

*O texto a seguir é uma publicação da revista bilíngue Uniso Ciência, da Universidade de Sorocaba, para fins de divulgação científica.*

*The following story is part of the bilingual magazine Science @ Uniso, published by the University of Sorocaba, for the purpose of scientific outreach.*

*Acesse aqui a edição completa/  
Follow the link to access  
the full magazine:*



**Fungo selecionado na Uniso tem potencial para remediar**

# CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR MICROPLÁSTICOS

**Fungus selected at Uniso has the potential to help solve**

# ENVIRONMENTAL CONTAMINATION BY MICROPLASTICS

**Por/By: Guilherme Profeta**

Contaminação ambiental por máscaras cirúrgicas e, mais precisamente, pelos fragmentos de plástico de que elas são feitas configuram uma grave consequência da pandemia

One of the serious consequences of the pandemic is the environmental contamination by surgical masks and the plastic fragments they release over time

Talvez você ainda não tivesse o hábito de fazer uso de máscaras ou outros equipamentos de proteção facial antes da pandemia de Covid-19, já que a prática não era amplamente difundida em todas as culturas do planeta. Certamente isso mudou em 2020. Contudo, você provavelmente não seria capaz de responder com precisão, caso alguém lhe perguntasse, quantas máscaras cirúrgicas você utilizou — e conseqüentemente descartou — ao longo dos últimos anos. “Muitas!” seria a resposta da maioria das pessoas. Pois saiba que, de modo a avaliar o impacto ambiental desses descartes, existem pesquisadores buscando um pouco mais de exatidão: **UM ESTUDO** de 2021, por exemplo, estimou que, desde que entraram em vigor as medidas de proteção contra a Covid-19 (inclusive o uso de equipamentos pessoais de proteção), cerca de 3,4 bilhões de máscaras e *face shields* foram descartados diariamente em todo o mundo, portanto totalizando algo em torno de 1,2 trilhões de unidades somente durante o primeiro ano de pandemia. A Ásia, naturalmente, foi a região que liderou a quantidade de descartes diários, com quase 1,9 bilhões de máscaras por dia; a América do Sul, por sua vez, com pouco mais de 380 milhões de máscaras/dia, ficou em quarto lugar. Mas vale lembrar que, a exemplo de outros tipos de poluição, e independentemente da origem do material descartado, o problema é global e, como tal, deve ser tratado de forma sistêmica.

Siga o link para acessar o artigo “*COVID pollution: impact of COVID-19 pandemic on global plastic waste footprint*” (em inglês), publicado em fevereiro de 2021 pelos pesquisadores Nsikak U. Benson, David E. Bassey e Thavamani Palanisami (externos à Uniso), no periódico internacional *Heliyon*:

Follow the link to access the paper “*COVID pollution: impact of COVID-19 pandemic on global plastic waste footprint*,” published in February 2021, as part of the international journal *Heliyon*, by researchers Nsikak U. Benson, David E. Bassey, and Thavamani Palanisami (external to Uniso):



O problema da contaminação por máscaras cirúrgicas vai muito além das máscaras em si, a exemplo do que acontece com outros produtos que levam plástico em suas composições. Isso

Maybe you were not used to wearing masks or other face protection equipment before the Covid-19 pandemic, as the practice was not widespread in all cultures on the planet. This certainly changed in 2020. However, you probably would not be able to accurately answer if someone asked you how many surgical masks you used—and consequently threw away—over the last few years. “Many!” would be most people’s response. However, in order to properly assess the environmental impact of all this waste, there are researchers seeking more accuracy: **A STUDY** from 2021, for example, estimated that, since the protective measures against Covid-19 (including the use of personal protective equipment) were enforced, around 3.4 billion masks and face shields were discarded daily worldwide, therefore totaling something around 1.2 trillion units during the first year of the pandemic. Asia was the region that led the amount of masks discarded per day, reaching almost 1.9 billion; South America, on the other hand, totaling around 380 million masks per day, ranked fourth. It is worth remembering though, that just like other kinds of pollution, and regardless of the origin of the waste, the issue affects the world as a whole, and, as such, should be addressed in a systemic way.

