

## **ESTUDO DA REAL EMISSÃO DE GASES POLUENTES POR VEÍCULOS AUTOMOTORES**

**Anderson Manzoli  
Wilson Manzoli Júnior**

### **RESUMO**

A poluição do ar gerada diretamente pelo escapamento de veículos automotores se intensifica devido à urbanização crescente associada ao aumento das taxas de motorização. Ações voltadas para amenizar os impactos da poluição do ar são insuficientes e os habitantes das cidades estão expostos a situações de risco à saúde.

Determinou-se experimentalmente a emissão de CO e HC em gramas de poluente por quilômetro rodado (g/km) em diversas condições e construiu-se um banco de dados sobre como esses parâmetros interferem na geração desses gases nos percursos estabelecidos, fornecendo uma previsão mais realista. Os resultados pretendem conscientizar os administradores públicos acerca da necessidade de se mensurar a real emissão de poluentes em qualquer cidade, pois o número reduzido de automóveis em cidades pequenas e médias não significa diretamente a inexistência de problemas com a poluição.

### **1 INTRODUÇÃO**

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.

O transporte de bens e pessoas é fundamental para a integração das regiões do país proporcionando o desenvolvimento econômico e social. Para que isso ocorra, é preciso alocar recursos para a construção e a manutenção da infra-estrutura dos modos de transporte, bem como prever a energia necessária para a movimentação dos veículos. Essas ações devem, no entanto, levar sempre em conta as questões ambientais, o que normalmente é negligenciado pelos poderes públicos.

O número de veículos automotores em circulação no Brasil vem crescendo significativamente nas últimas décadas gerando um aumento na quantidade de gases poluentes emitidos. Segundo Gouveia et al. (2002) já está comprovado que essa emissão contribui muito para a degradação da qualidade de vida das pessoas que vivem em locais onde a concentração de emissões veiculares é intensa.

Os processos de dispersão e difusão da poluição do ar são afetados por diversas características do meio que são inconstantes e mutáveis, dificultando sobremaneira o processo de mensuração. Assim, a melhor forma de se mensurar a real poluição gerada é

fazê-lo diretamente na fonte, no tubo de escapamento, na saída dos gases após o catalisador.

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.

Além disso, conforme os mesmos autores, os modelos de previsão de emissão e acúmulo de poluentes em geral são baseados em modelos gerados por simulações que não incluem dados provenientes de mensuração realizada diretamente nos locais de estudo. Com isso, a solução encontrada para gerar modelos de previsão de emissão e acúmulo de poluentes se baseia em parâmetros construídos a partir de simulações que não incluem dados provenientes de mensuração real.

Para comprovar que o motor frio constitui a condição menos favorável no que se refere à emissão de gases poluentes, utilizou-se tecnologias recentes – GPS, analisadores de gases portáteis e computador de bordo – para se obterem dados fundamentais (velocidade, tempo, coordenada espacial, aceleração, mensuração da emissão dos poluentes pelo escapamento do veículo, temperatura do motor e consumo instantâneo de combustível). Os testes foram feitos com o motor frio e quente para que fosse possível descrever o comportamento da emissão dos gases nas duas condições.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Segundo dados do IBGE, 73% das cidades no Brasil são pequenas e médias, onde a maioria dos deslocamentos é curta, situação em que o motor ainda não está devidamente aquecido. Em regra, a variação na quantidade de emissão de poluentes pelos veículos automotores não tem relação direta com o tamanho da cidade em que se encontram. Deve-se ressaltar, entretanto, que os inventários e modelos de emissão em regra fundamentam seus parâmetros em valores obtidos quando o conjunto motor/catalisador já está aquecido, o que não chega a acontecer no contexto que ora se propõe a estudar. Ao aplicar indistintamente os parâmetros daqueles modelos aos veículos utilizados em cidades pequenas e médias, onde os trajetos são, em regra, curtos, e, portanto, o veículo trafega frio, podem ocorrer imprecisões.

O Proconve, programa governamental estabelecido e regulamentado pelo Conama e suportado pela Lei nº 8.723/93, estabelece as diretrizes, prazos e padrões legais de emissão admissíveis para as diferentes categorias de veículos e motores, nacionais e importados no Brasil. Os limites legais são estabelecidos em ensaios padronizados e com combustível de referência e objetivam alcançar a redução da poluição atmosférica.

A Cetesb é o órgão responsável por produzir inventários de emissão de poluição atmosférica para checar se os níveis de emissão estão compatíveis com os níveis legais.

