

Estudo da viabilidade do uso de turfas *in natura* e ativada como material adsorvente de Cd

Jacqueline Zanin Lima¹, Luiz Augusto A. Vaz², Valéria G. S. Rodrigues³, Isabela Monici Raimondi⁴

⁽¹⁾ Mestre; jacqueline.zanin.lima@usp.br; ⁽²⁾ Consultor da empresa Cronosconsultoria; guuto@cronosconsultoria.com.br;

⁽³⁾ Professora Doutora; valguima@usp.br; ⁽⁴⁾ Doutoranda; isabela.monici@gmail.com.

Departamento de Geotecnica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo - EESC/USP
São Carlos - SP

Resumo

A turfa pode ser utilizada como adsorvente alternativo e de baixo custo, eficiente na retenção de cátions de metais potencialmente tóxicos. Numerosos estudos envolvendo a sorção em turfas originadas em clima temperado já foram realizados. No entanto, os trabalhos com turfas de clima tropical são mais limitados. Com este propósito, este estudo analisou comparativamente uma turfa comercial de origem tropical (coletada na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu) em condições naturais e após ativação com ácido clorídrico, no tocante a caracterização físico-química e capacidade de retenção de Cd (metal comumente encontrado em minerações de minérios metálicos e que apresenta elevada periculosidade). Para isso foram realizadas análises físico-químicas (pH, Δ pH, potencial de oxirredução e condutividade elétrica), fotomicrografias em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e ensaio de equilíbrio em lote em soluções contaminadas por Cd. De modo geral, as turfas revelaram condições moderadamente ácidas (turfa *in natura*) a altamente ácidas (turfa ativada) e a turfa ativada exibiu indicativos de maior eficiência na imobilização metálica (Δ pH mais negativo e menores partículas), que foram comprovados pelo ensaio de adsorção. Portanto, as turfas estudadas apresentam potencial para serem empregadas como adsorvente em minerações contaminadas.

Palavras Chave: Turfa *in natura*; Turfa ativada; Cd; Equilíbrio em lote.

Introdução

A turfa apresenta origem fóssil e organo-mineral, advinda da decomposição vegetal em áreas alagadiças (Franchi, 2004). As turfeiras estão em todos os continentes, desde zonas tropicais até árticas, do nível do mar até grandes altitudes, mas se destacam as turfas de clima temperado, em termos de volume e estudos (Joosten & Clarke, 2002). No Brasil, são estimadas em 24.000 km², sendo o segundo maior depósito na América do Sul (WER, 2013).

A turfa é constituída por compostos orgânicos, incluindo os ácidos orgânicos (húmicos e fúlvicos) e seus sais, bem como a celulose, a lignina e as proteínas e elementos minerais (Mg, K, Ca, Na, Fe, Si e Al). Esta composição orgânica propicia ótimas propriedades de sorção, associadas à presença de grupos funcionais polares na sua estrutura molecular (aldeídos, cetonas, ácido carboxílico, hidroxílico e fenólico). Devido ao caráter polar da turfa, ela revela

um bom potencial de adsorção de metais e moléculas orgânicas polares (Couillard, 1994), podendo, assim, ser empregada na recuperação de áreas de mineração contaminadas por metais potencialmente tóxicos. De modo geral, a sorção de metais pela turfa propicia a atuação, isolada ou em conjunto, de variados mecanismos, sendo a troca iônica o principal deles (Franchi, 2004).

A turfa, em condições naturais, já revela elevada capacidade de adsorção. Contudo, sua ativação objetiva eliminar cátions que por ventura já estejam ocupando os sítios de adsorção. De acordo com McKay (1996) este processo resulta no aumento da superfície ativa, já que a zona ativada apresenta elevada área superficial, contendo microporos e mesoporos significativos, contribuindo efetivamente para o aumento do potencial adsorptivo.

Nessa perspectiva, este estudo objetivou caracterizar (física e quimicamente) uma turfa originada em clima tropical na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu (Cravinhos-SP) sob condições *in natura* e ativada, bem como comparar a eficiência de adsorção de Cd por estes dois materiais.

