

CONTAMINAÇÃO COM METAIS EM SOLOS CONSTRUÍDOS NA ÁREA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO DE CANDIOTA-RS

GARCIA, Gabriel Furtado¹; PINTO, Luiz Fernando Spinelli²; SILVA, Mariana Tavares³; BITENCOURT, Dioni Glei Bonini⁴; AMBUS, Jordano Vaz⁵

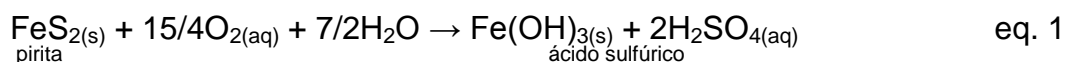
(1) Graduando em Agronomia, Bolsista IC CNPq; (2) Professor Associado do Departamento de Solos, FAEM/UFPeI; (3) Mestrando, PPGA - FAEM/UFPeI; (4) Doutorando, PPGA - FAEM/UFPeI (5) Graduando em Agronomia, Bolsista IC CNPq.

Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário Cx. Postal 354, Capão do Leão – RS, CEP 96001-970
gabrielgarciag2@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

A mineração de carvão no Estado do Rio Grande do Sul, em razão do processo de extração de lavra a céu aberto em faixas, origina áreas de solos fortemente impactados (KOPPE & COSTA, 2002). Nesta, as camadas de rochas subjacentes ao carvão removidas são colocadas de forma a preencher a cava anteriormente aberta; ao final, sobre as camadas de rochas (estéreis) é colocada uma camada do solo superficial (terra vegetal), onde são realizadas práticas agrônomicas de correção de solo e plantio de espécies vegetais, de forma a recuperar a área degradada. O solo resultante, composto por dez ou mais metros de camadas de estéril recobertas por alguns decímetros de solo superficial (terra vegetal), às vezes intercalado por uma camada de argila, é denominado de solo construído.

A presença ou a contaminação por pirita (FeS_2), oriunda do carvão e litologias associadas, nos materiais dos solos construídos, entretanto, desencadeia reações de acidificação provenientes da oxidação deste mineral (PINTO; KÄMPF, 2002) (Eq 1). A alta acidez resultante ($\text{pH} < 3,5$) inibe a revegetação e pode produzir concentrações tóxicas de metais, contaminando as águas, fenômeno conhecido como drenagem ácida de minas (DAM).



Conforme determina a legislação brasileira (decreto 97.632 de 10 de abril de 1989), a companhia mineradora tem a obrigação de reabilitar as áreas mineradas, retornando a mesma a um uso do solo em um meio ambiente estável. A partir de dezembro de 2009, através da resolução 420 do CONAMA, o governo federal instituiu critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas que possam representar risco ao meio ambiente. Nesta, são apresentados valores denominados de prevenção (VP), os quais representam riscos ecológicos, determinados com base em ensaios de fitotoxicidade, e valores de investigação (VI), que representam riscos à saúde humana. A mesma resolução instituiu também que valores de referência de qualidade (VRQ) para substâncias naturalmente presentes (“background”) podem ser estabelecidos pelos órgãos ambientais estaduais em até 04 anos após a publicação da resolução, bem como possibilidade de revisão dos VP e VI, quando

tecnicamente justificado e aprovado pelo CONAMA. O método analítico escolhido para extração das substâncias inorgânicas do solo (exceto mercúrio) é o US-EPA 3050 ou 3051 (anexo I da resolução). Uma lista com os valores orientadores (VP e VI) para solo (área agrícola, residencial e industrial) e para águas subterrâneas (VI) consta no Anexo II.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade do solo e subsolo pós-minerados da mina de carvão de Candiota-RS, quanto à presença de substâncias químicas inorgânicas, conforme os valores orientadores de referência (de prevenção – VP e de investigação – VI) conforme a Resolução 420, de 28/12/2009, do CONAMA.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Foram selecionadas três áreas mineradas na mina de carvão de Candiota-RS em diferentes épocas: malha I, malha II e malha IV/VII (Fig. 1a). As malhas I e II foram mineradas nas décadas de 1960-70 e 1970-80, respectivamente e os solos construídos sem a colocação de terra vegetal. As malhas IV e VII foram mineradas a partir da década de 1990 até o presente, atendendo a legislação ambiental. Nestas malhas, visando a recuperação ambiental, houve a colocação de terra vegetal e em alguns locais com adição também de uma camada de argila entre essa e a camada de estéril.

