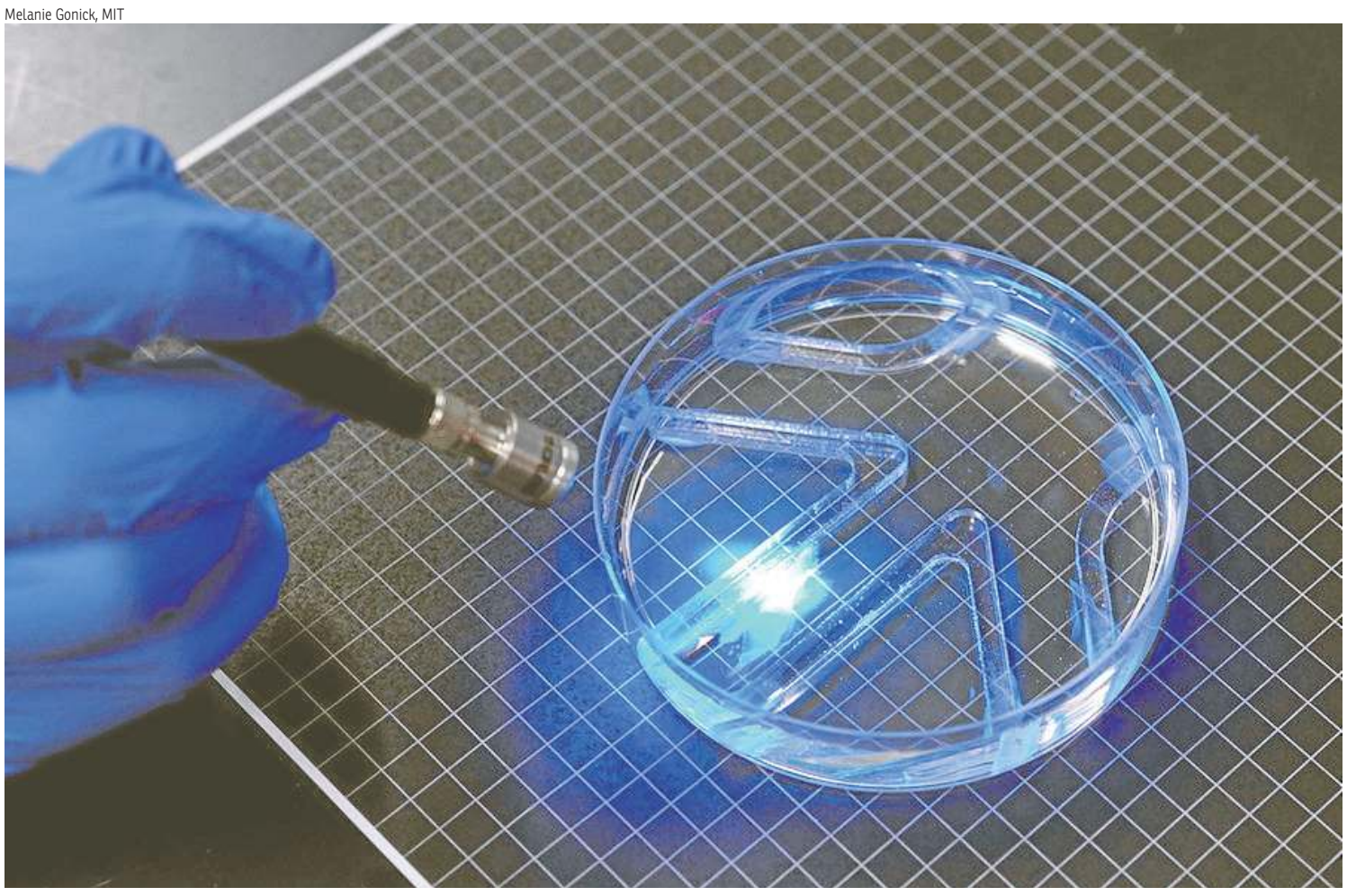
Editora: Ana Paula Macedo
anapaula.df@dabr.com.br
3214-1195 • 3214-1172

