



# **Estudo da emissão veicular de Gases de Efeito Estufa (GEE) em veículos movidos à gasolina**

**Prof. Dr. Ariston da Silva Melo Júnior**

## O que são os Gases de Efeito Estufa (GEE)?

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.

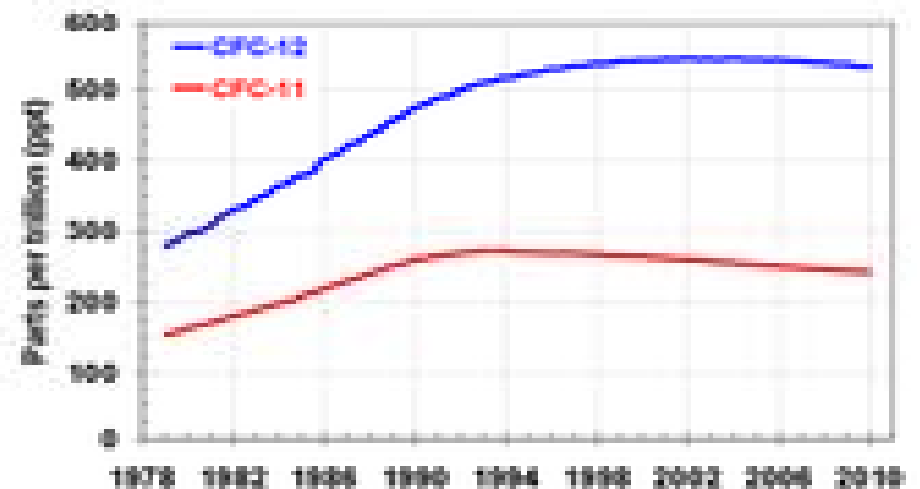
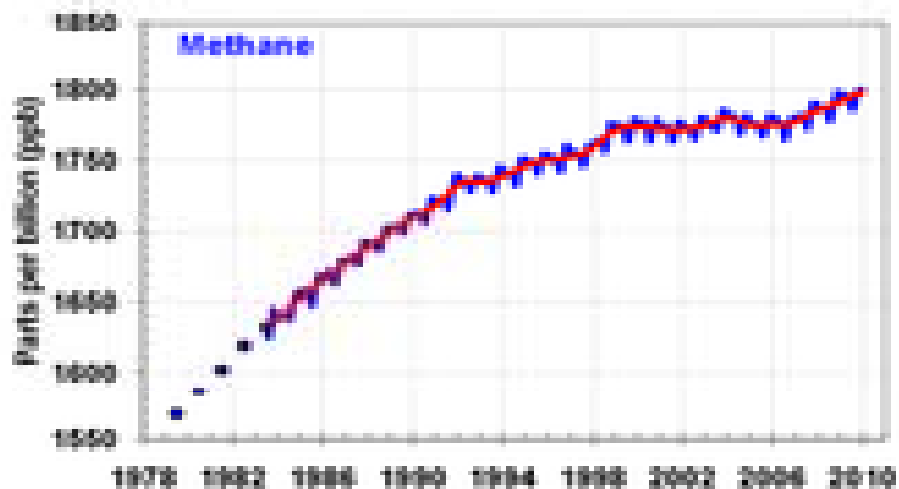
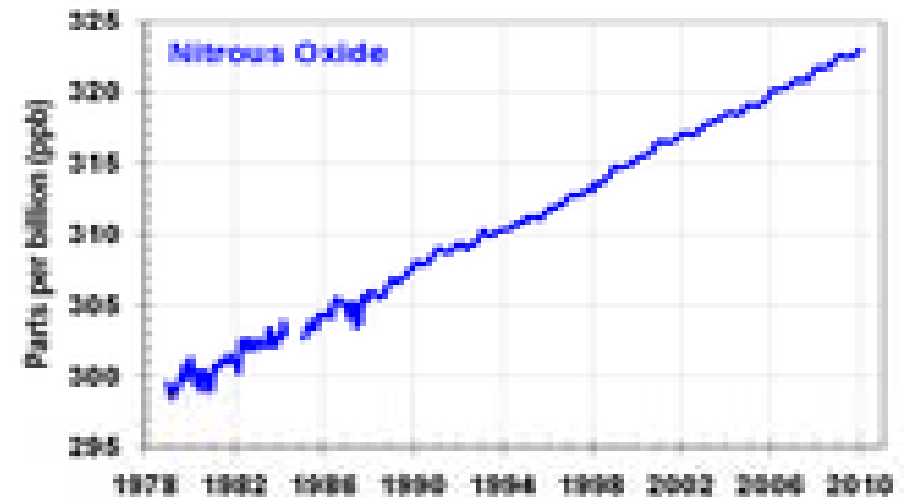
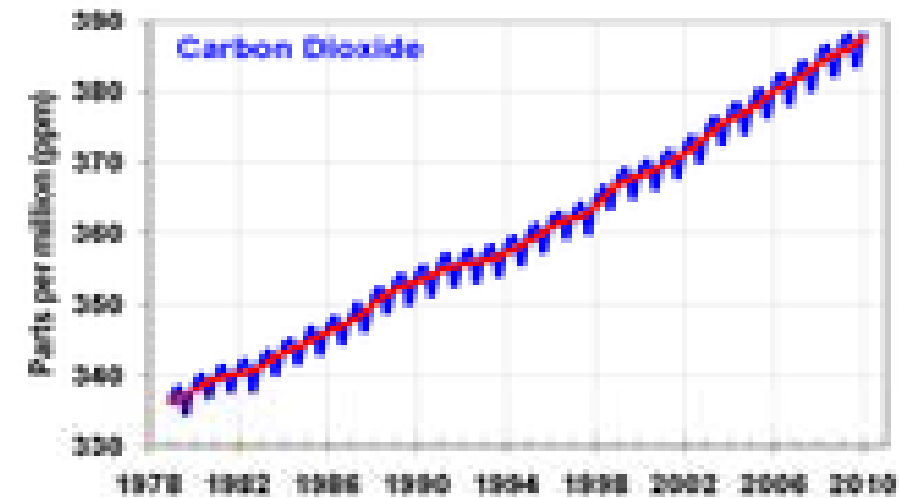
O [efeito estufa](#) é um fenômeno natural. Esse fenômeno acontece desde a formação da Terra e é necessário para a manutenção da vida no planeta, pois sem ele a temperatura média da Terra seria **33 graus Celsius mais baixa** impossibilitando a vida no planeta, tal como conhecemos hoje.

