

Absorção de Metais Pesados (Zn e Pb) por *Axonopus obtusifolius* (Raddi) em Áreas Degradadas pela Mineração de Carvão, SC, Brasil

Samuel Costa¹, Jairo José Zocche² e Polliana Zocche de Souza³

Introdução

Os metais pesados são constituintes normais de todos os ecossistemas [1], no entanto as atividades humanas vêm aumentando a quantidade circulante destes no ambiente [2]. A mineração de carvão é uma das grandes responsáveis pelo aumento das concentrações de metais pesados em todos os compartimentos do ecossistema [1], pois áreas de ocorrências minerais, mineradas e com rejeitos de mineração, são locais de grandes concentrações e disponibilidade [3].

Em Santa Catarina, a mineração de carvão gerou comprometimento ambiental considerável, que vai desde a alteração da paisagem até a contaminação do solo [4]. Este fato não impede o estabelecimento de algumas plantas, que por vezes são exploradas como pastagens para o gado bovino, no entanto, não é sabido se estas plantas estão absorvendo e concentrando metais pesados. Como os metais são biomagnificados ao longo da cadeia alimentar [5], podem representar problemas inclusive à saúde pública.

O presente trabalho teve como objetivo analisar a concentração de zinco (Zn) e chumbo (Pb) em *Axonopus obtusifolius* (Raddi) em áreas alteradas pela mineração de carvão a céu aberto na região carbonífera de Santa Catarina.

Material e métodos

A. Localização e Descrição da Área de Estudo

A área de estudo localiza-se nos municípios de Treviso (S 28°53'54'' e W 49°44'93'') e Siderópolis (S 28°35'52'' e W 49°25'28'') sul de Santa Catarina.

O clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa [6]. A cobertura vegetal original era do tipo Floresta Ombrófila Densa Submontana, que atualmente encontra-se representada por vegetação secundária em diferentes estádios sucessionais.

B. Metodologia

Selecionaram-se quatro áreas para o estudo, duas em Treviso (áreas I e II) e duas em Siderópolis (áreas III e IV). A área I é representada por campo antrópico utilizado para pastagem de gado, sem influência da

mineração, contígua à área II, a qual foi minerada a céu aberto durante sete anos, recebendo após apenas o nivelamento do substrato e atualmente coberta por espécies de Poaceae, Asteraceae, entre outras. A área III era uma antiga cava de mineração a céu aberto que foi recuperada a partir de 2002 (ver [7]) e a área IV sofreu o mesmo processo de recuperação da área III, porém com aperfeiçoamentos; sendo estas duas últimas áreas de propriedade das Empresas Rio Deserto Ltda.

Em cada área coletaram-se, aleatoriamente, cinco amostras de *A. obtusifolius* e solo (0 a 0,30 m) junto às mesmas, acondicionando-se cada amostra individualmente em sacos de papel e de plásticos, respectivamente.

Lavaram-se as plantas em água corrente, sendo em seguida, juntamente com as amostras de solo, desidratadas em estufa a 60° C por 48 h. Determinou-se o conteúdo total de Zn e Pb nas plantas e disponível no solo por meio de digestão ácida à quente e extração a frio [8], respectivamente. Procederam-se as leituras em espectrofotometria de absorção atômica, com uso de forno de grafite.

Compararam-se os valores detectados com as médias mundiais propostas pela literatura [9], pelo fato de não ter sido estabelecido o *background* para a região. Testaram-se as diferenças entre as concentrações médias de Zn e Pb em cada compartimento do ecossistema (solo e planta estudada), por meio do teste “t” e a correlação entre os íons disponíveis no solo e o conteúdo total nos tecidos vegetais por meio do Coeficiente de Correlação Sperman (r_s), ambos ao nível $P < 0,05$.

Resultados e Discussão

As concentrações de íons disponíveis no solo de todas as áreas apresentaram valores máximos abaixo dos limites de normalidade (Tab. 1). Ao ser aplicado o teste “t”, evidenciou-se que as diferenças entre as concentrações médias de Zn e Pb no solo, em cada respectiva área, não são estatisticamente significativa (Tab. 1).

A. obtusifolius apresentou concentração média de Zn e Pb abaixo dos limites de normalidade nas áreas I e II, enquanto que nas áreas III e IV, acima dos limites de

1. Mestrando do Curso de Pós Graduação em Ciências Ambientais, PPGCA, Universidade do Extremo Sul Catarinense. Av. Universitária, 1105, Bloco S, sala 23, Criciúma, SC, CEP : 88806-000. E-mail: samu@contato.net

2. Professor Adjunto do Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Extremo Sul Catarinense. Av. Universitária, 1105, Bloco S, sala 23, Criciúma, SC, CEP : 88806-000.

3. Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas – Bacharelado, Universidade do Extremo Sul Catarinense. Av. Universitária, 1105, Bloco S, sala 23, Criciúma, SC, CEP : 88806-000.

normalidade apenas nas raízes. Embora diferentes as concentrações médias em cada área, não evidenciaram significância estatística (Tab. 1).

Os resultados obtidos em relação à concentração de metais no solo e em *A. obtusifolius*, sugerem que o processo de mineração não está disponibilizando estes metais em concentrações acima dos limites de normalidade.

A. obtusifolius apresentou maior concentração de Pb nas raízes na área I e nas folhas na área II, enquanto que Zn mostrou-se mais elevado nas folhas e raízes na área II (Tab. 1). Ao compararem-se as áreas III e IV, Zn e Pb mostraram-se mais elevados nas raízes em ambas as áreas (Tab. 1).

Nas áreas III e IV, a planta estudada apresentou concentrações de Zn e Pb muito maiores do que os disponíveis no solo apresentando um comportamento de espécie concentradora [5].

Aparentemente, verificam-se concentrações médias de Zn e Pb mais elevadas nas áreas localizadas em Siderópolis (Tab. 1), embora tenham sido estas recuperadas. Deve-se levar em conta que o solo das áreas III e IV foi reconstruído recebendo material argiloso, enquanto que nas áreas I e II, o substrato foi apenas remodelado sendo constituído por materiais de diferentes tamanhos, principalmente arenitos, o que favorece a lixiviação, translocando elementos para outros compartimentos do sistema, tais como corpos d'água e sedimentos.

Constatou-se correlação estatisticamente significativa apenas entre o teor de Zn disponível no solo e total nas folhas de *A. obtusifolius* na área II (Tab. 2), evidenciando que valores elevados desse elemento disponível no solo, indicam concentração elevada na planta, apesar dos valores máximos detectados estarem abaixo dos limites de normalidade, o que habilita a planta para a pastagem.

O fato de *A. obtusifolius* acumular concentrações acima dos limites de normalidade apenas nas raízes viabiliza a utilização das áreas III e IV, como áreas de pastagem pelo gado bovino, excetuando-se os animais que se alimentam inclusive das raízes. No entanto, recomenda-se o monitoramento contínuo dessas áreas, pelo fato de terem sido recuperadas com espécie forrageira, a fim de verificar se a mesma não continuará acumulando metais pesados, em quantidade que ultrapasse os limites de normalidade o que contaminaria a cadeia alimentar, causando danos à saúde humana.

Os resultados evidenciam que a espécie *A. obtusifolius* pode ser considerada boa indicadora da presença de

metais pesados no solo, pois como se observou, embora a concentração dos elementos estudados estivesse em quantidades muito baixas no solo, os conteúdos totais em seus tecidos mostraram-se elevados.

Os trabalhos realizados até o presente momento, demonstram que as concentrações máximas de Zn e Pb nas áreas estudadas, estão abaixo dos limites de normalidades, não representando riscos à saúde humana. No entanto estes resultados não são conclusivos, em relação a estes e a outros metais e a outras áreas, pois os dados ainda são insuficientes para que tal colocação seja totalmente aceita, necessitando de estudos adicionais no sentido do estabelecimento de um *background* de metais pesados para a região.

Agradecimentos

Agradecemos as Empresas Rio Deserto Ltda pela disponibilidade da área para a realização da presente pesquisa.

