

BIORREMEDIÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS COM METAIS PESADOS

Anabelle de Almeida Pollitti¹

Ana Paula Paglione Aniceto²

Prof^a Dr^a Silvia Pierre Irazusta³

¹Aluna da ETEC Guaracy Silveira; anabelle.pollitti@etec.sp.gov.br

²Professora da ETEC Guaracy Silveira; ana.aniceto2@etec.sp.gov.br

³Professora da FATEC Sorocaba – José Crespo Gonzales; silvia.pierre@hotmail.com

Área do Conhecimento: Eng. de Produção: sustentabilidade dos sistemas produtivos

Palavras Chaves: Fitorremediação. Chumbo. Metal Pesado. área industrial.

INTRODUÇÃO

A industrialização das sociedades proporciona profundas alterações no espaço geográfico. Graças a ela, novos elementos passam a fazer parte da vida das pessoas, das cidades e do campo, eleva-se a demanda por energia e o consumo médio da população, além de intensificar ou acelerar o processo de urbanização. No entanto, esse crescimento trouxe também, os impactos no ambiente, como a poluição das matrizes ambientais. Ar, água e solo resultante da ação antrópica, como por exemplo, a destinação incorreta dos resíduos, degradando principalmente os corpos d'água e solo. Hoje, a recuperação destas áreas além de difícil, muitas vezes, gera custos elevados. As áreas contaminadas podem passar por processos de remediação, mas o tratamento é bastante caro, podendo gerar possíveis novas áreas degradadas. A fitorremediação é uma tecnologia de baixo custo (WU *et al*, 2021), viável e de fácil cultivo, acumulando os contaminantes no sistema radicular, caule e folhas, dependendo da espécie vegetativa (BATISTA, 2013). Um vegetal que possui crescente interesse nas pesquisas por contaminação de metais é a planta *Syngonium podophyllum*, apresentando resultados positivos nas diversas pesquisas em que foi analisada (He *et al*, 2015; NEGRÃO *et al*, 2018; ZOU *et al*, 2019).

Diante do exposto, este estudo teve o objetivo de apresentar uma alternativa viável e de baixo custo para realizar a remediação de solos contaminados por metais em passivos ambientais industriais.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Propor um método simples e de baixo custo, ambientalmente aceito para remediação de solos contaminados por metais pesados provenientes de passivos industriais.

Objetivos Específicos

- Utilizar solo de passivo ambiental de uma empresa da Grande São Paulo, com contaminação por metais tóxicos, como cenário de estudo;
- Realizar as caracterizações física e química do solo e determinar os teores de elementos metálicos;
- Cultivar a planta *Syngonium podophyllum* e depois proceder o plantio no solo contaminado por um período de 30 e 60 dias de cultivo;
- Analisar o vegetal quanto às características da planta, bem como as concentrações de metais antes e após a exposição por 30 e 60 dias;
- Caracterizar novamente o solo após o processo de fitorremediação.

METODOLOGIA

Cenário: O material contaminado utilizado para este estudo foi coletado de um passivo ambiental que se encontra no município de Sorocaba, São Paulo. O solo pertence ao terreno de uma antiga empresa de

baterias, com um espaço de aproximadamente mil hectares, com um passivo ambiental acumulado por cerca de 20 anos, chegando a interferir não apenas o solo, como também no lençol freático. Como resultado do abandono, os danos foram profundos e visíveis, como a ocorrência de incêndio espontâneo pela presença de vapores voláteis, ausência de cobertura vegetativa e de insetos, muita compactação de solo e de cor vermelha na superfície. Atualmente novos proprietários assumiram este local, e um trabalho de recuperação foi iniciado.

Na superfície do solo apresenta uma cobertura de baquelite proveniente da carcaça das baterias acumuladas na superfície. O material foi coletado com autorização dos responsáveis, acondicionado em sacos plásticos e trazido para São Paulo, na Unidade Educacional (UE) ETEC Guaracy Silveira.

No dia 19 de fevereiro de 2022 iniciou-se as pesquisas com a divisão em quatro partes:

- a) Cerca de 200g de solo da área de contaminação foram armazenados em um saco plástico e encaminhado para análise em um laboratório certificado e credenciado – LABCRIS (Rua João Fernandes, 114, Vila Iório, São Paulo) - para determinação do teor de metais no solo. No mesmo dia, uma amostra da planta controle não exposta foi também separada para análise como controle da presença intrínseca de metais. As amostras de solo foram embaladas novamente para análise após 30 e 60 dias de condicionamento da planta, bem como o vegetal fitorremediador presente nesse solo, em partes separadas – raiz, caule e folhas. Para ser embaladas para as análises, todas as plantas foram lavadas com água de torneira e em seguida, com água deionizada, para retirada do material contaminante particionado.
- b) As sessenta mudas de *Syngonium Podophyllum* foram adquiridas de uma floricultura (Margarida Floricultura), em São Paulo. Para ambientação do local, as mesmas foram transportadas e deixadas por 30 dias na Unidade Educacional ETEC Guaracy Silveira.
- c) No dia 15 de março, as mudas passaram para a sua área original, os fundos da UE e foram separadas de forma aleatória, apenas pelo seu tamanho e coloração das folhas, aproveitando as que estavam saudáveis. As vinte mudas selecionadas foram dispostas individualmente, em vasos plásticos, os quais mediam 13,5 cm de diâmetro e apresentavam semelhanças entre si, contendo apenas o solo contaminado, 500g em cada vaso. Todas as mudas no material contaminado foram enumeradas (de 1 a 20), medidas em centímetros, registrando-se o tamanho da raiz, do caule e da folha principal, de forma individual. Para o plantio utilizou-se luvas nitrílicas para evitar possíveis contaminações dos operadores. As plantas não utilizadas foram postas para o controle, e todas foram observadas a cada 4 dias, regadas constantemente, por um período de até 60 dias.
- d) Com 30 dias de análise, 3 unidades foram escolhidas aleatoriamente, medidas novamente (raiz, caule e folha) e separadas para serem encaminhadas à análise, junto com o solo que as continham. O mesmo procedimento ocorreu com 60 dias de análise e encerradas as análises com a *Syngonium podophyllum*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar do solo apresentar baixa contaminação de metais pesados e ser classificado pelo CONAMA 420/2009 (BRASIL, 2009) como permitido, os resultados indicaram uma contaminação ambiental por metais. Os elementos encontrados em maior quantidade no solo em ordem decrescente são o ferro, chumbo, bário, cobre e zinco.