The problem of contamination from surgical masks goes far beyond the masks themselves, as is the case with other products that also contain plastic. This is because plastic, over time, generates



Foto/Photo: tampatra (Adobe Stock)

Somente na Ásia, quase 1,9 bilhões de máscaras cirúrgicas foram descartadas todos os dias durante a pandemia de Covid-19; a somatória global no primeiro ano chegou a 1,2 trilhões de unidades em todo o mundo

In Asia alone, nearly 1.9 billion surgical masks were discarded every day during the Covid-19 pandemic; the global sum in the first year reached 1.2 trillion units worldwide

porque o plástico, ao longo do tempo, gera microplásticos, ou, em outras palavras, pequenos pedacinhos de plástico de até 5 mm — que podem ter sido produzidos nessas dimensões desde o começo (como esferas usadas como ingredientes de cosméticos esfoliantes, por exemplo), ou resultar da fragmentação de pedaços maiores descartados no ambiente. Esses contaminantes vêm sendo identificados em diversos ecossistemas, especialmente nos oceanos, inclusive encontrando caminhos para dentro das cadeias tróficas. Isso significa que os microplásticos estão sendo

microplastics, or, in other words, tiny pieces of plastic of up to 5 mm—which may have been produced in these dimensions from the very beginning (such as the spheres used as ingredients in exfoliating cosmetics, for example), or result from the fragmentation of larger pieces discarded in the environment. These contaminants have been identified in several ecosystems, especially in oceans, where they find their way up into food chains. This means that microplastics are being consumed by animals that serve as food for other



Foto/Photo: Pcess609 (Adobe Stock)

Microplásticos vêm sendo identificados em diversos ecossistemas, acumulando-se nos organismos de animais marinhos e passando aos níveis superiores da cadeia alimentar, até chegar à sua mesa de jantar

Microplastics have been identified in many ecosystems, which is worrisome due to the fact they tend to accumulate in the organisms of marine animals, moving up the food chain all the way to your dinner table

consumidos por seres que servem de alimento para outros seres vivos, acumulando-se em seus organismos e muitas vezes comprometendo suas funções, até chegar ao topo da cadeia (inclusive ao homem). Vale a pena lembrar disso na próxima ocasião em que você estiver saboreando um peixe.

Daí decorre a importância não só de reduzir tanto quanto possível o consumo de plástico em geral — não especificamente das máscaras cirúrgicas, já que, no caso da pandemia, a prática foi inevitável —, mas também de desenvolver novas maneiras de degradar os microplásticos que estão em vias de contaminar o meio ambiente, de preferência antes que eles atinjam os oceanos. Foi esse o objetivo da pesquisa de mestrado de Nathália Roberta Cardoso Mendes Castanho, cuja dissertação foi defendida em 2022, sob a orientação das professoras doutoras Denise Grotto e Angela Faustino Jozala, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso).

animals, thus accumulating in their bodies, and often compromising their functions, until they reach the top of the chain (including humans). Maybe you should remember that next time you are having fish for dinner.

Hence the importance of not only reducing the consumption of plastic as much as possible—not specifically the consumption of surgical masks, of course, since that habit was inevitable when the pandemic began—, but also of developing new ways to degrade the microplastics that are already in the process of contaminating the environment, preferably before they reach the oceans. This was the goal of a Master’s thesis defended by Nathália Roberta Cardoso Mendes Castanho, in 2022, advised by professors Denise Grotto, and Angela Faustino Jozala, at Uniso’s graduate program in Pharmaceutical Sciences.

O time propôs um sistema de **BIORREMEDIAÇÃO** baseado em fungos, para ser aplicado em águas contaminadas por microplásticos — uma vez que os sistemas tradicionais de tratamento de água e esgoto não estão equipados para remover eficientemente esse tipo de contaminante. Na prática, Castanho coletou e identificou fungos cujas enzimas têm potencial para degradar quimicamente os polímeros dos quais os plásticos são feitos, para então aplicá-los a amostras de água contendo fragmentos de máscaras cirúrgicas, já que esse tipo específico de poluição se tornou especialmente preocupante durante e após a pandemia de Covid-19.

Their team proposed a fungus-based **BIOREMEDIATION** system to be applied to water contaminated by microplastics—since traditional water and sewage treatment systems are not equipped to efficiently remove this type of contaminant. In practice, Castanho collected and identified fungi whose enzymes have the potential to chemically degrade the polymers from which plastics are made, then applying them to water samples containing fragments of surgical masks, as this specific type of pollution has become a cause for concern during and after the Covid-19 pandemic.

