

# A EMISSÃO DE CO E HC EM TRAJETOS CURTOS COM MOTOR FRIO

**Anderson Manzoli**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP  
Faculdade de Engenharia Civil de Bauru - FEB  
Instituto de Ensino Superior COC – Ribeirão Preto  
Departamento de Engenharia Ambiental

## RESUMO

Estuda-se o problema da emissão de gases por veículos automotores movidos a gasolina C em trajetos curtos percorridos em cidades pequenas e médias com o motor ainda frio. Essa condição constitui a menos favorável quanto à emissão de gases poluentes. Determinou-se experimentalmente a emissão de CO e HC em um trecho padrão com aclive e declive em diferentes condições de trânsito. Os dados foram coletados com um analisador de gases portátil conectado a um *notebook* e sincronizado a um GPS de navegação ligado ao programa Async. No Excel, os dados de localização do veículo no tempo foram sincronizados com a emissão de CO e HC, junto com seu consumo instantâneo. Conclui-se que ocorre maior emissão de CO e HC em trajetos curtos e motor frio quando comparado a modelos de previsão de emissão de gases, o que costuma ser desconsiderado em muitos inventários de emissão de gases poluentes.

## ABSTRACT

This work studies the problem of gas emission by automotive C petrol moved vehicles with still cold engine in short distances in small and medium towns. This condition is the least favorable concerning pollutant gas emission. The CO and HC emission was experimentally determined in a standard distance with acclivity and declivity in different traffic conditions. Data were collected in a portable gas analyzer connected to a notebook and synchronized with a navigation GPS linked to Async software. In Excel, the vehicle location data in time were synchronized with CO and HC emission, together with its instantaneous consumption. The conclusion is that there is more CO and HC emission in short distances and with cold engine than when compared to traditional gas emission models, what is not considered in several pollutant gas emission inventories.

## 1. INTRODUÇÃO

Os níveis de poluição vivenciados atualmente na maioria das cidades são suficientes para causar agravos à saúde da população. Segundo Gouveia *et al* (2002), existem associações estatisticamente significantes entre o aumento nos níveis de poluição (principalmente material particulado, CO e SO<sub>2</sub>) e o aumento na mortalidade e nas hospitalizações, por causas respiratórias e cardiovasculares, principalmente em crianças e idosos. A fim de elucidar ainda mais a magnitude do problema, é válido citar que a Organização Mundial de Saúde estima, em termos mundiais, que mais de 1,4 bilhões de residentes das áreas urbanas respiram ar que excedem negativamente os padrões atuais de qualidade (WRI, 1999); e que, de acordo com Delucchi (2004), os veículos automotores nos Estados Unidos geram custos relacionados aos danos à saúde, na ordem de US\$ 30 a US\$ 560 bilhões ao ano.

Segundo Jacondino e Cybis (2003), os fatores de emissão de poluentes utilizados para cada localidade deveriam ser baseados em medições das taxas de emissão de poluentes dos veículos na área de estudo. A obtenção de medidas confiáveis de fatores de emissão, entretanto, é um processo complexo e, portanto, de custo elevado. Em razão disso, poucos experimentos são realizados. Geralmente poucos veículos são testados, e quando o são, o teste ocorre sob condições bastante limitadas, seja em laboratório seja em condições reais de tráfego. Nota-se também que pouca ou nenhuma atenção se dá à forma como os veículos são conduzidos, seja devido à ação do motorista, seja devido às obstruções naturais e artificiais colocadas para controlar esta ação. Os inventários e modelos de emissão, em regra,

fundamentam seus parâmetros em valores obtidos quando o conjunto motor/catalisador já está aquecido, o que configura a condição mais favorável quanto à emissão de poluentes.

