

Condutividade hidráulica insaturada e infiltração de água em solo manejado na cafeicultura com diferentes coberturas

Unsaturated hydraulic conductivity and water infiltration in soil managed in coffee growing with different covers

Conductividad hidráulica no saturada e infiltración de agua en suelos manejados en caficultura con diferentes coberturas

Érika Andressa Silva¹; Pedro Antônio Namorato Benevenuto²; Mariany Isabela Soares Domingues²

¹Instituto Federal Catarinense, Videira, Santa Catarina, Brasil.

²Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

RESUMO

Introdução: A cobertura (mulching plástico ou vegetal) sobre a superfície do solo promove variações nas suas condições físicas que podem alterar o processo de infiltração da água.

Objetivo: Estudar o efeito de diferentes coberturas sobre o solo nas taxas de infiltração de água e condutividade hidráulica não saturada (K).

Metodologia: Os testes de infiltração foram realizados com mini disco e Cornell Sprinkle Infiltrometer (CSI) numa área experimental de Latossolo Vermelho argiloso. Densidade (Ds) e Macroporosidade (Macro) foram determinados a partir de amostras indeformadas coletadas com anel volumétrico. Os tratamentos consistiram: cobertura do solo na linha com mulching de plástico branco (Pb), cobertura do solo na linha com restos de braquiária proveniente de cortes periódicos na entrelinha (Bq) e cobertura do solo na linha com restos de plantas que crescem nas entrelinhas de plantio e são roçadas periodicamente - convencional (Pe). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com 3 repetições e 3 tratamentos. Os dados de infiltração foram implementados em planilhas eletrônicas e calculada a K. Os dados de K, Ds e Macro foram submetidos à análise de variância e teste de médias tukey ($P < 0,05$).

Resultados: Maiores valores de K e Macro foram observados no manejo Bq.

Conclusão: A cobertura plástica sob o solo afetou negativamente a condutividade hidráulica não saturada causando redução das taxas de infiltração de água no solo.

Palavras-chave: Braquiária; Cafeeiro; Infiltrômetro; Mulching.

ABSTRACT

Introduction: Coverage (plastic or vegetable mulching) over the soil surface promotes variations in its physical conditions that can alter the water infiltration process.

Objective: It was to study the effect of different soil coverings on water infiltration rates and unsaturated hydraulic conductivity (K).

Methodology: In this study, infiltration tests were conducted using a mini disk and Cornell Sprinkle Infiltrometer (CSI) in an experimental area under clayey Red Latosol. Density (Ds) and Macroporosity (Macro) were determined from undisturbed samples collected with a volumetric ring. The treatments consisted of: covering the soil in the row with white plastic mulching (Pb), covering the soil in the row with brachiaria remains from periodic cuts between the rows (Bq) and covering the soil in the row with remains of plants that grow between the rows of planting and are cut periodically - conventional (Pe). The experimental design employed randomized blocks with 3 replications and 3 treatments. The infiltration data were implemented in electronic spreadsheets and K was calculated. The K, Ds and Macro data were submitted to analysis of variance and tukey mean test ($P < 0.05$).

Correspondência:

Érika Andressa da Silva

Instituto Federal

Catarinense, Videira,

Santa Catarina, Brasil.

Email: erika.silva@ifc.edu.br

Results: Higher K and Macro values were observed in Bq management.

Conclusion: The plastic cover over the soil negatively affected the unsaturated hydraulic conductivity, causing a reduction in the infiltration rates of water in the soil.

Keywords: Brachiaria; Coffee tree; Infiltrometer; Mulching.

RESUMEN

Introducción: La cobertura (plástico o acolchado vegetal) sobre la superficie del suelo promueve variaciones en sus condiciones físicas que pueden alterar el proceso de infiltración del agua.

Objetivo: Estudiar el efecto de diferentes coberturas del subsuelo sobre las tasas de infiltración de agua y la conductividad hidráulica no saturada (K).