Esses inventários constituem um dos instrumentos de planejamento mais úteis para um órgão ambiental, uma vez que qualificam e quantificam as atividades poluidoras do ar e fornecem informações sobre as características das fontes, definindo localização, magnitude, frequência, duração e contribuição relativa das emissões. Esse instrumento possibilita a elaboração de diagnósticos que permitirão fortalecer as tomadas de decisão relativas ao licenciamento de atividades poluidoras e as eventuais ações de controle necessárias. Porém, as medidas de controle de emissões veiculares devem estar fundamentadas em estudos que reflitam fielmente os níveis de emissão de poluentes gerados.

## 2.1 Modelo de estimativa adotado pelo Proconve

O Proconve adota uma abordagem bottom-up. Nessa abordagem a previsão é realizada diretamente para cada item ou para cada localidade e, posteriormente, agregado. Outra abordagem possível é a top-down, também conhecida como abordagem analítica, em que se realizam previsões para séries consolidadas, feitas para grupos ou famílias e depois desagregada para cada item, segundo o percentual histórico. Também é possível fazer uma previsão agregada para uma região e, então, decompor em previsões para as diversas localidades que compõem esta região, segundo sua representatividade histórica.

Assim, o Proconve estima o total de emissões a partir de fatores de emissão médios para cada ano-modelo de veículo, nos quais são aplicados fatores de deterioração, multiplicados pela frota de cada ano-modelo em um determinado ano multiplicado pela quilometragem percorrida pelos veículos. Assim, podem-se estimar as emissões de origem veicular “E” de um poluente “p” em um ano “t” através da equação abaixo:

$$E_{p,t} = \sum_{c,i} (F_{c,i,t} \times K_{c,i,t} \times (FE_{c,i,t} \times FD_{c,i,t})) \quad (1)$$

Onde:

i é a parcela da frota fabricada em cada ano (“ano-modelo”);

c é o tipo de combustível empregado (gasool, álcool, GNV);

$E_{p,t}$  são as emissões de origem veicular de um poluente p no ano t;

$F_{c,i,t}$  é o número de veículos ano-modelo i em circulação no ano t usando combustível c;

$K_{c,i,t}$  é a distância média percorrida em quilômetros;

$FE_{c,i,p}$  é o fator médio de emissão dos veículos novos;

$FD_{c,i,p}$  é o fator de deterioração das emissões de um veículo.

Para fins de inventários, a Cetesb usa fatores de emissão adaptados da EPA e não os medidos no processo de licenciamento (que são medidos em g/kWh), que podem não refletir corretamente as variações nos “FE” induzidas pelo Proconve. Para os fins que o inventário de emissões da Cetesb serve, tal aproximação é plenamente válida, mas para os propósitos deste trabalho tal simplificação impede a modelagem das emissões. A Resolução Conama nº 7, de 31.08.93, define as diretrizes básicas e os padrões de emissão para o estabelecimento de programas de inspeção e manutenção de veículos em uso.

Os fatores de emissão para veículos novos são obtidos no Laboratório de Emissão Veicular da Cetesb, seguindo a norma NBR-6601, com metodologia semelhante à vigente nos EUA. Para os demais veículos, é aplicado um fator de correção chamado Fator de Degradação (FD), que é obtido segundo o procedimento definido pela norma NBR-6601. A média geral da quilometragem rodada, em geral, é adotada segundo a norma americana US-EPA e

também através de pesquisa junto a motoristas brasileiros em relação à quilometragem acumulada no odômetro em um ano.

### 3. COLETA DE DADOS

A qualidade do combustível utilizado é fator relevante para o desenvolvimento da pesquisa. 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.

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. Assim coleta dos dados apresentada foi realizada em um único veículo. O carro escolhido para os ensaios foi o de uso pessoal, um veículo da marca Fiat, modelo Pálio, ano 2004, com motor de 1.3 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.

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.

A emissão de CO e HC foram mensuradas 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 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.

Os perfis geométricos dos trajetos foram obtidos com GPS de navegação ligado a um notebook e pós processados com o auxílio dos dados de outra antena GPS fixo. Isso possibilitou obter a precisão desejada. Os trajetos foram escolhidos para que fossem representativos da região em estudo, permitindo que a análise dos dados seja significativa. Esses dados permitem, por exemplo, o cálculo da velocidade e da aceleração do veículo ao longo do trajeto.

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 Tecnomotor Eletrônica do Brasil S.A., empresa localizada em São Carlos (SP – Brasil), disponibilizou um equipamento para a realização dos testes. 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.

