

# Tecnologia & Inovação

12 • Correio Braziliense • Brasília, segunda-feira, 29 de dezembro de 2025

» RAFAELA LEITE

**A** água residual das máquinas de lavar roupa é uma das principais fontes de poluição por microplásticos. Durante a lavagem, pequenas partículas de plástico se desprendem dos tecidos e, ao chegarem às estações de tratamento de esgoto, acabam acumuladas no lodo que frequentemente é utilizado como fertilizante, contaminando solos agrícolas.

Diante disso, pesquisadores da Universidade de Bonn, na Alemanha, desenvolveram um filtro, inspirado na natureza, que retém microplásticos presentes na água descartada pelas lavadoras. A tecnologia reproduz o sistema de arcos branquiais de peixes filtradores, espécies adaptadas para capturar organismos planctônicos (plâncton) para nutrição. O estudo, detalhado na revista *npj Emerging Contaminants*, mostra que o novo filtro se destaca por não entupir com facilidade e por apresentar eficiência superior à de modelos convencionais, sendo capaz de reter 99,6% das partículas plásticas em um ciclo de lavagem.

O sistema de arcos branquiais é composto por estruturas cartilaginosas ou ósseas situadas na cabeça e no pescoço dos peixes. Esses arcos têm a função de sustentar as branquias, que são essenciais para a respiração. O sistema também envolve músculos e ligamentos que possibilitam a movimentação dos arcos, facilitando o processo respiratório. Nas espécies filtradoras, esse mecanismo possui um formato de漏斗, sendo mais largo na região da boca e estreitando-se em direção ao estômagos. As paredes desse漏斗 são formadas pelos próprios arcos branquiais, que apresentam estruturas semelhantes a pentes, revestidas por pequenos dentes. Esse conjunto cria uma espécie de malha, uma "peneira", amparada e esticada pelos arcos.

