

A colheita do futuro

Garra robótica flexível promete identificar o ponto de maturação das frutas e revolucionar a coleta. Fibra óptica também consegue aplicar a força necessária para a remoção. Inovação pode dar origem a sistemas agrícolas mais sustentáveis

» ROBERTA BIANCA*

Pesquisadores da Universidade Cornell (em Ithaca, no estado americano de Nova York) desenvolveram uma garra robótica flexível capaz de identificar o ponto ideal da maturação de frutas delicadas, como morangos, por meio do tato, e colhê-las sem causar danos. O dispositivo utiliza sensores de fibra óptica extensíveis para medir características físicas da fruta, como rigidez e deformação. A partir desses dados, o sistema consegue estimar se o fruto está maduro e aplicar a força adequada para removê-lo com segurança.

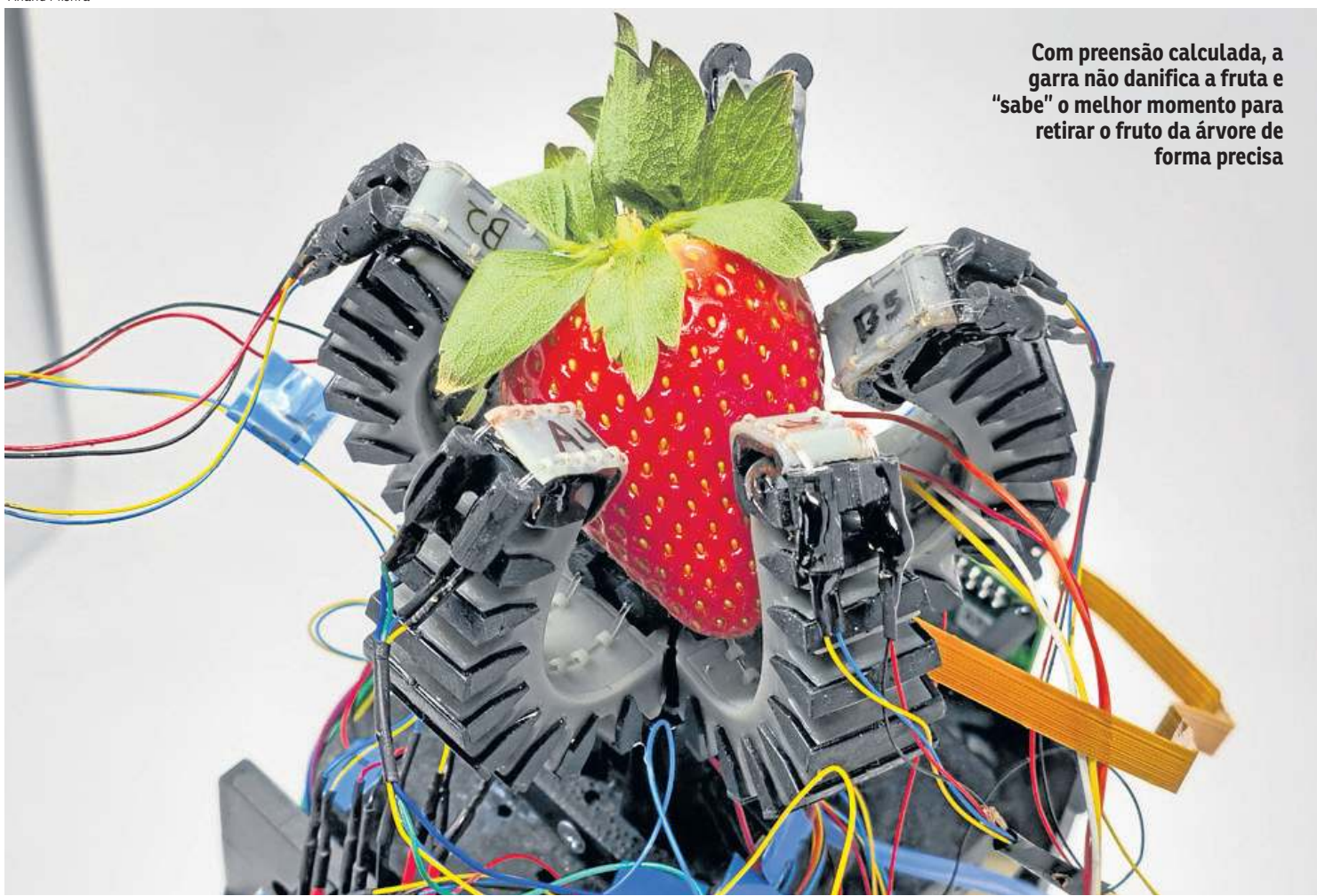
A tecnologia foi criada no laboratório de Rob Shepherd, professor de engenharia mecânica e aeroespacial. Além de diminuir as perdas na colheita, a inovação pode contribuir para sistemas agrícolas mais sustentáveis e eficientes, ampliando a produção de frutas sensíveis que apresentam maior dificuldade de cultivo e manejo.