Nestas áreas foram abertas trincheiras de 1,5x1,5x2m (Fig. 1b), com auxílio de retro escavadeira, para a coleta de amostras de solo, de aproximadamente 15 kg, de todas as paredes expostas, em quatro profundidades (0-10; 40-50; 100-110; 190-200 cm). Nas malhas I e II foram escavadas três trincheiras em cada uma delas e, nas malhas IV/VI foram escavadas quatro trincheiras, sendo a trincheira 1 (MIV/VIT1) com colocação de terra vegetal, trincheira 2 (MIV/VIT2) com colocação de terra vegetal mais camada de argila, trincheira 3 (MIV/VIT3), com colocação de terra vegetal e adição pesada de calcário e trincheira 4 (MIV/VIT4) com colocação de terra vegetal mais camada de argila.

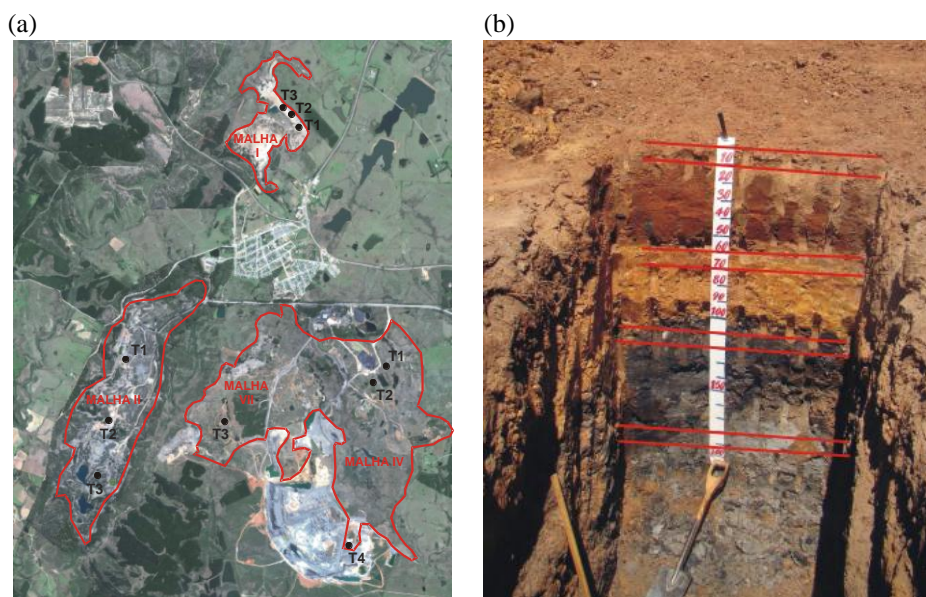


Figura 1: Área Minerada de Carvão de Candiota-RS (a); Trincheira aberta para as coletas das amostras (b)

Em laboratório, as amostras foram homogeneizadas e quarteadas para obtenção de uma amostra com aproximadamente 1 kg e, a partir daí foram trituradas e passadas em peneira de 2 mm para as posteriores análises.

Para extração das substâncias inorgânicas foi utilizada a metodologia US-EPA 3050. Os extratos resultantes foram analisados com ICP-OES.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tab. 1 mostra a concentração de metais no solo e subsolo amostrado na área minerada de carvão de Candiota-RS, obtidos conforme a metodologia US-EPA 3050.

Para alumínio, ferro e manganês, a resolução 420/09 do CONAMA não apresenta valores limites. Contudo, podem ser observados altos valores de ferro e alumínio. Como estes são altos tanto nos materiais de estéril como de terra vegetal, aparentemente o método não discrimina entre os produtos provenientes da oxidação da pirita e os óxidos comuns dos solos. Para todos os elementos analisados os teores estão abaixo dos limites de investigação para áreas agrícolas, demonstrando que, por essa metodologia, os solos pós-minerados não estariam muito contaminados. Já em relação aos valores de prevenção o mesmo não acontece: para Arsênio ocorrem valores maiores que o VP ($>15\text{mg kg}^{-1}$) em 6 trincheiras (MI-T2, MI-T3, MII-T1, MII-T2, MIV-T2 e MVII-T3); para Selênio ($\text{VP}>5\text{mg kg}^{-1}$) em 5 trincheiras (MI-T1, MI-T2, MI-T3, MII-T1 e MII-T2); Mo ($\text{VP}>30\text{mg kg}^{-1}$) em 1 trincheira (MI-T1) e Ba ($\text{VP}>150\text{mg kg}^{-1}$) em 1 trincheira (MII-T2). Dessa forma, conforme a resolução 420 do CONAMA, uma boa parte dos solos seria enquadrado como Classe 3 (pelo menos uma substância química maior que o VP e menor ou igual ao VI), requerendo controle das fontes de contaminação e monitoramento do solo e da água subterrânea.

4 CONCLUSÃO

Com base na resolução 420 do CONAMA, de 28/12/2009, os solos estudados apresentam metais em teores abaixo dos valores de investigação, porém com alguns metais com teores acima dos valores de prevenção (As, Se, Mo e Ba), indicando necessidade de controle das fontes de contaminação e de monitoramento.

5 REFERÊNCIAS

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 001 de 23 de janeiro de 1986.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 420 de 28 de dezembro de 2009.

