

COMPACTAÇÃO DO SOLO NO CAFEEIRO SOB DIFERENTES MANEJOS NAS ENTRELINHAS

**ANA FLÁVIA PEREIRA REGUIM¹, KIRSTHENN LUCIANO RANULFO²,
RAFAEL DE OLIVEIRA FARIA³, CARLOS EDUARDO DA SILVA VOLPATO⁴,
ALDIR CARPES MARQUES FILHO⁵**

¹ Graduanda em Engenharia Agrícola, Depto. De Engenharia Agrícola, Universidade federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. (0xx35) 999359002, ana.reguim@estudante.ufla.br.

² Graduando em Engenharia Agrícola, Depto. De Engenharia Agrícola, DEA/UFLA, Lavras-MG.

³ Eng. Agrícola, Prof. Doutor. Depto. Engenharia Agrícola, DEA/UFLA, Lavras-MG.

⁴ Eng. Florestal, Prof. Doutor. Depto. Engenharia Agrícola, DEA/UFLA, Lavras-MG.

⁵ Eng. Agrônomo, Prof. Doutor. Depto. Engenharia Agrícola, DEA/UFLA, Lavras-MG.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: O uso intensivo de máquinas agrícolas na lavoura cafeeira causa compactação do solo, reduzindo a produtividade da cultura. Este estudo teve como objetivo avaliar diferentes formas de manejo do solo nas entrelinhas do café e sua relação com a compactação do solo. O estudo foi conduzido no Sítio Pimentel, no município de Varginha - MG. Foram avaliados os tratamentos: t1 - solo com cobertura vegetal natural + Braquiária; t2 - Solo descoberto (entrelinha com controle químico total); t3 – solo com cobertura vegetal natural + Braquiária com subsolagem; t4 – solo descoberto (entrelinha controle químico total), com subsolagem. A cobertura vegetal com braquiária teve efeito positivo na atenuação da compactação do solo nas entrelinhas do cafeeiro, o solo com cobertura vegetal apresentou resistência máxima de 2,1Mpa em comparação com 3,0MPa na área de solo descoberto. As maiores resistências se encontram abaixo dos 10cm de profundidade no solo. Com os tratamentos de subsolagem a mesma foi efetiva nos 25 centímetros iniciais. As maiores resistências à penetração do solo foram obtidas nas zonas de tráfego de rodados.

PALAVRAS-CHAVE: Mecanização, índice de cone, braquiária.

SOIL COMPACTION IN COFFEE PLANTS UNDER DIFFERENT INTER- ROW MANagements

ABSTRACT: The intensive use of agricultural machinery in coffee plantations causes soil compaction, compromising its functions, and reducing productivity. This study aimed to assess different soil management practices in the coffee row spaces and their relationship with soil compaction. The study was conducted at Pimentel Farm in Varginha, MG, Brazil. Two treatments were evaluated: t1 - soil with natural vegetative cover + Brachiaria grass; t2 - Uncovered soil (total chemical control in the row spaces); t3 - soil with natural vegetative cover + Brachiaria grass with subsoiling; t4 - Uncovered soil (total chemical control in the row spaces) with subsoiling. The vegetative cover with Brachiaria grass had a positive effect on reducing soil compaction in the coffee row spaces, with the covered soil showing a maximum resistance of 2.1 MPa compared to 3.0 MPa in the uncovered soil area. The highest resistances were found

below 10 cm of soil depth. With the subsoiling treatment, it was effective in the initial 25 centimeters. The greatest soil penetration resistances were obtained in the wheel traffic zones.

KEYWORDS: Mechanization, cone index, brachiaria.

INTRODUÇÃO: A cafeicultura tem um papel de destaque na economia agrícola brasileira, sendo o país, responsável pelo maior volume produtivo mundial. No entanto, o setor enfrenta desafios relacionados à compactação do solo causada pelo uso intensivo de máquinas agrícolas, principalmente trafegando nas entrelinhas em condições de alta umidade do solo (SANTOS et al., 2009; MARTINS et al., 2012; BARBOSA et al., 2020).

