

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

TEORES DE AGREGADOS DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO

Elzelayne Araujo Santos, Heloísa da Silva Barbosa Gomes, Isaque Vieira Rozemberg, Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho

Instituto Federal do Espírito Santo, campus Ibatiba, Núcleo de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica, R. Sete de novembro, 40 - Centro, Ibatiba – ES - Brasil, 29395-000.
elzelayne18@gmail.com, heloisa2gomes@gmail.com, isaquerozemberg@gmail.com, acarvalho@ifes.edu.br.

Resumo

A estabilidade dos agregados do solo é vital para agricultura, afetando a retenção de nutrientes e a resistência à erosão. Fatores como matéria orgânica, microrganismos e práticas agrícolas influenciam essa estabilidade. Este trabalho avaliou a estabilidade dos agregados, calculando o diâmetro médio ponderado (DMP) e o diâmetro médio geométrico (DMG), em diferentes sistemas de uso e manejo do solo e a umidade em três áreas: cultivo de café, mata nativa e plantação de eucalipto abandonada, seguindo o manual da EMBRAPA (2017). As amostras foram coletadas em duas regiões, uma no Espírito Santo e outra em Minas Gerais. As análises mostraram diferenças significativas na estabilidade dos agregados entre as áreas, com o café apresentando menor estabilidade. A mata nativa e o eucalipto abandonado não diferiram entre si e a umidade do solo avaliada não apresentou diferença significativa entre as áreas. O manejo no cultivo de café impacta a estabilidade dos agregados uma vez que o DMP e DMG é menor, e os agregados da mata e eucalipto com maiores DMP, está relacionada à presença de raízes e gramíneas uma vez que são mais abundantes.

Palavras-chave: Estabilidade de agregados, manejo do solo, sustentabilidade agrícola.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica. Agronomia.

Introdução

A estabilidade dos agregados do solo é um conceito essencial na ciência do solo e tem uma importância significativa para a sustentabilidade agrícola. Agregados do solo referem-se a partículas de solo unidas entre si, formando estruturas estáveis que permitem a circulação de ar e água, bem como o crescimento adequado das raízes das plantas (HERNANI, 2021). Esta estabilidade pode ser influenciada por uma série de fatores, incluindo a matéria orgânica presente, a composição mineralógica, a atividade biológica e as práticas agrícolas adotadas (CARNEIRO *et al.*, 2009).

Segundo Hernani (2021), a matéria orgânica é particularmente relevante, pois atua como um "cimento" natural, unindo as partículas do solo e proporcionando a formação de agregados estáveis. Além disso, a atividade biológica, como a presença de microrganismos e raízes das plantas, também desempenha um papel essencial na agregação do solo, através da produção de substâncias que promovem a estabilidade. Dependendo da forma de preparação do solo, o cultivo resulta em mudanças em suas características físicas. As mudanças primárias são evidenciadas pela redução do volume dos macroporos, tamanho dos agregados, taxa de infiltração de água no solo e aumento da resistência à penetração de raízes e densidade (SOUZA *et al.*, 2004).

Práticas agrícolas inadequadas, como o uso excessivo de maquinário pesado, o manejo inadequado de culturas e a remoção excessiva de resíduos vegetais, podem comprometer a estabilidade dos agregados do solo. Isso resulta em um solo mais suscetível à compactação, erosão e perda de nutrientes, impactando negativamente a produtividade das culturas e o equilíbrio do ecossistema (ARCOVERDE, 2013).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Vale ressaltar que a estabilidade dos agregados do solo é uma área de pesquisa contínua, com cientistas e agrônomos buscando constantemente novos métodos e abordagens para melhor compreender e melhorar esse aspecto crítico da saúde do solo. Através da colaboração entre pesquisadores, agricultores e políticas públicas voltadas para a sustentabilidade, é possível garantir a preservação e o uso sustentável dos recursos naturais, contribuindo para uma agricultura mais produtiva e ecologicamente equilibrada.

Neste sentido, o objetivo principal é avaliar a influência do uso e manejo na estabilidade dos agregados do solo, compreender as características e propriedades do solo, permitindo a identificação de situações de manejo que estejam impactando positiva ou negativamente na conservação dos recursos naturais.

Metodologia

A princípio foram escolhidas três áreas, uma de cultivo de café (A1) localizada no município de Ibatiba-ES, mata nativa (A2) e uma plantação de eucalipto abandonada (A3) que estão no município de Lajinha-MG, com intuito de analisar a estabilidade de agregados nessas duas regiões.

Tabela 1: Descrição e caracterização das áreas estudadas.

Áreas	Descrição das áreas
Área 1	Plantio de café Catuaí aproximadamente de 20 anos, com manejo convencional, capina com roçadeira, onde há um revolvimento do solo, espaçamento entre o plantio de 2x1,5m.
Área 2	Área de mata nativa, sem manejo.
Área 3	Área de plantio de eucalipto, aparentemente abandonado, muita samambaia no meio, com presença de gramíneas sem identificação da espécie.

Fonte: Autores, 2023.