Materiais e métodos

A turfa comercial foi seca em estufa (65°C), quarteada pelo método de pilhas alongadas e uma porção foi ativada (1 g de turfa/10 mL HCl) com lavagem até pH próximo de 4,3, segundo adaptação de Gosset et al. (1986) e Franchi (2004). Com as turfas *in natura* e ativada foram realizadas as análises: pH (H₂O e KCl) (EMBRAPA, 2011); potencial de oxirredução (Eh); condutividade elétrica (CE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), com *stubs* recobertos com 6 nm de Au; Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR); ensaio de equilíbrio em lote, com razão turfa/solução de 1/50, contato de 24 horas e concentração de Cd de 20 a 160 mg L⁻¹.

Resultados e discussões

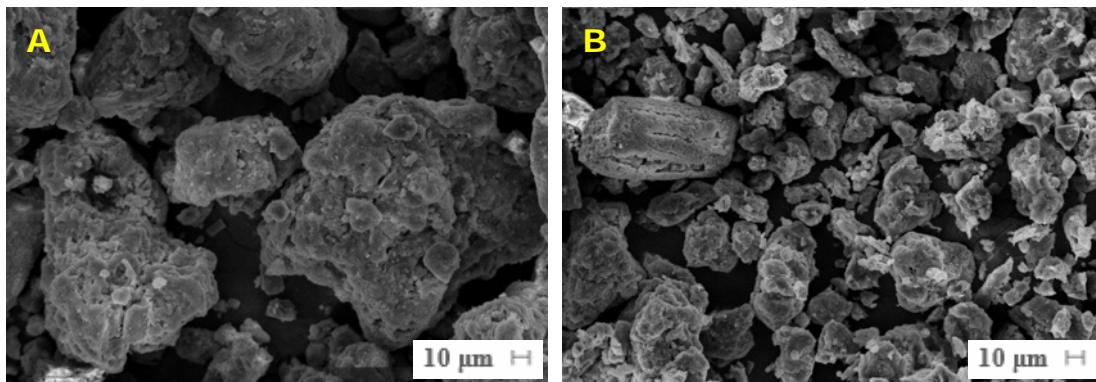
O pH das turfas revela um valor entre 3 e 6 (IPT, 1979), confirmado neste estudo (5,1 *in natura* e 3,9 ativada) (Tabela 1). Esse caráter ácido típico de substâncias húmicas é relacionado à ionização dos grupos polares COOH e OH. Quanto ao ΔpH (Tabela 1), associado ao balanço de cargas, observa-se um ganho de negatividade para a turfa ativada (-2,3) em relação a turfa *in natura* (-1,0). Assim, este é um indicativo de que as cargas negativas em superfície são superiores às positivas, em ambas as turfas, mas na turfa ativada essa diferença é mais acentuada, possibilitando maior retenção de cátions.

Tabela 1 - Análise comparativa dos parâmetros físico-químicos

Parâmetro	Turfa <i>in natura</i>	Turfa ativada
pH H ₂ O	5,1	3,9
ΔpH (pH KCl menos pH H ₂ O)	- 1,0	-2,3
Eh (mV)	+ 432	+ 290
CE (μS cm ⁻¹)	448	154,6

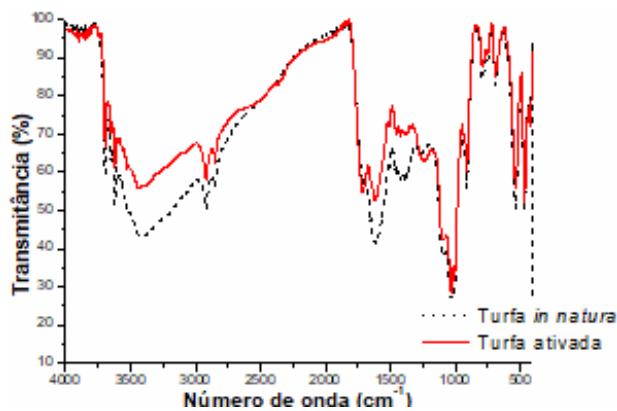
A Figura 1 exibe fotomicrografias da turfa. É possível perceber que com a ativação houve uma diminuição considerável do tamanho das partículas, possivelmente aumentando a superfície específica e, consequentemente, a capacidade de adsorção.