Assim, encontrar uma forma de se mensurar a real emissão de gases pelos veículos automotores, para que seja possível criar políticas públicas de modo que essa emissão seja reduzida, é, não somente, interessante, mas também desejável, uma vez que o problema tende a se tornar crônico. Tendo em vista as especificidades do combustível e de outros fatores característicos nacionais, não é possível que se utilizem dados internacionais para que se fundamente uma normatização nacional. Portanto, justifica-se uma investigação mais atenta desses parâmetros, principalmente quanto à emissão inicial, em que o conjunto motor/catalisador ainda não se aqueceu.

Há algumas décadas, sem o auxílio das atuais tecnologias, grande parte dos ensaios era feita em condições laboratoriais, pois era muito difícil mensurar a emissão de gases poluidores em tempo real, nas condições normais de uso. Com o passar dos anos, surgiram tecnologias como o GPS e analisadores de gases portáteis, que se tornaram equipamentos confiáveis, de preço acessível e de uso simplificado. Com esses equipamentos portáteis, cuja coleta de dados é confiável, é possível ensaiar um veículo automotor em situação real de uso, ou seja, um veículo de uso comum, trafegando por vias ordinárias, com todos os problemas que se encontram normalmente no trânsito das cidades.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Segundo Alvim *et al.* (2008), o setor de Transportes contribuiu com 42% das emissões de carbono em 2006. O tipo e a composição do combustível usado nos automóveis influenciam, de modo significativo, nas diferentes formas de contaminação às quais o meio ambiente está sujeito. Os automóveis movidos a álcool, por exemplo, produzem altas emissões de aldeídos (principalmente formaldeído e acetaldeído) em relação àqueles movidos a gasolina. Os veículos movidos por misturas 20% etanol-gasolina (gasolina C) emitem mais aldeídos totais e óxidos de nitrogênio do que a gasolina. São também elevadas as emissões de álcool não-carburado, principalmente com a ignição a frio.

Segundo Mendes (2004), os veículos apresentam emissões de gases e partículas pelo escapamento, emissões evaporativas de combustível, emissões de gases do cárter do motor (subprodutos da combustão que passam pelos anéis de segmento do motor e por vapores do óleo lubrificante), emissões de partículas provenientes do desgaste de pneus, freios e embreagem, a re-suspensão de partículas de poeira do solo e as emissões evaporativas de combustível nas operações de transferência de combustível.

As emissões de gases poluentes também variam de acordo com a maneira com que o veículo é conduzido (acelerações fortes, momento de mudança de marcha, marcha lenta, velocidades médias, pouca ou muita carga etc.), a tecnologia empregada (principalmente no sistema de alimentação e combustão), o tipo de combustível empregado, presença de dispositivos de controle de emissão, como os conversores catalíticos. Situações das vias de tráfego como valetas, obstáculos, localizações de semáforos, paradas de ônibus, geometria das vias, qualidade da pista de rolamento também interferem muito nos padrões de emissão de poluentes.

O ar e a matéria orgânica são insumos básicos para a reação de combustão. Entende-se como matéria orgânica as substâncias com alto teor do elemento químico carbono. As reações de combustão são exotérmicas (liberam energia), consomem oxigênio e produzem basicamente dióxido de carbono e água.

A gasolina é um derivado de petróleo formado por uma mistura complexa de hidrocarbonetos e alguns contaminantes como o enxofre, o nitrogênio e certos metais, que é utilizada em máquinas de combustão interna por centelha. A composição e as características da gasolina dependem basicamente da natureza do petróleo (de origem), dos processos de refino pelos quais passou e das especificações de qualidade. No Brasil, a gasolina não é o derivado de maior produção, mas ainda é o combustível mais importante no mercado consumidor, sendo o mais representativo.

