



## MATÉRIA ORGÂNICA E QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

João Vitor De Paula Silva <sup>1</sup>  
Maria Josélia Gomes Dos Santos <sup>2</sup>  
Pedro Rherick Dias Temóteo <sup>3</sup>  
Lenis Marques Costa Soares <sup>4</sup>  
Maria Ivanilda De Aguiar <sup>5</sup>

### RESUMO

O solo é essencial para a vida terrestre, servindo como habitat para diversos organismos e desempenhando funções como a ciclagem de nutrientes e a decomposição da matéria orgânica. Este estudo foi realizado em agroecossistemas de Baturité e Barreira, no Ceará, com o objetivo de avaliar a qualidade do solo utilizando indicadores visuais, teor de matéria orgânica (MO) e densidade do solo (DS). A metodologia incluiu análises visuais e laboratoriais em áreas de diferentes usos da terra: sistemas agroflorestais, consórcios de culturas, monoculturas e vegetação nativa. Os indicadores analisados foram estrutura do solo, compactação, retenção de água, atividade microbiológica e presença de matéria orgânica, seguindo diretrizes de Nicholls et al. (2004). As medições laboratoriais, baseadas em Teixeira et al. (2017), avaliaram a densidade do solo e o teor de MO. Os resultados mostraram que solos em consórcios, especialmente com alto teor de argila, apresentaram maior retenção de água e atividade microbiológica. Em contraste, solos arenosos apresentaram níveis mais baixos de MO e retenção de água. Concluiu-se que a avaliação integrada dos indicadores do solo é eficaz para monitorar a qualidade do solo e promover práticas sustentáveis de manejo, além de mostrar a importância da participação dos agricultores na identificação de áreas que necessitam de melhorias.

**Palavras-chave:** : Matéria orgânica; indicadores; manejo do solo.

---

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Discente,  
joaovitor@aluno.unilab.edu.br<sup>1</sup>

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Discente,  
joselia@aluno.unilab.edu.br<sup>2</sup>

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Discente,  
temoteopedro@aluno.unilab.edu.br<sup>3</sup>

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Discente,  
lenismarques@aluno.unilab.edu.br<sup>4</sup>

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Docente,  
ivanilda@unilab.edu.br<sup>5</sup>



## INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural vital para os ecossistemas, abrigando uma diversidade de organismos que desempenham funções essenciais, como ciclagem de nutrientes e decomposição de matéria orgânica, contribuindo para a manutenção da vida na Terra (SILVA et al., 2021). Esses organismos favorecem tanto a qualidade do solo, com melhorias em seus aspectos físicos, químicos e biológicos, quanto a sua própria sobrevivência (FROUZ et al., 2006). A diversidade de organismos no solo é um fator importante que aumenta sua qualidade, um tema amplamente discutido em relação à definição e atributos que a mensuram, considerando a diversidade química, física e especialmente relacionada à biodiversidade (MELO, 2017). A qualidade do solo deve ser avaliada por indicadores que reflitam seu dinamismo e que considerem aspectos físicos, químicos e biológicos (ARAÚJO et al., 2012). Dentre os principais indicadores, a matéria orgânica (MO) é fundamental para a saúde do solo, contribuindo para a retenção de água e fertilidade. A densidade do solo ( $D_s$ ) informa sobre a compactação e porosidade, influenciando o crescimento radicular e a infiltração de água. Indicadores visuais também são ferramentas eficazes para a avaliação da qualidade do solo, sendo todos esses parâmetros cruciais para entender a saúde e sustentabilidade do solo.

