



Saúde do solo sob sistemas agroflorestais manejados por comunidades quilombolas do parque estadual da Pedra Branca, RJ

Soil health under agroforestry systems managed by quilombola communities in Pedra Branca State Park, RJ

SOUZA, Luciana R.¹; BATISTA, Rodrigo N.S.²; DONAGEMMA, Guilherme K.³; MARTINS, Alba L.S.³; MESQUITA, Adilson Jr.¹; BALIEIRO, Fabiano C.³

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, agronomalucianasouza@gmail.com, adilsonmesquita36@gmail.com; ² Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, rodrigo.nogueiras@hotmail.com, ³ Embrapa Solos, guilherme.donagemma@embrapa.br, alba.leonor@embrapa.br, fabiano.balieiro@embrapa.br

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

Resumo: O Projeto Sertão Carioca, no qual a Embrapa, juntamente com o Quilombo Vargem Comunidade Cafundá Astrogilda e AS.PTA (associação de direito civil sem fins lucrativos voltada ao trabalho com Agricultura Familiar e Agroecologia) realizou no Maciço da Pedra Branca uma pesquisa com o objetivo de observar se o manejo SAF (Sistema Agroflorestal) teve de forma significativa influência na fertilidade da área. A comunidade usa métodos passados de geração a geração, como rotação de culturas ou consórcio de plantas, cultivando dentro da floresta ou em SAFs, onde as árvores participam da dinâmica de plantio, seja para fornecer sombra, e/ou proporcionar nutrientes para as plantas que ficam em seu entorno. Além disso, esse manejo tem potencial de influenciar positivamente. Assim, o propósito deste trabalho foi examinar as enzimas Arilsulfatase e Beta-glucosidase, bioindicadores que ajudam na avaliação da saúde do solo, e foram usadas para classificar o solo manejado pelos quilombolas e dar subsídios para nortear manejo sustentável dessas áreas, e em políticas públicas que favoreçam a permanência dessas comunidades ali.

Palavras-chave: quilombo; fertilidade; enzimas, bioindicadores.

Introdução

Conforme os anos avançam novas práticas de manejo, tecnologias e inovações para melhorar a produtividade do solo são requeridas. Alavancadas pelo crescimento da população e em especial por demandas de consumo sociais e ambientais mais justas, pesquisas com foco no monitoramento de qualidade do solo em agroecossistemas têm aumentado (Mendes et al., 2018; Barbosa et al., 2023).

Agroflorestas tradicionais são sistemas multifuncionais de produção que combinam o cultivo de diferentes espécies com ciclos de vida distintos uns dos outros, ao conhecimento ancestral delas e seu manejo no ambiente de produção, com consequências positivas sobre a conservação da biodiversidade. Por isso, conjugando segurança alimentar e conservação da biodiversidade são ambientes construídos há centenas de anos, cujo legado socioecológico reverbera sobre os diferentes serviços ecossistêmicos que emergem. A segurança “do saber” ancestral



aplicado à produção de alimento é a garantia de uma alimentação saudável nestas comunidades, bem como para quem dela usufrui.

O maciço da Pedra Branca localizado na Zona Oeste do Rio de Janeiro, já há algum tempo é reconhecido por seu potencial hídrico e também por sua importância ambiental. O Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) conta com três das cinco comunidades quilombolas existentes no Estado do Rio de Janeiro, e está inserido na RBMA (Reserva da Biosfera da Mata Atlântica), declarada pela Unesco em 1992, que é conhecida como uma das maiores florestas urbanas do mundo, ao qual o processo socioeconômico, político e cultural de integração foi estruturado ao redor do ideal da aptidão agrícola do local.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a saúde do solo em 3 sistemas agroflorestais manejados por comunidade Quilombola do Maciço da Pedra Branca, quanto a funcionamento biológico, por meio da atividade de 2 enzimas do solo (β -glucosidade e arilsulfatase), como subsídio para o manejo sustentável e políticas públicas para preservação dessas comunidades no local, e preservação ambiental.

Metodologia

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo climático Af, ou seja, clima tropical chuvoso de floresta, com temperatura média superior a 18°C, sem estação seca. A pluviosidade média é de 1.176 mm anuais (FIDERJ, 1978). A vegetação predominante no Maciço da Pedra Branca pode ser classificada como Floresta Ombrófila Densa submontana (VELOSO et al., 1991).

