

Projeto para o Programa PIBIC/CNPem

Explorando efeitos de longo prazo de (nano)biochar em solo: Correlações entre química de materiais e ecotoxicologia

Dr. Mathias Strauss – Divisão de Nanobiotecnologia/LNNano

Introdução

O biochar, ou biocarvões, são amplamente estudados e já tem sido empregado na melhoria de solos para a agricultura e em aplicações de remediação ambiental. Estes materiais podem ser produzidos a partir da pirólise de quase qualquer tipo de material orgânico como, por exemplo, resíduos de biomassa. A pirólise é um tratamento térmico em temperaturas tipicamente acima de 400 °C sob atmosfera pobre de O₂ que promove a carbonização dos compostos orgânicos e formação de um produto sólido, chamado biochar. O biochar tem sido empregado nestas aplicações agrícolas e ambientais devido a suas excepcionais propriedades físico-químicas como elevada porosidade e área superficial, alta estabilidade química e térmica e rica química de superfície.

Essas propriedades diferenciadas do biochar fazem com que quando aplicado em solo ele promova a retenção e liberação controlada de água e nutrientes, promova um ambiente adequado para o desenvolvimento da microbiota, e leve a melhoria de produtividade das culturas agrícolas, mitigação da emissão de gases do efeito estufa e promova a captura de carbono no solo. No entanto, poucos estudos têm procurado avaliar os efeitos ecotoxicológicos de mais longo prazo do biochar em co-exposição com substâncias poluentes comuns encontradas em solo como metais pesados e pesticidas. Uma vez aplicado em solo o biochar pode passar por diferentes processos físicos e químicos que podem com o tempo alterar as suas propriedades morfológicas, estruturais ou químicas que modificarão a maneira com que este material interage com as substâncias poluentes em solo e pode afetar o seu perfil toxicológico frente a diferentes organismos de água e solo.

A ação mecânica no solo pode levar a quebra das partículas do biochar até a escala de micro ou até nanômetros, enquanto a ação prolongada de chuva ácida, enzimas do solo ou outras substâncias pode promover alterações químicas significantes na superfície destes

materiais. Como dito a modificação destas propriedades pode ter efeitos na translocação deste material no solo e para ambientes aquáticos, modificará a sua interação com outras moléculas e íons presentes nestes ambientes e com certeza impactará a sua toxicidade frente a diferentes organismos de solo ou aquáticos. Sendo estas perguntas ainda em aberto e que possuem influência direta sobre o uso com sucesso de biochars na agricultura e na remediação ambiental, especialmente em perspectivas de mais longo prazo, este projeto visa dar passos na direção de suas respostas usando para isto uma estratégia transversal de química de materiais e ecotoxicologia.

Objetivos

Este projeto propõe empregar uma estratégia transversal de química de materiais e ecotoxicologia para estudar os efeitos de longo prazo da interação de biochar com substâncias poluentes em solo. Buscará estabelecer as correlações entre os processos físicos e químicos que o biochar pode ser submetido no solo sobre suas propriedades morfológicas, estruturais ou químicas, e as consequências disto na sua interação com as substâncias poluentes e como isso o seu perfil toxicológico frente a diferentes organismos de água e solo.

Objetivos específicos

- i) Simular processos físicos e químicos de alteração de amostras de biochars que promovam alterações em suas propriedades parecido com o que ocorre em solo. Empregar para isto processos de moagem e de envelhecimento químico ácido ou redox.
- ii) Realizar a caracterização físico química avançada das amostras de biochars submetidas aos diferentes processos.
- iii) Estudar a interação das amostras de biochar submetidas aos diferentes processos com poluentes comumente encontradas em solo, como por exemplo, íons de metais pesados e pesticidas.
- iv) Realizar ensaios ecotoxicológicos das amostras de biochar submetidas aos diferentes processos na presença ou não das moléculas poluentes selecionadas frente a diferentes organismos biológicos modelo de solo e água.

Métodos

Simulação dos processos físicos e químicos de alteração de amostras de biochars em solo:

- a) Obter amostras de biochar a partir da pirólise em forno tubular de laboratório usando como material precursor resíduos da indústria sucroalcooleira (bagaço ou palha de cana).
- b) Realizar a moagem das amostras de biochar para promover a cominuição das partículas até a escala micro e/ou nanométrica simulando ações mecânicas ocorrente em solo.
- c) Executar processos químicos ácidos e redox nas amostras de biochars que simulem a ação da chuva ácida, enzimas ou outras substâncias do solo.
- d) Estudar as propriedades físico-químicas das amostras de biochar precursoras e modificadas por técnicas de microscopia eletrônica (MEV e TEM), espectroscopia (Raman, XPS e FTIR), estruturais (DRX), texturais (BET), térmicas (TGA e DSC), entre outras.

Ecotoxicologia das amostras de biochars em solo:

- a) Estudar a interação das amostras de biochar submetidas aos diferentes processos com íons de metais pesados e pesticidas em solução e em meios de cultura. Levantar curvas de adsorção e realizar testes de estabilidade coloidal.
- b) Estudar a ecotoxicidade das amostras de biochar submetidas aos diferentes processos empregando ensaios modelo com organismos de água e/ou solo. Modelos biológicos possíveis (a definir): *Caenorhabditis elegans* (nematóide de solo), *Danio rerio* (peixe zebra), *Daphnia magna* (pulga d'água) e *microorganismos de solo* (bactérias e fungos)

Referências

- [1] Santhiago, M. *et al.*; Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry (2018), 12, pp. 22-26.
- [2] Gonçalves, S.P.C., *et al.*; Science of the Total Environment (2015), 565, pp. 833-840.
- [3] Gonçalves, S.P.C., *et al.*; Environmental Science and Technology (2018), 52(23), pp. 13845-13853.
- [4] Borges, B.M.M.N., *et al.*; Journal of Cleaner Production (2020), 262, 121406.