Referências

- [1] PROCHNOW, T.R. 1995. *Avaliação de áreas com rejeitos da mineração de carvão, com ênfase em bioindicadores vegetais para metais pesados, no município de Charqueadas, RS*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ecologia, UFRGS, Porto Alegre, 1995.
- [2] GILSBERT, G.; ROS, R.; HARO, A.D.; WALKER, D.J.; BERNAL, M.P. & SERRANO, R. 2003. A plant genetically modified that accumulates Pb is especially promising for phytoremediation. *Biochem. Biophys. Commun.* 303: 404-405.
- [3] MALYUGA, D.P. 1964. *Biogeochemical methods of prospecting*. New York: Consultants Bureau.
- [4] CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL 2001. *Projeto conceitual para recuperação ambiental da Bacia Carbonífera Sul Catarinense*. Relatório técnico elaborado para o SIESESC. Vol. 1 e 2.
- [5] DUVIGNEUD, P. 2000. *A síntese ecológica*. 2.ed. Lisboa: Inst. Piaget.
- [6] EPAGRI/CIRAM – Empresa de Pesquisas Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina; Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. *Dados e informações bibliográficas da Unidade de Planejamento Regional Litoral Sul Catarinense – UPR 8*. Florianópolis: EPAGRI, 2001.
- [7] SMANIOTO, A.A. 2004 [online]. *Deposição Sub-áquatica de rejeitos do beneficiamento de carvão em Siderópolis (SC)*. Homepage: <http://www.siecesc.com.br/eventos/default.htm>.
- [8] ALLEN, S.; GRIMSHAW, M.H.; PARKINSON, J.A. & QUARMBY, C. 1974. *Chemical analysis of ecological materials*. Oxford: Blackwell.
- [9] PORTO, M.L. 1981. *Beiträge zur Schwermetallvegetation von Rio Grande do Sul, Brasilien*. Dissertation Doktor, Fakultät für Naturwissenschaften und Mathematik der Universität Ulm, Ulm.

Tabela 1. Amplitudes, concentração média ($\mu\text{g.g}^{-1}$), médias mundiais e valores de “t” calculado para as diferenças entre os valores médios de Zn e Pb trocáveis no solo e totais em raízes e folhas de *A. obtusifolius*, das áreas I, II, III e IV, localizadas em Treviso e Siderópolis (SC).

Compartimentos e Parâmetros	Metais							
	Zinco (Zn)				Chumbo (Pb)			
	Área I	Área II	Área III	Área IV	Área I	Área II	Área III	Área IV
SOLO								
Amplitude	0,10	0,05	0,00008	0,00002	0,10	0,10	0,000014	0,00002
Média	0,14	0,44	0,0005	0,0001	0,27	0,72	0,000007	0,00003
“t” calculado	0,12	0,18	0,0002	0,00006	0,15	0,37	0,00001	0,00002
Médias mundiais [8]	2,09	1,00 – 40,00 $\mu\text{g.g}^{-1}$		-1,76	1,00	2,00 – 20,00 $\mu\text{g.g}^{-1}$		1,81
RAIZ								
Amplitude	19,00	18,50	20,20	38,80	0,60	0,21	1,03	0,82
Média	40,30	47,50	52,20	266,00	1,00	0,44	3,35	3,46
“t” calculado	27,10	30,82	35,22	100,16	0,77 ^a	0,30 ^a	1,99	2,08
Médias mundiais [8]	0,57	15 a 100 $\mu\text{g.g}^{-1}$		1,53	5,85	0,05 a 3,00 $\mu\text{g.g}^{-1}$		0,13
FOLHA								
Amplitude	18,70	22,40	21,60	13,90	0,02	2,77	0,18	0,16
Média	31,20	67,00	28,40	42,30	0,11	3,82	0,35	1,66
“t” calculado	23,56	38,60	25,44	26,64	0,09 ^b	2,95 ^b	0,31	0,71
Médias mundiais [8]	1,90	15,00 a 100,00 $\mu\text{g.g}^{-1}$		0,22	8,14	0,05 a 3,00 $\mu\text{g.g}^{-1}$		1,16

Os valores médios sublinhados e com a mesma letra, indicam que há uma diferença estatística significativa entre si ($P < 0,05$)

Tabela 2. Coeficiente de Correlação de Sperman (r_s), entre o conteúdo total de cada elemento estudado, nas raízes e nas folhas de *A. obtusifolius*, ($\mu\text{g.g}^{-1}$) e os respectivos conteúdos disponíveis no solo ($\mu\text{g.g}^{-1}$), em cada área estudada.

Metais	Coeficiente de correlação de Sperman (r_s)							
	Área I		Área II		Área III		Área IV	
	Solo/raiz	Solo/folha	Solo/raiz	Solo/folha	Solo/raiz	Solo/folha	Solo/raiz	Solo/folha
Zn	0,30	0,20	0,30	0,90*	-0,60	-0,60	0,70	0,70
Pb	0,71	0,55	0,70	-0,30	----**	----**	-0,60	-0,50

* $P < 0,05$

***Amostras que não foram possíveis calcular o Coeficiente de Correlação de Sperman (r_s) entre os íons de Pb disponível no solo e total nas plantas de ambas as áreas.