Para a coleta do consumo instantâneo usou-se o computador de bordo do próprio veículo, que foi testado várias vezes e os valores obtidos nos testes foram precisos para os objetivos esperados na pesquisa. Como não foi possível acoplar diretamente o computador de bordo do carro ao notebook para armazenar o consumo instantâneo durante os testes, uma segunda pessoa digitava em um programa (desenvolvido pelo Prof. Dr. Ricardo Ernesto Schaal – EESC - USP) 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, era acionada 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 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 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.

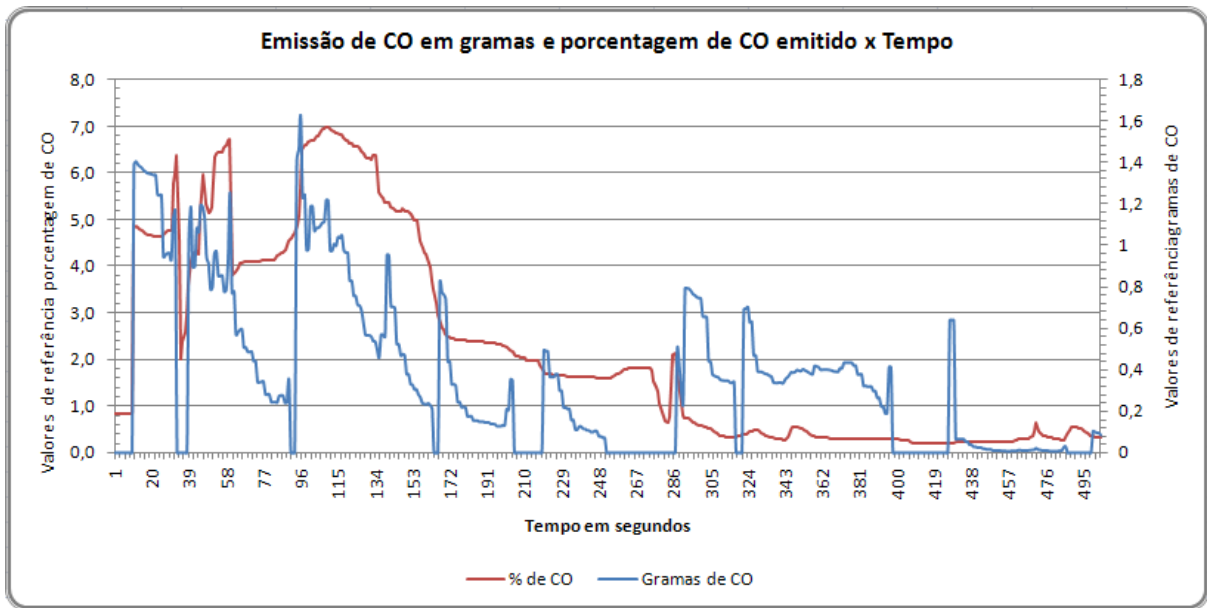
#### **5. RESULTADOS**

Foram escolhidos trechos das vias que proporcionassem as mais variadas situações de trânsito e topografia para que os dados colhidos fossem significativos para o experimento.

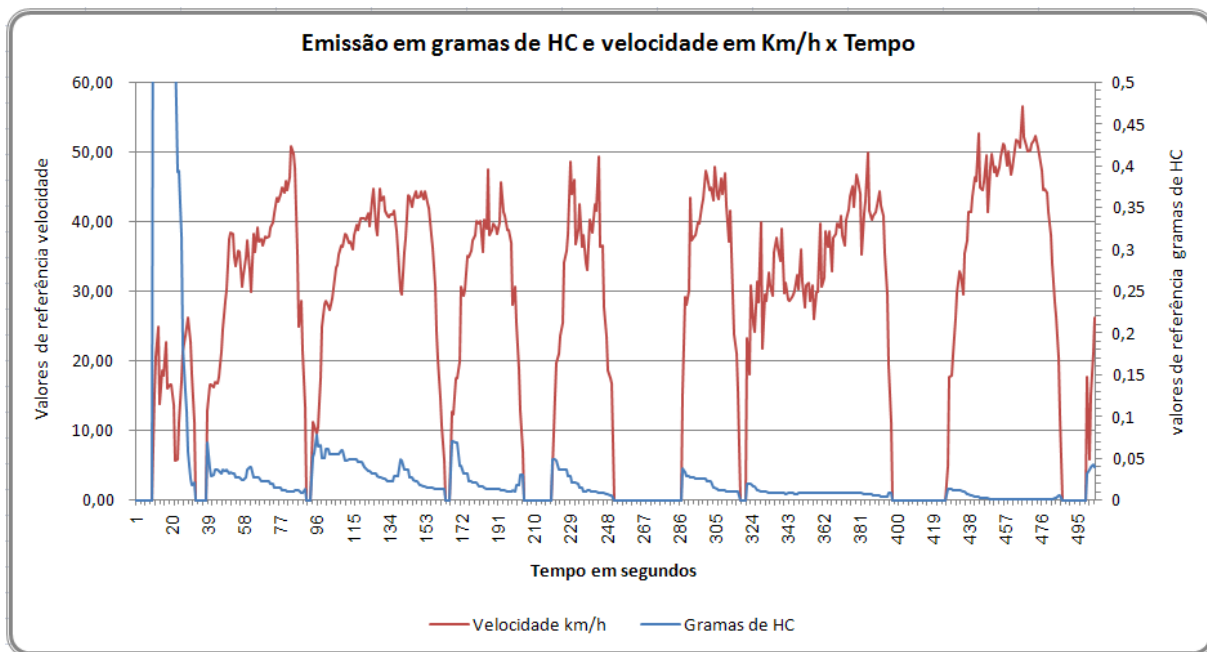
Essas escolhas foram baseadas principalmente no fluxo de veículos ao longo dos trajetos, na densidade demográfica do entorno, em trajetos que atravessassem regiões com grande probabilidade de concentração de CO e HC, locais com rampas e de grande importância como eixo de ligação entre as regiões da cidade.

