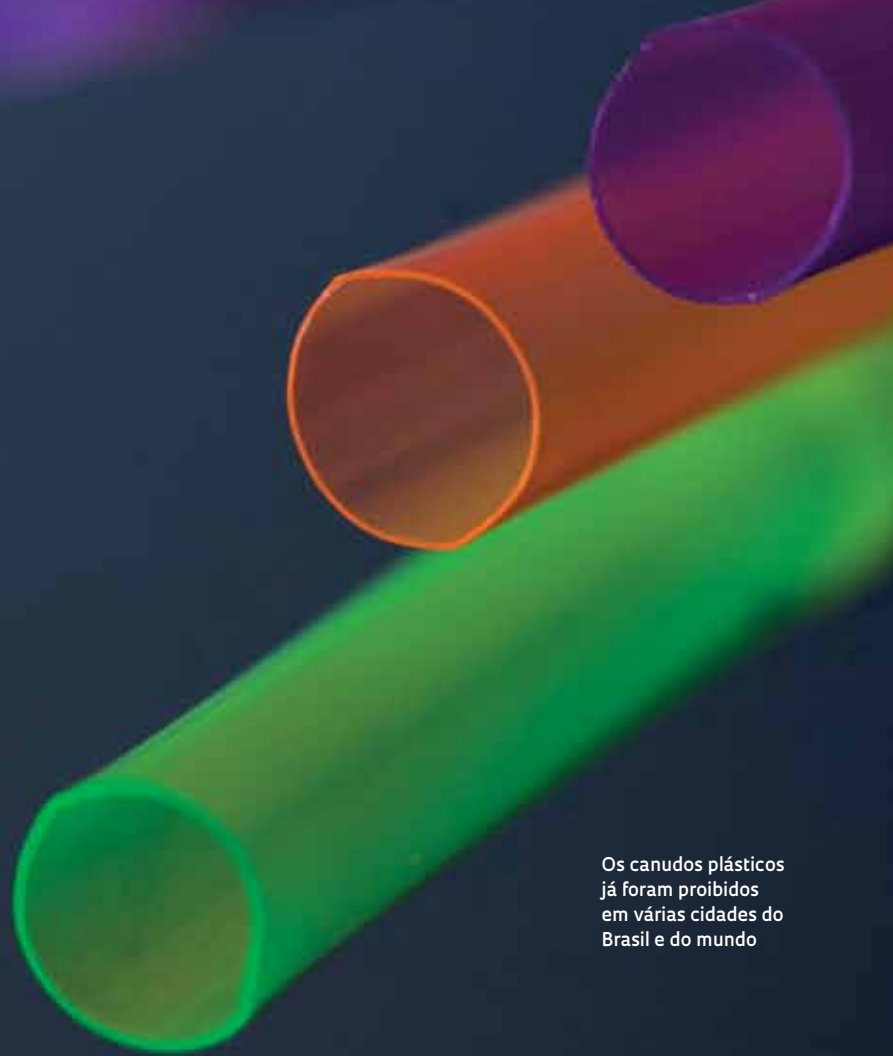
Reutilizar, substituir, degradar

Especialistas defendem a adoção de múltiplas estratégias para enfrentar a poluição causada pelos plásticos

Os plásticos estão na mira das autoridades. Leis que restringem sua fabricação ou comercialização já são adotadas por dezenas de países. O banimento de produtos de uso único, como canudos, copos e embalagens, responsáveis pela maior parte dos resíduos que se acumulam na natureza, já é realidade em 27 nações – algumas cidades brasileiras também adotam a medida –, enquanto regulações que limitam a distribuição de sacolas plásticas foram sancionadas em 127 países. Esses dados fazem parte do estudo "Limites legais sobre plásticos e microplásticos de uso único", divulgado no fim de 2018 pela ONU Meio Ambiente, uma agência do Sistema das Nações Unidas.

