



## POTENCIAL FITORREMEIADOR DE *Spirodela polyrhiza* EM MEIO AQUÁTICO CONTAMINADO POR DRENAGEM ÁCIDA DE MINAS

MICHELLE B. DA CRUZ<sup>1</sup>, PATRÍCIA L. DE A. MENDES<sup>2</sup>, ROSANE AGUIAR<sup>3</sup>, DÉCIO KARAM<sup>4</sup>, JAIME W. V. DE MELLO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Bióloga, M.Sc., Pós-Graduada, UFV/ Viçosa – MG, [michellebcruz@gmail.com](mailto:michellebcruz@gmail.com)

<sup>2</sup> Bióloga, Pós-Graduada, UFV/Viçosa – MG.

<sup>3</sup> Bióloga, Prof. Adjunta., UFV/ Viçosa – MG.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, EMBRAPA/ Sete Lagoas – MG.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Associado, UFV/ Viçosa – MG.

Apresentado no

IX Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010

XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2010

25 a 29 de julho de 2010 - Vitória - ES, Brasil

**RESUMO:** A contaminação de corpos hídricos por drenagem ácida de minas (DAM) resulta no aumento da concentração de elementos possivelmente tóxicos e consequente alteração na cadeia trófica. Portanto, devido à necessidade de tecnologias para remoção de substâncias potencialmente nocivas ao meio ambiente, a espécie vegetal *Spirodela polyrhiza* se apresenta como uma alternativa, devido à sua capacidade de absorver e acumular diversos elementos, essenciais ou não para o seu metabolismo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a acumulação dos elementos Fe, Mn e As nos tecidos de *S. polyrhiza*. Foram realizados ensaios *S. polyrhiza* em casa de vegetação e aplicados sete tratamentos: 1.DAM pH 2,5; 2.Água pH 2,5; 3.DAM pH 3,5; 4.Água pH 3,5; 5.DAM pH 4,5; 6.Água pH 4,5; 7.Controle. As maiores concentrações de Fe e As foram quantificadas nas plantas do tratamento 2, que acumularam 1,164 mg kg<sup>-1</sup> e 39,929mg.kg<sup>-1</sup>, respectivamente; e Mn, no tratamento 6, com 1,813 mg kg<sup>-1</sup>. Quanto menor o pH do meio, menor a matéria seca das plantas, com redução da biomassa de até 55%. As plantas submetidas ao tratamento 6 apresentaram desenvolvimento semelhante ao controle, e com acumulação significativa dos quatro elementos. Pode-se concluir que *S. polyrhiza* absorve diversos elementos simultaneamente em quantidades significativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** macrófitas aquáticas, remoção, elementos.

## PHYTOREMEDIATION POTENCIAL OF *Spirodela polyrhiza* CULTIVATED IN ACID MINE DRAINAGE SOLUTION

**ABSTRACT:** The water bodies contamination by acid mine drainage (AMD) may result in significantly increase of toxic elements concentration and modification in trophic chain. Therefore, due to the necessity of hazardous elements removal technologies, the aquatic plant *Spirodela polyrhiza* becomes an option according to its inherent capability of absorption and accumulation of many elements, essential or not for its metabolism. The aim of this work was to evaluate the accumulation potential of *S. polyrhiza* for Fe, Mn and As in its tissues. So, tests with *S. polyrhiza* were performed in green house, using seven treatments: 1.DAM pH 2,5; 2.Water pH 2,5; 3.DAM pH 3,5; 4. Water pH 3,5; 5.DAM pH 4,5; 6. Water pH 4,5; 7.Control. The highest Fe and As concentrations were quantified in plants submitted to treatment 2, which accumulated 1.164 mg kg<sup>-1</sup> and 39.929 mg kg<sup>-1</sup>, respectively; Mn was higher in treatment 6, with 1.813 mg kg<sup>-1</sup>. As lower the pH, as less the plant biomass, with the second reaching a reduction of 55%. The plants in treatment 6 had similar development with the control, and significant accumulation of the four evaluated elements. It is

possible to conclude that *S. polyrhiza* absorbs simultaneously different elements in significant amounts.

