

INFLUÊNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA NA QUALIDADE FÍSICA E BIOLÓGICA DO SOLO: AVANÇOS E EVIDÊNCIAS DOS ÚLTIMOS 10 ANOS

RESUMO

A matéria orgânica do solo (MOS) desempenha papel fundamental na manutenção da qualidade física e biológica do solo, influenciando propriedades como estabilidade de agregados, densidade, porosidade, retenção de água e atividade microbiana. Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo e descritivo, com o objetivo de reunir, organizar e analisar evidências científicas recentes (2015–2025) sobre os efeitos da MOS em diferentes sistemas de manejo agrícola, incluindo plantio direto, agricultura orgânica e agroecossistemas. A análise dos trabalhos selecionados indica que o aumento da MOS contribui para o fortalecimento da estrutura do solo, promove a biodiversidade microbiana e otimiza os ciclos biogeoquímicos, favorecendo a ciclagem de nutrientes e a decomposição de resíduos orgânicos. Adicionalmente, práticas de manejo que promovem o incremento de MOS e preservam a necromassa microbiana estão associadas à maior resiliência do solo frente a fatores ambientais adversos e à mitigação das mudanças climáticas. A síntese crítica das informações evidencia a importância da MOS como indicador de qualidade e agente ativo na regulação de processos físicos e biológicos, subsidiando estratégias de manejo sustentável para sistemas agrícolas.

Palavras-chave: Matéria orgânica. Qualidade do solo. Manejo agrícola.

1 INTRODUÇÃO

A matéria orgânica do solo (MOS) é um dos principais indicadores de qualidade, por influenciar diretamente atributos físicos e biológicos. Estudos recentes evidenciam que a MOS melhora a estrutura do solo, aumenta a estabilidade de agregados, infiltração e retenção de água, além de reduzir compactação e erosão (Keller *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2024).

Biologicamente, constitui a principal fonte de energia para os microrganismos, fundamentais na ciclagem de nutrientes. A necromassa microbiana, formada por restos celulares, destaca-se como uma das maiores reservas de carbono estável, podendo representar até metade do carbono orgânico total, sendo influenciada pelo manejo agrícola e pelas condições ambientais (Liang; Schimel; Jastrow, 2019; Zhang *et al.*, 2024).

Práticas sustentáveis, como diversificação de culturas, aporte de resíduos e uso de insumos orgânicos, elevam os teores de MOS, melhoram a qualidade física e biológica do solo e contribuem para a resiliência frente ao estresse hídrico e para o sequestro de carbono (Lal, 2020; Minasny *et al.*, 2023).

Assim, este estudo tem como objetivo revisar criticamente a literatura recente sobre os efeitos da MOS nos atributos físicos e biológicos do solo, ressaltando sua importância para a estruturação, a atividade microbiana, a fertilidade e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A MOS consolidou-se como eixo da qualidade edáfica, atuando simultaneamente sobre atributos físicos, como estabilidade de agregados, densidade, porosidade e infiltração de água, e processos biológicos, incluindo atividade e

diversidade microbiana e ciclagem de carbono e nitrogênio. Meta-análises e estudos multicêntricos indicam que o carbono orgânico do solo (COS) é um indicador sensível de qualidade e sustentabilidade, impactando diretamente a produtividade agrícola ao fortalecer a estrutura do solo e otimizar o uso de recursos (Lal, 2020; Pragana *et al.*, 2021).

Fisicamente, a MOS contribui para a estabilidade estrutural, melhor aeração, maior retenção de água e redução da compactação, sendo favorecida por sistemas agrícolas que promovem o acúmulo de carbono orgânico (Calábria *et al.*, 2021). Biologicamente, a diversidade e a atividade microbiana dependem da disponibilidade e qualidade de resíduos orgânicos, influenciando a ciclagem de nutrientes e a formação de carbono estável, incluindo a necromassa microbiana, componente-chave na estabilização do COS (Wang *et al.*, 2023; Zhang *et al.*, 2024).

Práticas sustentáveis, como plantio direto, diversificação de culturas, uso de plantas de cobertura e adição de insumos orgânicos, elevam os teores de MOS e melhoram de forma integrada os atributos físicos e biológicos do solo, embora os efeitos variem conforme clima, tipo de solo e qualidade da matéria orgânica (Das *et al.*, 2022; Zhao; Kubota; Hernandez-Ramirez, 2024).