Metodología: Las pruebas de infiltración se realizaron con un minidisco y un infiltrómetro Cornell Sprinkle (CSI) en un área experimental bajo un Latosol rojo arcilloso. La densidad (Ds) y la macroporosidad (macro) se determinaron a partir de muestras no perturbadas recolectadas con un anillo volumétrico. Los tratamientos consistieron en: cubrir el suelo de la hilera con acolchado plástico blanco (Pb), cubrir el suelo de la hilera con restos de brachiaria de cortes periódicos entre hileras (Bq) y cubrir el suelo de la hilera con restos de plantas que crecen entre las hileras de plantación y se cortan periódicamente - convencional (Pe). El diseño experimental fue en bloques al azar con 3 repeticiones y 3 tratamientos. Los datos de infiltración se implementaron en planillas electrónicas y se calculó K. Los datos K, Ds y Macro se sometieron a análisis de varianza y prueba de media de Tukey ($P < 0.05$).

Resultados: Se observaron mayores valores de K y Macro en el manejo de Bq.

Conclusión: La cubierta plástica bajo el suelo afectó negativamente la conductividad hidráulica no saturada provocando una reducción en las tasas de infiltración de agua en el suelo.

Palabras-clave: Brachiaria; café; infiltrómetro; Mulching.

INTRODUÇÃO

A infiltração de água no solo compreende o processo de entrada de água através da superfície, e a água que infiltra é responsável pela recarga de aquíferos. A água armazenada no solo via infiltração é utilizada também pelas plantas, no desempenho de suas funções vitais (KLEIN; KLEIN, 2014).

A infiltração de água é dependente de fatores relacionados às características da precipitação (intensidade, volume e tamanho das gotas) e condições físicas do solo (porosidade, densidade, compactação, textura, profundidade, umidade antecedente, declividade e forma de vertente (SANTOS; PEREIRA, 2013).

Desta forma, ao alterar as propriedades físicas, o uso e manejo do solo podem influenciar na sua capacidade de infiltração (MANCUSO et al., 2014). O manejo com coberturas (mulching plástico e mulching vegetal) na superfície do solo também pode auxiliar na interceptação das gotas de chuva e na dissipação de sua energia, evitando a desagregação das partículas e a formação do selamento superficial (PINHEIRO et al., 2009).

Para Zaluski e Antoneli (2014) o tipo de cobertura na superfície do solo é o principal fator que determina o processo de infiltração. As coberturas vegetais sob o solo têm causado alterações positivas em sua estrutura, contribuindo para incrementos de matéria orgânica. Consequentemente, tem-se observado agregados mais estáveis e arranjos estruturais mais favoráveis aos fluxos de água e ar no solo (SILVA et al., 2020).

Por outro lado, a cobertura do solo com plástico, apesar de reduzir as perdas de água para atmosfera, pode ocasionar selamento das camadas superficiais do solo com redução da macroporosidade e condutividade hidráulica não saturada, dificultando a infiltração de água no solo (SOUZA et al., 2018).

Atualmente, visando verificar o efeito do manejo do solo em propriedades como condutividade hidráulica, tem-se buscado métodos práticos para determinações em campo. Nesse sentido, o mini infiltrômetro de disco, cujo princípio de funcionamento se baseia na determinação do coeficiente de infiltração da água no solo conforme variações da coluna de água no tubo de Mariotte (WATSON, 1986) têm sido recomendado, por também permitir o cálculo da condutividade hidráulica

do solo não saturado. Este equipamento apresenta vantagens de utilização no campo, pela facilidade de transporte, utilização de pouca quantidade de água para sua operação e pequeno porte, o que facilita seu uso em diferentes pontos e em intervalos de tempo reduzidos (MENDES, 2008; NGOLO et al., 2017).

Da mesma forma, o infiltrômetro de Cornell, conforme descrito por Ogden et al. (1997) pode oferecer vantagens em relação a outros métodos, como o de duplo anéis concêntricos, tais como: umedecimento do solo de maneira mais natural, pelo fato do equipamento tratar-se de um simulador de chuva, eliminando possíveis efeitos provocados por uma descarga de água instantânea, o que é muito comum em outros métodos. Também se cita uma condição de simulação mais realista para representar o efeito da rugosidade e cobertura da superfície do solo nas taxas de infiltração de água.

Em muitas situações, a demanda por água para realização dos ensaios com o Cornell é pequena, e a avaliação pode ser conduzida por uma única pessoa, pois o equipamento é portátil, de fácil transporte e calibração. Por fim, o Cornell permite simular uma ampla faixa de taxas de precipitação e o custo de construção pode ser considerado relativamente baixo (SERRATTO et al., 2019).