Os gráficos a seguir foram feitos pela média dos dados obtidos nos ensaios e representam no eixo das abscissas o tempo de deslocamento em segundos. Serão apresentados os principais gráficos que mostram que a análise do problema não pode ser baseada apenas em função de uma variável e sim, em função de todas para se entender e modelar a emissão dos gases CO e HC.





**Fig. 1 Emissão de CO em Gramas e Velocidade em km/h X Tempo**



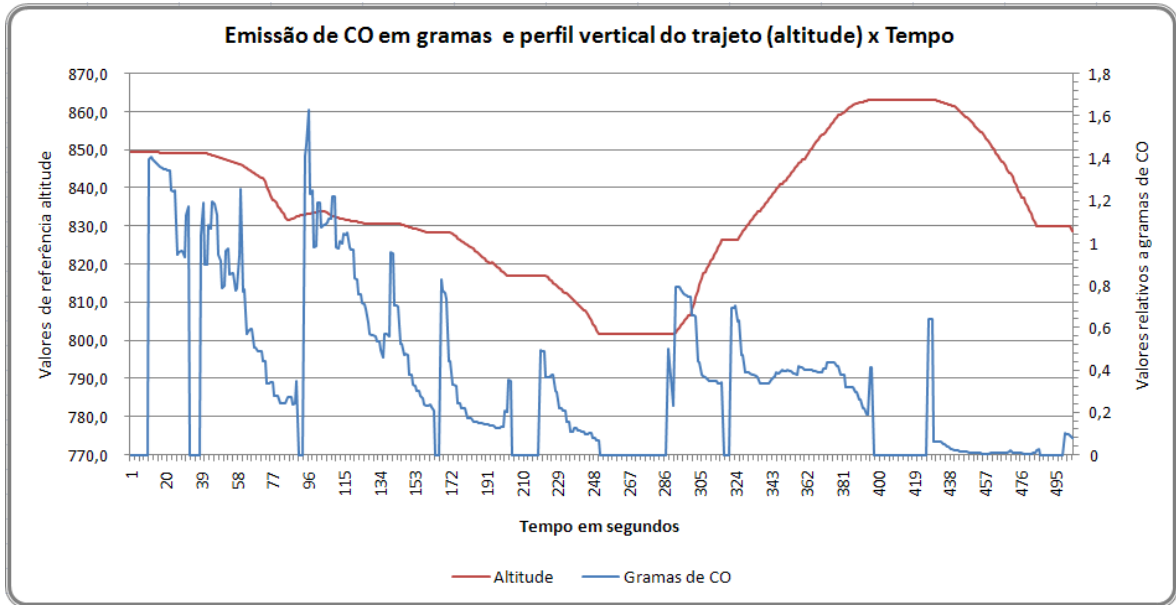
**Fig. 2 Emissão de HC em Gramas e Velocidade em km/h X Tempo**

É possível notar que a quantidade de emissões em gramas varia, em alguns trechos, de acordo com a variação da velocidade. Porém, podemos observar que em alguns momentos existe um aumento na velocidade e uma diminuição nas emissões. Isso ocorre porque nesses trechos a variável rampa se torna um fator importante na emissão.