Os principais poluentes lançados na atmosfera pelos veículos automotores são provenientes do processo de combustão incompleta, sendo geralmente quantificadas as emissões de CO, hidrocarbonetos (HC ou  $C_nH_m$ ), óxidos de enxofre ( $SO_x$ ), óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ ) e material particulado (MP) (FEEMA, 2004). Cada um desses poluentes é emitido em maior ou menor quantidade em função do combustível utilizado, do tipo de motor, da sua regulação, da manutenção e do modo de dirigir. Os veículos podem poluir mesmo sem estar em funcionamento, pois com o motor desligado ocorre evaporação de combustível pelo suspiro do tanque e no sistema de carburação do motor, sendo grande parte desses vapores lançada na atmosfera. Nos veículos novos, essas emissões foram bastante controladas com a adição de certas tecnologias (catalisadores, injeção eletrônica de combustível etc.). Apesar de, individualmente, esse tipo de emissão ser pequena, ao se analisar o número de veículos existentes nas grandes cidades, verifica-se a geração de toneladas de poluentes por dia (FAIZ *et al.*, 1998).

## **2.1 Ações desenvolvidas no Brasil**

O sistema de transportes brasileiro se fundamenta em malhas viárias, expandidas e melhoradas na última década por meio de investimentos governamentais diretos ou procedentes de um amplo processo de privatização. Segundo dados da Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), o número de veículos em circulação no Brasil passou de 3 milhões, em 1970, para cerca de 29 milhões, em 2001, 68% constituídos por automóveis. Em 2007, foram realizados 2.462.728 de emplacamentos de automóveis segundo dados da Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores).

Constatada a gravidade da poluição gerada pelos veículos, a Cetesb, durante a década de 80, desenvolveu as bases técnicas que culminaram com a Resolução nº 18/86 do Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente, que estabeleceu o Proconve – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, posteriormente complementados por outras Resoluções do Conama. A Lei Federal nº 8.723, de 28 de outubro de 1993 (republicada no Diário Oficial da União por incorreções em 29 de outubro de 1993) definiu os limites de emissão para veículos leves e pesados. A partir de janeiro de 2009, as emissões máximas seriam 2,0 g/km de CO e 0,30 g/km de HC (medição de acordo com a NBR6601 -US-FTP75-conforme as Resoluções Conama nº15/95 e nº315/02).

## 2.2 Modelos simuladores

Vários programas simuladores de tráfego possuem modelos de emissão e dispersão de gases. Esses programas normalmente consideram que a taxa de emissão de certo poluente num determinado período é calculada multiplicando-se o número de veículos pela distância percorrida no trecho da via e pelo fator de emissão específico da frota (g/km). As taxas de emissão são funções do volume de tráfego de veículos em cada via. Os resultados, na maior parte dos trabalhos, são expressos na forma de taxas de emissão ou em toneladas de poluente por ano (t/ano).

Para fazer estimativas de emissão de poluentes, inserem-se funções matemáticas para os tramos da rede viária, relacionando as emissões com a velocidade média. Alguns modelos usados para estimativa de emissão de CO (1) e para estimativa de emissão de HC (2), são as apresentadas no relatório síntese do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, para a Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP (IPEA; ANTP, 1997).

$$HC_{(g/km)} = -0,28 + \frac{62,48}{v} \quad (1)$$

em que  $v$ : velocidade [km/h];

$$CO_{(g/km)} = -4,51 + \frac{727}{v} + 0,00134 * v^2 \quad (2)$$

em que  $v$ : velocidade [km/h];

## 3. COLETA DE DADOS

Muitas são as variáveis que afetam a emissão de CO e HC em uma região urbana. Apenas os parâmetros de maior relevância e cuja mensuração seja possível de se executar, com um nível razoável de precisão, foram coletados. As variáveis mais relevantes consideradas são:

- os perfis geométricos dos trajetos: esses perfis são essencialmente os dados geométricos da curva espacial determinada ao longo do tempo, pelo veículo em estudo. Esses dados permitem, por exemplo, o cálculo da velocidade e da aceleração do veículo ao longo do trajeto. O acoplamento do GPS ao computador com o auxílio dos dados do GPS fixo possibilitou obter esses dados com a precisão desejada. Os trajetos foram escolhidos para que fossem representativos da região em estudo, permitindo que a análise dos dados seja significativa;
- a emissão de CO e HC: foi mensurada em intervalos de tempo bastante pequenos, aproximadamente a cada segundo, para se chegar a uma função representativa total ou em partes. As emissões serão eventualmente correlacionadas com outras curvas que descrevem aspectos geométricos do trajeto bem como com outros dados colhidos, como o consumo do veículo feito com o computador de bordo;
- a temperatura do motor do veículo: a temperatura foi mensurada através de um termopar colocado no lugar da vareta de verificação do nível de óleo do motor. Com isso, pode-se avaliar a temperatura tanto quando o motor do carro estava ainda em fase de aquecimento, quanto quando ele já estava considerado aquecido.