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi estudar o efeito da cobertura do solo nas taxas de infiltração de água e condutividade hidráulica não saturada de um Latossolo Vermelho sob cultivo de cafeeiros.

METODOLOGIA

Área experimental e tratamentos

O estudo foi conduzido em área de lavouras cafeeiras, implantadas em Dezembro de 2016, em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico textura argilosa (SANTOS et al., 2018). Foi utilizada a cultivar "Mundo Novo 379-19" em espaçamento de 3,6 metros nas entrelinhas de plantio e 0,75 metros entre plantas.

O mulching utilizado consistiu de um filme plástico de polietileno, de dupla face preta e branca, com 1,60 m de largura que foi alocado nas linhas de cafeeiros logo após o plantio. Com relação à braquiária e as plantas espontâneas, estas foram conduzidas num consórcio. Conforme descrito em Silva et al.(2020a), a braquiária (*Urochloa decumbens*) foi cultivada nas entrelinhas dos cafeeiros. Foi semeada a lanço, delimitando uma faixa de 1,60 m na entrelinha do cafeeiro, reservando uma distância de 1,0 m da linha de plantio. Utilizou-se 10 kg ha⁻¹ de sementes. Nesse manejo a braquiária foi roçada antes do florescimento e a biomassa disposta nas linhas de cultivo do cafeeiro com auxílio de rastelo (Figura 1).



Figura 1. Linhas de cafeeiros com cobertura plástica (a); Manejo das entrelinhas de cafeeiros com alocação de resíduos de braquiária para as linhas de cultivo (b). Fotos: Autores (2023)

No consórcio cafeeiro e plantas espontâneas foi realizado o controle das plantas daninhas com roçadora mecânica e os resíduos também foram alocados na linha de plantio com auxílio de rastelo, conforme realizado para os resíduos vegetais no tratamento com braquiária (SILVA et al., 2020a).

Dessa forma, neste estudo, avaliou-se a capacidade de infiltração do solo considerando a linha de plantio de cafeeiros sob três tratamentos, sendo: cobertura do solo na linha com mulching de plástico branco (Pb), cobertura do solo na linha com restos de braquiária proveniente de cortes periódicos na entrelinha (Bq) e cobertura do solo na linha com restos de plantas que crescem nas entrelinhas de plantio e são roçadas periodicamente - convencional (Pe).

Ensaio de infiltração

Foram realizados ensaios com o mini disco e infiltrômetro de Cornell (Figura 2a,b), conforme será descrito.



Figura 2. Ensaio com o infiltrômetro de mini disco (a) e infiltrômetro de Cornell (b) em campo. Fotos: Autores (2023).

Infiltrômetro de Mini disco

Na determinação da condutividade hidráulica (K) do solo não saturado utilizou-se um mini infiltrômetro de disco da Decagon Devices® (Figura 2a).

Para a execução dos ensaios de determinação de K foram realizadas leituras a cada 30 s durante 5 minutos até que se atingisse infiltração constante. A taxa de infiltração acumulada da água no solo (I) na camada superficial foi ajustada em função da raiz quadrada do tempo (Equação 1), conforme metodologia proposta por Zhang (1997).

$$I = C1t + C2\sqrt{t} \quad \text{Equação 1}$$

em que: C1 ($m s^{-1}$) e C2 ($m s^{-1/2}$) são obtidos pelo ajuste da equação 1 aos dados de infiltração acumulada. De posse de C1, extraído da equação 1, a K ($cm s^{-1}$) pode ser determinada com base na equação 2 abaixo:

$$k = \frac{C1}{A} \quad \text{Equação 2}$$

O parâmetro A foi obtido em uma tabela fornecida pelo fabricante, sendo dependente do tipo de solo, da carga hidráulica aplicada, e do diâmetro do disco do infiltrômetro. Assim, A quando $n < 1,9$ é calculado pela equação 3:

$$A = \frac{11,65(n^{0,1}-1) \exp[7,5(n-1,9)\alpha h]}{(\alpha r)^{0,91}} \quad \text{Equação 3}$$

Na condução deste estudo, de acordo com a planilha disponibilizada no manual do fabricante, sendo o solo argiloso, os parâmetros α e n , assumiram os valores 0,008 e 1,09, respectivamente. O equipamento foi ajustado à carga hidráulica (h) de -3 cm e o raio (r) do mini disco é 2,25 cm. Os dados de infiltração coletados com o infiltrômetro de mini disco foram ajustados em planilhas eletrônicas

da Microsoft Excel fornecidas pelo fabricante.