Para treinar o sistema, os pesquisadores estabeleceram uma colaboração com Marvin Pritts, especialista em horticultura e desenvolvimento global na mesma universidade. A equipe percebeu a necessidade de um modelo confiável para testar a força de prensão da garra robótica e escolheu os morangos como referência. A escolha se deve ao fato de que o grau de maturação do morango pode ser determinado visualmente com alta precisão, principalmente pela cor. Isso permitiu aos cientistas correlacionar dados táteis com um parâmetro visual confiável.

Segundo Shepherd, o modelo foi treinado para reconhecer o ponto de maturação pelo tato e, posteriormente, validado visualmente. O pesquisador Anand Mishra, integrante da equipe, estimou com precisão o momento ideal de colheita com base na rigidez medida pelos sensores.

A garra robótica é equipada com dois tipos principais de sensores de fibra óptica: um sensor para medir a curvatura dos "dedos" da garra; e outro para detectar a pressão aplicada na ponta. Ao combinar essas informações, o robô consegue inferir o formato e a resistência do objeto, ajustando automaticamente a força de prensão. Isso permite manipular frutas mais frágeis sem danificá-las. Além disso, os pesquisadores

Anand Mishra



Com prensão calculada, a garra não danifica a fruta e "sabe" o melhor momento para retirar o fruto da árvore de forma precisa

Desafios para implementação

Apesar do potencial, a adoção em larga escala ainda enfrenta obstáculos importantes. Segundo Tiago Roux, professor da UERJ e membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências, os principais desafios incluem:

- » Alto custo inicial e de manutenção;
 - » Necessidade de robustez para operar em ambientes agrícolas não estruturados;
 - » Complexidade na integração entre sensores táteis e sistemas de visão;
 - » Durabilidade dos materiais flexíveis;
 - » Adaptação a diferentes culturas e escalas de produção.
- » Esses fatores são especialmente críticos em países em desenvolvimento, onde predominam pequenas e médias propriedades com infraestrutura limitada.

Três perguntas para...

TIAGO ROUX, professor da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) e membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências

Esse tipo de tecnologia pode impactar o custo dos alimentos para os consumidores?

No médio prazo, a automação de tarefas hoje intensivas em mão de obra pode estabilizar custos de produção, diante da escassez de trabalhadores rurais. Isso tende a refletir em preços mais estáveis e potencialmente mais baixos para o consumidor, especialmente

em culturas delicadas, onde, hoje, a mecanização é limitada.

Há riscos de substituição de mão de obra humana na colheita agrícola?

Esse tipo de robô é especialmente útil em tarefas repetitivas, delicadas e fisicamente exigentes, onde há escassez de trabalhadores ou alto índice de perdas por danos ao fruto. Ao assumir a parte mais pesada e padronizável da colheita,

Arquivo pessoal



a tecnologia pode liberar trabalhadores para funções de supervisão, manejo e logística, além de operar em períodos prolongados sem fadiga. Em vez de eliminar empregos, a expectativa é reconfigurar o perfil do trabalho no campo, exigindo mais capacitação técnica e menos esforço físico direto na colheita.

Além de frutas, que outros tipos de aplicações essa tecnologia de

robótica macia poderia atender?