## Principais Gases de Efeito Estufa (GEE)

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).

## Por que estudar os Gases de Efeito Estufa (GEE)?

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.

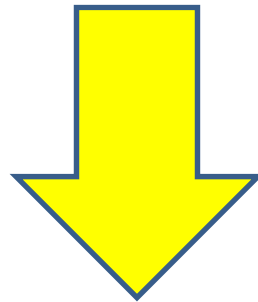
A potencialização do efeito estufa pode resultar em consequências sérias para a vida na Terra no futuro próximo.



O objetivo deste trabalho é calcular os fatores de emissão veicular dos principais GEE: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, 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.

## **METODOLOGIA DE DETERMINAÇÃO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)**

Os ensaios de simulação real de deslocamento veicular 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. E analisados na CETESB e no IPEN/USP (no Laboratório de Química Analítica - LQA).



**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 866 s e percurso de 6,2 km. A terceira Fase que tem grande similaridade com a primeira fase, porém com a diferença de nessa fase o motor está quente.**

A figura 2 mostra o organograma de funcionamento do sistema para ensaios veiculares que é utilizado na CETESB.

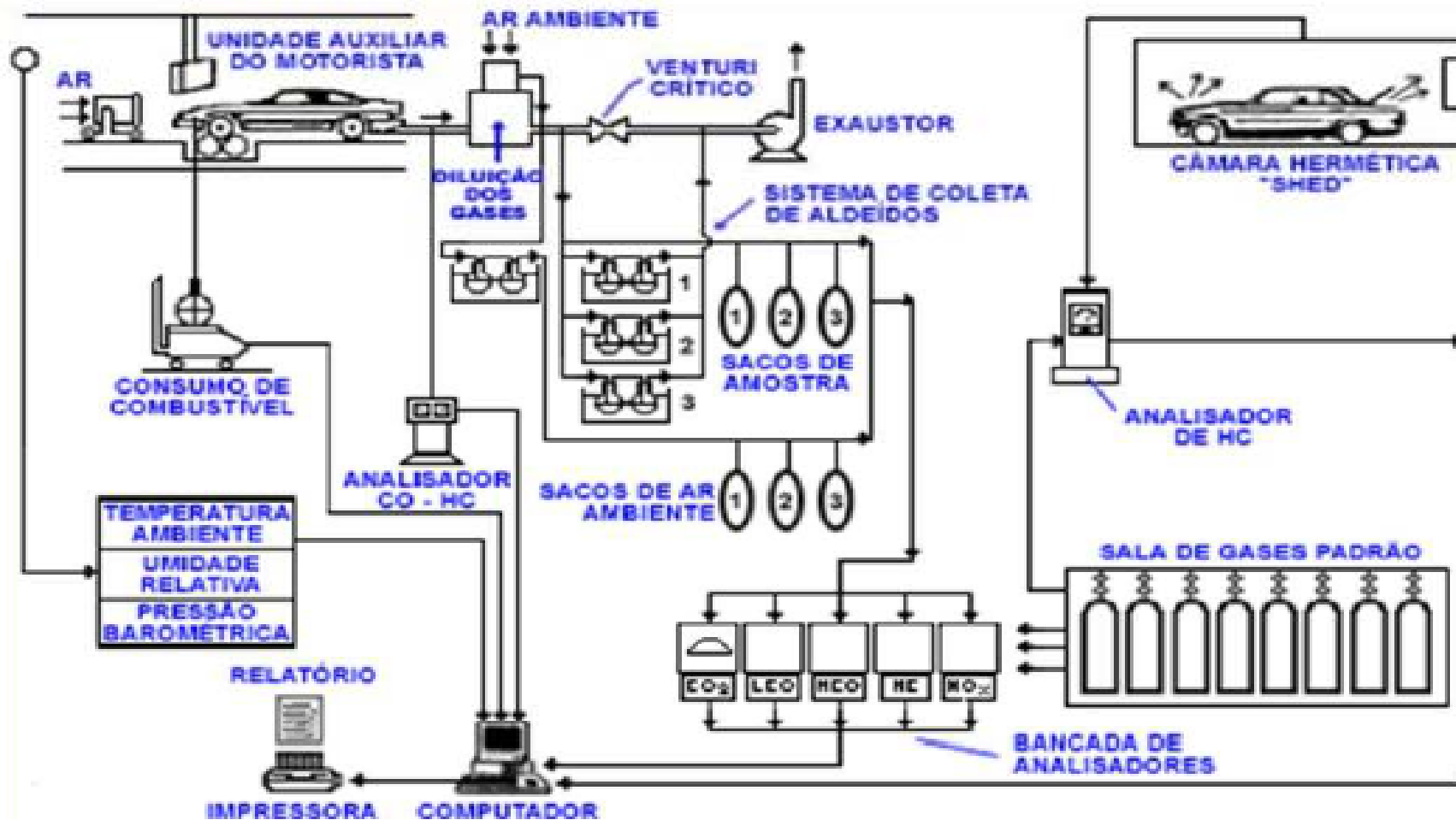


Fig.2: Sistema de amostragem para ensaios veiculares (ABNT NBR 6601).

## Laboratório de Análises Químicas no IPEN/USP

O sistema de análise do LQA foi construído e instalado pela Dra. Luciana Vanni Gatti (Figura 3), e iniciou suas operações em maio de 2004 e, desde então, tornou-se referência em qualidade de análises, sendo o laboratório responsável pelas medidas colhidas no Brasil pelo consórcio e em outras atividades científicas desenvolvidas no IPEN/USP.



**Fig. 3-** Sistema MAGICC 3/Brasil – Sistema de análise de Gases de Efeito Estufa no LQA/IPEN.



## LOGÍSTICA DE DETERMINAÇÃO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

Na **CETESB** foram medidos os gases **CO<sub>2</sub>** e **CH<sub>4</sub>** e no **Laboratório LQA do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)** ligado a **USP** foram medidos os gases **CH<sub>4</sub>** e **N<sub>2</sub>O**.

