



# ÍNDICE DE ESTABILIDADE ESTRUTURAL DE UM LATOSSOLO ARENOSO COM CULTURAS DE COBERTURA ANTECEDENDO O ALGODOEIRO

Marina de Andrade Nogueira<sup>1</sup>, Pedro Luan Ferreira da Silva<sup>2</sup>, Camila Pereira Cagna<sup>3</sup>,  
Caroline Honorato Rocha<sup>4</sup>, Fábio Rafael Echer<sup>5</sup>, Cássio Antonio Tormena<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Campus sede – UEM. Bolsista de Apoio Técnico/ CNPq. Ra128021@uem.br

<sup>2</sup>Mestre, doutorando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Campus sede – UEM. Bolsista CAPES. pedroluanferreira@gmail.com

<sup>3</sup>Mestre, doutorando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Campus sede – UEM. Bolsista CAPES. Pg55363@uem.br

<sup>4</sup>Mestre, doutoranda em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista, Campus Presidente Prudente, UNOESTE. Bolsista CAPES. honoratorochac@gmail.com

<sup>5</sup>Doutor em Agronomia, Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista, Campus Presidente Prudente. fabioecher@unoeste.br

<sup>6</sup>Docente e pesquisador no Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Campus sede – UEM. Bolsista Produtividade em Pesquisa Nível 1B/ CNPq. catormena@uem.br

## RESUMO

A estabilidade estrutural do solo governa os mecanismos de funcionamento físico, químico e biológico do solo. Contudo, a intensificação do uso do solo tem ocasionado alterações consideráveis na estrutura do solo. O objetivo deste estudo foi o de avaliar o índice de estabilidade estrutural do solo (IEE) associado com o carbono orgânico do solo (COS) num Latossolo Amarelo arenoso sob sistema plantio direto com culturas de cobertura antecedendo a cultura do algodão. O experimento foi implantado na cidade de em Presidente Bernardes, São Paulo, sob um Latossolo Amarelo distrófico com 825, 30 e 145 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram compostos por: UR) *Urochloa ruziziensis*; UM) Milheto + *Urochloa ruziziensis*; MM) Milheto + Mucuna; Mix) *Urochloa ruziziensis* + Milheto + Mucuna; Pousio) composto pelo manejo de plantas espontâneas. As amostras de solo foram coletadas no ano de 2020 nas quais foram feitas determinações do COS e da granulometria bem como as estimativas do IEE. Os resultados demonstram que os tratamentos MM e Mix apresentaram melhor IEE em superfície, 0-10 cm de profundidade devido os valores >10,5%. O tratamento com maior IEE na camada de 10-20 cm de profundidade foi o MM com IEE de 9,23%. No subsolo, os tratamentos não melhoraram o IEE. Os resultados sugerem que a associação entre duas gramíneas (M+M) proporciona melhores níveis de IEE em função dos ganhos no COS.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carbono orgânico; Culturas de Cobertura; Plantio direto; Qualidade do solo.

## 1 INTRODUÇÃO

A estrutura é um aspecto importante da qualidade dos solos e sua preservação e melhorias são fundamentais para sustentar as funções do solo e o rendimento das culturas (MULLER et al., 2013). A degradação da estrutura do solo tornou-se comum devido a intensificação dos sistemas de produção, ocasionando o declínio da saúde do solo, reduzindo a sua resiliência e tornando as culturas mais sensíveis à seca (LIN et al., 2022). A melhoria da estrutura é fundamental para a manutenção das funções ecossistêmicas do solo devido sua relação com outras propriedades do solo como carbono orgânico, distribuição e estabilidade de agregados, resistência à penetração, relação C/N (ASKARI et al., 2015), diversidade e atividade biológica, crescimento das raízes e das plantas e ciclagem de nutrientes (KAVIDIR; SMICKER, 2005).

Diferente dos solos argilosos, os solos arenosos não apresentam uma estrutura bem desenvolvida e estável em função dos reduzidos teores de matéria orgânica (HUANG; HARTEMINK, 2020), tornando os solos arenosos pouco resilientes e suscetíveis à



degradação (BONETTI et al., 2017). Para reverter a degradação e melhorar a qualidade estrutural de solos arenosos é necessária a adoção de sistemas de produção com considerável aporte de matéria orgânica, a exemplo do plantio direto com culturas de cobertura (SAINJU; SINGH; WHITEHEAD, 2004). Conforme constatado por Cordeiro et al. (2022) após cinco anos, a adoção do sistema plantio direto com culturas de cobertura aumentou o teor de carbono em todas as frações de matéria orgânica num solo arenoso tropical.

