

Novo sensor de gás portátil monitora níveis de poluente tóxico em tempo real

POR [ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO](#) · 15 DE ABRIL DE 2025

Cientistas desenvolvem protótipo de uma pulseira com sensor acoplado para identificar a presença no ar do dióxido de nitrogênio, gás nocivo à saúde humana



De cor marrom-avermelhada e odor irritante, dióxido de nitrogênio (NO₂) é formado pela combustão de combustíveis fósseis em usinas de energia e motores de veículos e contribui para formação de ozônio, chuva ácida e aquecimento global – Foto: wikimedia – Foto: wikimedia



Pesquisadores do Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da USP desenvolveram um sensor de gás flexível e portátil capaz de detectar a presença do dióxido de nitrogênio (NO₂), um dos poluentes mais nocivos à saúde humana. Diferente dos modelos tradicionais, que funcionam em altas temperaturas e são fixos devido ao sistema de aquecimento, o sensor, à base de eletrodos, pode ser transportado para monitorar o gás em tempo real. Em parceria com a Universitat Rovira i Virgili na Espanha, os cientistas iniciaram a produção do protótipo de uma pulseira com o sensor acoplado.

A pesquisa é descrita em [artigo](#) da revista científica *Materials Science in Semiconductor Processing*. “O dióxido de nitrogênio é um oxidante marrom-avermelhado, altamente reativo, não inflamável e com odor irritante”, afirma ao **Jornal da USP** o professor Valmor Roberto Mastelaro, orientador do trabalho. “Quando seres humanos são expostos a uma concentração acima do limite de segurança, uma parte por milhão (ppm) por um período de oito horas, o gás pode prejudicar o sistema respiratório causando irritação, bronquite crônica e enfisema pulmonar, além de irritar a pele e os olhos. Uma exposição acima de 150 ppm pode resultar em edema pulmonar ou morte por broncoespasmo.”



Valmor Roberto Mastelaro – Foto: Arquivo pessoal

“O gás é formado pela combustão de combustíveis fósseis em usinas de energia e motores de veículos e contribui para a formação de ozônio, chuva ácida e aquecimento global. Além disso, o dióxido de nitrogênio é amplamente usado na agricultura, indústrias militares e de mineração”, explica o professor.

“Por exemplo, ele desempenha um papel importante na síntese de ácido nítrico, que é vital para a fabricação de explosivos e fertilizantes. Devido aos efeitos nocivos, é importante o monitoramento em tempo real, principalmente onde existe uma alta emissão desse gás como indústrias, mineração, locais de alto tráfego de veículos em grandes cidades e na agricultura”.

“O objetivo do trabalho é o desenvolvimento de um sensor de gás flexível para detectar o dióxido de nitrogênio (NO₂) a temperatura ambiente”, descreve a engenheira Amanda Akemy Komorizono, primeira autora do artigo, que realizou a pesquisa durante o doutorado no IFSC. “Atualmente, os sensores de gases tóxicos são normalmente rígidos, operam em temperaturas de 200°C a 300°C, e são conectados a sistemas eletrônicos fixos em ambientes que exigem o monitoramento de um determinado tipo de gás.”