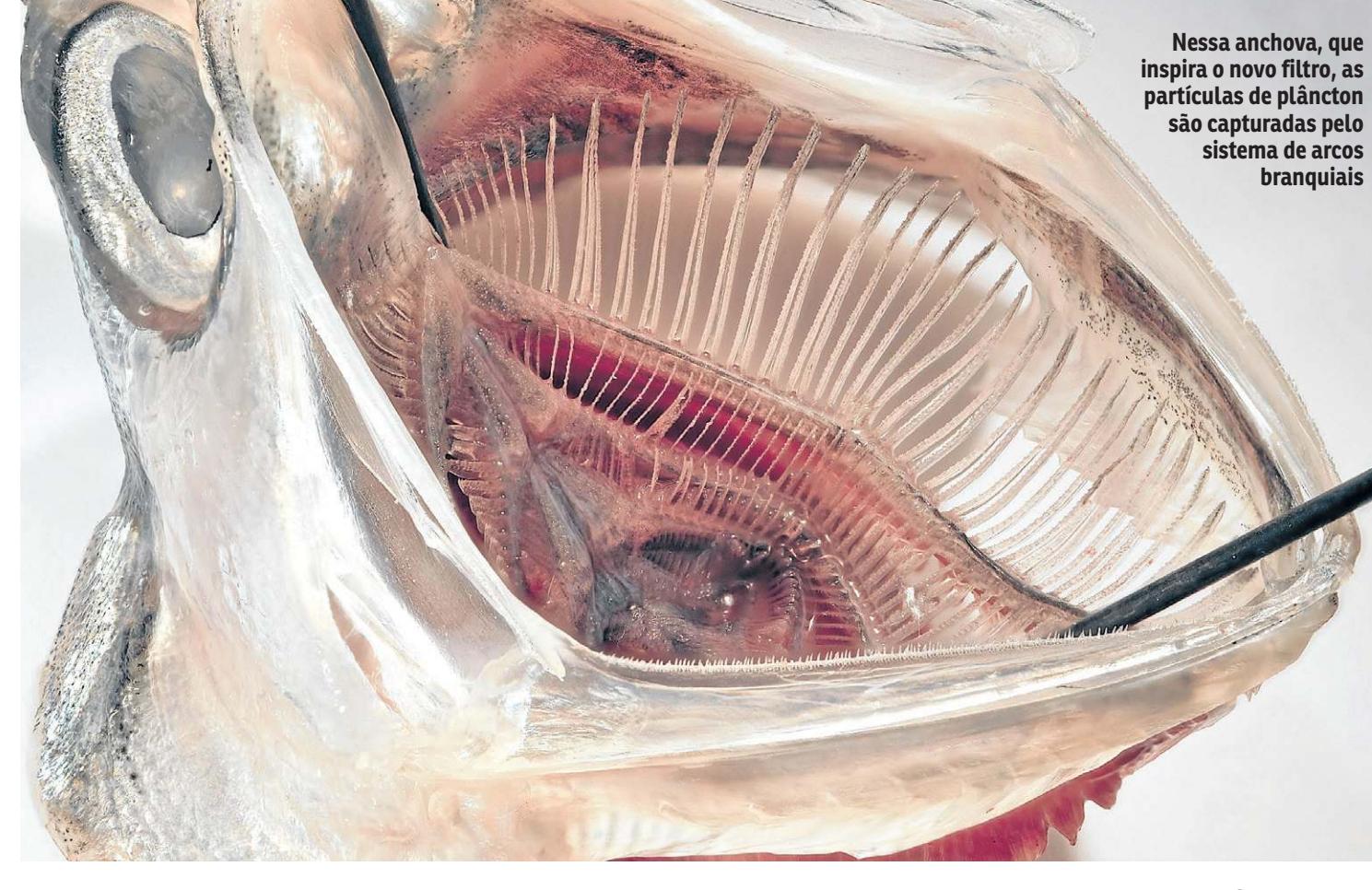
## Processo

Durante a alimentação, a água atravessa a parede permeável do漏斗, é filtrada e, livre de partículas, retorna ao ambiente pelas branquias. O plâncton é grande demais para passar por essa estrutura; por isso, ele fica retido. Devido ao formato de漏斗, ele desliza em direção à garganta, onde se acumula até ser engolido pelo peixe, o que esvazia e limpa o sistema, segundo a pesquisa. Na criação do novo filtro, os cientistas variaram tanto o tamanho da malha da estrutura da peneira

# FILTRO contra MICROPLÁSTICOS das LAVA-ROUPAS

Pesquisadores da Alemanha criam equipamento inspirado nas guelras dos peixes para reter poluentes da água descartada pelas máquinas de lavar. A tecnologia consegue capturar 99,6% das partículas plásticas de um ciclo de lavagem

Jens Hamann



Nessa anchova, que inspira o novo filtro, as partículas de plâncton são capturadas pelo sistema de arcos branquiais

quanto o ângulo de abertura do漏斗. Leandra Hamann, bióloga da Universidade de Bonn e coautora do estudo, explicou ao *Correio* que os peixes filtradores utilizam uma técnica semelhante à filtragem cruzada, e descreveu o funcionamento da tecnologia: "A água flui ao longo

de um elemento filtrante (parte interna do filtro) em formato de cone (imitando o sistema de arcos branquiais), com ângulo de ataque baixo, o que mantém as fibras de microplástico rolando ou em suspensão, em vez de aderirem à malha. A água limpa passa lateralmente pela

malha, enquanto as fibras são direcionadas para a saída e retidas".

Essa malha é feita de náilon, material que, segundo Hamann, não deve gerar mais microplásticos. "No futuro, a malha também poderá ser feita de aço inoxidável para reduzir o uso de plásticos no filtro", acrescentou.

## Vantagens e futuro

O equipamento chama a atenção pela flexibilidade. De acordo com a pesquisadora, o tamanho da malha e o design da entrada podem ser variados para assim atender às restrições da lavadora, como espaço disponível,

**Preocupação crescente**  
A microbiologista clínica Fabíola Castro explica que microplásticos são partículas de plástico com tamanho inferior a 5 mm, menor que um grão de arroz, em qualquer dimensão. Eles representam um poluente emergente de relevância global, com forte base científica indicando: alta persistência e distribuição em ambientes naturais, interações biológicas potencialmente prejudiciais, exposição humana contínua e capacidade de atuar como vetor de outras substâncias tóxicas.