A hipótese do presente trabalho é que a introdução de culturas de cobertura no sistema de produção do algodoeiro melhora a estabilidade estrutural de solos arenosos. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o índice de estabilidade estrutural do solo (IEE) associado com a influência das culturas de cobertura no carbono orgânico do solo (COS) de um Latossolo Amarelo arenoso sob sistema plantio direto.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), em Presidente Bernardes, São Paulo (22°11'53" S, 51°40'30" W, 401 m a.s.l.), num Latossolo Amarelo distrófico com 825, 30 e 145 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente. O clima da região encontra-se em uma zona de transição entre megatérmico úmido (Aw) e mesotérmico subúmido (Cfa), com precipitação média anual de 1158 mm, 24,3°C e umidade relativa de 65,1%. O Experimento com culturas de cobertura (CC) em SPD foi instalado no ano de 2015 com cinco tratamentos e cinco repetições, em delineamento experimental de blocos casualizados. Os tratamentos foram compostos por: UR) [*Urochloa ruziziensis*; UM) Milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.] + *Ur. ruziziensis*; MM) Milheto + Mucuna preta [(Piper & Tracy) Holland]; Mix) *Ur. ruziziensis* + Milheto + Mucuna preta; Pousio) composto pelo manejo de plantas espontâneas. As parcelas experimentais apresentavam 15 x 9 m de dimensão, com área total de 135 m<sup>2</sup> por parcela. A coleta de solo foi feita nas parcelas experimentais no ano de 2020, logo após a colheita do algodão, nas camadas de 0-10, 10-20 cm de profundidade.

As amostras de solo foram utilizadas para determinar o teor de carbono orgânico do solo (COS) por meio da metodologia descrita por Wakley e Black (1934). As amostras foram utilizadas na determinação dos teores de areia, silte e argila pelo método do hidrômetro, conforme Gee e Bauder (1986). Os teores de areia e argila e o COS foram utilizados para calcular o índice de estabilidade estrutural (IEE) conforme sugerido por Pieri (1992). Para a classificação da condição estrutural do solo por meio do IEE utilizou-se as seguintes faixas: <5% indica solo estruturalmente degradado; 5% < IEE > 7% indica um alto risco de degradação estrutural do solo; 7% < IEE > 9% indica baixo risco de degradação estrutural do solo; IEE > 9% indica solo não degradado sugerindo que o teor de carbono orgânico do solo é adequado para manutenção da estabilidade estrutural do solo

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O teor de carbono orgânico do solo encontra-se apresentado na Tabela 1. Verifica-se maiores teores na camada de 0-10 cm de profundidade, apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos avaliados.

**Tabela 1:** Teor de carbono orgânico do solo (COS) em Latossolo Amarelo arenoso sob plantio direto com culturas de cobertura

Camada	UR	UM	MM	Mix	Pousio
cm	----- g dm <sup>-3</sup> -----				



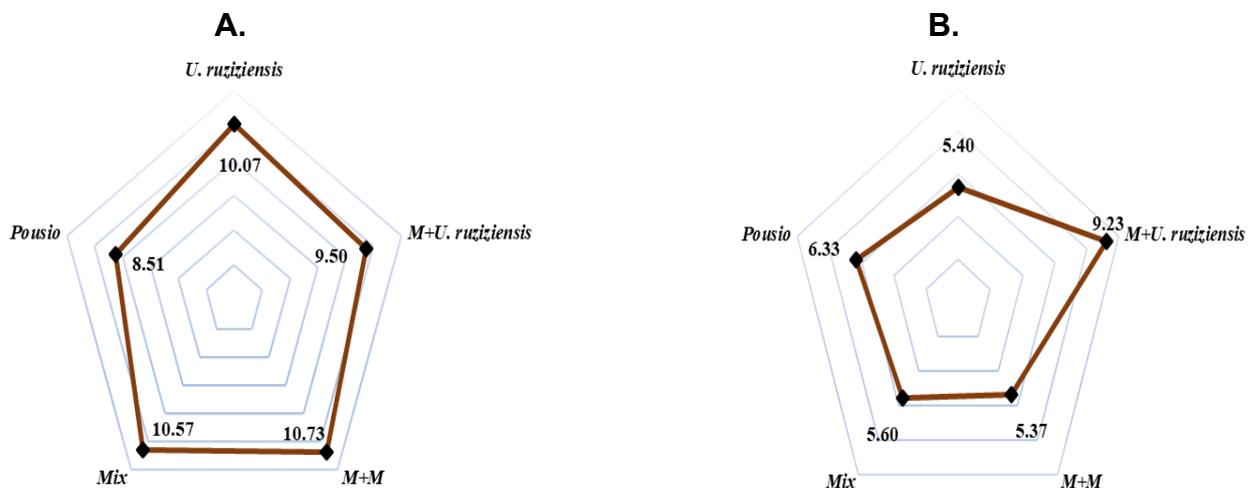
0-10	7,01	6,72	7,22	7,97	6,02
10-20	4,07	7,39	4,02	4,84	4,55

