

PLANTAS HIPERACUMULADORAS PARA FITORREMEDIAÇÃO EM ÁREAS DE MINERAÇÃO DO NORDESTE BRASILEIRO

Beatriz Sousa Melo¹
Klaiany Bruno da Silva²
Jonei Marques da Costa³
Bruna Iohanna Santos Oliveira⁴

INTRODUÇÃO

A mineração, assim como outras atividades humanas, pode acarretar no aumento da contaminação dos solos por metais pesados, levando a malefícios para os diversos ecossistemas (BAKER et al., 1994). Essa problemática levou à busca de possíveis soluções e, por conta do potencial vegetal de absorver elementos químicos como nitrogênio, fósforo e potássio, em meados dos anos 1970, surgiram pesquisas com plantas que absorvem metais pesados, sobretudo em altas concentrações (EAPEN; D'SOUZA, 2005). Essas plantas são as hiperacumuladoras, as quais apresentam eficiência para a extração de chumbo, cádmio, níquel, cobre, zinco e outros elementos químicos (ZEITOUNI, 2003).

As plantas hiperacumuladoras podem ser utilizadas em processos de fitorremediação, uma das principais técnicas de limpeza dos solos contaminados, visto que possuem a capacidade de extrair cerca de 15% de concentrado de metais pesados, o que é, em comparação com a extração por mineração convencional, um valor muito alto (REVATHI; HARIBABU; SUDHA, 2011).

A possibilidade de absorver o metal pesado dos solos pode não somente permitir que terras pobres em nutrientes voltem a ser férteis e evitar a contaminação de lençóis freáticos, como também facilitar a extração daquele elemento, que muitas das vezes é proveniente do estéril da mineração (CUNNINGHAM et al., 1996). Analisando isso, a fitomineração tem um grande papel para o benefício do meio ambiente e auxílio na recuperação de concentrado, visto que é possível extrair, posteriormente, o minério absorvido pelas plantas.

¹ Discente do Curso Técnico em Mineração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA, biasmelo3@gmail.com;

² Discente do Curso Técnico em Mineração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA, klaiany911@gmail.com;

³ Doutor em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia - UFBA, jonei.costa@ifba.edu.br;

⁴ Professora orientadora: Mestre em Ciências Ambientais, Universidade Federal da Bahia - UFBA, bruna.oliveira@ifba.edu.br.



Observando a oportunidade que as plantas hiperacumuladoras trazem para as atividades de fitorremediação, esse trabalho concentra seus esforços em analisar brevemente a bibliografia disponível, pondo em vista a necessidade de limpeza de solos contaminados, principalmente, pela mineração, a prevenção de riscos à saúde humana e a preservação do meio ambiente, tendo como objetivo, através do estudo dessas plantas, listar espécies com potencial para serem utilizadas no nordeste brasileiro.

METODOLOGIA

O trabalho baseou-se em pesquisa bibliográfica, na qual os artigos usados foram obtidos nas principais bases de dados com o termo “hyperaccumulator”. Foram usados 23 artigos dentre os encontrados sobre o tema, a fim de gerar uma lista de espécies com esse potencial já relatado, com foco nas plantas que podem ser utilizadas no nordeste brasileiro. Esta constitui-se como a primeira etapa de um projeto sobre esse assunto, pretendendo-se realizar estudos experimentais sobre a capacidade e a viabilidade de plantas hiperacumuladoras selecionadas da lista, nas etapas subsequentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na pesquisa realizada, é notória a importância dos estudos sobre plantas hiperacumuladoras. Vale ressaltar que a grande quantidade de elementos químicos pesados são altamente tóxicos para as plantas convencionais, enquanto para as hiperacumuladoras é uma forma de economizar energia, tendo em vista que podem utilizar os materiais pesados que absorvem, não precisando produzir toxinas para afastar herbívoros (LARCHER, 2000). Segundo Glass (1998), a fitoextração dos metais ocorre a partir do transporte das raízes até a parte aérea das plantas, sendo o sódio (Na) o principal metal absorvido.

Foram selecionadas 14 espécies vegetais com potencial para utilização no nordeste do Brasil, cada uma com suas características e especificidades, originando a seguinte lista: *Atriplex nummularia* Lind (nome popular: Erva-sal), *Medicago sativa* L. (nome popular: Alfafa), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (nome popular: Leucena), *Pennisetum americanum* L. (nome popular: Milheto), *Azadirachta indica* A. Juss. (nome popular: Nim), *Mimosa caesalpinifolia* Benth (nome popular: Sabiá), *Helianthus annuus* L. (nome popular: Girassol), *Crotalaria juncea* L. (nome popular: Crotalária), *Canavalia ensiformis* L. (nome

popular: Feijão de porco), *Sorghum bicolor* L. (nome popular: Sorgo), *Hibiscus cannabinus* L. (nome popular: Kenaf), *Populus tremula* L. (nome popular: Aspen), *Brassica juncea* L. (nome popular: mostarda-castanha) e *Pycnantha acuminata* (Pierre ex Baill) Swenson & Munzinger (nome popular: Blue Sap ou Nickel Tree).