Os dados obtidos após 30 dias de cultivo da *Syngonium Podophyllum* em solo contaminado demonstraram uma eficiente remoção para caracterizar uma fitorremediação. A análise macroscópica dos vegetais apresentou redução do sistema radicular, mas crescimento significativo do vegetal. Quanto ao resultado das análises de laboratório, o solo apresentou 40% de redução de MP iniciais. As raízes apresentaram acréscimo de 50% de MP com depósito significativo em seus caules. Ademais, constatou-se que a estrutura vegetal com maior nível de crescimento em todas as mudas, foi a folha, chegando a mais de 100% em uma das amostras. Tal como evidenciado no presente estudo, resultados semelhantes são

encontrados em pesquisas relacionadas ao potencial fitorremediador da *S. Podophyllum*. Segundo Batista (2013) e Negrão *et al* (2018), a absorção de chumbo (Pb) em determinados níveis resulta no exponencial crescimento nas folhas e caules.

Os resultados alcançados no 60º dia de análise demonstraram a retirada de 90% de MP do solo e consequente acúmulo nas raízes e caule vegetativos, confirmando seu potencial hiperacumulador sem sofrer danos (CHAO *et al*, 2019; HUU *et al*, 2019). A diminuição das raízes também foi avaliada por medições, assim como o crescimento do caule e folhas, mantendo o padrão das espécies escolhidas com 30 dias.

CONCLUSÃO

Sabendo que no Brasil mais de 30% dos solos estão degradados (SANTOS, JACOMINE, ANJOS, 2018), este trabalho mostra evidências da possível atividade fitorremediadora da planta *Syngonium Podophyllum*, até então pouco estudada na literatura.

Apesar do solo apresentar baixa contaminação de metais pesados e ser classificado pelo CONAMA 420/2009 (BRASIL, 2009) como permitido, a amostra ambiental total pode apresentar impactos diferentes dos contaminantes individuais, ainda que estejam dentro dos limites estabelecidos em norma. Os dados obtidos após 30 dias de cultivo da *Syngonium Podophyllum* em solo contaminado confirmam o potencial fitorremediador dessa espécie, corroborando os autores Batista (2013) e Wu *et al*, (2021). As mudas de singônia apresentaram crescimento vegetativo com análises de 30 e 60 dias, acompanhado de maiores teores de MP, confirmando seu potencial fitorremediador. Além disso, constatou-se que a estrutura vegetal com maior nível de crescimento em todas as mudas, foi a folha, apesar de não conter MP em sua estrutura (VICAKAS, SOUZA, 2018; NEGRÃO *et al*, 2018).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, A. A.; Seleção de espécies com potencial fitorremediador de chumbo; Dissertação submetida ao curso de Pós-graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas, Área de concentração: Manejo de Resíduos e Remediação de Áreas Impactadas; Cruz das Almas, Bahia, 57 p, 2013.

BRASIL, RESOLUÇÃO Nº 420, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2009; Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, publicado no Publicado no DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84.

CHAO, Z.; YIN-HUA, S.; DE-XIN, D.; GUANG, L.; YUE-TING, C.; *Aspergillus niger* changes the chemical form of uranium to decrease its biotoxicity, restricts its movement in plant and increase the growth of *Syngonium podophyllum*. Chemosphere, v. 224, p. 316–323, jun. 2019.

HE, J.; WANG, Y.; HU, N.; DING, D.; SUN, J.; An artificially constructed *Syngonium podophyllumAspergillus niger* combine system for removal of uranium from wastewater. Environmental Science and Pollution Research International, v. 22, n. 23, p. 18918–18926, dez. 2015.

HUU H. Q.; CHEIN, Y.; HUYNH T. A.; THAI, V. L.; A Study on Removing Arsenic Contamination in Soil by Phytoremediation; Key Engineering Materials; Vol. 818, pp 113-117; 2019.

NEGRÃO, G.; SOUZA, N. VICAKAS, O. M.; ANICETO, A. P. P.; Potencial fitorremediador da *Syngonium podophyllum* sob os efeitos de Chumbo no solo. IV Congresso de Agrárias e Ambientais; Guarapuava – Paraná – Brasil; 22 a 27/10/2018.

WU, D.; YU, X.; LAI, M.; FENG, J.; DONG, X.; PENG, W.; SU, S.; ZHANG, X.; WAN, L.; JACOBS, D. F.; ZENG, S.; Diversified effects of co-planting landscape plants on heavy metals pollution remediation in urban soil amended with sewage sludge. Journal of Hazardous Materials, v. 403, p. 123855, 5 fev. 2021.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa de estudos anual para o Projeto PIBIC-EM pelo Centro Paula Souza, à ETEC Guaracy Silveira que cedeu o espaço para as pesquisas, as estruturas dos laboratórios e às professoras Orientadora e Supervisora da pesquisa, pelo conhecimento científico.