Os rodados das máquinas agrícolas são os principais causadores de compactação, devido as altas pressões exercidas que prejudicam a estrutura física solo (MARQUES FILHO et al., 2020; MARQUES FILHO et al., 2022). A compactação do solo é um problema de ordem mundial e afeta todas as culturas agrícolas (KELLER et al., 2019). Estudos realizados por Palma et al. (2013) indicam que a compactação do solo é um dos principais processos responsáveis pela degradação da estrutura do solo em lavouras de café. A pressão exercida pelas máquinas agrícolas nas estreitas faixas de terra entre as fileiras de cafeeiros torna o solo mais suscetível à compactação.

A compactação do solo compromete sua capacidade de desempenhar funções importantes, afetando a qualidade e produtividade das terras agrícolas. Existem diversos métodos para medição dessa resistência, desde formas laboratoriais morosas até mesmo de campo, como o penetrômetro, que um equipamento que mede a resistência a penetração com uma haste padronizada, onde uma força é exercida sobre uma área cônica.

Para mitigar essa alta resistência no solo, o cultivo de plantas de cobertura tem sido uma alternativa viável. As plantas de cobertura ajudam a romper as camadas compactadas do solo, melhorando sua estrutura física. Além disso, elas contribuem para a conservação do solo, prevenindo a erosão eólica e hídrica (VILLAMIL et al., 2006). A adoção de práticas de manejo adequadas, como o cultivo de plantas de cobertura, pode desempenhar um papel fundamental na preservação da estrutura física do solo em lavouras cafeeiras. Isso garante a sustentabilidade e a produtividade a longo prazo do setor, contribuindo para a continuidade do sucesso da cafeicultura no Brasil. A braquiária que é uma gramínea com um sistema radicular altamente agressivo é uma planta muito utilizada para os fins de descompactação e fertilidade do solo o que acaba a tornando uma ótima alternativa para consorcio com o cafeeiro (SILVA et al., 2021).

Outra solução seria o uso de subsoladores (AZEVEDO et al., 2022), que através de suas hastes podem chegar a grandes profundidades no solo, e assim conseguir romper com as camadas que se encontram compactadas, seu efeito tende a ser mais rápido e também é uma alternativa mecanizável, e através de seu sistema melhora as características física e hídricas do solo (TEIXEIRA et al., 2017).

A realização de novas pesquisas na área de compactação do solo para a cultura do café é necessária para entender melhor o processo de desestruturação física do solo nas linhas e entrelinhas, visando a adoção de práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes manejos nas entrelinhas do cafeeiro na resistência à penetração do solo.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado no sítio Pimentel, situado no município de varginha, região sul do estado de Minas Gerais sob as coordenadas de 21°32'52 de latitude sul e 45°20'00 de longitude oeste a 1098 metros de altitude. O solo foi classificado como Latossolo vermelho Distrófico (SANTOS et al., 2018).

A cultivar cafeeira utilizada no experimento foi a Catuaí Vermelho IAC 144 e o delineamento experimental em blocos casualizados, formado pelas entrelinhas de café com 20

metros de comprimento e 3.5m de largura (3.5m em cada lado partindo da linha central das plantas). Aplicou-se 4 tratamentos relacionados a diferentes formas de manejo das entrelinhas do café, sendo t1 - solo com cobertura vegetal natural + braquiária; t2 - Solo descoberto (entrelinha com controle químico total); t3 – solo com cobertura vegetal natural + braquiária, com subsolagem adicional; t4- solo descoberto (entrelinha com controle químico total), com subsolagem adicional. O manejo fitossanitário das parcelas experimentais foi realizado sem variação para todos os manejos nas entrelinhas. O subsolador utilizado continha três hastes espaçadas em 55cm, equipado com ponteira de aço carbono do tipo reta com 9cm de largura, regulado para atingir uma profundidade de 55cm durante a subsolagem.

