

Deoclecio José Barilli¹
Affonso Celso Gonçalves Jr.²
José Dilson S. de Oliveira³

**RETENÇÃO DE CÁTIOS PB (II) POR
MACRÓFITA *E. CRASSIPES*: ESTUDO DA
RELAÇÃO MASSA DE PLANTA SECA/
TEOR DE METAL ABSORVIDO**

RESUMO: Estudos realizados sobre a macrófita flutuante *E. crassipes*, empregada na retenção de cátions metálicos, relacionam a massa de planta úmida com o teor de metal absorvido a partir da análise da água dos tanques em que foi mantida a planta. Neste trabalho, propôs-se reavaliar o processo, considerando-se, além da água dos tanques, o teor de Pb (II) absorvido pela planta inteira e por suas partes (raiz, caule e folhas) isoladamente. Ainda, foi realizada nova avaliação da água do tanque, após ressuspensão do material sedimentado no período de coletas das amostras. A partir dos dados obtidos, foi analisada a relação massa de planta seca/teor de metal retido, para avaliação da capacidade de recuperação do metal.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição; Absorção atômica; Metais.

SUMMARY: Studies carried out on the floating macrophyte *E. crassipes*, used in the retention of metal ions, relate the mass of humid plant with the absorbed metal content, based on the analysis of the water from the tanks where the plant was maintained. In this study, we intended to re-evaluate the process, considering not only the water from the tanks, but also the content of Pb(II) absorbed by the whole plant and by its parts separately (root, stem and leaves). New evaluation of the water from the tank was carried out after agitation of the sedimented material within the period of samples' collections. The resulting data enabled the analysis of the relation between dried plant mass and retained metal content, aiming at evaluating the recovering capacity of the metal.

KEYWORDS: Pollution; Atomic absorption; Metals.

Data de recebimento: 02/11/05. Data de aceite para publicação: 15/02/06.

¹ Acadêmico do Curso de Química – CECE – Unioeste – Campus de Toledo. Endereço eletrônico: tato@unioeste.br.

² Docente – Pesquisador – GESOMA – CCA – Unioeste – Campus de Mal. Cândido Rondon.

³ Docente – Pesquisador – QUIBIMA – CECE – Unioeste – Campus de Toledo.

1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre a influência de poluentes em sistemas aquáticos têm demonstrado que macrófitas aquáticas apresentam elevada capacidade para o controle de poluição, devido à propriedade de absorção e retenção de metais pesados, despejados em corpos d'água (AKCIN, G., SALTABAS, O. and AFSAR, H., 1994; GUPTA, G. C., 1989; MUKHERJEE, S.; MONDAL, G. C., 1995; THOMAZ, S. M., BINI, L. M., MARENDA, L. D. e FONTES, H. M., 2000). Dentre as plantas aquáticas, o aguapé *Eichhornia crassipes* é utilizado com eficiência para a remoção de sólidos totais, pelo fato de fixar, em seus tecidos, nutrientes em quantidades superiores à necessidade de seu metabolismo, bem como elementos químicos estranhos ao seu regime alimentar (GOPAL, B., 1987; GUPTA, G. C., 1989; LÉON, S. G.; CAVALLINI, J. M., 1999). Outros estudos mencionam dados relacionados à proporção de massa dessa planta úmida com o teor de metal absorvido, descrevendo sua eficiência no processo de retenção de metais pesados e proposições para a sua utilização em processos de despoluição de águas, podendo em seguida ter aplicação, por exemplo, como combustível para fornos industriais, sendo as cinzas posteriormente utilizadas na recuperação do material absorvido pela planta (LÉON, S. G.; CAVALLINI, J. M., 1999; SANTOS, M. C., LENZI, E. GALLI, 2000).

