

AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE MINERAÇÃO DE CARVÃO

Bianca Carolina Resende Carneiro da Rocha

Aluna de Graduação da Engenharia Ambiental, 7º período,
PUC-Rio

Período PIBIC/CETEM : agosto a julho de 2015,

biancacrcr@gmail.com

Zuleica Carmen Castilhos

Orientadora, Farmacêutica, D.Sc.

zcastilhos@cetem.gov.br

Ricardo Goncalves Cesar

Co-orientador, Geógrafo, D.Sc.

ricardogc.geo@gmail.com

Abstract

This paper proposes the evaluation of the ecotoxicological efficiency associated with the remediation of coal mining residues. Thus, acute bioassays with *Eisenia andrei* were performed in mixtures of soil:residue to determine a safe ecological dose. The results revealed a low acute ecotoxicity, as well as low bioavailability of highly toxic metals, such as Pb and Cr. Ni was the only metal whose bioavailability has increased at the highest applied dose (50%). Therefore, the results suggest that the remediation generally reduced the toxicity of the residue for the earthworms.

Keywords: coal, earthworms, acid drainage.

Resumo

O presente trabalho trata da eficiência ecotoxicológica associada a um tratamento de resíduos de mineração de carvão. Para tanto, bioensaios agudos com *Eisenia andrei* foram realizados nas misturas solo:resíduo, visando determinar uma dose de segurança ecológica. Os resultados revelaram baixa toxicidade aguda para os oligoquetas, bem como baixa biodisponibilidade de metais altamente tóxicos, como Pb e Cr. Somente o Ni apresentou incremento de biodisponibilidade na maior dose testada (50%). Por fim, os resultados sugerem que de fato a remediação aparentemente reduziu a toxicidade aguda para os oligoquetas edáficos.

Palavras chave: carvão, oligoquetas, drenagem ácida.

1. INTRODUÇÃO

Em áreas de mineração de carvão, a exposição de minerais de piritas presentes nos rejeitos ao oxigênio e água promove a formação de ácido sulfúrico, desencadeando a drenagem ácida de minas (DAM). A DAM pode causar a lixiviação de metais coexistentes no minério, decrescendo dramaticamente o pH de solos e de corpos hídricos e contaminando tais ecossistemas adjacentes. Atualmente, há empresas do setor que tem interesse em tratar os resíduos de carvão com vistas à disposição segura dos mesmos. Para tanto, o

produto resultante de diversos tratamentos devem mostrar redução nos impactos ambientais. Uma forma de se avaliar a eficiência destes tratamentos é utilizar bioensaios com organismos terrestres e aquáticos, visando à avaliação de risco ambiental em cenários de disposição terrestre. No caso dos solos, os oligoquetas (*Eisenia andrei*) são amplamente empregados em bioensaios (CASTILHOS *et al.* 2010; CESAR *et al.* 2013). O presente trabalho trata da avaliação ecotoxicológica da eficiência de tratamento de resíduos de mineração de carvão com base em bioensaios com oligoquetas.

2. OBJETIVOS

Avaliar a eficiência ecotoxicológica associada a tratamentos de resíduos de mineração de carvão, com base em bioensaios agudos com oligoquetas edáficos (*Eisenia andrei*).

3. METODOLOGIA

O resíduo de mineração de carvão foi obtido na bacia carbonífera sul catarinense e submetido a um processo de tratamento realizado pela equipe do CETEM, que consistiu, basicamente, na separação das partículas conforme sua densidade. Para detalhes do tratamento, consulte Amaral-Filho (2009). Dessa forma, foram geradas 3 frações: fração leve, fração mista e fração pesada (com alto teor de pirita). Neste trabalho, serão apresentados os resultados referentes à fração mista, potencialmente de maior interesse ambiental devido ao maior volume de material com necessidade eventual de disposição terrestre.

