



MATÉRIA ORGÂNICA EM SOLOS DE CULTIVO CONVENCIONAL E SISTEMA AGROFLORESTAL EM UMA SEQUÊNCIA DE IDADE

Luis Filipe Costa Fernandes ¹; Kayke Santa Rita de Oliveira ²; Emilly Pereira dos Santos ³;
Bruno Oiveira Lafeta ⁴; Ivan da Costa Ilhéu Fontan ⁵

- 1 Luis Filipe Costa Fernandes, Engenharia Florestal, IFMG - *Campus* São João Evangelista.
- 2 Kayke Santa Rita de Oliveira, Engenharia Florestal, IFMG - *Campus* São João Evangelista.
- 3 Emilly Pereira dos Santos, Engenharia Florestal, IFMG - *Campus* São João Evangelista.
- 4 Bruno Oliveira Lafeta, Pesquisador do IFMG - *Campus* São João Evangelista.
- 5 Ivan da Costa Ilhéu Fontan, Pesquisador do IFMG, *Campus* São João Evangelista

RESUMO

Neste estudo desenvolvido no IFMG *Campus* São João Evangelista/MG avaliou-se a variação temporal da matéria orgânica do solo (MOS) em sistema de cultivo convencional e sistema agroflorestal (SAF) por meio de modelagem com efeito de intervenção. Em cada área foram realizadas coletas semestrais de solo (0-20 cm de profundidade) durante três anos consecutivos (seis idades de coleta: 0, 6, 12, 18, 24 e 30 meses), para determinação do teor de MOS (dag/kg). Realizou-se a modelagem da série temporal aplicando o modelo com efeito de intervenção $Y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Idade} + \beta_2 \text{ Sistema} + \beta_3 (\text{Idade} \times \text{Sistema}) + \varepsilon$, cujos coeficientes foram testados ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$). O modelo mostrou que, no tempo inicial, o sistema convencional apresentou teor de matéria orgânica de 2,67, valor significativo e confiável como referência. A variável idade apresentou coeficiente negativo (-0,0498; $p = 0,08$), sugerindo tendência de redução da matéria orgânica no sistema convencional, embora sem significância estatística. O coeficiente do sistema (-0,97; $p = 0,17$) indicou valores iniciais ligeiramente menores no agroflorestal em relação ao convencional, mas sem diferença estatística. Já a interação idade \times sistema foi positiva e significativa (0,115; $p = 0,011$), evidenciando que, ao longo do tempo, o sistema agroflorestal apresentou trajetória distinta, promovendo aumento consistente da matéria orgânica em comparação ao convencional. Esses resultados indicam que o sistema agroflorestal contribui para a recuperação e o acúmulo de matéria orgânica do solo, em contraste com a tendência de redução observada no sistema convencional.

Palavras-chave: Agricultura sintrópica. Carbono do solo. Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A degradação e conseqüente depreciação da qualidade dos solos agrícolas têm sido especialmente associadas às práticas inadequadas de cultivo e manejo, frequentemente baseadas em monocultivos, revolvimento excessivo do solo, uso intensivo de insumos



químicos (adubos e agrotóxicos) e ausência de cobertura vegetal sobre o solo. Visando mitigar tais impactos é fundamental que sejam adotadas práticas agrícolas que permitam restaurar a qualidade dos solos cultivados aumentando sua resiliência e sua capacidade de sustentar a produtividade a longo prazo (SOUZA *et al.*, 2020; BETTIOL *et al.*, 2023).

Entre as opções de sistemas de produção que têm o potencial de promover a conservação do solo e da biodiversidade, ao mesmo tempo em que buscam a maximização da produção de alimentos de qualidade, estão os sistemas agroflorestais (SAFs), onde espécies arbóreas são combinadas de maneira intencional e planejada a cultivos agrícolas e/ou criação de animais, de forma simultânea ou em sequência temporal, visando diversificar a produção, potencializar a geração de renda, melhorar a saúde do solo e a oferta de serviços ambientais (FELIPE *et al.*, 2023).