UR) *Urochloa ruziziensis*; UM) Milheto + *Urochloa ruziziensis*; MM) Milheto + Mucuna preta; Mix) *Urochloa ruziziensis* + Milheto + Mucuna preta; Pousio)

Fonte: Dados da pesquisa

Houve redução nos valores de COS em profundidade para os tratamentos UR, MM, Mix e Pousio, por outro lado, houve um incremento no teor de COS de  $0,67 \text{ g dm}^{-3}$  entre as camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade para o tratamento UM, ou seja, um aumento de 9,06% no armazenamento de COS. Esse resultado deve estar relacionado à deposição de carbono no solo pelas raízes das CC, conforme constatado por Austin et al. (2017) em solos do Michigan, nos EUA. Segundo Liang et al. (2022) os fragmentos de raiz representam de 39-59% da entrada de carbono abaixo do solo das CC, contudo, a eficiência da deposição irá depender do histórico de manejo da área, das culturas utilizadas e do nível de fertilidade do solo. Além do mais, processos pedogenéticos e características do subsolo podem influenciar a capacidade do subsolo em armazenar carbono como o acúmulo de argila, transformações de minerais primários e produtos do intemperismo associados em minerais secundários, presença de grandes unidades estruturais em subsuperfície e a atividade microbiana (MOUKANNI et al., 2022).

Os valores médios do IEE encontram-se apresentados na Figura 1. Os percentuais médios foram superiores na camada de 0-10 cm de profundidade, destacando-se os tratamentos MM e Mix com 10,73 e 10,57%, respectivamente. O pousio apresentou o menor IEE 8,51%.



Legenda: CC<sub>1</sub>) *Urochloa ruziziensis*; CC<sub>2</sub>) Milheto + *Ur. ruziziensis*; CC<sub>3</sub>) Milheto + Mucuna; CC<sub>4</sub>) Mix (*Ur. ruziziensis* + Milheto + Mucuna) e, Pousio) (com manejo de plantas daninhas).

**Figura 1:** Gráficos de radar para o Índice de estabilidade estrutural do solo (IEE%) de um Latossolo arenoso sob SPD antecedente à cultura do algodoeiro. Os marcadores indicam os valores médios para os tratamentos nas camadas de 0-10 (A), 10-20 cm de profundidade.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na camada de 0-10 cm verifica-se que os tratamentos UR, UM, MM e Mix apresentaram valores de IEE >10%, indicando que no solo sob esses tratamentos o teor de COS é suficiente para manter a estabilidade estrutural. Por outro lado, sob Pousio o valor médio de IEE <9% indica baixo risco de degradação estrutural do solo. A melhor qualidade estrutural do solo sob UR, UM, MM e Mix pode estar relacionada a interação



dinâmica que ocorre entre as culturas de cobertura, microrganismos e matéria orgânica do solo (BODNER; MENTLER; KEIBLINGER, 2021).

Na camada de 10-20 cm de profundidade, o tratamento UM apresentou IEE de 23%, diferente dos demais tratamentos cujos valores foram <7%. Nos tratamentos com valores <7% sugere-se alto risco de degradação estrutural, que pode estar relacionado a diminuição do teor de COS em profundidade (Tabela 1). Para o UM, o resultado de 9,23% indica que a associação entre duas gramíneas está promovendo melhorias na qualidade estrutural do solo nos primeiros 20 cm de profundidade. Os menores IEE em subsuperfície estão relacionados aos menores teores de COS (Tabela 1) com valores médios de carbono abaixo de 4,0 g dm<sup>-3</sup>. Estes resultados estão de acordo com os de Serme et al. (2016) para um solo com teor de areia >66%. Os autores verificaram um IEE >4% para um sistema de produção sob cultivo mínimo relacionado ao baixo teor de COS. Conforme Meurer et al. (2020) o esgotamento da matéria orgânica do solo é uma das principais causas de deterioração da estrutura do solo em escala de tempo.

Em superfície, na camada de 0-10 cm de profundidade, a manutenção da qualidade estrutural do solo pode estar relacionada a deposição de carbono pelas raízes e parte aérea das culturas de cobertura. É importante salientar que a deposição de matéria orgânica em solos arenosos é essencial para a manutenção de sua funcionalidade, pois a MOS é o principal mecanismo de formação e estabilização da estrutura nestes solos (PIERI, 1992; HUANG; HARTEMINK, 2020). Por outro lado, a retenção de COS via matéria orgânica nos solos arenosos vai depender das condições climáticas e da qualidade do resíduo depositado (SINGH et al., 2019).