Fácil fabricação

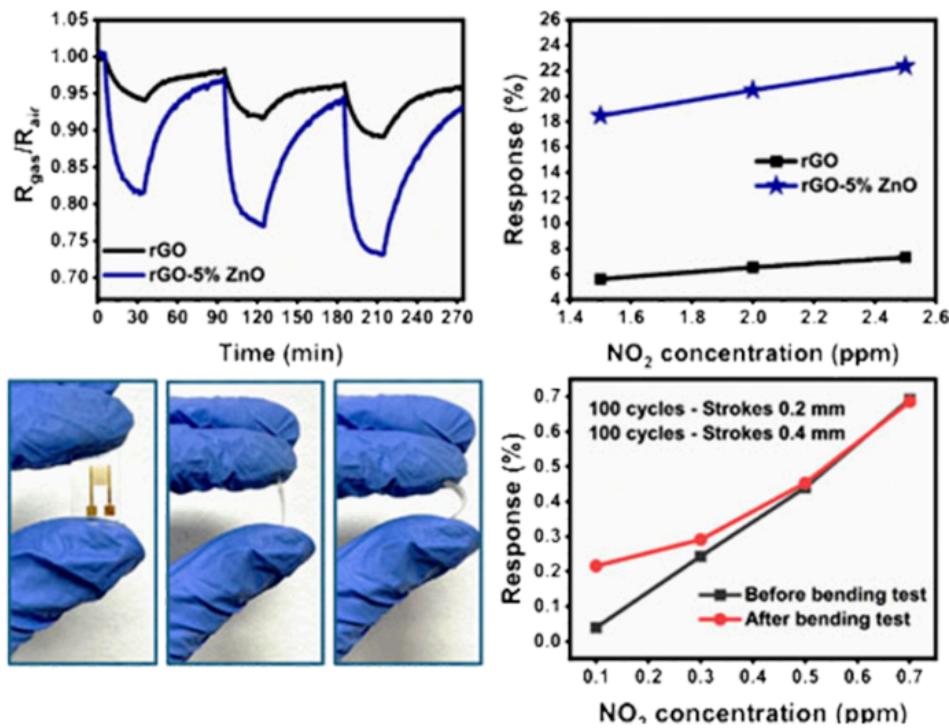
“Esses dispositivos são geralmente fabricados com semicondutores de óxidos metálicos que operam a altas temperaturas, logo, necessitam de sistema de aquecimento, com a respectiva alimentação. Como os sensores são aquecidos, o uso diário em acessórios ou roupas não é viável”, diz a pesquisadora. “O foco da pesquisa foi desenvolver um sensor acoplável que fosse de fácil fabricação e baixo custo, para o monitoramento em tempo real do ar atmosférico.”



Amanda Akemy Komorizono – Foto: Arquivo pessoal

O dispositivo mede aproximadamente 1 cm por 0,5 cm e foi fabricado com um eletrodo de ouro em um substrato de um material polimérico (PET). “Para obter o sensor é depositado sobre o eletrodo um material com nanopartículas de óxido de grafeno reduzido (rGO) e óxido de zinco (ZnO)”, relata Amanda Akemy Komorizono. “Esses materiais não apresentam toxicidade e o sensor pode ser reciclado após o fim da vida útil.”

“O funcionamento do sensor é baseado na alteração da resistência elétrica do dispositivo. Quando o dispositivo é exposto ao dióxido de nitrogênio ocorre uma redução e, quando o gás é removido do ambiente, ela retorna ao seu valor inicial”, diz a pesquisadora. “Através dessa variação da resistência elétrica é possível identificar quando o ambiente apresenta concentrações do gás acima do limite permitido.”



Sensor mede aproximadamente 1 centímetro (cm) por 0,5 cm; ideia é usá-lo em ambientes expostos a altas concentrações de dióxido de nitrogênio, como indústrias, setor de transporte e agricultura – Gráfico: cedido pelos pesquisadores

Segundo Amanda Akemy Komorizono, a ideia é que o sensor seja empregado por pessoas que trabalhem em ambientes em que possam estar expostas a altas concentrações de dióxido de nitrogênio como, por exemplo, indústrias, setor de transporte e agricultura. “Atualmente, está em fase inicial de desenvolvimento o protótipo de uma pulseira que deverá suportar o sensor mais o circuito elétrico”, anuncia. A pulseira está sendo desenvolvida em parceria com o grupo Minos, liderado pelo professor Eduard Llobet, da Universitat Rovira i Virgili na Espanha. “Em seguida, o protótipo será testado ainda em laboratório antes de iniciar os processos para a comercialização.”

O artigo [Flexible gas sensor based on rGO-ZnO for NO₂ detection at room temperature](#) é assinado por Amanda Akemy Komorizono, Ramon Resende Leite e Valmor Roberto Mastelaro, do IFSC, Silva De la Flor e Eduard Llobet, da Universitat Rovira i Virgili. O sensor de gás flexível foi desenvolvido através de uma parceria do Grupo de Nanomateriais e Cerâmicas Avançadas (NaCA) do IFSC/USP com o grupo Minos da Universitat Rovira i Virgili. Na Espanha, os pesquisadores Alejandro Santos-Betancourt e Alfonso Romero também participam do desenvolvimento do protótipo.

Mais informações: e-mails amanda.akemy@hotmail.com, com Amanda Akemy Komorizono, e valmor@ifsc.usp.br, com o professor Valmor Roberto Mastelaro

Texto: Júlio Bernardes

Arte: Simone Gomes

Por Jornal da USP