

AValiação DA CAPACIDADE DE FITORREMEDIAÇÃO E DE BIOINDICAÇÃO DA *S. MONTEVIDENSIS* PARA COBRE

EDILA MARIA KICKHÖFEL FERRER¹; PEDRO JOSÉ SANCHES FILHO²

¹Instituto Federal Sul-rio-grandense – edila.ferrer@gmail.com

²Instituto Federal Sul-rio-grandense – pjsans@ibest.com.br

1. INTRODUÇÃO

A literatura comprova a eficiência da remoção de metais tóxicos pela técnica de fitoextração em áreas poluídas. Segundo ALI *et al.*, 2013, destacam-se as macrófitas aquáticas por características como rápido crescimento, grande produção de biomassa e alta capacidade de absorção de poluentes metálicos.

Existem inúmeros estudos sobre plantas aquáticas, “*wetlands*” construídos e fitorremediação de metais-traço, mas poucos relacionados à utilização da *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schltdl. para esses fins. A *S. montevidensis* é uma macrófita aquática emergente muito comum em canais receptores de esgotos urbanos a céu aberto (ANDRADE *et al.*, 2007).

O fator de bioconcentração (FBC) e o fator de translocação (FT) são índices usados para verificar a eficiência do processo fitoextração (ALI *et al.*, 2013; MISKRA *et al.*, 2008; SANCHES FILHO *et al.*, 2015).

Alguns autores como ALI *et al.*, 2013; BALABANOVA *et al.*, 2015; MISKRA *et al.*, 2008 relatam que FBC e FT maiores que 1 indicam espécies de plantas com potencial para fitoextração. Portanto, FBC indica que o metal está retido na raiz, e o FT maior que 1, indica que a planta possui maior capacidade de acumulação de metal nas partes aéreas do que na raiz.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de fitorremediação e de bioindicação da *S. montevidensis*, utilizando como parâmetro o Fator de Bioconcentração (FBC) planta/sedimento e o Fator de Translocação (FT) planta/raiz para Cobre (Cu).

2. METODOLOGIA

As amostras da planta e sedimento foram coletas em três locais situados na Cidade de Pelotas/RS e noutro próximo a ela, apresentados na Figura 1. Três dos locais foram em áreas urbanas e o quarto ponto em área rural.



Figura 1- Localização das Áreas de Coleta das Amostras.
Fonte: Google Earth

As amostras foram manuseadas e armazenadas em recipientes plásticos descontaminados em solução ácida de HNO_3 a 10% (v/v) por 24 h.

As plantas foram lavadas em água corrente para a remoção de detritos e sedimentos e enxaguadas com água destilada. Em seguida, cada amostra de planta foi separada em caules, folhas, raízes e frutos/sementes, finamente picados. Esses materiais foram secos em forno com circulação de ar a 60°C por 72 h.

Para abertura da amostra, 0,5 g de cada parte da planta (maceradas) foi submetido à digestão nítrico-perclórica (ABREU, 2004). Os extratos obtidos foram filtrados em papel-filtro qualitativo e avolumados 50 mL com água ultrapura.

2 g (fração $< 63 \mu\text{m}$) das amostras de sedimento secas a 60°C foram submetidos à digestão ácida pseudo-total, segundo o método HORTELLANI et al., 2005. Os extratos obtidos foram filtrados em papel-filtro qualitativo e avolumados a 25 mL com água ultrapura.

Para a curva de calibração com intervalo de 0,2 a $6,0 \text{ mg L}^{-1}$, a solução padrão foi preparada a partir de soluções de estoque de 1.000 mg L^{-1} Cu, da marca Titrisol® - Merck.

A preparação do branco, para ambas extrações, foi realizada sob as mesmas condições das amostras.

O analito foi determinado por Espectrofotometria de Absorção Atômica em chama (AAS), marca GBC, modelo 932 plus ar/acetileno, ao comprimento de onda (λ) de 324,7 nm e energia da lâmpada de 15,0 mA.

Os fatores de bioconcentração (FBC) e de translocação (FT) foram calculados para todas as plantas investigadas, pelas seguintes equações (ALI et al., 2013):

$$\text{FBC} = C_{\text{parte da planta}}/C_{\text{sedimento}}$$

$$\text{FT} = C_{\text{parte aérea}}/C_{\text{raiz}}$$

onde $C_{\text{parte da planta}}$ (raiz, caule, folhas ou fruto/semente) é a concentração do metal na parte da planta, $C_{\text{sedimento}}$ é a concentração do metal no sedimento, $C_{\text{parte aérea}}$ é a concentração do metal na parte aérea da planta (caule, folhas ou fruto/semente) e C_{raiz} é a concentração do metal na raiz.

