

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE BIOCHAR PARA REMOÇÃO DE METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS

M. MORAES¹, O. ABDOULHOUSSEN², I.Z MONTERO³, A.S.C. MONTEIRO⁴,
A.H. ROSA⁵

¹Engo Ambiental, Mestranda em Ciências Ambientais, Depto. de Engenharia Ambiental, Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP, Sorocaba- SP, Fone: (011) 999477099, mineia.moraes@hotmail.com.

²Físico, Graduando em Física, Depto. de Física, École D'Ingénieurs La Rochelle/ França.

³Engo de aquicultura, Mestrando em Ciências Ambientais, UNESP: Câmpus de Sorocaba- Instituto de Ciência e Tecnologia.

⁴Bacharel em Química, Doutora em Química, Depto. de Química, Instituto de Química, UNESP, Araraquara- SP.

⁵Químico, Professor Adjunto, Depto. de Engenharia Ambiental, Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP, Sorocaba- SP.

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Neste trabalho foi avaliada a aplicação de biochar na remoção de metais (Pb, Cu, Cd, Cr, Zn, Al e Ni) em soluções aquosas. Biochars foram produzidos a partir da pirólise do bagaço de cana-de-açúcar em diferentes temperaturas (300, 400, 500 e 600 °C). O processo de adsorção foi avaliado testando-se diferentes pH (4, 6, 7 e 8), tempo de contato, massas de biochar (0,1; 0,2; 0,25; 0,4 e 0,5 g) e as concentração de metais (50; 100; 250; 500 e 750 µg L⁻¹). 100 mL das soluções de metais foram misturadas ao biochar em erlenmeyers, em seguida ajustou-se o pH e os erlenmeyers foram colocados sob agitação de 150 rpm a 25 °C em uma Incubadora Shaker. Alíquotas de 2mL foram retiradas antes e após o ajuste de pH nos tempos de 10, 20, 30, 45, 60, 90, 180 e 300 minutos. Em seguida foram filtradas para posterior determinação da concentração remanescente de metais no Espectrômetro de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado ICP OES. De acordo com as análises, o biochar produzido à 500 °C, apresentou melhores resultados com adsorções entre 80-100%, atingindo o equilíbrio a 150 minutos, indicando ser uma alternativa promissora para o tratamento de águas contaminadas.

PALAVRAS-CHAVE: biochar, metais, adsorção.

EVALUATION OF THE USE OF BIOCHAR FOR REMOVAL OF POTENTIALLY TOXIC METALS IN CONTAMINATED WATER

ABSTRACT: In this work the application of biochar in the removal of metals (Pb, Cu, Cd, Cr, Zn, Al and Ni) in water contaminated was evaluated. Biochars were produced by pyrolysis of sugar cane bagasse at several temperatures (300, 400, 500 and 600 °C). The adsorption process was evaluated by testing different pH (4, 6, 7 and 8), contact time, biochar masses (0,1; 0,2; 0,25; 0,4 and 0,5 g) and the concentration of metals (50; 100; 250; 500 e 750 µg L⁻¹). The metal solutions were mixed to the biochar in erlenmeyers (100 mL) and the pH was adjusted. After the same erlenmeyers were placed under shaking at 150 rpm and 25 °C in a Shaker Incubator. Aliquots were removed before adjusting the pH, after adjustment and at times of 10, 20, 30, 45, 60, 90, 180 and 300 minutes. They were filtered for further determination of the remaining metal concentration in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer ICP OES. According to the results, the biochar produced at 500 °C, presented better results with adsorption between 80-100%, reaching the equilibrium at 150 minutes, indicating a promising alternative for the treatment of water contaminated.

KEYWORDS: biochar, metals, adsorption.

INTRODUÇÃO: Nos últimos anos, o crescimento das atividades industriais e agrícolas atrelado ao saneamento precário tem contribuído com o agravamento dos problemas ambientais, comprometendo a qualidade da água destinada ao abastecimento público (SILVEIRA, 2015). A poluição causada por metais é uma das mais preocupantes devido ao fato de que indústrias, como mineradoras, metalúrgicas, galvanoplastia, dentre outras produzem e descartam resíduos contendo metais (WANG; CHENG, 2009). Cádmio e chumbo, alguns dos metais estudados neste trabalho, são prejudiciais em qualquer concentração, sendo necessário um monitoramento contínuo e sistemas de tratamento (CHABUKDHARA; NEMA, 2012). De acordo com WANG e CHENG (2009), AHMARUZZAMAN (2011) e HSU (2009) dentre os processos convencionais para tratamento desses contaminantes destacam-se a precipitação química, filtração, tecnologias de membrana e o uso de adsorventes, como carvão ativado, porém estes processos podem se tornar inviáveis devido ao alto custo e baixa eficiência. O biochar surge como alternativa de tratamento de íons metálicos em águas, sendo um adsorvente natural obtido a partir dos resíduos de biomassa. ÖZACAR et al. (2008) e MOHAN e PITTMAN (2007) destacam que devido ao baixo custo, seu uso passa a ser atrativo nos sentidos econômico, social e ambiental. Além disso, por possuir grupos funcionais ativos, estrutura porosa e grande área superficial específica, o biochar se mostra como uma boa alternativa de material adsorvente para remoção de metais potencialmente tóxicos (LABEGALINI, 2013). Tendo em vista o contexto apresentado, o objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicação de biochar na remoção dos metais (Pb, Cu, Cd, Cr, Zn, Al e Ni), testando-se diferentes temperaturas de pirólise, pH, massas de biochar e concentrações de metais.