Figura 1 - Fotomicrografias em MEV da turfa *in natura* (A) e da turfa ativada (B)



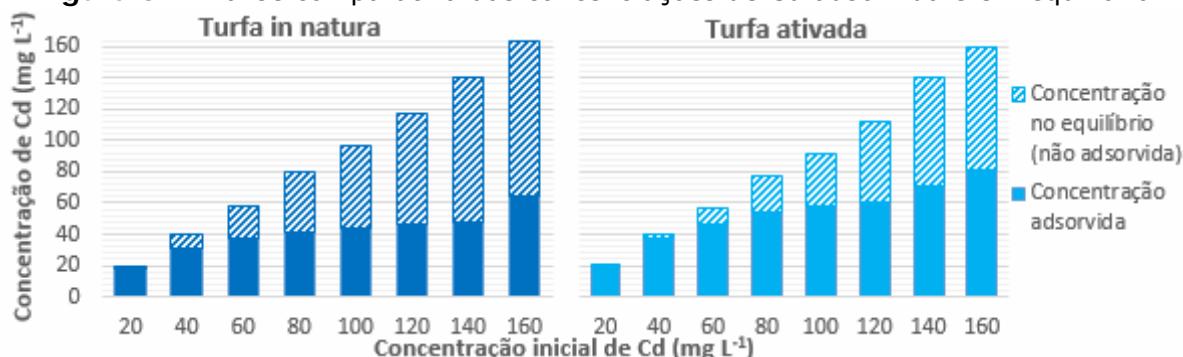
A Figura 2 apresenta os espectros de infravermelho, com alguns picos característicos de substâncias húmicas. A banda característica próxima de 3400 cm^{-1} pode ser atribuída ao estiramento de O-H de grupamentos fenólicos. Nos comprimentos de onda de 2930 e de 2840 cm^{-1} aparecem outras bandas, possivelmente associadas, respectivamente, ao estiramento de C-H assimétrico e simétrico. Ocorre ainda outra banda intensa na região de 1600 cm^{-1} possivelmente relacionada ao estiramento C=C do anel aromático ou ao estiramento de COO- assimétrico. Para ambas as turfas, o pico próximo a 1380 cm^{-1} , deve estar relacionado provavelmente ao estiramento de COO- simétrico e/ou ao dobramento de C-H de alifáticos. Por fim a banda na região de 1040 cm^{-1} pode estar associada ao estiramento de ligações C-C de grupos alifáticos (Swift, 1996). As alterações em relação à magnitude dos espectros não podem ser comparadas diretamente, mas indicam modificações na turfa advindas do processo de ativação.

Figura 2 - Espectros de infravermelho das turfas *in natura* e ativada



A Figura 3 mostra a remoção de Cd pelas turfas. Com a ativação as porcentagens de Cd adsorvido aumentaram de 7 a 18%, dependendo da concentração inicial. De modo geral, a capacidade máxima de adsorção de Cd foi de $2,9 \text{ mg g}^{-1}$ para a turfa *in natura* e $3,9 \text{ mg g}^{-1}$ para a turfa ativada.

Figura 3 - Análise comparativa das concentrações de Cd adsorvida e em equilíbrio



Conclusões

Os resultados permitem concluir que as turfas estudadas (*in natura* e ativada) apresentam características favoráveis a retenção metálica (ΔpH negativo e condições oxidantes), confirmadas pelo ensaio de adsorção de Cd.

Em função dos objetivos de utilização da turfa como material adsorvente pode ser interessante o pré-tratamento com a ativação do material, potencializando sua capacidade de adsorção.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAFESP pela Bolsa de Mestrado (nº processo: 2015/02529-4).

Referências

- COUILLARD, D. **Water Research**, v.28, n.6, p.1261-1274, 1994.
 EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa. 2011. 230p.
 FRANCHI, J. G. A utilização de turfa como adsorvente de metais pesados. Tese de Doutorado. USP, 2004. 198p.
 GOSSET, T. et al. **Water Research**, v.20, n.1, p.21-26, 1986.
 IPT. Relatório 12.761. São Paulo: IPT, 1979.
 JOOSTEN, H.; CLARKE, D. Wise Use of Mires and Peatlands. Finland: International Mire Conservation and International Peat Society, 2002. 304p.
 MCKAY, G. **Dev Chem Eng Min Process**, v.4., p.127-155, 1996.
 SWIFT, R. S. Organic Matter Characterization. In: BARTELS, J. M.; BIGHAM, J. M. **Methods of Soil Analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1996. p.1011-1068.
 WORLD ENERGY RESOURCES – WER **World Energy Resources**. 2013. Disponível em: <<https://www.worldenergy.org>> Acesso em: 03 mar. 2016.