

## **Avaliação do potencial da Alface-d'água (*Pistia stratiotes*) na Bioissorção de Pb ao longo do tempo.**

**Ana Carolina Callegario Pereira<sup>(2)</sup>; Ana Carolina Dornelas Rodrigues<sup>(3)</sup>; Marcus Vinicius de Castro Rocha<sup>(4)</sup> André Marques dos Santos<sup>(5)</sup>; Fabiana Soares dos Santos<sup>(6)</sup>; Nelson Moura Brasil do Amaral Sobrinho<sup>(5)</sup>;**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do PPGCTIA e FAPERJ.

<sup>(2)</sup> Professora do Departamento de Formação do Centro de Tecnologias e Engenharias; Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA; Volta Redonda – RJ; (Email: acallegario@yahoo.com.br) <sup>(3)</sup> Doutoranda do PPGCTIA – UFRRJ e Professora do Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA; Volta Redonda - RJ; <sup>(4)</sup> Mestrando do PPGAO da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ; Seropédica - RJ; <sup>(5)</sup> Professor Adjunto; Departamento de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ; Seropédica - RJ; <sup>(6)</sup> Professora Adjunto, Departamento de Engenharia de Agronegócios; Universidade Federal Fluminense – UFF; Volta Redonda - RJ.

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar o potencial da biomassa seca da Alface-d'água na bioissorção do metal pesado chumbo (Pb), presente em soluções aquosas contaminadas, foram realizados ensaios de isotermas de adsorção em laboratório, testando-se 4 doses crescentes de contaminação (0,1; 1; 10 e 100 mg L<sup>-1</sup>), em nove tempos de contato da biomassa com a solução contaminada (1, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas após início da agitação). A cada tempo, biomassa seca e solução contaminada foram coletados e determinados os teores de metal por espectrofotometria de absorção atômica. Os dados obtidos no maior tempo de contato entre a solução contaminada e a biomassa da Alface d'água, foram utilizados como entrada no programa ISOFIT para identificação do modelo isotérmico que melhor representa a bioissorção do contaminante pela Alface d'água. Os resultados demonstraram uma redução superior a 90% na concentração do metal analisado, diminuindo assim a contaminação da solução. O modelo isotérmico de melhor ajuste, representativo da bioissorção do Pb pela Alface-d'água, foi o linear, pois apresentou o menor valor de AICc e valor de AICw mais próximo de um, indicando maior peso/evidência desse modelo.

**Termos de indexação:** Macrófita, contaminação, isoterma de adsorção.

### **INTRODUÇÃO**

A crescente crise no abastecimento de água no Brasil tem levado a grande preocupação do governo e população em preservar e recuperar a qualidade dos corpos hídricos, visto que essa crise ameaça não somente a disponibilidade de água para consumo, mas também a queda na produção de alimentos e o surgimento de doenças.

A recuperação de corpos hídricos contaminados, principalmente por metais pesados é um dos grandes desafios da atualidade, visto que esses elementos persistem por muitos anos nos compartimentos aquáticos: sedimentos de fundo e em suspensão, em plantas ou peixes (Manahan 1999).

A bioissorção, também chamada de "bioadsorção", é uma técnica de remediação, que utiliza a biomassa viva ou morta de bactérias, fungos, plantas e até cascas de frutos para remoção de metais pesados de soluções contaminadas (Módenes et al., 2013). As plantas aquáticas têm sido sugeridas para utilização nesse processo, devido ao seu rápido crescimento e elevada produção de biomassa. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial da biomassa seca da Alface-d'água, na bioissorção de chumbo, presente em solução contaminada.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

A Alface d'água foi coletada no Reservatório de Vigário, pertencente à LIGHT no município de Piraí – RJ. Após a coleta, as macrófitas foram lavadas em água comum e deionizada, secas em temperatura ambiente e em seguida em estufa a 65 °C até atingirem massa constante. As macrófitas foram trituradas em moinho para redução da superfície específica e consequente aumento da área exposta à solução contaminada por metais pesados.

O experimento foi realizado em potes plásticos com capacidade de 100 mL, sendo adicionados em cada frasco 50 mL da solução contaminada, a pH 5,5 e 1 grama de biomassa seca de Alface-d'água, acondicionada em "sachês" confeccionados com tecido de poliéster. As amostras foram agitadas a 90 RPM, durante todo o tempo avaliado, garantindo que toda solução entrasse em contato com a



biomassa da planta. O ensaio foi realizado em temperatura ambiente.

