

LIBERAL
AMAZON

Use a câmera do seu celular para acessar o conteúdo multimídia.



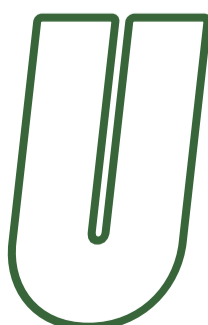
Cobertura
COP30
OLIBERAL



NATIVO DA AMAZÔNIA

FUNGO 'COMEDOR' DE PLÁSTICO É ARMA CONTRA POLUIÇÃO

CENÁRIO - Enfrentando períodos extremos de seca, os povos da floresta precisam, cada vez mais, de sistemas de captação e armazenamento do recurso



ÁDRIA AZEVEDO
Especial para
O Liberal

Um fungo encontrado na Amazônia, mais especificamente no Equador, é uma esperança no combate à poluição por plástico no mundo, considerada, atualmen-

te, a segunda maior ameaça ambiental ao planeta, atrás apenas da emergência climática. Denominado *Pestalotiopsis microspora*, o organismo é capaz de degradar um dos plásticos mais resistentes à decomposição, o poliuretano.

O fungo foi descoberto em 2011 por pesquisadores da universidade estadunidense de Yale, durante uma expedição no Parque Nacional de Yasuni, na floresta amazônica equatoriana. Os estudiosos, que procuravam justamente microrganismos com potencial biotecnológico, observaram que o

P. microspora, um fungo endófito, ou seja, que vive dentro de plantas, consegue "comer" plástico, seja em ambientes com ou sem oxigênio, chamados de aeróbios ou anaeróbios, respectivamente.

As habilidades únicas do fungo, de degradar o poliuretano e ainda em ambiente anaeróbio, tornam o *P. microspora* uma solução promissora para ser utilizada em aterros sanitários, cujas camadas mais profundas são ambientes sem oxigênio. Atualmente, 46% do plástico produzido no planeta vai parar em aterros, sem a devida reciclagem.

PATROCÍNIO



APOIO



NATIVE TO THE AMAZON

Plastic-eating fungus is a weapon against pollution

MICROORGANISM - Pestalotiopsis microspora is capable of decomposing polyurethane, one of the most resistant polymers, but the solution to the problem also

ÁDRIA AZEVEDO
Special for O Liberal. Translated by George Luis de Castro
Correia: Silvia Benchimol and Ewerton Branco (ET-Multi/UFGA)

A fungus found in the Amazon, more specifically in Ecuador, represents hope in the fight against plastic pollution worldwide, currently considered the second greatest environmental threat to the planet, second only to the climate emergency. Named *Pestalotiopsis microspora*, the organism is capable of degrading one of the most resistant plastics to decomposition, polyurethane.

The fungus was discovered in 2011 by researchers from both American Yale University during an expedition to Yasuní National Park in the Ecuadorian Amazon rainforest. The researchers, who were looking for microorganisms with biotechnological potential, observed that *P. microspora*, an endophytic fungus, i.e., one that lives inside plants, can “eat” plastic, whether in environments with or without oxygen, called aerobic or anaerobic, respectively.

The unique potentials to degrade polyurethane, even in anaerobic environments, makes *P. microspora* a promising solution for the use in landfills, whose deepest layers consist in environments without oxygen. Currently, 46% of the plastic produced on the planet ends up in landfills without being properly recycled.

DEGRADATION

It is already known that plastics take hundreds of years to degrade. Naturally, the breaking down of its constituent molecular chains is extremely slow, leaving these residues persistently in the environment. Polyurethane, which is used to make things ranging from foams for mattresses and cleaning sponges to shoe soles, is one of the most resistant materials to natural degradation. Without the intervention of expensive industrial methods or incineration, it can remain in landfills and dumps for centuries.

The discovery of an organism that helps in this process is encouraging. For pharmacist Thalita Calixto, who carried out a bibliographical study on the action of *P. microspora* at the Federal University of Ouro Preto, in Minas Gerais, nature has so much to offer in solving humanity's problems.

