



Além do petróleo, bactérias podem ser utilizadas

PARA REMOVER METAIS PESADOS DE ÁGUAS CONTAMINADAS

In addition to oil, bacteria can be used

TO REMOVE HEAVY METALS FROM CONTAMINATED WATER

Por/By: Guilherme Profeta

Foto/Photo: Fernando Rezende

Dentre todos os poluentes que as atividades humanas liberam no meio ambiente, os metais pesados merecem destaque especial. São elementos tóxicos como o chumbo, o cobre e o cádmio, que os organismos dos seres vivos normalmente não dão conta de eliminar, o que significa que, se ingeridos ou absorvidos, eles se acumulam ao longo dos anos, passando inclusive aos próximos patamares da cadeia alimentar: se estão no solo, são absorvidos pelas plantas, que são ingeridas por animais herbívoros e assim por diante, até chegar ao homem.

Uma vez ingeridos por seres humanos, esses metais podem causar uma série de efeitos danosos ao organismo: o chumbo, por exemplo, não tem nenhuma função fisiológica que seja conhecida até o momento e, uma vez absorvido (principalmente por crianças), pode causar queimaduras na boca, inflamação intestinal, dores abdominais, distúrbios mentais e osteoporose, entre outros problemas; o cobre tem funções conhecidas no organismo, porém sua concentração não pode passar de um dado limite (se isso acontecer, as consequências incluem complicações respiratórias, anemia, hemorragia digestiva, insuficiência hepática e renal, entre diversos outros males); o cádmio, que pode ser absorvido de diversas formas (pela alimentação, pela água ou por inalação, até pelo tabagismo) pode afetar diferentes órgãos, como os rins, o fígado, os testículos e o intestino, e, em longo prazo, pode levar a graves complicações pulmonares, além de fraturas ósseas e outras complicações.

É daí que vem a importância de se evitar que esses metais sejam despejados na natureza e, se isso acontecer, de encontrar maneiras de retirá-los dos ambientes antes que os prejuízos sejam incontroláveis. Na edição de número 4 da revista Uniso Ciência (dez./2019), por exemplo, você pode ler um pouco sobre o famoso acidente da Baía de Minamata, no Japão, que, a partir de meados da década de 1950, causou disfunções neurológicas em toda uma população devido à contaminação por mercúrio, que é outro metal pesado. Situações extremas como essas devem ser evitadas a todo custo.

Quando a engenheira ambiental Débora Hidalgo Espinetti Rocco terminou sua graduação

Among all the pollutants released into the environment by human activities, heavy metals deserve special attention. These are toxic elements such as lead, copper, and cadmium, which living organisms are generally unable to eliminate. This means that if they are ingested or absorbed, they accumulate over the years and even reach higher levels of the food chain: if present in the soil, they are absorbed by plants, which are eaten by herbivores, and so on, eventually reaching humans.

Once ingested by humans, these metals can cause a range of harmful effects on the body. Lead, for example, has no known physiological function so far, and once absorbed (especially by children), it can cause mouth burns, intestinal inflammation, abdominal pain, mental disorders, and osteoporosis, among other issues. Copper, on the other hand, does have known functions in the body, but its concentration must not exceed a certain limit; if it does, the consequences include respiratory complications, anemia, digestive hemorrhages, liver and kidney failure, among several other effects. Cadmium, which can be absorbed in various ways (through food, water, inhalation, or even smoking), may affect different organs, such as the kidneys, liver, testicles, and intestines. In the long term, it can lead to severe lung complications, bone fractures, and other health problems.

This is why it is crucial to prevent these metals from being released into the environment and, if they are, to find ways to remove them before the damage becomes uncontrollable. In issue #4 of the Science @ Uniso magazine (Dec./2019), for example, you can read about the famous Minamata Bay disaster, which took place in Japan back in the mid-1950s, causing neurological disorders throughout the local population due to mercury contamination. Extreme situations like these must be avoided at all costs.