### Tratamentos e amostragens

Foram testados 4 tratamentos, constituídos por concentrações crescentes de Pb (0,1; 1; 10 e 100 mg L<sup>-1</sup>), fornecida na forma de nitrato de chumbo (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), com nove tempos de coleta (1,3, 6, 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas) após início da agitação. A cada tempo de coleta, a biomassa foi retirada da solução e seca em estufa com circulação forçada de ar por 48 horas a 65 °C, para realização da digestão nitroperclórica (6:1), segundo Tedesco et al., (1995), e determinação dos teores de metais pesados por espectrofotometria de absorção atômica. A solução foi diretamente analisada por espectrofotometria de absorção atômica.

### Análise estatística

Os dados obtidos no maior tempo de contato entre a solução contaminada e a biomassa da Alface d'água, foram utilizados no programa ISOFIT versão 1.2 para identificação do modelo isotérmico (Mattot & Rabideau, 2008) que melhor representa a biossorção de Pb pela Alface d'água.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (quatro doses de Pb, três repetições e nove tempos de coleta), totalizando 108 unidades experimentais. As médias foram comparadas utilizando-se o desvio padrão com o programa GraphPad Prism versão 5.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Figura 1** são apresentadas as concentrações de chumbo na solução e biomassa seca da Alface-d'água nos diferentes tempos de coleta. Pode-se observar em todos os tratamentos, uma diminuição da concentração de chumbo na solução contaminada e conseqüente aumento na biomassa das plantas, o que evidencia o potencial biossorvente de chumbo dessa macrófita.

Maior eficiência na remoção de Pb foi observada nos maiores tratamentos, pois já na primeira hora, mais de 50% deste elemento foi retirado da solução contaminada. Os resultados demonstram ainda que, ao longo do tempo, essa remoção é superior a 90% em todos os tratamentos avaliados. Outros resultados confirmam também o potencial do aguapé na biossorção de Pb, porém sua porcentagem de remoção deste elemento da solução contaminada foi em torno de 35% (Júnior et al., 2009). De Lucena Tavares (2009), verificaram que as macrófitas *P. lucens*, *Salvinia sp.*, *E. crassipes*, utilizadas como biossorventes de chumbo, também apresentaram uma elevada taxa

de remoção desse elemento, alcançando níveis próximos a 97%. O mesmo autor também observou maior remoção de chumbo nas primeiras horas de contato do biossorvente com a solução contaminada.

### Identificação do modelo isotérmico

Os teores de Pb na solução e associados a biomassa da Alface-d'água encontrados no último tempo de coleta (72h) de todos os tratamentos, foram utilizados no programa ISOFIT, que gera parâmetros e critérios de ajuste para 10 modelos isotérmicos, e possibilita a identificação de qual deles melhor se ajusta aos dados obtidos, ou seja, qual a relação matemática melhor descreve os dados obtidos (Mattot & Rabideau, 2008).

Na **Tabela 1** são apresentados os valores de R<sup>2</sup>, AICc, ΔAIC e AICw para os dois modelos de isoterma de adsorção de melhor ajuste a biossorção de Pb pela Alface-d'água. Foram selecionados os modelos que apresentaram o menor valor de AICc para representar a adsorção. Os valores de diferença de Akaike (ΔAIC) e o peso de evidência ou peso de Akaike (AICw), foram calculados segundo suas equações e auxiliaram na seleção do modelo.

**Tabela 1.** Valores de R<sup>2</sup>, AICc, ΔAIC e AICw para dez modelos isotérmicos de adsorção para Pb.

Metal		Langmuir Partition	Linear
Pb	R <sup>2</sup>	0,999	0,999
	AICc	34,51	34,51
	ΔAIC	0,00	0,00
	AICw	0,99	0,99

Avaliando-se esses parâmetros, o modelo de melhor ajuste, representativo da biossorção de Pb pela Alface-d'água, foi o modelo isotérmico linear, que apresentou o menor valor de AICc e valor de AICw mais próximo de um, indicando maior peso/evidência desse modelo. Apesar do modelo Langmuir Partition ser considerado igualmente semelhante pela avaliação de ΔAIC, o modelo linear é o selecionado como mais ajustado, por ser comparativamente o modelo mais simples, avaliando apenas uma variável.

