

Soluções baseada na natureza para remediação e reuso de rejeitos de mineração de ferro

Amanda Duim Ferreira*
Tiago Osório Ferreira*

O “Desastre de Mariana”, um dos maiores desastres envolvendo barragens no mundo e o maior desastre ambiental registrado no Brasil, liberou no ambiente mais de 50 milhões de metros cúbicos de rejeito de mineração de ferro. Parte desse rejeito foi depositado no estuário do Rio Doce, localizado no distrito de Regênciã, em Linhares no Espírito Santo. Desde a chegada do rejeito no estuário, em novembro de 2015, pesquisadores do Grupo de Estudo e Pesquisa em Geoquímica do Solo (GEPGeoq) da ESALQ-USP, coordenado pelo prof. Dr. Tiago Osório Ferreira, utilizam o estuário do Rio Doce como um modelo para estudar a dinâmica de elementos químicos potencialmente tóxicos, como ferro, manganês, cromo e níquel, avaliando amostras de solo, água e da vegetação.

A influência das plantas na liberação destes elementos no estuário é assunto da tese da doutoranda em Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ, Amanda Duim Ferreira, cujo objetivo é propor soluções inspiradas em processos que ocorrem naturalmente

(soluções baseadas na natureza) para recuperação de áreas impactadas por rejeitos de mineração de ferro. A pesquisa, está sendo desenvolvida no Departamento de Ciência do Solo da ESALQ-USP, e foi dividida em 3 etapas, ilustrada no esquema a seguir (Figura 1).

Durante a primeira etapa, foi realizado um levantamento do teor de metais nos tecidos vegetais de plantas nativas e de plantas cultivadas no estuário do Rio Doce. Alguns frutos e tubérculos de espécies cultivadas mostraram altos teores de metais (por exemplo, cádmio, chumbo, cromo e níquel). Os teores desses elementos potencialmente tóxicos nas partes comestíveis das plantas estão acima dos limites estabelecidos pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) e pela Comissão Europeia (EC), o que acende um alerta para o risco de consumo desses alimentos.

Ainda na primeira etapa, a taboa (*Typha dominicensis*) espécie de planta adaptada a ambientes alagados, apresentou um elevado acúmulo de ferro, manganês, cromo e níquel, especialmente na parte