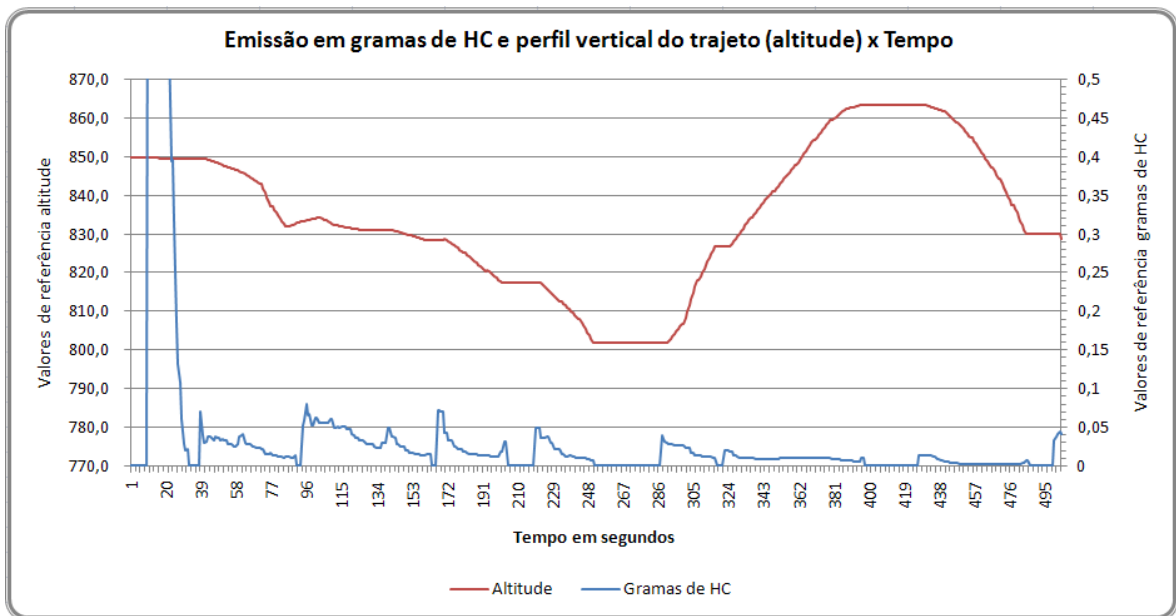
Podemos notar que no início do percurso, quando o motor ainda está muito frio, a emissão é muito grande. Quando o motor vai se aquecendo os picos de emissão vão diminuindo. Note que embora não estejam nos gráficos, constatamos que após o aquecimento (mais ou menos dez minutos) os picos de emissão devido à aceleração em rampas ascendentes no

local dos testes (pior situação) não excederam 0,8 gramas CO e 0,05 gramas de HC no mesmo percurso, mas agora com o motor quente.

Assim, estimar a emissão dos gases CO e HC em cidades pequenas e médias (onde os percursos são na maioria curtos e o motor ainda não aqueceu) usando os modelos de emissão de gases tradicionais pode gerar distorções nos resultados.



**Fig. 3 Emissão de CO em Gramas e Perfil Vertical X Tempo**



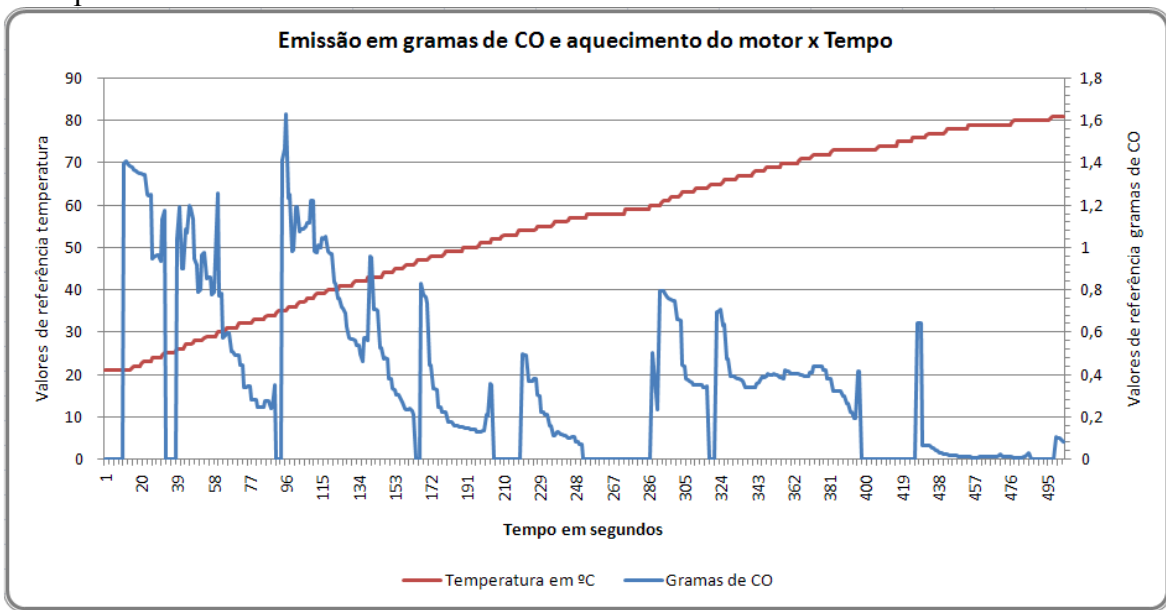
**Fig. 4 Emissão de HC em Gramas e Perfil Vertical X Tempo**