#### PARA SABER MAIS: BIORREMEDIAÇÃO

A pesquisadora explica que processos de biorremediação são aqueles que fazem uso de organismos vivos, ou de substâncias resultantes de seus metabolismos, para degradar certos compostos tóxicos, consumindo-os em sua totalidade ou contribuindo quimicamente para que eles sejam transformados em outras substâncias, menos tóxicas ou inertes. Trata-se de um processo que vem sendo bastante recomendado pelos pesquisadores para o tratamento de diversos tipos de ambientes contaminados: plantas industriais, solos e águas superficiais.

#### TO KNOW BETTER: BIOREMEDIATION

The researcher explains that bioremediation processes are those that make use of living organisms, or substances resulting from their metabolism, in order to degrade certain toxic compounds, either by fully consuming them or contributing for a chemical transformation into other substances, usually less toxic or inert. It is a process that has been highly recommended by researchers for the treatment of different types of contaminated environments: industrial plants, soils, and surface waters.



Você pode ler mais sobre biorremediação na reportagem “Bactérias podem ser utilizadas para limpar áreas contaminadas por hidrocarbonetos de petróleo”, publicada na edição de número 5 (jun./2020) da revista Uniso Ciência.

You can read more about bioremediation in the story “Bacteria can be used to clean up areas contaminated by petroleum hydrocarbons,” published as part of issue #5 (June/2020) of the Science @ Uniso magazine.



## OPOTENCIALDEBIORREMEDIAÇÃO DOS FUNGOS

De toda a biodiversidade de fungos existentes no mundo, o Brasil é lar de 14% das espécies conhecidas. Porém, considerando-se a extensão territorial e a diversidade dos biomas presentes em território brasileiro, esse valor é considerado bastante baixo, o que significa que ainda existem muitas espécies não documentadas por aí, em cujos metabolismos podem residir soluções para diversos tipos de contaminantes quando o assunto é biorremediação.

Os fungos fazem parte de um reino separado dos animais e das plantas, compreendendo tanto bolores e leveduras quanto aqueles popularmente conhecidos como cogumelos. Independentemente da aparência, todos os fungos são heterótrofos, o que significa que eles não são capazes de produzir o próprio alimento (como as plantas fazem); em vez disso, eles obtêm sua energia a partir da decomposição do substrato em que estão localizados, geralmente matéria orgânica em decomposição. Para esse processo de decomposição, os fungos se valem de complexos processos enzimáticos. O que as pesquisadoras buscaram identificar foi se essas enzimas podem degradar o plástico de que são feitas as máscaras cirúrgicas.

Para isso, Castanho coletou amostras de 13 gêneros diferentes de fungos macroscópicos, todos disponíveis na área verde ao redor do Núcleo de Estudos Ambientais (Neas) da Uniso, numa zona de transição entre dois biomas brasileiros: a Mata Atlântica e o Cerrado. A coleta aconteceu em agosto de 2020 e o material, depois de devidamente processado, foi acondicionado no Laboratório de Microbiologia Industrial e Processos Fermentativos (Laminfe) da Uniso, dando início a uma micoteca (como são chamadas as coleções de fungos) que deverá ser expandida e continuar disponível para futuros estudos desenvolvidos na Universidade.

Depois de avaliar a produção enzimática de cada fungo coletado, as pesquisadoras selecionaram as espécies mais promissoras, para, então, testá-las em água acrescida de fragmentos de máscaras cirúrgicas. Nesses testes, os fungos não tinham nenhuma outra fonte de nutrientes a não ser o próprio plástico de que as máscaras são constituídas. Amostras foram coletadas no

## THE BIOREMEDIATION POTENTIAL OF FUNGI

Out of all the biodiversity of fungi that exists in the world, Brazil is home to 14% of the known species. However, considering the territorial extension and diversity of biomes in Brazilian territory, this number is considered quite low, which means there are many undocumented species to be found out there. In their metabolisms may reside solutions for different types of contaminants when it comes to bioremediation.

Fungi belong in a specific kingdom apart from animals and plants, which comprises both molds and yeasts, as well as those popularly known as mushrooms. Regardless of appearance, all fungi are heterotrophs, which means they are not able to produce their own food (as plants do); instead, they take their energy from the decomposition of substrate, usually decaying organic matter. For this decomposition, fungi use complex enzymatic processes. What the researchers sought to identify was whether these enzymes can degrade the plastic used in the making of surgical masks.

