

ENZIMA MUTANTE

## *Arma contra garrafa PET*

Descoberta por acaso, enzima capaz de destruir plástico pode solucionar um dos maiores problemas ambientais do mundo. Com ela, embalagem que se degradaria em 300 anos é decomposta em 96 horas. **PÁGINA 24**

## CONTRA AS GARRAFAS PET

# O poder da enzima mutante

Descoberta acidental é capaz de resolver um dos maiores problemas ambientais do planeta

SÉRGIO MATSUURA  
sergio.matsuura@oglobo.com.br

**-PORTSMOUTH, INGLATERRA-** A poluição por plástico é um dos maiores problemas ambientais do planeta, mas uma descoberta acidental pode ajudar a resolvê-lo. Uma equipe internacional de pesquisadores, liderada pela Universidade de Portsmouth, no Reino Unido, e pelo Laboratório Nacional de Energia Renovável do Departamento de Energia americano, conseguiu criar uma enzima mutante capaz de degradar rapidamente o polietileno tereftalato, conhecido popularmente pela sigla PET, polímero termoplástico presente principalmente em tecidos e embalagens.

— Poucos poderiam prever, quando os plásticos se tornaram populares, na década de 1960, que teríamos grandes manchas de lixo plástico boiando nos oceanos ou sendo levadas para praias antes imaculadas em todo o mundo — comentou John McGeehan, diretor do Instituto de Ciências Biológicas e Biomédicas em Portsmouth. — Todos podemos desempenhar papel significativo na luta contra o problema do plástico, mas a comunidade científica que criou esses “materiais maravilhosos” deve usar toda a tecnologia disponível para desenvolver soluções reais.

### BACTÉRIA ORIGINOU ESTUDO

Criado na década de 1940, o PET não existia na natureza e, portanto, não era digerido por nenhum micro-organismo. Mas, há dois anos, cientistas descobriram uma bactéria que evoluiu naturalmente em uma usina de reciclagem de lixo no Japão e era capaz de decompor o material como fonte de alimento. Estudos identificaram a enzima responsável pela digestão do plástico, batizada como PETase. Intrigados, McGeehan e seus colegas começaram a investigar o funcionamento dessa enzima, mas foram além.

O objetivo era analisar a estrutura tridimensional da enzima e, com essa informação, entender como ela funciona. Mas, durante o estudo, de forma acidental, eles acabaram criando uma enzima mutante que é ainda mais eficiente na degradação do plástico do que a PETase natural.

— A sorte muitas vezes desempenha papel importante em pesquisas científicas, e nossa descoberta não é exceção — disse McGeehan. — Embora a melhora seja modesta, essa descoberta não prevista sugere que existe espaço para melhorar ainda mais essas enzimas, nos aproximando de uma solução de reciclagem para a montanha crescente de plásticos descartados no mundo.

Para determinar a estrutura da enzima, os cientistas utilizaram o poderoso Diamond Light Source, um acelerador de partículas que usa raios X de alta intensidade, 10 bilhões de vezes mais brilhantes que o Sol. O equipamento funciona como um microscópio com capacidade suficiente para observar átomos individualmente. Com essa informação, os pesquisadores criaram um modelo tridimensional de alta definição da PETase.



Parte da solução. Área tomada por lixo no Haiti: criado nos anos 1940, o material das garrafas PET não existia na natureza, e portanto não era digerido por nenhum micro-organismo

**300 anos**

é o tempo que uma garrafa PET comum leva para se decompor totalmente, depois de ser descartada no meio ambiente.

**96 horas**

é o tempo de decomposição com a nova enzima, e ela ainda resulta em subprodutos.

**1 milhão**

de garrafas PET por minuto é o que a Humanidade consome, segundo estimativa divulgada no ano passado pelo jornal britânico “Guardian”.

**7%**

das garrafas consumidas foram recicladas em 2016; a maior parte delas foi para aterros sanitários ou descartada no ambiente.

