

FITORREMEDIAÇÃO DE SOLOS SALINIZADOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Daniele de Almeida Carreiro¹; José Cleidimário Araújo Leite²

¹Universidade Federal de Campina Grande, email: danielealmeida23@gmail.com

²Universidade Federal de Campina Grande, email: cleidimario@yahoo.com.br

Introdução

O solo é um recurso renovável responsável pela manutenção de qualquer cadeia alimentar, e sua saúde está ligada à sua capacidade de fornecer nutrientes que sustentem a produtividade animal e vegetal mantendo ou melhorando a qualidade da água do ar, entretanto, devido a condições específicas do ambiente combinadas ou a ações antrópicas mal efetuadas, esse potencial fica comprometido, causando improdutividade e desequilíbrios ecológicos, muitas vezes irreversíveis (Souza, 2010). Existem diversos processos que causam a degradação do solo, a exemplo da salinidade que afeta diretamente a produção agrícola e o meio ambiente.

A presença de elevadas concentrações de sais solúveis no solo dá origem aos denominados solos salinos. Esses solos são comumente encontrados em regiões áridas e semiáridas. (CARVALHO et al, 2015). No Brasil, esse problema é mais comum no Nordeste, abrangendo uma área de 155 milhões de hectares, sendo que 52% deste se encontra no semiárido (VIEIRA et al., 2016). Um solo é caracterizado como salino quando a condutividade elétrica medida na pasta de saturação é superior a 4 dSm⁻¹, porcentagem de sódio trocável é menor que 15% e o pH é menor que 8,5 (BOHN *et al.*, 2001 apud FREITAS, 2016). O excesso de sais de sódio, afeta as propriedades físicas e químicas do solo

A salinização do solo pode ocorrer naturalmente e antropicamente. O processo de salinização natural ocorre devido à baixa precipitação pluvial, evapotranspiração elevada e a presença de camadas impermeáveis (MELO & ALLEONI, 2009). Solos com essas propriedades são comuns no semiárido nordestino.

A elevada taxa de natalidade e necessidade por maior produção de alimentos contribuem para a expansão de áreas de solos degradados por salinidade e sodicidade, em consequência do uso inadequado de terras e manejo inadequado da irrigação e do solo (RIBEIRO et al., 2003). A prática de irrigação, sendo este instrumento para o aumento da produtividade, quando utilizado de forma inadequada, pode aumentar a

concentração sais no solo, alterando sua fertilidade, podendo levar também a alteração das características químicas do solo e à degradação (SOUZA, 2013). No Brasil, esse fator é verificado em todo país, sendo comum na região Nordeste, onde aproximadamente 25% das áreas irrigadas foram salinizadas (GHEYI, 2000). Práticas de adubação orgânica, através aplicação de resíduos agroindustriais (cama de frango esterco de suíno,), industriais (lodo de curtume) e urbanos (lodo de esgoto), têm sido constantes nas áreas agrícolas brasileira aumentando a concentração de sais no solo (SOUZA, 2013). Além disso, o uso de fertilizantes também tem contribuído para a expansão de solo degradados por sais.

Visando recuperar áreas degradadas pela salinização, diversas técnicas vêm sendo utilizadas como o uso de corretivos químicos, lavagem do solo e técnicas de biorremediação. Biorremediação é o processo no qual organismos vivos (microrganismos, fungos, plantas, entre outros) são utilizados a fim de remediar solos contaminados. Dentro da biorremediação aborda-se o uso da fitorremediação para a diminuição da salinidade. Esse processo consiste no uso de plantas com potencial fitoextrator de sais, as quais podem ser uma alternativa de recuperação do solo. Plantas com esse potencial são geralmente plantas halófitas, apresentando determinadas características como tolerância a salinidade e elevada produção de biomassa.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho consiste em um levantamento bibliográfico de espécies com potencial fitorremediador de sais que podem ser utilizadas em solos salinizados do semiárido nordestino e suas características, visando que estas podem ser uma alternativa na diminuição de solos degradados pela concentração de sais.

Metodologia

O presente estudo trata-se de uma pesquisa bibliográfica exploratória, com abordagem qualitativa, utilizando o método dedutivo, em que o levantamento de dados foi realizado através da internet, abordando acerca da fitorremediação de solos salinizados no semiárido brasileiro. As seguintes palavras-chaves foram utilizadas: 1) fitorremediação no semiárido; 2) solos salinos; 3) plantas fitoextradoras. A pesquisa englobou artigos, livros, teses, dissertações, sendo pesquisados 21 documentos ao total em que 16 documentos foram selecionados para o desenvolvimento desta pesquisa por conterem os itens: aplicações e conceitos.