Para avaliação da compactação do solo utilizou-se um penetrômetro eletrônico manual da marca Falker, modelo Penetrolog1020. A resistência à penetração do solo foi avaliada em transectos sob 10 pontos distanciados da linha de cultivo a cada 0,3m com 5 repetições, totalizando 50 pontos por tratamento (Figura 1).

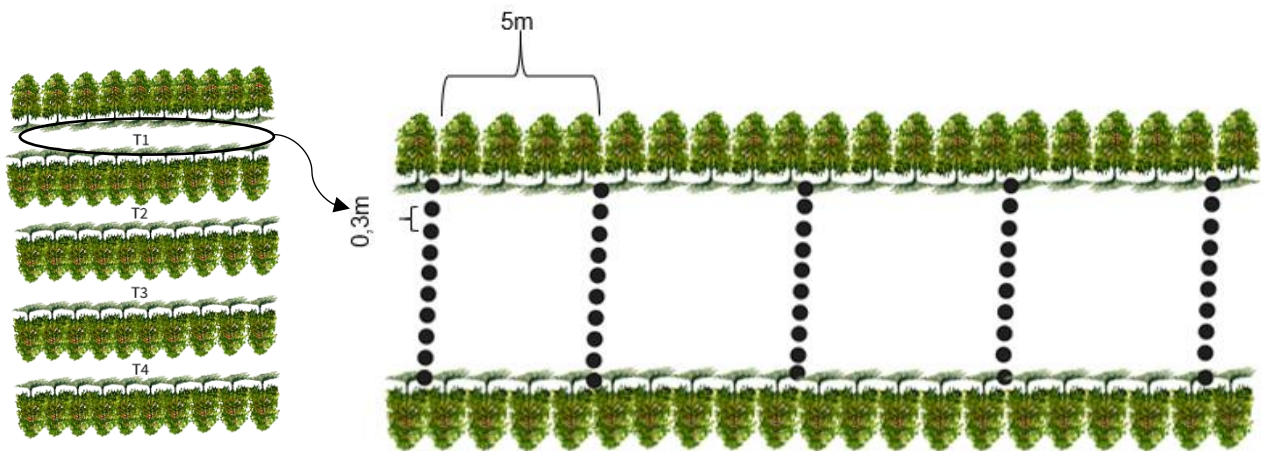
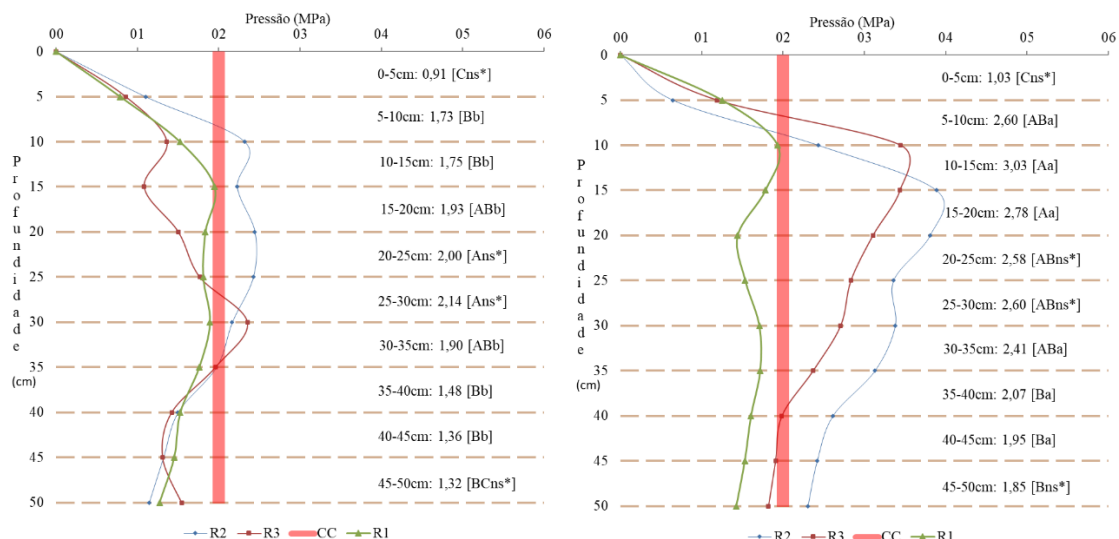


FIGURA 1. Esquema da área de coleta de dados de resistência à penetração do solo em transectos nas entrelinhas do cafeeiro para cada tratamento.

