

## Fitoremediação de chumbo pelas espécies Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.), Girassol (*Helianthus annuus*) e Orelha de elefante (*Alocasia macrorrhiza*)<sup>(1)</sup>.

Adriana Alves Batista<sup>(2)</sup>; Flávia Melo Moreira<sup>(3)</sup>; Marcos Oliveira Ribeiro<sup>(4)</sup>; Edson de Souza e Silva<sup>(5)</sup>; Emylly Figueredo Leal<sup>(6)</sup> e Jorge Antonio Gonzaga Santos<sup>(7)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Projeto: Mapeamento e Caracterização da Contaminação e Estratégias de Recuperação de Áreas Impactadas por Atividades de Processamento do Chumbo na Bacia do Rio Subaé. CNPq

<sup>(2)</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas, Bahia; [drialves86@yahoo.com.br](mailto:drialves86@yahoo.com.br); <sup>(3)</sup> Graduanda do curso de Eng. Florestal;

<sup>(4)</sup> Graduando do curso de Eng. Agrônoma; <sup>(5)</sup> Graduando do curso de Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; <sup>(6)</sup> Mestranda no Programa de Pós-graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; <sup>(7)</sup> Docente do Programa de Pós-graduação em Solos e Qualidade de Ecossistemas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

**RESUMO:** O presente estudo avaliou o potencial de extração de chumbo de espécies vegetais em sistema hidropônico. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 X 5. Três espécies vegetais: Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.), Girassol (*Helianthus annuus* L.) e Orelha de elefante (*Alocasia macrorrhiza*) foram avaliadas em 5 doses de chumbo: 0, 50, 100, 200 e 400 mg L<sup>-1</sup> de Pb em solução nutritiva. O estudo foi conduzido em solução Hoagland e Arnon, a 50% da força iônica. O chumbo foi adicionado ao sistema como acetato de chumbo trihidratado. O estudo foi conduzido por 31 dias. A exposição das plantas ao chumbo reduziu a biomassa da parte aérea e do sistema radicular na dose mais elevada. O teor de chumbo foliar e radicular das espécies estudadas aumentaram com as doses de Pb na solução nutritiva. A concentração de Pb na parte aérea do Vetiver na dose mais elevada foi 3 vezes maior do que a do Girassol e Orelha de elefante. Em contraste, a concentração de chumbo na raiz do Girassol foi 3,3 e 6,2 vezes maior do que a do Vetiver e Orelha de elefante, respectivamente, na dose de 400 mg L<sup>-1</sup>. A habilidade das espécies translocar chumbo para a parte aérea seguiu a seguinte sequência: Vetiver > Orelha de elefante > Girassol. Nenhuma das espécies pode ser considerada fitoextratoras, mas girassol pode ser utilizada para fitodegradação ou rizofiltração.

**Termos de indexação:** Remediação, *Alocasia* sp., hidroponia.

### INTRODUÇÃO

Fitoremediação é uma estratégia de bioremediação que consiste no emprego de plantas e da microbiota, associadas ou não ao uso de amenizantes do solo, além de práticas agrônomicas

para remover, imobilizar ou tornar os contaminantes inofensivos ao ecossistema (Accioly & Siqueira, 2000).

Como vantagem da fitoremediação destaca-se menores custos, a não descaracterização da paisagem e maior aceitação pela sociedade. (Marques, 2009). A desvantagem dessa tecnologia jaz de seu uso ficar restrito a áreas onde a concentração de contaminação é igual ou inferior a tolerância da planta a ser utilizada; só remedia pequenas profundidades, devido o sistema radicular superficial das plantas tolerantes; e requer muito tempo (20 a 30 anos) para que resultados significativos sejam alcançados devido o crescimento lento das espécies tolerantes (Souza, 2010).

Um dos pré-requisitos para o sucesso da fitoremediação é a existência de plantas eficientes no acúmulo do contaminante. Até o presente, não se conhece espécies hiperacumuladoras de Pb. Os estudos em andamento buscam encontrar plantas tolerantes ao metal.

As características desejáveis procuradas no processo de seleção de espécies tolerantes são maior produção de biomassa, maior concentração de chumbo na parte aérea, maior fator de bioacumulação (FB), translocação (FT) (Chantachon, 2002) e boas características do sistema radicular (Gonzaga et al., 2006). Estudos que avaliem a tolerância e a capacidade de absorver teores significativos deste metal e de translocá-lo para parte aérea são de grande importância na remediação de inúmeras áreas contaminadas por chumbo. O presente estudo avaliou a capacidade fitoremediadora de Vetiver, Girassol e Orelha de elefante expostas a doses de Pb em sistema hidropônico.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – Ba.