Outro fator relevante para o desenvolvimento da pesquisa é a qualidade do combustível utilizado. Assim, para se aferir a gasolina com que o veículo foi abastecido durante os testes,

uma amostra foi coletada no momento do abastecimento anterior à realização dos ensaios. Essa amostra foi encaminhada ao Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais da Universidade Federal de São Carlos /Universidade Estadual Paulista – UFSCar /Unesp. O resultado indicou que o combustível utilizado atendia a todas as normas vigentes, o que o credencia a validar os valores referenciais obtidos nos ensaios.

Decidiu-se usar na coleta dos dados um único veículo, pois, o objetivo do trabalho era desenvolver uma metodologia de ensaios sobre a emissão de CO e HC de acordo com os parâmetros pré-determinados, o que não incluía testar a variação da metodologia em função do modelo ou marca do veículo. O carro escolhido para os ensaios foi o de uso pessoal, um veículo da marca Fiat, modelo Pálio, ano 2004, com motor de 1.3l flex, com aproximadamente 90.000km rodados, pneus novos e a maioria dos componentes revisados e originais. Antes dos testes, o veículo passou por uma revisão geral e foi testada sua emissão de CO e HC pela empresa Tecnomotor Eletrônica do Brasil, de acordo com as normas vigentes, tendo sido aprovado em todos os testes.

Como coletor de dados foi usado um computador portátil, modelo Acer 3000, com bateria de duração aproximada de uma hora. Para coletar os dados de coordenada do deslocamento do veículo, utilizou-se um GPS Garmin Map 12 usando o programa Async. Esse programa está disponível na internet, e é capaz de ler e registrar em arquivos binários as observáveis GPS da portadora L1, transmitidas pela porta de comunicação do aparelho receptor Garmin ao computador, via cabo serial. Posteriormente à coleta de dados do GPS, utilizou-se o programa GAR2RNX, que promove a conversão do arquivo binário dos dados gerados no Async em arquivos de texto no formato *Rinex*. Sendo assim, foi possível o pós-processamento dos dados para o cálculo de coordenadas dos pontos.

Um segundo aparelho GPS estava fixado na EESC-USP, no Departamento de Transportes e coletou dados simultaneamente durante cada período de ensaio. É um aparelho da marca Novatel acionado via assistência remota, através da internet. Esse GPS ficava ligado a um computador com o programa GPSolution e armazenava os dados em um arquivo, que depois eram convertidos em *Rinex* para o processamento comum com os arquivos Rinex gerados pelo GAR2RNX. Esse pós processamento das coordenadas GPS do veículo possibilitaram melhorar e dar confiabilidade aos dados de posição do veículo.

A empresa de São Carlos, Tecnomotor, disponibilizou um equipamento para a realização dos testes, que foi o utilizado durante a pesquisa. O modelo de analisador de gases emprestado foi o TM 132, que analisa os gases através de infravermelho (células químicas), que faz as leituras de emissão de CO com sensor colocado no escapamento do veículo.

Como não foi possível acoplar diretamente o computador de bordo do carro ao *notebook* para armazenar o consumo instantâneo, uma segunda pessoa digitava em um programa manualmente os dados de consumo (variavam a cada 3 segundo aproximadamente) e que posteriormente foram inseridos no banco de dados geral no Excel.

