

## FÍSICA

# Poluentes na mira da luz e do som

*Empresa do PIPE desenvolve sistema fotoacústico que analisa o ar atmosférico*

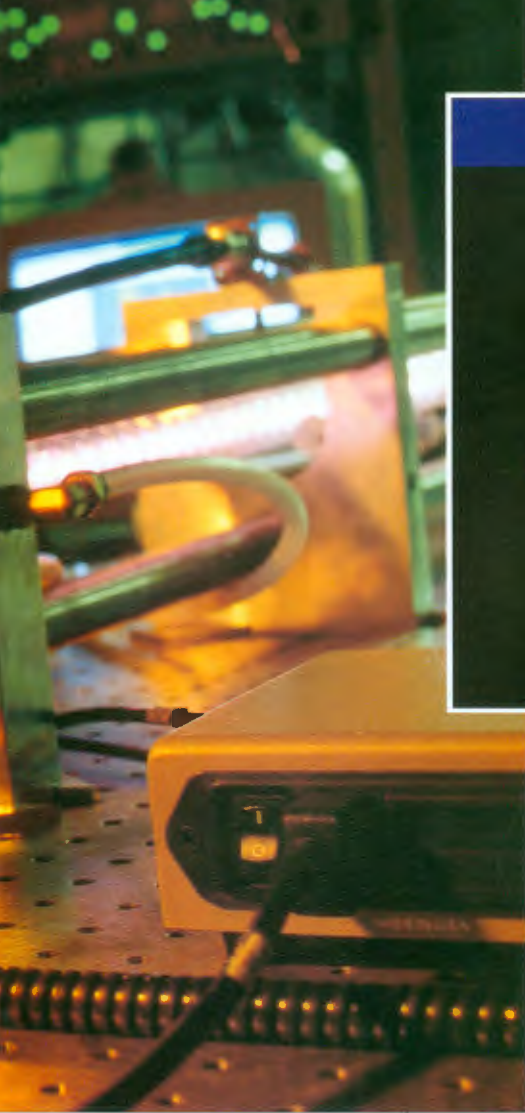
**L**nérito no Brasil e com raros representantes similares no mundo, um sistema para medir concentrações de gases poluentes na atmosfera por meio de laser de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) está em fase final de desenvolvimento nos laboratórios da empresa Unilaser, de Campinas. Chamado de espectrômetro fotoacústico, ele foi projetado pelo físico Edjar Martins Telles. O equipamento é capaz de detectar baixas concentrações de diversos poluentes monitorados pelos órgãos de controle ambiental, como ozônio, dióxido de enxofre, amônia e dióxido de carbono.

A Unilaser atua nas áreas de manutenção, recuperação e venda de equipamentos de *laser*. A empresa foi criada, em 1986, pelo físico Artemio Scalabrin, professor do Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Ela está instalada no Núcleo de Apoio ao Desenvolvimento de Empresas de Base Tecnológica (Nade), da Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia de Campinas (Ciatec), uma incubadora de empresas mantida pela prefeitura. O projeto do espectrômetro consumiu três anos em pesquisas e teve o financiamento do Programa de Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) da FAPESP. “Agora estamos na última fase, empenhados em melhorar o sistema e a automação das tarefas para simplificar a integração entre o usuário e o equipamento”, explica

Telles, mestre e doutor pelo Instituto de Física da Unicamp com pós-doutoramento no *National Institute of Standards and Technology* (Nist) em Boulder, no Estado do Colorado, nos Estados Unidos.

**Colisão de moléculas** - O princípio de funcionamento do sistema é o efeito fotoacústico, uma técnica que permite converter luz em som. Para entender isso é preciso começar pelo tipo de *laser* escolhido como fonte de excitação óptica sobre as moléculas dos gases. A escolha foi pelo *laser* de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que possui 90 linhas de emissão dentro do espectro da faixa eletromagnética do infravermelho, com comprimento de onda próximo a 10 micrometros (milésima parte do milímetro). Esse tipo de *laser* permite detectar vários gases de interesse, pois eles apresentam frequência de absorção de energia coin-

