

LIBERAL
AMAZONUse a câmera
do seu celular
para acessar
o conteúdo
multimídia.

AMAZÔNIA

**MÉTODOS BARATOS
E SUSTENTÁVEIS PODEM
DESPOLUIR
RIOS E IGARAPÉS****TECNOLOGIA** - Com uso de plantas ou rejeitos da mineração, diferentes técnicas contribuem para limpar as águas fluviais da região, de forma econômica e eficaz**ÁDRIA AZEVEDO**
Especial para O Liberal

A poluição de rios amazônicos é uma realidade perigosa, pelo risco que traz à biodiversidade e à saúde humana, e ao mesmo tempo cara e difícil de resolver. Vai desde a poluição física, com todo o tipo de lixo que é despejado nos corpos hídricos; e a biológica, proveniente, por exemplo, de rejeitos de esgoto; à química, como a advinda de rejeitos de várias indústrias e atividades, inclusive o tão nocivo mercúrio, usado nas atividades clandestinas de garimpo do ouro.

Métodos de despoluição química e biológica costumam ser caros e complexos, sobretudo envolvendo metais pesados, como os oriundos da mineração. A Amazônia é uma grande área de expansão dessa atividade, seja ilegal, com o garimpo, seja legal, com a exploração industrial de ferro, cobre, estanho, manganês, dentre vários outros minerais. De acordo com levantamento do MapBiomas realizado em 2020, três de cada quatro hectares minerados no Brasil estavam na

mazônia, dentre mineração industrial e garimpo, correspondendo a 72,5% de toda a área minerada no País.

Mas uma boa notícia surge de uma pesquisa realizada pela Universidade Federal do Pará (UFPA), que fez de um grande problema ambiental uma solução. O estudo, liderado pelo professor e químico industrial Dorsan Moraes, descobriu como transformar rejeitos da mineração em materiais com potencial para despoluir rios.

A equipe de pesquisadores conseguiu desenvolver duas substâncias, utilizando resíduos do mineral vermiculita e rejeitos da mineração do manganês. A partir desses resíduos, foram criados os

dois materiais com potencial despoluidor: a vermiculita ativada com sódio e a fase tipo Shigaite LDH.

EXPERIMENTOS

A partir da criação dos materiais, os pesquisadores realizaram diversos testes, simulando situações reais de contaminação dos rios amazônicos, e descobriram os potenciais de despoluição das águas. A vermiculita ativada com sódio foi capaz de remover da água 99% do azul de metileno, um composto químico usado como corante e também pela indústria farmacêutica. Nos rios, esse composto muda a cor das águas, prejudica a entrada da luz e diminui o oxigênio dis-

ponível para animais e vegetais que lá habitam. Já a fase tipo Shigaite LDH, produzida com os rejeitos do manganês, foi capaz de remover 97% do cromo e 100% do manganês das águas. Ambos os metais, em altas concentrações, são tóxicos à saúde humana e ao meio ambiente.

As matérias-primas utilizadas na pesquisa, ou seja, os resíduos, foram obtidas em barragens de rejeitos da mineração no estado ou a partir de embalagens de produtos químicos, que não é comum na nossa região. “No caso do manganês, atuamos direto nas barragens, coletando amostras e trazendo para os nossos laboratórios para fazer as devidas

modificações estruturais, para que tenham outros usos”, explica o professor.

O também químico industrial e professor da UFPA de Ananindeua Bruno Figueira foi outro pesquisador participante do projeto. Sua função foi ajudar na caracterização e transformação dos rejeitos do manganês para que virasse uma argila sintética com alta capacidade de adsorção. “‘Adsorção’ é a capacidade de um material de prender moléculas em sua superfície. No nosso caso, essa argila se mostrou extremamente eficiente para ‘agarrar’ e remover poluentes muito comuns e danosos, como metais pesados e poluentes da indústria têxtil”, esclarece Figueira.



AGÊNCIA PARA

Estudo liderado pelo professor e químico industrial Dorsan Moraes (à esquerda) descobriu como transformar rejeitos da mineração em materiais com potencial para despoluir rios. Acima, o Parque Linear da Nova Doca, em Belém, conta com uma tecnologia sustentável de despoluição do canal existente na via.

A study led by professor and industrial chemist Dorsan Moraes (left) discovered how to transform mining waste into materials with the potential to clean up rivers. Above, the Nova Doca Linear Park, in Belém, features a sustainable technology for cleaning up the existing canal along the road.



AMAZON

Low-cost and sustainable methods can decontaminate rivers and streams.

TECHNOLOGY – By using plants and mining waste, different techniques help clean the river water in an economical and effective way.

