre as fases denominadas segunda e terceira, existe um período de duração de 10 min de intervalo com o motor desligado.

Foram coletados quatro globos (*canisters*) de aço inoxidável eletropolido, de volume 6L, onde foram alocadas as amostras de gases de cada fase do teste e um para o ar diluente (ar da sala).

Os gases CH₄ e N₂O foram analisados no Laboratório de Química Atmosférica (LQA) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) da Universidade de São Paulo (USP).

Foram coletados quatro *canisters* de aço inoxidável eletropolido internamente de 6 litros de volume. As amostras foram referentes à FASE 1, FASE 2, FASE 3 e uma do ar diluente.

A figura 2 mostra o organograma de funcionamento do sistema para ensaios veiculares.

É importante destacar que a metodologia adotada nos ensaios é padronizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e utilizada numa amostragem aleatória pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) em São Paulo.

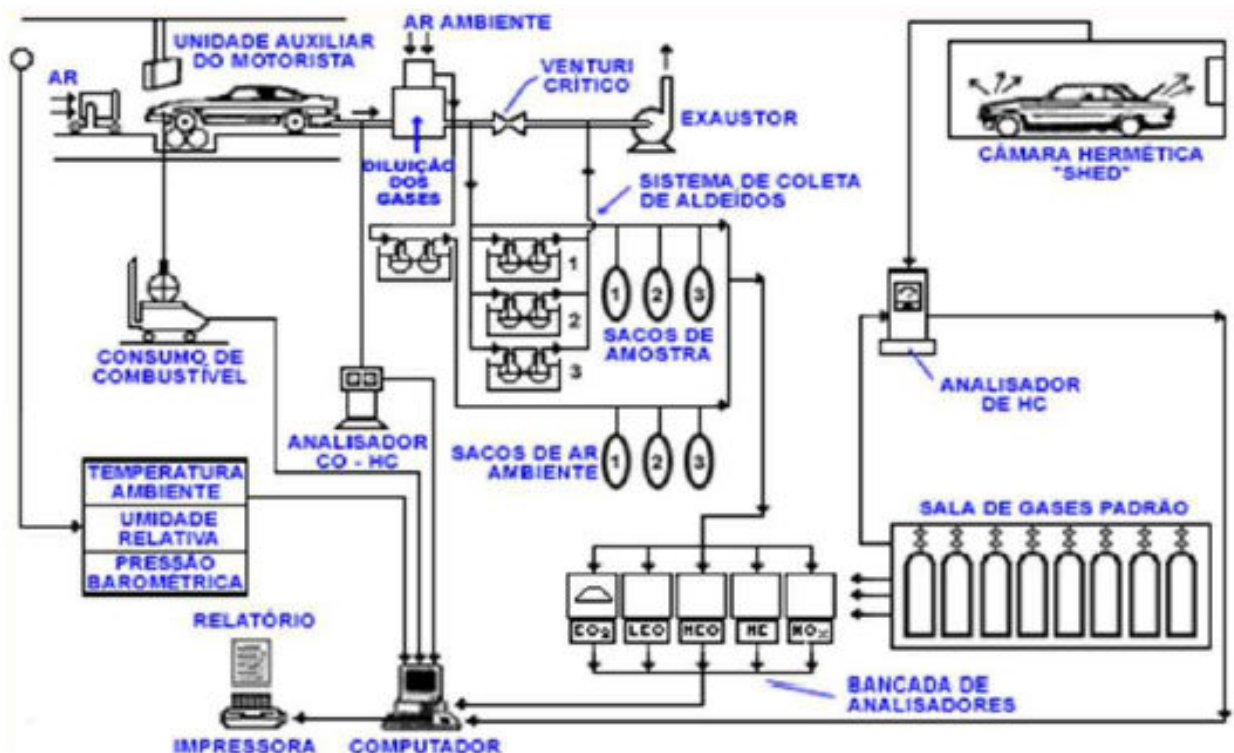


Fig.2:Sistema de amostragem para ensaios veiculares (ABNT NBR 6601)^[1].

No CETESB foram medidos os gases CO₂ e CH₄ e no Laboratório do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) foram medidos os gases CH₄ e N₂O.

O N₂O foi determinado utilizando cromatografia gasosa com detector de captura eletrônica. A separação de compostos contaminantes é realizada com a utilização de pré-coluna e coluna de Hysep. Os desvios padrões são de 2.6ppb e 0.33ppb para as medidas de CH₄ e N₂O respectivamente.

3. Resultados

A determinação dos Fatores de emissão veicular dos GEE foi feita com a aplicação das equações 1 e 2 apresentadas a seguir.

$$EG = V_{ed} \cdot d_{gás} \cdot [H_{ce} - H_{cd} \cdot \left(1 - \frac{1}{RD}\right)] \cdot 10^{-3} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

EG = Emissão do gás (g/fase); V_{ed} = Volume amostrado; d_{gás} = densidade do gás; H_{ce} = concentração no balão (ppm); H_{cd} = concentração no ar e RD = Razão de diluição.

Os dados de EG são transformados para unidade g.km⁻¹, utilizando o percurso de teste percorrido por cada veículo em cada respectiva fase.

Finalmente, os dados são agrupados para uma única fase por uma média ponderada, conforme a equação 2 mostra abaixo.

$$\frac{g}{km} = 0,43 \cdot \left(\frac{\text{fase1} + \text{fase2}}{km_{rodado1} + km_{rodado2}} \right) + 0,57 \cdot \left(\frac{\text{fase2} + \text{fase3}}{km_{rodado2} + km_{rodado3}} \right) \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

Km_{rodado1}, Km_{rodado2} e Km_{rodado3} = quilometragem rodada do veículo em cada fase.

Utilizando a equação 2 nos dados levantados na Cetesb e no LQA permitiram o agrupamento das concentrações de GEE numa única fase.

Os fatores de emissão para os GEE estudados nos veículos a gasolina estão apresentadas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Fatores de Emissão de GEE medidos pela CETESB e pelo LQA/IPEN.

E (g.km ⁻¹)	Ano fabricação do veículo	
	2004	2005
CO ₂ (CETESB)	177,92	156,40
CH ₄ (IPEN)	0,055	0,070
N ₂ O (IPEN)	0,022	0,028

A emissão de CO₂ foi maior no veículo de 2004. Entretanto, a emissão de N₂O e CH₄ foi maior

no veículo mais novo (2005).

Apesar do Potencial de Aquecimento Global (PAG)³ do CO₂ ser 21 vezes menor que o do metano (CH₄) e 310 vezes menor que o do N₂O, observa-se que a contribuição do CO₂ é 99% devido a sua grande concentração na emissão veicular.

O resultado de emissão de gás em g.km⁻¹ rodado possibilita uma extrapolação para frotas maiores, podendo ser uma importante ferramenta em pesquisa de inventário sobre emissão veicular.

AGRADECIMENTOS:

A ELEKTRO pelo financiamento deste trabalho.

Referências Bibliográficas

1. ABNT. Veículos rodoviários automotores leves – Determinação de HC, Co, NO_x, CO₂ e MP no gás de escapamento. NBR 6601. 2005.
2. MCT. 1º. Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. 2006.
3. IPCC 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, 2007.