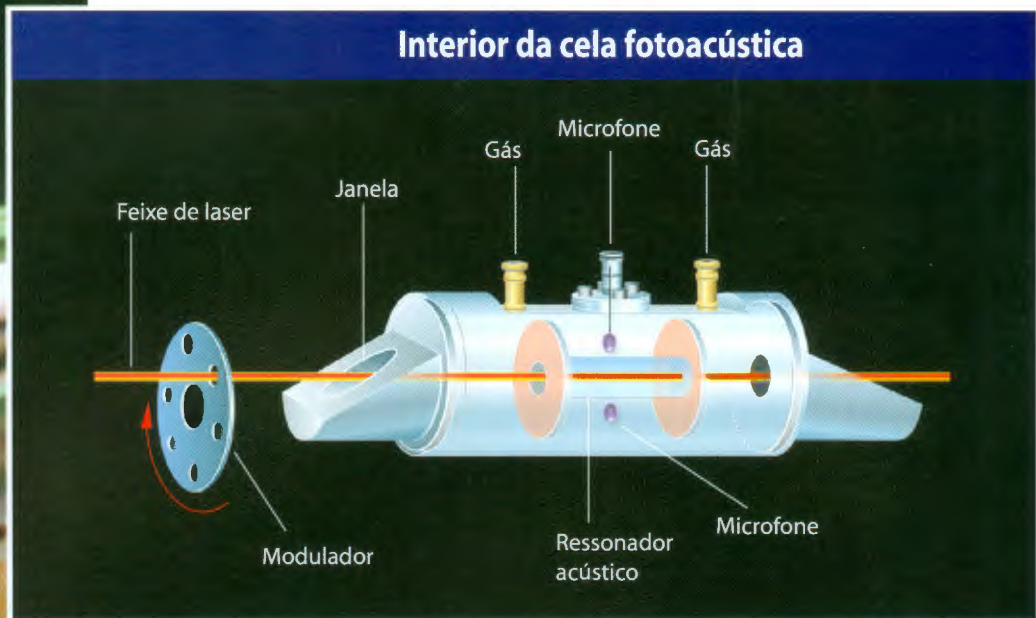




MIGUEL BOYVAN

cidente com as linhas da faixa do infravermelho.

O coração do sistema é a cela fotoacústica, um recipiente fechado onde circula um fluxo de ar atmosférico ou uma outra mistura gasosa a ser analisada. O feixe do *laser* é alinhado no interior da cela através de uma pequena janela. “Quando o *laser* é sintonizado na mesma frequência da molécula dos gases, elas absorvem a energia do *laser*”, explica Telles. Antes de atingir o interior da cela, o feixe passa por um modulador, que interrompe e libera a radiação num ritmo constante, produzindo um efeito semelhante a um pisca-pisca. Quando o feixe é liberado, as moléculas absorvem energia do *laser* e atingem o nível de excitação. No momento em que a radiação é interrompida, elas retornam ao nível normal, perdendo o excesso de energia para as moléculas vizinhas por meio de



SIRIO J. B. CANÇADO

Ao lado, o equipamento instalado na Unilaser. Acima, o feixe de *laser* passa pelo modulador e atinge a mistura gasosa. Os microfones captam o ruído provocado pelas colisões das moléculas do ar depois que elas absorvem a energia do *laser*

colisões, transformando, assim, a energia absorvida em energia de movimento, gerando calor.

A variação de temperatura é acompanhada de variações de pressão que geram ondas acústicas no interior da cela detectadas por um microfone. O sinal elétrico gerado no microfone é proporcional à concentração das moléculas que absorveram a energia da frequência específica do *laser*. Esse sinal é filtrado, para eliminar ruídos indesejáveis, e amplificado para ser analisado num computador, onde o espectro fotoacústico da molécula é registrado e interpretado por um *software* também desenvolvido no projeto.

“Cada molécula apresenta um espectro fotoacústico único, como se fosse uma impressão digital”, afirma Telles. O equipamento pode detectar um ou vários gases simultaneamente. “Basta sintonizar o *laser* na linha de emissão da faixa do infravermelho com a molécula que se pretende analisar”, explica o pesquisador. O espectrômetro permite detectar concentrações pequenas, da ordem de partes por bilhão (ppb), que é a faixa de concentração da maioria dos gases poluentes. Além daqueles gases mo-

nitorados pelos órgãos de controle ambiental, o espectrômetro detecta etileno, etanol, metanol, óxido nítrico, benzeno e ácido fórmico.

O descobridor do efeito fotoacústico foi o físico norte-americano de origem inglesa Alexander Graham Bell (1847-1922), o inventor do telefone. A descoberta aconteceu em 1880, mas durante quase um século a possibilidade de converter luz em som foi encarada como uma mera curiosidade. Somente na década de 1930, o efeito começou a despertar interesse científico, quando se percebeu que poderia ser usado para análise de gases. Assim nasceu a espectroscopia fotoacústica, uma técnica que ganhou ainda mais impulso a partir da década de 70, com o desenvolvimento de *lasers* e o progresso no campo da eletrônica.