Neste trabalho, propôs-se reavaliar a capacidade da macrófita *Eichhornia crassipes* de reter cátions Pb(II), bem como avaliar ocorrência de deposição de metal não absorvido, como sedimento nos tanques, durante o processo da experimentação e estabelecer a relação massa de planta seca/teor de metal retido. O metal empregado no experimento foi escolhido por ser de baixo custo e de uso muito comum em materiais diversos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Em testes prévios avaliou-se a condição de sobrevida da planta adulta em tanques contendo volume de 10,0 L de água livre de íons Pb (II), íons cloreto, gás cloro, por períodos de 5 dias. Não foi adicionada solução nutritiva à água dos tanques, bem como não se constataram quaisquer sintomas de intoxicação ou estágio de degradação da espécie. Evidenciou-se assim condição suficientemente adequada para a realização do experimento.

Estudo do comportamento da relação massa de aguapé úmido

em gramas por volume de água contendo solução de nitrato de chumbo [11] menciona que as melhores relações quanto à absorção do metal correspondem à massa entre 40 e 50 g de aguapé por litro de água, com ponto de saturação da planta para concentrações entre 36 e 47 ppm do metal, respectivamente. Diz ainda que fatores como pH e temperatura não influenciam na absorção do metal pela planta e, também, que as medidas de teor de metal absorvido pela planta foram realizadas a partir da determinação da concentração de chumbo remanescente na solução dos tanques e da análise da planta inteira.

Dessa forma, para este trabalho, foram coletadas periodicamente amostras adultas da planta, em estágio anterior à florescência, e mantidas em tanques. Estabeleceu-se a proporção média de 40 g L⁻¹ para a relação massa de planta úmida/volume de solução do metal e o limite máximo de 40 ppm do metal para a solução do metal, como condição mais indicada para o experimento, de forma que ocorresse saturação da planta nos tanques. Estes foram identificados como T1, T2 e T3. Para cada um foi estipulado o volume total de 10,0 L de água, acrescidos já dos volumes de solução do metal.

O volume total da solução foi mantido constante a cada coleta de volume de amostra, por adição subsequente de mesmo volume de água. A eles foram adicionadas quantidades de solução de íons Pb (II) e quantidades de plantas que permitiram manter as relações de *concentração inicial do íon e massa de planta úmida/volume de água*, conforme a Tabela 1. As amostras foram preservadas pela adição de solução de ácido nítrico até pH 2, para a execução direta das análises (KEITH, L. H., 1996).

TABELA 1 – Dados relativos às concentrações iniciais de íons Pb (II) e das massas de planta úmida por volume de água nos tanques

Tanques	T1	T2	T3
Concentração inicial de íons	24,0 ppm	32,0 ppm	40,0 ppm
Massa de planta/volume de água	40,4 g L ⁻¹	41,6 g L ⁻¹	40,6 g L ⁻¹

O pH dos sistemas variou entre 6 e 6,5 durante a realização do experimento e a temperatura entre 24 e 30°C. Inicialmente, nas primeiras 6 horas, as amostras foram coletadas a cada 2 horas para análise, e a cada 3 horas nas 4 coletas seguintes, num total de 07 coletas. Finalmente, fez-se uma última amostragem de água com ressuspensão de material sedimentado ao longo das coletas. Após as séries de amostragens de água para análise, as plantas de cada tanque foram coletadas e deixadas a escorrer em suporte adequado para

eliminação do excesso de água de sua superfície. Em seguida, foram colocadas a secar em estufa a 60°C, por 3 dias.

Recolheram-se amostras de suas partes (folhas, caule, raízes) e da planta completa, separadamente, as quais foram trituradas em moinho de facas. Delas foram recolhidas alíquotas de cerca de 1 g, as quais foram submetidas a processo de digestão com o emprego de ácido nítrico concentrado, até próximo à secura, seguido de diluição com água destilada e deionizada, em balão volumétrico de 50,00 mL, para análise.