MATERIAL E MÉTODOS: Para a preparação do biochar, o bagaço de cana de açúcar foi previamente lavado, seco e triturado. Posteriormente 60,0 gramas dessa biomassa formada foram colocadas em um reator cilíndrico de metal (Figura 1) com capacidade volumétrica de 0,82 m³. O reator foi inserido em uma mufla para realização da pirólise dessa biomassa em quatro diferentes temperaturas: 300, 400, 500 e 600 °C, sendo a razão de aquecimento igual a 10 °C por minuto e um tempo total de 3 horas. Para realizar o estudo cinético das interações entre o biochar e os metais, foram colocadas diferentes massas de biochar (0,1; 0,2; 0,25; 0,4 e 0,5 g) em erlenmeyers de 125 mL, aos quais foram adicionadas 100 mL da solução de metais em concentrações diferentes (50; 100; 250; 500 e 750 µg L⁻¹). Também foram testados diferentes pH (4, 6, 7 e 8), sendo ajustados com hidróxido de sódio 0,1 M ou ácido nítrico 0,1 M. A mistura de biochar e metais foi mantida sob agitação de 150 rpm e 25 °C em uma Incubadora Shaker. Alíquotas foram retiradas antes de ajustar o pH, após o ajuste e nos tempos de 10, 20, 30, 45, 60, 90, 180 e 300 minutos. Em seguida foram filtradas em membranas de 0,45 µm para posterior determinação da concentração remanescente de metais em Espectrômetro de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado ICP OES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A partir dos resultados obtidos, pode-se observar que o biochar produzido a partir da pirólise a 500 °C do bagaço de cana de açúcar apresentou melhor desempenho na remoção dos metais analisados (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn). A massa de biochar que alcançou melhores percentuais de remoção foi a de 0,2 gramas, como mostrado na Figura 2. A partir dos diferentes pH testados, pode-se concluir que ocorre uma precipitação dos metais nos pH 6,7 e 8, sendo o pH 4 ideal para que aconteça a adsorção dos metais no biochar. De acordo com JIMENEZ et al. (2004), com o aumento do pH, ocorre uma maior concentração de complexos ligados às moléculas de OH⁻, e essas estruturas, por serem maiores ou menos solúveis, tendem a precipitar.

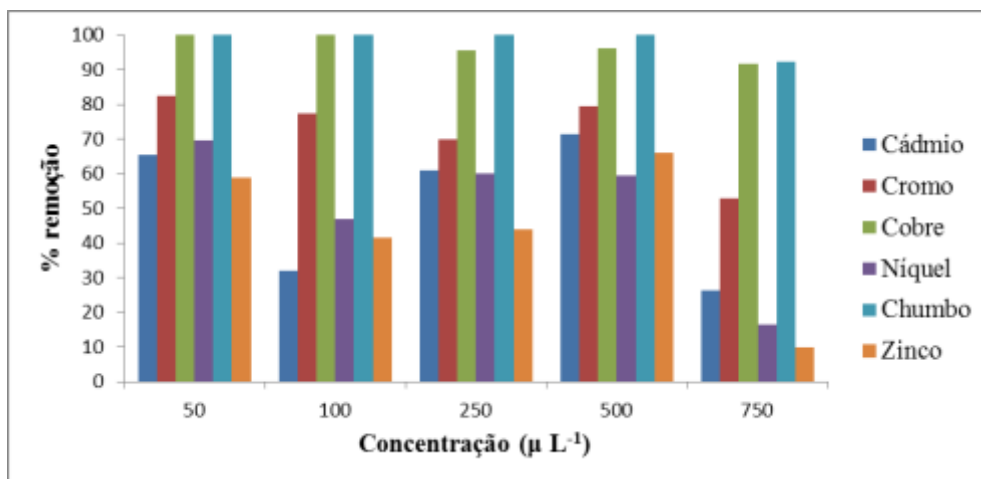


FIGURA 2. Remoção de metais a partir da utilização de 0,2 gramas de biochar.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados referentes à condição que gerou melhores adsorções dos metais pelo biochar.

