

VI-247 - AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FITORREMEIADOR DA ESPÉCIE *Catharanthus roseus* EM SOLOS CONTAMINADOS POR COBRE

Edson Valente Chaves⁽¹⁾

Professor Doutor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM).

Endereço⁽¹⁾: Av. Sete de Setembro, 1976, Centro – Manaus – AM – CEP: 69077-500 – Brasil – Tel (92) 99136 3370 – e-mail: edson_valente@yahoo.com.br

Amanda Moraes Alves Roseno⁽²⁾

Aluna do Técnico Integrado de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM).

Endereço⁽¹⁾: Av. Sete de Setembro, 1976, Centro – Manaus – AM – CEP: 69077-500 – Brasil – Tel (92) 99136 3370 – e-mail: edson_valente@yahoo.com.br

RESUMO

O referente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial fitorremediador da espécie *Catharanthus roseus*, em solo contaminado por cobre. Nesse solo foram plantadas mudas da espécie, as quais foram avaliadas periodicamente até a sua retirada. Analisou-se também o solo não contaminado com base em parâmetros como pH, temperatura e análise granulométrica. Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois houve acentuado crescimento das mudas após a contaminação; além disso, o solo estudado possui grande capacidade para adsorver cátions em suas camadas. Portanto, de acordo com os estudos realizados nota-se que a espécie possui características fitorremediadoras.

PALAVRAS-CHAVE: Potencial fitorremediador, *Catharanthus roseus*, solo.

INTRODUÇÃO

A crescente degradação ambiental verificada desde o início da Revolução Industrial provém do descarte inadequado dos resíduos industriais, que agredem o meio ambiente.

Ainda que existam locais onde os teores de metais pesados são encontrados em meio natural, Andrade, et al. (2007) afirma que a partir desse novo contexto mundial várias substâncias químicas e metais passaram a participar das diferentes fases do processo de produção. Dessa forma em algum momento do ciclo produtivo, no transporte durante o uso ou no descarte final dos produtos, podem poluir direta ou indiretamente o solo. Esse fato tornou o solo um compartimento receptor de resíduos causando danos ambientais e impedindo que o ambiente assuma suas funções naturais.

Diante desse cenário, existem várias alternativas para diminuir a concentração de contaminantes no solo, como é o caso da Fitorremediação, que apresenta grande versatilidade, sendo também utilizada para remediar ar e água contaminados. Como conceito básico essa técnica visa utilizar plantas para retirar metais dos solos através da absorção pelas raízes. Além disso, as plantas podem hiperacumular, tolerar, volatilizar contaminantes como metais pesados.

Os metais pesados se acumulam frequentemente na camada superior do solo, ficando acessíveis as raízes das plantas. Em estágios avançados de contaminação podem chegar a dizimar a biota ou, mesmo apresentar concentrações milhares de vezes maiores do que o ambiente natural. Isso ocorre devido às mudanças nas suas formas químicas possibilitando o acúmulo em organismos vivos. Para isso, uma das técnicas promissoras utilizadas para a remediação de solos contaminados é a fitorremediação, no qual, ao extrair o contaminante do solo, a planta armazena-o em sua estrutura para tratamento subsequente, quando necessário, ou mesmo metaboliza-o, podendo, em alguns casos, transformá-lo em produtos menos tóxicos ou mesmo inócuos. Essa técnica pode utilizar plantas chamadas fitoextratoras, em que os contaminantes são nas raízes armazenados ou são transportados e acumulados nas partes aéreas (CHAVES, 2008).

A colonização vegetal em solos degradados pode auxiliar na melhoria de características físicas e químicas do local, inclusive no caso de solos poluídos, resultando na redução dos teores de poluentes ou de sua periculosidade implícita. Segundo Accioly e Siqueira (2000) a revegetação apresenta outras vantagens como, baixos custos de manutenção, proteção contra erosão eólica e hídrica, reestabelecimento da estrutura do solo, fertilidade, e recuperação estética da área.

De acordo com Chaves (2008) quando se trata da poluição causada pela toxicidade dos metais, o seu caráter tóxico depende da interação com o organismo vegetal e normalmente ocorre em três etapas:

- I- Estágio de entrada, absorção;
- II- Estágio no organismo, onde ocorrem o transporte, a distribuição, acumulação, biotransformação e efeito; e
- III- Estágio de saída do organismo.