Usou-se um Espectrômetro de Absorção Atômica marca GBC 932AA, modalidade da chama (mistura de gás acetileno-ar), para a determinação de metal livre na água dos tanques, de metal absorvido pela planta e de metal retido na mistura de água com material sedimentado durante o período do experimento [13]. Foi determinado o teor de umidade da planta inteira e de suas partes (folhas, caule e raiz), mediante tratamento térmico em estufa, nas mesmas condições de trabalho anteriormente mencionadas (a 60°C, por 3 dias), para avaliação dos índices *metal absorvido/planta úmida* e *metal absorvido/planta seca* a partir dos dados das análises diretas da água dos tanques, bem como das análises da planta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises das amostras de água, coletadas dos tanques T1 (série para 24,0 ppm), T2 (série para 32,0 ppm) e T3 (série para 40,0 ppm), estão assinalados na Tabela 2, sendo correspondentes às curvas de variação das respectivas concentrações de Pb (II) determinadas por espectrometria de absorção atômica ao longo do processo de absorção pela planta, ilustradas no gráfico da Figura 1.

TABELA 2 - Concentrações de Pb (II) na água dos tanques em ppm, ao longo do processo de absorção pela planta

TEMPO (h)	TANQUES		
	T1 (ppm)	T2 (ppm)	T3 (ppm)
0	24,0	32,0	40,0
2	15,9	22,5	26,7
4	11,4	14,2	15,6
6	8,4	10,7	13,2
9	4,9	6,1	7,5
12	3,4	4,3	4,9
715	3,0	3,6	3,5

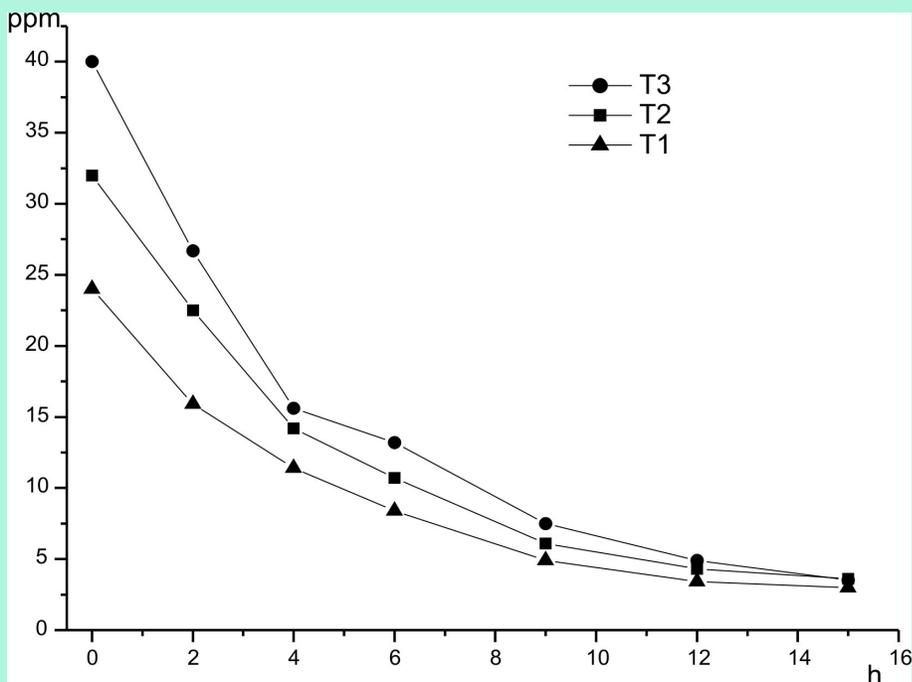


FIGURA 1 - Gráfico das curvas de variação de concentração de Pb (II) na água dos Tanques T1, T2 e T3, ao longo do processo de absorção pela planta.

Para as amostras da água de T1, T2 e T3, as determinações analíticas resultaram nos respectivos percentuais de absorção total de 87,5%, 88,7% e de 91,3%, após 15 horas, conforme a Tabela 3 e gráfico da Figura 2.

