

AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA EM RESÍDUOS DE CARVÃO MINERAL COM *EISENIA FETIDA* UTILIZANDO COMO PARÂMETRO PERDA DE BIOMASSA

DOI: 10.19177/rgsa.v9e220202-213

Marcelo Gryczak¹
Cesar Liberato Petzhold²

RESUMO

Os resíduos do processo de extração do carvão mineral, tem destaque quando tratamos de resíduos sólidos industriais, geralmente por serem gerados em grande quantidade pelo setor, obtendo 60% do total extraído. Devido ao potencial tóxico de determinados componentes presentes nestes materiais, estes resíduos merecem avaliações importantes quando associados aos impactos que sua destinação inadequada pode causar ao meio ambiente. De tal forma, o presente artigo é dedicado em avaliar como parâmetro ecotoxicológico crônico a relação da perda de biomassa de grupos de *Eisenia fetida* como bioindicadores ao aumento da concentração do resíduo de carvão em solo controle. Os resultados obtidos neste trabalho apontam que a amostragem tem interferência significativa nos índices de perda de biomassa, tendo relação direta ao aumento da concentração do resíduo em contato com os grupos estudados.

Palavras-chave: Resíduos de carvão mineral. Ecotoxicidade. *Eisenia fetida*. Meio ambiente.

¹ Biólogo pela Universidade do Extremo Sul Catarinense. Mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade do Extremo Sul Catarinense. Atualmente é doutorando em Ciências dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e pesquisador no Grupo de Pesquisa Sinpol/UFRGS. E-mail: Marcelo.gryczak@ufrgs.br

² Químico Industrial pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestrado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutorado em Chemie und Pharmazie pela Johannes Gutenberg Universität Mainz. Atualmente é professor Titular do Departamento de Orgânica do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: pezhold@ufrgs.br

ECOTOXICOLOGY EVALUATION IN COAL MINING WASTE WITH *EISENIA FETIDA* USING BIOMASS LOSS AS A PARAMETER

ABSTRACT

The waste from the coal mining process is highlighted when we treat industrial solid waste, usually because it is generated in large quantities by the industry, obtaining 60% of the total extracted. Due to the toxic potential of certain components present in these materials, these wastes deserve important evaluations when associated to the impacts that their improper disposal can cause to the environment. Thus, the present article is dedicated to evaluate as chronic ecotoxicological parameter the relation of the loss of biomass of *Eisenia fetida* groups as bioindicators to the increase of the concentration of the coal residue in control soil. The results obtained in this work indicate that the sampling has a significant interference in the biomass loss indexes, having a direct relation to the increase of the concentration of the residue in contact with the studied groups.

Keywords: Mineral coal waste. Ecotoxicity. *Eisenia fétida*. Environment.



1 INTRODUÇÃO

A acumulativa e demasiada intervenção humana no ambiente durante milhares de anos, acarretou em mudanças significativas que são evidenciadas na atualidade. O aumento da capacidade de produção industrial tem gerado intermitentemente uma grande quantidade de resíduos.

Cerca de 45% de toda energia elétrica gerada no mundo está relacionada ao uso de centrais térmicas, usando recursos energéticos tradicionais como carvão, turfa, óleo combustível, entre outros (CHEN; XU, 2010).

De acordo com Agência Internacional de Energia (2016), a eletricidade continuará a ser um dos componentes energéticos de crescimento mais rápido nas duas próximas décadas, prevê-se que o carvão continue a ser o principal combustível na geração de energia. A demanda de carvão mineral na União Europeia e nos Estados Unidos (que juntos representam cerca de um sexto do consumo global) deve

cair até 2040. Entretanto, economias emergentes encontram dificuldades para atender o rápido crescimento de consumo e não negligenciam o uso desta fonte de energia de baixo custo e estabilidade de oferta, alavancando desta forma o seu uso.

A produção interna de carvão mineral em 2014 foi de cerca de 13 milhões de toneladas, com a seguinte participação: Rio Grande do Sul (54,9%), Santa Catarina (43,7%) e Paraná (1,4%) e faturamento total de R\$ 1.209,12 bilhões (MINERAL, 2016).

O carvão ainda é uma das principais fontes de energia fóssil utilizada durante séculos, desde a evolução industrial, para impulsionar a economia de vários países. No entanto, a atividade de mineração do carvão é criticada pelo impacto ambiental e especialmente pela grande quantidade de resíduos gerados durante a mineração (FAN; ZHANG; WANG, 2014).