O ROBÔ MOVIDO a LUZ

Protótipo combina células cultivadas em laboratório com uma estrutura de gel e pode ser controlado por flashes luminosos. O dispositivo mede apenas 0,5 milímetro de espessura e impressionou nos testes de velocidade

» RAFAELA LEITE*

Melanie Gonick, MIT



Engenheiros do MIT desenvolveram um robô flexível que consegue nadar na água em resposta a flashes de luz

Com apenas 0,5 milímetro de espessura, um robô desenvolvido por pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos, consegue nadar, contornar obstáculos e atravessar pequenos labirintos aquáticos. O dispositivo combina uma estrutura flexível de gel com células musculares vivas, que funcionam como motor e são controladas por estímulos luminosos. Em testes, o protótipo atingiu uma velocidade de aproximadamente quatro vezes o comprimento do próprio corpo por minuto.

O estudo, publicado na revista científica *Advanced Functional Materials*, integra a área da robótica bio-híbrida, que combina componentes biológicos e estruturas artificiais para desenvolver dispositivos capazes de executar movimentos. Com dimensões semelhantes às de um chiclete, o robô possui três elementos principais: uma estrutura de sustentação, um motor e um sistema de controle. "O primeiro é formado por uma placa flexível de gel; o segundo, por células musculares vivas; e o terceiro utiliza estímulos luminosos para comandar os movimentos", explica o professor e mestre em engenharia elétrica Luciano Duque.

De acordo com a pesquisa, as células musculares foram cultivadas sobre duas estruturas laterais que funcionam como nadadeiras. Com espessura inferior à de um fio de cabelo, o tecido foi geneticamente modificado para responder à luz. Quando um dos lados recebe o estímulo luminoso, as células se contraem e movimentam a nadadeira correspondente. A alternância dos flashes entre os dois lados permite controlar a direção do deslocamento e fazer o dispositivo mudar de trajetória. "Quando relaxam, o gel volta à posição original. Esse vai e vem empurra a água e faz o robô avançar. Para virar, ativa-se mais uma barbatana que a outra", afirma Duque.

Para sustentar as células musculares e permitir sua movimentação, a equipe utilizou o metacrilato de gelatina (GelMA), material semelhante a um gel empregado em pesquisas de engenharia de tecidos. A área busca desenvolver estruturas capazes de sustentar, reparar ou substituir tecidos biológicos. Segundo o professor, nesse caso, a superfície do material foi moldada com pequenos sulcos que orientam a organização das células e favorecem a formação de fibras musculares, estruturas responsáveis pela contração e pela produção de força.

Os pesquisadores testaram diferentes formatos para esses sulcos e materiais com variados níveis de rigidez. Os resultados indicaram que os modelos quadrados ajudaram a manter as células organizadas, enquanto as superfícies mais rígidas favoreceram o desempenho do tecido muscular. Além disso, antes de integrar as células à estrutura, os cientistas aplicaram estímulos luminosos repetidos para preparar o tecido e ampliar sua capacidade de produzir força.

Uma única camada de células foi suficiente para impulsionar o dispositivo na água. Para Ritu Raman, professora associada de engenharia mecânica do MIT e uma das autoras do estudo, o resultado demonstra que mesmo uma quantidade reduzida de tecido muscular pode gerar força suficiente para movimentar estruturas em pequena escala.

Limitações

Apesar dos resultados, o protótipo ainda enfrenta desafios para ampliar sua velocidade e eficiência. Segundo Duque, um dos principais obstáculos é a força limitada produzida pela camada muscular, cuja espessura é semelhante à de um fio de cabelo. Além disso, o formato do dispositivo ainda não foi otimizado para reduzir a resistência da água ao movimento, o que limita seu desempenho hidrodinâmico.

Outro problema é a fadiga muscular. "Como o robô depende de células vivas e geneticamente modificadas, o aumento da velocidade exige contrações mais rápidas e frequentes, o que pode provocar cansaço e comprometer a capacidade de resposta do tecido. Também é necessário garantir a sobrevivência das células, com o fornecimento adequado de nutrientes e a manutenção de uma temperatura apropriada", diz o professor.