Resultados e discussão

O solo salino, dependendo da concentração de sais e do tipo de planta, pode impossibilitar a sobrevivência da mesma. A salinidade

do solo atua no crescimento das plantas principalmente sobre a altura, acúmulo de matéria fresca e matéria seca da parte aérea e das raízes e área foliar, podendo levar a morte das mesmas. Como resultado, ocorrem diminuição no crescimento e produtividade, no desenvolvimento de vacúolos, alterações no retículo endoplasmático e prejudicando o citoplasma, devido à combinação do meio citoplasmático com o vacuolar (SOUZA E. R., 2010 apud PEQUENO; SILVA; BRASILEIRO, 2014). A alta concentração de sais no solo também reduz a absorção de água e nutrientes pelas plantas devido ao estresse osmótico. O excesso de sais no solo aumenta a pressão osmótica, dificultando a sucção da água pelas plantas.

Algumas plantas possuem a capacidade de sobreviver em condições estressantes. Esse fator se dá devido aos mecanismos bioquímicos, fisiológicos, anatômicos e morfológicos que estas desenvolvem, auxiliando na aclimação ao estresse salino, possibilitando o seu desenvolvimento mesmo em condições desfavoráveis (SANTOS, 2016). Para evitar danos provocados pelos altos níveis de sais no solo, as plantas utilizam alguns mecanismos, sendo estes: a exclusão de sódio via SOS, que permite a homeostase iônica no citoplasma; a compartimentalização vacuolar (Kabala & Janicka-Russak, 2012 apud SANTOS, 2016) e ajustamento osmótico, sendo estes as principais respostas das plantas ao ambiente salino (Chaum & Kirdmanee, 2009 apud SANTOS, 2016). Plantas adaptadas a altas concentrações de sais no solo com capacidade de acumular grandes quantidades destes em seus tecidos são chamadas de halófitas.

Silva *et al.* (2016) em estudo realizado sobre fitorremediação de solos salinos em um sistema de cultivo protegido com o objetivo de determinar a espécie vegetal que obtivesse maior extração dos elementos minerais em excesso no solo. Utilizou-se amostras de solo do tipo Latossolo Vermelho eutroférico proveniente de um sistema de cultivo protegido com quatro tratamentos: T1 testemunha (sem planta), T2 milho (*Pennisetum americanum*), T3 feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) e T4 alfafa (*Medicago sativa*) Os autores do trabalho verificaram que os valores de K onde o milho foi cultivado foram reduzidos de $1,90 \text{ cmolc dm}^{-3}$ para $1,04 \text{ cmolc dm}^{-3}$, sendo esta a espécie que mais fitoextraiu esse elemento, ficando estatisticamente semelhante a alfafa, na qual os valores de K também foram reduzidos significativamente, podendo ser atribuído pelo fato dessas espécies absorverem preferencialmente íons monovalentes (Malavolta *et al.*, 1989 apud SILVA *et al.*, 2016). Também foi observado que os maiores teores de Ca e o Mg foram fitoextraídos pelo milho e alfafa, demonstrando o potencial de fitoextração das culturas.

Dentre as halófitas, o gênero *Atriplex* também tem se demonstrado com bom potencial para a

recuperação de solos salinos. A *Atriplex numulária* tem se ajustado muito bem nas regiões semiáridas por conseguir se desenvolver mesmo em ambiente com alta aridez e salinidade. (PORTO; AMORIM; JÚNIOR, 2011). SOUZA et al. (2011) realizou um estudo sobre a fitoextração de sais pela *Atriplex nummularia* Lindl. Com o objetivo de avaliar o potencial extrator da planta em solo salino sódico sob estresse hídrico utilizando quatro níveis de umidade na capacidade de campo em um Neossolo Flúvico Sódico salino, obteve, após 134 dias, o maior valor de teor médio em relação ao sódio na folha da planta, com um teor de 124,73 g kg⁻¹. Observou também que a remoção de Ca, Mg, Na, K e Cl pela folha + caule foi de 644,25; 757,81; 1.058,55 e 1.182,00 kg ha⁻¹ desses elementos para 35, 55, 75 e 95% da capacidade de campo, concluindo que esta espécie apresenta alta capacidade de fitoextração de sais. Em seus estudos (LEAL et al., 2008) também comprovaram o potencial da espécie, utilizando o mesmo tipo de solo, observaram que o teor de sódio na matéria seca das folhas aos 40, 70, 100, 130 dias de transplantio apresentou os seguintes valores respectivamente: 49,30; 44,44; 82,07; 94,75, concluindo que a *Atriplex numulária* apresentou alto potencial de fitoextração de sais. Essa espécie apresenta desenvolvimento em alta salinidade por possuir mecanismos de tolerância, através de vesículas em sua superfície, estas podem acumular sais nas suas células e excluí-las através das folhas, permitindo assim seu progresso (PORTO et al., 2006; FREIRE et al., 2010 apud SANTOS, 2012).

