

PÍLULA “AVISA” quando é absorvida

Invenção ajuda pacientes a seguirem tratamentos corretamente, com mais segurança, sem dúvidas se os remédios foram tomados ou não. Técnica é baseada em sinal de radiofrequência, sem depender de baterias

» RAFAELA LEITE*

Engenheiros do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos, desenvolveram uma pílula capaz de sinalizar quando é “engolida”, ajudando pacientes a seguirem corretamente seus tratamentos. A tecnologia utiliza uma antena biodegradável e um microchip de identificação por radiofrequência (RFID), permitindo uma comunicação segura e não invasiva com dispositivos externos, sem a necessidade de baterias.

De acordo com o estudo publicado na revista *Nature Communications*, após a ingestão, a cápsula se dissolve no estômago e libera a antena, que passa a emitir um sinal confirmando o consumo do medicamento. Em seguida, a maior parte dos componentes se decompõe, restando apenas o microchip, que permanece ativo por um curto período e é eliminado naturalmente pelo organismo. O sistema é compatível com medicamentos já existentes e não altera sua composição nem sua eficácia, o que amplia seu potencial de aplicação clínica.

Giovanni Traverso, professor associado de engenharia mecânica no MIT e autor principal do estudo, explicou ao **Correio** que o sistema é baseado em uma etiqueta RFID UHF passiva, composta por uma antena de zinco conectada a um pequeno chip. Segundo ele, quando o leitor externo emite um sinal de rádio na faixa de 902 MHz a 928 MHz, a etiqueta responde transmitindo seu identificador e informações adicionais. Essa resposta é registrada pelo sistema como um “evento de ingestão”.

A cápsula é revestida por uma combinação de celulose e metal, que funciona como uma blindagem