“We constantly have this proof. One example is biodegradation studies. Fungi and bacteria have enormous potential, already proven, to degrade certain types of plastic present in our daily lives, whether in plastic bags, PET bottles, synthetic fibers, paints, resins, among others. Developing biodegradation studies with these already known microorganisms, or making new discoveries, can significantly reduce the impact caused by plastic polymers discarded in the environment,” says the researcher.

For Thalita, the advantage of the *P. microspora*, in addition to the degradation of polyurethane, even in anaerobic environments, is the production of bioactives used by the pharmaceutical industry, such as taxol, a substance used in the treatment of some types of cancer.

Biologist Ulisses Albino, a professor at the Federal University of Southern and Southeastern Pará (Unifesspa), points out that, in addition to the Ecuadorian Amazonian fungus, there are several others capable of digesting plastics. “A 2023 study provides a table with several examples of fungi with this property,” he says.



FOTO MICHAEL DANTAS / AFP

em aterros e lixões.

A descoberta de um organismo que ajude nesse processo é animadora. Para a farmacêutica Thalita Calixto, que realizou uma pesquisa bibliográfica sobre a ação do *P. microspora* na Universidade Federal de Ouro Preto, em Minas Gerais, a natureza tem muito a oferecer na resolução dos problemas da humanidade.

“A gente tem a prova disso constantemente. Um exemplo são os estudos de biodegradação. Fungos e bactérias apresentam um enorme potencial, já comprovado, de degradar certos tipos de plástico presentes no nosso cotidiano, seja nas sacolinhas, seja nas garrafas PET, fibras sintéticas, tintas, resinas, entre outros. Desenvolver estudos de biodegradação com esses microrganismos já conhecidos, ou

fazer novas descobertas, pode reduzir de maneira expressiva o impacto causado pelos polímeros plásticos descartados no meio ambiente”, afirma a pesquisadora.

Para Thalita, o diferencial do *P. microspora*, além da degradação do poliuretano, inclusive em ambiente anaeróbico, é a produção de bioativos usados pela indústria farmacêutica, como o taxol, uma substância usada no tratamento de alguns tipos de câncer.

O biólogo Ulisses Albino, professor da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), lembra que, além do fungo amazônico equatoriano, há diversos outros capazes de digerir plásticos. “Um estudo de 2023 traz uma tabela com vários exemplos de fungos com essa propriedade”, afirma.

DEGRADAÇÃO

Já se sabe que os plásticos demoram centenas de anos para se degradar. De forma natural, a quebra das cadeias moleculares que o constituem ocorre de forma extremamente lenta, deixando esses resíduos de forma persistente no meio ambiente. O poliuretano, que compõe de espumas de colchões e esponjas de limpeza a solados de sapato, é um dos mais resistentes à degradação natural. Sem intervenção de métodos industriais caros ou por incineração, podem permanecer por séculos

A descoberta de um organismo que ajude nesse processo é animadora. Para a farmacêutica Thalita Calixto, que realizou uma pesquisa bibliográfica sobre a ação do *P. microspora* na Universidade Federal de Ouro Preto, em Minas Gerais, a natureza tem muito a oferecer na resolução dos problemas da humanidade.

The discovery of an organism that helps in this process is encouraging. For pharmacist Thalita Calixto, who carried out a bibliographical study on the action of *P. microspora* at the Federal University of Ouro Preto, in Minas Gerais, nature has so much to offer in solving humanity's problems.

MECANISMO SE DESENVOLVEU PARA SOBREVIVÊNCIA

De acordo com Thalita Calixto, o mecanismo de ação do *P. microspora* consiste na secreção de enzimas que são capazes de romper a estrutura molecular do polímero plástico. “Aí, essas ligações, que eram grandes, se transformam em pequenas moléculas menores, que servem de alimento para o próprio microrganismo, ou mesmo em moléculas que sejam menos nocivas ao meio ambiente”, explica a pesquisadora.