Os procedimentos de amostragem e análise seguiu a metodologia da EMBRAPA (2017). Em cada área, foram coletadas três repetições de amostras deformadas em diferentes profundidades: 0-10cm, 10-20cm e 20-30cm. Isso totalizou um conjunto de 27 amostras, escolhidas de forma aleatória. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados até a chegada no laboratório. Após a chegada, as amostras foram mantidas à sombra até a terra atingir o ponto de friabilidade, deixando secar ao ar.

As análises foram realizadas no Laboratório de Ciências Ambientais do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Ibatiba. A partir do bloco coletado no campo, foram fragmentados manualmente após atingir a friabilidade, observando-se os pontos de fraqueza, para que toda a amostra fosse fracionada e transpasse nas peneira com malha 2,00mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), posteriormente as amostras foram acondicionadas em recipientes de plásticos para a realização da análise de umidade.

Para a determinação da umidade atual do solo, foi colocada a amostra de TFSA em lata de alumínio numerada e de peso conhecido, pesou-se a amostra e transferiu para estufa a 105 °C, deixando nesta condição durante 24 horas, retirou-se da estufa colocando em dessecador até esfriar e pesou-se para a realização dos cálculos.

Foi calculado a umidade (h) do solo pela razão entre a massa da água (Ma) contida num certo volume de solo e a massa da parte sólida (Ms) existente nesse mesmo volume conforme a equação 1 (CAPUTO, 2017).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

(1)

$$h(\%) = \frac{(MS - Ma)}{MS} \cdot 100$$

Para a avaliação da estabilidade dos agregados utilizou-se a porção que passou pela malha de 9,52mm e ficou retida na de 4 mm, foi excluído da amostra as extremidades do monólito (alisadas pelas ferramentas na coleta), fragmentos de plantas, pedras, cascalhos e, ou resíduos retidos na peneira de 9,52 mm. Todo o volume da amostra foi armazenado em recipiente plástico, o qual foi mantido fechado até o próximo procedimento para a determinação da estabilidade dos agregados do solo utilizado.

Pesou-se 100g da amostra preparada (seca ao ar e retidas na peneiras de 4,00mm), colocou no agitador mecânico com um jogo de 6 peneiras com malha de 4,00mm; 2,00mm; 1,00mm; 0,50mm e 0,25mm; 105mm, ligou o agitador por 15 minutos.

Os fragmentos retidos nas peneiras, foram transferidos para latas de alumínio devidamente identificadas com massa conhecida. Determinou a massa e o percentual dos agregados retidos em cada peneira e calculou o Diâmetro Médio Ponderado via seca (DMPs).

Para cálculo do diâmetro médio ponderado (DMP) seco e são utilizados os valores obtidos nos peneiramentos, de acordo com a equação 2:

(2)

$$DMP = \sum_{i=1}^n (xi \cdot wi)$$

Em que:

wi = proporção de cada classe de agregados em relação ao total (%);
xi = diâmetro médio de cada classe de agregados (mm).

O diâmetro médio geométrico (DMG) mostra o tamanho mais frequente dos agregados, se dá pela equação 3 (Kemper & Rosenau, 1986):

(3)

$$DMG = EXP \sum_{i=1}^N Wp \cdot \log xi / \sum_{i=1}^N Wi$$

Em que:

Wp = peso dos agregados de cada classe (g);
Xi = diâmetro médio das classes (mm);
Wi = proporção de cada classe em relação ao total (%).

Os dados obtidos após as análises em laboratório, foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias, pelo teste de Tukey (p< 0,05), utilizando o Software livre SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados

A análise de variância mostrou que não houve interação significativa entre os fatores de profundidade e área, ao nível de 5% de significância. Houve efeito isolado das áreas no DMP e DMG (Tabela 1). O resultado demonstrou que a média de estabilidade de agregados do solo na área de café é estatisticamente diferente das médias da mata nativa e da plantação de eucalipto abandonada. No

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

entanto, não foram encontradas diferenças significativas entre a mata nativa e a plantação de eucalipto abandonada.

Tabela 1: Cálculo dos parâmetros físicos diâmetro médio geométrico e diâmetro médio ponderado das três áreas estudadas (via seca).

Área	DMG	DMP
Café - A1	4,14 b	4,25 b
Mata nativa - A2	4,27 a	4,32 a
Eucalipto - A3	4,31 a	4,34 a
CV (%)	0,79	1,37

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si.
Fonte: Autores, 2023.

A tabela 2 apresentada, contém os resultados obtidos após a análise da umidade gravimétrica do solo nas três áreas, identificadas como A1, A2 e A3. Observando os valores da umidade, podemos perceber que o solo nas três amostras varia ao redor de um intervalo relativamente estreito, apresentando médias não significativas (ns), e indicando que as amostras são iguais estatisticamente, em relação a retenção de água.

Tabela 2: Cálculo da umidade gravimétrica das áreas estudadas.