Os processos físicos e químicos fazem com que os metais estejam na forma solúvel, fixada pelos minerais do solo, precipitada com outros componentes da matéria orgânica. Sendo assim, um dado metal presente na solução do solo tem seu equilíbrio relacionado com as partículas de argila, oxiidróxido de ferro, alumínio e manganês, além de quelantes solúveis (CHAVES, 2008 apud WARMAN e COPPER, 2000).

Segundo Azevedo e Chasin (2003), as quantidades de cobre são depositadas no solo dependendo da sua fonte de emissão:

- I- Processos agrícolas e resíduos de animais, 67 mil t/ano;
- II- Resíduo urbano, 26 mil t/ano;
- III- Efluentes de esgoto, 13 mil t/ano;
- IV- Resíduos sólidos provenientes de indústrias metalúrgicas e fundições, 4.300 t/ano;
- V- Cinzas de carvão mineral, 214 mil t/ano;
- VI- Descarte de produtos, 592 mil t/ano.

No Brasil ainda existem poucos estudos a cerca da classificação de plantas hiperacumuladoras de solos contaminados por altas concentrações de cobre. Essa realidade dificulta a fixação de planos de fitorremediação. Em vista do exposto, o principal objetivo deste estudo é avaliar o desempenho fitorremediador da espécie *Catharanthus roseus* em solos contaminados pelo metal Cu a diferentes concentrações.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta e plantio da espécie

O experimento foi realizado em casa de vegetação por um período de dois meses, utilizando 18 mudas de *Catharanthus roseus* e solo não contaminado. Foram coletadas, em triplicata, amostras do solo não contaminado para análises granulométricas e de pH em água e KCl, segundo EMBRAPA (1999). As espécies foram coletadas e acondicionadas em vasos de polietileno de 2 kg, contendo aproximadamente, em cada vaso, 1kg de solo. Posteriormente, mediu-se a altura das mudas e foram avaliadas as características da planta (Figura 1). A avaliação do crescimento da espécie se deu através da média da altura da planta, antes da contaminação, até a média final do experimento, para cada concentração.

Figura 1- Processo de plantio da espécie *Catharanthus roseus* antes da contaminação. Fonte: Própria.



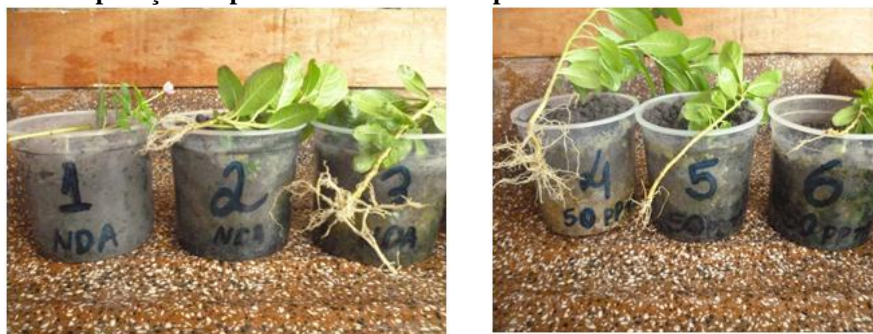
Contaminação do solo

Após 15 dias do plantio da espécie, o solo em que as mudas se desenvolveram foi contaminado e adicionaram-se doses com volume de 100 mL de solução de cobre em cada vaso, de modo que a cada três vasos depositavam-se, respectivamente, as seguintes concentrações: 50, 100, 150, 200 e 250 mg/L. Com exceção dos vasos 01, 02 e 03 que não foram contaminados, pois eram vasos controle do experimento, portanto tinham o objetivo de comparar mudanças durante o desenvolvimento da espécie contaminada. Depois da contaminação foram feitas avaliações periódicas (de 15 em 15 dias) por um período de 45 dias, do desenvolvimento das plantas com foco em analisar a altura, sobrevivência e sintomas de toxidez.

Recolhimento da espécie

Depois de 45 dias, após o período de contaminação, as mudas foram coletadas, separadas em raiz e parte aérea (caule e folhas), lavadas com água deionizada, armazenadas e identificadas em sacos de papel de 1 kg, até a etapa de ressecamento da planta, para sua devida análise química e coletadas amostras de solos de cada tipo de concentração (Figura 2). Essas amostras serão analisadas posteriormente em outro trabalho de pesquisa.