When the environmental engineer Débora Hidalgo Espinetti Rocco received her undergraduate degree

na Universidade de Sorocaba (Uniso), em 2018, e decidiu que começaria uma pesquisa de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais (PPGPTA) da Universidade, ela já tinha em mente trabalhar com a **BIORREMEDIAÇÃO** de acidentes ambientais. O que ela ainda não havia decidido era que trabalharia com metais pesados. Ela é natural da cidade de São Paulo, mas há mais de dez anos mudou-se para Porto Feliz, na região de Sorocaba, e pensava em pesquisar a contaminação por hidrocarbonetos, uma vez que, nessa cidade, na década de 1980, aconteceu um acidente de grande repercussão envolvendo esse material. Na época, um caminhão se chocou contra um tanque de armazenamento da empresa USA Chemical e

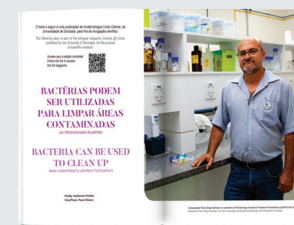
from Uniso back in 2018, thus deciding to pursue a Master's degree at Uniso's graduate program in Technological and Environmental Processes, she already had the topic of **BIOREMEDIATION** of environmental accidents in mind. What she had not yet decided was that she would work with heavy metals. Originally from the city of São Paulo, she moved to Porto Feliz, a city in the region of Sorocaba, over ten years ago, and initially considered researching hydrocarbon contamination. This idea came from a major accident involving hydrocarbons that occurred in the city during the 1980s. At the time, a truck collided with a storage tank belonging to the USA Chemical company, and more than half of the

PARA SABER MAIS: O QUE É BIORREMEDIAÇÃO?

Como explica Rocco, “os processos de biorremediação utilizam organismos vivos e suas enzimas na biodegradação de compostos tóxicos, de modo a erradicá-los, reduzi-los ou transformá-los em substâncias menos tóxicas.” Outro exemplo de estudo envolvendo a biorremediação, dessa vez de hidrocarbonetos de petróleo, pode ser encontrado na revista de número 5 da revista Uniso Ciência (jun./2020): “Bactérias podem ser utilizadas para limpar áreas contaminadas por hidrocarbonetos de petróleo”.

TO KNOW BETTER: WHAT IS BIOREMEDIATION?

As Rocco explains, “bioremediation processes use living organisms and their enzymes in the biodegradation of toxic compounds, thus aiming at eradicating, reducing, or transforming them into less toxic substances.” Another example of a study involving bioremediation—this time focused on petroleum hydrocarbons—can be found in issue #5 of the Science @ Uniso magazine (June/2020): “Bacteria can be used to clean up areas contaminated by petroleum hydrocarbons.”



Para ler a reportagem, siga o link usando o QR code ao lado

To read the full story, use the QR code to follow the link



mais da metade do material derramado infiltrou-se no solo antes de ser recuperado.

O que Rocco percebeu, no entanto, é que já existiam muitas pesquisas envolvendo a biorremediação de hidrocarbonetos, mas o mesmo não acontecia em relação aos metais pesados. Aliás, ela percebeu que esse era um assunto pouquíssimo explorado na academia. Como a orientadora da pesquisa de Rocco, a professora doutora Angela Faustino Jozala, já trabalhava com biorremediação por meio da bactéria *Bacillus subtilis*, elas decidiram que, em vez de trabalhar com os hidrocarbonetos, avaliariam a capacidade da *B. subtilis* para biorremediar ambientes aquáticos contaminados por chumbo. Posteriormente, elas acrescentaram, também, o cobre e o cádmio à pesquisa. Elas começaram trabalhando com amostras d'água acrescidas das bactérias, dos metais pesados e de nutrientes voltados à alimentação das bactérias.

O resultado imediato foi inesperado: ela percebeu que, ao reduzir a quantidade de nutrientes nas amostras, as bactérias passaram efetivamente a se alimentar dos metais, principalmente do chumbo. “O que eu considero mais importante em meus achados é o fato de os microrganismos terem consumido o metal, pois o esperado é que eles não sobrevivessem em um ambiente com concentrações de metais tão elevadas”, conta Rocco. Mas não foi o que aconteceu: as bactérias se alimentaram dos metais, removendo-os da água, e, por meio desse processo, 99,5% de todo o chumbo que estava em suspensão nas amostras foi absorvido, bem como 86% do cobre e 72,5% do cádmio.

