

USO DO BIOCHAR PARA MITIGAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS COM ZINCO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.IV-004>

Paulo Teles de Oliveira e Silva (*), Betel Cavalcante Lopes, Ailton Leonel Balduino Junior, Mari Lucia Campos, Osmar Klauberg Filho

*Universidade do Estado de Santa Catarina, teles-paulo2011@hotmail.com

RESUMO

O desmantelamento de lixo eletrônico, pela queima, pode causar uma grave poluição por elementos-traço (ETs) no solo, afetando corpos hídricos próximos (através de percolação e lixiviação) e terras usadas para a agricultura. Uma das estratégias para remediação de solos contaminados por elementos - traço é a utilização de biochar, pois este material pirolisado possui grupos funcionais ativos, com alta estabilidade, estrutura porosa e grande área superficial específica, que o torna um adsorvente promissor para a remediação de solo e água contaminados com ETs. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a utilização do biochar como agente mitigador de solos contaminados por zinco. O solo utilizado foi um Cambissolo Húmico Alumínio léptico, o qual foi coletado de 0 a 10 cm de profundidade em seis pontos distintos no Centro de Ciências Agroveterinário-CAV UDESC, sendo 5 pontos contaminados por Zinco (Zn) (T1, T2, T3, T4, T5), devido a queima de materiais eletrônicos, e um ponto não contaminado ou referência (R). Nos ensaios com Biochar, foram realizados 11 tratamentos, contendo 4 repetições. Na primeira etapa foi realizado a leitura em espectrofotômetro de absorção, após isso foi adicionado biochar, o solo ficou incubado por 40 dias, em seguida foi medido o Zn disponível através da extração de em solução HCl 0,1 M, e por fim foi medido o pH em KCl das amostras utilizando 5 g de solo para cada tratamento. O biochar teve potencial de diminuir o Zn disponível nos pontos contaminados, principalmente no PD (12000 para 7200 mg kg⁻¹) e PE (4800 para 750 mg kg⁻¹), que segundo a análise química (Tabela 01) eram os dois pontos com maior concentração de Zn. Pode-se observar um aumento do pH com adição do biochar no solo, como mostra na Figura 03. Isso pode ser devido a alcalinidade do biochar, o que influenciaria no aumento do pH mais ácido do solo contaminado. A aplicação de biochar resultou na redução do Zn disponível no solo, mostrando o efeito de adsorção de ETs e sua capacidade de aumento de pH, sendo uma alternativa promissora, na mitigação de solos contaminados por Zn.

PALAVRAS-CHAVE: Biocarvão, Área contaminada, Elementos-traço.

INTRODUÇÃO

O desmantelamento de lixo eletrônico, como pela queima, pode causar uma grave poluição por elementos-traço (ETs) no solo, afetando corpos hídricos próximos (através de percolação e lixiviação) e terras usadas para a agricultura. Os ETs como o Zinco (Zn) e Cobre (Cu), são persistentes no solo, e a sua alta ocorrência pode chegar a dificultar processos químicos e biológicos importantes para a sobrevivência de um ecossistema (Jiang *et al.*, 2019).

Uma das estratégias para remediação de solos contaminados por elementos - traço é a utilização de biochar, pois este material pirolisado possui grupos funcionais ativos, com alta estabilidade, estrutura porosa e grande área superficial específica, que o torna um adsorvente promissor para a remediação de solo e água contaminados com ETs (Hassan *et al.*, 2020; Labegalini, 2013). O biochar tem capacidade de melhorar características do solo como aumentar a retenção de água e o pH de solos ácidos e neutros, e ainda reduzir a mobilidade de metais (através da adsorção) como o Zn em solos contaminados, a partir de características como a sua grande área superficial, cinzas e porosidade (BASHIR *et al.*, 2018). Além disto, este material possui baixo custo e seu uso passa ser atrativo nos sentidos econômicos, social e ambiental (Ôzacar *et al.*, 2008; Mohan; Pittman, 2007).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a utilização do biochar como agente mitigador de solos contaminados por zinco.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no município de Lages-SC, na Universidade do Estado de Santa Catarina. O solo utilizado foi um Cambissolo Húmico Alumínio léptico, o qual foi coletado de 0 a 10 cm de profundidade em seis pontos distintos no Centro de Ciências Agroveterinário-CAV UDESC, sendo 5 pontos contaminados por Zn, devido a queima de materiais eletrônicos, e um ponto (controle) não contaminado. O solo foi seco em estufa de circulação forçada a 60°C,

destorroado, homogeneizado e peneirado em peneira de malha de 4 mm. Na Figura 01 pode-se observar uma imagem da área de coleta.



Figura 01: Área amostral. Fonte: Google Earth (2023)

Nestes seis pontos de solo coletado, foi medido Zn disponível através do método de Tedesco *et al.*, (1995) que se baseou em extrair o Zn disponível das amostras de solo em solução HCl 0,1 M, após isto foi realizado a leitura em espectrofotômetro de absorção. Os teores de Zn do solo podem ser vistos na Tabela 01.