Infiltrômetro de Cornell

Para mensurar a taxa de infiltração de água no solo, em cada tratamento foi utilizado o Cornell Sprinkle Infiltrometer (CSI), que é um simulador de chuva portátil, com volume de 20,6 litros, equipado com 69 tubos gotejadores na sua parte inferior (Figura 2b). O CSI é fixado sobre um cilindro de 0,241m de diâmetro e na parte superior possui uma entrada para recarga e outra onde se insere um capilar de vidro que permite a regulagem da altura da carga hidráulica e, conseqüentemente da intensidade de chuva desejada.

Para coletar o escoamento, o anel possui um orifício onde é acoplado uma mangueira que direciona o volume escoado para o interior de um reservatório. O início do escoamento é contabilizado a partir da formação de um filete contínuo de água na mangueira coletora. Saliencia-se que para o solo em estudo não foi verificado escoamento dentro do intervalo de realização dos testes.

O teste teve duração de 60 minutos, tendo sido realizadas leituras a cada 3 min. Os dados médios de infiltração acumulada obtidos após uma hora de ensaio foram ajustados ao modelo de Kostiakov (Equação 4) e os gráficos plotados com auxílio do Sigma plot 12.0. Enfatiza-se que foi realizado o ajuste utilizando equações potenciais, considerando que no modelo de Kostiakov, a variável dependente é a taxa de infiltração (TI) e a variável independente o tempo (x).

$$I = k T^a \quad \text{Equação 4}$$

Onde: I = infiltração acumulada (cm); k = constante dependente do solo e condições iniciais; T = tempo de infiltração (min); e a = constante dependente do solo, variando de 0 a 1.

A partir da derivação da Equação 4, obteve-se a equação 5 que define a velocidade de infiltração (VI):

$$VI = 60 K n T^{n-1} \quad \text{Equação 5}$$

Onde: VI = taxa de infiltração da água no solo (cm h⁻¹); T = tempo (min); K = constante dependente do solo, n = constante dependente do solo variando de 0 a 1.

Determinação da umidade, densidade e macroporosidade do solo

Antes e após a realização dos testes de infiltração também foram coletadas amostras deformadas de solo para determinação da umidade gravimétrica (g g⁻¹). A umidade do solo foi obtida pelo método padrão da estufa.

Foram coletadas amostras indeformadas, em 3 repetições de cada tratamento para determinação da densidade do solo (Ds), a qual foi realizada pelo método do anel volumétrico. E a macroporosidade (Macro) foi calculada pela diferença entre a porosidade total (umidade de saturação) e a microporosidade (potencial matricial de -6 kPa) (Teixeira et al., 2017).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com 3 repetições e 3 tratamentos. Os dados de K, Ds e Macro obtidos foram submetidos à análise de variância seguida do teste de médias Tukey (p < 0,05), com o uso do software InfoStat®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Saliencia-se que no momento da realização dos ensaios de infiltração todos os tratamentos encontravam-se com teores de umidade semelhantes (Pb: 0,11 g g⁻¹ ; Bq: 0,15 g g⁻¹ ; Pe: 0,15 g g⁻¹). Mas após a realização dos testes, a umidade do solo no tratamento Bq – (0,41 g g⁻¹) foi superior ao observado nos tratamentos Pb - (0,34 g g⁻¹) e Pe – (0,34 g g⁻¹), o que certamente, se deveu a maior infiltração de água em Bq (Figura 3A e 3B).