Podemos notar que em cada trecho de rampa ascendente temos um aumento na emissão de CO e HC e em cada trecho de rampa descendente temos uma diminuição de emissão de CO e HC.

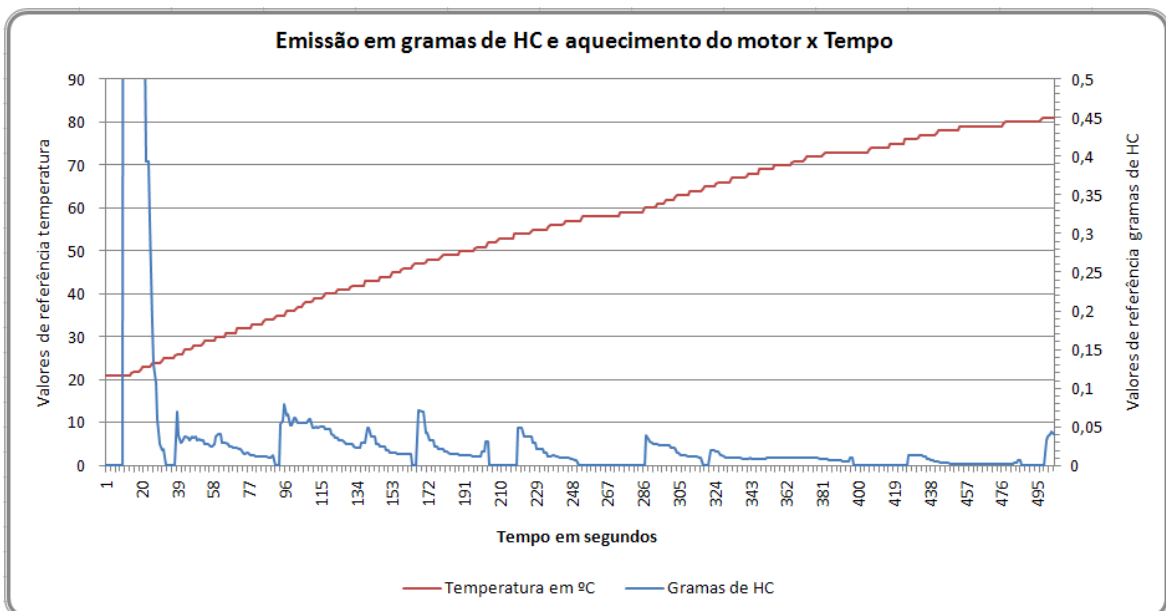


No início, com o motor frio, a emissão de CO é alta, independentemente do perfil da via. Entretanto, com o aumento da temperatura do motor, a inclinação da via passa a ser significativa. As grandes quedas verticais na emissão em gramas de CO vistas no gráfico se referem à falha de coleta de dados quando a velocidade é zero.

Verifica-se aqui que a relação entre a emissão de HC e a inclinação do trajeto é muito pequena e que, mais uma vez, o que realmente importa no que se refere à emissão de HC é a temperatura.