Esse resultado significa que, se as bactérias forem filtradas da água (por meio de biofiltros instalados em estações de tratamento, por exemplo), é possível remover junto com elas os metais pesados que estão acumulados em seus metabolismos, retirando-os assim da cadeia trófica e evitando que eles contaminem outras formas de vida. Trata-se de um achado bastante positivo, com aplicações imediatas.

Um dos próximos passos possíveis para a continuidade da pesquisa é a condução de outros testes, em ambiente real. “No meio ambiente (como rios ou lagos contaminados por metais pesados),

spilled material seeped into the soil before it could be recovered.

What Rocco realized, however, was that while there were already many studies on hydrocarbon bioremediation, the same was not true for heavy metals. In fact, she noticed that this was a topic that had not been widely explored in academia yet. Since Rocco’s advisor, professor Angela Faustino Jozala, had already been working with bioremediation using the bacterium *Bacillus subtilis*, they decided to shift their focus from hydrocarbons to evaluating the ability of *B. subtilis* to bioremediate aquatic environments contaminated by lead. Later, they expanded their research to include copper and cadmium. They began by working with water samples enriched with the bacteria, these heavy metals, and nutrients to support bacterial growth.

The immediate result was unexpected: she realized that by reducing the amount of nutrients in the samples, the bacteria effectively began feeding on the metals, especially lead. “What I consider most important about my findings is the fact that the microorganisms did consume the metal, as the expectation was that they would not survive in an environment with such high metal concentrations,” Rocco explains. But that’s not what happened: the bacteria did feed on the metals, removing them from the water, and through this process, 99.5% of all the lead suspended in the samples was absorbed, along with 86% of the copper, and 72.5% of the cadmium.

This result means that if the bacteria are filtered out of the water (using biofilters installed in treatment plants, for example), it is possible to remove the heavy metals accumulated in their metabolism along with them, thereby removing these metals from the food chain and preventing them from contaminating other living beings. This is a very positive finding with immediate applications.

One of the next possible steps for continuing the research is to conduct further tests in real environments. “In the natural environment (such as rivers or lakes contaminated by heavy metals),



A engenheira ambiental Débora H. E. Rocco, autora da dissertação

Environmental engineer Débora H. E. Rocco, author of the thesis

você tem outros fatores que podem interferir no processo, como outros nutrientes presentes na água e pesticidas, mas, ainda assim, é provável que os efeitos se mantenham”, ela diz. Outra provável aplicação, esta sim mais imediata, é o uso da bactéria para descontaminação em processos industriais, em que as variáveis ambientais são mais controláveis.

“Vale lembrar que bactérias como a *B. subtilis* são bastante versáteis”, acrescenta Jozala. “Elas podem ser utilizadas para biorremediação direta, como vimos nessa pesquisa, mas também para a produção de biomoléculas, as quais podem ser aplicadas em diferentes áreas, desde a remediação do meio ambiente até a produção de alimentos. Tudo isso nós fazemos na Uniso, no Laboratório de Microbiologia Industrial e Processos Fermentativos (Laminfe) e em outros laboratórios.”

there are other factors that could interfere with the process, such as other nutrients in the water and pesticides, but it is likely the effects will hold,” she says. Another likely application, and a more immediate one, is the use of the bacteria for decontamination in industrial processes, where environmental variables are more controllable.

“It’s worth noting that bacteria like *B. subtilis* are highly versatile,” says Jozala. “They can be used for direct bioremediation, as we checked in this research, but also for the production of biomolecules, which can be applied in various fields, from environmental remediation to food production. These are all studies we do here at Uniso, in our Laboratory of Industrial Microbiology and Fermentation Processes (Laminfe, in the Portuguese acronym), as well as other research facilities.”

Com base na dissertação “Análise da bioacumulação de chumbo, cobre e cádmio em meio aquoso utilizando *Bacillus subtilis*”, do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba (Uniso), com orientação da professora doutora Angela Faustino Jozala e aprovada em 31 de agosto de 2020.

Acesse o texto completo da pesquisa em português:

Follow the link to access the full text of the original research (in Portuguese)