A fim de superar os problemas operacionais e questões ambientais ao seu uso, as pesquisas atuais estão concentradas no maior rendimento e qualidade do carvão, como também na mitigação e superação dos problemas ambientais relacionados ao processo produtivo (WARD, 2016).

A Tabela 1 ilustra os percentuais de material extraído no processo de mineração, os percentuais de produtos resultantes do beneficiamento, como também a quantidade de resíduos destinados à barragem de rejeitos.

Tabela 1: Balanço de massa no processo de mineração de carvão.

	Carvão extraído	100%
	Rejeito	50,4%
Barragem de rejeitos	Finos de rejeito	7,8%
	Rejeito controlado total	58,2%
Produtos	Carvão energético	33,6%
	Finos do carvão	7,8%
	Carvão flutuante	0,4
	Total de produtos	41,8%

Fonte: RESTREPO; BAZZO; MIYAKE, 2015

Com o crescente uso do carvão mineral, há também uma crescente preocupação com os impactos no meio ambiente e na saúde humana gerados pelos elementos potencialmente perigosos liberados no curso da mineração de carvão, limpeza, transporte e combustão (SILVA, 2013).

A disposição adequada e controlada do resíduo está ilustrada na Figura 1, em uma barragem de disposição e controle do resíduo de carvão mineral.

Figura 1: Barragem de disposição e controle do resíduo de carvão mineral.



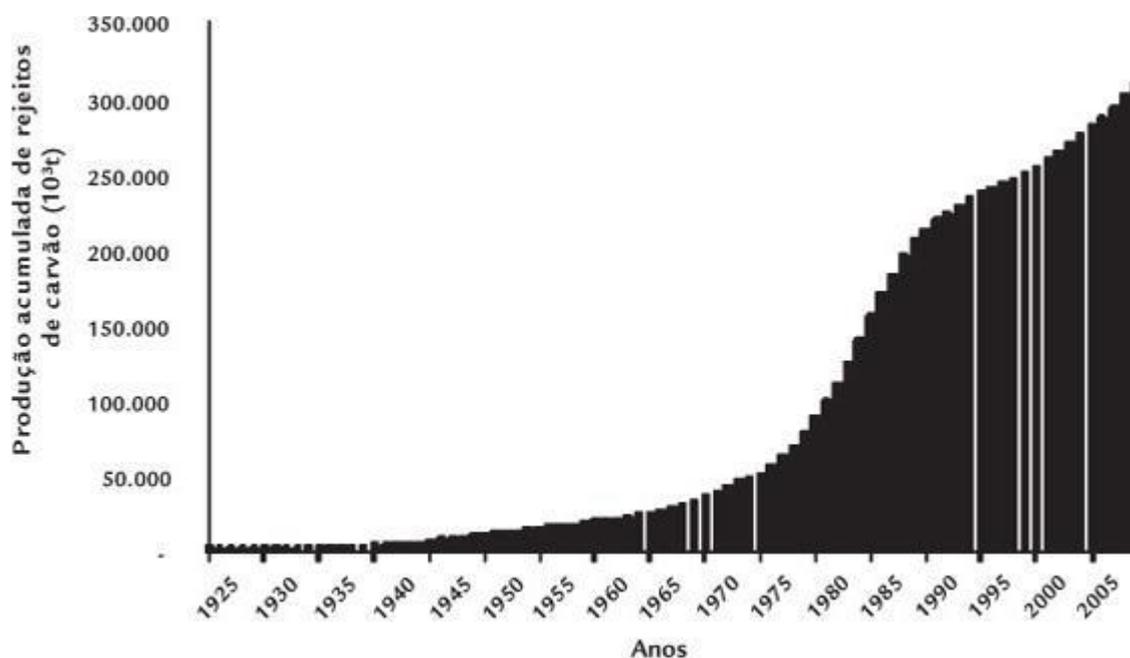
Fonte: AMARAL FILHO et al., 2013.

Vários impactos ambientais estão relacionados a este tipo de resíduo, como instabilidade geotécnica por declive ou erosão, geração de ácido e liberação de metais no solo, águas superficiais, subterrâneas e poluição do ar causado por dispersão da poeira do resíduo (SONG et al., 2015; BANERJEE, 2014; ADIBEE et al., 2014).