O modelo isotérmico linear ou *modelo do coeficiente de distribuição* (K<sub>d</sub>) é obtido quando as isoterma de adsorção apresentam comportamento linear, indicando uma alta afinidade do biossorvente pelo adsorbato. Neste modelo, O K<sub>d</sub> é a variável que se baseia na fração do metal que realmente pode ser trocada com a solução e não no seu total (Alleoni et al., 2009; Staunton, 2001). Baixos



valores de  $K_d$  indicam que a maior parte do metal permanece em solução, portanto estão geodisponíveis. Por outro lado, altos valores de  $K_d$  refletem grande afinidade de metais pelos constituintes da fase sólida do adsorvente (Soares, 2004). Portanto, esta variável pode ser utilizada em modelos de previsão de risco ambiental para cálculos de padrões de qualidade de solos e de águas superficiais e subterrâneas (Staunton, 2001), como adotado pela Holanda (Bockting et al., 1992; Usepa, 1996).

A seleção do modelo linear como o de melhor ajuste ao ensaio é contrária a maioria dos estudos de bioissorção de metais pesados utilizando macrófitas aquáticas que apontam o modelo Langmuir. Esse fato indica a maior afinidade da biomassa da Alface-d'água pelos íons metálicos quando comparada as demais macrófitas, já que o modelo linear não apresenta saturação rápida do adsorvente com o aumento do adsorbato, como é o caso do modelo Langmuir, que apresenta uma curva do tipo-L enquanto o modelo linear apresenta uma curva do tipo-C, com alta afinidade pelo adsorbato independente do aumento da concentração do mesmo.

## CONCLUSÕES

O modelo linear foi o que melhor se ajustou aos dados obtidos, demonstrando a alta afinidade da biomassa da Alface-d'água pelo Cd.

A Alface-d'água possui um elevado potencial de bioissorção de chumbo, podendo ser utilizada em projetos de recuperação de corpos hídricos contaminados por esse elemento.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da FAPERJ, PPGCTIA, UFRRJ, UFF e Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA para realização desse trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALLEONI, L. R. F.; MELLO, J. W. V.; ROCHA, W. S. D. Eletroquímica, adsorção e troca iônica no solo. In: Química e Mineralogia do Solo, Parte II - Aplicações. ALLEONI, L. R. F. & MELLO, V. F. ed. SBCS, Viçosa, 2009. 685p

BOCKTING, G.J.M.; van de PLASSCHE; STRUIJS, J.; CANTON, J.H. Soil-water partition coefficients for some trace metals. RIVM, Bilthoven. 51p. 1992.

JUNIOR, A. C. G.; SELZLEIN, C.; & NACKE, H. Uso de biomassa seca de aguapé (*Eichornia crassipes*) visando à remoção de metais pesados de soluções

contaminadas. Acta Scientiarum. Technology, 31(1): 103-108, 2009.

MANAHAN, S. E. 1999. Environmental Chemistry. 7 ed. Lewis Publishers, Boca Raton, USA. 898 pp.