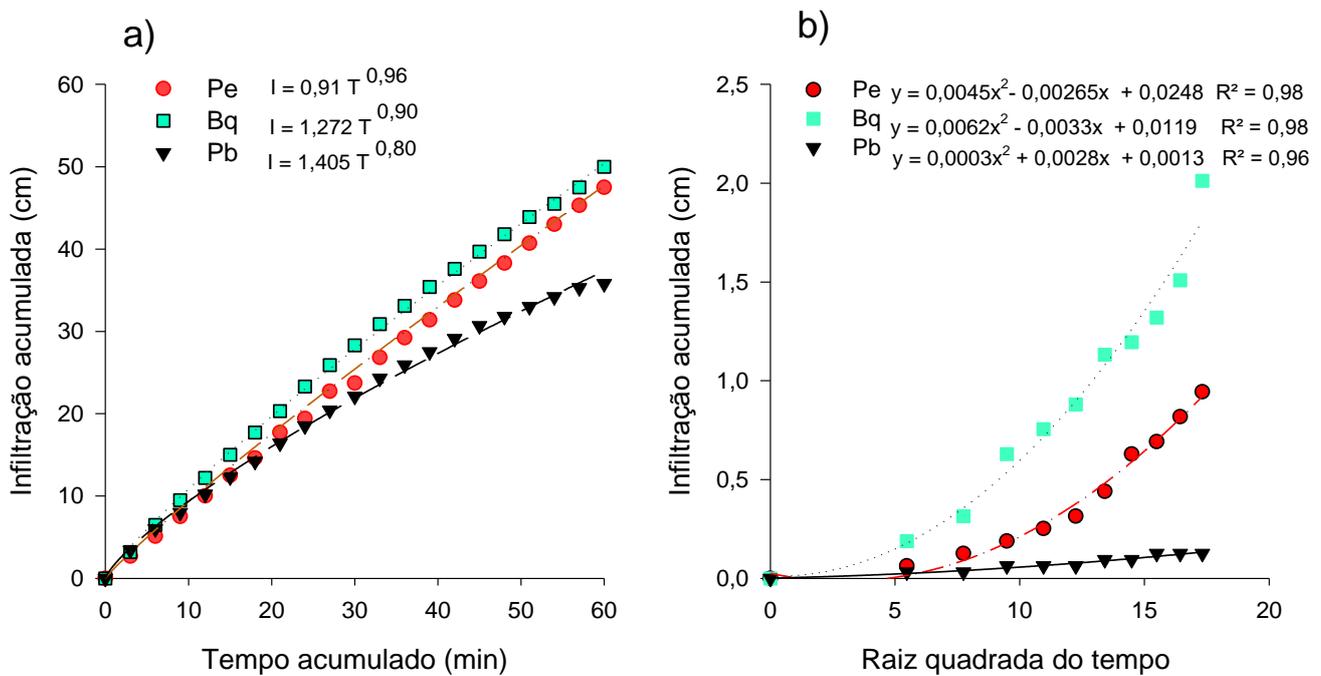


Figura 3. Infiltração de água acumulada em Latossolo sob cultivo de cafeeiros manejado com diferentes coberturas: A) Infiltrômetro de Cornell B) Infiltrômetro de mini disco. Pe: planta espontânea, Bq: braquiária, Pb: plástico branco.

Os dados de infiltração acumulada, obtidos com o infiltrômetro de Cornell e ajustados ao modelo de Kostiakov (Figura 3A), bem como os dados obtidos pelo infiltrômetro de mini disco e modelados em função da raiz quadrada do tempo (Figura 3B) demonstraram maiores taxas de infiltração de água nas linhas de cafeeiro cobertas com restos de braquiária das entrelinhas (Bq).

Portanto, a cobertura plástica afetou negativamente a estrutura do solo, o que também pode ser verificado pela redução de Macro (Figura 4b) e aumentos da Ds (Figura 4c). Em consequência, a K decresceu na seguinte ordem: Bq > Pe > Pb (Figura 4a).