Segundo Ulisses Albino, o grande sucesso dos polímeros de carbono derivados do petróleo, ou seja, os plásticos, tem a ver com o fato de eles não terem “pontas” reativas, onde microrganismos ou reagentes químicos possam se acoplar para fazerem as reações que levam às quebras das cadeias. “Por isso as sacolas plásticas substituíram as embalagens de papel, porque não se estragam mesmo que molhem, são mais resistentes a peso,

entre outras características. E, como são materiais que estão há menos tempo na natureza, cerca de cem anos, os fungos ainda não se adaptaram o suficiente para fazer essas quebras com enzimas e ácidos, embora alguns já tenham encontrado pontos fracos, como o *P. microspora*”, comenta.

“Mas os microrganismos são muito espertos em termos de utilizar bem a energia disponível. Provavelmente, as enzimas do *P. microspora*, já adaptadas aos compostos de cadeia longa das plantas hospedeiras, foram ativadas como recurso de sobrevivência e quebraram os plásticos em frações absorvíveis pelas células. Então, no interior das células, foram utilizadas para gerar energia. Pelo que já li, ele é um fungo com muitas ‘cartas na manga’ em seu genoma. Já foram publicados trabalhos mostrando que eles produzem, também, substâncias antimicrobianas e anticâncer”, relata Albino.

Plástico está no centro de crise global

Todos os anos, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a humanidade produz cerca de 460 milhões de toneladas de plástico. Além de quase metade ir para aterros, há o volume que vai parar em rios e oceanos, ou mesmo em águas subterrâneas, prejudicando fauna, flora e mesmo a saúde humana. Cerca de 85% dos resíduos presentes nos corpos hídricos são de plásticos. Já são mais de 80 milhões de toneladas acumuladas nos mares. Só o Brasil despeja, anualmente, 1,3 milhão de toneladas de resíduos do tipo nos oceanos.

O problema é considerado uma crise urgente, que tenta ser enfrentada com iniciativas como o Tratado Global contra a Poluição Plástica, do Comitê Intergovernamental de Negociação, um fórum da ONU criado para discutir a situação. Porém, a última rodada de negociações, realizada em agosto, terminou sem consensos, por conta da pressão de países produtores de petróleo, material que compõe o plástico.

Na Amazônia, a estimativa é que sejam lançados em seus rios, por ano, cerca de 182 mil toneladas de plástico. De acordo com o biólogo José Eduardo Martinelli Filho, professor da Universidade Federal do Pará (UFPA) e coordenador de um grupo de pesquisa que estuda a poluição por plásticos e microplásticos na Amazônia, diferentes especialistas classificam a bacia hidrográfica amazônica entre o segundo e o sétimo lugar dentre as mais poluídas por plástico no mundo.

“Conforme as cidades na

Amazônia vão crescendo e o uso de plástico vai aumentando, esse descarte irregular leva a uma ampla distribuição de plásticos e microplásticos na região, até mesmo distante das cidades, porque esses materiais são carregados pelos rios, pela água da chuva, dispersados por humanos e animais. Há partículas de plástico nas áreas mais remotas”, alerta Martinelli Filho.

RISCOS

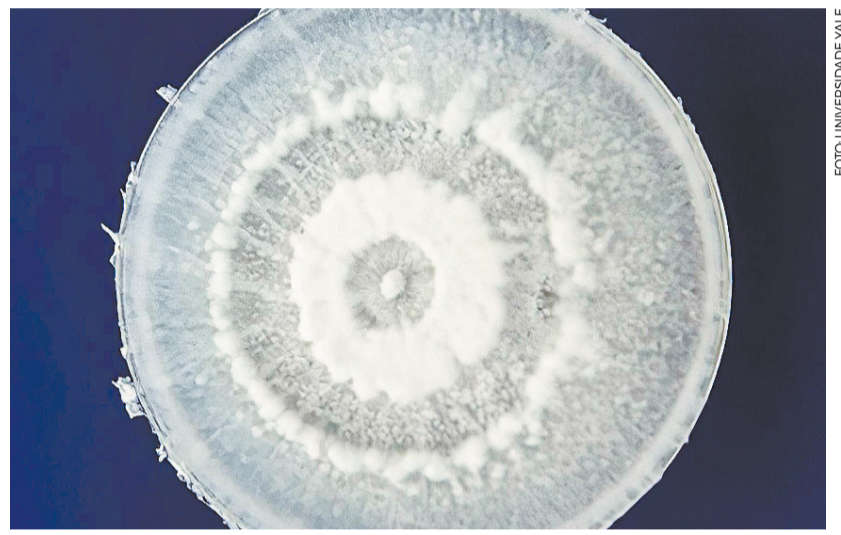
De acordo com o professor, existem plásticos que não são tóxicos, mas existem aqueles que, em seu processo de fabricação, levam aditivos químicos potencialmente tóxicos, como retardantes de chamas ou corantes. “É o exemplo das redes de pesca feitas de nylon. O nylon em si não é tóxico, mas a tinta azul que se adiciona na rede de pesca é potencialmente cancerígena”, diz o pesquisador.