"Embora a magnitude dos efeitos na saúde humana ainda esteja sendo elucidada, a literatura científica considera esse tema como uma das fronteiras atuais de pesquisa ambiental e toxicológica", afirma Castro.

vazão e carga de partículas. "O sistema é modular e pode ser adaptado para diferentes máquinas de lavar e para a modernização de máquinas mais antigas".

O filtro de microplásticos tem uma geometria de fluxo cruzado que mantém as fibras em movimento ao longo da malha, evitando seu acúmulo. Ele também conta com um mecanismo de autolimpeza periódica, no qual válvulas mudam temporariamente o fluxo para expulsar as fibras acumuladas para um compartimento separado. Dessa forma, "cerca de 85% das fibras retidas são removidas antes mesmo de alcançarem o interior do filtro, reduzindo drasticamente o risco de bloqueio", frisa Hamann.

A equipe, até o momento, apresentou uma prova de conceito em laboratório, baseada em um protótipo. "Esperamos que alguma empresa adote o design inovador e o otimize ainda mais para melhorar a eficiência da filtragem e a fabricação. Presumemos que isso possa levar de um a dois anos, pois são necessários mais testes", diz a bióloga. Embora o desenvolvimento de soluções para o descarte das fibras coletadas não tenha sido foco do projeto, a pesquisadora lembra que métodos eficazes existem. Entre eles, a compactação e seção do material filtrado, permitindo que o usuário descarte apenas um pequeno grânulo de resíduos após vários ciclos de lavagem, um processo simples e de baixo impacto.

**\*Estagiária sob supervisão de Lourenço Flores**

## BIOTECNOLOGIA

# Pesquisadores produzem nanopartículas de ouro usando microalgas

Reham Samir Hamida e Madoka Suzuki

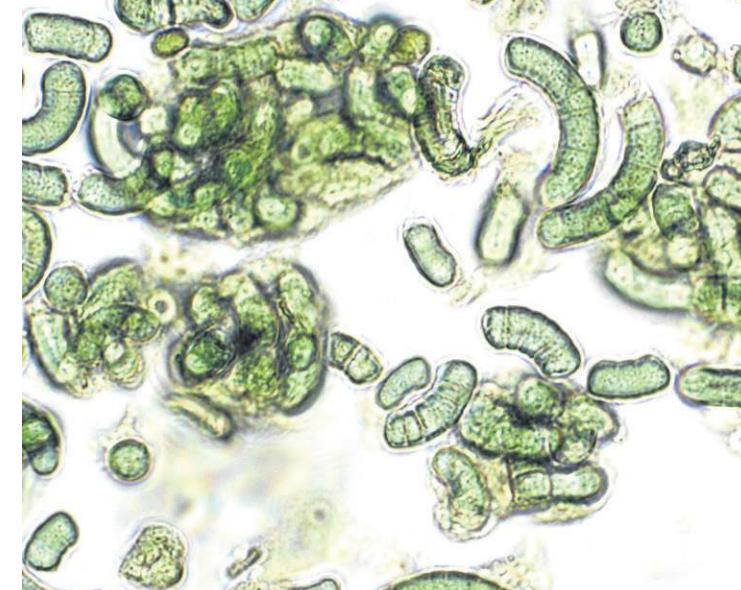


Imagem de microscopia da microalga *Arthrospira sp.*, usada no estudo

## Para saber mais

### Alimento nutritivo

De acordo com a nutricionista Ana Nery Brigagão, a espirulina é uma cianobactéria microscópica e filamentosa, que tem seu nome derivado de sua estrutura em hélice ou espiral de seus filamentos. A espirulina refere-se à biomassa de *Arthospira platensis*, uma bactéria encontrada mundialmente em algas marinhas verde-azuladas.

"Elas são muito estudadas para uso na alimentação humana por apresentarem perfil nutricional que as torna ideais como suplemento alimentar, pois substituem satisfatoriamente as fontes artificiais de nutrientes, por combinar diversos constituintes de maneira equilibrada. Entre esses nutrientes se incluem proteínas,

vitaminas do complexo B, minerais, proteínas de alta qualidade, antioxidantes — caroteno e vitamina E, e ácidos graxos poli-insaturados, especialmente o ácido — linolénico", afirma Nery.