O trabalho objetivou avaliar de diferentes maneiras e estimar qualidade do solo, com foco em sistemas agroflorestais, através de análises laboratoriais ou visuais.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado nas comunidades de Baturité e Barreira, CE, com foco em áreas de sistemas agroflorestais, consórcios de culturas e vegetação nativa. No Sítio Uruá, em 07 de outubro de 2023, foram avaliadas três áreas: um sistema agroflorestal (SAFu), um consórcio de cajueiro, feijão e macaxeira (CMFM) e uma área de vegetação nativa (VN). Em 15 de fevereiro de 2024, foi avaliado o sítio Monte Monteiro, com três áreas: um sistema agroflorestal (SAFs), um consórcio de banana, cajueiro e macaxeira (BCM) e uma monocultura de banana (MB). No dia 13 de junho de 2024, o sítio Maktub foi avaliado, com um sistema agroflorestal (SAFr) e vegetação nativa (VN). A metodologia seguiu Nicholls et al. (2004), utilizando indicadores visuais para estimar a qualidade do solo, com notas de 1 a 10, tendo participação direta dos agricultores na avaliação. Foram utilizados 10 indicadores, que abordam aspectos físicos (estrutura, compactação, retenção de água, infiltração), biológicos (presença de invertebrados, atividade microbológica) e químicos (estado de resíduos, cor, odor, matéria orgânica, cobertura do solo e erosão). Os parâmetros foram ajustados para facilitar a interpretação e análise. Adicionalmente, foram coletadas 15 amostras de solo indeformadas para determinar a densidade do solo, seguindo a metodologia de Teixeira et al. (2017). As amostras foram secas a 105°C por 48 horas e a densidade foi calculada pela divisão do peso da amostra seca pelo volume do anel de coleta. Também foram coletadas 15 amostras deformadas para determinar o teor de matéria orgânica, utilizando o método da mufla, segundo a metodologia de Teixeira et al. (2017) onde as amostras secas foram pesadas e submetidas a 600°C por 6 horas, calculando a diferença de peso para avaliar a matéria orgânica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da qualidade do solo nas áreas estudadas revelou que quase todas apresentaram médias superiores a 5, exceto a área de consórcio (CMFM) no sítio Uruá (figura 1), que obteve média de 3,7. Essa

baixa qualidade é atribuída à compactação do solo, baixa atividade microbiana e pouca matéria orgânica em decomposição. Em contrapartida, a área de consórcio de banana, cajueiro e macaxeira do sítio Monte Monteiro (figura 1) destacou-se com a maior média. Essa superioridade se deve a um solo bem estruturado, sem compactação, rico em matéria orgânica e com alta atividade microbiana, favorecida pela diversidade de espécies cultivadas. O solo da Serra do Evaristo, que possui alto teor de argila, apresenta maior retenção de água e acelera a decomposição de resíduos orgânicos, conforme indicado por Riaz e Marschner (2020). Contudo, esses benefícios dependem de um manejo adequado, uma vez que solos argilosos podem se compactar e iniciar processos erosivos mais facilmente que solos arenosos. Na área de SAF do sítio Maktub (figura 1), a nota de compactação foi apenas 2, indicando um solo bastante compactado. Comparando as médias de SAFs e áreas de mata nativa, as primeiras apresentaram resultados superiores. Entretanto, a qualidade do solo nas áreas de mata nativa se mostrou inferior, principalmente devido à sua maior concentração de areia e à menor capacidade de retenção de água. O solo da mata nativa, que está próximo a um rio, é afetado pela erosão, que remove a camada superficial do solo.



Figura 1. Valores de indicadores de qualidade do solo, no Sítio Uruá, propriedade da Amália. Na propriedade do Luiz Henrique, na comunidade Quilombola Serra do Evaristo e no sítio Maktub, na comunidade do Riachão do Panta.

A densidade do solo é um indicador importante do estado de conservação e influencia propriedades como infiltração, retenção de água, desenvolvimento radicular e trocas gasosas. Segundo Guariz et al. (2009), a densidade do solo é influenciada pela granulometria e pelo acúmulo de matéria orgânica. As práticas antrópicas, no entanto, podem aumentar a compactação do solo, conforme apontado por Reinert et al. (2008) e Shete et al. (2016). No estudo, todos os locais apresentaram valores de densidade do solo entre 1,16 g/cm<sup>3</sup>



e 1,52 g/cm<sup>3</sup>, que são considerados bons, mas as variações podem ser consequência do manejo adotado.

