

Criados por cientistas da Universidade de São Paulo, dispositivo portátil e flexível indica a presença de chumbo e cádmio no corpo humano. O uso da solução para o monitoramento de poluição ambiental também é cogitado

Sensor detecta metais pesados no suor

» FERNANDA FONSECA*

Em concentrações muito altas, metais pesados podem gerar efeitos negativos à saúde e ao meio ambiente. Os fluidos corporais têm sido extensamente utilizados para identificar a presença desses elementos químicos. Porém, a necessidade de instrumentos de alto custo dificulta a coleta e a análise desse material. A fim de facilitar esse tipo de exame toxicológico, pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) desenvolveram um sensor portátil, flexível, de fácil produção e capaz de detectar a presença de chumbo e cádmio no suor.

Idealizador do projeto e pesquisador do Instituto de Física de São Carlos (IFSC-USP), Paulo Augusto Raymundo Pereira conta que, pela transpiração, é possível detectar a presença de cobre, magnésio, zinco e cádmio, entre outros metais. "O suor contém uma biblioteca muito grande de informações do nosso organismo e do nosso metabolismo. Além disso, é uma amostra não invasiva, ou seja, você não precisa fazer nenhum tipo de procedimento para extraí-lo e fazer a análise", afirma.

Outra facilidade, segundo Pereira, é o baixo custo para a produção do dispositivo tecnológico. "Os materiais são simples, podem ser obtidos em um mercado local de qualquer cidade do mundo. Consiste basicamente em fita adesiva de cobre, etiqueta de papelaria, esmalte de unha e fita isolante", lista. "O único equipamento que a gente utilizou na etapa de produção foi uma máquina de corte, que é muito comum na área de papelaria." Também não há dificuldade para analisar o resultado toxicológico. "Pode ser feito por qualquer pessoa", garante Pereira.

Pronto, o sensor é conectado a um equipamento chamado potenciómetro, responsável pela realização das medidas e da análise do suor. "Ele aplica uma energia no sensor como o suor, e é produzida uma corrente elétrica que passa entre os eletrodos. Essa corrente é proporcional à concentração de chumbo e cádmio. Então,

a gente associa esse valor de corrente com a concentração desses metais", explica Pereira. Um aplicativo, que pode ser instalado em notebooks e celulares, fornece o resultado da análise.

Meios hídricos

Além do monitoramento dos metais no organismo humano, o sensor tem aplicabilidade ambiental, podendo ser utilizado para detectar elementos químicos em meios hídricos. "Se esses metais, tanto o chumbo quanto o cádmio, estiverem presentes em amostras de água, como de rios e da torneira, a análise é feita da mesma forma, sem necessidade de alterações no sensor", diz Pereira.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos, no Brasil, anualmente, são geradas quase 3 milhões de toneladas de resíduos com potencial para contaminação. Apenas 600 mil toneladas recebem tratamento adequado. "Parte desse volume não tratado acaba sendo substrato para a contaminação do solo e da água", afirma André Casimiro de Macedo, professor do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Ceará (UFC).

O especialista explica que a entrada desses metais no organismo humano se dá por meio do contato com a pele, pela inalação de gases, pela ingestão de alimentos ou água contaminados. "Mas não estamos livres de encontrar metais pesados dispersos em produtos não alimentícios, pois há a presença deles até mesmo em produtos de beleza e panelas", diz.

De acordo com Cristiane Moulin, endocrinologista da clínica Metasense, em Brasília, e doutora em ciências médicas pela USP, o corpo humano consegue excretar pequenas quantidades de metais pesados — uma das vias é o suor. "Mas quantidades moderadas a altas podem ser acumuladas em rins, fígado, ossos e cérebro", alerta.

"O acúmulo leva à geração excessiva de radicais livres, que podem reagir com DNA e proteínas das células do corpo, resultando em sua deterioração

Fotos: Anderson M. de Campos/Divulgação



Esmalte de unha, fita adesiva de cobre e isolante fazem parte dos componentes do sensor brasileiro

funcional e, consequentemente, gerando várias doenças."

Na avaliação de Casimiro, a estratégia de usar fluidos orgânicos no monitoramento das condições de saúde causadas por metais pesados é promissora tanto para aplicação médica quanto ambiental. "O sensor desenvolvido representa um avanço em relação aos dispositivos mais caros e que exigem maior treinamento por parte do usuário", justifica.