Nos últimos anos, a procura por fitorremediação vem crescendo bastante no mercado, algumas empresas estatais e privadas, bem como instituições acadêmicas pesquisam e exploram métodos para o aproveitamento e a mitigação ou o reflorestamento de algumas áreas inférteis por ações do homem a partir deste método (CUNNINGHAM et al., 1996).

No Brasil, o problema de solos com alta taxa de salinidade é mais comum no nordeste, onde cerca de 25% das áreas irrigadas foram salinizadas (GHEYI, 2000). O excesso de salinidade pode acarretar na diminuição do crescimento e produtividade da planta, causar alterações no retículo endoplasmático, alterar o desenvolvimento de vacúolos e também prejudicar o citoplasma (SOUZA, 2010), porém, espécies hiperacumuladoras conseguem sobreviver nessas condições estressantes. Podendo ser utilizadas para a fitorremediação dessas áreas, plantas como Erva-sal (*Atriplex nummularia*), Alfafa (*Medicago sativa*), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Milheto (*Pennisetum americanum*), Nim (*Azadirachta indica*) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) (SILVA et al., 2016; SOUZA et al., 2011).

Plantas que acumulam preferencialmente o cobre nas raízes são afetadas com a diminuição do transporte para a parte aérea, porém isso contribui para a tolerância das plantas ao metal, sendo interessante para a aplicabilidade da fitoextração. Dentre as plantas de potencial avaliado encontram-se Crotalária (*Crotalaria juncea*), Feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) e Sorgo (*Sorghum bicolor*), em cujos sistemas radiculares foi possível averiguar a presença mais elevada de cobre (ZANCHETA, 2011).

Em estudos realizados sobre a extração de chumbo, foi percebida a concentração desse metal nas raízes da maioria das plantas, fazendo com que haja diminuição do crescimento das plantas em função da austeridade das massas das matérias secas da parte aérea e das raízes conforme acréscimo gradativo da quantidade de chumbo. A espécie mais tolerante foi Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), que não apresentou sintomas de toxidez (SANTOS, 2012).

Sobre as condições de pH do solo, carbono orgânico e capacidade de troca catiônica e sobre a redistribuição de cádmio e zinco em um solo arenoso poluído, estudos observaram que a espécie Aspen (*Populus tremula*) conseguiu obter o melhor comportamento na fitoestabilização desses metais (PÉREZ- ESTEBAN, 2013).

Uma planta hiperacumuladora, de crescimento rápido, alta produção de biomassa e capacidade alta de armazenar metais pesados (Cd, Pb, Zn, Ni, Cu, Hg) e hidrocarbonetos (naftaleno, benzopireno e antraceno), que pertence à família Asteraceae é o Girassol (*Helianthus annuus*) (CHAUHAN; MATHUR, 2018), sendo classificado como uma das melhores opções para a fitorremediação de locais poluídos.

Alguns estudos que avaliaram o desenvolvimento das plantas de girassol em solos mostraram que a sua produção de matéria seca é influenciada pela taxa de contaminação do solo por metais pesados (DE SÁ et al., 2000). Além dessas, algumas outras plantas também apresentam capacidade para extrair diferentes tipos de metais do solo, por exemplo a Mostarda-castanha (*Brassica juncea* L.) que pode remediar solos com altos teores de Pb, Cr, Cd, Cu, Ni, Zn, Sr, B e Se (US-EPA, 2000).

Além das plantas já citadas, existem diversas espécies estrangeiras que, por existirem em locais de clima e solo semelhantes ao do Brasil, possuem grande potencial de uso nos solos nordestinos. Um grande exemplo é a Nickel Tree (*Pycnanandra acuminata*), um arbusto tropical endêmico da Nova Caledônia, que acumula aproximadamente 20-25% de níquel em seu látex (JAFFRE et al., 1976), tendo potencial para uma substituição de mina, ou seja, um novo método de lavra menos prejudicial ao meio ambiente e com menos riscos acidentais.

É de extrema importância salientar que muitas plantas hiperacumuladoras são raras, com faixas restritas em solos metalíferos, sendo, então, sensíveis a forças destrutivas como a mineração, desenvolvimento florestal, incêndio ou expansão urbana (REEVES; BAKER, 2000; WHITING et al., 2004; BAKER et al., 2010). Então, o uso dessas plantas deve ser feito de forma responsável, visando não permitir a extinção das espécies.