A colocação e a montagem dos equipamentos no veículo foram feitos de tal modo que fosse possível transitar normalmente sem danificar os equipamentos ou perturbar a coleta dos dados. O receptor GPS foi ligado a uma antena externa que ficava no teto do veículo preso por um ímã e um cabo com adaptador o ligava ao *notebook*.

No escapamento do veículo, foi colocada a sonda coletora de gases, junto a uma garra metálica que a prendia no terminal do escapamento. Posteriormente, era passada uma fita adesiva para garantir que a sonda se mantivesse fixa. A cada teste, a mangueira era solta do analisador de gases e do escapamento para se retirar acúmulo de água. Essa mangueira teve seu comprimento reduzido ao máximo para não afetar no tempo de coleta de dados, isto é, procurou-se diminuir ao máximo o retardamento existente entre a emissão do poluente e sua detecção pelo aparelho analisador.

Em um primeiro momento a coleta de dados do GPS fixo na USP era ligada por assistência remota. Os dados daquela antena deveriam ser obtidos durante todo o período dos testes dinâmicos. Em seguida, com o *notebook* ligado, o programa Softgas era aberto e este ligava o analisador de gases. Era necessário aguardar até que o analisador aquecesse. A fonte de energia desse equipamento era obtida via transformador de voltagem adaptado ao acendedor de cigarros do veículo. O GPS era então ligado, e o programa Async aberto.

Quando o analisador de gases estava aquecido, eram ligadas simultaneamente a coleta de dados do analisador, pelo Softgas, e a coleta de dados do GPS, pelo Async, ambos conectados ao mesmo tempo nas portas USB do *notebook*, e ligados, ao mesmo tempo, junto com o programa para fazer a coleta de dados de consumo instantâneo.

O veículo era, então, ligado e iniciava-se o percurso pré-estabelecido para cada ensaio. Terminado o percurso, os dados eram salvos em arquivos próprios e os equipamentos eram desligados. O carro retornava para a garagem para o motor esfriar até os próximos ensaios.

As coletas foram feitas nos períodos matutinos e vespertinos, sempre se iniciando na mesma hora (aproximadamente às 8h30 e 17h30) e executadas repetidas vezes mantendo-se uma rotina de coleta para confirmação dos padrões obtidos. Os dois percursos básicos a serem percorridos desenvolviam-se em locais mais movimentados e em situações com mais rampas, semáforos e obstáculos. Foram feitos 40 ensaios em 10 dias, sendo realizados quatro ensaios por dia, dois no período da manhã e dois no período da tarde, sendo o primeiro ensaio com motor frio, e o segundo ensaio com motor aquecido, em cada um dos períodos. Foram feitos posteriormente mais 10 ensaios da mesma forma descrita anteriormente para complementar alguns dados.

#### **4. FILTRO DOS DADOS**

Todos os dados referentes ao posicionamento do veículo, coletados via GPS, foram lançados no AutoCAD e numa planilha Excel. Num processo de conferência dos dados, a partir do traçado desenhado pelos pontos gerados pelo GPS, que foram inseridos num mapa vetorizado da cidade na escala 1:2000, verificou-se que, em alguns pontos, a trajetória desenvolvida pelo veículo não estava compatível com o traçado das ruas, quer dizer que esses pontos excederam os limites de tolerância submétrica, o que é comum acontecer com esses equipamentos. Ou seja, notou-se uma imprecisão de alguns dos dados gerados pelo GPS, visto que o GPS Garmin map12 não é muito estável na coleta de dados e às vezes ele mostra “saltos”, gerando erros muito grosseiros. Essa imprecisão foi corrigida manualmente, colocando-se os pontos destoantes no alinhamento adequado, de forma interpolada com os pontos considerados corretos. De um total de 50 ensaios, quatro ensaios foram descartados integralmente: 2 por falha no termopar e 2 por falha na coleta de dados com o GPS Garmin.

## 5 RESULTADOS

O percurso foi dividido em trechos com mesmas características, como mesma rampa média e intensidade de tráfego. Os dados obtidos foram agrupados em uma tabela para facilitar a leitura.