O bioensaio agudo com *E. andrei* foi conduzido segundo ISO (1998), aqui brevemente descrito. Em cerca de 500 gramas de solo foram dispostas 10 organismos adultos, de peso semelhante, por réplica (4). A umidade do solo foi ajustada para 40-60% da capacidade máxima de retenção de água. Após 14 dias de exposição foi verificado o nível de mortalidade e a variação da biomassa corporal dos organismos sobreviventes. As doses testadas de resíduo 0, 6, 12, 24 e 50% em solo artificial, composto de 70% de areia de quartzo, 20% de caulim e 10% de pó de casca de coco (GARCIA, 2004). A determinação do pH foi realizada em KCl na proporção 1:2,5 (solo:solução).

Para a determinação de metais em amostras abióticas e bióticas procedeu-se à abertura ácida úmida com HF:HCl:HClO₄ (2:1:1), e posterior leitura em ICP-OES. Os fatores de contaminação (FC) foram calculados a partir da razão entre o teor do metal na mistura solo:resíduo e o teor obtido no solo puro. O fator de bioconcentração (FBC) foi calculado com base na razão entre o teor do metal no organismo pelo teor no solo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de metais nas misturas solo:resíduo (Tabela 1) estão abaixo dos limites de prevenção e/ou investigação definidos pela Resolução CONAMA 420 (CONAMA, 2009), para qualidade de solos, embora em doses maiores, Zn e Pb excedam o *background* pedogeoquímico do Estado de SP (CETESB, 2005 – 60 e 17 mg/kg, para Zn e Pb, respectivamente). Os FCs calculados indicam incremento no teor de metais com o aumento de dose de resíduo no solo, especialmente no caso do Pb, Ni e Cr. Cesar *et al.* (2013), ao estudarem resíduo de mineração de carvão oriundo de área abandonada na bacia do rio Urussanga, encontraram teores de metais menores, especialmente de Zn e Cu, cujas concentrações foram ordens de grandeza inferiores do que encontrado no presente trabalho.

A mortalidade de oligoquetas resultou abaixo de 5% em todas as doses, indicando baixa toxicidade aguda. Os valores de pH variaram entre 5,6 (solo puro) e 4,77 (tratamento de 50%). A perda de biomassa foi insignificante em relação ao controle (solo não contaminado) para os oligoquetas, apesar da diminuição progressiva do pH com o incremento de dose de resíduo no solo. Um aspecto importante a ser ressaltado se refere ao fato de que a capacidade de retenção de água tende a diminuir com o incremento de dose de resíduo no solo, indicando que o resíduo interage pouco com a água e que o mesmo pode ser, de certa forma, de natureza hidrofóbica. Entre as doses de 0 e 12%, a CRA ficou em torno de 72-70%, porém ela decresce para 62 e 55% para as doses de 24 e 50%, respectivamente.

Tabela 1: Determinação de metais pesados nas misturas solo:resíduo, respectivos fatores de contaminação (FC). SL = solo. 0% = solo puro. 100% = resíduo puro. *** = teor obtido em resíduo estudado por Cesar *et al.* (2013).

Doses (%)	Zn		Cu		Pb		Ni		Cr	
	SL	FC	SL	FC	SL	FC	SL	FC	SL	FC
0	48,6	-	6,8	-	13,0	-	2,9	-	7,2	-
6	53,4	1	8,0	1	15,6	1	4,0	1,4	9,8	1
12	58,2	1	9,2	1	18,3	1	5,1	2	12,4	2
24	67,9	1	11,6	2	23,6	2	7,3	2	17,7	2
50	88,8	2	16,9	2	35,1	3	12,05	4,	29,0	4,0
100	129,0	-	27,0	-	57,1	-	21,2	-	50,8	-
***	0,06		2,7		36,4		-		30,8	