Em dos estudos realizados pelo grupo de pesquisa coordenado por Martinelli Filho, descobriu-se que o pássaro japu tem usado detritos plásticos, como pedaços de redes de pesca, para fazer seus ninhos. “Geralmente, essa ave usa fibras naturais presentes no ambiente para isso, mas percebemos que ela passou a selecionar ativamente fios de pesca para construir os ninhos, que ficam azuis, porque geralmente esse nylon é azul. Já são cerca de 66% dos ninhos com alguma composição de plástico, seja misturada a fibras naturais ou não. A preocupação é que essa tinta azul tóxica possa ter efeito sobre os ovos e sobre os filhotes”, indica.



Segundo o biólogo José Eduardo Martinelli Filho, diferentes especialistas classificam a bacia hidrográfica amazônica entre o segundo e o sétimo lugar dentre as mais poluídas por plástico no mundo. Ao lado, o *Pestalotiopsis microspora*.

According to biologist José Eduardo Martinelli Filho, various experts rank the Amazon basin between second and seventh among the most plastic-polluted in the world. Next to it, *Pestalotiopsis microspora*.



The mechanism developed as a means of survival

According to Thalita Calixto, the mechanism of action of *P. microspora* consists of secreting enzymes that are capable of breaking down the molecular structure of plastic polymers. “Then, these bonds, which were large, are transformed into smaller molecules that serve as food for the microorganism itself, or even into molecules that are less harmful to the environment,” explains the researcher.

According to Ulisses Albino, the great success of carbon polymers derived from petroleum, i.e., plastics, has to do with the fact that they do not have reac-

tive “ends” where microorganisms or chemical reagents can attach themselves to cause reactions that lead to chain breaks.

“That’s why plastic bags have replaced paper packaging, because they don’t get damaged even if they get wet, they are more resistant to weight, among other characteristics. And, as these materials have been around for less time in nature, about one hundred years, fungi have not yet adapted enough to break them down with enzymes and acids, although some have already found weak points, such as *P. microspora*,” he comments.

“But microorganisms are very smart in terms of making good use of available energy. Probably, the enzymes of *P. microspora*, already adapted to the long-chain compounds of host plants, were activated as a survival resource and broke down the plastics into fractions that could be absorbed by the cells. Then, inside the cells, they were used to generate energy. From what I have read, it is a fungus with many ‘tricks up its sleeve’ in its genome. Studies have already been published showing that they also produce antimicrobial and anticancer substances,” reports Albino.

Plastic is at the heart of a global crisis

Every year, according to the United Nations (UN), humanity produces around 460 million tons of plastic. In addition to almost half going to landfills, there is the volume that ends up in rivers and oceans, or even in groundwater, harming fauna, flora, and even human health. About 85% of the waste found in water bodies is plastic. More than 80 million tons have already accumulated in the seas. Brazil alone dumps 1.3 million tons of this type of waste into the oceans every year.

The problem is regarded as an urgent crisis, which is being addressed through initiatives such as the Global Treaty on Plastic Pollution, from the Intergovernmental Negotiating Committee, a UN forum created to discuss the situation. However, the last round of negotiations, held in August, ended without consensus, due to pressure from oil-producing countries, a material that makes up plastic.