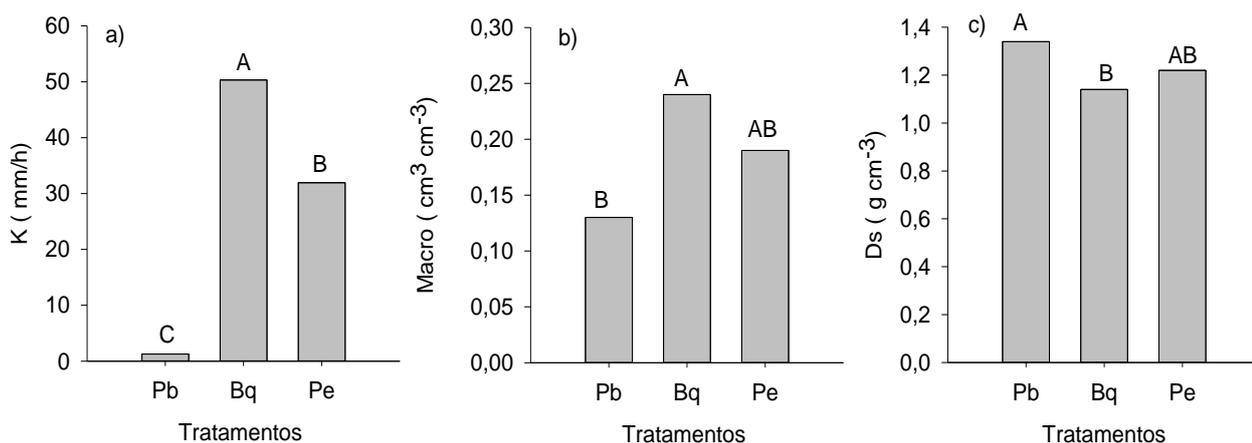


Figura 4. Condutividade hidráulica não saturada (a), macroporosidade (b) e densidade do solo (c) de linhas de cafeeiros sob diferentes coberturas: Pe - planta espontânea, Bq - braquiária, Pb - plástico branco. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey (5%).

O aumento do conteúdo de matéria orgânica do solo, a partir da introdução dos restos vegetais de braquiária ou plantas espontâneas nas linhas de cultivo, pode ter contribuído para a melhoria dos atributos físicos do solo, com redução da Ds, e incrementos na Macro (SILVA et al., 2020b). Por consequência, em relação à cobertura plástica (Pb), as taxa de infiltração de água e a

condutividade hidráulica (K) não saturada foram mais elevadas no solo que recebeu restos vegetais de braquiária (Bq) ou plantas espontâneas (Pe) (Figura 4a, b, c).

A matéria seca promovida pela braquiária e outras espécies forrageiras contribui para maior proteção do solo evitando a formação de crostas superficiais (PINHEIRO et al., 2009). E a matéria orgânica proveniente dos resíduos dessa gramínea apresenta importante papel como um dos fatores determinantes da estabilização de agregados (SILVA et al., 2016) e porosidade (CARDUCCI et al., 2015), o que influencia diretamente no aumento da capacidade de infiltração de água no solo.

Todavia, a análise das curvas de infiltração de água e os atributos físicos D_s e Macro, mostraram que a cobertura plástica alterou as características da camada superficial do solo de modo que pode ter causado um selamento, o que pode resultar nesse manejo, em maior escoamento e problemas erosivos no solo. Ademais, quando as taxas de infiltração se apresentam em níveis muito reduzidos, pode ocorrer um déficit hídrico e nutricional nas plantas, fazendo com que as raízes se desenvolvam superficialmente, reduzindo a produtividade (MORAES et al., 1995).

Os valores para velocidade básica de infiltração (VIB) calculada com base no modelo empírico proposto por Kostiakov encontram-se no intervalo de 30-50 cm h^{-1} (Figura 5), considerada muito alta pela classificação proposta por Bernardo et al. (2019).