### Delineamento experimental

Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 X 5. Três espécies vegetais: Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.), Girassol (*Helianthus annuus* L.) e Orelha de elefante (*Alocasia macrorrhiza*) foram expostas a solução nutritiva com cinco doses de Pb, 0, 50, 100, 200 e 400 mg L<sup>-1</sup> de Pb, com quatro repetições.

### Estabelecimento e Condução do Experimento

Foi utilizada a solução nutritiva de Hoagland e Arnon, 50% da força iônica. O chumbo foi fornecido como acetato de chumbo triidratado PA (Pb (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub> · 3H<sub>2</sub>O).

As espécies foram adaptadas no meio hidropônico por 7 dias. Após este período a solução nutritiva foi renovada e acrescida das diferentes concentrações de Pb. As plantas foram expostas as soluções contaminadas por Pb por 31 dias. Durante o período experimental o pH da solução foi mantido em 5,0 ± 0,2.

### Análises

Após este período as plantas foram cortadas, secas em estufa a 65°C por 72h. Posteriormente pesadas, para obtenção da biomassa seca. Em seguida as amostras foram moídas em moinho tipo Willey e digeridas com HNO<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em sistema aberto. O Pb foi analisado por absorção atômica.

### Avaliações

- Produção de biomassa na parte aérea;
- Produção de biomassa da raiz;
- Teor de chumbo na planta e
- Fator de translocação (FT)

$$FT = \frac{\text{Teor de Pb na parte aérea}}{\text{Teor de Pb na raiz}}$$

### Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância, com significância testada pelo teste F. Utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para separar os efeitos do fator qualitativo e análise de Regressão para avaliar os efeitos quantitativos. As análises foram feitas com o software SISVAR 5.3 (Build 75).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O chumbo inibe a fotossíntese das plantas, altera a nutrição mineral e o balanço hídrico, modifica o estado hormonal e afeta a estrutura e permeabilidade da membrana (Sharma e Dubey, 2005) resultando em baixa produção de biomassa da parte aérea e principalmente do sistema radicular, local de maior acúmulo do metal.

### Biomassa da Parte Aérea e de Raiz

O efeito da exposição das espécies ao chumbo foi dependente da dose de chumbo. Resultados semelhantes foram constatados por outros autores (Huang & Cunhingham, 1996; Alves et al., 2008)

A cultura do Girassol apresentou maior produção de biomassa até a dose de 200 mg L<sup>-1</sup>. A biomassa da parte aérea do girassol foi entre 14% e 23% maior do que a do controle, nas doses de 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> de Pb, respectivamente (Tabela 1). Tang et al. (2009) observaram este efeito estimulador da produção de biomassa em *Arabidopsis thaliana* em doses baixas de chumbo (0 a 48 μM) e Marques et al. (2000) constataram maior produção de biomassa e maior crescimento para *Cedrella fissilis* Vell, pelos metais (Zn, Cd, Pb e Cu). A maior produção de biomassa do Girassol pode ser justificada pelo ciclo de vida curto dessa cultura (90-100 dias) quando comparado as demais espécies, consideradas perenes. No entanto, Marques (2009) encontrou maior valor de biomassa para Vetiver que para Girassol.

Concentrações de Pb > 200 mg L<sup>-1</sup> as espécies apresentaram baixas produções de biomassa. A biomassa da parte aérea do Vetiver, Girassol e Orelha de elefante, na dose mais elevada de chumbo, reduziu em 86%, 88% e 81% respectivamente, comparadas ao controle (Tabela 1).

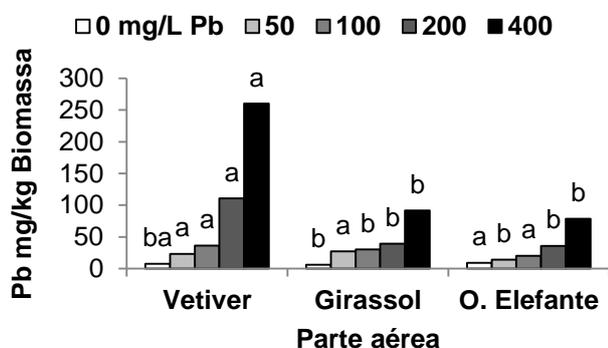
A produção de biomassa do sistema radicular foi muito menor que a da parte aérea (Tabela 1). A biomassa radicular de Orelha de elefante foi maior do que a das outras espécies em todas as doses. Para as raízes as reduções foram de 74%, 15% e 62%, para Vetiver, Girassol e Orelha de elefante, respectivamente, na dose mais elevada de chumbo. Um dos principais efeitos da toxicidade dos metais pesados, inclusive do Pb, é a redução do crescimento radicular, (Iannacone e Alvarinho, 2005) e consequente redução da biomassa.