**Alternativa nacional** - Existem poucos espectroscópicos fotoacústicos do tipo construído pela Unilaser em todo o mundo, basicamente restritos a instituições acadêmicas. “Ele só é produzido na Universidade de Nijmegen, na Holanda, que eventualmente atende a pedidos de encomenda para equipamentos que detectam apenas o etileno”, conta Telles. O preço gira em





Telles: mercado nas áreas de monitoramento do ar, indústria e amadurecimento de frutas

torno de US\$ 110 mil. Mas o custo do modelo nacional é estimado em R\$ 130 mil, incluindo a fonte de alta tensão para alimentar o *laser* de CO<sub>2</sub> também desenvolvida no projeto, que o importado não fornece. Cerca de 90% das peças utilizadas na montagem do sistema e nos dispositivos de diagnósticos foram produzidas no Brasil, fator que reduz o custo do equipamento.

Cláudio Alonso, gerente do Departamento de Qualidade Ambiental da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), vê com otimismo a iniciativa da Unilaser. “O país precisa começar a formar mercado com tecnologia nacional”, afirma. Atualmente, as centrais de monitoramento da qualidade do ar são montadas com vários equipamentos, um para cada tipo de poluente. Todos são importados dos Estados Unidos e custam entre US\$ 10 mil e US\$ 30 mil. “O Brasil inteiro está importando esses equipamentos”, afirma.

Embora o espectrômetro não seja capaz de medir todos os poluentes monitorados pela Cetesb, segundo Alonso, o equipamento poderia ser uma alternativa complementar ao sistema já implantado, desde que respeitadas as normas técnicas internacionais de controle ambiental. De-

manda existe. “Mesmo no Estado de São Paulo, que conta com uma boa cobertura em termos de controle do ar, ainda há regiões importantes que não possuem estações de monitoramento ou que precisam de algum reforço”, diz Alonso. Alguns exemplos são Guarulhos, na região metropolitana de São Paulo, Ribeirão Preto, Jundiaí, São José dos Campos e Santos. “Mas certamente a demanda fora do Estado é ainda maior”, afirma.

Além das estações de monitoramento do ar fixas ou móveis, o espectrômetro também pode ser uma opção para as empresas que precisam controlar suas emissões de gases poluentes, como as indústrias petroquímicas. “No caso das empresas paulis-

tas com alto potencial de emissão, o automonitoramento é uma exigência da Cetesb”, diz Alonso.

**Frutas e pele** - Outros clientes potenciais são as instituições de pesquisa na área ambiental, agropecuária e médica. “Muitas pesquisas relacionadas ao amadurecimento de frutos dependem de análises das concentrações de etileno, um gás que acelera o amadurecimento de frutos”, afirma Telles. Pesquisas pioneiras no Brasil nessa área são realizadas pelo professor Helion Vargas, na Universidade Estadual do Norte Fluminense

(UENF), que utiliza um espectrômetro fotoacústico importado da Holanda. Esses estudos permitem determinar métodos mais adequados para que o fruto chegue ao seu destino em boas condições de comercialização. Na área médica, o equipamento pode ser utilizado em estudos que monitoram o etileno exalado pela pele, sob condições fisiológicas específicas, como excesso de calor, traumas, radiação e exercícios em excesso, tornando-se um método com rápido tempo de resposta para monitorar processos de estresse.

A perspectiva é que dentro de um ano o equipamento esteja pronto para ser comercializado. “É o tempo necessário para concluirmos a fase de engenharia do produto”, afirma o pesquisador. Para obter os R\$ 250 mil necessários para essa fase e colocar o produto no mercado, a Unilaser busca parcerias com empresas interessadas em investir no projeto. A empresa também pretende obter recursos disponibilizando o equipamento para locação. Certamente, a Unilaser possui um mercado amplo pela frente, na monitoração de poluentes na atmosfera de grande parte das cidades, uma prática que já se tornou imprescindível em todo o planeta. •

#### O PROJETO

*Desenvolvimento de um Sistema para Medir Concentrações de Poluentes na Atmosfera com Lasers no Infravermelho (CO<sub>2</sub>) por Espectroscopia Fotoacústica*

#### MODALIDADE

Programa de Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE)

#### COORDENADOR

EDJAR MARTINS TELLES – Unilaser

#### INVESTIMENTO

R\$ 115.381,31 e US\$ 52.137,80