A qualidade do solo pode ser avaliada por meio de seus atributos químicos, físicos e biológicos, que fornecem subsídios para avaliar a sustentabilidade das práticas agrícolas nos sistemas de produção (SANTOS *et al.*, 2025). Dentre os variados atributos do solo, a matéria orgânica representa um dos principais indicadores da qualidade do solo, pois influencia fortemente a produtividade das plantas, condiciona diversas propriedades, físicas, químicas e físico-hídricas do solo, tampona a acidez, além de atuar como fonte de nutrientes e de energia para os microrganismos (BETTIOL *et al.*, 2023).

Considerando a hipótese de que os sistemas agroflorestais (SAFs) melhoram a qualidade do solo ao longo do tempo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variação temporal da matéria orgânica do solo por meio da modelagem com as séries temporais dos resultados de análises químicas de amostras retiradas de áreas de cultivo convencional e SAF sintrópico, em uma sequência de três anos consecutivos, na fazenda experimental do Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus São João Evangelista*.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido na fazenda do Instituto Federal de Minas Gerais localizada em São João Evangelista (IFMG-SJE), onde as médias anuais de temperatura e precipitação em São são de 21,2 °C e 1.000 mm, respectivamente (CLIMATE.DATA.ORG, 2025). A área experimental apresenta um Latossolo Vermelho distrófico (LVd) e está a 713 m de altitude.



O estudo foi conduzido em duas áreas de cultivo lado a lado, sendo uma dedicada ao cultivo da espécie *Moringa oleifera* Lam. em um sistema convencional, enquanto a outra é um sistema agroflorestal sintrópico que também inclui a *M. oleifera* entre suas culturas.

Na área de cultivo convencional o solo foi mantido sem cobertura, e uma vez por ano foram realizadas adubações químicas com 160 kg/ha de N e 80 kg/ha de K₂O. No ato do plantio foi realizada uma adubação de 180 kg/ha de P₂O₅. No SAF foram realizadas capinas seletivas, podas e desbastes de acordo com os princípios da estratificação e ciclos de vida das plantas, mantendo o solo sempre coberto com resíduos vegetais.

Em cada uma das áreas de estudo foram realizadas coletas semestrais de solo na profundidade de 0-20 cm, durante três anos consecutivos (seis idades de coleta: 0, 6, 12, 18, 24 e 30 meses; a idade “0” representa a condição do solo no pré-plantio em cada área). Foram retiradas quatro amostras simples para formar uma amostra composta de 500 g por área, por idade. As amostras foram enviadas para o laboratório de solos do IFMG-SJE para determinação do teor de matéria orgânica do solo (MOS; dag/kg).

Para comparar o comportamento da MOS entre os sistemas de cultivo ao longo do tempo foi realizada a modelagem da série temporal aplicando o seguinte modelo com efeito de intervenção (tendo o SAF como o grupo de intervenção), cujos coeficientes foram testados ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \text{ Idade} + \beta_2 \text{ Sistema} + \beta_3 (\text{ Idade} \times \text{ Sistema}) + \varepsilon$$

Onde:

Y = valor do atributo matéria orgânica do solo.

Idade = idade do sistema, em meses.

Sistema = cultivo convencional (0) ou sistema agroflorestal (1).

β_0 , β_1 , β_2 e β_3 = coeficientes de regressão.

ε = erro residual.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise de significância dos coeficientes da regressão ajustada com a série temporal do teor de matéria orgânica nos solos sob cultivo convencional e sistema agroflorestal são apresentados na Tabela 1 a seguir.



Tabela 1 – Resultado da análise estatística das variáveis representativas da qualidade biológica de amostras retiradas em locais com diferentes usos no IFMG-SJE.

Parâmetro	Coefficiente	Valor-P ¹
Intercepto (β_0)	2,6745	0,0004 *
Idade (β_1)	- 0,0498	0,0800 ns
Sistema (β_2)	- 0,9714	0,1663 ns
Idade \times Sistema (β_3)	0,1148	0,0114 *

¹ Interpretação da análise dos coeficientes da regressão: ns= não significativo; * significativo a 5%.

Fonte: os autores (2025).