### Distribuição de Chumbo na Parte aérea e Raiz

O teor de chumbo foliar e radicular aumentou (p=0,0001), em todas as espécies, com o aumento da concentração de chumbo na solução nutritiva (Figura 1), resultados semelhantes aos encontrados por outros autores (Romeiro, 2008; Alves, et al., 2008; Rossato, 2010).

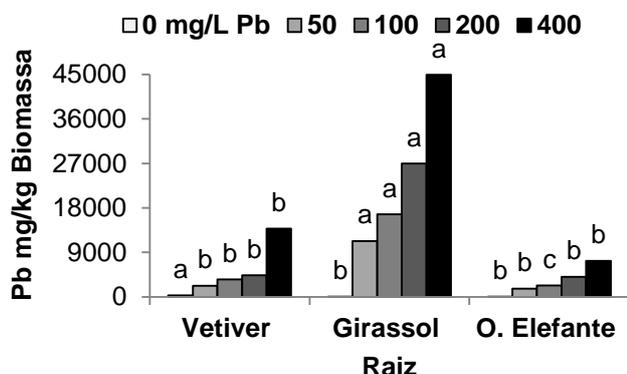
A concentração de chumbo na parte aérea do Vetiver, na dose mais elevada, foi 3 vezes maior do que a do Girassol e Orelha de elefante (**Figura 1**). Alves, et al. (2008) também observou maior acúmulo de chumbo na parte aérea de Vetiver quando comparado a plantas de Jureminha e Algaroba. O acúmulo de chumbo na parte aérea do Girassol e Orelha de elefante não diferiu (**Figura 1**). A elevada capacidade de rebrota, da Orelha de elefante pode garantir a essa espécie maior potencial de concentração de chumbo do que a do girassol no decorrer do ciclo das espécies.

O Girassol foi a espécie testada como maior teor de chumbo na raiz, podendo ser utilizada em programas de fitoestabilização ou rizofiltração. Na dose mais elevada acumulou 3,3 e 6,2 vezes mais que Vetiver e Orelha de elefante, respectivamente (**Figura 2**).



**Figura 1:** Teor de chumbo na parte aérea das espécies estudadas em diferentes doses de chumbo. Letras iguais no mesmo tipo de coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

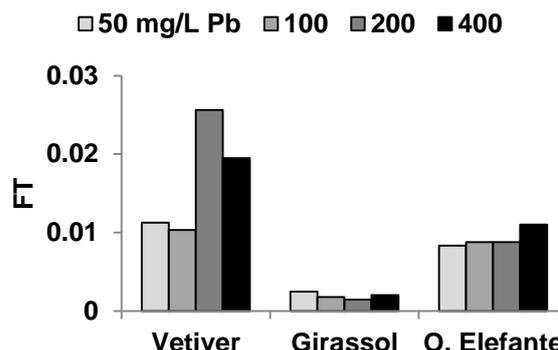
A concentração de chumbo na raiz é uma característica que usualmente compromete o alongamento das células radiculares (Di Salvatore et al., 2008). A concentração de chumbo na raiz do vetiver e girassol foi 47% e 84% maior do que da orelha de elefante, respectivamente (**Figura 2**).



**Figura 2:** Teor de chumbo na raiz das espécies estudadas em diferentes doses de chumbo. Letras iguais em cada dose não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### Fator de Translocação (FT)

Nenhuma das espécies apresentou FT > 1. (**Figura 3**). As espécies não são aptas a serem utilizadas em programa de fitoextração. Mas podemos notar que entre as espécies Vetiver possui uma maior eficiência de translocação do Pb para parte aérea, em seguida Orelha de elefante e Girassol.



**Figura 3.** Fator de translocação das diferentes plantas em doses crescentes de chumbo.

### CONCLUSÕES

A exposição das espécies a doses crescentes de chumbo reduziu a biomassa da parte aérea e da raiz e aumentou os teores de Pb na planta.