In the Amazon, it is estima-

ted that around 182,000 tons of plastic are dumped into its rivers each year. According to biologist José Eduardo Martinelli Filho, professor at the Federal University of Pará (UFPA) and coordinator of a research group that studies the pollution caused by plastics and microplastics in the Amazon, different experts rank the Amazon River basin between second and seventh place among the most polluted by plastic in the world.

“As cities in the Amazon grow and the use of plastic increases, this irregular disposal leads to a wide distribution of plastics and microplastics in the region, even far from cities, because these materials are carried by rivers, rainwater, and dispersed by humans and animals. There are plastic particles in the most remote areas,” warns Martinelli Filho.

RISKS

According to the Professor, there are non-toxic plastics,

but there are others that, in their manufacturing process, take potentially toxic chemical additives, such as flame retardants or dyes. “For example, fishing nets made of nylon. Nylon itself is not toxic, but the blue dye added to fishing nets is potentially carcinogenic,” says the researcher.

In one of the studies conducted by the research group coordinated by Martinelli Filho, it was discovered that the japu bird has been using plastic debris, such as pieces of fishing nets, to build its nests. “Generally, this bird uses natural fibers found in the environment for this purpose, but we noticed that it began to actively select fishing lines to build its nests, which turn blue because this nylon is usually blue. About 66% of the nests now contain some plastic, whether mixed with natural fibers or not. The concern is that this toxic blue dye may have an effect on the eggs and chicks,” he says.



“Há plásticos em diferentes escalas de tamanho, como os microplásticos e os nanoplásticos. Quanto menor a partícula, mais fácil de ela ser assimilada pela cadeia alimentar, inclusive por nós, humanos”, alerta Martinelli Filho

“There are plastics in different size ranges, such as microplastics and nanoplastics. The smaller the particle, the easier it is for it to be assimilated into the food chain, even by us humans” warns Martinelli Filho.

MICROPLÁSTICOS ESTÃO NA CADEIA ALIMENTAR

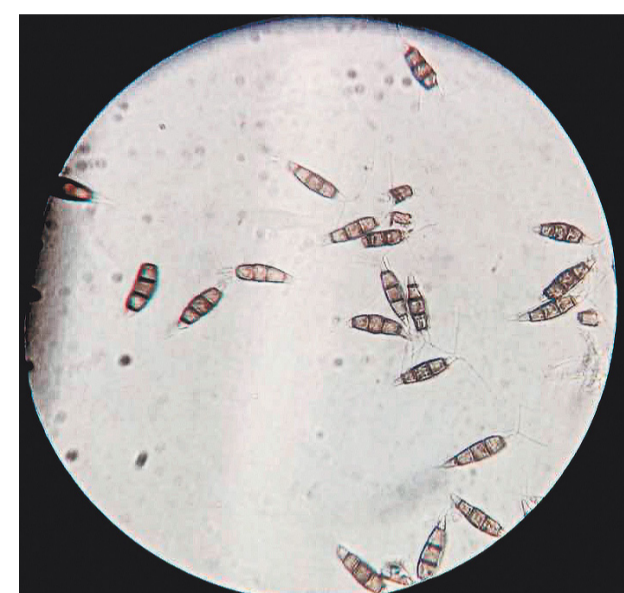
Com o tempo, os objetos de plástico descartados no meio ambiente vão se fragmentando, formando pedaços cada vez menores. São os chamados microplásticos, partículas inferiores a cinco milímetros. Estudos no mundo todo demonstram a onipresença dos microplásticos, primeiramente identificados dentro de seres aquáticos e outros animais, mas já conhecida e presentes no corpo humano, seja por ingestão ou inalação. Em humanos, essas partículas já foram encontradas não só no trato digestivo, mas também nos pulmões e até no sangue. Os possíveis danos à saúde ainda não são completamente conhecidos, mas preocupantes.

