

# Procura-se um ar mais limpo

Carro a álcool emite 92% menos compostos poluentes não controlados | YURI VASCONCELOS

**P** principal vilã da qualidade do ar nas grandes metrópoles, a frota de veículos automotores lança na atmosfera milhões de toneladas de poluentes todos os dias. Entre os principais e mais conhecidos estão o monóxido de carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), os hidrocarbonetos e os materiais particulados, como poeira e fumaça. Esses poluentes são regulamentados e têm limites precisos de emissão pelos motores desde a fabricação, segundo o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve), lançado pelo governo federal em 1986. Mas o escapamento dos veículos libera outros poluentes, entre eles os chamados hidrocarbonetos policíclicos aromáticos ou, simplesmente, HPAs, que não são controlados de forma sistêmica nem abrangidos pela legislação ambiental. Um recente estudo realizado na Faculdade de Saúde Pública (FSP) da Universidade de São Paulo (USP) mostrou que esses gases estão presentes em altas quantidades na atmosfera. A boa nova é que o carro a álcool é capaz de reduzir o problema em 92% se comparado ao movido a gasolina.

“Essas substâncias têm poder cancerígeno e precisam igualmente ser controladas”, afirma o engenheiro químico e sanitário João Vicente de Assunção, professor e chefe do Departamento de Saúde Ambiental da FSP, que coordenou o projeto para quantificar a concentração de HPAs e outros poluentes tóxicos não regulamentados na cidade de São Paulo. Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos são um vasto grupo de compostos orgânicos que têm como característica a presença de dois ou mais anéis aromáticos na composição química das moléculas. Tais anéis são formados por seis átomos de carbono e seis de hidrogênio,

sendo o principal representante dessa classe o benzeno. Entre as dezenas de HPAs existentes, dezesseis são mais importantes porque provocam danos à saúde, como o naftaleno, o fluoreno, o fenantreno e, o pior deles, o benzo(a)pireno, de maior toxicidade.

Além de serem emitidos por automóveis, os HPAs são liberados na incineração de lixo, na fumaça de cigarros e na queima de lenha e de carvão. “O problema desses compostos, assim como de outros que também foram objeto de nossos estudos, como as dioxinas e os furanos, é que eles são muito tóxicos e em geral são lipossolúveis. Isso significa que vários deles se acumulam na gordura do corpo. Após complexa metabolização no organismo e com o passar dos anos, podem causar câncer, sendo que os HPAs estão relacionados a câncer de pulmão e de bexiga”, explica Assunção.

Os estudos feitos pelo pesquisador e seu grupo foram divididos em três vertentes. Na primeira, o objetivo foi analisar a concentração de HPAs no ar de São Paulo. Na segunda, buscou-se quantificar a liberação desses compostos por veículos movidos a gasolina e álcool, e na terceira o objeto de estudo foram as emissões dos motores a diesel. Para checar a qualidade do ar de São Paulo, foram instaladas estações de coleta em três pontos da cidade:

Os HPAs presentes no ar de São Paulo podem provocar o aparecimento de cânceres



Central Park

Zona Leste Centro

CENTRO  
Km  
4.0



A concentração de HPAs em São Paulo é quatro vezes maior que o nível permitido no Reino Unido

## OS PROJETOS

1. Caracterização de dioxinas, furanos e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em emissões veiculares e em atmosfera urbana
2. Estudo da presença de dioxinas e furanos no material particulado emitido por motores diesel