Os problemas relacionados ao resíduo de carvão mineral tornam-se críticos devido ao fato de geralmente possuírem concentrações de metais, enxofre e cloro (SHAO et al., 2010).

Na Figura 2 é apresentado os dados de produção brasileira acumulada de rejeitos até 2009, com cerca de 300 milhões de toneladas.

Figura 2: Produção brasileira acumulada de rejeitos de carvão no período de 1925 a 2009.



Fonte: DA EXTRAÇÃO, 2010.

A ecotoxicidade é uma propriedade inerente aos agentes tóxicos ou não tóxicos, na qual reflete o potencial para causar efeitos prejudiciais sob condições de exposição específicas; além de ser uma propriedade, isso deve ser levado em conta quando se procede à caracterização preliminar de algum material. A avaliação dessa propriedade pode ser vista como uma mudança atual na mentalidade da sociedade diante das consequências negativas dos materiais e, conseqüentemente, dos possíveis resíduos gerados.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou a avaliação ecotoxicológica crônica do resíduo de carvão mineral, utilizando como parâmetro a perda de biomassa de grupos de *Eisenia fetida*.

2 METODOLOGIA

Inicialmente foi adquirido o resíduo de carvão mineral em uma mineradora localizada na cidade de Treviso em Santa Catarina, a amostragem foi identificada como sendo o lote padrão de uso no estudo.

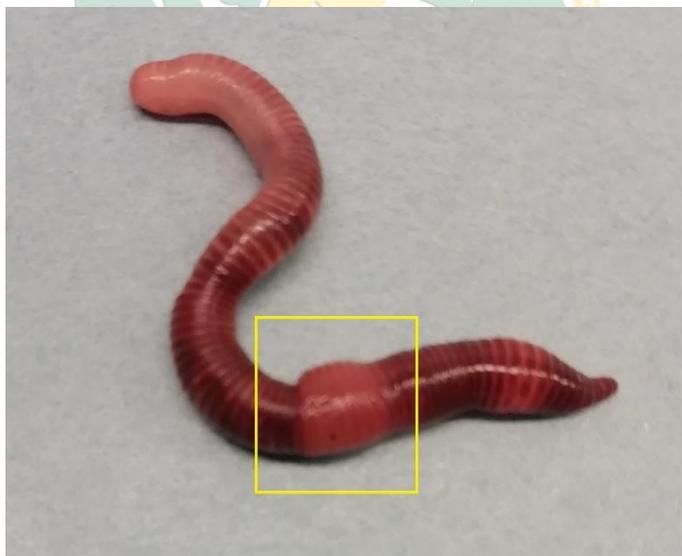
As amostras foram secas em estufa entre 105°C e 110°C, até apresentar constância de massa, cerca de 16 h. Com as amostras preparadas, foi realizada a caracterização ecotoxicológica dos sistemas.

De acordo com a NBR 15537 (2014, p. 10):

Eisenia fetida é uma espécie de anelídeo oligoquetas muito utilizadas em compostagem, epigeica peregrina, encontrada em habitats ricos em matéria orgânica e geralmente antropizados, em regiões de clima temperado. Têm sido amplamente utilizadas em ensaios ecotoxicológicos como organismo teste para avaliar o efeito de substâncias sobre invertebrados saprófitas terrestres, devido a sua sensibilidade a agentes químicos e por ser uma espécie muito prolífera, facilmente cultivada em uma variedade de materiais orgânicos.

O teste utilizado baseia-se na exposição de grupos de indivíduos de *Eisenia fetida* de uma cultura sincronizada e controlada de três meses, a identificação dos indivíduos adultos para uso dos ensaios foi realizada na escolha de minhocas com a presença do clitelo, estrutura destacada na Figura 3.

Figura 3: Identificação do clitelo em minhocas *Eisenia fetida*.



Fonte: Dos autores, 2020.

Após a escolha dos indivíduos testes, os mesmos foram separados e colocados em jejum durante 24h sobre papel filtro umedecido. O solo artificial usado para análise do controle foi preparado com umidade de 40% e pH 6,40 com os componentes descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Componentes para preparo do solo artificial tropical (SAT).

Componente	Proporção
Turfa	10 %
Caulim	20 %
Areia industrial peneirada	70 %

Fonte: ABNT, 2014.