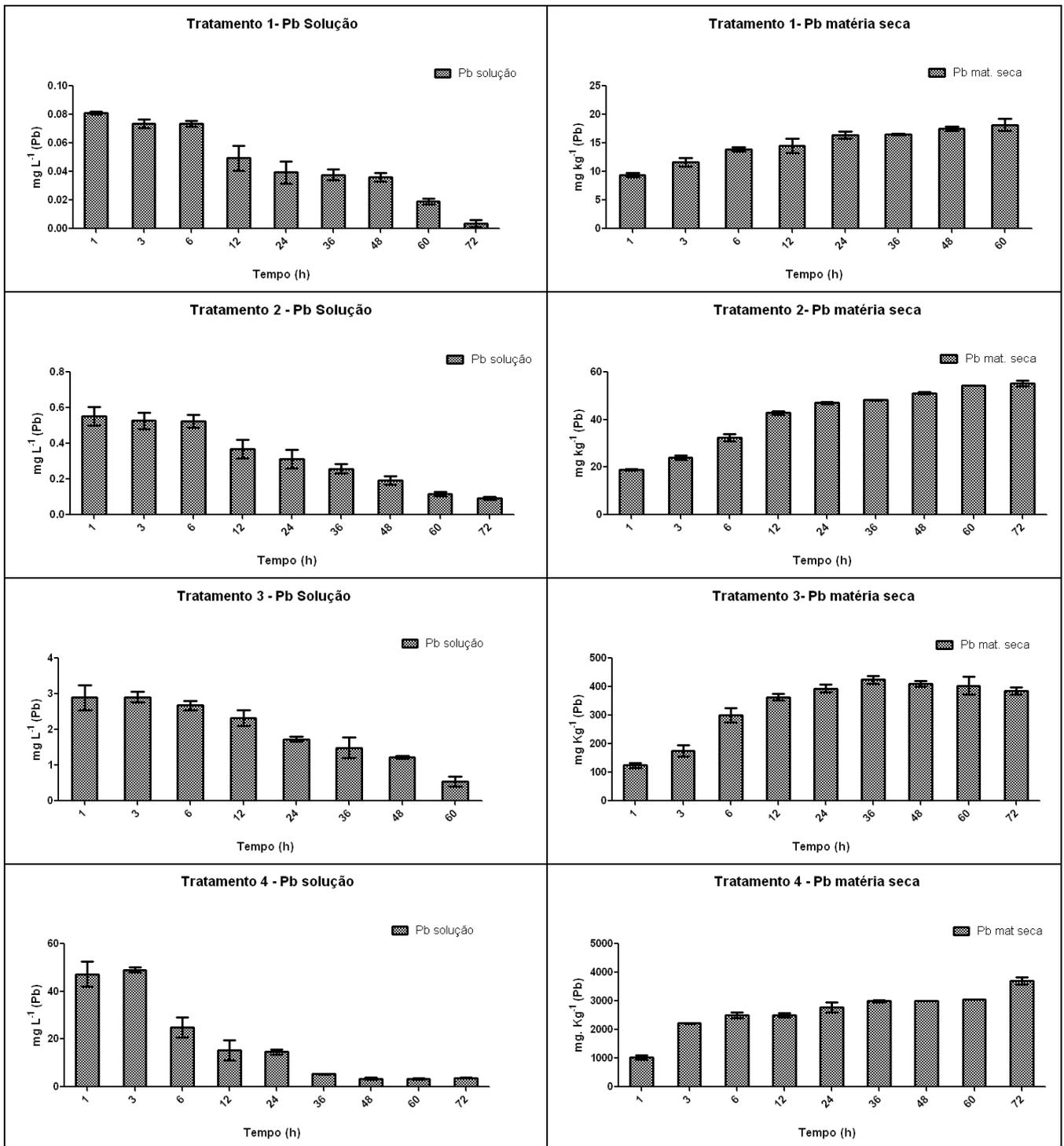
MATTOT, L. S.; RABIDEAU, A. J. ISOFIT - A program for fitting sorption isotherms to experimental data. Environmental Modelling & Software, 23:670-676, 2008.

MÓDENES, A. N.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; LAVARDA, F. L.; COLOMBO, A.; BORBA, C. E.; LEICHTWEIS, W. A.; & MORA, N. D. Remoção dos metais pesados Cd (II), Cu (II) e Zn (II) pelo processo de bioissorção utilizando a macrófita *Eichornia crassipes*. Rem: Revista Escola de Minas, 66(3): 355-362, 2013.

SOARES, M. R. Coeficiente de distribuição ( $k_d$ ) de metais pesados em solos do estado de São Paulo. 2004. 202p. Tese (Doutorado) - Escola Superior De Agricultura "Luiz De Queiroz", Universidade De São Paulo, Piracicaba, 2004.

STAUNTON, S. Usefulness and limitations of the distribution coefficient,  $K_d$ , in understanding and predicting the fate of trace metals in soil. In: SYMPOSIUM OF ENVIRONMENTAL BIOGEOCHEMISTRY, 15., Wroclaw, Poland, 2001. Biogeochemical processes and cycling of elements in the environment. Wroclaw, Poland : Polish Society of Humic Substances (PTSH), p.49-50. 2001.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. Method 3051A – Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. Washington: USEPA, 30p. 1998.



**Figura 1.** Concentração de chumbo na solução e matéria seca das plantas nos diferentes tempos avaliados. Tempos de coleta em horas após o início da agitação (1, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas); Tratamento em mg L<sup>-1</sup> (0,1; 1,0; 10 e 100 mg L<sup>-1</sup>).