Mesmo diante dessas limitações, o dispositivo alcançou, nos experimentos, uma velocidade de aproximadamente quatro comprimentos do próprio corpo por minuto. Para avançar, os pesquisadores pretendem aperfeiçoar o formato do robô, diminuir a resistência da água, aumentar a velocidade de natação e melhorar o controle da trajetória.

Aplicações

Esses aprimoramentos podem ampliar as possibilidades de uso da tecnologia, de acordo com o estudo. A combinação de dimensões reduzidas, flexibilidade e componentes biológicos pode favorecer o desenvolvimento de robôs capazes de atuar em ambientes de difícil acesso. Segundo os autores do trabalho, entre as aplicações cogitadas está o monitoramento de ecossistemas aquáticos sensíveis, como os recifes de coral.

Nesses locais, equipamentos convencionais podem ser grandes ou rígidos demais para circular sem interferir na fauna e na flora. Robôs em escala milimétrica poderiam, futuramente, auxiliar na coleta de informações sobre a qualidade da água e as condições ambientais desses ecossistemas.

A tecnologia, no entanto, ainda está em fase experimental. A possibilidade de aplicação fora do laboratório dependerá da superação dos desafios relacionados à força muscular, à resistência da água e à manutenção das células vivas.

***Estagiária sob a supervisão de Marcelo Abreu**

Para saber mais

Avanço da energia solar

O projeto é resultado de uma pesquisa anterior do grupo de Ritu Raman, que criou um disco de tecido muscular artificial inspirado na íris do olho. Naquele experimento, células musculares foram organizadas sobre um gel e estimuladas com luz, produzindo movimentos semelhantes aos de abertura e fechamento da pupila.

O novo trabalho buscou ampliar esse movimento para gerar força suficiente para impulsionar um robô. O resultado foi uma estrutura com duas nadadeiras independentes, cada uma revestida por células musculares. A luz funciona como um comando: ao estimular um lado, apenas aquela nadadeira se movimenta; ao estimular os dois, ambas se contraem.

Nos testes, o robô foi colocado em uma placa com água e guiado por uma fonte de luz. As nadadeiras produziram o movimento necessário para que o dispositivo percorresse um labirinto simples.

Duas perguntas para

LUCIANO DUQUE, professor da Universidade Católica de Brasília (UCB) e mestre em Engenharia Elétrica

Como as células movimentam o robô e qual é a função do gel nesse processo?

As células musculares se contraem quando recebem estímulos de luz, fazendo com que as nadadeiras de gel se dobrem. Quando as células relaxam, o gel retorna à posição original. Esse movimento repetitivo gera impulso, permitindo que o robô avance e mude de direção. O gel precisa ser macio o suficiente para que os músculos consigam dobrá-lo, mas também firme para retornar à posição original. Além disso, os sulcos presentes em sua superfície ajudam a alinhar as células musculares, fazendo com que todas exerçam força na mesma direção.

De onde vem a luz que movimenta o robô?

A luz vem de uma fonte externa, direcionada pelos pesquisadores ao robô. Atualmente, ele não possui bateria nem fonte própria de iluminação. Por isso, os pesquisadores precisam aplicar a luz externamente para estimular as células musculares e controlar seus movimentos. (**RL**)