Para caracterização preliminar do sedimento, foram determinados teor de umidade (método gravimétrico APHA, 2005) e teor de matéria orgânica (por calcinação em mufla à 550°C (MIRLEAN, 2003). Todos ensaios em triplicata.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de umidade (%) encontrados no sedimento seguiram a seguinte ordem: $\text{P1} > \text{P2} > \text{P3} > \text{P4}$, cuja variação foi de $46,6 \pm 1,2$ a $70,1 \pm 0,7$ e, os de matéria orgânica (% massa seca) variou de $7,4 \pm 1,7$ a $19,2 \pm 2,6$, seguindo a ordem de $\text{P1} > \text{P3} > \text{P2} > \text{P4}$.

Os altos valores de umidade e matéria orgânica apontados para os pontos 1, 2 e 3 indicam condições hidrodinâmicas favoráveis a deposição de elementos tóxicos.

A Tabela 1 apresenta a concentração cobre no sedimento e sua distribuições nas diferentes partes da planta em mg kg^{-1} .

Tabela 1 - Concentrações de Cobre nas Diferentes Partes da *Sagittaria montevidensis* e no Sedimento (Base Seca) em $\text{mg kg}^{-1} \pm \text{SD}$

	Amostras	P1	P2	P3	P4
		$\text{Cu} \pm \text{SD}^{(1)}$			
Raiz	SM ⁽²⁾	11,1 \pm 0,7	22,3 \pm 1,6	15,3 \pm 0,1	6,7 \pm 0,7
	FBC ⁽³⁾	0,32	2,94	0,38	0,32
Caule	SM	12,0 \pm 2,6	12,9 \pm 3,4	10,1 \pm 0,4	+ ⁽⁴⁾
	FBC	0,35	1,70	0,25	
	FT ⁽⁵⁾	1,1	0,6	0,7	
folha	SM	10,3 \pm 0,3	8,4 \pm 0,3	11,8 \pm 0,2	+
	FBC	0,30	1,11	0,30	
	FT	0,9	0,4	0,8	
F/S ⁽⁶⁾	SM	6,8 \pm 0,3	12,1 \pm 0,6	12,5 \pm 0,2	+
	FBC	0,20	1,60	0,31	
	FT	0,6	0,5	0,8	
Sedimento		34,6 \pm 0,6	7,6 \pm 0,1	40,0 \pm 0,2	18,6 \pm 0,7
LD ⁽⁷⁾	LQ ⁽⁸⁾	LD ⁽⁹⁾	LQ ⁽¹⁰⁾	TEL ⁽¹¹⁾	PEL ⁽¹²⁾
0,8	2,8	0,1	0,4	35,7	197

(1) Desvio padrão; (2) *S. montevidensis*; (3) Fator de bioconcentração; (4) $> \text{LD} < \text{LQ}$; (5) Fator de translocação; (6) Fruto ou Semente; (7) Limite de detecção para as partes das plantas; (8) Limite de quantificação para as partes das plantas; (9) Limite de detecção no sedimento; (10) Limite de quantificação no sedimento; (11) TEL (Threshold Effect Level): Limite do nível de efeito adverso à comunidade biológica; (12) PEL (Probable Effect Level): Nível provável de efeito adverso à comunidade biológica.

Os resultados mostram que, nas análises do sedimento em relação a todos os locais de coleta, foram detectadas concentrações variadas do metal analisado ($\text{P3} > \text{P1} > \text{P4} > \text{P2}$).

A concentração de cobre no P1 apresentou-se muito próxima do TEL e no P3 apareceu acima do TEL. Os níveis do metal encontrados nesses pontos podem ser justificados por estes canais atravessarem zonas mais urbanizadas da cidade, passando por diversos bairros. Portanto, para esse canal convergem grandes cargas de poluentes.