O projeto, que contou com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

(Fapesp), envolveu pesquisadores dos institutos de Física e de Química do câmpus de São Carlos, além de colaboradores da Universidade de Munique, na Alemanha, e da Universidade Técnica Chalmers, na Suécia. Detalhes do sensor foram apresentados, recentemente, na revista *Chemosensors*.

***Estagiária sob a supervisão de Carmen Souza**

Palavra do especialista

Muitas facilidades

"É um dispositivo portátil simples em relação aos materiais utilizados na fabricação e às etapas de produção. A construção garante baixo consumo de energia e, portanto, baixo custo. É um sensor, também, de utilização descomplicada, um sistema simples o suficiente para ser utilizado por técnicos sem muita treinamento e por não especialistas. Pode ser manuseado por técnicos em locais como hospitais, clínicas e consultórios médicos, além de vários tipos de situação de gerenciamento ambiental. O emprego dessa tecnologia, sem dúvida, será de marco significativo para o monitoramento de metais tóxicos quando se acumulam no organismo humano ou em disposição ambiental, sobretudo pela facilidade imposta pelo dispositivo de detectá-los em fluidos corporais, como o suor."

André Casimiro de Macedo, professor da Universidade Federal do Ceará

ROBÓTICA AMBIENTAL

Drone coleta DNA da copa das árvores

Com o rápido aumento das espécies ameaçadas de extinção, ecologistas estão utilizando de cada vez mais vestígios de material genético deixados por organismos vivos no meio ambiente para catalogar e monitorar a biodiversidade. Mas devido ao difícil acesso a habitats pouco explorados, muitas espécies permanecem sem rastreamento. Como alternativa, pesquisadores do Instituto Federal de Tecnologia de Zurique e do Instituto Federal de Pesquisa em Florestas, Neve e Paisagem, desenvolveram um drone que, de forma autônoma, coleta amostras de DNA em galhos de árvores.

Com base no chamado DNA ambiental (eDNA), pesquisadores podem determinar quais espécies estão presentes em uma determinada área a partir da coleta e do sequenciamento desses

traços genéticos. "O eDNA é o material genético obtido diretamente de amostras ambientais (solo, sedimento, água, ar etc.) e caracterizado por uma mistura complexa de DNA intracelular, de células vivas, ou extracelular, originado de pele trocada, pelos, urina, fezes ou carcaças", explica Stefano Mintchev, professor de robótica ambiental em ambos os institutos.

O drone é equipado com coletores adesivos e, ao posar nos galhos, ao menos um é pressionado contra a superfície. "Em seguida, ele decola, e a superfície adesiva do coletor remove o DNA e as partículas que o contêm", diz Mintchev. "É um método simples, mas eficaz". A análise em laboratório desse material permite chegar a correspondências genéticas de vários organismos a partir de comparações com banco de dados.

O dispositivo voador também foi programado para se aproximar dos galhos de forma autônoma e permanecer estável por tempo suficiente para coletar as amostras. "O eDrone pode automatizar a coleta de eDNA, fornecendo amostragem padronizada e barata e permitindo pesquisas em ambientes normalmente de difícil acesso", afirma o pesquisador. "As pesquisas de eDNA estão revolucionando o monitoramento da biodiversidade porque não são invasivas e várias espécies, mesmo

as mais evasivas, podem ser detectadas a partir de uma única amostra ambiental".

Segundo Ricardo Bomfim Machado, professor da Faculdade de Zoologia da Universidade de Brasília (UnB), a otimização da coleta é um diferencial positivo



Pressionados sobre os galhos, adesivos removem informações genéticas para análise laboratorial

para o estudo dos ecossistemas. "A copa das árvores são de difícil acesso com o uso de técnicas normais, por exemplo, as escaladas. O uso de drones facilita bastante o acesso ao material depositado nas folhas. Caso existam vários drones em operação em uma área, é possível fazer coletas simultâneas para aumentar o tamanho das amostras", indica.

Quanto mais informações, enfatiza o especialista brasileiro, maiores as possibilidades de conservação. "Monitorar a biodiversidade é uma necessidade rotineira para que sejam avaliadas as respostas dos organismos às nossas interferências na natureza. É por meio da obtenção de dados sobre variações na abundância dos organismos, nas ocorrências e na distribuição que podemos acompanhar as mudanças e, quando necessário, fazer uma intervenção para corrigir tendências negativas." (FF)