Os pontos localizados na zona de tráfego dos rodados foram selecionados para montagem do índice de cone e foram agrupados os dados das resistências à penetração do solo em três repetições R1, R2 e R3. Foram realizadas comparações entre os sistemas de manejo nas entrelinhas do cafeeiro nas zonas com e sem cobertura vegetal e zonas com e sem subsolagem em solo coberto e descoberto.

Os resultados das resistências à penetração do solo foram submetidos ao teste de normalidade Anderson Darling, análise de variância (ANOVA) e, quando aplicável, teste de Tukey à 5% de probabilidade para cada uma das profundidades estudadas. As resistências à penetração do solo foram interpoladas junto aos testes de médias em um gráfico modelo índice de cone unificado. Todas as análises estatísticas foram feitas no software Minitab v.16.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 2 mostra o índice de cone comparando áreas com e sem cobertura vegetal. A linha em vermelho (CC) representou o ponto de referência para a restrição ao desenvolvimento radicular das principais culturas agrônômicas, estabelecendo o valor crítico de 2MPa (SANTOS et al., 2009; REYNOLDS et al., 2008).



**Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças nas colunas para RSP nas diferentes profundidades de um tratamento. Letras minúsculas indicam diferenças entre linhas dos tratamentos na mesma profundidade.

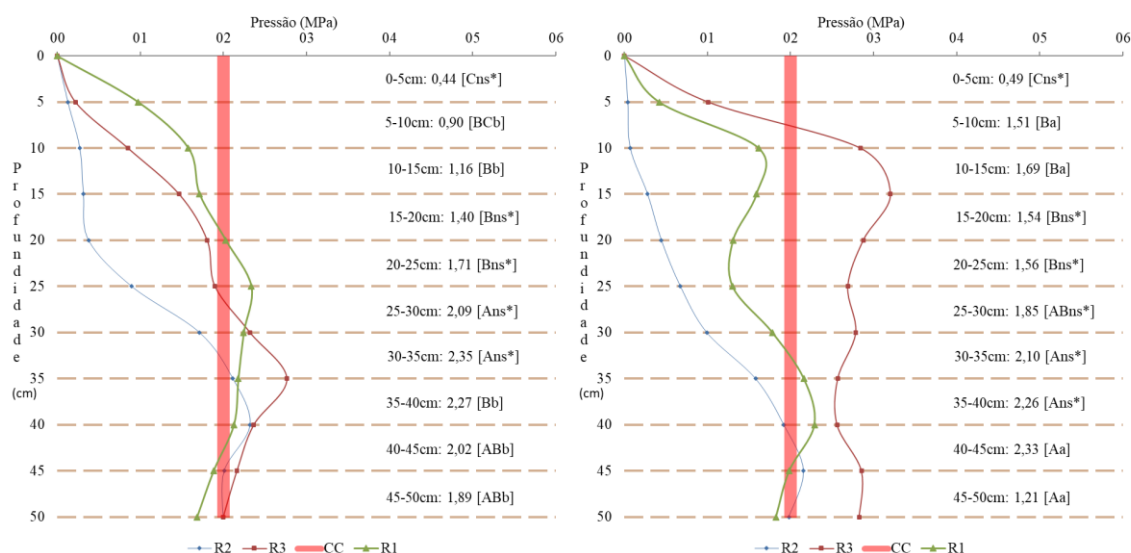
FIGURA 2. Índices de cone para o solo com cobertura vegetal de braquiária (a) e sem cobertura vegetal (b)

Ao analisar a resistência à penetração do solo em diferentes profundidades pelo índice de cone, observa-se que as maiores resistências à penetração ocorrem no solo descoberto. O maior índice de cone da área com cobertura vegetal foi obtido nas camadas de 20 a 30 cm, com médias de 2,0 e 2,1MPa respectivamente, já no solo descoberto os maiores índices estão contidos entre 10 e 20 cm profundidade com 3,0 e 2,7Mpa em média, demonstrando uma redução média de 23% na resistência à penetração no solo quando comparado com a parcela contendo cobertura vegetal.