ÁDRIA AZEVEDO

Special for O Liberal.
Translated by Nicole Martins,
Sílvia Benchimol and
Ewerton Branco
(UFPA/ET-Multi)

Pollution of Amazonian rivers is a dangerous reality due to the risks it poses to biodiversity and human health and it is also costly and difficult to address. It ranges from physical pollution, with all kinds of waste dumped into water bodies; and biological pollution, originating, for ex-

ample, from sewage discharge; to chemical pollution, resulting from waste produced by various industries and activities, including highly toxic mercury used in clandestine artisanal gold mining.

Chemical and biological pollution cleanup methods tend to be complex and expensive, especially when heavy metals from mining are involved. The Amazon is a major area of expansion for this activity, whether illegal, through artisanal

mining, or legal, through the industrial extraction of iron, copper, tin, manganese, and many other minerals. According to a survey conducted by MapBiomás in 2020, three out of every four hectares mined in Brazil were located in the Amazon, including both industrial mining and artisanal mining, accounting for 72,5% of the country's total mined area.

But good news emerges from research conducted by the Federal University of Pará

(UFPA), which turned a major environmental problem into a solution. The study, led by professor and industrial chemist Dorsan Moraes, discovered how to transform mining waste into materials with the potential to clean up rivers.

The research team was able to develop two substances using vermiculite mineral residues and manganese mining tailings. From these materials, two compounds with pollution-removal potential were created: sodium-activated vermiculite and a shigaite-like LDH phase.

EXPERIMENTS

After creating the materials, the researchers conducted several tests simulating real

scenarios in Amazonian rivers and identified their water-cleanup potential. Sodium-activated vermiculite was able to remove 99% of methylene blue from the water, a chemical compound used as a dye and in the pharmaceutical industry. In rivers, this compound alters water color, hinders light penetration, and reduces the oxygen available to animals and plants that live there. The shigaite-like LDH phase, produced from manganese tailings, was able to remove 97% of chromium and 100% of manganese from water. Both metals are toxic to human health and environment at high concentrations.

Raw materials used in the research - that is, the residues - were obtained from mining tailings dams in the estate or from chemical product packaging, in the case of vermiculite, which is not common in the region. "In the case of manganese, we work directly at the dams, collecting samples and bringing them to our laboratories to carry out the necessary structural modifications so that they can be used for other purposes", explains the professor.

Industrial chemist and UFPA professor from Ananindeua Bruno Figueira was another researcher involved in the project. His role was to assist in the characterization and transformation of manganese waste so that it could be converted into a synthetic clay with high adsorption capacity. "Adsorption" is the ability of a material to bind molecules to its surface. In our experiment, this clay proved to be extremely effective at "capturing" and removing very common and harmful pollutants, such as heavy metals and pollutants from the textile industry", explains Figueira.

DO PROBLEMA À SOLUÇÃO

De acordo com o professor Dorsan Moraes, o estudo do reaproveitamento de resíduos da mineração para outras finalidades faz parte de suas pesquisas há cerca de 20 anos. “Nós buscamos fazer uso daquilo que não é utilizável pela indústria, transformando em algo que seja benéfico à sociedade”, diz.

Bruno Figueira segue a mesma linha. “Dedico minha pesquisa a um tema de grande relevância para nossa região: a transformação de resíduos da mineração em novos produtos de alto valor. Ela parte de um grande desafio da Amazônia: como lidar com os resíduos gerados pela mineração, um setor vital para a nossa economia? Em vez de ver esses subprodutos como lixo, nós os enxergamos como uma nova matéria-prima. O objetivo, nessa pesquisa específica, foi usar a ciência para transformar um resíduo da mineração de manganês em um produto de alto valor que ajuda o meio ambiente”, destaca.

Moraes lembra que os rejeitos da mineração existem em abundância. “Para quem não conhece uma barragem de rejeitos, é uma coisa faraônica, é muito grande, há muito material. E como esse material não tem uma função, ele fica grandemente estocado lá, o que já causou desastres como o de Brumadinho. E nós vislumbramos muitos problemas nos rios amazônicos por conta disso, o risco de escoamento desse material. Então, veio a ideia de trabalharmos em cima daquilo que vem prejudicando os nossos rios, que são esses resíduos, tornando-os algo sustentável”, afirma.

VANTAGENS

As vantagens são inúmeras. Além da despoluição em si, o uso dos rejeitos diminui a quantidade nas barragens, reduzindo os riscos de que eles alcancem os corpos hídricos. Além disso, por ser um material descartado, o método acaba tendo um custo muito menor do que outras técnicas utilizadas, como peneiras moleculares ou adsorvedores comerciais.