Além do estímulo à reciclagem, proibir plásticos descartáveis é uma das estratégias para conter o consumo excessivo do material. A iniciativa, no entanto, é refutada pela indústria e divide especialistas. "A simples proibição de canudos e outros produtos de uso único, apesar de ser uma iniciativa aparentemente assertiva, não resolve o problema", afirma Alexander Turra, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP). O banimento, ao contrário de campanhas de conscientização, diz ele, não cria nexo entre o não uso do canudo e seu eventual benefício ambiental. "Após a proibição do canudo no Rio de Janeiro, vendedores de água de coco passaram a oferecer copos plásticos aos clientes."



Os canudos plásticos já foram proibidos em várias cidades do Brasil e do mundo

LÉO RAMOS CHAVES

Filme plástico biodegradável feito na USP de Ribeirão Preto a partir de resíduos agroindustriais

Achar substitutos ao plástico que causem menos danos à natureza é um desafio. "Imagine o que aconteceria se fosse proibido vender água em garrafas de plástico", provoca o engenheiro químico José Carlos Pinto, do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe-UFRJ). Substituí-las por vasilhames de vidro também causaria impactos ambientais. "Além da destruição causada para obtenção da matéria-prima, a sílica, oriunda de depósitos de areia, o processo fabril do vidro é mais poluente do que o do plástico. E aumentaria a emissão de dióxido de carbono [CO_2] durante o transporte das garrafas, já que o vidro é mais pesado que o plástico", afirma.

"Não existe uma solução fácil para a questão dos plásticos. Substituí-los por vidro, metal ou papel não é tarefa simples", explica o químico Luiz Henrique Catalani, do Instituto de Química da USP. "Para saber se a troca é vantajosa, é necessário avaliar minuciosamente o ciclo dessas cadeias alternativas, incluindo uma análise de pós-uso. Nessa avaliação, deve-se considerar a pegada ambiental e energética de cada substituto", diz o pesquisador, que estuda a aplicação de materiais poliméricos em engenharia biomédica.

Em maio, a União Europeia aprovou uma série de medidas para lidar com a poluição por material plástico. Além de proibir produtos de uso único em 2021 e de fixar a meta de produzir 90% das garrafas de plástico com material reciclado em 2029, os estados-membros decidiram que a indústria deve arcar com parte dos custos da gestão do material após sua utilização. É a chamada responsabilidade estendida do fabricante (EPR), que prevê, entre outras medidas, a taxação da indústria.

"Os produtores devem considerar no preço do plástico virgem seus impactos na natureza e na sociedade", diz Gabriela Yamaguchi, diretora de engajamento da organização não governamental WWF-Brasil. "Defendemos que taxas recaiam sobre a cadeia de produção pré-consumo, de forma a impulsionar a coleta seletiva e a reciclagem." A obrigatoriedade da logística reversa, sistema pelo qual os fabricantes se responsabilizam por recolher plásticos pós-uso – para reinseri-los na cadeia, por meio da reciclagem, ou garantir uma destinação adequada –, é outra sugestão. Em 2015, a Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast), a Plastivida – Instituto Socioambiental dos Plásticos e outras 20 associações empresariais assinaram com o Ministério do Meio Ambiente o Acordo Setorial de Embalagens em Geral, cujo objetivo é ampliar a reciclagem, inclusive de plásticos.

A indústria discorda da implementação da responsabilidade estendida. "Somos contra o princípio do poluidor pagador, no qual as empresas são responsabilizadas pelo descarte dos produtos. Ele exime consumidores, varejo e demais atores da cadeia de qualquer responsabilidade", declara o engenheiro químico Miguel Bahiense Neto, presidente da Plastivida. "O que temos hoje no Brasil, a responsabilidade compartilhada, é mais adequado. Cada um faz sua parte no processo para ampliar a reciclagem e evitar que plásticos pós-uso poluam o meio ambiente."