Figura 2 – Separação da parte aérea e raiz da espécie *Catharanthus roseus*. Fonte: Própria.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise do solo

Os resultados das análises granulométricas revelaram características, proporcionalmente, arenosa (50%) e argilosa (37%). Possuindo um pH em água de 7,33 e em KCl de 6,95. A ΔpH ($\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$) de - 0,38 indica de acordo com Chaves (2008), a disponibilidade de cargas positivas livres no solo.

Desenvolvimento e sintomas de toxidade da planta

Ao final das análises, os resultados mostram que foi possível observar mudanças no crescimento das mudas da planta *Catharanthus roseus*, como o seu rápido enraizamento, pois com pouco mais de uma semana já era notado o crescimento das raízes da espécie nos vasos. Segundo Salt *et al* (1998) apud Santos (2011), quando se trata dos mecanismos que envolvem a fitorremediação, a sua principal importância está no uso de plantas

cujas raízes podem atuar na remoção ou captura dos contaminantes seguido de degradação (fitoextração in planta).

Após 15 dias da contaminação das mudas, houve o clareamento das folhas da espécie, nos vasos de concentração 50, 100, 200 e 250 mg/L (Figura 3). De forma que a mudança de coloração da folha, de verde escuro para verde claro, era dada da extremidade do caule para as pontas das folhas. Essa característica é diferente nos vasos controle, os quais a folhagem das mudas permaneceu com a mesma tonalidade. Possivelmente isso se deve a adaptação da espécie ao solo contaminado por cobre.

Conforme Anselmo (2005) apud Shaw (1989), vários estudos com outras espécies demonstram que as plantas não são capazes de evitar completamente a absorção dos metais pesados, e que diferentes espécies tem desenvolvido uma série de mecanismos de tolerância. Dessa forma, destacam-se três tipos de plantas: acumuladoras, em que os metais concentram-se na parte aérea; indicadoras, em que a absorção e o transporte de metais pesados para a parte aérea são regulados, e a concentração interna reflete os níveis externos de contaminação; e exclusoras, em que tem-se a concentração de metais pesados na parte aérea mantida em níveis constantes (Anselmo, 2005). Uma vez absorvidos, os metais tendem a acumular-se nas raízes, as quais são os primeiros órgãos vegetais afetados pela contaminação, quando chegam a parte aérea, os sintomas mais típicos são a clorose. Com relação a este aspecto apresentado pela planta, Mourato e Martins (2008), definem que o excesso de Cu causa alterações no equilíbrio mineral da planta, provocando carências ou excesso de outros elementos, como é o caso da clorose em folhas, causada pela carência de Fe.

Figura 3 - Comportamento da espécie após 10 dias de contaminação. Fonte Própria



A mudança de coloração das mudas não foi observada nos vasos de concentração 150 mg/L. Esse fato se deve ao desenvolvimento da planta que não foi tão acentuado, pois nota-se que a média das triplicatas de cada concentração, desde antes da contaminação, foi a menor em comparação com os outros vasos. Portanto, as mudas de 150 mg/L não foram capazes de absorver grande parte do metal depositado no solo pelo seu baixo crescimento.

Avaliação do crescimento da espécie

As plantas, organismos autótrofos e sésseis, dependem da energia radiante para sua sobrevivência e competição em comunidades vegetais, devendo para isso adaptar o seu crescimento e desenvolvimento à radiação disponível no ambiente (FRANKLIN e WHITELAM, 2005 apud MELO et al, 2009).

Segundo Freire (2011), a planta *Catharanthus roseus* é uma planta, com ampla dispersão em áreas tropicais e subtropicais do mundo podendo atingir, no máximo 1 metro de altura.

Quanto à altura das plantas, durante o período de sessenta dias, tempo que vai desde o plantio até o recolhimento da espécie, analisou-se o seu significativo crescimento (Tabela 1).

Tabela 1. Medidas da altura das mudas da espécie *Catharanthus roseus* –1ª a 5ª Etapa.