Na camada superficial do solo (0-5cm), as médias indicam que não ocorreu diferença estatística, entre os tratamentos pelo efeito da cobertura vegetal sobre o solo, porém, nas camadas entre 10 e 20 cm verificou-se diferença entre os tratamentos, indicando que nas áreas com o solo descoberto, ocorre maior turbulência na estrutura do solo. Essa informação torna-se relevante, visto que, nesta camada é que ocorrem grande parcela das raízes de absorção do café.

Em lavouras cafeeiras é comum o manejo com entre linhas descobertas através de roçadas periódicas e controle químico, isso pode prejudicar as condições físicas do solo. Devido a matéria orgânica em decomposição das roçadas nas entrelinhas, a compactação pode ser atenuada em profundidade (SANDOVAL, 2018).

A Figura 3 mostra o índice de cone comparativo das áreas com subsolagem em diferentes manejos nas entrelinhas do café. Os maiores índices se encontram entre 30 e 35 cm com maior média de 2,2MPa no manejo do solo com cobertura vegetal, já no solo descoberto, as maiores resistências ocorrem próximo aos 15cm, com maior média de 3,3MPa. A cobertura vegetal associada com a subsolagem apresentou redução média 30% na resistência à penetração do solo. A subsolagem pode ter aprimorado os índices de degradação da matéria orgânica no solo com maior quantidade de material vegetal e isso pode ter afetado a resistência à penetração deste (SANDOVAL., 2018; AZEVEDO et al., 2022).



**Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças nas colunas para RSP nas diferentes profundidades de um tratamento. Letras minúsculas indicam diferenças entre linhas dos tratamentos na mesma profundidade.

FIGURA 3. Índices de cone para solo com cobertura vegetal de braquiária e subsolagem (a) e sem cobertura vegetal com Braquiaria(b); CC representa a referência para zona de impedimento ao crescimento radicular.

Altas resistências à penetração do solo prejudicam a absorção de água e nutrientes pelas plantas (PALMA et al., 2013; BARBOSA et al., 2020). Martins et al. (2012) verificaram que os solos de lavouras cafeeiras estão sujeitos a altas pressões de contato, principalmente na zona de trânsito de máquinas. Isso pode ser confirmado nos estudos de Marques Filho et al. (2022). Nossos resultados verificaram concentração de cargas na camada de 15 a 18cm de profundidade nos pontos abaixo da zona de tráfego de máquinas.

Nas zonas de tráfego de máquinas a compactação do solo é evidenciada em função dos maiores índices de cone, este fato confirma que os rodados têm alta influência na deformação do solo e acomodação de partículas (MARQUES FILHO et al., 2022).

Ao compararmos a Figura 2 com a Figura 3 verifica-se que a subsolagem possibilita a redução da resistência à penetração do solo, independentemente do manejo do solo nas entrelinhas. Entretanto, essa alteração é mais pronunciada em profundidades acima de 30cm. A zona de alcance do subsolador é importante para modificação da resistência à penetração do solo acima do ponto de inserção das hastes e ponteiros (TEIXEIRA, et al., 2017).

CONCLUSÕES: O manejo das entrelinhas do café com manutenção da cobertura vegetal composta por braquiária teve efeito positivo na redução da compactação do solo. Uma redução da resistência à penetração de 2,1MPa em comparação com 3,0Mpa com uma redução de em média 23% da resistência a penetração da área com solo coberto.

As maiores resistências à penetração do solo foram encontradas nas áreas de tráfego de máquinas e os tratamentos não apresentaram diferença estatística nas camadas superficiais do solo 0 a 5cm.