Tabela 01: Teores de Zn no solo coletado nos pontos amostrais.

| Pontos | Zn (mg kg ⁻¹) |
|--------------------|---------------------------|
| Ponto A | 1317,56 ± 204,98 |
| Ponto B | 1829,05 ± 88,49 |
| Ponto C | 3916,53 ± 710,10 |
| Ponto D | 6012,05±304,05 |
| Ponto E | 10371,78 |
| Ponto R (Controle) | 112,47 |

Para a mitigação deste solo contaminado com Zn, foi utilizado o biochar, o qual foi coletado no decantador do sistema de queima de biomassa de *Pinus sp.* da empresa Engie Brasil Energia. A caracterização química do biochar foi realizada por Dors (2021, dados ainda não publicados). Após a coleta, o biochar foi seco em estufa a 60 °C por 24h.

Foram realizados 11 tratamentos, contendo 4 repetições. Sendo T1, T2, T3, T4, T5 os pontos contaminados com zinco (Ponto A, B, C, D, E de acordo com a Tabela 01); já os tratamentos T6, T7, T8, T9 e T10, foram os pontos contaminados com Zn (Ponto A, B, C, D, E) mais a adição de 23,07 g biochar, o qual foi determinado considerando um acréscimo de 30 g de carbono orgânico no solo e levando em conta que havia 500 g de solo por repetição. E o T11, o qual foi o ponto R controle/testemunha (Tabela 01).

Primeiro foi realizado a leitura em espectrofotômetro de absorção. Após isso foi adicionado o biochar, o solo ficou incubado por 40 dias, após isto, foi medido o Zn disponível através do método de Tedesco *et al.*, (1995) que se baseou em extrair o Zn disponível das amostras de solo em solução HCl 0,1 M, e por fim foi medido o pH em KCl das amostras utilizando 5 g de solo para cada tratamento (EMBRAPA, 2017).

Para verificar o efeito do biochar foi comparado o tratamento com e sem biochar usando o teste de Mann-Whitney ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram executadas utilizando o software Statistica versão 10.0 (Statistic software, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas foram executadas utilizando o software Statistica versão 10.0 (Statistic software, 2011). O teste do Zn disponível destacou a grande concentração de Zn no ponto D (PD) (12000 mg kg^{-1}), assim como a capacidade de imobilização de Zn do biochar na maioria dos pontos. Como pode ser visto na Figura 02.

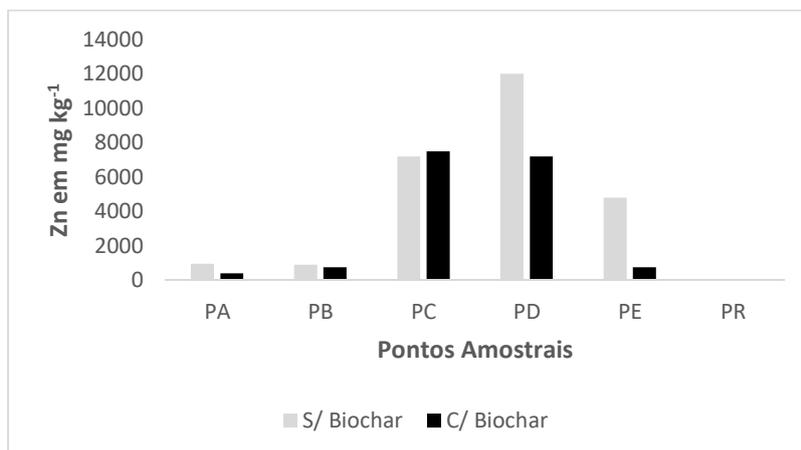


Figura 02: Zn disponível nas unidades amostrais

O biochar teve potencial de diminuir o Zn disponível nos pontos contaminados, principalmente no PD (12000 para 7200 mg kg^{-1}) e PE (4800 para 750 mg kg^{-1}), que segundo a análise química (Tabela 01) eram os dois pontos com maior concentração de Zn. Baragaño *et al.* (2020), testou o Zn e outros metais disponíveis em um solo contaminado com cinzas de pirita, onde o solo sem a adição de biochar continha cerca de 85 mg kg^{-1} de Zn no solo e pós o tratamento com biochar por 75 dias, obteve uma redução de 60 mg kg^{-1} de Zn no solo. Beesley *et al.* (2022), testou a redução de Zn na solução do solo com a aplicação de 5% de doses de biochar em solos previamente adubados com lodo, encontrando uma redução de 1 mg de Zn por L na solução do solo. Esses dados corroboram a alta eficácia do biochar na imobilização de ETs como o Zn, isso se dá por sua grande área superficial (o que aumenta a adsorção).

Pode-se observar um aumento do pH com adição do biochar no solo, como mostra na Figura 03, possivelmente devido a alcalinidade do biochar, o que influenciaria no aumento do pH mais ácido do solo contaminado.