Para saber mais

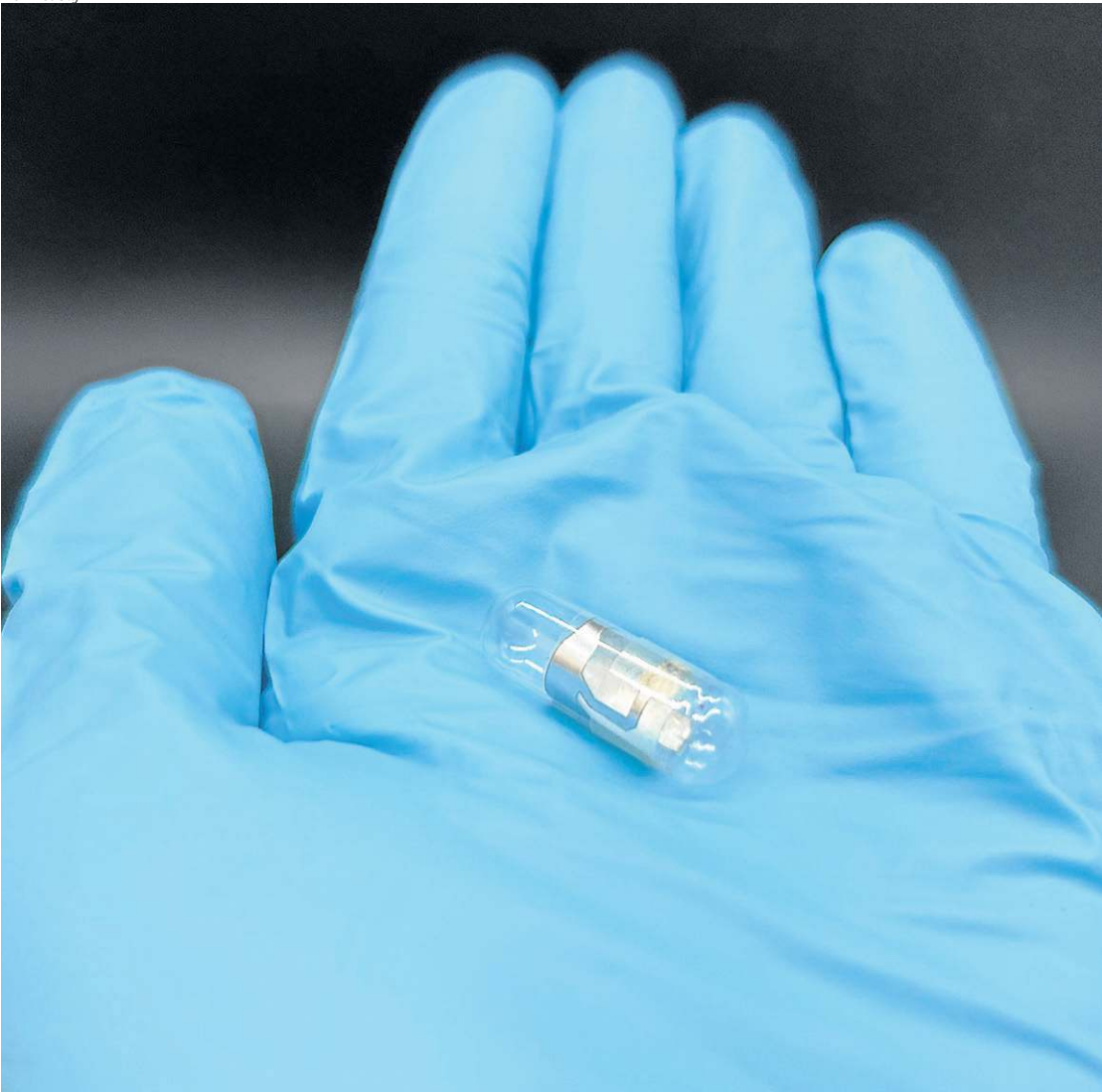
Método

RFID é a sigla para Identificação por Radiofrequência, uma tecnologia que permite identificar e rastrear objetos, pessoas ou animais por meio de ondas de rádio, sem contato físico. O sistema RFID é composto basicamente por dois elementos: uma etiqueta (tag) e um leitor. A etiqueta contém um chip e uma antena que, ao receber o sinal emitido pelo leitor, responde enviando as informações armazenadas, como um código de identificação. Essa tecnologia é amplamente utilizada em cartões de transporte público, etiquetas de produtos em lojas, pedágios automáticos e chaves de automóveis. Nesses casos, basta aproximar o objeto do leitor para que os dados sejam reconhecidos.

No caso do RFID UHF, utilizado no dispositivo desenvolvido pelo MIT, os sinais operam na faixa de ultra-alta frequência, entre 860 e 960 MHz, permitindo a comunicação a distâncias maiores do que outras modalidades de RFID. Como a etiqueta é passiva, não necessita de bateria: ela capta a energia emitida pelo leitor para transmitir seus dados, característica que a torna especialmente adequada para aplicações de rastreamento e monitoramento sem contato direto ou linha de visão.

eletromagnética do tipo Faraday. Enquanto esse revestimento permanece intacto, a transmissão de radiofrequência é bloqueada, mantendo o marcador inativo. Quando a cápsula entra em contato com o fluido gástrico, o revestimento se hidrata e se dissolve, rompendo a

Mehmet Say



A camada externa da cápsula é feita de gelatina: antena biodegradável e microchip enviam mensagem

blindagem. A partir desse momento, o marcador passivo torna-se detectável e passa a emitir sinais de radiofrequência, garantindo que a ativação ocorra apenas após a ingestão do medicamento.

Traverso explica que os materiais escolhidos são fundamentais

para a segurança e a eficiência do sistema. O zinco, utilizado na antena, é um bom condutor elétrico e apresenta corrosão previsível no ambiente gástrico. A hidroxietilcelulose compõe a blindagem eletromagnética solúvel e atua como aglutinante, permitindo controlar o

tempo de ativação do marcador. Já o molibdênio, assim como o tungstênio, também testado, é empregado como material de preenchimento da tinta da blindagem, oferecendo alta condutividade elétrica, forte atenuação de radiofrequência e biorreabsorção pelo organismo.

“Em conjunto, esses materiais asseguram o funcionamento confiável do sistema, com dissolução controlada da cápsula e exposição segura aos seus componentes”, diz.

Teste bem-sucedido

Testes realizados em um modelo animal demonstraram que o sinal de radiofrequência pode ser transmitido com sucesso a partir do interior do estômago e captado por um receptor externo a uma distância de até 60 centímetros. Segundo Traverso, os leitores externos podem ser instalados no ambiente do paciente, como no quarto, ou integrados a dispositivos vestíveis, incluindo adesivos torácicos, cintos ou outras antenas corporais, permitindo o monitoramento contínuo ou periódico e o envio dos dados de ingestão para a nuvem.

O funcionamento do dispositivo depende de um circuito integrado RFID comercial, o Impinj Monza M700, responsável pela modulação passiva, pelo armazenamento de dados e pela eletrônica de ultra-baixo consumo necessária para a transmissão das informações. Esse chip, de tamanho submilimétrico, percorre o trato gastrointestinal até ser eliminado. De acordo com Traverso, a substituição por um circuito totalmente biorreabsorvível ainda não é viável, pois essa tecnologia não está disponível com desempenho e escala adequados. “Por isso, o projeto atual combina componentes biodegradáveis na estrutura e na antena com um chip convencional extremamente pequeno, garantindo eficiência e segurança.”

* **Estagiária sob a supervisão de Lourenço Flores**

Duas perguntas para

FLÁVIO MITIDIERI RAMOS, gastroenterologista e endoscopista bariátrico

Quais são os principais riscos gastrointestinais associados ao uso dessa pílula com antena de radiofrequência?