Área	CGA (Kg Kg-1)
Café - A1	0,22 ^{ns}
Mata nativa - A2	0,20 ^{ns}
Eucalipto - A3	0,19 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferenciam entre si; ns: não significativo;
Fonte: Os autores, 2023.

Discussão

A análise da estabilidade dos agregados também é usada para examinar o impacto do sistema radicular da planta na estrutura do solo. De acordo com, Brandão e Silva (2012) a presença de gramíneas favorece a formação e a estabilização dos agregados do solo quando comparada com locais onde não há gramíneas, e que o teor de água adequado do solo contribuiu para maiores valores agregados, como na plantação de eucalipto havia a presença de gramíneas fez com que fosse igual estatisticamente a mata.

Em solos que contêm cobertura vegetal, os macroagregados geralmente são estabilizados pelas raízes e hifas no qual estão associados (MOREIRA, 2006). O papel desempenhado pelas raízes na formação e estabilidade dos agregados do solo é enfatizado por Salton *et al.* (2008), que descreve também a região rizosférica como local de intensa aglomeração juntamente com atividade de hifas fúngicas microscópicas que aumentam a estabilidade dos agregados. Devido ao resultado do sistema radicular denso das gramíneas favorecendo a proximidade dos componentes do solo, os grãos contribuem diretamente para a formação dos agregados (TRUBER, 2013).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

A ausência de diferenças significativas entre a mata nativa e a plantação de eucalipto abandonada é um resultado interessante. Mostra que a ausência da interferência humana na plantação de eucalipto permitiu que o solo começasse a se recuperar e restaurar sua estabilidade de agregados, aproximando-se das condições da mata nativa. A vegetação natural e o processo de regeneração natural da mata podem promover melhorias nas estruturas do solo ao longo do tempo (RODRIGUES, 2006).

A diferença significativa entre a área de café e as outras duas áreas (mata nativa e plantação de eucalipto abandonada) indica que o manejo específico na área de café está influenciando a estabilidade dos agregados do solo.

De acordo com Moreira (2006), essa diferença pode ser atribuída a diversos fatores relacionados ao sistema de cultivo do café, como a intensidade das práticas agrícolas, uso de máquinas e implementos, tipo de cobertura do solo, adubação, entre outros. Essas práticas podem resultar em impactos na estrutura do solo, afetando a formação e estabilidade dos agregados, onde a ação mecânica do cultivo no solo causa a ruptura dos filamentos (hifas) e reduzindo em 76% os macroagregados após um único cultivo, os macroagregados são formados pelas raízes e hifas, assim pode ser uma possível explicação para a plantação de café ter um DMP e DMG menor do que as outras áreas, onde apresenta um manejo convencional na cultura.

A identificação das diferenças na estabilidade de agregados entre as áreas pode ser usada como base para recomendações específicas de manejo agrícola, buscando melhorar a estrutura do solo na área de café e, ao mesmo tempo, aprender com os aspectos benéficos da mata nativa e da recuperação natural do eucalipto, já que não foi observado impactos na sua qualidade do solo por meio dos atributos físicos analisados, resultado este esperado por ser uma área sem interferência humana.

Conclusão

Pode-se concluir, que o manejo na área de café está afetando negativamente a estabilidade dos agregados uma vez que o DMG e DMP são menores.

Referências

ARCOVERDE, Sálvio Napoleão Soares. **Qualidade de uso de solos sob diferentes usos agrícolas na região do entorno do lago de Sobradinho - BA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2013.

BRANDÃO, Eliane Duarte. SILVA, Ivandro de França da. Formação e estabilização de agregados pelo sistema radicular de braquiária em um Nitossolo Vermelho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1193-1199, jul, 2012.

CAPUTO, Homero Pinto; CAPUTO, Armando Negreiros; **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 7. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

CARNEIRO, Marco Aurélio Carbone *et al.* Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 147-157, 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. 573p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>. Acesso em: 01 de junho de 2023.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yjKLJXN9KysfmX6rvL93TSh/abstract/format=html&lang=pt&stop=previ> ous. Acesso em: 26 jul. 2023.

HERNANI, Luis Carlos. Agregação do Solo. Portal Embrapa Solos, 2021.

MOREIRA, Fátima Maria de Souza; MOREIRA, Oswaldo Siqueira. *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2006.

RODRIGUES, Graciela B.; MALTONI, Kátia L.; CASSIOLATO, Ana Maria R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 73-80, 2007.

RODRIGUES, Liliane Garcia da Silva Moraes; GOI, Silvia Regina; RODRIGUES, Fernando Moraes. Revisão: Associação micorrízica como uma estratégia para o estabelecimento de espécies em áreas impactadas. **Journal of Bioenergy and Food Science**-ISSN 2359-2710, v. 1, n. 1, p. 7-19, 2014.

SALTON, Júlio Cesar et al. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 11-21, 2008

SOUZA, ZM de; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 937-944, 2004.

TRUBER, Priscila Viviane. Agregação do solo e ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em sistemas de rotação de culturas. 2013.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica dos estudantes. Ao Ifes pelo apoio referente ao Programa Pesquisador de Produtividade - PPP Edital 11/2022.