TABELA 3 - Teores obtidos de Pb (II) absorvido a partir das concentrações residuais das amostras de água dos tanques e da planta inteira, após 15 horas

TANQUES											
T1 (série de 24,0 ppm)				T2 (série de 32,0 ppm)				T3 (série de 40,0 ppm)			
Água		Planta inteira		Água		Planta inteira		Água		Planta inteira	
Teor (ppm)	%	Teor (ppm)	%	Teor (ppm)	%	Teor (ppm)	%	Teor (ppm)	%	Teor (ppm)	%
21,0	87,5	22,6	94,2	28,4	88,7	27,0	84,4	36,5	91,3	37,0	92,5

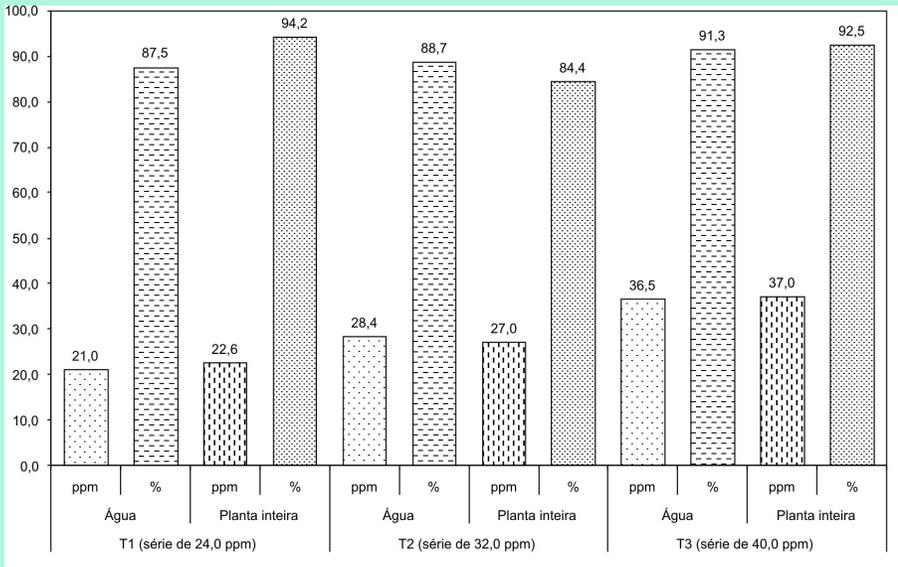


FIGURA 2 - Gráfico dos teores de metal absorvido, obtidos a partir das análises da água dos tanques e da planta inteira, após 15 horas.

Com relação à planta úmida, para comparação com os dados da análise das amostras de água dos tanques a cada coleta, foi determinada a massa seca, nas mesmas condições de trabalho anteriormente mencionadas (60°C, por 3 dias), para se estabelecer a relação *metal absorvido/planta úmida* e comparação com as análises diretas da água dos tanques.

Verificou-se que, em média, cada 1,0 g de massa seca corresponde a 20,0 g de planta úmida, nas condições explicitadas, correspondendo a um teor médio de 95,0% em água para as plantas úmidas. As porcentagens em massa úmida de raízes, caule e folhas em relação à planta inteira úmida foram determinadas como de 32,1%, 22,34% e 45,51%, respectivamente.

Após secagem dessas partes, os teores médios de água foram determinados correspondentemente como sendo de 93,2% para as raízes, de 95,6% para os caules e de 93,5% para as folhas. As proporções verificadas dessas mesmas partes secas em relação à massa de planta inteira úmida foram de 1,1%, 0,75% e 3,11%, igualmente na mesma ordem. Foram obtidos os teores médios de metal absorvido (mg) por massa de planta seca e suas partes (grama), conforme a Tabela 4.

TABELA 4 – Teores médios de metal absorvido por massa de planta seca e suas partes

Amostra	Teor de metal (mg g ⁻¹)		
	T1 (série de 24,0 ppm)	T2 (série de 32,0 ppm)	T3 (série de 40,0 ppm)
Planta inteira	11,3	12,3	11,0
Caule	1,3	1,4	2,8
Raízes	13,3	25,5	27,5

Os dados confirmam que o metal é retido em maior proporção pelas raízes. Com relação à avaliação da água contendo material sólido ressuspenso, não se verificou a deposição do metal, havendo correspondência entre os resultados da análise direta das amostras de água do tanque e das análises da planta inteira, após digestão em ácido nítrico.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os teores de metal absorvido determinados por espectrometria de absorção atômica de chama para as amostras de água dos tanques e da massa das amostras da planta seca são concordantes, permitindo estabelecer o índice de absorção do poluente pela macrófita, considerando-se a técnica empregada para análise, nas condições experimentais empregadas.