Segundo SANTOS (2016) além da espécie *Atriplex numularia* Lindl, as espécies leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) também possuem potencial fitorremediador de solos salinizados. Em seus estudos, utilizando uma área degradada do semiárido pernambucano sem acúmulo excessivo de sais, definiu-se 8 tratamentos, sendo 4 individualizados, 3 em associação com a atriplex e 1 sem cultivo. Após um período de 18 meses de transplantio das espécies, verificou-se a diminuição da sodicidade onde as espécies foram plantadas, devido a diminuição da PST e RAS. A porcentagem de sódio trocável nos tratamentos individualizados em atriplex, leucena, nim e sabiá reduziram em 65,65%; 10,84%; 26,75%; 30,36%, essa redução ocorreu através da absorção de sódio pela parte aérea das plantas. A CE também diminuiu em função dos íons absorvidos pelas plantas e da lixiviação de sais, concluindo que estas espécies possuem potencial fitorremediador em solos afetados pela salinidade.

A técnica utilizada pelas plantas na remediação de solos salinos é chamada de fitoextração. Essa técnica consiste na capacidade da planta em acumular contaminantes em seus tecidos, sem degradá-los. Nesse processo ocorre o plantio da espécie com posterior colheita destas, com o

objetivo de deixar o local livre de substâncias contaminantes (ANDRADE; TAVARES; MAHLER, 2007). Nesse processo, os metais são transportados das raízes até a parte aérea das plantas, sendo colhida utilizando métodos tradicionais (GLASS, 1998). Portanto, no uso de plantas halófitas para recuperação de solos salinos, o principal metal absorvido pelas plantas é o sódio.

Atualmente, a recuperação de áreas afetadas pela salinidade é de grande relevância, no semiárido brasileiro pode trazer diversas vantagens, como o fornecimento de empregos e fixação do homem no campo, além de conservar a biodiversidade nativa da caatinga (SANTOS, 2016).

Conclusões

De acordo com a revisão bibliográfica realizada, as plantas Alfafa (*Medicago sativa*), Atriplex (*Atriplex numularia* Lindl), Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), Milheto (*Pennisetum americanum*), Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) apresentam potencial remediador para solos salinizados.

Atualmente, poucas pesquisas são desenvolvidas com solos salinizados no semiárido brasileiro, fazendo-se necessário a realização de mais pesquisas sobre a fitorremediação em solos degradados/salinizados nestas condições.

A fitorremediação apresenta muitas vantagens, como seu baixo custo em relação as técnicas utilizadas e conservação das propriedades físicas e biológicas do solo, porem apresenta algumas limitações devido as plantas requererem muito tempo para realizar a descontaminação dos solos, não sendo muito indicada para recuperação de áreas extensas.

Referências bibliográficas

ANDRADE, J. C. M.; TAVARES, S. R. L.; MAHLER, Cláudio Fernando. **Fitorremediação: O Uso de Plantas na Melhoria da Qualidade Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1, 2016, Campina Grande. **AVALIAÇÃO DA EXTENSÃO DAS ÁREAS AFETADAS POR SAIS: NORDESTE, BRASIL E MUNDO...** Campina Grande: Editora Realize, 2016. 6 p.

FREITAS, F. C. M. **ATIVIDADE MICROBIANA EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DO SOLO**. 2016. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

GHEYI, H. R. 2000. 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.

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

LEAL, I. G. et al. Fitorremediação de solo salino sódico por *Atriplex nummularia* e gesso de jazida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p.1065-1072, 2008.

MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. **QUÍMICA E MINERALOGIA DO SOLO**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009.

PEQUENO, O. T. B. L.; SILVA, J. L. B. C.; BRASILEIRO, I. M. N. Fitoextração de sais através de estresse salino por *Atriplex numulária* em solo do semiárido paraíbano. **Revista Saúde e Ciência**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p.37-52, set/dez. 2014.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; JÚNIOR, L. G. A. S. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p.111-114, 2011.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. 2003. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S; ALVAREZ, V. H. (eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p.165-208.

SANTOS, M. A. **ADAPTABILIDADE E POTENCIAL FITORREMEIADOR DE ESPÉCIES VEGETAIS EM SOLO SALINO**. 2016. 128 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016

SANTOS, M. A. **RECUPERAÇÃO DE SOLO SALINO-SÓDICO POR FITORREMEIADOR COM *Atriplex nummularia* OU APLICAÇÃO DE GESSO**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 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, out/dez. 2016.

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.

SOUZA, R. S. **POTENCIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS NA FITOEXTRAÇÃO DE SAIS**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

SOUZA, E. R. **Fitorremediação de Neossoto Flúvico sódico salino de Pernambuco com *Atriplex nummularia*** Tese de doutorado. Recife: Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2010.