Nas amostras das plantas, o Cu foi encontrado em todas as suas partes (raiz, caule, folha e frutos ou sementes) em todos os pontos. De maneira geral, os valores encontrados nesses órgãos seguiram a seguinte ordem: raiz ($\text{P2} > \text{P3} > \text{P1} > \text{P4}$), caule ($\text{P2} > \text{P1} > \text{P3}$), folha ($\text{P3} > \text{P1} > \text{P2}$) e frutos ou sementes ($\text{P3} > \text{P2} > \text{P1} > \text{P4}$). No P4, nas amostras de caule e folhas, o cobre não foi detectado.

No P1, o Cu apresentou $\text{FT} > 1$ no caule. No P2 o Cu apresentou $\text{FBC} > 1$ em todas as partes da planta, o que demonstra a elevada biodisponibilidade nesse local deste elemento, ficando retido em sua maioria na raiz. No P4, o Cu não foi detectado nas amostras de caule e folhas e apresentou valor muito baixo na raiz ($6,7 \pm 0,7 \text{ mg kg}^{-1}$), se comparado aos demais pontos.

VARDANYA; INGOLE (2006) utilizaram em seus estudos, entre outras plantas, a *Sagittaria sagittifolia* L., e encontraram valores das concentrações de Cu na seguinte ordem: raiz $>$ folha $>$ caule. Embora ambas as plantas pertençam à mesma família, os resultados encontrados para a *S. montevidensis* resultaram um pouco divergentes. Em geral, concentrações de Cu ficaram distribuídas pela ordem: raiz $>$ caule $>$ folha. Segundo esses mesmos autores, as interações entre os metais normalmente são complexas e elas são dependentes da concentração do metal e do pH do meio de crescimento.

4. CONCLUSÕES

A espécie estudada mostrou-se adequada à bioindicação, apresentando resistência aos ambientes impactados e refletindo a biodisponibilidade do metal analisado. Considerando os dados obtidos, confirma-se a sua capacidade de bioconcentração para o cobre junto à raiz com baixos valores de translocação. Considerando os resultados, conclui-se que a *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schltdl. possui capacidade para bioindicação da disponibilidade deste elemento em função da variação do comportamento conforme o ponto estudado. Seu uso para fitoextração pode ser utilizado mediante remoção completa da planta.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C.A., FURLANI, A.C. ABREU, M. F., BATAGLIA, O. C., FURLANI, P.R. Micronutrient determination in different water extracts of coir fiber substrate incubated with mineral fertilizers. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SOILLESS CULTURE AND HYDROPONICS**, 2004, Almeria. International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics. Almeria: Universidad Almeria, v. 1, p. 113 - 114, 2004.
- ALI, H, KHAN, E, SAJAD, M A. Phytoremediation of heavy metals – Concepts and applications. **Chemosphere**, 91, p. 869 - 881, 2013.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater**. Washington: APHA, 2005, 21 ed.
- ANDRADE, M.A, MARANHO, L. T., PREUSSLER, K. H., CUBAS, S., 2007. Organização Estrutural da raiz e folha de *Sagittaria montevidensis* Cham. and Schltdl., Alismataceae. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 117-119.
- BALABANOVA B, STAFILOV T, BAČEVA K. Bioavailability and bioaccumulation characterization of essential and heavy metals contents in *R. acetosa*, *S. oleracea* and *U. dioica* from copper polluted and referent areas. **Journal of Environmental Health Science & Engineering** 13:2, p. 1-13, 2015.
- CCME EPC-98E, **Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection aquatic life**, 1999.
- HORTELLANI, M. A, SARKIS, JES, BONETTI J, BONETTI C. Evaluation of mercury contamination in sediments from Santos - São Vicente estuarine system, São Paulo state, Brazil. **J. Braz. Chem. Soc.** 16 (6a):1140-1149, 2005.
- MIRLEAN N., ANDRUS, V. E., BAISCH, P. Mercury pollution sources in sediments of Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, Vol. 46, 331-334, 2003. Issue 3
- MISKRA, 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. **Journal Bioresource Technology** 99, 930 - 936, 2008.
- SANCHES FILHO, P. J., NUNES, L. V., ROSA, N. N. da, BETEMPS, G. R., PEREIRA, R. S. Comparison among native floating aquatic macrophytes for bioconcentration of heavy metals. **Ecotoxicol. Environ. Contam.**, v. 10, nº 1, p. 1-6, 2015.
- VARDANYAN, L. G., INGOLE, B. S. Studies on heavy metal accumulation in aquatic macrophytes from Sevan (Armênia) and Carambolin (Índia) lake systems. **Environment International**, v.32, nº 2, p. 208-218, 2006.