A partir das plantas hiperacumuladoras listadas, nota-se a importância desse tipo de estudo para a utilização desse potencial no nordeste brasileiro, aproveitando os benefícios de prevenção de riscos à saúde humana e de recuperação de áreas mineradas, além de auxiliar na preservação dos biomas e suas espécies nativas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A lista de espécies vegetais hiperacumuladoras originada do levantamento de dados sobre as várias plantas já estudadas que possuem potencial para serem utilizadas no nordeste do Brasil, cada uma com suas especificidades, constitui uma base para futuros estudos com



experimentos em ambiente controlado e in loco, visando à averiguação desse potencial e a efetiva utilização em áreas naturais.

Palavras-chave: Espécies Vegetais, Hiperacumulação, Contaminação, Metais Pesados.

REFERÊNCIAS

BAKER, A. J. M. et al. The possibility of in situ heavy metal decontamination of polluted soils using crops of metalaccumulating plants. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 11, p. 41-49, 1994.

BAKER, A. J. M. et al. **Metallophytes: the unique biological resource, its ecology and conservational status in Europe, central Africa and Latin America.** In: Batty LC, Hallberg KB, eds. Ecology of industrial pollution. Cambridge, UK: Cambridge University Press, P. 7–40, 2010.

CHAUHAN, P.; MATHUR, J. Potential of Helianthus annuus for phytoremediation of multiple pollutants in the environment: A Review. **Journal of Biological Sciences and Medicine**, v. 4, n. 3, p. 5-16, 2018.

CUNNINGHAM, S. D. et al. Phytoremediation of soil contaminated with organic pollutants. **Environmental Toxicology**, v. 56, n. 1, p. 55-114, 1996.

DE SÁ, T. C. L. L. et al. Crescimento e teor de metais de mudas de espécies arbóreas cultivadas em solo contaminado com metais pesados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 121-132, 2000.

EAPEN, S.; D'SOUZA, S. F. Prospects of genetic engineering of plants for phytoremediation of toxic metals. **Biotechnology Advances**, v. 25, p. 97-114, 2005.

GHEYI, H. R. **Problemas de salinidade na agricultura irrigada.** In: OLIVEIRA, T.; ASSIS, J. R.; R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Eds.). Agricultura, sustentabilidade e o semiárido. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.329-345, 2000.

GLASS, D. I. **The 1998 United States Market for Phytoremediation.** Needham: D. Glass Associates, 1998.

HARIDASAN, M. **Solos do Distrito Federal.** In: PINTO, M. N. (Org.). Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília: Ed. da UnB/SEMATEC, p. 321 - 344, 1994.

JAFFRE, T. et al. *Sebertia acuminata*: a hyperaccumulator of nickel from New Caledonia. **Science**, v. 193, p. 579–580, 1976.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima. p. 531, 2000.



MMA - Ministério do Meio Ambiente. Plano de Ação para Prevenção e Controle do desmatamento e das Queimadas no Cerrado – PPCerrado. Brasília. 152 p., 2009.

PÉREZ-ESTEBAN, J. et al. Phytostabilization of metals in mine soils using *Brassica juncea* in combination with organic amendments. **Plant Soil**, v. 377, p. 97-109, 2013.

REEVES, R. D.; BAKER, A. J. M. **Metal accumulating plants**. In: RASKIN, I.; ENSLEY, B. eds. Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment. New York, NY, USA: J. Wiley & Sons, p.193–229, 2000.

REVATHI, K.; HARIBABU, T. E.; SUDHA, P. N. Phytoremediation of chromium contaminated soil using sorghum plant. **International Journal of Environmental Sciences**, v. 2, n. 2, p. 417, 2011.

SANTOS, C. H. et al. Potencial de fitoextração de Pb por mamoneiras em solo contaminado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1427-1434, 2012.

SILVA, R. Z. et al. Fitorremediação de solos salinos em sistema de cultivo protegido. **Cultivando O Saber**, Paraná, v. 9, n. 4, p.498-505, 2016.

SOUZA, E. R. **Fitorremediação de Neossolo Flúvico sódico salino de Pernambuco com *Atriplex nummularia***. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 77 p. 2010.

SOUZA, E. R. et al. Fitoextração de sais pela *Atriplex nummularia* lindl. sob estresse hídrico em solo salino sódico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, p.477-483, 2011.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Introduction to phytoremediation: EPA/600/R-99/107. Cincinnati: National Risk Management Research Laboratory, 2000.

WHITING, S. N. et al. Research priorities for conservation of metallophyte biodiversity and their potential for restoration and site remediation. **Restoration Ecology**, v. 12, p. 106–116, 2004.

ZANCHETA, A. C. F. et al. Fitoextração de cobre por espécies de plantas cultivadas em solução nutritiva. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p.737-744, 2011.

ZEITOUNI, C. F. **Eficiência de espécies vegetais como fitoextratoras de cádmio, chumbo, cobre, níquel e zinco de um Latossolo Vermelho amarelo distrófico**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2003.