**KEYWORDS:** aquatic plants, removal, elements.

**INTRODUÇÃO:** A atividade mineradora gera alterações de elevada intensidade mesmo em locais distantes de sua origem. Na mineração a principal fonte de contaminação por metais tem sido identificada nas pilhas de rejeito e no material estéril contendo mineirais sulfetados – em especial a arsenopirita (AsFeS). A exposição destes minerais ao oxigênio e a umidade leva a oxidação dos sulfetos e a liberação de elementos potencialmente tóxicos para o meio através da drenagem ácida de minas (DAM). Entre os vários elementos contidos na DAM, destacam-se o Fe, Mn e As, sendo que o último apresenta alta toxicidade mesmo em baixas concentrações (DUKER *et al.*, 2005). A DAM pode afetar os sistemas aquáticos e causar impacto na estrutura da comunidade, eliminando espécies, e assim diminuindo as interações na cadeia alimentar. A fitorremediação se apresenta como uma opção *in situ* eficiente e de baixo custo para recuperar ambientes contaminados, com a utilização de espécies vegetais (PILON-SMITS, 2005). Na fitorremediação, a fitoextração e a fitofiltração são as técnicas mais desenvolvidas e empregadas para remoção de metais. Entre as espécies vegetais empregadas nesta tecnologia, encontram-se as macrófitas aquáticas, entre elas *Spirodela polyrhiza*, que apresenta elevada taxa de crescimento, capacidade de acumulação de metais pesados, sobrevivência em condições desfavoráveis, e tolerância a altas concentrações de alguns elementos (MISHRA *et al.*, 2008a; MISHRA *et al.*, 2008b). Devido aos danos causados pela DAM ao ambiente e à necessidade de estudos sobre espécies vegetais aplicáveis à fitorremediação, este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de acumulação dos elementos Fe, Mn e As nos tecidos de *S. polyrhiza* cultivada em sistema artificial de cultivo, contendo drenagem ácida de minas em solução aquosa.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O ensaio foi desenvolvido em condições de casa de vegetação na Unidade de Crescimento de Plantas, do Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. As plantas de *S. polyrhiza* foram obtidas no horto botânico da UFV e aclimatadas durante uma semana antes da montagem do ensaio, em solução nutritiva de Clark. Após o período de aclimação, cerca 5g de matéria fresca foram transferidas para recipientes de polietileno de 0,6 L, revestidos com sacos plásticos para impedir a contaminação dos recipientes, contendo os tratamentos: 1.DAM pH 2,5; 2.Água pH 2,5; 3.DAM pH 3,5; 4.Água pH 3,5; 5.DAM pH 4,5; 6.Água pH 4,5; 7.Controle pH 6,5. Todos os tratamentos continham solução nutritiva de Clark, e o pH corrigido diariamente. A duração do ensaio foi de três dias. Foram avaliados os danos fitotóxicos, as biomassas fresca e seca, a absorção e acumulação de Fe, Mn e As. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, sendo cinco blocos e sete tratamentos, totalizando 35 parcelas experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que as plantas de *S. polyrhiza* apresentam maior desenvolvimento quando submetidas a maiores valores de pH, independente da presença ou não de drenagem ácida (Figura 1). A redução da biomassa, em relação ao tratamento controle, foi de 42, 55, 19, 10, 10 e 7%, para os tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente, o que mostra que as plantas foram mais suscetíveis a baixas faixas de pH. A DAM é caracterizada por apresentar baixo pH (SHEORAN e SHEORAN, 2006), porém poucas espécies vegetais são adaptadas para sobreviver em ambientes com baixos valores de pH. Neste trabalho foi observado que as plantas presentes nos tratamentos 1 e 2 sofreram necrose em suas folhas. No pH 4,5 as plantas presentes tanto em DAM quanto em água tiveram comportamento semelhante, e com valores próximos às plantas do controle. Em condições naturais, com nutrientes suficientes em quantidades suficientes, *S. polyrhiza* forma uma camada verde na superfície de corpos d'água., e é caracterizada por seu rápido crescimento – pode dobrar sua biomassa em 24h -, grande distribuição e estabilidade a mudanças ambientais (KHONDKER, 2003).

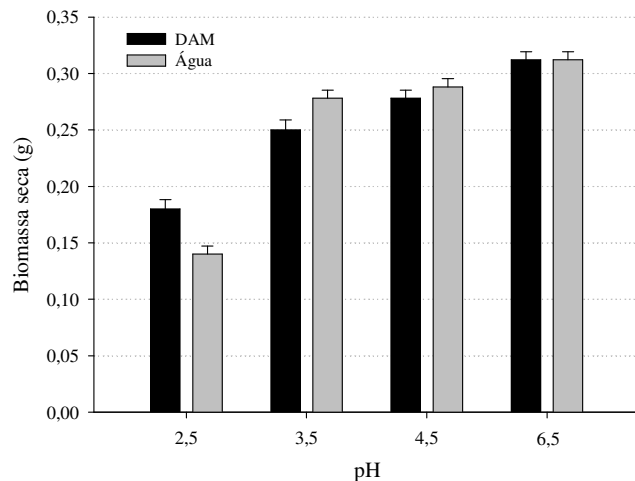


Figura 1 – Biomassa seca de *S. polyrhiza* obtida após serem submetidas, durante três dias, aos tratamentos com drenagem ácida de mina e água, em diferentes faixas de pH.