Para realização do ensaio, a amostra foi preparada e retirada a alíquota necessária para análise. As frações de amostra de resíduo e solo artificial utilizado para o ensaio são descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Amostragens para análise de ecotoxicidade com *Eisenia fetida*.

Amostra	Fração resíduo/solo (%)
Controle	0/100
1	25/75
2	50/50
3	75/25
4	100/0

Fonte: Do autor, 2020.

Para avaliação dos parâmetros de ecotoxicidade crônica, o indicador avaliado foi perda de biomassa em relação ao controle. A norma utilizada para avaliação deste parâmetro foi a ASTM E1676 (2012). As amostragens foram dispostas em triplicatas e em recipientes de plástico com tampa perfurada num volume de amostra de 500g e umedecidas até atingir uma umidade semelhante a 40%. A luminosidade foi controlada com alternância de 8 h de luz e 16 h no escuro na temperatura de 20°C.

Com as amostras preparadas, cada grupo de 10 minhocas foi adicionado ao respectivo substrato, as biomassas do grupo de indivíduos e o pH do solo foram avaliadas no início do ensaio 0, 7, 14, 21 e 28° dia, a umidade do solo foi controlada durante todo o período do teste, nos intervalos de 7 dias, mantendo o parâmetro de 40% de umidade e 60% de capacidade de retenção de água.

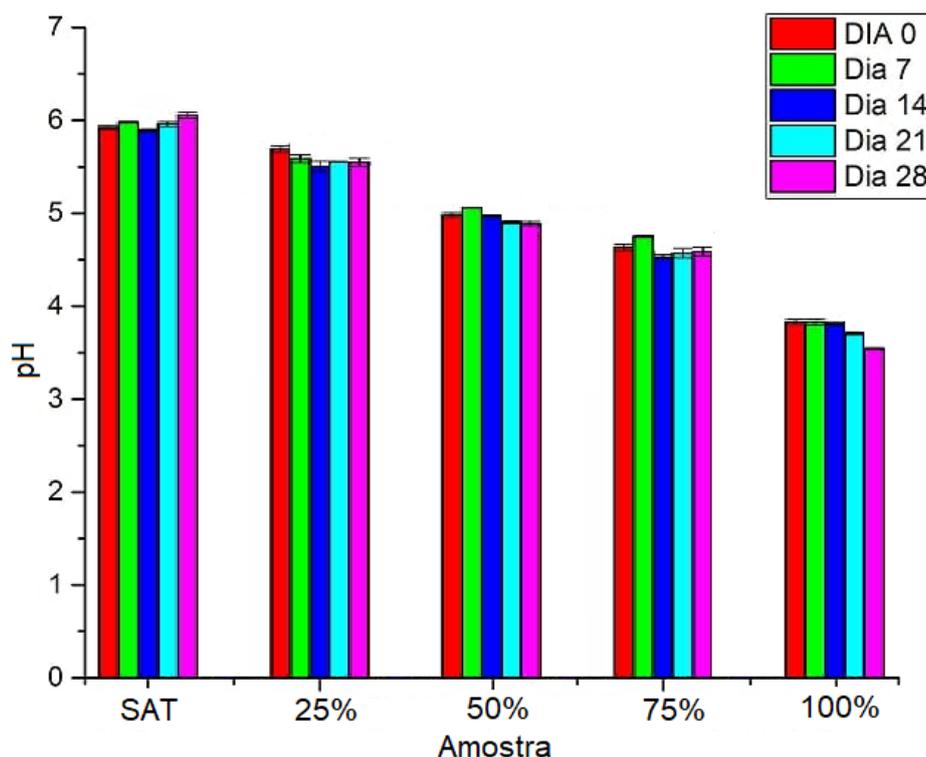
Ao final do 28° dia, foram avaliadas as diferenças de perda da biomassa em relação ao tempo de contato do grupo de minhocas com as respectivas frações de resíduos nas amostras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os ensaios ecotoxicológicos permitem identificar substâncias passíveis de degradação ambiental e através destes planejar sua disposição e interação com o meio ambiente.

Segundo Shuster, Subler e Mccoy (2002), as minhocas são ímpares por sua característica de integrar os processos físicos, químicos e biológicos do ecossistema decompositor.

Figura 4: Resultado do pH das amostras de solo.