To do so, Castanho collected samples of 13 different genera of macroscopic fungi, all available in the woods around Uniso’s Center for Environmental Studies (Neas, in the Portuguese acronym), located in a transition zone between two biomes: the Atlantic Forest, and the Brazilian tropical savanna, known as Cerrado. The collection process took place in August 2020, and the resulting material, after being properly processed, was stored at Uniso’s Laboratory of Industrial Microbiology and Fermentation Processes (Laminfe), thus starting a fungal collection that will be expanded and should remain available for upcoming research developed at the university.

After evaluating the enzymatic production of each fungus, the researchers selected the most promising species, then proceeding to test them in samples of water containing fragments of surgical masks. During these tests, the fungi had no other source of nutrients other than the plastic used in the production of the masks. Samples were collected

primeiro dia de experimento e, depois, a cada semana, até o limite de 28 dias.

As pesquisadoras concluíram que diferentes espécies de fungo produzem diferentes tipos de enzimas e, conseqüentemente, resultam em diferentes efeitos sobre os fragmentos plásticos. Daqueles estudados, o mais promissor foi um fungo do gênero *Chaetomium*, que se mostrou capaz de desintegrar as fibras da máscara cirúrgica, e talvez tivesse até mesmo chegado a rompê-las totalmente, caso o experimento tivesse continuado por mais tempo.

Castanho conta que, em estudos desenvolvidos por outros pesquisadores, fragmentos plásticos análogos àqueles que ela utilizou foram testados quanto ao seu potencial de degradação em diversos tipos de ambientes (secos ou em água marinha, expostos à luz ou acondicionados no escuro). Contudo, sem o acréscimo de outros organismos para ajudar no processo, as máscaras não apresentaram altos níveis de deterioração mesmo após 36 meses. “Por outro lado”, ela destaca, “a nossa pesquisa mostra uma deterioração significativa em apenas 28 dias, sugerindo que a presença de micro-organismos aumenta a taxa de degradação das máscaras descartáveis à base de plástico.”

O desafio, naturalmente, é encontrar organismos que apresentem as propriedades certas. Nesse sentido, o *Chaetomium sp.* é certamente um candidato promissor, mas ainda são necessários estudos mais conclusivos até que seja possível utilizá-lo para remediar grandes quantidades de água contaminada. O importante, por ora — e esse é um aspecto que a pesquisa de Castanho reforça —, é manter micotecas universitárias ativas, de modo a garantir a continuidade de pesquisas como a dela. O caminho ainda é longo e, até lá, faz-se imperativo promover o consumo consciente, reduzindo o descarte de plásticos no ambiente.

on the first day of the experiment, and then every week, up to a limit of 28 days.

The researchers concluded that different species of fungus produce different types of enzymes and, consequently, result in different effects on the plastic fragments. Out of those that were included in the study, the most promising one was a fungus of the genus *Chaetomium*, which proved capable of disintegrating the fibers of the surgical mask, and perhaps would even break them completely if the experiment had continued for longer.

Castanho explains that, in studies carried out by other researchers, plastic fragments similar to those she used were tested for their degradation potential in different types of environments (dry or immersed in seawater, exposed to light or stored in the dark). However, without the addition of other organisms to help with the process, the masks did not show high levels of deterioration even after 36 months. “On the other hand,” she points out, “our research shows significant deterioration in just 28 days, suggesting that the presence of microorganisms increases the rate of degradation of disposable plastic-based masks.”

The challenge is finding organisms that have the right properties. In this sense, *Chaetomium sp.* is certainly a promising candidate, but more conclusive studies are still required until it is possible to use it for the remediation of large amounts of contaminated water. The important thing at this point—and this is an aspect that Castanho’s research reinforces—is to keep active fungal collections, in order to guarantee the continuity of researches like hers. There is still a long way to go, and, until then, it is imperative to promote conscious consumption, thus reducing the disposal of plastic waste in the environment.

---

Com base na dissertação “Isolamento, identificação e aplicação de fungos como micorremediadores de poluentes emergentes: microplásticos”, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso), com orientação da professora doutora Denise Grotto e coorientação da professora doutora Angela Faustino Jozala, aprovada em 23 de agosto de 2022.

O trabalho completo contém artigos científicos ainda não publicados. A divulgação pública se dará somente após a publicação dos resultados. The research will be made publicly available after results are published as scientific papers.