| Local                | SAF                              | AC        | VN        | AM        |
|----------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                      | Densidade (Ds) g/cm <sup>3</sup> |           |           |           |
| Sítio Monte monteiro | 1,2±0,15                         | 1,4±0,08  | -         | 1,4±0,14  |
| Sítio Uruá           | 1,41±0,07                        | 1,23±0,04 | 1,37±0,05 | -         |
| Sítio Maktub         | 1,16±0,09                        | -         | 1,51±0,16 | 1,52±0,07 |
| Local                | SAF                              | AC        | VN        | AM        |
|                      | Matéria Orgânica (MO) g/kg       |           |           |           |
| Sítio Monte monteiro | 1,41±0,24                        | 1,48±0,24 | -         | 1,3±0,14  |
| Sítio Uruá           | 1,28±0,30                        | 1,67±0,83 | 1,2±0,37  | -         |
| Sítio Maktub         | 8,05±0,87                        | -         | 3,03±0,38 | 3,48±0,90 |

Figura 2. Tabela com valores de densidade média do solo e com as médias do teor de matéria orgânica presente no solo, seguidas dos valores  $\pm$  desvio padrão. Nas três comunidades trabalhadas e suas respectivas áreas. Ds: densidade do solo; AC: Área de consorcio; VN: Vegetação nativa; AM: Área de monocultura. MO: Matéria orgânica.

Embora algumas áreas não apresentem densidade dentro dos limites críticos, os indicadores de compactação mostraram notas abaixo do desejável, como no sítio Maktub (figura 1), que obteve notas de 2 e 4. Essas notas refletem a estruturação inadequada do solo, que anteriormente recebeu manejo como monocultura de cana-de-açúcar e técnicas de irrigação que contribuíram para a compactação. Mesmo após a redução dessas práticas, o solo ainda está comprometido. A umidade do solo na área estudada também foi elevada, uma vez que choveu nos dois dias anteriores à coleta. Na vegetação nativa, a presença de um rio impacta negativamente a atividade microbiana, e a maior proporção de areia reduz a retenção de água.

O teor de carbono no solo é influenciado pela senescência de componentes da biomassa e pela decomposição de folhas, resíduos e animais mortos (SCHUMACHER et al., 2004). Florestas naturais e plantios florestais desempenham um papel crucial no sequestro de carbono, afetando a distribuição de material orgânico no solo, serapilheira, raízes e biomassa (COSTA et al., 2005). A análise da matéria orgânica (MO) revelou que áreas com integração de diferentes culturas apresentaram médias superiores de MO. A monocultura de arroz no sítio Maktub (figura 2) mostrou média de MO maior que a vegetação nativa, possivelmente devido à presença de restos culturais da colheita. O solo no sítio Maktub, com alto teor de argila, apresenta boa retenção de água, especialmente após períodos de chuva. A área de SAF demonstrou encharcamento e uma média de 8,05 de MO no solo, por consequência disso a atividade microbiana foi elevada, evidenciando a importância da matéria orgânica para estimular a biota do solo, fornecendo nutrientes e energia (COSTA et al., 2013, p. 1849). A comunidade da Serra do Evaristo tem um solo argiloso, mas um teor de areia mais elevado, que ainda favorece a acumulação de matéria orgânica devido à boa capacidade de troca de cátions (CTC) e cobertura do solo. No entanto, a declividade acentuada em algumas áreas prejudica a retenção de resíduos culturais. A menor média de MO foi observada no sítio Uruá (figura 2), na área de vegetação nativa, com apenas 1,2 g/kg. Essas características devem ser consideradas, como o alto teor de areia, a baixa



presença de invertebrados e microrganismos, e a diminuta retenção de água, especialmente após períodos secos.