No trecho 1 o motor estava mais frio, com temperatura média de 29°C, por isso, mesmo estando em declive, seu consumo médio foi alto (6,9 km/l), utilizando uma média de 105g de combustível para percorrer 730 metros. Nesse trecho não havia semáforos, apenas placas de sinalização como Parada Obrigatória. A velocidade média nesse trecho foi aproximadamente 23 km/h.

No trecho 2 o motor ainda estava frio, com temperatura média de 50°C, por isso, mesmo estando em declive, seu consumo médio foi alto (8,9 km/l), utilizando uma média de 100g de combustível para percorrer 1.230 metros. Nesse trecho havia semáforos. A velocidade média nesse trecho foi aproximadamente 24 km/h.

No trecho 3 o motor estava mais aquecido, com temperatura média de 69°C. Por estar em auge, seu consumo médio foi alto (5,3 km/l), utilizando uma média de 138g de combustível para percorrer 990 metros. Nesse trecho havia semáforos e a velocidade média foi aproximadamente 27 km/h.

No trecho 4 o motor estava mais aquecido, com temperatura média de 79°C. Por se tratar de declive acentuado e apenas 1 semáforo no trecho, seu consumo médio foi baixo (20,2 km/l), utilizando uma média de 26g de combustível para percorrer 700 metros. Como não houve muitas paradas, a velocidade média foi de 34 km/h. Lembrando que o carro desceu a rampa com a 5ª marcha engrenada.

No trecho 5 (uma marginal) o motor estava praticamente aquecido, com temperatura média de 95°C, com suave declive. Seu consumo médio foi bom (17,3 km/l), utilizando uma média de 131g de combustível para percorrer 3.100 metros. Nesse trecho havia poucos semáforos e a velocidade média nesse trecho foi aproximadamente 42 km/h.

O resumo dos dados obtidos pode ser vistos na Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1:** Resultados obtidos no ensaio

Trecho	D	IM	TM	MC	VM	CM	HC <sup>*</sup> (g/km)	HC (g/km)	CO <sup>*</sup> (g/km)	CO (g/km)
1	0,73	-2,2	29	105	23,2	6,9	2,4	13,3	27,8	60,3
2	1,23	-2,5	50	100	24,3	8,9	2,3	6,4	26,2	49,6
3	0,99	+6,2	69	138	26,8	5,3	2,0	2,0	23,3	52,2
4	0,70	-4,9	79	26	34,2	20,2	1,5	0,3	18,3	4,8
5	3,10	-0,8	95	131	41,6	17,3	1,2	1,5	15,3	26,9
total	6,75						1,7	3,6	20,1	36,1

em que D: comprimento do trecho [km];  
IM: Inclinação média no trecho [%];  
TM: Temperatura média no trecho [°C];

MC: Massa de combustível consumido no trecho [g];  
VM: Velocidade média no trecho [km/h];  
CM: Consumo médio no trecho [km/l];  
HC\*: Valor obtido do modelo de previsão de HC pelo modelo (1) [g/km];  
HC: Valor médio obtido de HC mensurado nos ensaios por trecho [g/km];  
CO\*: Valor obtido do modelo de previsão de CO pelo modelo (2) [g/km];  
CO: Valor médio obtido de CO mensurado nos ensaios por trecho [g/km];

## 6. CONCLUSÕES

Tendo em vista toda a discussão teórica levantada, foi possível verificar que os modelos hoje existentes para a mensuração da emissão de CO e de HC em trajetos curtos em cidades pequenas e médias são insuficientes.

A metodologia utilizada nos ensaios de campo para se determinar a emissão de CO e HC nas condições descritas, mostrou-se viável. Os equipamentos portáteis, de fácil montagem e desmontagem e de funcionamento simplificado, facilitaram o trabalho de coleta dos dados. Foi utilizado apenas um veículo nos ensaios, pois o objetivo do estudo era verificar a adequação do modelo e não gerar um inventário da região estudada.

