

Caracterização e adsorção em turfa para uso na disposição de resíduos de mineração

Isabela Monici Raimondi¹, Jacqueline Zanin Lima² Eny Maria Vieira³, Valéria Guimarães Silvestre Rodrigues⁴

⁽¹⁾ Estudante de doutorado; Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo; São Carlos, São Paulo; isabela.monici@gmail.com; ⁽²⁾ Estudante de doutorado; Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo; São Carlos, São Paulo; jacqueline.zanin.lima@usp.br; ⁽³⁾ Professora Doutora; Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo; São Carlos, São Paulo; eny@iqsc.usp.br ; ⁽⁴⁾ Professora Doutora; Departamento de Geotecnologia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo; São Carlos, São Paulo; valguima@usp.br

Resumo

Materiais orgânicos constituem-se uma alternativa para a remediação de áreas contaminadas, principalmente quando se trata da problemática contaminação por disposição inadequada de resíduos de mineração. O objetivo desta pesquisa foi caracterizar turfa e avaliar sua adsorção de cátions metálicos (Pb, Zn e Cd), comparando seu desempenho com outro material orgânico (composto). Para isso, amostras de turfa das margens do rio Mogi-Guaçu foram analisadas através de ensaios de pH, ponto de efeito salino nulo (PESN), microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia na região do infravermelho e ensaio de equilíbrio em lote. O material apresentou características favoráveis à retenção metálica, além de remoção satisfatória de Pb (93,6%). Porém, em relação ao Zn e ao Cd, o composto se destacou, com remoção de 63,9% e 89,8%, respectivamente. Os resultados apontaram que a turfa possui potencial para ser utilizado como material adsorvente em barreiras de adsorção de áreas contaminadas.

Palavras Chave: turfa, contaminação por metais, ensaios de equilíbrio em lote, composto orgânico.

Introdução

A contaminação por metais provenientes de mineração tem sido relatada como um grande risco à saúde humana e ao ecossistema, sendo a disposição inadequada de resíduos dessa atividade uma das questões problemáticas e muitas vezes não resolvida (Koivula et al., 2009).

As barreiras selantes, que são camadas de proteção de fundo em aterros, possuem a finalidade de evitar a contaminação do solo e de água subsuperficial, assim como barreiras reativas permeáveis (BRPs), são efetivos métodos *in situ* para se tratar água subterrânea contaminada (Koivula et al., 2009; Friedman et al., 2017). Sendo constante a busca por materiais de baixo custo, como turfa, algas, compostos entre outros (Lourie & Gjengedal, 2011).

A turfa é um material formado por matéria vegetal que é inibida de decompor completamente devido a condições ácidas e anaeróbias. Sendo que

os grupos funcionais presentes nos ácidos húmicos e fúlvicos são responsáveis por mecanismos de sorção metálica como a troca iônica com íons tais como H^+ , Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} ; complexação do metal com ligantes; complexos de esfera interna e externa; e quimiossorção (Lourie & Gjengedal, 2011).

Dessa maneira, a turfa pode ser uma alternativa econômica e viável de material adsorvente de metais potencialmente tóxicos em construções de barreiras reativas e selantes em locais de disposição de resíduos de mineração. Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar a turfa proveniente das margens do rio Mogi-Guaçu, visando sua utilização como adsorvente de cátions metálicos, além de comparar sua eficiência de adsorção com outro material orgânico, um composto orgânico proveniente da compostagem de resíduos de restaurante universitário.

Materiais e métodos

As amostras de turfa foram coletadas nas margens do rio Mogi-Guaçu no Km 40 da rodovia SP-255, no município de Luís Antônio-SP. A caracterização das amostras envolveu a determinação do teor de carbono orgânico pelo método volumétrico do dicromato de potássio; o pH segundo EMBRAPA (2011); o ponto de efeito salino nulo (PESN), por titulação potenciométrica utilizando KCl como eletrólito suporte. Micrografias do MEV obtidas por equipamento ZEISS LEO 440 e ensaio de Espectroscopia de Absorção no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR).

Para se verificar uma prévia da eficiência de remoção de cátions metálicos (Pb , Zn e Cd), efetuou-se o ensaio de adsorção de equilíbrio em lote, considerando apenas uma concentração inicial (150 mg L^{-1}) de cada metal em solução separadamente.

Resultados e discussões

A turfa proveniente das margens do rio Mogi-Guaçu apresentou pH de $5,9 \pm 0,1$ (Tabela 1) sendo classificada como de baixa acidez segundo Kiehl (1985). O pH maior que o valor de PESN (3,1; Tabela 1) indica que a carga superficial líquida do material é negativa (hidroxilos dos grupos fenólicos e carboxílicos sofreram desprotonação) e, portanto, possui capacidade de reter cátions do meio.

A porcentagem de carbono orgânico obtida foi relativamente baixa quando comparada a outras turfas (Kiehl, 1985).

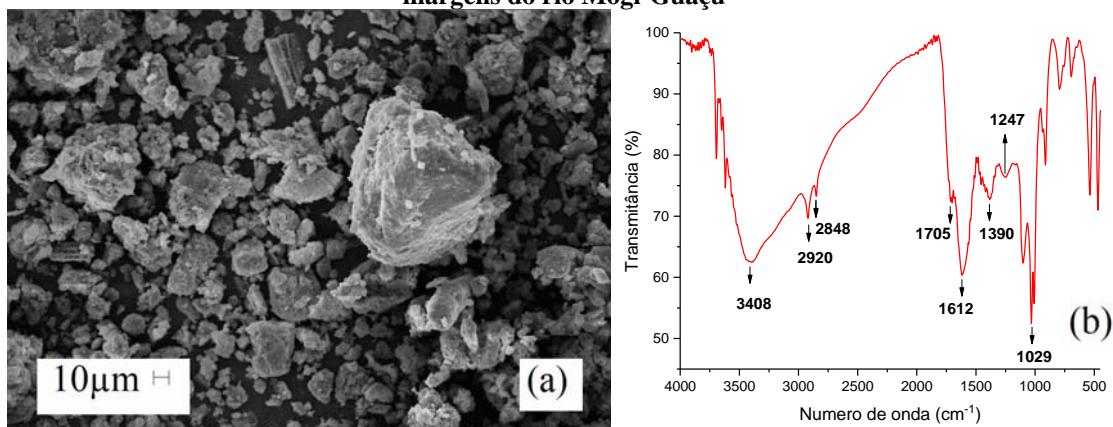
Tabela 1 - Caracterização da turfa do rio Mogi-Guaçu