Com a ajuda de cientistas de modelação computacional da Universidade do Sul da Flórida, nos EUA, e da **Unicamp**, no Brasil, os cientistas descobriram que a PETase se parece com a cutinase — enzima produzida naturalmente por fungos de plantas —, mas com algumas características incomuns, incluindo uma abertura maior do sítio ativo (região onde as reações químicas acontecem), capaz de acomodar polímeros produzidos pelo homem em vez de polímeros naturais.

Essa diferença indicava que a PETase poderia ser uma evolução da cutinase ocorrida na usina de reciclagem japonesa, onde o PET era abundante. Para testar a hipótese, os pesquisadores provocaram uma mutação no sítio ativo da PETase, para torná-la mais parecida com a cutinase. Foi aí que o inesperado aconteceu: a PETase mutante, que deveria ser mais parecida com a cutinase, mostrou-se mais eficiente que a PETase natural na degradação do PET. Além disso, ela também se tornou capaz de degradar o polietileno furanodicarboxilato (PEF), apontado como o substituto do PET por ser produzido a partir de fontes renováveis.

— O que nós descobrimos é que a evolução da bactéria ainda não estava completa, havia espaço para melhorias. Ao longo dos anos, as bactérias capazes de se alimentar de plástico levaram vantagem e passaram essa característica de geração em geração, mas, como o PET surgiu na década de 1940,

a evolução é recente — explicou o professor Munir Salomão Skaf, do Instituto de Química da **Unicamp** e coautor da pesquisa. — Conseguimos fazer mutações nessa enzima para torná-la ainda mais eficiente. Em geral, isso é muito difícil, porque na natureza tudo está funcionando da melhor forma. Mas, como o processo evolutivo não está completo, o homem pode intervir e melhorar a natureza.

### REAPROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS

Descartada no ambiente, uma garrafa PET leva 300 anos para se decompor. Com a nova enzima, o processo leva apenas 96 horas e a decomposição resulta em subprodutos que podem ser aproveitados economicamente. O uso de enzimas na indústria é corriqueiro em diversos setores, seja na produção de biocombustíveis ou na fermentação do pão e da cerveja. Portanto, o processo industrial para reaproveitamento dos subprodutos do PET pode ser viável.

— A produção de enzimas é relativamente simples — disse Skaf. — E o PET não precisa de tratamento especial: é só tritura-lo, jogar num contêiner com as enzimas e esperar. O processo industrial não está pronto, mas nós sabemos o caminho.

Douglas Kell, professor de Ciência Bioanalítica na Universidade de Manchester, não envolvido na pesquisa, ressalta que plásticos derivados do petróleo, como o PET, são resistentes à degradação, e

seu acúmulo se transformou em um dos maiores problemas ambientais que enfrentamos. De acordo com estimativa divulgada no ano passado pelo jornal britânico “Guardian”, a humanidade consome um milhão de garrafas plásticas por minuto. Mas, em 2016, apenas metade delas foi coletada, e somente 7% foram recicladas em novas garrafas. A maior parte foi para aterros sanitários ou descartada no ambiente.

— O organismo que produz uma enzima capaz de degradar o PET foi descoberto em 2016, mas sua atividade é muito lenta — analisou Kell. — Nesse trabalho, uma estrutura em alta resolução foi obtida, e ela mostra duas mudanças racionais no design do sítio ativo da enzima que serviram para melhorar suas propriedades. É um avanço importante, e novas rodadas de evolução podem melhorar ainda mais a enzima.

Skaf, no entanto, ressalta que não se trata da solução definitiva para acabar com a poluição por plástico no planeta, mas sim de apenas uma das abordagens para lidar com o problema.

— O ponto mais importante é a diminuição da produção de plástico, o consumo consciente — analisou o pesquisador da **Unicamp**. — Problemas complexos não são resolvidos com apenas uma solução, mas com estratégias multifacetadas. A nossa enzima é uma das frentes que contribui para a remoção do plástico no ambiente e o seu reaproveitamento econômico. ●

DANIEL MARENCO/30-8-2017