“Há plásticos em diferentes escalas de tamanho, como os microplásticos e os nanoplásticos. Quanto menor a partícula, mais fácil de ela ser assimilada pela cadeia alimentar, inclusive por nós, humanos. Há o problema de alguns plásticos ou seus componentes serem tóxicos. Além disso, quando o microplástico fica muito tempo no ambiente, acaba servindo de ‘casa’ para a instalação de bactérias, que podem ser causadoras de doenças tanto para animais quanto para humanos”, alerta Martinelli Filho. “Estudos já comprovaram

que a presença de microplásticos causa problemas no sistema endócrino de camundongos. A produção de hormônios é afetada. Como isso foi demonstrado em mamíferos, possivelmente teria esse efeito em humanos também”, pontua o pesquisador.

SOLUÇÕES

Martinelli Filho vê grande potencial nos fungos que podem degradar plástico, como o *P. microspora*. “A gente pode cultivar esses fungos, isolar essas enzimas e produzir essa substância para atacar as partículas de plástico e auxiliar na redução desses materiais no meio ambiente. Mas as soluções começam pela gestão ambiental, que é um problema especialmente na Amazônia, onde não há coleta, tratamento e destinação adequada dos resíduos sólidos. É preciso de eficiência à gestão desses resíduos e também repensar o consumo, que igualmente passa por políticas públicas, como por exemplo a proibição de sacolas plásticas. É preciso que nós, como cidadãos, tenhamos consciência de usar sacolas de pano, por exemplo. Assim, a gente consegue reduzir o uso de plástico, principalmente daqueles de uso único, que se usa uma vez e joga fora, para que fique décadas ou séculos no ambiente”, afirma o professor.



“Ele é um fungo com muitas ‘cartas na manga’ em seu genoma”, diz o biólogo Ulisses Albino, professor da Unifesspa

“It is a fungus with many ‘tricks up its sleeve’ in its genome,” says biologist Ulisses Albino, professor at Unifesspa



Microplastics are in the food chain

Over time, plastic objects discarded in the environment gradually break down into smaller and smaller pieces. These are called microplastics, particles smaller than five millimeters. Studies around the world demonstrate the omnipresence of microplastics, first identified inside aquatic organisms and other animals, but now known to be present in the human body, either through ingestion or inhalation. In humans, these particles have been found not only in the digestive tract, but also in the lungs and even in the blood. The possible health risks are not yet fully known, but they are concerning.

“There are plastics in different size ranges, such as microplastics and nanoplastics. The smaller the particle, the easier it is for it to be assimilated into the food chain,

even by us humans. The fact that some plastics or their components are toxic represent a problem. In addition, when microplastics remain in the environment for a long time, they end up serving as a ‘home’ for bacteria, which can cause diseases in both animals and humans,” warns Martinelli Filho.

“Studies have already proven that the presence of microplastics causes problems in the endocrine system of mice. Hormone production is affected. As this has been demonstrated in mammals, it could possibly have this effect in humans as well,” points out the researcher.

SOLUTIONS

Martinelli Filho sees great potential in fungi that can degrade plastic,

such as *P. microspora*. “We can cultivate these fungi, isolate these enzymes, and produce this substance to attack plastic particles and help reduce these materials in the environment. But solutions start with environmental management, which is a problem especially in the Amazon, where there is no adequate collection, treatment, and disposal of solid waste. It is necessary to manage this waste efficiently and rethink consumption, which also involves public policies, such as banning plastic bags. We, as citizens, need to be aware of using cloth bags, for example.

This way, we can reduce the use of plastic, especially single-use plastic, which is used once and then thrown away, only to remain in the environment for decades or centuries,” affirms the professor.



PARCERIA INSTITUCIONAL

A produção do Liberal Amazon é uma das iniciativas do Acordo de Cooperação Técnica entre o Grupo Liberal e a Universidade Federal do Pará. As reportagens que envolvem pesquisas e estudos da UFPA são revisadas por profissionais da academia. A tradução do conteúdo é também realizada pelo acordo, através do projeto de pesquisa ET-Multi: Estudos da Tradução: multifaces e multisemioses.

INSTITUTIONAL PARTNERSHIP

The production of Liberal Amazon is one of the initiatives of the Technical Cooperation Agreement between the Liberal Group and the Federal University of Pará. The articles involving research from UFPA are revised by professionals from the academy. The translation of the content is also provided by the agreement, through the research project ET-Multi: Translation Studies: multi-faces and multisemiotics.