O estudo foi realizado na comunidade Quilombola Cafundá-Astrogilda, no Maciço da Pedra Branca no Estado do Rio de Janeiro, mais especificamente em Vargem Grande. Lá se destaca a agricultura familiar onde a maioria dos agricultores utiliza o sistema agroflorestal para produzir banana, caqui, café e hortaliças. Cinco usos de terra foram utilizados para fazer parte do estudo, são eles: sistema agroflorestal com banana (SAF banana), com caqui (SAF caqui), com café (SAF café) e duas áreas de mata nativa foram amostradas e utilizadas como referência no estudo sendo consideradas linhas de base do solo.

O solo predominante no local de estudo foi o Cambissolo háplico conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SANTOS et al., 2018). Para a execução da pesquisa, em cada uso da terra (SAFs e matas) foram selecionadas três posições da paisagem, no sentido da vertente, sendo denominados de terços superior, médio e inferior. A amostragem de solo foi realizada em cada terço, cobrindo área de 300m² aproximadamente. Foi coletada uma amostra composta de 8 amostras, a partir de 8 amostras simples, nas seguintes profundidades: 0-10; 10-20 e 20-40cm. Em função dos custos das análises a equipe resolveu homogeneizar as amostras compostas de cada terço em cada SAF e mata, e ficou com uma amostra composta por uso, para fins de análise de fertilidade e granulometria. Assim, 15 amostras compostas foram analisadas quanto à atividade das enzimas (apenas para 0-10cm) e 15 amostras (5 usos x 3 profundidades) para fins de fertilidade. As análises dos atributos químicos e físicos do solo seguiram procedimentos de (Teixeira et al. 2017). A atividade das enzimas arilsulfatase (relacionada ao ciclo do Enxofre) e β -glucosidase (ciclo do Carbono) foi analisada



segundo método descrito por Lopes et al. (2021), adaptado de Tabatabai (1994). As amostras foram enviadas para um laboratório credenciado pela Embrapa para analisar tais enzimas segundo protocolo padronizado. Antes do envio para os laboratórios as amostras foram secas e passadas por peneiramento (2mm).

Para avaliar se o uso agroflorestal afeta a saúde do solo, foi realizada a comparação da atividade das enzimas em solos dos SAFs, em relação a áreas de matas, adjacentes a elas. A hipótese é que os SAFs mantêm a saúde do solo em relação às matas, dada a diversidade de espécies no local e extratos que elas ocupam nas parcelas. A comparação foi feita por meio do teste t de Student, com 5% de probabilidade. Os atributos químicos (da análise para fins de fertilidade) e físicos (granulometria) não foram analisados estatisticamente por terem origem em amostras compostas que contemplavam as parcelas como um todo, ou seja, sem repetição. Além disso, para esse estudo constituem caracterização do solo, como auxiliar para o entendimento da saúde do solo nos diferentes usos da terra.

Resultados e Discussão

Os atributos biológicos tendem a ser mais sensíveis ao manejo do solo e por isso ganharam relevância no monitoramento da qualidade do solo nos últimos anos (Lopes et al., 2013; Mendes et al., 2018; Chaer et al., 2023).

Os solos sob SAFs, manejados pelos Quilombolas da comunidade do Cafundá-Astrogilda apresentaram atividades das enzimas arilsulfatase (relacionada ao ciclo do enxofre) e β -glucosidase (ciclo do carbono), similares às matas adjacentes a eles, pelo teste t de Student ($p < 0,05$). Isto está relacionado ao fato da diversidade de espécies vegetais nos SAFs se aproximar a das matas, por ter componentes arbóreos e herbáceos como a mata, além disso, presença de espécies perenes de uso agrícola. A ciclagem biogeoquímica de nutrientes da floresta e dos SAFs, a minimização de uso de insumos minerais externos e, especialmente a preservação da estrutura física e dos estoques de C dos solos de ambos os ambientes favorecem a emergência de serviços ecossistêmicos similares (Balieiro et al., 2023).

Em relação às áreas amostradas (SAFs e matas) a atividade da arilsulfatase, relacionada com o ciclo do enxofre, se destacou em magnitude, em relação a β -glucosidade. O valor médio da primeira enzima para os SAFs foi de $677 \mu\text{g p-nitrophenol g}^{-1} \text{ soil h}^{-1}$ e para as áreas de mata de $614 \mu\text{g p-nitrophenol g}^{-1} \text{ soil h}^{-1}$ e para a β -glucosidade de $32,3 \mu\text{g p-nitrophenol g}^{-1} \text{ soil h}^{-1}$ e $25,33 \mu\text{g p-nitrophenol g}^{-1} \text{ soil h}^{-1}$, respectivamente). A atividade da arilsulfatase, porém apresentou maior variabilidade nos SAF que na mata, ao passo que o oposto foi observado para a β -glucosidade.