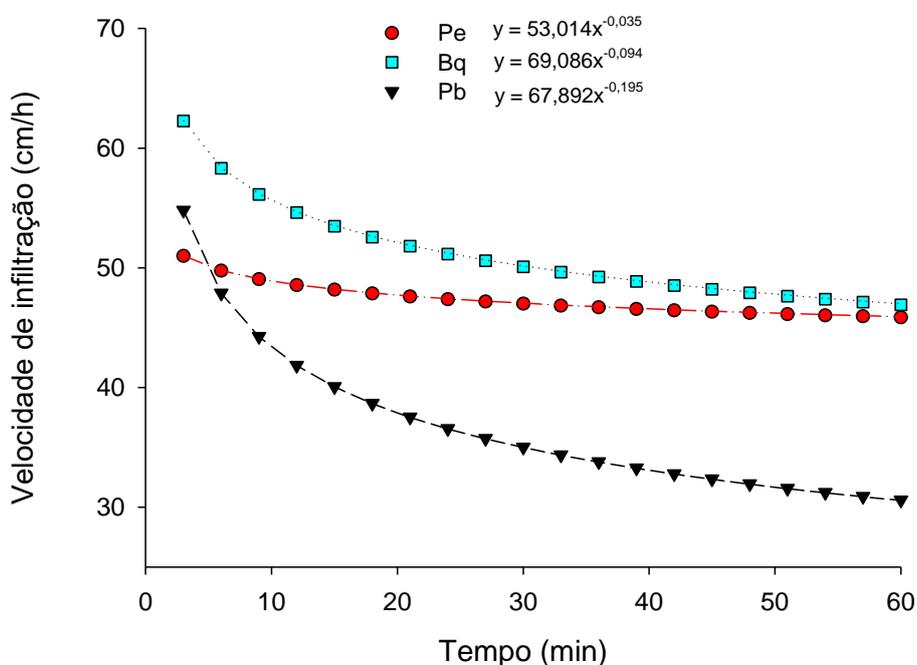


Figura 5. Velocidade de Infiltração de água (cm/h) em Latossolo sob cultivo de cafeeiros manejado com diferentes coberturas: Pe: planta espontânea, Bq: braquiária, Pb: plástico branco.

Cabe destacar que o solo estudado é um Latossolo argiloso, intemperizado, com estrutura forte, muito pequena e granular, características estas que lhe atribuem comportamento físico semelhante à de um solo arenoso. Por isto, Scopel, Sousa e Martins (2013) em estudo conduzido em solos muito arenosos (Neossolos Quartzarênicos) na região do cerrado brasileiro que abrange o estado de Goiás, encontraram valores de taxa de infiltração de água no solo, aplicando a metodologia dos anéis concêntricos, na faixa entre 40 a 70 cm h^{-1} .

Da mesma forma, Andrade et al.(2020), também obtiveram para um Latossolo Vermelho distroférrico, localizado no município Diorama-GO, valores de VIB de 68,6 cm h^{-1} para uma área sob sistema de integração lavoura-pecuária e 42,3 cm h^{-1} , para o mesmo solo sob pastagem em estágio de degradação. Já Bono et al. (2012) encontrou um valor de VIB, para um Latossolo Vermelho no sudoeste de Goiás na grandeza de 88,83 cm h^{-1} .

Nunes et al. (2012) observou que solos com maior cobertura vegetal tendem a ter maior VIB, devido a fatores como presença de matéria orgânica e alta atividade microbiológica, razões estas que também podem justificar as maiores VIB nas linhas de cultivo com restos de braquiária e ou plantas espontâneas.

CONCLUSÃO

Coberturas das linhas de cultivo dos cafeeiros com restos vegetais de braquiária ou plantas espontâneas favoreceram a macroporosidade do solo e conseqüentemente maiores taxas de infiltração de água e condutividade hidráulica não saturada.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, V.D.; FERREIRA, U.S.; PONCIANO, V.F.G.; PONCIANO, I.M. Capacidade de infiltração no solo em área de pastagem degradada e sistema ILP no primeiro ano. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.2, p.6083-6087, 2020.

BERNARDO, S., MANTOVANI, E.C., SILVA, D.D., SOARES, A.A.; **Manual de irrigação**. 9.ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2019. 545p.

BONO, J.A.M.; MACEDO, M.C.M.; TORMENA, C.A.; NANNI, M.R.; GOMES, E.P.; MULLER, M.M.L. Infiltração de água no solo em um Latossolo vermelho da região sudoeste dos Cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1845-1853, 2012.

CARDUCCI, C. E.; OLIVEIRA, G. C.; OLIVEIRA, L. M.; BARBOSA, S. M.; SILVA, É. A. Retenção de água do solo sob sistema conservacionista de manejo com diferentes doses de gesso. **Revista de Ciências Agrárias**, v.58, p.284-291, 2015.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., TEIXEIRA, W. G.. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª Ed. Revista. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573p.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Influência do manejo do solo na infiltração de água. **Revista Monografias Ambientais**, v.13, n.5, p. 3915-3925, 2014.

MANCUSO, M. A.; FLORES, B. A.; ROSA, G. M. SCHROEDER, J. K.; PRETTO, P. R. P. Características da taxa de infiltração e densidade do solo em distintos tipos de cobertura de solo em zona urbana. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n.1, p. 2890-2998, 2014.