O **N<sub>2</sub>O** 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 desvio padrões são de 2.6 ppb e 0.33 ppb para as medidas de **CH<sub>4</sub>** e **N<sub>2</sub>O** respectivamente.

## RESULTADOS DETERMINADOS DOS GASES DE EFEITO ESTUFA

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

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

$$\frac{g}{km} = 0,43 \cdot \left( \frac{\text{fase1} + \text{fase2}}{km_{rodado\ 1} + km_{rodado\ 2}} \right) + 0,57 \cdot \left( \frac{\text{fase2} + \text{fase3}}{km_{rodado\ 2} + km_{rodado\ 3}} \right) \quad \text{Eq. 2}$$

## RESULTADOS DETERMINADOS DOS GASES DE EFEITO ESTUFA

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 à seguir.

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

| <b>E</b><br><b>(g.km<sup>-1</sup>)</b> | <b>Ano fabricação do veículo</b> |             |
|--|----------------------------------|-------------|
|  | <b>2004</b>                      | <b>2005</b> |
| CO <sub>2</sub> (CETESB)               | 177,92                           | 156,40      |
| CH <sub>4</sub> (IPEN)                 | 0,055                            | 0,070       |
| N <sub>2</sub> O (IPEN)                | 0,022                            | 0,028       |

## CONCLUSÕES

A emissão de CO<sub>2</sub> foi maior no veículo de 2004. Entretanto, a emissão de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> foi maior no veículo mais novo (2005).

Apesar do Potencial de Aquecimento Global (PAG)<sup>3</sup> do CO<sub>2</sub> ser 21 vezes menor que o do metano (CH<sub>4</sub>) e 310 vezes menor que o do N<sub>2</sub>O, observa-se que a contribuição do CO<sub>2</sub> é 99% devido a sua grande concentração na emissão veicular.

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

## AGRADECIMENTOS