### MODALIDADE

1 e 2. Auxílio Regular a Projeto de Pesquisa

### COORDENADOR

JOÃO VICENTE DE ASSUNÇÃO - USP

### INVESTIMENTO

1. R\$ 213.044,00 e US\$ 74.892,00 (FAPESP)
2. R\$ 13.557,71 (FAPESP)

na própria Faculdade de Saúde Pública, localizada no bairro de Cerqueira César, na região central, na Marginal do Tietê (no bairro da Lapa, na zona Oeste) e nas proximidades do aeroporto de Congonhas, na zonal Sul da capital. As amostras de ar foram coletadas em filtros de microfibras de quartzo e em espuma de poliuretano, de onde foram posteriormente extraídos e analisados com o uso de dois instrumentos de laboratório, um espectrômetro de massas e um cromatógrafo gasoso. “A pesquisa revelou que a concentração de benzoapireno em São Paulo é, em média, de 1,09 nanograma por metro cúbico de ar. É uma concentração elevada em relação a cidades europeias e norte-americanas. Corresponde, por exemplo, a quatro vezes o nível de referência no Reino Unido, que é de 0,25 nanograma por metro cúbico, mas o ideal é que esteja presente na menor concentração possível, pois mesmo a baixas concentrações ainda é um risco para a saúde”, destaca Assunção.

A investigação sobre as emissões de HPAs por veículos foi coordenada pelo tecnólogo mecânico Rui de Abrantes, que fez seu doutorado na Faculdade de Saúde Pública da USP e hoje trabalha na Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) de São Paulo. Foram usados nos testes, conduzidos no Laboratório de Testes de Veículos

da Cetesb, dois tipos de automóvel, um com motor *flex* ou bicompostível, abastecido apenas com álcool, e outro a gasolina. “Para que os veículos fossem representativos da frota paulistana, optamos por carros com motorização de 1.6 cilindrada, equipados com injeção eletrônica e catalisador”, conta Abrantes. O automóvel a gasolina, fabricado em 1998, tinha rodado 67 mil quilômetros, enquanto o *flex*, de 2004, marcava no hodômetro 56 mil quilômetros.

No total, foram realizados 15 diferentes ensaios nos veículos, sendo 9 no carro a gasolina e 6 no bicompostível, com variação de alguns parâmetros, como tipo de gasolina (comum, *premium* ou adulterada), tipo de óleo para o motor (mineral ou sintético), qualidade do álcool (normal ou adulterado) e presença ou não de aditivos detergentes – ofertados em postos de gasolina – nos combustíveis. Os gases foram coletados diretamente do escapamento dos carros, que simularam em laboratório as condições de circulação em meio urbano. “Depois que as análises foram processadas, descobrimos que, na média, os veículos movidos a álcool emitem 92% menos HPAs do que os carros a gasolina”, diz Abrantes.

**Óleo sintético** - Os resultados também demonstraram que o emprego de aditivos em carros a gasolina levou ao aumento da emissão de naftaleno e fenantreno, ao passo que nos automóveis testados com gasolina adulterada, com acréscimo de solvente de borracha, houve redução desses dois compostos. “O combustível adulterado utiliza solventes de borracha que acabam diluindo a gasolina. Se, por um lado, ele emite menos HPAs, por outro pode estar liberando outros poluentes tóxicos não quantificados”, explica Abrantes. O uso de óleo sintético no lugar do mineral, nos veículos a gasolina, por sua vez, contribuiu de maneira significativa para a redução da emissão de naftaleno e fluoreno. Com relação aos veículos a etanol, os mesmos tipos de óleo foram testados, mas não revelaram diferenças estatísticas significantes na emissão de HPAs. Os resultados da pesquisa foram publicados na edição de janeiro da revista *Atmospheric Environment*.

Abrantes, da Cetesb, diz que a legislação não impõe um controle direto

sobre HPAs emitidos por veículos automotores porque os testes necessários para detecção desses poluentes são caros e iriam, em última instância, onerar o preço dos automóveis. “Como os HPAs são um subgrupo dos hidrocarbonetos e também estão presentes no material particulado, que são poluentes regulamentados, podemos dizer que há um controle, ainda que indireto, sobre eles.”

A terceira frente do estudo – quantificação da emissão de HPAs por motores a diesel – foi realizada em bancada, no laboratório de um fabricante desses equipamentos considerando os vários compostos de HPAs. Em média, os motores emitiram 0,689 micrograma de toxicidade equivalente de benzo(a)pireno por quilômetro rodado. Por ser considerado o mais tóxico dos HPAs, o benzo(a)pireno é usado como referência para medir a toxicidade desses compostos, com um fator 1, enquanto os demais têm valores inferiores.

