

## **PROPOSTA DE PESQUISA – Bolsa de Iniciação Científica PIBIC**

**Título:** Uso da tomografia baseada em luz síncrotron para decifrar o papel da arquitetura de poros na proteção física do carbono em tecnossolos tropicais

**Pesquisador Responsável:** Dr. Ricardo de Oliveira Bordonal

**Unidade do CNPEM:** Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR)

### **Introdução e Justificativa**

Os tecnossolos são solos de origem antropogênica construídos tipicamente a partir de resíduos oriundos da exploração mineral. Estudos têm avançado na compreensão dos processos pedogenéticos envolvidos na sua formação e na identificação do seu uso como uma estratégia promissora para a recuperação de áreas degradadas e melhor gerenciamento de resíduos. Nesta proposta serão avaliadas áreas de tecnossolos construídos a partir de rejeitos de calcário dolomítico, estando sob o cultivo de cana-de-açúcar (11 anos) e pastagem (25 anos). Altos teores de carbono (C) têm sido observados em áreas de tecnossolos sob pastagem (> 7,4%), superando significativamente os teores normalmente encontrados em solos tropicais. A elucidação dos mecanismos que governam esse acúmulo de C tem sido associada à adição de matéria orgânica pelas raízes e à interação organo-mineral (Ruiz et al., 2022; Ruiz et al., 2020), porém ainda há uma lacuna de pesquisa visando decifrar as possíveis alterações e contribuições que a proteção física da matéria orgânica particulada (MOP) promove neste tipo de solo.

A proteção física do C no solo ocorre quando a matéria orgânica não é decomposta por estar inacessível aos microrganismos e/ou suas enzimas na estrutura do solo, atuando como barreira física para a atividade microbiana e possibilitando o aumento da estocagem de C no solo. Kravchenko & Guber (2017) revelaram a importância da arquitetura de poros (isto é, tamanho dos poros, conectividade, tortuosidade etc.) nos processos que determinam a estabilidade ou decomposição do C. Em função da rápida formação de agregados estáveis, esses solos podem auxiliar na elucidação de como ocorrem o processo de agregação, formação/alteração da rede de poros e estabilização do C. Os agregados se desenvolvem ao longo do tempo através de uma série de processos e interações bióticas e abióticas, por meio do crescimento e decomposição dos resíduos das plantas, da atividade microbiana, exsudação radicular, bioturbação e dos processos de estabilização físico-químico. Nesse sentido, os agregados do solo podem ser classificados de acordo

com sua via de formação em dois grupos: biogênicos e fisicogênicos. Evidências indicam que agregados biogênicos podem apresentar uma proporção maior de poros médios/grandes em relação aos fisicogênicos (Melo et al., 2019), e são essas classes de poros que favorecem a proteção física do C contra a decomposição microbiana.

A caracterização da rede de poros e da MOP será realizada a partir de imagens de Microtomografia Computadorizada de Raios-X ( $\mu$ CT), tanto em agregados de origem biogênica quanto fisicogênica para identificar as diferenças entre a distribuição espacial da MOP e dos poros de acordo com a via de formação. Este estudo é baseado na hipótese de que a adoção de pastagem em relação à cana-de-açúcar em áreas de tecnossolos resulta no maior aporte de matéria orgânica, favorecendo a atividade dos microrganismos e contribuindo com a formação de agregados biogênicos que resultam na maior estabilidade estrutural do solo, e por consequência, na maior estocagem e estabilização do C.

## **Objetivos**

O objetivo geral do projeto é caracterizar os mecanismos de estocagem e proteção física do C em tecnossolos construídos a partir de rejeitos de mineração, por meio das interações com a estrutura do solo, representada pela arquitetura do espaço poroso. Os objetivos específicos são: i) avaliar o impacto da construção de tecnossolos na porosidade total, distribuição das classes de poros, conectividade e tortuosidade, incluindo a distribuição espacial e morfologia da MOP; ii) elucidar o papel da via de formação dos agregados (biogênica ou fisicogênica) na agregação do solo e estabilidade do C em tecnossolos tropicais; iii) avaliar qual sistema é mais eficiente na formação de agregados biogênicos ou fisicogênicos, determinando a composição química do C associado a cada via de formação.

## **Descrição do plano de trabalho**

Amostras de solo provenientes das áreas de tecnossolo sob cultivo de pastagem e cana-de-açúcar serão coletadas para caracterização das vias de formação dos agregados e, posteriormente, serão peneiradas para obtenção de agregados com diâmetro de 2 a 6 mm. Os agregados serão observados em estereomicroscópio, em faixas de ampliação entre 20 $\times$  e 40 $\times$ , e separados manualmente de acordo com sua morfologia em agregados biogênicos (formato arredondado) e fisicogênicos (formato angular ou prismático, com bordas bem definidas e cimentação aparente). Serão separados cerca de 200 g de agregados em cada uma dessas frações para o cálculo da proporção de agregados

biogênicos e fisicogênicos no solo. As frações separadas serão analisadas quanto ao teor de C e nitrogênio (N) total, e serão submetidas ao imageamento através da  $\mu$ CT.

As imagens serão adquiridas na linha de luz Mogno de micro e nanotomografia de raios-X do LNLS/CNPem. Em sequência, serão realizadas as etapas de processamento e análise das imagens, tais como reconstrução, segmentação (identificação e separação da matriz, poros e MOP) e quantificação dos parâmetros morfométricos relacionadas à distribuição espacial da MOP em relação ao espaço poroso. Por fim, utilizaremos a técnica de espectroscopia de fotoelétrons excitados por raios-X (XPS) para determinar o estado químico e eletrônico dos elementos presentes na superfície das amostras, cujos espectros resultantes serão analisados para obtenção da distribuição e concentração de cada um dos elementos presentes nas amostras, os estados químicos do C e a sua quantidade em percentagem atômica.

Diante do exposto, faz-se necessário a coleta, preparação das amostras, organização e interpretação dos resultados obtidos nesse projeto. Uma bolsa de iniciação científica é adequada para o desenvolvimento das atividades propostas, uma vez que o aluno será treinado e terá o suporte técnico e científico do pesquisador responsável. O bolsista de iniciação científica participará diretamente de todas as atividades inerentes ao projeto, incluindo a coleta, preparação, tabulação, análise dos resultados e elaboração de trabalhos científicos. Espera-se que o avanço científico obtido neste estudo contribua para uma melhor estruturação dos esforços de pesquisa na elucidação dos mecanismos de proteção do C em solos tropicais, de modo a suportar o desenvolvimento de estratégias orientadas para recuperação de áreas degradadas em adição à mitigação das mudanças climáticas por meio do aumento do sequestro de C em ambientes tropicais.

## Referências

- KRAVCHENKO, A. N.; GUBER, A. K. Soil pores and their contributions to soil carbon processes. **Geoderma**, v. 287, p. 31-39, 2017.
- MELO, T. R. *et al.* Biogenic aggregation intensifies soil improvement caused by manures. **Soil and Tillage Research**, v. 190, p. 186-193, 2019.
- RUIZ, F. *et al.* The rhizosphere of tropical grasses as driver of soil weathering in embryonic Technosols (SE-Brazil). **Catena**, v. 208, p. 105764, 2022.
- RUIZ, F. *et al.* Revealing Tropical Technosols as an Alternative for Mine Reclamation and Waste Management. **Minerals**, v. 10, n. 2, p. 110, 2020.