



*O texto a seguir é uma publicação da revista bilingue 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:*



**Cogumelos têm potencial para a**

# **REMOÇÃO DE FÁRMACOS DA ÁGUA DE ESGOTO**

**Mushrooms can be used to**

# **REMOVE PHARMACEUTICALS FROM SEWAGE WATER**

**Por/By: Guilherme Profeta**

**Foto/Photo: Paulo Ribeiro**

A pesquisadora Josilene de Jesus Menk opera um agitador no Lapetox, na Uniso, numa das etapas do processamento de suas amostras de cogumelos

Researcher Josilene de Jesus Menk operates an agitator at Lapetox, a lab at Uniso, during the processing of her mushroom samples

Muitos produtos farmacêuticos passam pelo corpo humano ou animal sem ser metabolizados, sendo excretados, geralmente pelas fezes ou pela urina, sem qualquer tipo de biotransformação. Pode parecer um problema irrelevante, mas não é, especialmente quando se considera que até 90% de alguns fármacos retornam ao meio ambiente incólumes, dependendo do seu nível de biodegradabilidade, podendo causar uma série de problemas ambientais. Isso vem acontecendo pelo menos desde a década de 1970, quando as primeiras documentações aconteceram nos Estados Unidos.

O  $17\alpha$ -etinilestradiol, por exemplo, é um hormônio utilizado em contraceptivos orais, na reposição do estrogênio e na suspensão da amamentação. Pode ser encontrado com frequência, ainda que em baixa concentração, em águas superficiais e residuais (aquelas que contêm resíduos industriais e/ou domésticos), o que causa interferência nos sistemas endócrinos de espécies aquáticas diversas — na literatura científica, há evidências da diminuição na taxa de eclosão de ovos de pássaros, peixes e tartarugas expostos ao  $17\alpha$ -etinilestradiol, além de alterações no sistema reprodutivo de répteis, pássaros e mamíferos, e outros efeitos negativos. Já o paracetamol dispensa apresentações: é um analgésico e antipirético muito conhecido e utilizado em todo o mundo, o que não é exceção no Brasil, mas que pode levar a alterações no sistema nervoso de mamíferos uma vez presente na água, segundo estudos realizados em ratos.

Tanto o  $17\alpha$ -etinilestradiol quanto o paracetamol foram os fármacos considerados na pesquisa de mestrado da engenheira ambiental Josilene de Jesus Menk, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso) sob orientação da professora doutora Denise Grotto. O que ambos têm em comum é o fato de geralmente não serem removidos da água pelos tratamentos convencionais de esgoto. Além dos efeitos nocivos aos animais que habitam os rios

Many pharmaceutical products pass through the bodies of humans and animals without being metabolized, being excreted, usually by feces or urine, without any kind of biotransformation. It may seem like an irrelevant issue, but it is not, especially when one considers that up to 90% of some drugs return to the environment unscathed, depending on their level of biodegradability, potentially causing a number of environmental problems. This has been happening at least since the 1970s, when this kind of incident was first documented in the United States.

The  $17\alpha$ -ethinylestradiol, for example, is a hormone used in oral contraceptives, estrogen replacement, and suspension of breastfeeding. It interferes with the endocrine systems of many aquatic species—there is evidence in the scientific literature of a decrease in the hatching rate of eggs from birds, fish, and turtles exposed to  $17\alpha$ -ethinylestradiol, as well as changes in the reproductive system of reptiles, birds, and mammals, besides other negative effects. The  $17\alpha$ -ethinylestradiol can often be found at low concentrations in surface water and wastewater (namely water that contains industrial and/or domestic waste). And then there is paracetamol, which needs no introduction: it is a well-known analgesic and antipyretic used worldwide, Brazil being no exception, which may lead to changes in the nervous system of mammals if it is present in water, according to experiments performed in rats.

Both  $17\alpha$ -ethinylestradiol and paracetamol were the pharmaceuticals that the environmental engineer Josilene de Jesus Menk considered in her Master's degree research, developed at Uniso's graduate program in Pharmaceutical Sciences, and advised by professor Denise Grotto. What they both have in common is the fact they cannot be removed from wastewater through the conventional sewage treatment. In addition to the harmful effects on river-



Foto/Photo: Shutterstock

Cogumelos do tipo champignon crescem acima da camada de substrato; a pesquisa de Menk propõe uma forma de aproveitar as partes descartadas no processo de produção

Champignon mushrooms grow above the substrate layer; Menk's research proposes a way to make use of the parts that are discarded during the production process

e à cadeia alimentar por inteiro, existem também os efeitos diretos à saúde humana, uma vez que esses fármacos não metabolizados podem retornar à água potável que sairá pela torneira da sua cozinha, se não forem previamente tratados — o que hoje geralmente não acontece.