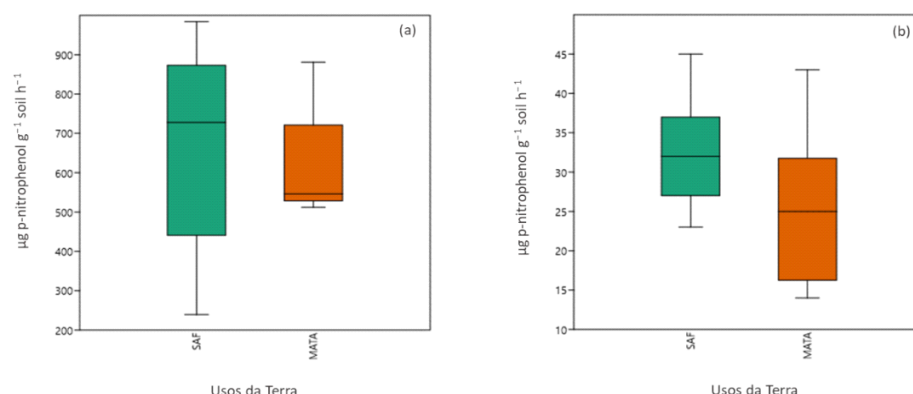


Figura 1. Boxplot de dados da atividade das enzimas arilsulfatase (a) e β -glucosidade (b) coletadas em sistemas agroflorestais (com banana, caqui e café) manejados por comunidades Quilombolas do PEPB, Rio de Janeiro.

Nossos achados destoam da literatura em relação a magnitude dos valores encontrados para cada enzima, pois normalmente os valores de atividade da enzima β -glucosidade são superiores a da arilsulfatase, apesar da variabilidade da primeira enzima em solos da Mata Atlântica ser superior da segunda (Barbosa et al., 2023). Alguns autores reportaram a baixa atividade da β -glucosidade em solos do Cerrado sob vegetação nativa, mas este padrão parece ser específico do bioma, não sendo reportado para outros biomas (Mendes et al., 2012; Barbosa et al., 2023). Nossos achados podem se relacionar com a natureza química mais recalcitrante da matéria orgânica do solo, na medida em que a enzima age na fase final de transformação da celulose (celobiose para glicose). A riqueza de espécies dos SAFs, o manejo dos seus resíduos (limpeza dos bananais, poda do caqui e outras árvores dos SAFs, etc.) e do solo (roçada, capina, por exemplo) parecem estimular a proteção da arilsulfatase no solo, que pode ter sua origem em comunidades microbianas do solo, plantas ou animais. Novas áreas do PEPB e sistemas agroflorestais devem ser amostradas para que as inferências possam ser confirmadas.

Conclusões

O respeito aos ciclos de nutrientes da floresta e da sua biodiversidade, em detrimento do uso de insumos externos e práticas que preservam a estrutura física do solo, permitiram que o solo manejado pelas comunidades quilombolas não se alterasse de forma significativa. As enzimas usadas, independente das magnitudes demonstraram que as comunidades Quilombolas mantêm a saúde do solo em nível semelhante ao da mata adjacente.

Agradecimentos

Os autores agradecem a comunidade do Quilombo Cafundá-Austrogilda, pela receptividade, troca de informação e ajuda nas coletas, em especial ao Sr. Jorge



Cardia, Paulo Martins e Sandro Santos, produtores que permitiram o acesso a suas áreas para que o estudo fosse realizado. O apoio do Projeto Sertão Carioca: Conectando Cidade e Floresta, que foi executado pela AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia em parceria com as comunidades quilombolas Quilombo do Camorim, Quilombo Cafundá Astrogilda e Quilombo Dona Bilina, patrocinado pela Petrobras, através do Programa Petrobras Socioambiental. Dada a limitação no número de autores, os autores agradecem ainda Ingrid Almeida de Barros Pena e Marcio Mattos Mendonça, ambos da AS-PTA e coordenadores do Projeto supracitado e os Pesquisadores Ênio Fraga e Cláudio Lucas Capeche. FCB agradece ainda o CNPq pela bolsa de Produtividade concedida.