Além de frutas, a robótica macia com sensoriamento tátil pode ser aplicada na colheita de hortaliças e de legumes delicados, no manuseio de mudas e flores em viveiros, na classificação e embalagem de alimentos sensíveis sem causar danos, e até em processos pós-colheita que exigem toque cuidadoso. Fora da agricultura, a mesma abordagem pode beneficiar a manipulação de objetos frágeis nas indústrias alimentícia, farmacêutica e biomédica, em que é essencial combinar delicadeza, adaptação à forma do objeto e percepção tátil integrada. (RB)

e transporte de produtos danificados. Além disso, a colheita mais precisa no ponto ideal de maturação melhora a qualidade e a vida útil dos alimentos", explicou. A automação na colheita vem sendo apontada como uma solução promissora para aumentar a eficiência e reduzir desperdícios na produção agrícola.

Outro impacto potencial está na forma como as lavouras são estruturadas. De acordo com Shepherd, a adoção de robôs menores e mais versáteis pode permitir o abandono de modelos tradicionais baseados em monoculturas. "Hoje, organizamos plantações em fileiras porque elas precisam se adaptar às máquinas. Com robôs mais flexíveis, podemos cultivar diferentes espécies no mesmo espaço, criando sistemas mais resilientes", disse.

Essa abordagem pode favorecer práticas como o cultivo consorciado, no qual diferentes culturas são plantadas juntas para melhorar a resistência a pragas; reduzir o uso de pesticidas e aumentar a eficiência na utilização de recursos naturais.

* Estagiária sob a supervisão de Rodrigo Craveiro

incorporaram um mecanismo de engrenagem planetária que possibilita ao robô girar suavemente o fruto depois de segurá-lo. Em vez de puxar, o sistema realiza um movimento de torção, semelhante ao de um colhedor humano, reduzindo o risco de danos tanto à fruta quanto à planta.

Integração

Embora o foco da tecnologia seja o tato, o sistema também conta com uma câmera instalada na palma da garra. O recurso permite localizar frutas ocultas por folhas ou outros elementos da vegetação. A principal vantagem do dispositivo

está em situações em que a maturação não pode ser avaliada visualmente, como ocorre com frutas como abacate, abacaxi e mamão. Nesses casos, a sensibilidade tátil pode ser decisiva para determinar o momento ideal da colheita.

De acordo com Tiago Roux, professor da Universidade Estadual

do Rio de Janeiro (UERJ) e membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências, tecnologias desse tipo podem trazer ganhos significativos ao setor agrícola. "Ao reduzir danos às frutas, perdas na colheita e desperdício ao longo da cadeia, essa tecnologia pode diminuir custos associados ao descarte, retrabalho

SUSTENTABILIDADE

Casca de árvore capaz de purificar água e ar

Pesquisadores do Instituto Real de Tecnologia de Melbourne (RMIT) demonstraram, em estudo publicado na revista internacional Biomass and Bioenergy, que a casca do eucalipto pode ser convertida em uma forma altamente porosa de carbono capaz de reter poluentes, à medida que a água ou o ar fluem através dela. As descobertas apontam para uma maneira prática de transformar um subproduto comum da silvicultura em um material ambientalmente útil, por meio de um método de processamento relativamente simples.

Materiais de carbono porosos são amplamente utilizados em filtros de água, purificadores de ar e sistemas industriais de tratamento de gases. A eficácia deriva tanto da estrutura quanto da natureza da matéria-prima utilizada. Esses materiais contêm uma rede de poros microscópicos: à medida que o ar ou a água passa por eles, moléculas indesejadas são capturadas e retidas em espaços minúsculos.

Para o estudo, os pesquisadores utilizaram um processo de ativação relativamente simples, em etapa única, a fim de produzir carbono a partir da casca de eucalipto. Embora

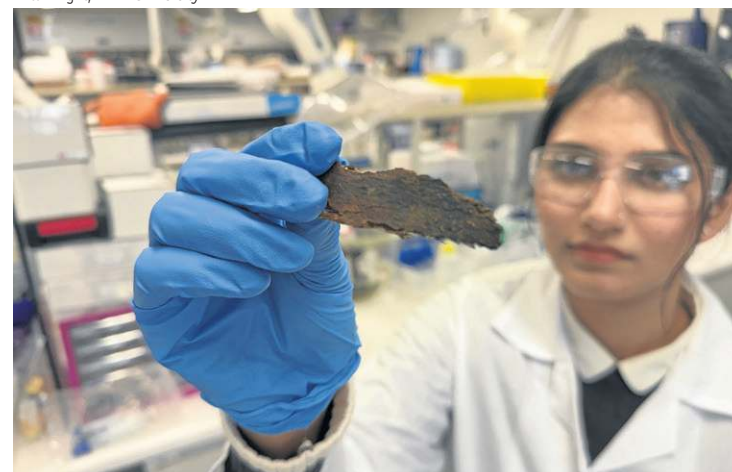
abordagens semelhantes tenham sido aplicadas a outras fontes de biomassa, muitos carbonos porosos ainda são produzidos por rotas mais complexas e de múltiplas etapas, exigindo maior consumo de energia e infraestrutura adicional.