**Fig. 5 Emissão de CO em Gramas e Aquecimento do Motor X Tempo**

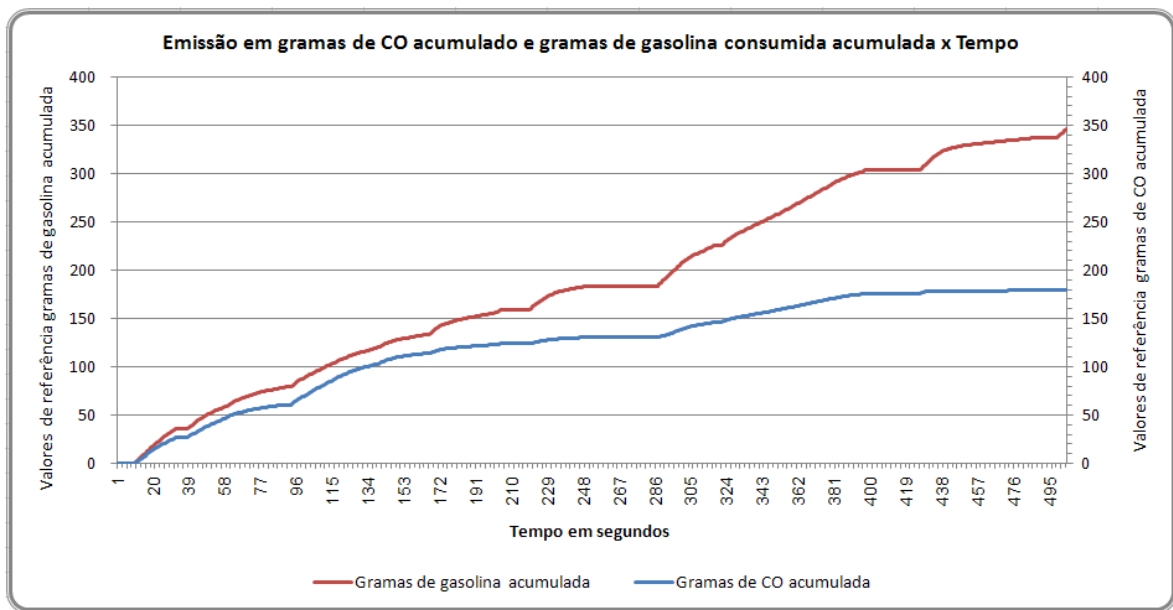


**Fig. 6 Emissão de HC em Gramas e Aquecimento do Motor X Tempo**

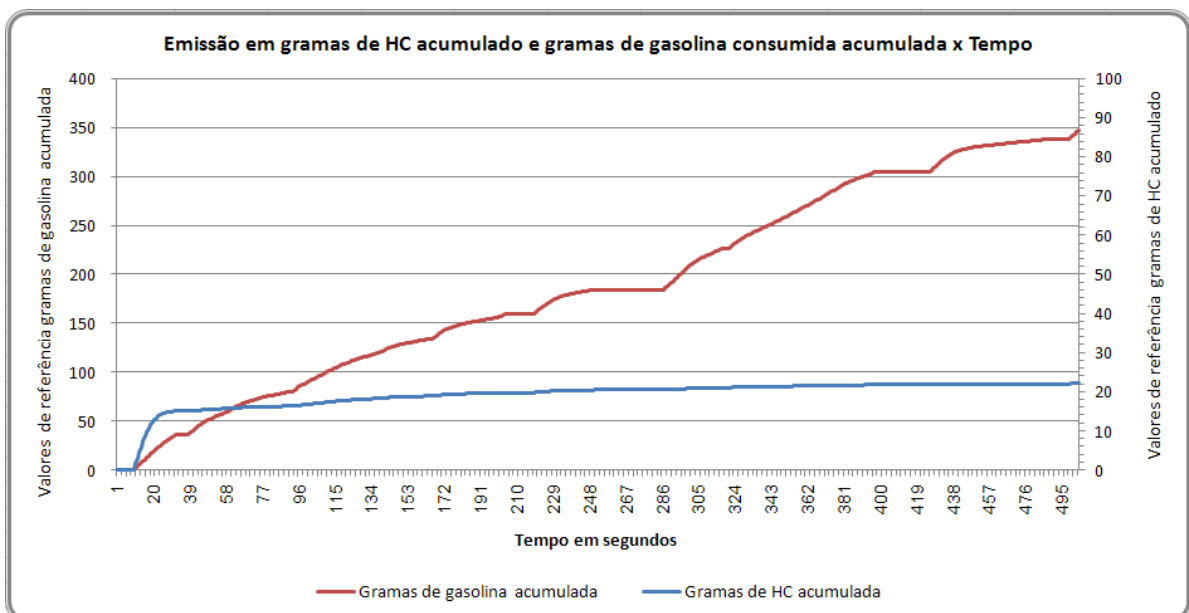
A partir dos dados do gráfico, pode-se concluir que ocorre uma diminuição dos picos no consumo de CO em gramas conforme aumenta a temperatura do motor. Esses dados levam

à conclusão de que, em trajetos curtos, onde o motor está frio, a emissão de CO é muito grande.