Referências bibliográficas

BALIEIRO, Fabiano C.; MARTINS, Alba L.S.; DONAGEMMA, Guilherme K.; SILVA, Enio F.; TURETTA, Ana Paula D.; SCHULER, Azeneth; PEDREIRA, Bernadete C.C.G.; CAPECHE, Cláudio Lucas; STUCHI, Júlia F.; BEKER, Anna A.P.D.; MESQUITA JR., Adilson; MENDONÇA, Márcio M.; PENA, Ingrid A.B. **Comunidades Quilombolas do Maciço da Pedra Branca preservam o solo da maior Floresta Urbana do planeta e incrementam seus estoques de carbono do solo**. 1.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia, 2023. Bibliografia. Comunicado técnico.

BARBOSA, Julierme Z.; POGGERE, Giovana; CORRÊA, Rodrigo S.; HUNGRIA, Mariangela; MENDES, Ieda de C. **Soil enzymatic activity in Brazilian biomes under native vegetation and contrasting cropping and management, Applied Soil Ecology**, Volume 190, 2023, 105014, ISSN 0929-1393, <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105014>

CHAER, Guilherme M. ; MENDES, Ieda C.; DANTAS, Ozanival D.; MALAQUIAS, Juaci V.; DOS REIS JUNIOR, Fábio B.; OLIVEIRA, Maria Inês L. **Evaluating C trends in clayey Cerrado Oxisols using a four-quadrant model based on specific arylsulfatase and β -glucosidase activities**. APPLIED SOIL ECOLOGY, v. 183, p. 104742, 2023.

FIDERJ. **Indicadores climatológicos**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico Social do Rio de Janeiro. 155p. 1978.

LOPES, André A.C.; BOGIANI, Júlio César; DE FIGUEIREDO, Cícero Célio; DOS REIS JUNIOR, Fábio B.; DE SOUSA, Djalma M.G.; MALAQUIAS, Juaci V.; MENDES, Ieda M. **Enzyme activities in a sandy soil of Western Bahia under cotton production systems: short-term effects, temporal variability, and the FERTBIO sample concept**. BRAZILIAN JOURNAL OF MICROBIOLOGY, v. 52, p. 1-12, 2021.

LOPES, André. A.C.; SOUSA, Djalma M. G.; CHAER, Guilheme M.; REIS JUNIOR, Fábio B.; GOEDERT, Wenceslau J.; MENDES, Iêda C. **Interpretation of microbial soil indicators as a function of crop yield and organic carbon**. Soil Science Society of America Journal, v. 77, n. 2, p. 461-472, 2013a

MENDES, Iêda C.; FERNANDES, Marcelo F.; CHAER, Guilherme.M.; REIS JÚNIOR, Fábio B. 2012. **Biological functioning of Brazilian Cerrado soils under different vegetation types**. Plant Soil 359, 183–195. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1195-6>.



MENDES, Iêda C.; DE SOUSA, Djalma M.G.; DOS REIS JÚNIOR, Fábio B.; LOPES, André A.C. **Bioanálise de solo: como acessar e interpretar a saúde do solo**. Circular técnica 38. Planaltina, DF, dezembro, 2018.

RALISCH, Ricardo; DEBIASI, Henrique; FRANCHINI, Julio Cezar; TOMAZI, Michely; HERNANI, Luís Carlos; MELO, Adoildo S.; SANTI, Anderson; MARTINS, Alba L.S.; BONA, Fabiano Daniel. **Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 64 p.il. - (Documentos / Embrapa Soja,390)

SANTOS, Humberto G.; JACOMINE, Paulo K.T.; ANJOS, Lúcia Helena C.; OLIVEIRA, VIRLEI A.; LUMBRERAS, José Francisco; COELHO, Maurício R.; ALMEIDA, Jaime Antonio; ARAÚJO FILHO, José C.; OLIVEIRA, João B.; CUNHA, Tony J.F. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

TABATABAI Malit A. **Soil enzymes**. In: **Weaver RW (ed) Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties**. SSSA Book Ser. 5 SSSA, pp 778–833. 1994. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.2.c37>

TEIXEIRA, Paulo César; DONAGEMMA, Guilherme K.; FONTANA, Ademir; TEIXEIRA, Wenceslau G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. –Brasília, DF. 2017.

VELOSO, Henrique P.; FILHO, Antonio L.R.R.; LIMA, JORGE C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Ed. IBGE, 1991. 123 p.