BIOPLÁSTICOS

Outra estratégia para combater os problemas oriundos da poluição gerada pela produção excessiva e o descarte inadequado de plásticos é criar materiais alternativos aos polímeros de origem fóssil, como os bioplásticos. A capacidade instalada de produção dessas resinas, feitas com fontes renováveis de biomassa, principalmente de origem vegetal (mandioca, milho, resíduos agrícolas etc.) é de 2 milhões de toneladas por ano. Esse volume vem crescendo, mais ainda é pequeno diante das 400 milhões de toneladas de plásticos sintetizados a partir de petróleo, gás natural e carvão mineral.

Uma característica frequente entre os bioplásticos é a biodegradabilidade, o que significa que são passíveis de degradação por agentes biológicos vivos, como fungos e bactérias, em um prazo de até seis meses. Há, entretanto, aqueles que não são biodegradáveis, como o Plástico Verde da petroquímica Braskem, à base de cana-de-açúcar. Ainda assim, ele oferece benefícios ambientais. "O Plástico Verde foi o primeiro polietileno de origem renovável do mundo. Ele captura 3,09 toneladas de CO_2 a cada tonelada de resina produzida, contribuindo para a redução da emissão de gases causadores do efeito estufa", afirma Gustavo Sergi, diretor de Químicos Renováveis da Braskem.

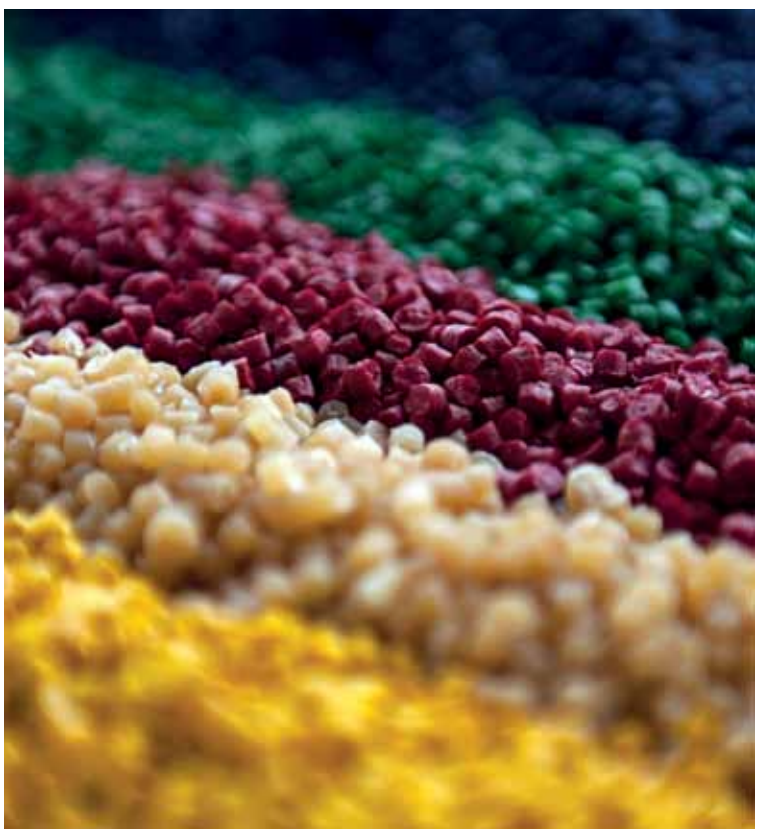
Quando se trata de degradação, é preciso mencionar, ainda, os polímeros oxidegradáveis. "Eles contêm substâncias que aceleram a degradação oxidativa [pela ação do oxigênio], gerando rápi-

FOTOS 1 BIANCA MANIGLIA 2 LÉO RAMOS CHAVES

da erosão do material, mas não necessariamente sua degradação total. O problema é que a maioria dessas substâncias tem metais de transição, alguns altamente tóxicos para o ambiente", explica Catalani, da USP. "Esses plásticos foram banidos de outros países e tentam se instalar no Terceiro Mundo, onde a legislação ainda é fraca."