Optou-se por apresentar o gráfico com o alto pico inicial de emissão de HC em gramas, o que dificulta a compreensão da relação entre a temperatura e a emissão de HC. Entretanto, observando-se atentamente os dados, é possível afirmar que existe uma relação entre os dados: a emissão de HC reduz com o aumento da temperatura, onde os picos tornam-se cada vez menores.



**Fig. 7 Emissão de CO em Gramas e Consumo de Combustível em Gramas X Tempo**



**Fig. 8 Emissão de HC em Gramas e Consumo de Combustível em Gramas X Tempo**

A relação entre a quantidade de gramas de CO e de gasolina acumuladas permite avaliar a eficiência da queima do combustível. Verifica-se, portanto, que o motor se torna mais

eficiente no decorrer do tempo, em virtude da temperatura, ocorrendo uma emissão menor de CO em comparação com o consumo de gasolina. Quanto melhor a queima de combustível, menor deve ser a emissão de CO.

Nos momentos iniciais, já aparece o grande quantidade de HC emitida pelo motor, ou seja, a maior parte de lançamento de HC na atmosfera ocorre logo no início do ensaio. No decorrer do percurso, soma-se pouco à quantidade de emissão total de HC

Assim, o que mais importa para a mensuração da emissão de HC são os momentos iniciais de um ensaio, em que o motor ainda está frio, o que, em regra, deixa de ser considerados nos modelos convencionais.

## 6. CONCLUSÃO

Tendo em vista a discussão teórica e a análise dos dados obtidos, foi possível verificar que os modelos hoje usados para a mensuração da emissão de CO e de HC em trajetos curtos em cidades pequenas e médias são inadequados.

A metodologia utilizada nos ensaios de campo para se determinar a emissão de CO e HC nas condições descritas, em 50 amostragens, mostrou-se viável. Os equipamentos portáteis, de fácil montagem e desmontagem e de funcionamento simplificado, facilitaram o trabalho de coleta dos dados.

Pode-se afirmar que os dados obtidos são precisos (há repetitividade em ensaios com características semelhantes), mas, por outro lado, não é possível afirmar que há muita exatidão nos dados obtidos, o que ocorre em virtude de os fabricantes de alguns equipamentos utilizados no trabalho não fornecerem a exatidão nominal. Isso ocorre no analisador de gases e no computador de bordo que fornece o valor do consumo instantâneo do veículo. No processamento GPS, a precisão pode ser mensurada, portanto, é possível conhecer a grandeza da incerteza de dados como velocidade, aceleração e inclinação da via.

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 e HC em gramas. Conforme o motor se aquece, outras variáveis, como a inclinação da via (maior esforço do motor), passam a ter grande influência na emissão. No que tange à emissão de CO e HC, os dados obtido mostram uma redução conforme aumenta a temperatura do motor. Entretanto, a inclinação da via também vai influenciar nesse valor, aumentando a emissão em situação de aclive, mesmo com o motor aquecido.

Assim, como era esperada, a situação mais desfavorável para a emissão de CO e HC associa motor frio e aclive; 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 e HC dependem da conjunção de fatores como temperatura do motor e inclinação da via e não só de um deles.

Outra questão que se mostrou relevante refere-se à temperatura ambiente: foi possível verificar que em períodos mais quentes (em geral, à tarde) o motor se aquece mais rapidamente que em momentos mais frios (em geral, pela manhã). Portanto, o modelo pode

gerar resultados diferentes em cidades com climas mais quentes ou mais frios, apesar de os resultados não variarem tanto na ordem de grandeza.

Este trabalho reforça a idéia de se propor políticas públicas de incentivo ao uso de veículos alternativos para trajetos curtos, como as bicicletas e também incentivar que as pessoas não utilize veículo para trajetos de distância curta. Obviamente esse tipo de estímulo passaria pelo investimento público à construção de ciclovias e calçadões.

## 7. 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.; WEAVERT, 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 BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2008). Brasília. Disponível em: <<http://.ibge.gov.br>>. Acesso em 10.nov.2008.

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.

MANZOLI, A.(2009). Análise das emissões veiculares em trajetos urbanos curtos com localização por GPS. 175 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.



## Paper final

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.

W.R.I.(1999) WORLD RESOURCES INSTITUTE (1999). Disponível em: <<http://www.wri.org>>. Acesso em 14.ago.2008.