KOPPE, J.C.; COSTA, J.F.C. Mineração. In: TEIXEIRA, E.C. **Meio ambiente e carvão: impactos da exploração e utilização**. Porto Alegre: FEPAM, 2002. p.15-27.

PINTO, L. F. S.; KÄMPF, N. **Contaminação dos solos construídos**. In: TEIXEIRA, E. C.; PIRES, M. J. R. coord. Meio ambiente e carvão. Impactos da exploração e utilização. Porto Alegre, FINEP/CAPES/ PADCT/GTM/PUCRS/UFSC/FEPAM, 2002. p. 69-92.

Tabela 1: valores das substâncias químicas disponíveis nas amostras de solo da mina de carvão de Candiota-RS.

Idades	Malhas	prof. cm	Fe	Al	Mn	Ba	Cu	Zn	Ni	Cr	Co	Pb	Cd	Mo	As	Se
			mg/kg													
40 anos	MIT1	0-10	8671	3214	8	58	17	20	7	18	7	26	0	5	4	16
		40-50	12949	3208	9	63	16	18	6	12	5	23	0	5	7	6
		100-110	6988	2832	8	66	15	22	8	9	7	23	0	5	5	20
		190-200	7961	2699	11	53	17	28	8	10	7	20	0	33	6	9
	MI-T2	0-10	16355	4291	16	56	14	63	11	11	10	22	0	2	16	4
		40-50	9750	3001	13	63	15	32	15	8	14	24	0	10	3	13
		100-110	11712	3525	13	57	13	34	15	8	13	18	0	3	21	17
		190-200	7250	2539	10	60	11	22	11	8	9	20	0	3	5	11
	MI-T3	0-10	14039	3299	28	55	55	11	3	12	4	23	0	1	3	13
		40-50	11173	2738	10	46	10	11	3	10	3	18	0	5	11	0
		100-110	13700	3645	11	45	11	10	3	9	5	22	0	2	16	9
		190-200	10375	2618	10	51	8	9	3	9	2	18	0	4	19	2
25 anos	MII-T1	0-10	6848	2108	12	124	9	9	6	9	6	17	0	5	8	17
		40-50	5481	2721	15	89	14	11	10	8	8	18	0	4	15	3
		100-110	5648	2612	18	71	8	12	11	6	9	18	0	4	2	22
		190-200	4705	2408	24	94	8	16	15	7	14	13	0	2	12	9
	MII-T2	0-10	7480	2680	15	73	9	23	5	7	5	15	0	4	22	4
		40-50	11225	2206	34	69	10	17	6	7	6	18	0	2	0	13
		100-110	10287	2782	33	96	11	22	10	8	9	21	0	3	11	16
		190-200	7139	2945	90	237	12	22	16	7	12	16	0	2	5	14
	MII-T3	0-10	8637	2489	15	57	22	37	6	7	5	24	0	3	0	2
		40-50	7455	2254	12	77	21	38	7	7	7	21	0	0	0	0
		100-110	6674	2958	12	56	21	39	9	8	6	18	0	1	3	0
		190-200	5628	2560	14	48	22	40	10	6	8	14	0	1	8	0
15 anos até o presente	MIV-T1 (> 15 anos)	0-10	14224	12080	112	88	18	19	4	19	4	18	0	1	5	0
		60-70	8065	3436	38	64	19	24	9	11	6	24	0	1	5	0
		100-110	7595	2505	184	63	24	33	18	5	8	21	0	0	14	0
		190-200	8130	1983	266	58	16	213	22	6	10	21	0	2	30	0
	MIV-T2 (15 anos)	0-10	14244	10935	166	51	14	21	4	24	4	18	0	0	1	0
		60-70	16341	9336	54	66	17	16	4	40	3	19	0	2	16	0
		100-110	8465	3042	67	82	39	36	11	8	8	23	0	1	6	0
		190-200	7225	2831	103	45	18	37	14	9	9	16	0	2	18	0
	MVII-T3 (8 anos)	0-10	18474	13338	104	74	14	13	3	21	4	21	0	2	1	0
		60-70	8371	4064	58	52	16	32	11	7	8	20	0	1	18	0
		100-110	6867	3797	58	80	18	42	17	8	12	22	0	1	9	0
		190-200	5951	1969	55	52	18	37	16	6	12	22	0	1	30	0
MIV-T4 (1 ano)	0-10	16140	9843	226	90	28	16	4	15	6	16	0	2	1	0	
	70-80	22372	9867	54	60	13	22	4	14	7	16	0	1	0	0	
	110-120	8626	2721	93	45	18	61	15	7	12	21	0	3	12	0	
	190-200	16527	1922	241	34	18	37	20	5	11	22	0	0	0	0	

sombreado em cinza representa as camadas de terra vegetal e/ou argila.