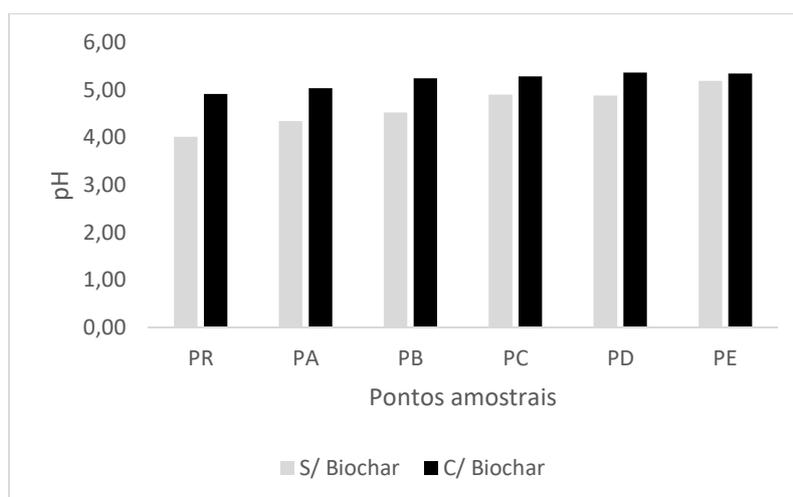


Figura 03: Valores médios de pH com e sem Biochar

O biochar na adsorção de cátions, como o Zn, ocorrem acima do pH 5,9 (DOORS, 2022). O que explicaria os resultados do biochar terem diminuído o Zn disponível, pois provavelmente o pH do solo com a adição do biochar chegou a 5,0, já que além da sua grande capacidade de adsorção, por conta de sua grande área superficial, ele possui uma ação de aumento do pH. Segundo Pandey *et al.* (2022), a biodisponibilidade dos ETs diminuem significativamente após a

adição de biochar, devido à precipitação ou co-precipitação em virtude de um aumento no pH, sendo assim a capacidade de adsorção desses ETs pode aumentar três vezes a cada unidade de aumento do pH no solo. O efeito do biochar num solo onde a contaminação de Zn ultrapassa facilmente o valor de investigação industrial (VI) (CONAMA, 2009), e mesmo assim conseguiu reduzir o Zn disponível em pontos onde há muita contaminação.

CONCLUSÃO

A área contaminada com Zn por queima de resíduos eletrônicos possui teores de Zn que chegam a ultrapassar o VI (CONAMA, 2009). A aplicação de biochar resultou na redução do Zn disponível no solo, mostrando o efeito de adsorção de ETs e sua capacidade de aumento de pH, sendo uma alternativa promissora, na mitigação de solos contaminados por Zn.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro ao Programa de Apoio a Pesquisa PAP UDESC-FAPESC e PROAP-CAPES, e ao Programa de demanda social CAPES pela concessão da bolsa de pesquisa, e a Engie Brasil Energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BASHIR, Saqib *et al.* Efficiency of C₃ C₄ Plant Derived-Biochar for Cd Mobility, Nutrient Cycling and Microbial Biomass in Contaminated Soil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, Nova York, n. 100, p. 834-838, 2018.
2. BARAGANO, Diego *et al.* Application of biochar, compost and ZVI nanoparticles for the remediation of As, Cu, Pb and Zn polluted soil. **Environmental Science and Pollution Research**, Alemanha, n. 27, p. 33681-33691, 2020.
3. BEESLEY, Luke *et al.* Mobility and crop uptake of Zn in a legacy sludge-enriched agricultural soil amended with biochar or compost: insights from a pot and recirculating column leaching test. **Environmental Science and Pollution Research**, Alemanha, n. 29, p. 83545-83553, 2022.
4. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Seção 1, 20p.
5. JIANG, Bo *et al.* Impacts of heavy metals and soil Properties at a Nigerian e-waste site on soil microbial community. **Journal of Hazardous Materials**, China, n. 362, p. 187-195, 2019.
6. HASSAN, M., *et al.* Influences of feedstock sources and pyrolysis temperature on the properties of biochar and functionality as adsorbents: A meta-analysis, **Science of The Total Environment**.744. 10.1016/j.scitotenv.2020.140714, 2020.
7. ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Soil Quality - Determination of the Effect of Pollutants on Soil Flora, Part 2: Effects of Chemicals on the Emergence and Growth of Higher Plants**. ISO 11269-2. Geneva, 2014.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. PANDEY, Bhawna; SUTHAR, Surindra; CHAND, Naveen. Effect of biochar amendment on metal Mobility, phytotoxicity, soil enzymes, and metal-uptakes by wheat (*Triticum aestivum*) in contaminated soils. **Chemosphere**, India, n. 307:2, n.p, 2022.
12. STATSOFT. STATISTICA 10.0 (data analysis software system). [s.l]. 2011. Disponível em <<http://www.statsoft.com>>.
13. TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos, 1995. 118 p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).
14. TEIXEIRA, Paulo César *et al.* Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017.