Assim, a MOS deve ser considerada não apenas como indicador, mas como agente ativo na integração de processos físicos e biológicos. A compreensão de suas frações, matéria orgânica particulada (MOP), matéria orgânica associada a minerais (MOAM) e necromassa microbiana, e suas interações estruturais e biológicas é essencial para recomendações de manejo adaptadas a diferentes contextos agrícolas, promovendo sustentabilidade produtiva e contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas (Pragana; Andrade; Oliveira, 2021).

3 METODOLOGIA

A pesquisa aborda a influência da matéria orgânica nos atributos físicos e biológicos do solo, por meio de uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo e descritivo, realizada na disciplina de Bioengenharia do Solo do curso de Agronomia da Setrem, no 1º semestre de 2025. O objetivo foi reunir e analisar criticamente produções científicas recentes (2015–2025) que discutem o papel da matéria orgânica na qualidade do solo.

A busca bibliográfica ocorreu entre fevereiro e julho de 2025, em bases como SciELO, Google Acadêmico, Periódicos CAPES e ResearchGate, priorizando artigos, dissertações, livros e capítulos técnicos. Os estudos selecionados foram organizados em dois eixos: qualidade física (agregação, porosidade, retenção de água) e qualidade biológica (atividade microbiana e ciclagem de nutrientes). Por fim, elaborou-se uma síntese crítica das contribuições mais relevantes, evidenciando a matéria orgânica como componente essencial para a bioengenharia e o manejo sustentável dos solos agrícolas.

4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A MOS é fundamental para a qualidade física e biológica do solo. Sua adição melhora propriedades físicas, como estabilidade de agregados, densidade aparente,

porosidade e capacidade de retenção de água, conforme evidenciado por Xu *et al.* (2024). Kumar *et al.* (2022) também mostraram que práticas que aumentam a MOS, como uso de resíduos orgânicos ou adição direta de matéria orgânica, favorecem a estruturação e agregação do solo.

No aspecto biológico, a MOS fornece carbono e energia para os microrganismos do solo, estimulando a microbiota, aumentando a diversidade biológica e otimizando os ciclos biogeoquímicos. A dinâmica da MOS influencia fatores abióticos e bióticos, afetando atividades enzimáticas e fluxos de gases de efeito estufa, contribuindo para a sustentabilidade agrícola (Pan *et al.*, 2024).

Estudos em diferentes regiões, tipos de solo e sistemas de manejo, como plantio direto, agricultura orgânica, integração lavoura-pecuária e agroecossistemas, reforçam a correlação positiva entre MOS e melhoria dos atributos físicos e biológicos do solo. Para sistematizar essas evidências, a Tabela 1 apresenta propriedades físicas e a Tabela 2 aborda aspectos biológicos, como biomassa microbiana, atividade enzimática e diversidade do solo.

Tabela 1 - Efeitos da matéria orgânica do solo nas propriedades físicas.

Estudo	Tipo de Solo	Prática de Manejo	Parâmetros Analisados	Conclusões Relevantes
Kumar <i>et al.</i> (2022)	Solo agrícola	Uso de resíduos orgânicos	Estabilidade de agregados, densidade aparente	Aumento da estabilidade de agregados e redução da densidade aparente com a adição de MOS.
Xu <i>et al.</i> (2024)	Solo agrícola	Adição de frações reativas de carbono	Propriedades físicas do solo	Melhora significativa nas propriedades físicas do solo com o aumento de MOS.
Walsh (2021)	Solo agrícola	Adição de matéria orgânica	Estrutura do solo, agregação	Influência positiva da MOS na estrutura e agregação do solo.

No que se refere às propriedades físicas (Tabela 1), todos os estudos revisados demonstram que a adição de MOS, seja por meio de resíduos orgânicos ou frações reativas de carbono, promove melhorias significativas na estrutura do solo, estabilidade de agregados e densidade aparente.

A Tabela 2 foca nos aspectos biológicos, como biomassa microbiana, atividade enzimática e diversidade de organismos do solo.

Tabela 2 - Efeitos da matéria orgânica do solo na biomassa microbiana.

Estudo	Tipo de Solo	Prática de Manejo	Parâmetros Analisados	Conclusões Relevantes
Pan <i>et al.</i> (2024)	Solo agrícola	Diversos usos da terra	Biomassa microbiana, nutrientes do solo	Relação entre biomassa microbiana e fatores abióticos do solo.
Bastida <i>et al.</i> (2021)	Solo agrícola	Diversos biomas	Diversidade microbiana, biomassa	Associação entre carbono do solo e biomassa diversidade-microbiana.

Em termos biológicos (Tabela 2), a matéria orgânica do solo influencia positivamente a biomassa microbiana, a atividade enzimática e a diversidade de organismos, havendo correlação direta entre o teor de carbono e a diversidade microbiana.