A perda de biomassa dos oligoquetas variou entre $91,00 \pm 1,07$ (controle) e $91,99 \pm 4,05\%$ (tratamento de 50%) e, portanto, foi insignificante, apesar da diminuição progressiva do pH com o incremento de dose de resíduo no solo. Os valores de FBC (Tabela 3) revelaram baixa biodisponibilidade de metais altamente tóxicos, como o Pb e o Cr, cujos FBCs permaneceram abaixo da unidade. Uma atenção especial deve ser despendida ao Ni, em que o FBC na maior dose testada (50%) ficou acima da unidade e apresentou incremento significativo em relação às demais doses. No caso do Zn, os valores de FBC acima da unidade podem talvez ser explicado pelo fato de que este elemento é essencial ao metabolismo dos oligoquetas e, dessa forma, é válido supor que o mesmo possua rotas de absorção facilitadas. Os FBCs obtidos para o Cu (sempre menor que a unidade) indicam baixa biodisponibilidade, apesar deste metal também ser essencial aos oligoquetas. De forma geral, esta baixa biodisponibilidade de metais está em concordância com a baixa toxicidade aguda, pela ausência de mortalidade e variações insignificantes da biomassa dos oligoquetas.

Tabela 3: Concentração de metais em tecidos de oligoquetas (*Eisenia andrei*) sobreviventes e fatores de bioconcentração obtidos através de bioensaios agudos em solos artificiais tratados com diferentes doses de resíduo. FBC = fator de bioconcentração. Me = concentração do metal em tecido.

Doses (%)	Zn		Cu		Pb		Ni		Cr	
	FBC	Me	FBC	Me	FBC	Me	FBC	Me	FBC	Me
0	2	77,0	0,2	1,5	0,1	2,0	0,1	0,3	0,5	3,5
6	1	60,9	0,3	2,8	0,1	2,0	0,1	0,3	0,3	2,8
12	1	42,2	0,2	1,8	0,1	2,0	0,1	0,3	0,2	2,2
24	1	85,7	0,1	1,2	0,1	2,0	0,	0,3	0,1	2,1
50	1	73,7	0,3	5	0,1	2,0	1	13,5	0,1	1,7

5. CONCLUSÕES

Os resultados revelaram o processo de tratamento reduziu a toxicidade do resíduo em cenário de disposição terrestre, ao menos no que diz respeito à exposição aguda da fração mista para os oligoquetas. A determinação de metais nos organismos sobreviventes ainda revelou, de forma geral, baixa biodisponibilidade, corroborando a baixa toxicidade. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a execução de outros testes agudos e testes crônicos com oligoquetas e outros organismos de fauna edáfica, visando à avaliação mais ampla e consolidada do risco ecotoxicológico.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa de IC e aos meus orientadores Zuleica Castilhos e Ricardo Cesar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL-FILHO, J.; SCHNEIDER, I.; BRUM, I.; MILTZAREK, G.; SAMPAIO, C.; SCHNEIDER, C. **Caracterização dos rejeitos de carvão do módulo B da Carbonífera Criciúma S.A.** Anais do XXIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios. Gramado (RS), 2009.

CASTILHOS, Z.; BIDONE, E.; CESAR, R.; EGLER, S.; BIANCHINI, M.; ALEXANDRE, N. ; NASCIMENTO, T. **Metodologia de monitoramento da qualidade das águas da Bacia Carbonífera Sul Catarinense: ferramenta para gestão em Poluição Ambiental.** 1. ed. Rio de Janeiro: CETEM: Série Gestão e Planejamento Ambiental, 2010. v. 1. 105p .

CESAR, R.G.; COELHO, M.B.; ALVARO, T.T. ; COLONESE, J.P. ; CASTILHOS, Z.C. ; EGLER, S.G. ; BIDONE, E.D. ; POLIVANOV, H. ; ALEXANDRE, N.Z. . Disposição continental de resíduos de mineração de carvão: drenagem ácida, ecotoxicidade aguda e biodisponibilidade de metais. **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, v. 8, p. 17-22, 2013.

CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL). 2005. In: **Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf> Acesso em: Abril 2015.

CONAMA (COMISSÃO DO MEIO AMBIENTE). **Resolução 420.** 28 de dezembro de 2009. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. 2009. 16 p.

ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). **Soil quality — Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*) — Part 2: Determination of effects on reproduction.** ISO 11268–2. Geneve, Switzerland. 1998.