“O tratamento convencional de água e esgoto emprega procedimentos que retêm alguns compostos orgânicos e inorgânicos, como metais, mas não são específicos para a remoção de fármacos. O processo de adsorção, que consiste na aderência de uma substância líquida ou gasosa à superfície de um sólido, e que pode dar conta da filtragem de fármacos, faz parte do tratamento terciário, ou seja, aquele que tem como objetivo a remoção de poluentes mais específicos”, explica a pesquisadora.

dwelling creatures and on the entire food chain, there are also direct effects on human health, as these unmetabolized drugs can return to the drinking water that may come out of your kitchen tap if not previously treated—which usually does not happen.

“Conventional wastewater treatment employs procedures that retain some organic and inorganic compounds, such as metals, but are not specific when it comes to the removal of pharmaceuticals. The process of adsorption, which consists in the adhesion of a liquid or gaseous substance to the surface of a solid, thus solving the issue of drug filtration, is part of the tertiary treatment, whose goal is to remove specific pollutants,” the researcher explains.



Na bancada: talos e pó de cogumelos  
On the counter: mushroom stalks and ground mushroom powder

### BIOSSORÇÃO POR COGUMELOS

Menk diz que a bioissorção é uma tecnologia alternativa para o tratamento de águas residuais, que une duas vantagens: o baixo custo e o fato de ser ecologicamente favorável quando comparada a outras técnicas disponíveis. “As pesquisas atuais nesse campo demonstram que diferentes tipos de bioissorventes interagem com corantes, metais pesados e outras substâncias orgânicas, removendo com grande eficiência esses contaminantes de meios aquosos”, ela conta. Dentre os bioissorventes conhecidos, podem ser utilizados os bagaços da cana-de-açúcar e do malte, as cascas de frutas como a laranja e a banana, microalgas, resíduos de tomate, entre outros. As **POSSIBILIDADES** são muitas.

### BIOSORPTION BY MUSHROOMS

Menk says that biosorption is an alternative technology for the treatment of wastewater that combines two advantages: its low cost, and the fact that it is environmentally friendly if compared to other available techniques. “Current research in this field shows that different types of biosorbents interact with dyes, heavy metals, and other organic substances, effectively removing these contaminants from aqueous environments,” she says. Among the known biosorbents, several materials can be used, such as sugarcane and malt bagasse, peels from fruits such as orange and banana, microalgae, tomato residues, among others. There are many **POSSIBILITIES**,

#### PARA SABER MAIS: OUTRAS POSSIBILIDADES DE FILTRAGEM

Na edição de número 3 (junho/2019) da revista Uniso Ciência, você conferiu outra reportagem sobre o assunto, “Hormônios na sua água potável e como removê-los”, baseada na dissertação de mestrado da pesquisadora Márcia Regina Teles Bovo. O estudo foi defendido num outro programa de pós-graduação da Uniso, Processos Tecnológicos e Ambientais. Bovo também propôs um sistema de filtragem, baseado em carvão ativado de casca de coco, que tem o potencial de ser escalonado e incorporado nos sistemas das companhias de saneamento para a adsorção de dois hormônios sexuais: o 17- $\alpha$ -estradiol e o 17- $\beta$ -estradiol, ambos desreguladores endócrinos, ou seja, substâncias que, quando presentes no ambiente, podem alterar o sistema hormonal de seres humanos e animais.

#### TO KNOW BETTER: OTHER POSSIBILITIES OF FILTRATION

In the 3<sup>rd</sup> issue of the Science @ Uniso magazine (June/2019), you can check another story on the same subject, “Hormones in your drinking water and how to remove them”, based on the Master’s thesis by researcher Márcia Regina TelesBovo. The study was defended as part of another graduate program, in Technological and Environmental Processes. Bovo also proposed a filtration system, which was based on activated charcoal made from coconut shells, which has the potential to be enlarged to industrial level and integrated into water treatment systems for the adsorption of two sex hormones: 17- $\alpha$ -estradiol, and 17-  $\beta$ -estradiol, both endocrine disruptors, substances that can alter the hormonal system of humans and animals when present in the environment.