“Essa é uma iniciativa muito mais prática, muito mais barata. Existem outros métodos de despoluição, mas que dependem de materiais industriais. Quem vai querer pagar um preço alto por isso? Mas, como nós estamos trabalhando com rejeitos, e esses rejeitos já são naturais, é uma coisa que de certa forma é sustentável. Nós vamos trabalhar no material natural, diminuindo o custo de produção desses novos químicos”, argumenta Moraes.

“Essa é a beleza da ciência e da economia circular: transformar o que hoje é um problema ambiental em parte da solução. Por muito tempo, rejeitos da mineração foram vistos apenas como um passivo, um material a ser armazenado com custo e risco. Nossa pesquisa na UFPA prova que essa visão está ultrapassada. Esses rejeitos são, na verdade, uma mina secundária, rica em elementos químicos valiosos”, complementa Figueira.

NA FONTE

O estudo, com os resultados promissores verificados em laboratório, foi apenas recentemente publicado, no segundo semestre de 2025, e ainda não é utilizado na prática. Mas o professor Moraes ressalta como seria sua utilização.

“A ideia é atuar diretamente nas barragens, no que chamamos água de despejo. É uma água que, por alguma dificuldade, acaba escoando para os rios. Seria essa água que passaria pelo processo de despoluição. É nessa saída que queremos intervir, evitando o problema na fonte. Por onde a água for escoar, já acontece o tratamento, para não sair tão poluída”, afirma. Segundo o professor, agora falta as empresas adotarem a ideia.



Químico industrial e professor da UFPA Bruno Figueira ajudou na caracterização e transformação dos rejeitos do manganês em uma argila sintética com alta capacidade de adsorção

Industrial chemist and professor at UFPA, Bruno Figueira, helped in the characterization and transformation of manganese waste into a synthetic clay with high adsorption capacity



From problem to solution

According to professor Dorsan Moraes, research into the reuse of mining waste for other purposes has been part of his work for about 20 years. “We seek to make use of what is no usable by industry, transforming it into something beneficial to society”, he says.

Bruno Figueira follows the same line of research. “I dedicate my work to a topic of great relevance to our region: transforming mining waste into new high-value products. This stems from a major challenge in the Amazon: how to deal with the waste generated by mining, a sector that is vital to our economy. Instead of seeing these by-products as trash, we view them as a new raw material. The goal of this specific research was to use science to transform manganese mining waste into a high-value product that benefits the environment”, he emphasizes.

Moraes points out that

mining waste exists in abundance. “For those who are not familiar with a tailings dam, it is something colossal - very large, with an enormous amount of material. And since this material has no immediate use, it ends up being stored in vast quantities, which has already led to disasters such as in Brumadinho. We foresee many problems for Amazonian rivers because of this, due to the risk of these materials being released. That is why the idea arose to work with what has been harming our rivers - these residues - by turning them into something sustainable”, he says.

ADVANTAGES

Advantages are numerous. In addition to pollution remediation itself, using tailings reduces the volume stored in dams, lowering the risk of them reaching water bodies. Furthermore, because the

material would otherwise be discarded, the method has a much lower cost than other techniques used, such as molecular sieves or commercial adsorbents.

“This is a much more practical and far cheaper initiative. There are other pollution-control methods, but they rely on industrial materials. Who would want to pay a high price for that? Since we are working with tailings, and these tailings are already natural, it is, in a way, sustainable. We are working with natural materials, reducing the production cost of these new chemicals”, Moraes argues.

“This is the beauty of science and circular economy: transforming what is now an environmental problem into part of the solution. For a long time, mining tailings were seen only as a liability, a material to be stored at cost and risk. Our research at UFPA shows that this view is outdated. These tailings are,

in fact, a secondary mine, rich in valuable chemical elements”, Figueira adds.

AT THE SOURCE

The study, with promising results verified in the laboratory, was only recently published, in the second half of 2025, and has not yet been applied in practice. However, Professor Moraes highlights how it could be used.

“The aim is to work directly at the dams, on what we call wastewater. It is water that, due to certain issues, ends up flowing into rivers. This would be the water to undergo the pollution-removal process. It is at this outlet that we want to intervene, preventing the problem in its source. Wherever the water flows out, treatment would already take place so that it does not leave highly polluted”, he says. According to the professor, what remains now is for companies to adopt the idea.



ECOR NOTA/O LIBERAL

PLANTAS QUE DESPOLUEM

O Parque Linear da Nova Doca, em Belém, também conta com uma tecnologia sustentável de despoluição do canal existente na avenida. Mas, diferentemente da técnica desenvolvida pela UFPA, esta envolve plantas. São os chamados jardins filtrantes ou wetlands.