Fonte: Dos Autores, 2020.

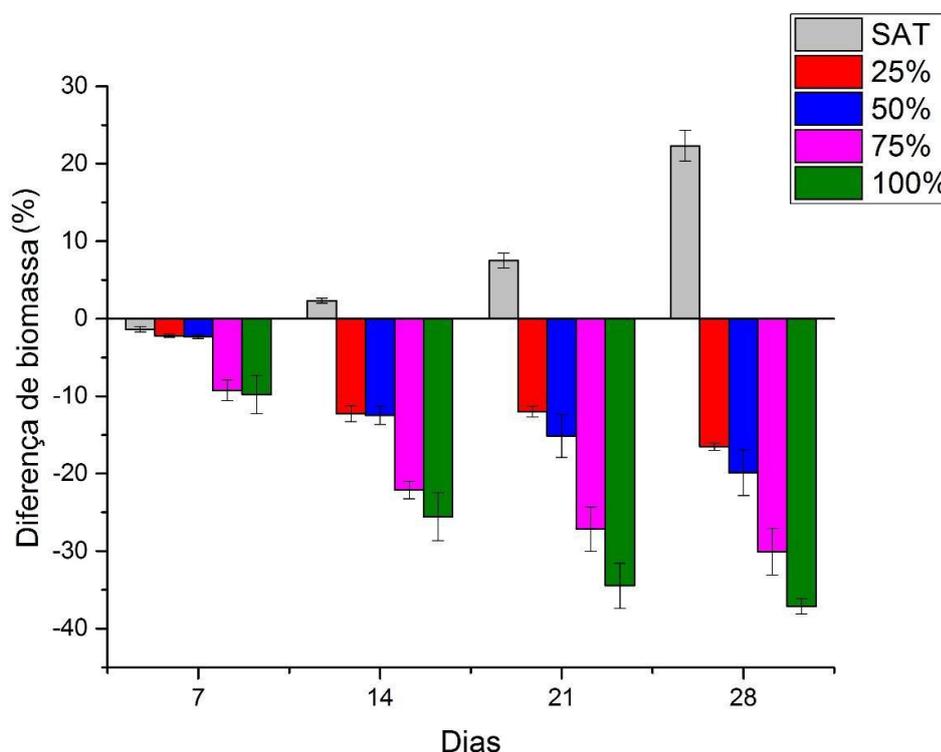
A avaliação do pH dos solos testados, demonstram que quanto maior a fração de rejeito de carvão, maior a capacidade de acidificação do sistema.

As reações de formação de ácido no meio consideram a oxidação da pirita. A primeira reação importante é a dissolução desse mineral com formação de sulfatos

(SO_4^{2-}), através da oxidação pelo oxigênio atmosférico, íons ferrosos (Fe^{2+}) - e prótons (H^+) no meio aquoso (MURPHY; STRONGIN, 2009).

Através da avaliação de biomassa do grupo de indivíduos da espécie *Eisenia fetida*, foi possível avaliar a relação da disponibilidade e concentração do resíduo e o efeito ao longo dos 28 dias de ensaio. Os resultados são apresentados na Figura 5.

Figura 5: Resultado de ecotoxicidade crônica com *Eisenia fetida* no resíduo de carvão mineral.



Fonte: Dos autores, 2020.

Os resultados de ecotoxicidade crônica demonstram o aumento da biomassa do controle de cerca de 20%, enquanto ocorreu uma maior perda de biomassa em relação ao aumento da concentração do resíduo na amostra e no decorrer do tempo.

A amostra com concentração de 100% de resíduo apresentou perda de biomassa superior a 35%. A diferença entre a perda de biomassa deste grupo de indivíduos em relação ao grupo em contato com o controle foi de cerca de 55%.

Essa característica pode ser entendida como uma estratégia de sobrevivência natural, evitando a ingestão de toxinas. Posto que, esta estratégia é comumente

usada em minhocas para evitar o envenenamento (SHI et al., 2007).

Os depósitos de resíduos de carvão mineral são deficientes em nutrientes para o desenvolvimento biológico (MAHARANA et al., 2015). Com a diminuição do pH, elementos tóxicos como o alumínio e o ferro são liberados das partículas do solo, aumentando assim sua toxicidade. Além disso, se o pH do solo for baixo, a atividade dos organismos do solo diminui (SCHROCK; VALLAR; WEAVER, 2001).