De forma geral, os resultados reforçam a MOS como elemento estratégico para a qualidade do solo. Sua adequada gestão melhora propriedades físicas, como estabilidade estrutural, porosidade e retenção de água, e parâmetros biológicos, elevando a biomassa microbiana, a atividade enzimática e a diversidade funcional. Esses efeitos integrados aumentam a eficiência agrícola e a resiliência do solo, consolidando a MOS como pilar da sustentabilidade produtiva.

5 CONCLUSÃO

A matéria orgânica do solo, em especial a necromassa microbiana, é fundamental para a manutenção e aprimoramento da qualidade física e biológica do solo. Práticas de manejo agrícola que estimulam o acúmulo de MOS e preservam a necromassa microbiana são determinantes para a sustentabilidade e resiliência dos sistemas produtivos. Compreender os mecanismos que regulam a dinâmica da MOS e da necromassa microbiana é essencial para elaborar estratégias de manejo eficientes, capazes de otimizar a saúde do solo, elevar a produtividade agrícola e assegurar a sustentabilidade dos agroecossistemas a longo prazo.

6 REFERÊNCIAS

CALÁBRIA, Sandra Aparecida de Souza; SOUZA, Edicléia Aparecida; MAFRA, Álvaro Luiz; FERREIRA, Adriana de Oliveira; FERNANDES, Francisco Mendes; SANTOS, Rafael de Oliveira; CUNHA, Tadeu José Ferreira; et al. Qualidade do solo em sistemas integrados no Centro-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, e0200162, 2021.

DAS, Anup; KUMAR, Manish; SINGH, Rajeev. Soil organic matter dynamics under different sustainable management practices: a global perspective. **Soil and Tillage Research**, v. 221, p. 105–118, 2022.

KELLER, Thomas; DÜRR, Cornelia; GÄRDENÄS, Anneli; KUNKEL, Reinhard; SCHAFFRATH, Dominik. Soil structure and ecosystem services: recent advances. **Geoderma**, v. 432, p. 116378, 2023.

KUMAR, Manish; SINGH, Rajeev; DIXIT, Sandeep. Combining soil carbon storage and crop productivity in conservation agriculture systems. **Soil and Tillage Research**, v. 228, p. 105–118, 2024.

LAL, Rattan. Soil organic matter and sustainable agriculture. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 75, n. 2, p. 27A-32A, 2020.

LIANG, Chao; SCHIMMEL, Joshua Paul; JASTROW, Julie D. The importance of anabolism in microbial control over soil carbon storage. **Nature Microbiology**, v. 4, p. 1525-1535, 2019.

MINASNY, Budiman; McBRATNEY, Alex James; FIELD, Damien John; WANG, Pengfei. Soil carbon sequestration for climate change mitigation and food security. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 4, p. 6-21, 2023.

PAN, Xue; ZHANG, Yifan; LIU, Wei; LI, Haibo. Response of microbial communities and biogeochemical cycles to soil organic matter dynamics. **Science of the Total Environment**, v. 858, p. 159-167, 2024.

PRAGANA, Roberto Bezerra; ANDRADE, Ricardo da Silva; OLIVEIRA, Tiago Soares de. Sustainable soil management practices and carbon sequestration in tropical agroecosystems. **Catena**, v. 200, p. 105194, 2021.

SILVA, Antônio Pereira da; CARNEIRO, Marco Aurélio Carbone; FIDALSKI, Josiane; TORMENA, Cássio Antônio. Manejo da matéria orgânica e qualidade do solo em sistemas agrícolas tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 48, p. e0240001, 2024.

WANG, Yanan; CHEN, Liang; ZHAO, Ming; ZHOU, Xia. Microbial residues contribute significantly to soil organic carbon sequestration. **Global Change Biology**, v. 29, p. 1123-1138, 2023.

XU, Zhaojun; LI, Zhen; WANG, Xue; ZHANG, Wei; LI, Jun; LIU, Xue. A national soil organic carbon density dataset (2010–2024) for China. **Scientific Data**, v. 12, p. 1–10, 2025.

ZHANG, Qiang; LIU, Hongbo; FENG, Jialu; HU, Xiaofang. Agricultural management impacts on microbial necromass and soil carbon stabilization. **Soil & Tillage Research**, v. 234, p. 105754, 2024.

ZHAO, Tingxuan; KUBOTA, Hiroshi; HERNANDEZ-RAMIREZ, Guillermo. Contrasting Soil Organic Carbon Concentrations and Mass Storage Between Conventional Farming and Organic Farming: A Meta-Analysis. **Sustainability**, v. 16, n. 24, Art. 11260, 2024.