"A casca das árvores possui diversas características naturais que a tornam um excelente precursor para materiais avançados de filtração e adsorção. Em particular, a casca de eucalipto é abundante em lignina e celulose — biopolímeros ricos em carbono que formam estruturas porosas altamente estáveis durante o tratamento térmico", explicou o professor Suresh Bhargava, integrante da pesquisa.

O estudo de carbonos derivados de resíduos vegetais vem sendo conduzido com matérias-primas que variam entre resíduos agrícolas e industriais, normalmente avaliados com base em disponibilidade, sustentabilidade, complexidade de processamento e desempenho.

Bhargava lembrou que, em comparação com muitos outros materiais de biomassa, a casca de eucalipto apresenta menor teor de cinzas e maior estabilidade estrutural — o

Will Wright, RMIT University



Cientista da equipe do RMIT segura casca de eucalipto, na Austrália

que contribui para um maior rendimento de carbono e melhor desenvolvimento de poros durante a ativação. Essas características são cruciais para alcançar um desempenho eficiente na captura de gases.

Os pesquisadores destacaram que a casca de eucalipto apresentou resultados favoráveis em vários critérios de avaliação, especialmente no contexto australiano. A Austrália abriga mais de 900 espécies de eucaliptos

e árvores relacionadas. Como próximos passos, a equipe planeja colaborar com aborígenes e organizações detentoras de conhecimentos sobre essas espécies, a fim de identificar quais delas seriam mais adequadas para esse tipo de aplicação.

Dióxido de carbono

Bhargava ressalta que o foco atual está na remoção de dióxido

de carbono (CO₂), dada sua relevância direta para a redução de gases de efeito estufa e a mitigação das mudanças climáticas. Ele destacou o potencial mais amplo do material. "Sabe-se que carvões ativados com estruturas porosas semelhantes removem uma ampla gama de contaminantes, tanto do ar quanto da água — incluindo compostos orgânicos voláteis (COVs), gases tóxicos, corantes e poluentes orgânicos, metais pesados como mercúrio (Hg) e contaminantes emergentes, como microplásticos", disse.

Materiais com essas propriedades têm sido utilizados internacionalmente em diversas aplicações ambientais. Com o tempo, o carbono derivado da casca de eucalipto poderá dar suporte à purificação de águas, à filtragem de ar e gases industriais, e até a sistemas de filtração de uso direto em comunidades regionais e remotas.

Mestre e bacharel em engenharia química, Hugo Malacco pondera sobre as possíveis aplicações comerciais desse material. "Pode ser que inicialmente ele seja mais caro, considerando a aquisição de novos

equipamentos e a inserção no mercado. Mas acredito que possa competir, especialmente se for destacado o apelo de ser um produto renovável", afirmou.

Malacco apontou que um dos principais desafios para a implementação dessa tecnologia é a dificuldade de padronização em larga escala e citou o aumento de escala — transformar um processo de laboratório em algo industrial. "Isso requer equipamentos específicos. Às vezes, materiais que funcionam bem em pequena escala demandam soluções completamente diferentes quando produzidos em maior volume."

As aplicações práticas dependem de estudos adicionais, mas a pesquisa demonstrou que materiais antes descartados podem ser reinventados, como parte de soluções ambientais concretas. Bhargava reforçou a importância de incentivar esse tipo de investigação. "Acreditamos firmemente na criação de um ambiente em que jovens pesquisadores sejam estimulados não apenas a buscar a excelência científica, mas também a desenvolver uma postura comprometida com pesquisas que possam fazer a diferença", disse. (RB)