Nos carros a gasolina esse índice é de 0,832 e nos movidos a etanol, de

0,016, no entanto não é possível comparar diretamente com a emissão dos motores a diesel, porque os procedimentos de ensaio são diferentes, além de os motores a diesel testados serem novos, portanto com menor emissão de HPAs, e os veículos a gasolina e a álcool são da frota em uso.

**Cloro e bromo** - Além da investigação sobre a emissão de HPAs, Assunção e seus colaboradores também se debruçaram sobre outros dois conjuntos de compostos tóxicos liberados pelos veículos, mas esquecidos pela legislação ambiental: as dioxinas e os furanos. Ambos são compostos orgânicos caracterizados pela presença de átomos de cloro ou bromo em sua composição. “Não chegamos a uma conclusão definitiva sobre o teor de emissão de dioxinas e furanos clorados nos veículos a diesel, tudo indica que é tão ou mais importante que a emissão de carros a gasolina e álcool”, destaca.

Os resultados das pesquisas, que contaram com financiamento da FAPESP, foram apresentados em 2008

na 28ª Conferência Internacional sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) (Dioxin2008), na Inglaterra, e na 16ª Conferência Internacional em Modelagem, Monitoramento e Gerenciamento da Poluição do Ar (Air Pollution 2008), na Grécia, e no encontro da Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental, no Chile, em 2007. “Estados Unidos, Japão e Europa possuem programas de controle e têm obtido sucesso na redução desses três grupos de substâncias [HPAs, dioxinas e furanos]. Esperamos que nossos trabalhos influenciem políticas públicas que levem à prevenção e controle desses poluentes, tão nocivos à saúde humana”, ressalta Assunção. ■

► Artigo científico

ABRANTES, R.; ASSUNÇÃO, J.V.; PESQUERO, C.R.; BRUNS, R.E.; NOBREGA, R.P. Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons from gasohol and ethanol vehicles. **Atmospheric Environment**. v. 43, p. 648-654, jan. 2009.

# ADInstruments do Brasil

## Soluções Para Pesquisa Científica

Existem 3 principais razões para você experimentar as ferramentas da ADInstruments de pesquisa cardiovascular, respiratória, fisiologia muscular e neurofisiológica, com sistemas de aquisição de dados PowerLab e a nova geração de software do LabChart.



### Pesquisa Turbo

LabChart Pro acelera sua pesquisa disponibilizando até 32 canais com análises em tempo real, extração de dados automatizados, canais de cálculos e muito mais recursos. Utilizando as nossas ferramentas de análises incluindo ECG, BP, HRV, Spike, Metabolic, Dose Response e Circadian Analysis, os resultados são os mais rápidos possíveis.



### Sistemas Completos

Os sistemas da ADInstruments (PowerLab) trabalham juntamente com os principais fabricantes de equipamentos científicos, incluindo: Millar Instruments, Radnoti, Danish Myo Technology, Transonic Systems, Telemetry Research e Warner Instruments, fornecendo a solução completa para experimentos *in vivo* e *in vitro*.



### Publique Rápido

Os sistemas de pesquisa ADInstruments, proporcionam maior facilidade de utilização aumentando a produtividade científica. Milhares de pesquisadores ao redor do mundo estão utilizando nossos sistemas, confira você mesmo através da busca por publicações em [www.adinstruments.com/citations](http://www.adinstruments.com/citations)

Informações sobre soluções científicas para aumentar a produtividade do seu laboratório, entre em contato conosco e fale com nossa equipe científica.

**ADInstruments do Brasil. Paraíso, São Paulo, SP**

Tel: 11 3266 2393 | [info.br@adinstruments.com](mailto:info.br@adinstruments.com) | [www.adinstruments.com/ferramentas](http://www.adinstruments.com/ferramentas)

**ADINSTRUMENTS**  
making science easier

BRASIL • USA • UK • GERMANY • CHILE • INDIA • JAPAN • CHINA • MALAYSIA • NEW ZEALAND • AUSTRALIA

MAIS DE 20 ANOS DE INOVAÇÕES EM AQUISIÇÃO DE DADOS E ANÁLISES