#### 4 CONCLUSÕES

O IEE foi maior em superfície, com destaque para o tratamento Milheto + Mucuna nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade. O tratamento com pior índice de estabilidade estrutural do solo foi o Pousio. O carbono orgânico é o principal fator envolvido na melhoria da estabilidade estrutural do Latossolo Amarelo arenoso do presente estudo.

#### REFERÊNCIAS

AUSTIN, E. E.; WICKINGS, K.; MCDANIEL, M. D.; ROBERTSON, G. P.; GRANDY, A. S. Cover crop root contributions to soil carbon in a no-till corn bioenergy cropping system. **GCB-Bioenergy**, v. 9, n. 7, p. 1252-1263, 2017.

ASKARI, M. S.; CUI, J.; O'ROURKE, S. M.; HOLDEN, M. N. Evaluation of soil structural quality using Vis-Nir spectra. **Soil and Tillage Research**, v. 146, part. A, p. 108-117, 2015.

BODNER, G.; MENTLER, A.; KEIBLINGER, K. Plant roots for sustainable soil structure management in cropping system. *In*: RENGEL, Z.; DJALOVIC, I. (Eds.). **The root systems in sustainable agricultural intensification**. Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2021, pp. 45-90.

BONETTI, J. A.; ANGHINONI, I.; MORAES, M. T.; FINK, J. R. Resilience of soils with different texture, mineralogy and organic matter under long-term conservations systems. **Soil and Tillage Research**, v. 174, n. 1, p. 104-112, 2017.



CORDEIRO, C. F. S.; RODRIGUES, D. R.; SILVA, G. F.; ECHER, F. R.; CALONEGO, J. C. Soil organic carbon stock in improved by cover crops in a tropical sandy soil. **Agronomy Journal**, v. 114, n. 2, p. 1546-1556, 2022.

HUANG, J.; HARTEMINK, A. E. Soil and environmental issues in sandy soils. **Earth-Sciences Review**, v. 208, n. 1, e103295, 2020.

KAVDIR, Y.; SMUCKER, A. J. M. Soil aggregation sequestration of cover crop root and shoot-derived nitrogen. **Plant and Soil**, v. 227, n. 1, p. 263-276, 2005.

LIANG, Z.; MORTENSEN, E. Ø.; NOTARIS, C.; ELSGAARD, L.; RASMUSSEN, J. Subsoil carbon input by cover crops depends on management history. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 326, n. 1, p. e107800, 2022.

LIN, L.; PUE, J.; VIVANCO, A. K. M.; BOLT, F. V.; CORNELIS, W. Visual assessment of soil structural quality across soil textures and compaction levels – Part I: Examination of intact soil scores. **Geoderma**, v. 456, n. 1, e116099, 2022.

MEURER, K.; BARRON, J.; CHENU, C.; FIELDING, M.; HALLET, P.; HERMANN, A. M.; KELLER, T.; KOESTEL, J. et al. A framework for modelling soil structure dynamics induced by biological activity. **Global Change Biology**, v. 26, n. 10, p. 5382-5403, 2020.

MULLER, L.; SHEPHERD, G.; SCHINDLER, U. et al. Evaluation of soil structure in the framework of an overall soil quality rating. **Soil and Tillage Research**, v. 127, n. 1, p. 74-84, 2013.

MUNKANNI, N.; BREWER, K. M.; GAUDUN, A. C. M.; O'GEEN, A. T. Optimizing carbon sequestration through cover cropping in Mediterranean agroecosystems: Synthesis of mechanisms and implications for management. **Frontiers in Agronomy**, v. 4, n. 1, p. e844166, 2022.

PIERI, C. J. M. G. **Fertility of Soils: A future for farming in the west African Savannah**. Heidelberg, BW, Springer-Verlag, 348p. 1992.

SAINJU, U. M.; SINGH, B. P.; WHITEHEAD, W. F. Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, USA. **Soil and Tillage Research**, v. 63, n. 1, p. 167-179, 2004.

SERME, I.; OUTTARA, K.; OUTTARA, B.; TAONDA, S. J. B. Short term impact of tillage and fertility management on Lixisol structural degradation. **International Journal of Agricultural Policy and Research**, v. 4, p. 1, p. 1-6, 2016.

SINGH, M.; SARKAR, B.; BOLAN, N. S.; OK, Y. S.; CHURCHMAN, G. J. Decomposition of organic matter as affected by clay types, pedogenic oxides and plant residues addition rates. **Journal of Hazardous Materials**, v. 374, n. 1, p. 11-19, 2019.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v. 37, n. 1, p. 29-38, 1934.