CONCLUSÃO

A caracterização ecotoxicológica crônica do resíduo de carvão mineral permitiu concluir, que os resultados das perdas de biomassa dos grupos de indivíduos aumentaram em relação ao aumento da fração de resíduo ensaiado, em razão do estresse ambiental causado por esse resíduo durante o ensaio. Esse comportamento decorre do potencial tóxico das amostras avaliadas.

REFERÊNCIAS



ABNT. **NBR 15537: Ecotoxicologia terrestre: Ecotoxicologia aguda - Método de ensaio com minhocas.** Rio de Janeiro, 2014.

ADIBEE, N. et al. Adverse effects of coal mine waste dumps on the environment and their management. **Environmental earth sciences**, v. 70, n. 4, p. 1581-1592, 2013.

AMARAL FILHO, J. R. et al. Characterization of a coal tailing deposit for integrated mine waste management in the Brazilian coal field of Santa Catarina. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 66, n. 3, p. 347-353, 2013.

ASTM. **E1676. Standard Guide for Conducting Laboratory Soil Toxicity or Bioaccumulation Tests with the Lumbricid Earthworm *Eisenia Fetida* and the Enchytraeid Potworm *Enchytraeus albidus*.** American Society for Testing and

Materials, Standard Designation, 2012.

BANERJEE, D. Acid drainage potential from coal mine wastes: environmental assessment through static and kinetic tests. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 11, n. 5, p. 1365-1378, 2014.

CHEN, W.; XU, R. Clean coal technology development in China. **Energy policy**, v. 38, n. 5, p. 2123-2130, 2010.

DA EXTRAÇÃO, SIECESC-Sindicato da Indústria. de carvão do estado de Santa Catarina. **Dados Estatísticos 2009**, 2010.

FAN, G.; ZHANG, D.; WANG, X. Reduction and utilization of coal mine waste rock in China: a case study in Tiefa coalfield. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 83, p. 24-33, 2014.

IEA. World Energy Outlook. **International Energy Agency**, Paris e France, 2016.



MAHARANA, J. K. et al. Isolation and characterization of a chemolithotropic bacterial strain from fresh coal mine overburden spoil. **International Journal of Advanced Research in Biological Sciences**. V. 2, p. 28-39, 2015.

MINERAL, S. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Ministério das Minas e Energia**. Brasília, v. 35, p. 135, 2016.

MURPHY, R.; STRONGIN, D. R. Surface reactivity of pyrite and related sulfides. **Surface Science Reports**, v. 64, n. 1, p. 1-45, 2009.

RESTREPO, Á.; BAZZO, E.; MIYAKE, R. A life cycle assessment of the Brazilian coal used for electric power generation. **Journal of Cleaner Production**, v. 92, p. 179-186, 2015.

SCHROCK, S.; VALLAR, A.; WEAVER, J. The effect of acidic conditions on photosynthesis in two aquatic plants. **Journal Laboratory Investigation**, v. 1, n. 1, p. 22-26, 2001.

SHAO, Y. et al. Ash deposition during co-firing biomass and coal in a fluidized-bed combustor. **Energy & Fuels**, v. 24, n. 9, p. 4681-4688, 2010.

SHI, Y. et al. Comparative effects of lindane and deltamethrin on mortality, growth, and cellulase activity in earthworms (*Eisenia fetida*). **Pesticide biochemistry and physiology**, v. 89, n. 1, p. 31-38, 2007.

SHUSTER, W. D.; SUBLER, S.; MCCOY, E. L. The influence of earthworm community structure on the distribution and movement of solutes in a chisel-tilled soil. **Applied Soil Ecology**, v. 21, n. 2, p. 159-167, 2002.

SILVA, L et al. Study of environmental pollution and mineralogical characterization of sediment rivers from Brazilian coal mining acid drainage. **Science of the total environment**, v. 447, p. 169-178, 2013.

SONG, Y. et al. Monitoring and Stability Analysis of a Coal Mine Waste Heap Slope in Korea. In: **Engineering Geology for Society and Territory-Volume 2**. Springer, Cham, p. 217-220, 2015.

WARD, C. R. Analysis, origin and significance of mineral matter in coal: an updated review. **International Journal of Coal Geology**, v. 165, p. 1-27, 2016.