À frente: detalhe dos talos de cogumelos, atrás: cogumelos já moídos, em pó  
Mushroom stalks (front), and ground mushrooms, in powder form (back)

Em sua pesquisa, Menk verificou a eficiência de duas espécies de cogumelos, o champignon (*Agaricus bisporus*) e o shiitake (*Lentinula edodes*), provando que ambos podem ser utilizados como adsorventes para remover o 17 $\alpha$ -etinilestradiol e o paracetamol de águas residuais. Isso se dá, muito provavelmente, devido à quitina e à quitosana, biopolímeros que estão presentes nos cogumelos e possuem alta capacidade de adsorção. Graças a tais propriedades, os cogumelos já foram utilizados em outros estudos para a adsorção de corantes, chumbo e praguicidas.

Nos inúmeros testes desenvolvidos no Laboratório de Pesquisa Toxicológica (Lapetox) e outras instalações da Uniso, os cogumelos, quando comparados a outras alternativas de biossorventes (como o carvão ativado granular e o carvão de coco de dendê), demonstraram um desempenho bastante favorável. “Foram os talos do champignon, por

In her research, Menk verified the efficiency of two mushroom species, champignon (*Agaricus bisporus*) and shiitake (*Lentinula edodes*), proving that both can be used as adsorbents to remove 17 $\alpha$ -ethinylestradiol and paracetamol from wastewater. This is most likely due to chitin and chitosan, biopolymers that occur in mushrooms and have high adsorption capacity. Thanks to such properties, mushrooms were already used in other studies for the adsorption of dyes, lead, and pesticides.

Throughout the numerous tests conducted at Uniso’s Laboratory of Toxicological Research (Lapetox, in the Portuguese acronym) and other facilities, mushrooms performed favorably in comparison to other biosorbent alternatives (such as granular activated charcoal and charcoal made from oil palm coconut). “However, champignon stalks were the ones that stood out, showing an adsorption

sua vez, que se sobressaíram, demonstrando uma capacidade de adsorção até três vezes maior para o 17 $\alpha$ -etinilestradiol e de 5 a 10 vezes maior para o paracetamol”, destaca a pesquisadora. “Assim, entendemos que os talos do cogumelo champignon podem ser considerados uma fonte alternativa promissora para a extração de quitina e quitosana, estimulando a indústria biotecnológica com base nos métodos avançados para adsorção de medicamentos em meio aquoso”, ela conclui.

Além dos bons resultados nos testes, uma vantagem que a pesquisadora destaca no uso do champignon é o aproveitamento de partes que normalmente são descartadas no processo de produção dos cogumelos, como os talos e eventualmente o próprio substrato: “A utilização de resíduos naturais no tratamento de efluentes pode ser útil não só para o meio ambiente, auxiliando no problema da eliminação dos resíduos sólidos gerados, mas também na economia, com um novo aproveitamento do que seria descartado.”

Os resultados da dissertação, que logo deverão estar disponíveis para consultas públicas no site do programa de pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da Uniso, já podem ser conferidos, também, na edição de dezembro de 2019 do periódico internacional *Chemosphere* (em inglês). Basta seguir o link por meio do *QR code* abaixo.

capacity up to three times higher when it comes to 17 $\alpha$ -ethinylestradiol, and 5 to 10 times higher when it comes to paracetamol,” the researcher says. “So we do understand that champignon mushroom stalks can be considered a promising alternative source for chitin and chitosan, thus stimulating the biotechnology industry when it comes to methods for drug adsorption in aqueous environments,” she concludes.

Besides the good test results, an advantage that the researcher highlights regarding the use of champignon is the fact it utilizes parts that are usually discarded in the mushroom production process, such as stalks and possibly the substrate itself: “Putting natural residues into use for the treatment of wastewater can be useful not only for the environment, aiding in the disposal of solid waste, but also for the economy, by making use of what would be discarded.”

The thesis’ results, which will soon be made available for public consultation on the website of Uniso’s graduate program in Pharmaceutical Sciences, can also be found in the December 2019 issue of the international journal *Chemosphere* (in English). To check it out, just follow the link using the QR code below.

Confira, também, o artigo disponível no periódico *Chemosphere* (dez/2019):

You can also check the article published in the journal *Chemosphere* (Dec/2019):



Com base na dissertação “Biossorção de medicamentos por cogumelos”, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de Sorocaba (Uniso), com orientação da professora doutora Denise Grotto e aprovada em 30 de janeiro de 2019. A pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, projeto 2016/22873-4). A veiculação pública da dissertação se dará somente após a publicação dos resultados na forma de artigos científicos.

The research will be publicly available after results are published in the form of scientific papers.