Apesar de novidade na capital paraense, o método não é algo recente. Foi criado pelo paisagista francês Thierry Jacquet e usado nos anos 2000 para despoluir o rio Sena, na capital francesa. Atualmente, já é adotado ao redor do globo e inclusive em outras cidades brasileiras.

Os jardins filtrantes usam o princípio da fitorremediação, ou seja, a ação de alguns vegetais e microrganismos associados a eles de descontaminar e purificar ambientes aquáticos ou terrestres. De acordo com Naira Carvalho, arquiteta da Secretaria de Estado de Obras Públicas do Pará (Seop), pasta responsável pelas obras do Parque Linear, os wetlands são sistemas sustentáveis de Soluções Baseadas na Natureza (SBN), que utilizam elementos naturais para reter impurezas e tratar as águas descartadas, filtrando poluentes.

“Nos wetlands, que são conhecidos como ilhas de fitorremediação ou jardins filtrantes, as vegetações plantadas nas estruturas que ficam nas águas do canal são fitorremediadores, que absorvem os contaminantes das águas por meio de suas raízes. Temos variadas espécies de macrófitas [plantas aquáticas grandes], como cana índica, guaimbé e helicônia”, detalha.

TERMÔMETRO

Segundo Naira, os jardins filtrantes servem como um termômetro da situação daquelas águas. “As vegetações aceleram e desaceleram o seu desenvolvimento de acordo com o nível de poluentes no corpo hídrico. De forma simples, significa que, à medida que as vegetações começam a estagnar seu desenvolvimento, elas estão removendo mais do que recebendo poluentes. Sabemos que o canal da Nova Doca ainda tem recebido um percentual de poluentes, tais como fuligem, matérias de desgaste asfáltico, descarte irregular de lixo. Essas águas residuais entram de maneira bruta e essas vegetações vão ‘sugando’ esses poluentes, melhorando a qualidade da água de forma gradativa”, explica a especialista.

Para a arquiteta, os jardins filtrantes são uma metodologia sustentável que prioriza estratégias verdes no lugar do concreto. “O uso dos wetlands aumenta o percentual de áreas verdes, o que contribui com a redução de ilhas de calor; filtra a poluição das águas; e também colabora com a recuperação da biodiversidade dos canais urbanos. Assim, reduzimos os impactos ambientais de forma econômica e eficaz”, afirma.

Os jardins filtrantes da nova Doca usam o princípio da fitorremediação: a ação de alguns vegetais e microrganismos associados a eles de descontaminar e purificar ambientes aquáticos ou terrestres. Acima, o professor e químico industrial Dorsan Moraes.

The filtering gardens at the new Dock use the principle of phytoremediation: the action of certain plants and associated microorganisms to decontaminate and purify aquatic or terrestrial environments. Above, Professor and Industrial Chemist Dorsan Moraes.



AGENCIA PARA



Plants that remove pollution

The Nova Doca Linear Park, in Belém, also features a sustainable technology to clean up the existing canal along the avenue. However, unlike the technique developed by UFPA, this one involves plants. They are known as filter gardens or wetlands.

Despite being a novelty in the capital of Pará, the method is not new. It was created by French landscape designer Thierry Jacquet and was used in the 2000s to clean up the Seine River, in the French capital. Today, it is already adopted around the globe and even in other Brazilian cities.

Filter gardens use the principle of phytoremediation - that is, the action of

certain plants and the microorganisms associated with them to decontaminate and purify aquatic or terrestrial environments. According to Naira Carvalho, an architect with the Pará State Department of Public Works (Seop), the agency responsible for the Linear Park project, wetlands are sustainable Nature-Based Solutions (SBN) systems that use natural elements to retain impurities and treat discharged water by filtering pollutants.

“In wetlands, also known as phytoremediation islands or filter gardens, the vegetation planted in structures placed in the canal consists of phytoremediating species that absorb contaminants

from the water through their roots. We have many species of macrophytes (large aquatic plants), such as canna indica, guaimbé and heliconia”, she explains.

THERMOMETER

According to Naira, filter gardens act as a thermometer of the condition of the water. “The plants speed up or slow down their development depending on the level in the pollutants in the water body. Simply put, when the vegetation begins to stagnate in its development, it means it is removing more pollutants than it is receiving. We know that the Nova Doca canal still receives a certain level of

pollutants, such as soot, asphalt wear debris, and improper waste disposal. This wastewater enters untreated, and the vegetation gradually “absorbs” these pollutants, improving water quality over time”, explains the expert.

For the architect, wetlands are a sustainable methodology that prioritizes green strategies over concrete. “The use of wetlands increases the proportion of green areas, which helps reduce heat islands; filters water pollution; and also contributes to the recovery of biodiversity in urban canals. In this way, we reduce environmental impacts in an economical and effective way”, she says.

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.