Pesquisadores em todo o mundo tentam criar alternativas aos plásticos sintéticos. Na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP de Ribeirão Preto (FFCLRP), a química Bianca Chieregato Maniglia criou durante o mestrado e o doutorado filmes plásticos biodegradáveis a partir de resíduos da produção de óleo de babaçu e da extração de pigmento de cúrcuma. "Esses filmes têm potencial para ser usados como embalagens bioativas, pois contêm compostos fenólicos que conferem propriedades antioxidantes e antimicrobianas, ajudando na conservação dos alimentos", conta a engenheira agroindustrial Delia Rita Tapia Blácido, que supervisionou a pesquisa.

Uma vantagem do biofilme da USP é utilizar resíduos agroindustriais como matéria-prima. "Esses materiais, de baixo custo, são normalmente descartados como se fossem lixo. Mas têm potencial para aplicação tecnológica", diz Maniglia. Fabricantes de cosméticos, alimentos e produtos têxteis já demonstraram interesse pelo biopolímero, em fase final de desenvolvimento. "Nosso plástico ainda não consegue competir com o convencional principalmente por causa de sua alta capacidade de absorver umidade. Mas estamos trabalhando nisso."



Polímero biodegradável: alternativa aos derivados de petróleo

Na Unicamp, o físico Munir Salomão Skaf, diretor do Centro de Pesquisa em Engenharia e Ciências Computacionais, um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) da FAPESP, e o pesquisador Rodrigo Leandro Silveira integraram uma equipe internacional que desenvolveu uma enzima, a PETase, que degrada com eficiência o PET usado na fabricação de garrafas. Metade da produção anual brasileira desse plástico, estimada em 520 mil toneladas, não é reciclada e vai parar em aterros, lixões ou na natureza.

"Nossa participação no estudo deu-se no entendimento da ação da enzima. Para isso, empregamos modelos computacionais", informa Silveira. Ele explica que as enzimas não são estáticas, mas estruturas dinâmicas. "As simulações mostram sua movimentação", destaca o pesquisador. A PETase permite a degradação do polímero em poucos dias. "Uma garrafa de refrigerante foi degradada pela enzima em 96 horas – normalmente, esse processo levaria centenas de anos. A PETase transforma o PET em suas pequenas moléculas. Não sobram partículas macroscópicas nem pedaços de plásticos", explica Munir Skaf, destacando que ainda vai levar um tempo para a PETase tornar-se um produto comercial.

No ano passado, outra descoberta importante na área de polímeros foi divulgada na revista *Science*. Cientistas da Universidade Estadual do Colorado, nos Estados Unidos, liderados por Eugene Chen, anunciaram ter feito progresso na direção de um plástico que pode ser convertido ao seu estado original e reciclado infinitas vezes, sem deixar resíduos. "A ideia do trabalho foi a síntese de novos polímeros que podem ser facilmente degradados quimicamente a seus constituintes moleculares. Estes, por sua vez, podem ser reutilizados para elaboração desses mesmos plásticos. Assim como o estudo sobre a PETase, é uma pesquisa relevante e com grande potencial para ajudar a enfrentar a poluição gerada por resíduos plásticos", afirma Silveira. ■

Yuri Vasconcelos

Projetos

1. Arcabouços sintéticos e naturais aplicados à medicina regenerativa (nº 18/13492-2); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisador responsável** Luiz Henrique Catalani (USP); **Investimento** R$ 2.617.149,54.
2. Aproveitamento de resíduos agroindustriais para a elaboração de filmes bioativos (nº 09/14610-0); **Modalidade** Auxílio a Pesquisa – Jovens Pesquisadores; **Pesquisadora responsável** Delia Rita Tápia Blácido (USP); **Investimento** R$ 473.476,36.
3. Simulações de QM/MM híbridas de feruloil esterases: Mecanismo de clivagem de complexos lignina-carboidrato em paredes celulares de plantas (nº 16/22956-7); **Modalidade** Bolsa no Exterior; **Pesquisador responsável** Munir Salomão Skaf **Bolsista** Rodrigo Leandro Silveira; **Investimento** R$ 219.048,74.

Artigo científico

CHEN, E. *et al.* A synthetic polymer system with repeatable chemical recyclability. **Science**. 27 abr. 2018.