Verificou-se também que as folhas, que constituem a parte em maior proporção quanto à planta inteira, absorvem menor quantidade do metal. Em contrapartida, as raízes, por sua vez, correspondendo a uma proporção intermediária em relação à planta inteira, constituem a parte que mais absorve o metal.

Com relação à menor porcentagem de metal absorvido pela planta no tanque T2, não é possível inferir qual a causa, contudo, verifica-se congruência entre os valores obtidos. Também, embora a planta não tenha absorvido todo o chumbo disponibilizado na solução, o residual do metal permanece solúvel na água, não fazendo parte da constituição do lodo formado durante a realização do experimento.

Assim, conclui-se que a recuperação de metal, não volatilizado no processo de tratamento térmico da planta, apresenta viabilidade.

Ainda, com relação ao teor de umidade da planta, o processo de secagem resulta em drástica diminuição de volume total, o que pode ser fator determinante para facilitar a recuperação de metais absorvidos.

5. AGRADECIMENTOS

- Ao GEMaQ-Unioeste, pelo apoio durante os trabalhos de coleta de amostras das plantas.
- Ao Fundo Paraná (TC n. 04/01).
- Ao Laboratório de Química Agrícola e Ambiental/Unioeste/Campus de Mal. C. Rondon.

6. REFERÊNCIAS

- AKCIN, G., SALTABAS, O. and AFSAR, H. "Removal of lead by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*)". **J. Environ. Sci. Health**, A, v. 29, n.10,; p. 2177-2183, 1994.
- CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M. **Fatores limitantes da produção primária. Workshop Ecologia e manejo de Macrófitas Aquáticas.** Maringá: SBL/UEM-Nupelia, 2000, p. 10.
- GOPAL, B. **Water hyacinth.** New York: Elsevier Science Publishers B. V., 1987, p. 34.
- GUPTA, G. C. "Use of water hyacinth in wastewater treatment". **J. Environ. Health**, v. 43, n. 10, p. 80-82, 1989.
- KEITH, L. H. **Compilation of EPA's: sampling and analysis methods.** 2. Ed. New York: CRC Press Inc., 1996, p. 1064.
- LÉON, S. G.; CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias.** Trad. H. R. Gheyi; A. König; B. S. O. Ceballos; F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999.
- MUKHERJEE, S.; MONDAL, G. C. "Removal of lead by water hyacinth". **Indian. J. Chem. Technol.**, v. 2, n. 2, p. 59-62, 1995.
- PEDRALLI, G. **Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água:** alternativas para usos múltiplos de reservatórios. Workshop Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. Maringá: SBL/ UEM-Nupelia, 2000, p. 19.
- PITELLI, R. A. [et al.]. **Impacto ambiental das práticas de controle**

das macrófitas aquáticas. Workshop Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. Maringá: SBL/ UEM-Nupelia, 2000, p. 26.

SANTOS, M. C. AND LENZI, E. “*The use of aquatic macrophytes (Eicchornia crassipes) as a biological filter in the treatment of lead contaminated effluents*”. **Environ. Technol.**, v. 21, p. 615-622, 2000.

SANTOS, M. C., LENZI, E. E GALLI, D. “Captação de metais pesados de efluentes de indústria de baterias pela macrófitas aquática *Eicchornia crassipes*”. **Revista Tecnológica**, v. 9, p. 31-39, 2000.

THOMAZ, S. M., BINI, L. M., MARENDA, L. D. e FONTES, H. M. **Macrófitas aquáticas da margem esquerda do reservatório de Itaipu Binacional.** Workshop Ecologia e manejo macrófitas aquáticas. Maringá: SBL/UEM-Nupelia, 2000, p. 17.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. 20th. edn. Baltimore, Maryland: American Public Health Association, 1998, p. 3-17.

Unioeste
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
— www.unioeste.br —

REVISTA VARIA SCIENTIA
Versão eletrônica disponível na internet:
www.unioeste.br/saber

V A R I A
S C I E N T I A