Girassol apresentou as maiores produções de biomassa da parte aérea e Orelha de elefante apresentou as maiores produções de biomassa de raiz em todas as doses.

Vetiver apresentou maior concentração de Pb na parte aérea enquanto o Girassol acumulou maior quantidade de Pb na raiz.

A habilidade das espécies translocar chumbo para a parte aérea (fitoextração) seguiu a seguinte sequência Vetiver > Orelha de elefante > Girassol e para a raiz (fitoestabilização ou rizofiltração) Girassol > Vetiver > Orelha de elefante.

### REFERÊNCIAS

ACCIOLY, A.M.A. & SIQUEIRA, J.O. Contaminação química e bioremediação do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. & SCHAEFER, C.E., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.299-352.

ALVES, J. C. et al. Absorção e distribuição de chumbo em plantas de vetiver, jureminha e algaroba. R. Bras. Ci. Solo, 32:1329-1336, 2008.

CHANTACHON, S.; KRUATRACHUE, M.; POKETHITIYOOK, P.; UPATHAM, S.; TANTANASARIT, S.; SOONTHORN SARATHOOL, V. Phytoextraction and

accumulation of lead from contaminated soil by vetiver grass: laboratory and simulated field study. *Water, Air, Soil Pollut.*, v. 154, n. 1-4, p. 37-55, 2004.

Di SALVATORE, M., CARAFA, A.M., GARRATÙ, G. (2008) Assessment of heavy metals phytotoxicity using seed germination and root elongation test: A comparison of two growth substrates. *Chemosphere*. 73: 1461-1464. FAYIGA, A.O.; MA, L.Q.; CAO, X.; RATHINASABAPATHI, B. Effects of heavy metals on growth and arsenic accumulation in the arsenic hyperaccumulator *Pteris vittata* L. *Environmental Pollution*, v.132, p.289-296, 2004.

GONZAGA, M.I.S.; SANTOS, J.A.G.; MA, L.Q. Arsenic phytoextraction and hyperaccumulation by fern species. *Science Agricola*, Piracicaba, v.63, n.1, p.90-101, 2006.

HUANG, J.W.; CUNNINGHAM, S.D. Lead phytoextraction: species variation in lead uptake and translocation. *New Phytologist*, Sheraton, v. 134, n. 1, p. 75-84, 1996.

MARQUES, L F. Fitoextração de chumbo por girassol, vetiver, trigo mourisco, jureminha e mamona em áreas contaminadas. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia- PB: UFPB/CCA, 2009. 48 f.

MARQUES, T.C.L.S.M.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Crescimento e teor de metais de mudas de espécies arbóreas cultivadas em solo contaminado com metais pesados. *Pesq. Agrop. Bras.*, v. 35, n. 1, p. 121-132, 2000.

ROMEIRO, S. Potencial fitoextrator de *Ricinus communis* L., *Helianthus annuus* L. e *Canavalia ensiformis* L. para o chumbo, em solução nutritiva. 2005. 84p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico.

SHARMA, P.; DUBEY, R.S. Lead toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Londrina, v. 17, n. 1, p. 35-52, 2005.

SOUZA, L. A Potencial fitorremediador de leguminosas herbáceas associadas a fungos micorrízicoarbusculares em solo contaminado com chumbo. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas-São Paulo, 2010.

TANG et al. Lead, zinc, cadmium hyperaccumulation and growth stimulation in *Arabis paniculata* Franch. *Environmental and Experimental Botany*, 66, p. 126–134, 2009.

**Tabela 1.** Biomassa da parte aérea e raiz (gramas) das diferentes plantas, em doses crescentes de chumbo.

Pb mg L <sup>-1</sup>	Vetiver	Girassol	O.Elefante	Vetiver	Girassol	O.Elefante
	.....Parte aérea (g).....			.....Raiz (g).....		
0	12,31 a	15,79 a	12,40 a	3,19 B	3,32 B	6,74 A
50	7,92 b	18,01 a	9,63 b	2,40 B	3,35 B	5,63 A
100	5,81 b	19,39 a	10,16 b	1,86 B	4,32 B	8,13 A
200	3,26 b	12,70 a	4,96 b	1,61 B	2,42 B A	3,84 A
400	1,70 a	1,83 a	2,35 a	0,82 B	0,49 B	2,55 A

Letras iguais minúsculas em parte aérea e maiúsculas em raiz na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.