A subsolagem associada à cobertura vegetal pode reduzir até 30% a resistência à penetração do solo.

REFERÊNCIAS:

AZEVEDO, R.P., SILVA, L.D.C.M.D., PEREIRA, F.A.C., PECHE, P.M., PIO, L.A.S., MANCINI, M., CURI, N., SILVA, B.M. Interactions between Intrinsic Soil Properties and Deep Tillage in the Sustainable Management of Perennial Crops. *Sustainability*, 15, 760, 2022.

BARBOSA, S.M., OLIVEIRA, G.C.DE., SILVA, B.M., BENEVENUTE, P.A.N., SILVA, R.F.DA., CURI, N., MORETTI, B.DA.S., SILVA, S.H.G., NORTON, L.D., PEREIRA, V.M. Deep furrow and additional liming for coffee cultivation under first year in a naturally dense Inceptisol. **Geoderma**. 357, 113934, 2020.

KELLER, T.; SANDIN, M.; COLOMBI, T.; HORN, R.; OR, D. Historical increase in agricultural machinery weights enhanced soil stress levels and adversely affected soil functioning. **Soil and Tillage Research**, 194, 104293, 2019.

MARQUES FILHO, A. C.; MOURA, M. S.; LANÇAS, K. P. Rodados agrícolas, desafios e perspectivas relacionadas ao trânsito de máquinas em áreas cultivadas. **Revista Plantio Direto**, v1, ed.154, p.58-65, 2020.

MARQUES FILHO, A. C.; DE MEDEIROS, S. D. S.; MARTINS, M. B.; DOS SANTOS MOURA, M.; LANÇAS, K. P. Can the Straw Remaining on the Ground Reduce the Wheelsets Impact on Sugarcane Crop? **Sugar Tech**, v.24, n.6, p.1814-1820, 2022.

MARTINS, P. C.C.; JUNIOR, M. S. D.; ANDRADE, M. L. C.; GUIMARÃES, P. T. G. Compaction caused by mechanized operations in a red-yellow latosol cultivated with coffee over time. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.36, n.4, p.391-398, 2012.

PALMA, M. A. Z.; VOLPATO, C. E. S.; SILVA, F. C.; SOUZA, P.; SILVA, J. A. Resistência do solo à penetração em cafezais cultivados com sistema mecanizado e manual. **Coffee science**, Lavras, 2013.

REYNOLDS, W., DRURY, C.F., YANG, X., TAN, C. Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions. **Geoderma**. 146, 466–474, 2008.

SANDOVAL, F. H. B. **Modelagem da sustentabilidade de solo em área sob cultivo de café**. Orientador: Prof. Dr. Zigomar Menezes De Souza. 2018. 69p. Mestrado (Mestrado Eng. Agrícola) - Universidade Estadual De Campinas, Campinas, 2018.

SANTOS, G. A. et al. Capacidade de suporte de carga de um latossolo influenciada pelo manejo de plantas invasoras em lavoura cafeeira. **Coffee Science**, Lavras, v8, 2009.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro De Classificação De Solos**, EMBRAPA, 5ed., Brasília, 2018.

SILVA, R. F.; SEVERIANO, E.; OLIVEIRA, G. C.; BARBOSA, S. M.; PEIXOTO, D. S.; TASSINARI, D.; FIGUEIREDO, T. D. A. F. R. Changes in soil profile hydraulic properties and porosity as affected by deep tillage soil preparation and Brachiaria grass intercropping in a recent coffee plantation on a naturally dense Inceptisol. **Soil and Tillage Research**, v.213, n.1, p.105127, 2021.

TEIXEIRA, J. P.; ANDRADE, D.; LEITE, P. J. S. Efeito da subsolagem na descompactação do solo em cafeeiros. **Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras**, Brasília, 2017.

VILLAMIL, M. B. et al. No-till corn/soybean systems including winter cover crops: effects on soil properties. **Soil Science Society America Journal**, v. 70, n. 6, p.1936–1944, 2006.