As maiores concentrações nas plantas de *S. polyrhiza*, de Fe, Mn e As foram, em  $\text{mg.kg}^{-1}$ , 39,929; 1,813; e 1,164, respectivamente. Porém, estes valores foram obtidos em diferentes faixas de pH, sendo as maiores concentrações de Fe e As se encontravam na faixa de pH 2,5, enquanto que Mn, no pH 4,5 (Figuras 2 e 3). A concentração de elementos removidos de uma solução pode ser determinada por vários processos, entre eles a sedimentação, que pode ocorrer após a formação de precipitado, onde pode ocorrer a adsorção de metais pesados presentes no meio; este processo ocorre em meios com elevado pH, alta concentração de material em suspensão e força iônica (SHEORAN e SHEORAN, 2006). A remoção do Fe vai depender do pH, do potencial de oxi-redução, e da presença de vários ânions no meio (ITRC, 2003). Neste trabalho, com o aumento do pH o Fe precipitou. As plantas presentes no meio aquático podem translocar o oxigênio da parte aérea para as raízes através do aerênquima, e dessa forma, reduzir o meio e precipitar de oxihidróxidos de  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$  (MATAGI *et al.*, 1998). Foi observado que o Mn, em pH 4,5, acumulou em maior quantidade nas plantas, o que pode ser explicado pelo fato de que o Mn é relativamente mais difícil de ser removido do meio, pois sua oxidação ocorre em pH próximo a 8 (STUMM e MORGAN, 1981). A concentração de As nas plantas foi maior no pH 2,5, porém o As, além de ser acumulado na planta, este pode ser retido na superfície das raízes através da formação de placas de ferro (OTTE *et al.*, 1995). O resultado obtido neste trabalho, em relação ao acúmulo de As, corrobora com os resultados encontrados por RAHMAN *et al.* (2007), onde foi avaliada a capacidade de *S. polyrhiza* de acumular As(V) e As(3).

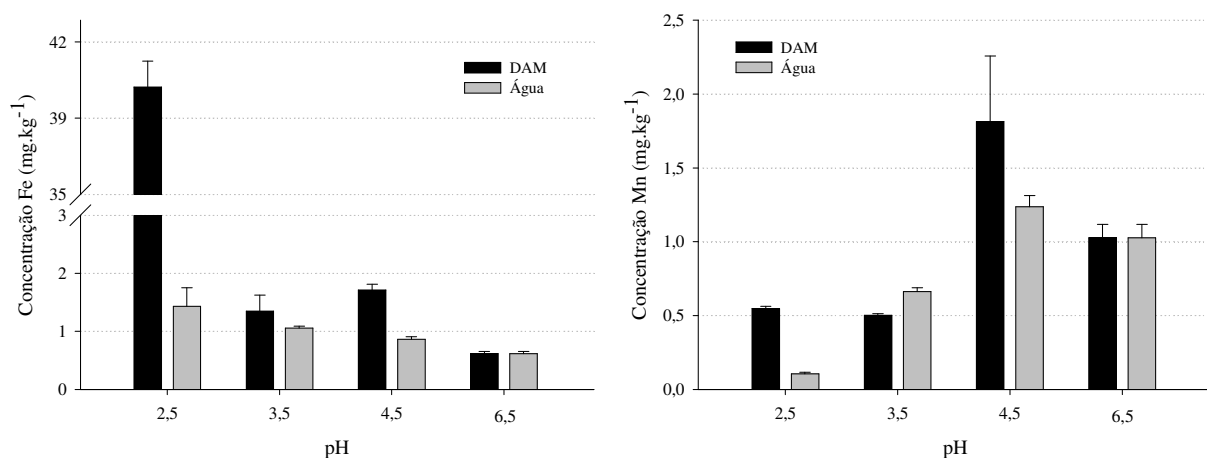


Figura 2 – Absorção e acumulação de Fe e Mn por *S. polyrhiza* no período de três dias.

