



## Cientistas da USP criam luva que detecta pesticidas em alimentos

19 de janeiro de 2022

**Karina Ninni | Agência FAPESP –**  
Cientistas da Universidade de São Paulo (USP) criaram um dispositivo sensor vestível embutido em uma luva

de borracha sintética capaz de detectar resíduos de pesticidas em alimentos. O trabalho, apoiado pela FAPESP, foi idealizado e liderado pelo químico [Paulo Augusto Raymundo-Pereira](#), pesquisador do Instituto de Física de São Carlos (IFSC-USP).

O dispositivo tem três eletrodos, localizados nos dedos indicador, médio e anelar. Eles foram impressos na luva por meio de serigrafia, com uma tinta condutora de carbono, e permitem a detecção das substâncias carbendazim (fungicida da classe dos carbamatos), diuron (herbicida da classe das fenilamidas), paraquate (herbicida incluído no rol dos compostos de bipyridínio) e fenitrotiona (inseticida do grupo dos organofosforados). No Brasil, carbendazim, diuron e fenitrotiona são empregados em cultivos de cereais (trigo, arroz, milho, soja e feijão), frutas cítricas, café, algodão, cacau, banana, abacaxi, maçã e cana-de-açúcar. Já o uso de paraquate foi banido no país pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

A análise pode ser feita diretamente em líquidos, apenas mergulhando a ponta do dedo contendo o sensor na amostra, e também em frutas, verduras e legumes, bastando tocar na superfície da amostra.

[Sergio Antonio Spinola Machado](#), professor do Instituto de Química de São Carlos (IQSC-USP) e coautor da pesquisa, diz que não há nada semelhante no mercado e que os métodos mais utilizados atualmente para detecção de pesticidas se baseiam em técnicas como cromatografia (técnica analítica de separação de misturas), espectrofotometria (método óptico de análise usado em biologia e físico-química), eletroforese (técnica que utiliza um campo elétrico para separação de moléculas) ou ensaios laboratoriais.

“No entanto, essas metodologias têm custo alto, demandam mão de obra especializada e um tempo longo entre as análises e a obtenção dos resultados. Os sensores são uma alternativa às técnicas

convencionais, pois, a partir de análises confiáveis, simples e robustas, fornecem informação analítica rápida, *in loco* e com baixo custo.”

Na luva criada pelo grupo, cada dedo é responsável pela detecção eletroquímica de uma classe de pesticida. A identificação é feita na superfície do alimento, mas em meio aquoso. “Precisamos da água, pois é necessário um eletrólito [substância capaz de formar íons positivos e negativos em solução aquosa]. Basta pingar uma gotinha no alimento e a solução estabelece o contato entre este e o sensor. A detecção é feita na interface entre o sensor e a solução”, detalha a química [Nathalia Gomes](#), pesquisadora do IQSC-USP e integrante da equipe.

## Sensores

O processo de verificação de presença de pesticidas é simples. Coloca-se um dedo de cada vez na amostra: primeiro, o indicador; depois, o médio e, por último, o anelar. No caso de um suco de frutas, basta fazer a imersão dos dedos no líquido, um de cada vez. A detecção é feita em um minuto e, no caso do dedo anelar, em menos de um minuto.

“O sensor no dedo anelar usa uma técnica mais rápida. Ele é composto por um eletrodo de carbono funcionalizado, enquanto os dos outros dois dedos por eletrodos modificados com nanoesferas de carbono [dedo indicador] e carbono printex, um tipo específico de nanopartícula de carbono [dedo médio]. Após a detecção, os dados são analisados por um software instalado no celular”, explica Raymundo-Pereira.

O pesquisador ressalta que a incorporação de materiais de carbono conferiu seletividade aos sensores, uma das propriedades mais importantes e difíceis de alcançar em dispositivos semelhantes. “Uma escolha criteriosa de materiais à base de carbono permitiu a detecção sensível e seletiva de quatro classes de pesticidas dentre os mais empregados na agricultura: carbamatos, fenilamidas [subclasse das fenilureias], compostos de bupiridínio e organofosforados. Assim, um dos diferenciais da invenção está na capacidade de detecção seletiva em presença de outros grupos de pesticidas, como triazinas, glicina substituída, triazol, estrobilurina e dinitroanilina. Com os métodos tradicionais isso não é possível.”

Outro destaque do dispositivo está na possibilidade de detecção direta, sem exigir preparo de amostra, o que torna o processo rápido. Além disso, o método preserva o alimento, permitindo o consumo após a análise.

A luva não tem prazo de validade e pode ser usada enquanto não houver danos nos sensores. [Osvaldo Novais de Oliveira Junior](#), professor do IFSC-USP e coautor da pesquisa, explica que os

sensores podem ser danificados por solventes orgânicos (como álcool e acetona) ou por algum contato mecânico impróprio na superfície do sensor (um objeto que o arranhe, por exemplo).

## Mercado

Raymundo-Pereira salienta que o produto é inovador e que já está em andamento o processo de requisição de patente junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi). Ele afirma que não há um procedimento simples para a detecção de pesticidas, principal razão pela qual os testes para discriminação de diferentes classes de pesticidas e outros contaminantes ainda não estão disponíveis no mercado. Para ele, o uso de dispositivos como a luva, que permitem a análise química de materiais perigosos *in loco*, seria relevante em aplicações alimentares, ambientais, forenses e de segurança, permitindo um rápido processo de tomada de decisão no campo.

“Representantes das agências internacionais que fazem o controle da entrada de alimentos nos diversos países do mundo já usam luvas para manipulá-los. Imagine se tivessem um sistema de sensoriamento de pesticidas embutido? Alimentos contendo pesticidas proibidos seriam descartados já na fronteira. O dispositivo pode ser usado durante a colheita também.”

Segundo o pesquisador, o custo do dispositivo é basicamente o custo da luva, sem o sensor. “Os sensores custam menos de US\$ 0,1. O custo principal é a luva. Usamos uma luva nitrílica porque é menos porosa que a de látex. Com a pandemia, o preço dela disparou. E o custo individual subiu. Mas, ainda assim, o dispositivo que criamos é um produto muito barato. Mais acessível que os testes feitos atualmente.”

A pesquisa recebeu financiamento da FAPESP por meio de quatro projetos ([16/01919-6](#); [20/09587-8](#); [19/01777-5](#); e [18/22214-6](#)).

O artigo *Selective and sensitive multiplexed detection of pesticides in food samples using wearable, flexible glove-embedded non-enzymatic sensors* pode ser acessado em: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894720334045](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385894720334045).