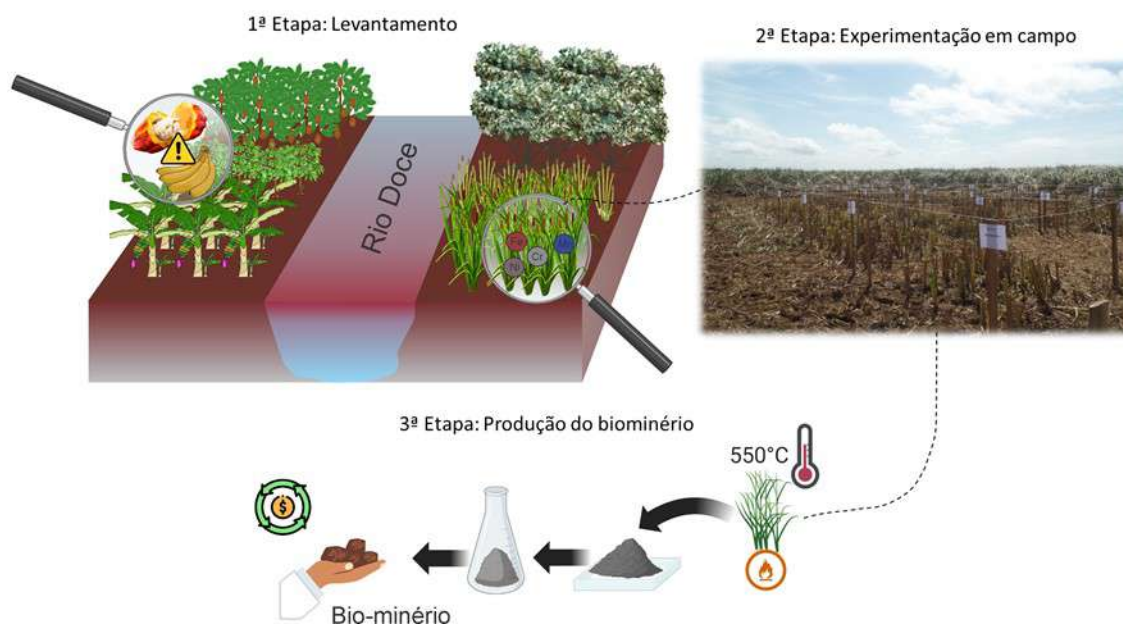


Figura 1. Etapas da pesquisa no estuário do Rio Doce. A primeira etapa consistiu no levantamento do teor de metais nas diversas espécies encontradas no estuário. A segunda etapa foi a experimentação utilizando a espécie acumuladora de metais selecionada na primeira etapa. A terceira etapa está sendo conduzida para a produção de um biominério de ferro e manganês.

aérea da planta, que é facilmente colhível. No estuário do Rio Doce, a taboa acumulou 15 vezes mais cromo e 23 vezes mais níquel na parte aérea do que no solo e 53 vezes mais chumbo na parte aérea do que nas raízes. Devido a esse grande acúmulo de contaminantes, e à sua rápida propagação, crescimento e produção de biomassa, esta espécie possui um grande potencial para fitorremediação, nome do processo no qual plantas e sua habilidade em acumular contaminantes são utilizados para remediação do ambiente.

A segunda etapa consistiu na condução de experimentos à campo (Figura 2), no estuário do Rio Doce. O objetivo foi avaliar o potencial do plantio da taboa combinado com outras técnicas de cultivo (como densidade de plantio, época de colheita, adubação e uso de microrganismos benéficos) para aumentar a produção de biomassa e extração de metais do solo pela planta. Este processo, conhecido como fitorremediação assistida, têm ganhado bastante atenção pois pode acelerar o tempo necessário para a remediação do ambiente. De fato, resultados desse trabalho, mostram que a taboa quando cultivada com adubação pode acumular o dobro de biomassa quando comparada às plantas nativas não adubadas. Além, da biomassa, as técnicas de cultivo também aumentaram a remoção de metais do solo estuarino. A aplicação de todas as técnicas combinadas resultou em uma extração de cerca de 50 kg de ferro por hectare por ano, o que é 58% maior do que a extração das plantas nativas. Da mesma forma, o acúmulo de manganês na taboa cultivada foi 43% maior do que o acúmulo desse elemento nas plantas nativas.

A terceira etapa da pesquisa está em andamento e consiste no estudo da destinação dessa biomassa

contaminada. Uma das possibilidades é a recuperação do metal acumulado pela planta para a produção do biominério, isto é, o minério produzido a partir da planta cultivada sobre rejeito de mineração. Experimentos preliminares mostraram que a incineração da biomassa da taboa, pode concentrar até 25 vezes mais ferro e 6 vezes mais manganês do que a biomassa da planta não incinerada.

Os resultados obtidos até então abrem um leque de possibilidades para o uso da taboa na remediação não só dos solos estuarinos, mas também de outras áreas afetadas por rejeitos de mineração de ferro. Além disso, a produção do biominério, poderá, em última instância fornecer bases para a agromineração, isto é, cultivo de plantas para mineração de ferro e manganês, oferecendo uma oportunidade de reaproveitamento com retorno econômico do rejeito de mineração de ferro e redução da disposição de rejeitos em barragens.

Agradecimentos: Esta pesquisa conta com o apoio da FAPESP, FAPES/CNPq/CAPES Rio Doce, CNPq e CAPES.

*Amanda Duim Ferreira (amandaduum@usp.br) é doutoranda do Programa de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Esalq-USP. Foi a vencedora do Prêmio Vídeo de Pós-Graduação USP 2022 - Área Ciências Agrárias).

[Clique aqui para assistir o vídeo.](#)

**Tiago Osório Ferreira (toferreira@usp.br) é orientador do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Esalq-USP e é Professor Doutor do Departamento de Ciência do Solo.



Figura 2. Mudanças de taboa (*Typha domingensis*) cultivadas no estuário do Rio Doce para remediação de elementos potencialmente tóxicos no solo.