

Cientistas alemães desenvolvem equipamento capaz de recolher resíduos no fundo do mar utilizando músculos artificiais. Invenção pode se transformar em importante aliada no combate à poluição. Baixo ruído não impacta o meio ambiente

# "Água-viva robô" para coletar lixo do oceano

» FERNANDA FONSECA\*

Água ocupa mais de 70% da superfície da Terra, mas, ao mesmo tempo, estima-se que 70% do lixo marinho afunde no fundo do mar. Pelo menos 60% dos resíduos são formados por plásticos, que levam centenas de anos para se degradar no oceano. Para combater o problema, cientistas do Instituto Max Planck para Sistemas Inteligentes (MPI-IS), em Stuttgart (Alemanha), buscaram inspiração na própria natureza. Eles desenvolveram um robô similar a uma água-viva, versátil, energeticamente eficiente e quase sem ruído, capaz de recolher resíduos presentes no fundo mar.

"Na natureza, as águas-vivas são um dos animais subaquáticos com maior eficiência energética, graças aos seus modos de locomoção. Além disso, o nado delas combina propulsão fluidica eficaz e manipulação de objetos, o que é benéfico para a predação. A sua estrutura de corpo mole e deformável permite que se adaptem e naveguem em ambientes adversos", explica o primeiro autor da publicação, Tianlu Wang, pós-doutorando no Departamento de Inteligência Física do MPI-IS.

Inspirada nessas características, a equipe de Wang construiu o robô a partir do uso de atuadores eletro-hidráulicos que agem como músculos artificiais. Chamados de Hasel, os atuadores consistem em "sacos" feitos de um material com características elásticas, revestidos com eletrodos e preenchidos com um líquido que funciona como isolante. "Quando se aplica uma voltagem, o campo elétrico aproxima os eletrodos, produzindo uma redistribuição do líquido interno", explica Daniel Mauricio Muñoz Arboleda, coordenador do Programa de Pós-graduação em Sistemas Mecatrônicos da Universidade de Brasília (UnB).

O pesquisador destaca que, com a pressão hidráulica interna, ocorre a deformação do material. "É como se eu apertasse, no meio, uma bexiga d'água. Uma vez retirada a voltagem, o material recupera a forma original e o atuador volta à posição inicial."

Roberto de Souza Baptista, professor de engenharia eletrônica da Faculdade do Gama da UnB, explica que esses atuadores estão no centro dos braços do robô e ajudam a movimentar cada extremidade. "Por se tratar de um atuador hidráulico com múltiplas câmaras, o braço consegue executar um movimento em diversas direções", diz. "O movimento do nado ocorre de forma semelhante a moluscos na natureza: os seis braços se contraem e relaxam, de forma coordenada e sequenciada, fazendo com que seu corpo se desloque verticalmente em linha reta ou em espiral na água."

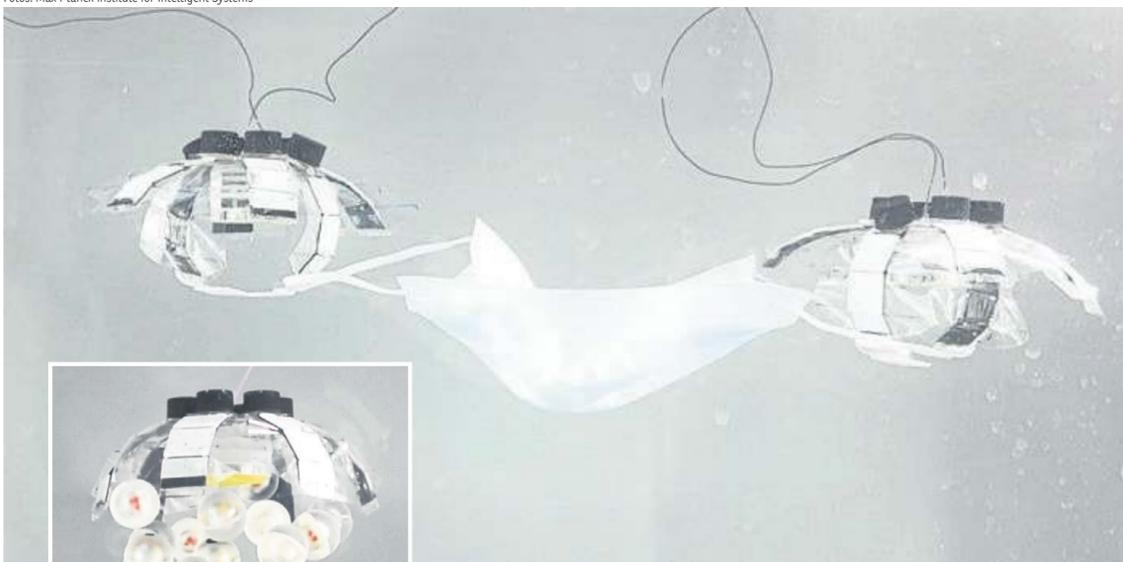
O pesquisador brasileiro analisa que o Jellyfish-Bot, como foi chamado o dispositivo, pode recolher resíduos de duas formas. "Na primeira, ele gira, deslocando-se para cima, em uma espiral, formando um 'redemoinho' abaixo dele. Assim, objetos à sua volta são atraídos para perto do seu corpo. Ao se deslocar para cima neste movimento, os objetos são levados à superfície", observa. Na segunda forma, o robô pode agir com outro Jellyfish-Bot e recolher objetos maiores. "Nesse caso, cada robô segura uma ponta do objeto e se desloca