TABELA 1. Porcentagem de remoção dos metais na seguinte condição: temperatura de pirólise igual a 500 °C, pH da solução igual a 4, massa de biochar utilizada igual a 0,2 gramas e concentração de metais igual a 250 µg L⁻¹.

Tempo (min)	Porcentagem de remoção (%)					
	Cádmió	Cromo	Cobre	Níquel	Chumbo	Zinco
0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
1	12,82	6,46	46,34	14,19	100,00	0,00
10	27,38	26,45	80,29	29,58	100,00	7,95
20	40,15	43,56	89,94	44,31	100,00	29,28
30	44,00	49,79	91,96	43,26	100,00	55,00
45	55,58	46,95	94,62	54,62	100,00	33,58
60	38,25	44,64	93,10	42,27	100,00	35,72
90	48,66	50,33	94,59	50,60	100,00	29,39
180	63,12	61,28	95,72	61,26	100,00	47,43
300	78,35	74,72	96,69	77,39	100,00	55,85

Os metais que foram mais adsorvidos pelo biochar foram o chumbo e cobre, mesmo resultado encontrado por BARBOSA et al. (2013), podendo ser explicada pela ordem de afinidade dos elementos com a matéria orgânica apresentada por MERKEL e FRIEDRICH (2012) Pb>Cu>Ni>Cd>Zn.

CONCLUSÕES: O biochar obtido a partir da pirólise do bagaço de cana de açúcar se mostrou como um excelente adsorvente natural de metais potencialmente tóxicos presentes em águas contaminadas, otimizando-se condições como temperatura de pirólise, pH da solução, concentração de metais e massa de biochar utilizada. Chumbo e cobre foram os metais que apresentaram maiores porcentagens de remoção, mas os demais metais também apresentaram porcentagens superiores a 50% de remoção.

REFERÊNCIAS

AHMARUZZAMAN, M. Industrial wastes as low-cost potential adsorbents for the treatment of wastewater laden with heavy metals. *Advances in Colloid and Interface Science*, v. 166, n. 1-2, p. 36-59, Ago. 2011.

BARBOSA, P. R. C; BORBA, R. P.; SILVA, W. L; COSCIONE, A. R.; CAMARGO, O. A. Uso do biocarvão de bagaço de cana na remoção de metais pesados de água sob diferentes condições de pH's. In: III Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo, 2013, São Paulo. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/27851/18072>>. Acesso em: 10 maio 2017.

CHABUKDHARA, M.; NEMA, A.K. Assessment of heavy metal contamination in Hindon River sediments: A chemometric and geochemical approach. 2012.

HSU, T-C. Experimental assessment of adsorption of Cu²⁺ and Ni²⁺ from aqueous solution by oyster shell powder. *Journal of Hazardous Materials*, v. 171, n.1-3, p. 995–1000, 2009.

JIMENEZ, Ricardo Sarti; DAL BOSCO, Sandra Maria; CARVALHO, Wagner Alves. Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural esolecita - influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares. *Quím. Nova*, São Paulo , v. 27, n. 5, p. 734-738, Oct. 2004.

MERKEL, B. J.; PLANER-FRIEDRICH, B.; (2012) Geoquímica das águas subterrâneas, um guia prático de modelagem de sistemas aquáticos naturais e contaminados. cap1, p 37,38.

MOHAN, D. PITTMAN JR., C.U. Arsenic removal from water/wastewater using adsorbents. A critical review. *Journal of Hazardous Material*, v. 142, n. 1-2, p. 1-53, Ago. 2007.

LABEGALINI, André. Obtenção de biochar a partir da pirólise rápida da torta de pinhão-manso: uso como adsorvente e suporte. 2013. 116 f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós- Graduação em Agroquímica- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

ÖZACAR, M. SENGIL, I.A.; TÜRKMENLER, H. Equilibrium and kinetic data, and adsorption mechanism for adsorption of lead onto valonia tannin resin. *Chemical Engineering Journal*, v. 143, n. 1-3, p.32-42, Set. 2008.

SILVEIRA, E. Contaminação emergente. Presença de cafeína em água tratada é indício da presença de outras substâncias nocivas. *Pesquisa FAPESP*, v. 230, p. 70-71, Abr.2015.

WANG, J.; CHENG, C. Biosorbents for heavy metals removal and their future. *Biotechnology Advances*, v. 27, n. 1, p. 195-226, mar./abr. 2009.

AGRADECIMENTO:

Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do São Paulo (Fapesp) Brazil
Bolsa Fapesp: 2016/17343-6 numero de projeto: 99999.008107/2015-07
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico y tecnológico (CNPq) Brazil
Concejo Nacional de Ciencia y Tecnologia (CONACyT) Mexico