O modelo de regressão com efeito de intervenção indicou que, na idade zero o teor de MOS sob cultivo convencional foi de 2,6745, valor estatisticamente significativo ($p < 0,05$) e, portanto, confiável como ponto de referência para comparar o efeito do tempo/idade (β_1), do sistema de cultivo (β_2) e da interação entre a idade e o sistema de cultivo (β_3).

A variável idade apresentou coeficiente negativo (-0,0498; $p = 0,08$), sugerindo uma tendência de redução da matéria orgânica ao longo do tempo no sistema convencional, ainda que não significativa. O coeficiente associado ao sistema (-0,97; $p = 0,17$) mostrou que o sistema agroflorestal iniciou com valores ligeiramente inferiores de matéria orgânica em comparação ao convencional, mas essa diferença inicial não foi estatisticamente relevante.

Por outro lado, o efeito da interação idade \times sistema foi positivo e significativo (0,115; $p = 0,0114$), evidenciando que, ao longo do tempo, o sistema agroflorestal favoreceu o acúmulo progressivo de matéria orgânica no solo.

No sistema convencional, a redução contínua dos teores de matéria orgânica do solo ao longo do tempo pode ser atribuída à exposição excessiva do solo (ausência de cobertura), à reduzida diversidade de espécies e às adubações químicas, condições que favorecem a oxidação da MOS, aumentando a perda de carbono e a susceptibilidade a processos de compactação e erosão do solo. (LAL, 2020; PEREIRA *et al.*, 2025).

Já o aumento consistente e significativo da MOS sob sistema agroflorestal em relação ao convencional pode ser reflexo do aporte contínuo de resíduos orgânicos diversos que promovem cobertura permanente do solo, contribuindo para manutenção da umidade e favorecendo a atividade microbiana (MUHAMMAD *et al.*, 2021; NETTO *et al.*, 2024).



4 CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que o sistema agroflorestal proporcionou um aumento consistente e significativo da matéria orgânica do solo ao longo do tempo na comparação com a área de manejo convencional do solo.

REFERÊNCIAS

- BETTIOL, W.; SILVA, C. A.; CERRI, C. E. P. *et al.* **Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical**. Brasília, DF: Embrapa, 2023.
- CLIMATE-DATA.ORG. 2025. **Clima: São João Evangelista**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/search/?q=S%C3%A3o+Jo%C3%A3o+Evangelista>>. Acesso em: 26 mar. 2025.
- FELIPE, R. T. A.; RAYOL, B. P.; VASCONCELOS, B. N. F. *et al.* Sistemas agroflorestais agroecológicos: trajetórias, perspectivas e desafios nos territórios do Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 09–43, 2023.
- LAL, R. Soil organic matter content and crop yield, **Journal of Soil and Water Conservation**, 75:2, 27A-32A, 2020. DOI: 10.2489/jswc.75.2.27A.
- MUHAMMAD, I.; WANG, J.; SAINJU, U. M. *et al.* Cover cropping enhances soil microbial biomass and affects microbial community structure: A meta-analysis. **GEODERMA**, 381 (2021) 114696.
- NETTO, A. J. J. G. F. O.; FAGUNDES, L. M.; PINTO, L. A. S. R. *et al.* Cropping and soil management systems effects on soil organic matter fractions in diversified agricultural fields in the Cerrado. **Rev Bras Cienc Solo**. 2024;48:e0240017.
- PEREIRA, N. S.; CHAVES, A. F.; ALENCAR, T. L. *et al.* **Matéria orgânica do solo: bases para o seu manejo em sistemas de produção vegetal**. Fortaleza, CE: EDIFCE, 2025. ISBN: 978-65-84792-45-6 (e-book).
- SANTOS, M. P. A.; CUNHA, L. S.; BARRAL, U. M. *et al.* Indicadores de qualidade do solo que utilizam parâmetros físico-químicos e microbiológicos: uma revisão sistemática da literatura com o Método Direto. **Revista DELOS**, Curitiba, v.18, n.63, p. 01-24, 2025.
- SOUZA, A. G. V.; FARIA, L. O.; JESUS, T. F. *et al.* Degradação dos solos de agricultura intensiva, diagnóstico e métodos de recuperação. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 11, n. 1, p. 23-29, 2020.