A nutricionista também diz que a habilidade da espirulina em combater vírus, câncer, desnutrição, diabetes, hipercolesterolemia e outros, além de proporcionar melhorias na saúde como um todo, destaca sua utilização como nutracêutica e desperta o interesse no seu emprego como uma fonte farmacêutica em potencial. A espirulina pertence ao grupo de substâncias listadas como Geralmente Reconhecida como Segura (GRAS).

## Fabricação

De acordo com a professora, as células das microalgas e seus extratos são ricos em várias moléculas importantes, como proteínas, gorduras, açúcares e outros compostos. Essas moléculas trabalham juntas tanto para reduzir os íons de ouro quanto para estabilizar o material formado. "As biomoléculas doam elétrons para os íons de ouro ( $Au^{3+}$ ), transformando-os em pequenos núcleos de ouro em escala nanométrica. Conforme mais átomos reduzidos vão se juntando, esses núcleos crescem e formam nanopartículas bem definidas. Depois que essa formação acontece, as próprias biomoléculas criam uma espécie de camada protetora ao redor das nanopartículas, evitando que elas se agrupem."

Suzuki faz a seguinte alusão para

esclarecer como nanopartículas de ouro foram fabricadas com microalgas: "Imagine que você toma um suplemento de espirulina pela manhã. Quando o pó é misturado com água e deixado em repouso, ou levemente aquecido, ele libera diversas biomoléculas naturais. Todas elas são formadas por átomos, e os átomos contêm elétrons. Ao introduzirmos uma solução de ouro nessa mistura, o ouro se apresenta como íons ( $Au^{3+}$ ), que possuem carga tripla positiva por terem perdido três elétrons. Para recuperar sua estabilidade, esses íons precisam ganhar elétrons. Eles os obtêm das biomoléculas orgânicas liberadas pela espirulina ou pelas microalgas. Moléculas como proteínas e polissacáridos doam elétrons aos íons de ouro, reduzindo-os a átomos neutros ( $Au^{+}$ )."

Suzuki diz que o objetivo da equipe de pesquisadores é descobrir como os organismos vivos detectam e respondem às flutuações térmicas geradas pelo ambiente e por seus próprios processos biológicos em nível celular. Ela frisa que o método desenvolvido com microalgas fornece uma nova ferramenta para explorar a termoregulação celular e para promover tecnologias nanomedicinas sustentáveis. (Rafaela Leite)

## Aplicações

A mestra em ciências e tecnologias da saúde Jessica Nayane diz que nanopartículas de ouro (AuNPs) são partículas muito pequenas de ouro metálico, com dimensões na escala nanométrica. "Devido ao seu tamanho reduzido, elas têm propriedades físicas e químicas distintas do ouro em forma 'normal', por exemplo, interação com luz, eletricidade,

reatividade superficial e outras." Desse forma, nanopartículas são componentes em escala nanométrica que têm uma ampla variedade de aplicações tecnológicas e científicas, apresentando características especiais.

Uma delas é a alta capacidade de absorver luz e convertê-la em calor. "Quando essas partículas se acumulam dentro das células cancerígenas e as expomos a um laser, elas aquecem rapidamente. Esse calor localizado é forte o suficiente para matar as células cancerígenas, minimizando os danos ao tecido saudável circundante", explicou ao *Correio* a professora e autora principal do estudo, Madoka Suzuki. Ela acrescentou: "Nossos dados também mostraram que o efeito fototérmico das nanopartículas de ouro aumenta a morte das células cancerígenas ao desencadear várias vias de morte

celular, como apoptose e respostas relacionadas ao estresse oxidativo".

Suzuki explica que, em seus ecossistemas nativos, as microalgas são capazes de desintoxicar íons metálicos sem a necessidade de redutores químicos externos ou aportes de energia sintética (formas de energia produzida artificialmente). "Ao reproduzir esses mecanismos bioquímicos inatos sob condições controladas de laboratório, podemos desenvolver uma plataforma sustentável e ecologicamente amigável para a produção de nanopartículas."

Segundo ela, esse processo é inspirado na própria natureza. "Estamos aproveitando um sistema biológico natural em vez de depender de processos industriais intensivos no uso de químicos", afirma. Suzuki compara a abordagem à transição dos combustíveis fósseis para fontes limpas, como a energia solar.