



Língua eletrônica identifica metais pesados na água

POR [ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO](#) · 6 DE FEVEREIRO DE 2026

Dispositivo foi treinado com resíduos de petróleo, identificando íons de mercúrio, prata e ferro em amostras contaminadas



Sensor mostrou capacidade de distinguir com alta precisão diversos tipos de metais presentes na água simultaneamente, mesmo em baixas concentrações – Foto: EPA Victoria/Wikimedia Commons/CC BY 4.0

O enxofre resultante do refino de petróleo, hoje pouco aproveitado, serviu de base para pesquisadores brasileiros desenvolverem um novo modelo

de língua eletrônica. O resíduo foi transformado em polissulfetos – polímeros usados nos sensores do dispositivo, capazes de detectar metais pesados como ferro e mercúrio. O equipamento poderá ser usado para monitoramento da qualidade e da contaminação de diversos tipos de águas. Seu funcionamento é relatado em [artigo](#) da revista científica *Journal of Applied Polymer Science*.



Osvaldo Novais de Oliveira Junior – Foto:

Divulgação IFSC

“Uma língua eletrônica consiste num conjunto de sensores cujas respostas elétricas permitem obter um padrão único para cada líquido, como se fosse uma ‘impressão digital’”, explica ao **Jornal da USP** o professor Osvaldo Novais de Oliveira Junior, do Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da USP, integrante do grupo de pesquisadores que

desenvolveram o equipamento.

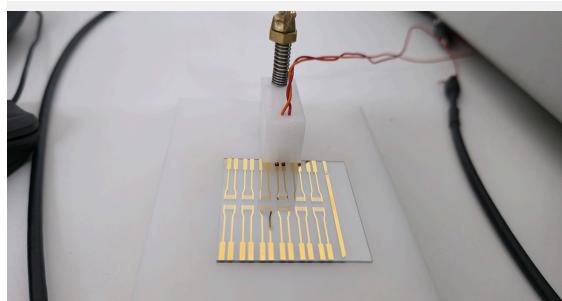
“Os sensores, normalmente de três a seis numa língua eletrônica, não são seletivos para nenhuma substância em particular, e a detecção de um metal, por exemplo, se dá pela identificação do seu padrão de resposta elétrico específico.”

“O principal objetivo do trabalho era explorar as propriedades de polissulfetos, polímeros que têm conhecida interação com metais pesados, como materiais com potencial para aplicação em seu sensoriamento”, observa o professor. “Foram usados diferentes polissulfetos, o que é importante para gerar respostas elétricas variadas aos líquidos estudados, que formam padrões específicos, identificados com técnicas estatísticas ou computacionais.”

Os polímeros contêm um alto teor de enxofre, e são obtidos por vulcanização inversa, um processo sustentável sem uso de solventes. “Ele usa o excesso de enxofre resultante do refino de petróleo e o transforma nos polissulfetos, sendo assim uma alternativa interessante para a valorização deste resíduo”, destaca Oliveira Junior. “A

interação com metais propiciou um alto desempenho para a língua eletrônica.”

O equipamento identificou íons de metais de mercúrio, prata e ferro. “A detecção é feita com um analisador de impedâncias, que essencialmente mede a resposta elétrica, ou seja, a corrente em função de uma tensão aplicada em diferentes frequências, para soluções aquosas”, descreve o professor do IFSC. “As medidas foram definidas em soluções contendo cada metal separadamente, em diferentes concentrações, em amostras reais de água de torneira artificialmente contaminadas e contendo possíveis interferentes: íons metálicos geralmente encontrados em águas contaminadas pelos metais de interesse, como chumbo e cromo.”



Dispositivo é baseado em polissulfetos, polímeros que interagem com metais pesados, aplicados para sensoriamento, que são obtidos pelo processo de vulcanização inversa a partir

do enxofre residual no refino de petróleo – Foto:

Divulgação IFSC

“Métodos estatísticos e computacionais são usados para identificar o padrão de resposta de cada amostra. No trabalho realizado obteve-se alto desempenho na detecção dos metais, empregando-se algoritmos de aprendizado de máquina para o processamento dos dados de impedância elétrica”, ressalta Oliveira Junior.

“Os resultados confirmaram que os polissulfetos podem ser usados como materiais ativos para detecção de metais pesados em uma língua eletrônica, com capacidade de distinguir com alta precisão não apenas um amplo escopo de metais, mas também diferentes concentrações simultaneamente, mesmo sendo muito baixas” – Osvaldo Novais de Oliveira Junior

Segundo o professor do IFSC, para que o protótipo possa se tornar um dispositivo a ser colocado no mercado será necessário cumprir algumas etapas. “Primeiro, o

desenvolvimento de métodos que possam produzir os sensores em larga escala e com baixo custo”, enfatiza, “e, em seguida, testes exaustivos com centenas de dispositivos para garantir reproduutibilidade e repetitividade”.

“Infelizmente essas duas etapas são muito dispendiosas, em tempo e recursos financeiros, e só fazem sentido se houver empresas interessadas em comercializar a língua eletrônica”, destaca Oliveira Junior. “Por isso, não é possível fazer previsão de quanto tempo demoraria para chegar ao mercado. Caso haja interesse e investimento de uma empresa, provavelmente dois anos seriam suficientes”, destaca.

O funcionamento da língua eletrônica é descrito no artigo científico *Polysulfides From Inverse Vulcanization Used in Electronic, Tongues for Heavy Metal Sensing*, publicado no *Journal of Applied Polymer Science*. No IFSC, participaram da pesquisa Stella Valle, atualmente na Escola de Engenharia de Lorena (EEL) da USP, Andrey Coatrini Soares e Osvaldo Novais de Oliveira Junior. Também fizeram parte do grupo de pesquisadores Mario Popolin

Neto, do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), em Araraquara, Cauê Ribeiro e Luiz Henrique Capparelli Mattoso, da Embrapa Instrumentação, em São Carlos.

Mais informações:

chu@ifsc.usp.br, com o professor Osvaldo Novais de Oliveira Junior

Texto: Júlio Bernardes

Jornal da USP