## CONCLUSÕES

A partir do trabalho realizado, pode-se concluir, que as análises de densidade e matéria orgânica do solo, mostram-se importantíssimas para indicar e demonstrar características presentes no solo, além de demonstrar deficiências, muitas vezes encontradas por conta do manejo adotado na área. A avaliação dos indicadores de qualidade do solo, mostrou-se uma ferramenta muito eficiente, principalmente na inclusão por parte do agricultor que ajuda a avaliar sua própria propriedade, por serem indicadores simples e de fácil percepção, além de já mostrar pontos negativos na área, que são passíveis de melhoria. Com relação aos valores obtidos de densidade e matéria orgânica presente nas áreas trabalhadas, foram valores satisfatórios, cada área dentro da sua característica de clima, solo e ambiente. Os indicadores que apresentaram sinais preocupantes em algumas propriedades, como solos compactados, principalmente no sitio Maktub, onde se deve buscar maneiras de contornar esse processo, como a adubação verde. Outro aspecto foi a erosão apresentada pelo sitio Monte Monteiro, devido a declividade do local, sendo necessário utilizar mais ainda o plantio em curva de nível e mais cobertura do solo. Outro ponto crônico foi a baixa presença de microrganismos, baixa retenção de água e baixa decomposição de resíduos por parte do sitio Uruá, sendo necessário investir mais na incorporação de matéria orgânica e cobertura do solo. A prática mais utilizada e mais benéfica foi a integração de diferentes culturas.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Unilab pelo financiamento da pesquisa intitulada Fornecimento de serviços ambientais e qualidade do solo em Sistemas Agroflorestais e executada entre 01/10/2023 e 30/09/2024, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic).

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela oportunidade da bolsa e também aos agricultores que participaram do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; WILDNER, L. P. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. R. Bras. Ci. Solo, v. 29, p. 425-435, 2005.
- BELL, T.; NEWMAN, J. A.; SILVERMAN, B. W.; TURNER, S. I.; LILEY, A. K. The contribution of species richness and composition to bacterial services. Nature, v. 436, p. 1157-60, 2005.
- FROUZ, J. et al. Effects of soil macrofauna on other soil biota and soil formation in reclaimed and unclaimed post mining sites: Results of a field microcosm experiment. Applied Soil Ecology, v. 33, n. 3, p. 308-320, out. 2006.
- MELO, V. F.; SILVA, D. T.; EVALD, A.; ROCHA, P. R. R. Chemical and biological quality of the soil in different systems of use in the savanna environment. Rev. Agro@. on-line, v. 11, n. 2, p. 101-110, 2017.
- NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; DEZANET, A.; LANA, M.; FEISTAUER, D.; OURIQUES, M. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. Biodynamics, n.



250, p. 33-40, 2004.

OLIVEIRA-SILVA, M.; VELOSO, C. L.; NASCIMENTO, D. L.; OLIVEIRA, J.; PEREIRA, D. F.; COSTA, K. D. S. Indicadores químicos e físicos de qualidade do solo. Braz. J. off deve-lo., Curitiba, v. 6, n. 7, p. 47838-47855, jul. 2020. DOI:10.34117/bjdv6n7-431.

RIAZ, M.; MARSCHNER, P. Sandy Soil Amended with Clay Soil: Effect of Clay Soil Properties on Soil Respiration, Microbial Biomass, and Water Extractable Organic C. J Soil Sci Plant Nutr, v. 20, p. 2465-2470, 2020.

SILVA, M. de O.; SANTOS, M. P. dos; SOUSA, A. C. da P.; SILVA, D. L. V. da; MOURA, I. A. Â. de; SILVA, R. S. da; COSTA, K. D. da S. Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. Brazilian Jornal off, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 6853-6875, jan. 2021.

SILVA, P. V. C.; AGUIAR, M. I.; DANTAS, F. M. M.; ALMEIDA, M. V. R.; COSTA, L. de O.; ZULIANI, D. Q. Utilização de indicadores participativos de qualidade do solo em sistemas de produção agrícola familiar. Nativa, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 671-678, 2020. DOI: 10.31413/nativa.v8i5.9852.

TEIXEIRA, P. C. et al. (Ed.). Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e ampla. Brasília: Embrapa, 2017. 573 p.