

FITORREMEDIÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS

Débora Luisa Silva Teixeira

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
debora.teixeira@inpe.br, deboralsteixeira@gmail.com

Dr. Luiz Tadeu da Silva

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
luiz.tadeu@inpe.br, luiz.tadeu.silva@gmail.com

Leon Balloni Gomes

Universidade de São Paulo - USP
ballonigomes@gmail.com

MSc. José Felipe da Silva Farias

Universidade de Évora - UNEV
jose.farias@cemaden.gov.br, jfsfarias2000@gmail.com

Luan Moreira Grilo

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
luan.grilo@inpe.br, luanmgrilo@gmail.com

Dr.^a Ana Gabriela de Jesus Araújo

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
ana.araujo@inpe.br, anagabrielageo@gmail.com

1. Introdução

Um dos graves problemas consequentes da industrialização e do uso intensivo de agrotóxicos no Brasil é a contaminação de solos com compostos químicos perigosos. Essa contaminação pode ocorrer por disposição e derrame proposital ou acidental de resíduos provenientes de atividades agrícolas, industriais, domésticas ou por deposição atmosférica, que modificam as características naturais do solo, produzindo impactos e limitando seus usos (MARQUES et al., 2011). Em busca de alternativas para remediar solos contaminados, as técnicas que aliem eficiência na descontaminação, simplicidade na execução e menor custo, tem tido um maior destaque.

Nesse contexto, a fitorremediação desponta como uma técnica acessível e de fácil utilização para um público que envolve desde grandes indústrias, até pequenos produtores rurais. A fitorremediação faz uso de plantas para remover, tornar inerte ou minimizar os riscos causados pela presença em solos de: metais pesados, agrotóxicos, hidrocarbonetos de petróleo, explosivos, solventes clorados e subprodutos tóxicos da indústria (CUNNINGHAM et al., 1996). Quando a técnica envolve a absorção dos poluentes do solo e translocação para a parte aérea das plantas, a biomassa ainda pode ser reaproveitada para fins econômicos, já que é necessária a retirada das plantas do solo e a promoção de um destino adequado. Com toda essa gama de aplicações, vem crescendo o número de estudos envolvendo plantas que sejam hiperacumuladoras de poluentes específicos e que ao mesmo tempo sejam interessantes do ponto de vista social, agrícola e/ou econômico. Diante disso, esse trabalho buscou elencar algumas dessas plantas e seus usos na remediação de solos contaminados.

Palavras chave: Fitorremediação, solos contaminados, plantas hiperacumuladoras.

2. Metodologia

Para a elaboração deste trabalho efetuou-se um levantamento teórico científico, através de artigos publicados em jornais e revistas a níveis nacional e internacional, bem como de dissertações de mestrado e de teses de doutorado, sendo possível avaliar as pesquisas e conhecimentos ora produzidos e destacar as considerações, resultados e discussões mais importantes. A fim de demonstrar a capacidade de aplicação da fitorremediação de solos contaminados no Brasil, foram avaliadas suas principais potencialidades e limitações aliadas a estudos com plantas remediadoras apropriadas e relevantes a realidade nacional.

3. Resultados e Discussões

A fitorremediação é uma técnica de tratamento *in situ* e apresenta menor custo em relação as técnicas tradicionais que envolvem a retirada do solo para a realização da descontaminação. Quando essa técnica é empregada em áreas agrícolas, o custo tende a ser ainda menor, já que os equipamentos e suprimentos utilizados são os mesmos da agricultura. Além disso, as propriedades biológicas e físicas do solo são mantidas, e não raro, até melhoradas. No caso de plantas leguminosas, pode ocorrer também a fixação de nitrogênio atmosférico no solo (PIRES et al., 2003).

Na Tabela 1 são apresentadas algumas plantas estudadas em remediação de contaminantes que podem ser de interesse agrícola e/ou econômico, seja por utilização em pré-plantio e rotação de culturas ou uso posterior para a produção de biocombustíveis.

Tabela 1 - Exemplos de plantas hiperacumuladoras de poluentes que podem ser de interesse agrícola e /ou econômico.

Plantas	Contaminantes	Malefícios dos Contaminantes
Crotalaria (<i>Crotalaria juncea</i>) e Feijão guandu anão (<i>Cajanus cajan</i>)	Sulfentrazone (herbicida)	Seus resíduos podem permanecer no solo por cerca de 2 anos, oferecendo risco de contaminação a lençóis freáticos, impossibilitando o cultivo de espécies suscetíveis.
Crotalaria (<i>Crotalaria spectabilis</i>)	Chumbo (Pb)	A contaminação dos solos por esses metais representa riscos, como a contaminação dos lençóis freáticos, toxicidade para plantas, animais e para o ser humano.
Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	Chumbo (Pb) e Cádmiio (Cd)	
Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	Chumbo (Pb) e Cádmiio (Cd)	
Mamona (<i>Ricinus communis</i> L.)	Cobre (Cu)	

Fonte: MADALÃO et al. (2012), LINDINO et al. (2011), ANGELOVA et al. (2016), ANDREAZZA e CAMARGO (2011), DE LIMA et al. (2013). Informações compiladas e organizadas pelos Autores.