Parâmetro	Turfa rio Mogi-Guaçu
Carbono orgânico	23,32 %
pH	$5,9 \pm 0,1$
PESN	3,1

Nas análises de MEV (Figura 1a) pode-se notar a heterogeneidade granulométrica dos constituintes, além da estrutura com superfície esfoliada (aparentemente porosa). Essa estrutura é esperada para este tipo de material e vem a favorecer o processo de adsorção (Franchi, 2004).

O espectro de infravermelho da turfa (Figura 1b), como esperado, apresentou alguns picos característicos de substâncias húmicas e fúlvicas (Sanches et al., 2007). Podendo-se observar uma banda larga em torno de 3408 cm^{-1} , provavelmente atribuída a uma superposição de bandas relacionadas ao estiramento de O-H de grupamentos carboxílicos, fenólicos, álcoois e da água ligada. As duas bandas na faixa entre $2930\text{-}2840\text{ cm}^{-1}$ podem ser atribuídas aos estiramentos assimétricos e simétricos de CH dos grupos alifáticos. Assim como a presença de uma banda intensa na região de 1612 cm^{-1} , provavelmente associada ao estiramento C=C aromáticos ou também ao estiramento $-\text{COO}^-$ assimétrico. Em 1705 cm^{-1} verificou-se também uma banda que pode estar relacionada ao estiramento C=O do grupo COOH. As bandas na região de 1390 e 1029 cm^{-1} são referentes a estiramentos de $-\text{COO}^-$ simétrico e ao estiramento C-C de grupos alifáticos, respectivamente (Sanches et al., 2007). A presença de grupos oxigenados na turfa significa que o material pode ter grande poder de complexação ou quelação e consecutivamente poder de retenção de cátions metálicos.

Figura 1 – (a) Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV); (b) Espectro de infravermelho para a turfa das margens do rio Mogi-Guaçu



Em relação à eficiência de remoção de cátions metálicos em solução, verificou-se que a turfa proveniente das margens do rio Mogi-Guaçu obteve remoção satisfatória para o Pb (93,6%), porém valores menores para as demais espécies metálicas (39,8% para o Zn e 23,6% para o Cd). A afinidade da turfa pelo Pb tem sido reportada frequentemente na literatura, em contrapartida da afinidade reduzida ao Zn (Franchi, 2004). Ao se avaliar também a adsorção nas mesmas condições utilizando um composto proveniente da compostagem de resíduos orgânicos de um restaurante universitário, o composto mostrou-se

mais eficiente principalmente quando se trata da retenção de Zn e Cd (94,7% para o Pb, 89,8% para o Cd e 63,9% para o Zn).

Conclusões

Os resultados indicam que a turfa coletada nas margens do rio Mogi-Guaçu tem potencial de utilização como material adsorvente de baixo custo, principalmente em relação ao Pb, quando se trata de barreiras de adsorção em áreas contaminadas.

O material apresenta características e eficiência satisfatórias de remoção de chumbo, apesar da baixa porcentagem de carbono orgânico. Entretanto exibe taxas menores de remoção de Zn e Cd, fato que não ocorre para o outro material orgânico - o composto.

Referências

- EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2^a edição revista. Brasília: Embrapa, 2011. 230p.
- FRANCHI, J. G. A. 2004. Utilização de Turfa como Adsorvente de Metais Pesados. O Exemplo da Contaminação da Bacia do Rio Ribeira de Iguape por Chumbo e Metais Associados. Tese de Doutorado. São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 198p.
- FREIDMAN, B. L.; TERRY, D.; WILKINS, D.; SPEDDING, T.; GRAS, S. L.; SNAPE, I.; STEVENS, G. W.; MUMFORD, K. A. Permeable bio-reactive barriers to address petroleum hydrocarbon contamination at subantarctic Macquarie Island. **Chemosphere**, vol. 174, p. 408-420, 2017.
- KIEHL, E. J. Fertilizantes Orgânicos. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- KOIVULA, M.; KUJALA, K.; RÖNKKÖMÄKI, H.; MAURI MÄKELÄ, M. Sorption of Pb(II), Cr(III), Cu(II), As(III) to peat, and utilization of the sorption properties in industrial waste landfill hydraulic barrier layers. **Journal of Hazardous Materials**, vol. 164, n.1, p. 345–352, 2009.
- LOURIE, E.; GJENGEDAL, E. Metal sorption by peat and algae treated peat: Kinetics and factors affecting the process. **Chemosphere**, v. 85, n.5, p.759-764, 2011.
- SANCHES, S. M.; CAMPOS, S. X.; VIEIRA E. M. Caracterização das frações das substâncias húmicas de diferentes tamanhos moleculares. **Eclética Química**, v. 32, n. 1, 2007.
- SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MARQUES, J.J. G. S. M.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M. Ponto de efeito salino nulo e suas relações com propriedades mineralógicas e químicas de latossolos brasileiros. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 31, n. 9, p. 663-671, 1996.