De forma geral, os riscos gastrointestinais parecem ser baixos, porque o sistema foi projetado para ser incorporado em cápsulas já existentes e com materiais biodegradáveis. No entanto, qualquer dispositivo

ingerido pode, teoricamente, causar efeitos como desconforto abdominal, náuseas, sensação de corpo estranho ou, em casos raros, dificuldade de trânsito pelo trato digestivo. Outro ponto de atenção é a possibilidade de reações locais à presença do dispositivo, como irritação da mucosa gástrica ou intestinal, especialmente em pessoas mais sensíveis. Esses riscos, porém, precisam ser melhor avaliados em estudos clínicos maiores e de longo prazo.



Arquivo pessoal

Que critérios clínicos deveriam ser considerados para indicar o uso dessa pílula do ponto de vista gastroenterológico?

Do ponto de vista da gastroenterologia, alguns critérios são fundamentais antes de indicar essa tecnologia. É necessário que o paciente não apresente doenças estruturais do trato gastrointestinal que dificultem a passagem de cápsulas, estenoses, obstruções ou cirurgias digestivas recentes, assim como inflamações ativas, como úlceras ou doença inflamatória intestinal

descompensada. Deve-se ainda realizar uma avaliação do risco-benefício individual, especialmente em idosos ou em pacientes com múltiplas comorbidades, além de garantir que não haja histórico de alergias ou reações aos materiais utilizados no dispositivo. Se esses critérios forem respeitados e os estudos confirmarem a segurança, trata-se de uma tecnologia muito promissora para melhorar a adesão ao tratamento medicamentoso, um dos grandes desafios da medicina atualmente. (RL)

ENGENHARIA DIAGNÓSTICA

Ultrassom 3D detecta com precisão defeitos no concreto

Pesquisadores do Japão e dos Estados Unidos desenvolveram um novo sistema de ultrassom 3D capaz de identificar fissuras, vazios e outras falhas internas em diferentes tipos de concreto sem causar qualquer dano à estrutura. A tecnologia combina ondas ultrassônicas (sons de alta frequência), algoritmos avançados de processamento de imagem e um vibrômetro a laser Doppler (LDV), responsável por medir vibrações quase imperceptíveis geradas quando essas ondas encontram irregularidades no material.

Segundo estudo publicado na revista *Applied Physics Letters*, essas microvibrações funcionam como verdadeiros “sinais de alerta”: quanto mais frágil ou comprometido o concreto, mais intensas e

distintas são as respostas obtidas. Os algoritmos analisam esses sinais e os convertem em imagens tridimensionais detalhadas, criando um mapa preciso da integridade interna da estrutura.

Yoshikazu Ohara, um dos autores da pesquisa, explicou ao **Correio** que o sistema fornece informações práticas em 3D sobre a localização, profundidade, forma e extensão de defeitos internos, como delaminações e fissuras. “Esses dados ajudam engenheiros e técnicos de manutenção a avaliar a gravidade dos danos, planejar reparos mais direcionados e priorizar intervenções sem danificar a estrutura ou interromper seu uso, algo especialmente importante em infraestruturas de concreto envelhecidas”, destacou.

O engenheiro civil e especialista em engenharia diagnóstica Giovanni Paschoal explica que, diferentemente do corpo humano ou do aço, o concreto é um material altamente heterogêneo, composto por cimento, pedras de diferentes tamanhos e areia. Essa composição irregular faz com que ondas sonoras convencionais se dispersem e percam intensidade rapidamente, resultando, na maioria das vezes, em imagens borradas e de difícil interpretação. Além disso, os sistemas mais antigos utilizavam apenas um único tipo de som, com frequência fixa. “O novo sistema trabalha com ondas de banda larga, que reúnem diversas frequências simultaneamente. Isso é fundamental porque não

se sabe, previamente, quais frequências conseguirão atravessar aquela mistura específica de pedras e cimento”, explica Paschoal.

Outro diferencial apontado pelo engenheiro é a capacidade de autoadaptação do equipamento. “Em vez de exigir ajustes manuais constantes por parte do técnico, o sistema emite todas as frequências e permite que o próprio concreto ‘filtre’ aquelas que conseguem atravessá-lo. O aparelho capta automaticamente os sinais remanescentes, garantindo o melhor contraste possível entre as áreas defeituosas e o material saudável.” Para Paschoal, a tecnologia é um marco para a segurança das cidades, pois permite planejar consertos de forma muito mais eficiente e econômica, garantindo a durabilidade de infraestruturas vitais. (**Rafaela Leite**)

Freepik



Estrutura de concreto: nova técnica permite diagnóstico rápido