MENDES, R. M. **Estudo das propriedades geotécnicas de solos residuais tropicais não saturados de Ubatuba (SP)** .Tese (Doutorado) -Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MORAES, M. H.; BENEZ, S. H.; LIBARDI, P. L. Efeitos da compactação em algumas propriedades físicas do solo e seu reflexo no desenvolvimento das raízes de plantas de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 54, n. 2, p. 393-403, 1995.

NUNES, J. A. S.; SILVEIRA, M. H. D.; SILVA, T. J. A.; NUNES, P. C. M.; CARVALHO, K. S. Velocidade de infiltração pelo método do infiltrômetro de anéis concêntricos em latossolo vermelho de cerrado. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer: Goiânia - GO, v.8, n.15; p.1685, 2012.

NGOLO, A. O., FERNANDES, R. B. A., DE OLIVEIRA, M. F., ROCHA, G.C., & DE ASSIS, I. R. Efeito de mais de duas décadas de cultivo sobre a condutividade hidráulica de um Latossolo Vermelho de Cerrado. In Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 4., 2017, Viçosa, MG. Solos no espaço e tempo: trajetórias e tendências: anais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017. p. 221-223.

OGDEN, C. B.; van ES, H. M.; SCHINDELBECK R. R. Miniature rain simulator for field measurement of soil infiltration. **Soil Science Society of American Journal**, v. 61, p. 1041-1043, 1997.

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L. P.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. **Ambi-Agua**, v. 4, n. 2, p. 188-199, 2009.

SANTOS, J. N.; PEREIRA, E. D. Carta de susceptibilidade a infiltração da água no solo na sub-bacia do rio Maracanã-MA. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 20, n. especial, 2013.

SANTOS, H. A., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., CUNHA, T. J. F., & OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. (5a ed.). Brasília: Embrapa Solos, 2018.

SCOPEL, I.; SOUSA, M. S.; MARTINS, A. P. Infiltração de água potencial de uso de solos muito arenosos nos cerrados (Savanas) do Brasil. **Boletim Goiano de Geografia (Online)**, Goiânia, v. 33, n. 2, p. 45-61./mai/ago, 2013.

SERRATO, C. D. ; FRANCHINI, J. C. ; SERRATO, F. R. ; DEBIASI, H. ; SANTOS, E. L. DOS ; MORALES NETO, S. ; BRISCHILIARI, V. Infiltrômetro de aspersão de Cornell aperfeiçoado: aspectos construtivos, operacionais e de manutenção. **Documentos - Embrapa Soja**, n.424, 66p, 2019.

SILVA, É.A., BENEVENUTE, P.A.N., DOMINGUES, M.I.S. Procedimento para a medição do potencial hídrico foliar em cafeeiro usando psicrômetro de termopar, **Revista Ciência et Praxis**, , v. 13, n. 26, jun/dez, p. 72-82, 2020a.

SILVA, É.A., BENEVENUTE, P.A.N., OLIVEIRA, G.C., ZINN, Y.L., SILVA, B.M., MELO, L.B.B., REIS, T.H.P., OLIVEIRA, C.H.C., GUIMARÃES, P.T.G., & CARDUCCI, C.E. Soils under Plastic and Grass Cover: Effects on Soil Aggregation and Nutrient Cycling in Brazilian Coffee Growing. **Agricultural Research & Technology: Open Access Journal**, v.24, n.2, p. 74-81, 2020b.

SILVA, É. A.; OLIVEIRA, G. C.; CARDUCCI, C. E.; SILVA, B. M.; Serafim, M.E. Aggregates morphometry of a Inceptisol under conservationist system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 3, p. 1165-1176, 2016.

SOUZA, L. A.; SILVA, E. A.; OLIVEIRA, G. C.; BARBOSA, S. M.; SILVA, B.M. Análise qualitativa e quantitativa de agregados de sob filme plástico associado à fertilização organomineral em área cafeeira. **Scientia Agraria**, v. 19, n. 2, p. 142-153, 2018.

ZALUSKI, P. ANTONELI, V. Variabilidade na Infiltração da Água no Solo em área de Cultivo de Tabaco na Região Centro-Sul do Paraná. **Caderno de Geografia PUC Minas**, v.24, n.41, 2014.