

# Pesquisadores desenvolvem método que pode baratear a fabricação de sensores



Técnica utiliza adesivo para substituir reagente que pode custar até mil dólares por litro. Foto: Victor Takekawa

Pesquisadores do Instituto de Química de São Carlos (IQSC) da USP desenvolveram um novo método que poderá tornar a fabricação de eletrodos e sensores até 66% mais barata. Os especialistas propuseram a troca de um reagente importado (fotorresiste) utilizado no processo convencional de construção desses dispositivos, que pode custar até mil dólares por litro, por um adesivo cortado a laser que garante alta eficiência, mas por um custo muito menor. O processo inovador pode contribuir para ampliar a produção de eletrodos utilizados em diversas áreas que demandam análises químicas, como a farmacêutica, meio ambiente, agricultura e, principalmente, a de diagnósticos na saúde.

O método proposto favorece a fabricação de dispositivos em larga escala, além de demandar equipamentos e laboratórios menos sofisticados do que a fotolitografia, técnica tradicional utilizada na produção de microchips de computadores. Laís Brazaca, professora do IQSC e uma das responsáveis pela inovação, explica que, até hoje, a produção de eletrodos normalmente exige grande infraestrutura, que é cara e não se encontra em qualquer lugar do país. De acordo com a pesquisadora, o laboratório especializado apto para fabricar equipamentos do tipo mais próximo de São Carlos está hoje a cerca de 150 km de distância, em Campinas.



Sensores sendo produzidos no IQSC. Foto: Victor Takekawa

“O uso da estrutura exige agendamento e as pesquisas podem sofrer por conta da alta demanda. Já no nosso trabalho, eu usei tecnologias que existem na própria USP, que são de mais fácil acesso, e conseguimos produzir os eletrodos aqui na cidade”, comemora. Mesmo com as alterações na fabricação, os sensores se mantiveram eficazes e os resultados de análises permaneceram confiáveis. “A princípio, qualquer sensor de dimensões milimétricas pode ser feito com essa nova metodologia. Um número maior de laboratórios em todo o Brasil poderá usar esses procedimentos sofisticados, mas com baixo custo”, descreve a cientista.

**O que muda na prática?** No processo tradicional, o fotorresiste é aplicado na base do que virá a ser o eletrodo, geralmente, um vidro. Em seguida, um molde com o desenho específico desejado para o sensor é colocado em cima dessa base e ambos são expostos à luz ultravioleta (UV), que grava na peça as características de interesse. O dispositivo passa, então, por uma máquina que deposita metal em vapor na região demarcada pelo molde. Por fim, o processo de revelação é realizado, mantendo o metal somente nas áreas em que a luz UV incidiu, finalizando o sensor. Já com a nova técnica desenvolvida na USP, adesivos são cortados a laser e colados sobre o vidro, substituindo o reagente empregado no método convencional. O restante do processo se repete até que, no final, basta descolar o adesivo da base que o sensor já está pronto. “Ainda precisamos passar o eletrodo pelo vaporizador de metal, mas essa etapa é mais acessível”, explica Laís.



Esquema ilustra passo a passo para a fabricação de sensores com a técnica criada na USP. Foto: Victor Takekawa

A inovação desenvolvida na USP foi pensada inicialmente para a produção de sensores de condutividade, que medem, por exemplo, o teor de sais em amostras com base nas variações da corrente elétrica que passa pelo dispositivo. “Quanto mais sais uma amostra possui, maior é a corrente elétrica que percorre os eletrodos”, explica o professor do IQSC Emanuel Carrilho, um dos autores do estudo. A partir da interpretação desses dados, os pesquisadores conseguem descobrir, por exemplo, se há contaminantes em uma estação de tratamento de esgoto ou mesmo a quantidade de nutrientes em uma plantaçāo hidropônica – quando há cultivação fora do solo.

A nova metodologia também pode revolucionar outros setores, como o da saúde, otimizando diagnósticos. Um exemplo seria a detecção da chamada Síndrome do Olho Seco, doença causada por problemas nas glândulas que produzem a lágrima, prejudicando a lubrificação dos olhos. A enfermidade, que atinge cerca de 18 milhões de brasileiros, provoca consequências desagradáveis, como vermelhidão, coceira e incômodo por causa da claridade. “A partir da análise da condutividade, o sensor pode diferenciar a lágrima de uma pessoa portadora da síndrome de uma lágrima saudável”, ressalta o professor Emanuel. Para validar o método, Laís Brazaca – que já tem no currículo outras pesquisas na área de sensores voltados para o diagnóstico – produziu no laboratório lágrimas sintéticas saudáveis e outras consideradas desreguladas para que elas fossem avaliadas por um protótipo de sensor desenvolvido com sua técnica: “Quem tem a Síndrome do Olho Seco, tem a lágrima mais concentrada, com mais sal. Assim, a corrente aumenta”, descreve.

O projeto, que contou com a participação de alunos de graduação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e da Universidade do Estado da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, impressionou pesquisadores internacionais e recebeu menção honrosa da revista científica *Electrophoresis*. Victor Takekawa, aluno do último ano do curso de Biotecnologia da UFSCar, participou do desenvolvimento do projeto na USP por meio de uma Iniciação Científica. Ele conta que gostou de fazer parte do trabalho, pois teve acesso a conteúdos complementares a sua grade curricular. “Fiquei muito feliz em poder trabalhar com este time, me motivou muito. É importante que estudantes de graduação tenham a oportunidade de participar de pesquisas, pois nas aulas aprendemos muita técnica, mas a gente também precisa ter contato com essa parte prática. Fiquei ainda mais orgulhoso do resultado. Eu não tinha ideia do quão grandioso era esse projeto. Vou levar para a minha vida inteira essa experiência”, conclui o jovem.

O estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pela *National Science Foundation* (NSF) dos Estados Unidos. Para o futuro, o grupo pretende trabalhar com biosensores desenvolvidos com a nova técnica, explorando a variação de condutividade para detectar moléculas específicas que poderão auxiliar no diagnóstico de doenças.

*Por Eduardo Sotto Mayor, para a Assessoria de Comunicação do IQSC/USP*

## **Mais Informações**

Assessoria de Comunicação do IQSC/USP

E-mail: [jornalismo@iqsc.usp.br](mailto:jornalismo@iqsc.usp.br)

Telefone: (16) 9 9727-2257 – Whatsapp exclusivo para atendimento à imprensa, com Henrique Fontes