Conc. de cobre (mg/L)	Plantas/crescimento(cm)					Variação de crescimento (cm)
	Antes de cont.Plantio	Dia de cont.	15 dias de cont.	30 dias de cont.	45 dias de cont.	
00*	5,3	5,8	6,8	10,0	18,5	13,2
50	5,2	7,8	11,9	17,3	25,8	20,6
100	5,8	8,4	13,2	19,2	27,8	22,0
150	3,0	3,3	4,2	5,8	8,2	5,2
200	5,0	6,4	9,2	14,3	21,3	16,3
250	5,7	6,7	11,3	18,7	30,2	24,5

A Tabela 1 apresenta as variações dos tamanhos de cada planta, que foram medidas periodicamente, e se dividem em cinco etapas de análise: plantio, três avaliações periódicas e coleta da espécie, respectivamente. De acordo com os resultados obtidos a partir das médias das alturas da espécie, de cada concentração, analisou-se a variação da altura final com a altura inicial, com isso, tem-se a variação de crescimento, o qual possui grande desenvolvimento.

Pode-se afirmar que todas as plantas sobreviveram ao volume de 100 mL de metal cobre (Cu) aplicado em cada três vasos, nas concentrações de 50, 100, 150, 200 e 250 mg/L. Conforme Vendrusculo (2013), existe um amplo número de fatores que influenciam largamente a absorção dos metais pesados pela planta. São características que se relacionam com o solo, com as condições climáticas e com as características da própria planta.

CONCLUSÕES

Após os experimentos realizados, a espécie *Catharanthus roseus* apresentou tolerância ao solo contaminado por metal Cu. Considerando-se que todas as mudas sobreviveram a todas as concentrações submetidas e apresentaram grandes taxas de desenvolvimento durante o período de dois meses. Esses fatores ajudam a comprovar que a espécie estudada seja possivelmente uma planta classificada como fitoextratora e hiperacumuladora para o metal cobre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000.
2. ANDRADE, Júlio Cesar da Matta; TAVARES, Sílvia Roberto de Lucena; MAHLER, Claudio Fernando. **Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade de ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
3. ANSELMO, A. L. F. **Fitorremediação de solos contaminados – O Estado da Arte**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep1005_0558.pdf> Acesso em 20 agost. 2014.
4. AZEVEDO, Fausto Antonio; CHASIN, Alice A. da Matta. **Metais: gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu, 2003.
5. CHAVES, Edson Valente. **Absorção de metais pesados de solos contaminados de aterro sanitário e polo industrial de Manaus pelas espécies de plantas *Senna multijuga*, *Schizolobium amazonicum* e *Caesalpinia echinata***. Manaus: Ufam, 2008.
6. ciência do solo. **Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2000. v. 1. p.
7. EMBRAPA. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Organizador Fábio César da Silva. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999.

8. FRANKLIN, K. A.; WHITELAM, G.C. **Phytochromes and shade-avoidance responses in plants.** Annals of botany, London, v.96,n. 2, p. 169-175, 2005.
9. FREIRE, F. C. O. **Patógenos associados a Boa-Noite (Catharanthus roseus[L.]G. Don) no Estado do Ceará,** 2011. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/907490/1/COT11008.pdf>> Acesso em 20 agost. 2014.
10. MELO, Roseli Freire de; DIAS, Luiz Eduardo; MELLO, Jaime Wilson Vargas de and OLIVEIRA, Juraci Alves de. **Potencial de quatro espécies herbáceas forrageiras para fitorremediação de solo contaminado por arsênio.** Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2009, vol.33, n.2, pp. 455-465. ISSN 0100-0683.
11. MOURATO, M.P; MARTINS, M. L. L. (2008) **Plantas em metais contaminados por metais pesados.** Disponível em:<http://www.abepro.uiqa.com.pt/upload/MMourato_LLouroMartins.pdf> Acesso em 20 agost. 2014.
12. SALT,D.E; SMITH, R. D.; RASKIN,I. **Phytoremediation. Annual Reviews in Plant Physiology and Plant Molecular Biology,** v 49, p.643-668,1998.
13. SANTOS, T. C. **Fitorremediação: Avaliação do potencial de recuperação em solos contaminados com metais pesados.** 2011.< Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/ambientes/fitorremediação.pdf>> Acesso em 20 agost. 2014.
14. SHAW, A. J. **Heavy metal tolerance em plants: Evolutionary aspects.** New York, cRc Press. 355p, 1989.
15. VENDRUSCULO, Diogo. **Fitorremediação de plantas para solos contaminados com cobre.** Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria, 2013.
16. WARMAN, P. R.; COPPER J.M. **Fertilization of a mixed forage crop with fresh and composted chicken manure and NPK fertilizer: effects on soil and tissue Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn.** Can J.Soil Sci., v.80, p. 345-352, 2000.