A crotalaria (*Crotalaria juncea*) e o feijão guandu anão (*Cajanus cajan*) apresentaram grande capacidade de fitorremediar solos contaminados com o herbicida sulfentrazone, que é largamente utilizado em culturas de cana-de-açúcar, soja e café (MADALÃO et al., 2012). A crotalaria (*Crotalaria spectabilis*), por sua vez, demonstrou capacidade de armazenar no tecido vegetal de sua parte aérea o metal pesado chumbo, que possui largo uso industrial e é um dos maiores contaminantes do solo (LINDINO et al., 2011). Pelo aspecto de melhoramento das condições físicas, químicas e biológicas do solo, essas plantas podem ser utilizadas em pré-plantio ou rotação, consórcios e em faixas intercalares com diversas culturas de valor econômico.

Na avaliação do girassol (*Helianthus nnuus*), a maior parte do chumbo (59%) e do cádmio (79%) foi acumulada nas folhas, e houve uma absorção pelas sementes de 1 a 2%, apenas, do total de metais presentes previamente no solo. Sendo assim, essas sementes podem ser utilizadas posteriormente para fabricação de biodiesel ou fins nutricionais (ANGELOVA et al., 2016). Já o amendoim (*Arachis hypogaea* L.) exibiu remoção de cádmio (50%) e chumbo (73%) do solo, e observou-se que a maior concentração desses metais nas plantas estava localizado em suas folhas (DE LIMA et al., 2013).

Por último, a mamona (*Ricinus communis* L.) mostrou alta produção de biomassa em solos com presença de cobre, indicando um alto nível de fitoacumulação, e juntamente com a produção de óleo para biodiesel, pode ser uma alternativa de recuperação de solos de vinicultura ou que abrigaram atividades de mineração de cobre (ANDREAZZA e CAMARGO, 2011).

4. Conclusões

Após a elaboração deste trabalho concluiu-se que a fitorremediação de solos contaminados pode se tornar ainda mais interessante e vantajosa quando há a utilização de plantas que aliem capacidade remediadora a características desejáveis do ponto de vista agrônomo, como rápido crescimento, fácil controle, propagação ou erradicação. Sendo assim, a técnica é extremamente pertinente à realidade nacional, uma vez que reúne as vantagens econômicas já listadas a benefícios socioambientais, como baixa interferência ecossistêmica e prevenção da erosão do solo e lixiviação do poluente.

5. Referências

- ANDREAZZA, R.; CAMARGO, F. A. de O.. Fitorremediação de áreas contaminadas com cobre utilizando plantas de mamona. In: **IV Salão de Ensino**, UFRGS, 2011, Porto Alegre. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/62888>>. Acesso em: 17 mar. 2018.
- ANGELOVA, V. R.; PERIFANOVA-NEMSKA M. N.; UZUNOVA, G. P.; IVANOV, K. I.; LEE, H. Q.. Potential of Sunflower (*Helianthus annuus L.*) for Phytoremediation of Soils Contaminated with Heavy Metals. **International Journal Of Environmental And Ecological Engineering**, [S.I.], v. 10, n. 9, 2016. Disponível em: <waset.org/Publication/10005333>. Acesso em: 19 mar. 2018.
- CUNNINGHAM, S. D.; ANDERSON, T. A.; SCHWAB, A. P.. Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants. **Adv. Agron.**, v. 56, p. 55-114, 1996.
- DE LIMA, G. M.; CÔRREA, T. F.; LIMA, A. F.; PONTIERI, M. H.; MUNÔZ, R. A. A.. Estudo de fitorremediação de solos contaminados com cádmio e chumbo empregando plantas de amendoim (*Arachis Hypogaea L.*). **Rev. Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n.16, p. 2919-2029, 2013. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/engenharias/Estudo%20de.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2018.
- LINDINO, C. A.; TOMCZAK, A. P.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C. Fitorremediação de solos utilizando *Crotalaria spectabilis* para remoção de cádmio e chumbo. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon., v. 11, n. 4, p.25-32, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1818/sap.v11i4.5720>>. Acesso em: 15 mar. 2018.
- MADALÃO, J. C.; PIRES, F. R.; CHAGAS, K.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PROCOPIO, S. O.. Uso de leguminosas na fitorremediação de solo contaminado com sulfentrazone. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 390-396, out./dez. 2012.
- MARQUES, M.; AGUIAR, C. R. C.; DA SILVA, J. J. L. S.. Desafios técnicos e barreiras sociais, econômicas e regulatórias na fitorremediação de solos contaminados. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. 2011, vol.35, n.1, pp.1-11. ISSN 1806-9657. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000100001>>. Acesso em: 15 mar. 2018.
- PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; SILVA, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; FERREIRA, L.R. Fitorremediação de solos contaminados com herbicidas. **Planta daninha**. 2003, vol.21, n.2, pp.335-341. ISSN 0100-8358. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582003000200020>>. Acesso em: 18 mar. 2018.