Instituto Max Planck para Sistemas Inteligentes (MPI-IS)



O Jellyfish-Bot (o objeto branco, ao centro), durante teste em lago: os cientistas aperfeiçoam a pesquisa para, em breve, fazer com que o robô sem fio se movimente em várias direções

Fotos: Max Planck Institute for Intelligent Systems



À esquerda, o Jellyfish-Bot coleta pequenas partículas; acima, dois deles atuam de forma sincronizada e capturam objeto na água

## Palavra de especialista

"Os robôs subaquáticos atuais se assemelham a pequenos submarinos, ou seja, possuem um corpo e se movem por meio de motores, hélices e lemes. Um primeiro aspecto negativo é a interação com o ambiente. Tanto seus movimentos quanto o barulho gerado pelos motores destoam do meio ambiente e, de alguma forma, perturbam a dinâmica do ecossistema.

O formato, o material e o atuador Hanel do Jellyfish-Bot resultam em uma aparência e sonoridade mais próxima de um organismo orgânico, diminuindo o impacto ambiental no seu uso. O segundo aspecto é a flexibilidade de movimentos. Com os atuadores Hanel, o movimento dos braços se assemelha ao dos tentáculos dos moluscos. Consequentemente, os braços

podem ser usados para a locomoção e para agarrar objetos. Os robôs subaquáticos tradicionais contam com dispositivos distintos para locomoção (motores, hélices e leme) e para agarrar objetos (garras mecânicas)."

**Roberto de Souza Baptista,**  
professor de engenharia eletrônica  
da Faculdade do Gama da UnB

verticalmente, levando-o para a superfície. É importante ressaltar que a flexibilidade nos movimentos, similares aos tentáculos de moluscos, é possível por causa dos atuadores Hanel."

## Sincronismo

Para produzir o movimento do robô água-viva, os especialistas

descrevem que é necessário um sincronismo entre os atuadores Hanel. "Os braços articulados se estendem e se contraem de modo sincronizado, provocando uma força de empuxo que permite ao robô subir até a superfície carregando os pequenos objetos, como, por exemplo, lixo do fundo do mar", afirma Arboleda.

O robô consiste em várias

camadas com diferentes funções: uma camada externa feita de silicóne, que isola o robô e os atuadores do contato com a água; uma que permite ao robô se deformar e recuperar a forma original; e uma terceira que possibilita a aplicação de uma tensão elétrica. Além disso, no Jellyfish-Bot foram instaladas pequenas baterias para alimentar não apenas

os atuadores, mas os microcontroladores, que gerenciam todo o processo de movimento.

"Outra propriedade desejável para robôs subaquáticos é serem livres de ruído. Robôs com baixo nível de ruído podem interagir com segurança com várias espécies biológicas sem causar efeitos nocivos", exemplificam os autores no artigo publicado

pela revista científica *Science Advances*. Durante a coleta de resíduos, a intensidade de som de todo o sistema — incluindo os robôs e os circuitos — mal podia ser diferenciada do fundo, afirmam os pesquisadores. "Portanto, este projeto de robô pode inspirar futuros tipos de veículos subaquáticos sem ruído."

## Benefícios

Além do baixo ruído durante a operação, comparado aos robôs subaquáticos existentes, o robô inspirado nas águas-vivas apresenta outros benefícios em seu design e atuação, de acordo com os especialistas. "Embora o robô proposto ainda esteja em fase de desenvolvimento e mais pesquisas devem ser realizadas, algumas vantagens do robô baseado em atuadores Hanel são o baixo consumo de energia e a velocidade de atuação de até 6,1 cm/s, sendo comparável com outros robôs similares", diz Arboleda.

Por enquanto, a energia elétrica é fornecida para o robô por um cabo que precisa estar conectado a uma fonte fora da água. A expectativa, no entanto, é que os fios que alimentam os robôs, em breve, sejam uma coisa do passado. "Nosso objetivo é desenvolver robôs sem fio. Felizmente, demos o primeiro passo rumo a esse objetivo. Incorporamos todos os módulos funcionais, como a bateria e as partes de comunicação sem fio, de modo a permitir futuras manipulações sem fio", continua Tianlu Wang. A equipe do instituto de pesquisa alemão levou a invenção para nadar em um lago. Os cientistas conseguiram realizá-la com sucesso, mas, até os mais recentes testes realizados, não foi possível direcionar o robô sem fio para mudar de curso.

\* Estagiária sob a supervisão de Rodrigo Craveiro