Arquivo pessoal



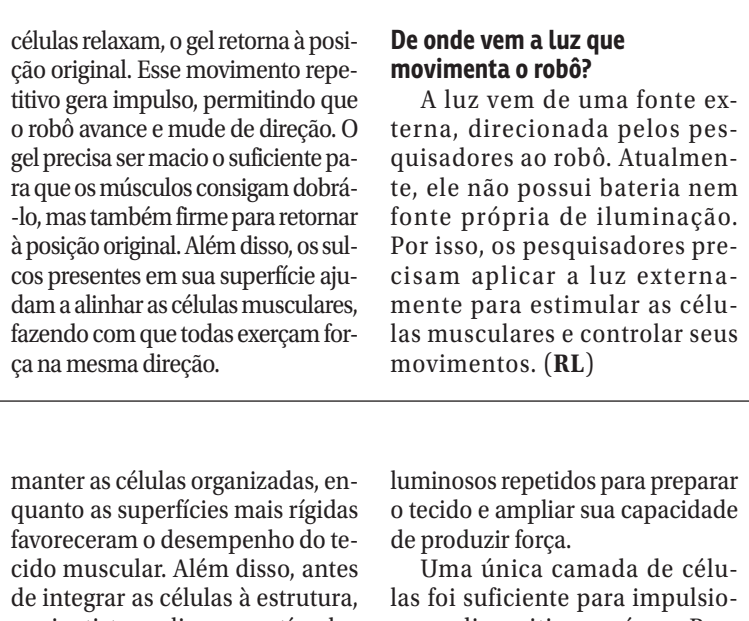
DA DECORAÇÃO À TOMADA

Pesquisadores criam papel de parede para gerar energia

Um novo revestimento de parede criado por cientistas da Universidade de Binghamton, nos Estados Unidos, consegue transformar a umidade atmosférica em eletricidade. O sistema utiliza pequenas unidades de MEG e demonstrou eficácia ao acionar um teclado sem fio com 1.596 módulos, o que também reduziu a umidade local de 38% para 32%.

De acordo com a pesquisa publicada na revista científica *Advanced Energetic Materials*, os MEGs funcionam quando moléculas de água entram em contato com materiais que conseguem absorvê-las. Essa interação provoca um deslocamento de cargas elétricas, ou seja, uma separação de partículas com cargas diferentes, que pode ser convertida em corrente elétrica. Como cada unidade produz pouca energia, os pesquisadores conectaram centenas delas para aumentar a geração. Além disso, o trabalho afirma que os MEGs não precisam competir com fontes de energia de alta potência. Em vez disso, podem servir como fontes de alimentação dedicadas para eletrônicos de baixo consumo, como sensores ambientais, módulos de comunicação sem fio, interfaces para edifícios inteligentes e outros dispositivos para a crescente "Internet das Coisas" que coletam dados. "Todos os dispositivos anteriores de geração de energia a partir da umidade são projetados para ambientes externos, pois existe muita umidade no ar, que é uma excelente fonte de energia", disse o professor de engenharia elétrica e da computação da universidade e líder do projeto Seokheun Choi, em nota.

Unsplash



O revestimento de parede funciona como uma "esponja elétrica"

Umidade constante

Segundo Choi, "o problema é que eles geram quantidades muito pequenas de energia, e o ambiente externo não é estável devido à luz solar extrema ou às condições climáticas. A vantagem de um ambiente interno é que ele mantém uma umidade muito constante entre 30 e 60 por cento, e as atividades dos ocupantes, como respirar, cozinhar e tomar banho, geram umidade adicional."

O papel de parede possui diferentes regiões para absorver, transportar e evaporar a água. Na parte externa, o glicerol, substância que atrai e retém água, captura a umidade do ar. Em seguida, a água passa para uma camada de polivinilpirrolidona (PVP), um material capaz de absorver e armazenar água, que direciona a umidade para o centro da folha. Nessa região, um tratamento com cera torna os poros hidrofóbicos, ou seja, com pouca afinidade com a água.

Em condições de 80% de umidade relativa, que indica a quantidade de vapor de água presente no ar em relação ao máximo que ele poderia conter naquela temperatura, cada unidade produziu cerca de 0,34 volt e 2,2 microwatts por centímetro quadrado. A geração permaneceu estável por mais de 90 minutos. A estratégia é compensar a baixa produção de cada unidade pelo uso de grandes áreas e pela conexão de várias delas. No futuro, a tecnologia poderá ser incorporada a paredes e outras superfícies para gerar energia para sensores e dispositivos eletrônicos de baixo consumo.