Os dados obtidos por trecho são expressivos e confiáveis e têm potencial para ser utilizado em outros trabalhos, tanto no âmbito da compreensão do fenômeno da poluição veicular na área urbana, como no entendimento do comportamento do motor à combustão nas condições estudadas, além de gerar dados úteis para se estudar o trânsito na região ensaiada.

A emissão de HC no decorrer dos testes com o motor frio sempre foi ficando menor e se aproximando daquela obtida no modelo adotado pela ANTP. Por outro lado, também foi possível verificar que a emissão de HC é menor quando o motor está aquecido e em declive. Assim, quanto à emissão de HC, a variável mais relevante é a temperatura do motor e, em segundo plano, a inclinação da via e de maneira menos relevante ainda, a velocidade.

Quando o motor está frio, ou seja, nos primeiros momentos do percurso, a variável mais significativa é a temperatura, no que se refere à emissão de CO em gramas. Conforme o motor se aquece, outras variáveis, como a inclinação da via e a velocidade, passam a ter maior influência na emissão. No que tange à emissão de CO, o resultado obtido vai-se reduzindo conforme aumenta a temperatura do motor. Entretanto, a inclinação da via também vai influenciar nesse valor, aumentando a emissão em situação de aclave, mesmo com o motor aquecido.

Assim, é possível afirmar que a situação mais desfavorável para a emissão de CO associa motor frio e aclave; a situação mais favorável associa motor quente com declive da via. Portanto, um modelo que pretenda aproximar-se da real emissão dos gases poluentes não deve levar em consideração apenas um parâmetro por mais relevante que este seja tendo em vista que a emissão de CO depende da conjunção de fatores como temperatura e inclinação da via e não apenas a velocidade média no trecho.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, C.F. et al. (2000). Avaliação das emissões evitadas pela política energética brasileira no setor transporte rodoviário. *Economia & Energia*, ano 12, n.70, out./nov. Disponível em: <[http://ecen.com/eee70/eee70p/emissoes\\_transporte.htm](http://ecen.com/eee70/eee70p/emissoes_transporte.htm)>. Acesso em 10.dez.2008.
- DELUCCHI, M.A. (2004). The Annualized social cost of motor-vehicle use in the United States, based on 1990-1991 Data. Daves: University of California, Institute of Transportation Studies.
- FAIZ, A.; WEAVER, C.S.; WALSH, M.P. (1998). Controlling emissions from in-use vehicles: the role of inspection and maintenance (I/M) programmes. *International Journal of Vehicle Design*, Olney, v.20, n.1-4, p.304-312.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE (2004). Inventário de fontes emissoras de poluentes atmosféricos da região metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Feema. Disponível em: <<http://www.feema.rj.gov.br>>. Acesso em: 15 set 2005.
- GOUVEIA, N. et al. (2002). Poluição do ar e saúde em duas grandes metrópoles brasileiras na década de 90. *Informe Epidemiológico do SUS*, Brasília, v.11, n.1, p.41-43.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE PÚBLICO (1997). Redução das deseconomias urbanas pela melhoria do transporte público. Rio de Janeiro: IPEA; ANTP.
- JACONDINO, G.B.; CYBIS, H.B.B. (2003). Análise do efeito da agregação das variáveis do tráfego na estimativa de emissões veiculares. In: *Semana de engenharia de produção e transportes*, 3., Porto Alegre, 2000. Anais,,, Porto Alegre: UFRGS. Disponível em: <[http://redpgv.coppe.ufrj.br/arquivos/jacondino\\_cybis\\_3%C2%AA%20Semana%20de%20Engenharia%202003.pdf](http://redpgv.coppe.ufrj.br/arquivos/jacondino_cybis_3%C2%AA%20Semana%20de%20Engenharia%202003.pdf)>. Acesso em 25 mar 2006.
- MENDES, F.E. (2004). Avaliação de programas de controle de poluição atmosférica por veículos leves no Brasil. 179p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE (1999). Disponível em: <<http://www.wri.org>>. Acesso em 14.ago.2008.