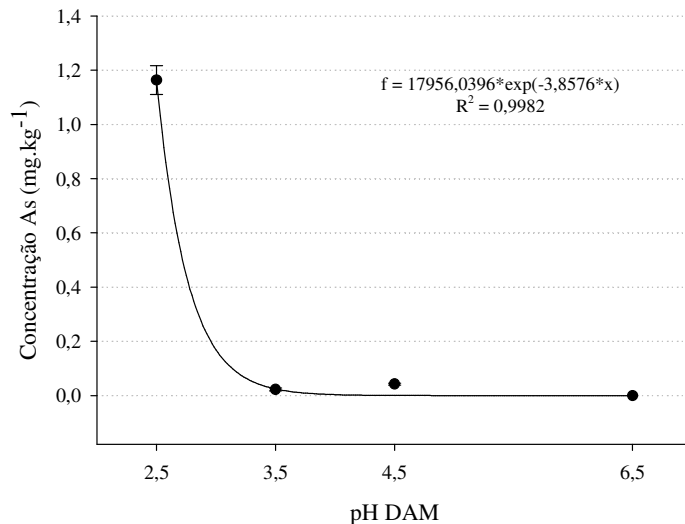


Figura 3 – Absorção e acumulação de As por *S. polyrhiza* no período de três dias.

**CONCLUSÕES:** Foi possível concluir que *S. polyrhiza* absorve Fe, Mn e As simultaneamente em quantidades significativas, mesmo em diferentes faixas de pH, apresentando potencial como fitorremediadora.

## REFERÊNCIAS

- DUKER, A. A., CARRANZA, E. J. M.; HALE, M. Applied geochemistry and health. *Environmental International*. v.31, p.631-641, 2005.
- GAUR, J.P.; NORAHO, N.; CHAUHAN, Y.S. Relationship between heavy metal accumulation and toxicity in *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. and *Azolla pinnata* R. Br. *Aquatic Botany*, v.49, p.183-192, 1994.
- ITRC. *Technical and regulatory guidance document for constructed treatment wetlands*. The Interstate Technology and Regulatory Council Wetlands Team. 128 pp, 2003.
- KHONDKER, M. Duckweed. In: Sirajul Islam (Ed.). *Banglapedia: National Encyclopedia of Bangladesh*, Asiatic Society of Bangladesh, Dhaka, Bangladesh, 2003.
- MATAGI, S.V., SWAI, D., MUGABE, R. A review of heavy metal removal mechanisms in wetlands. *African Journal for Tropical Hydrobiology and Fisheries*, v.8, p.23-35, 1998.
- MISHRA, V.K.; UPADHYAYA, A.R.; PANDEY, S.K.; TRIPATHI, B.D. Heavy metal pollution induced due to coal mining effluent on surrounding aquatic ecosystem and its management through naturally occurring aquatic macrophytes. *Bioresource Technology*, v.99, p.930-936, 2008.
- MISHRA, V.K.; UPADHYAYA, A.R.; PATHAK, V.; TRIPATHI, B.D. Phytoremediation of mercury and arsenic from tropical opencast coalmine effluent through naturally occurring aquatic macrophytes. *Water Air Soil Pollut*, v.192, p.303-314, 2008.
- NORAHO, N.; GAUR, J. P. Cadmium adsorption and intracellular uptake by two macrophytes, *Azolla pinnata* and *Spirodela polyrhiza*. *Archiv fuer Hydrobiologie*, v.136, p.135-144, 1996.
- OTTE, M.L.; KEARNS, C.C.; DOYLE, M.O. Accumulation of arsenic and zinc in the rhizosphere of wetland plants. *Bulletin of Environment Contamination and Toxicology* 55, 154-161, 1995.
- PILON-SMITS, E. Phytoremediation. *Annu. Rev. Plant Biol*, v.56, p.15-39, 2005.
- RAHMAN, M.A.; HASEGAWA, H.; UEDA, K.; MAKI, T.; OKUMURA, C.; RAHMAN, M.M. Arsenic accumulation in duckweed (*Spirodela polyrhiza* L.): A good option for phytoremediation. *Chemosphere*, v.69, n.3, p.493-499, 2007.
- SHEORAN, A.S.; SHEORAN, V. Heavy metal removal mechanism of acid mine drainage in wetlands: a critical review. *Mineral Engineering*, v.19, p.105-116, 2006.
- STUMM, W.; MORGAN, J. *Aquatic Chemistry*, second ed. John Wiley & Sons, New York, 780 pp, 1981.