



## Avaliação de velocidade de infiltração do solo em diferentes sistemas de produção. Assessment of soil infiltration speed in different production systems.

Pollyana Regina da Rocha Silva<sup>1</sup>, [Fernando André Silva Santos](#)<sup>2</sup>, Yuri Santiago Fortes Romão<sup>3</sup>, [Eder Pedroza Isquierdo](#)<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma – Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT, *Campus Cáceres* – MT. E-mail: [pollyrocha@live.com](mailto:pollyrocha@live.com)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo – Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT, *Campus Cáceres* – MT

<sup>3</sup> Graduando do curso de Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT, *Campus Cáceres* – MT

<sup>4</sup> Docente do curso de Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT, *Campus Cáceres* – MT

### Resumo

Foi avaliado em campo a infiltração de água no solo em três diferentes cultivos e também Mata nativa na cidade de Cáceres - MT. A velocidade de Infiltração básica (VIB) do solo foi definida através do método do infiltrômetro de anel e para determinação dos parâmetros da equação de infiltração acumulada (I) e velocidade de infiltração (VI) foi utilizado o modelo empírico desenvolvido por Kostiakov. Nas áreas de estudos (SPC; SLF; SP e FN) realizou-se três testes de infiltração. Os resultados foram submetidos a análises de variância e a comparação das medias, e demonstraram que solos com culturas de milho e mata nativa apresentaram melhor infiltração de água.

**Palavras-chave:** Irrigação. Matéria Orgânica. VIB.

### Abstract

It was evaluated in the field the infiltration of water in the soil in three different cultures and also native forest in the city of Cáceres - MT. The basic infiltration velocity (VIB) of the soil was defined through the ring infiltrometer method and to determine the parameters of the accumulated infiltration equation (I) and infiltration velocity (VI) the empirical model developed by Kostiakov was used. In the study areas (SPC; SLF; SP and FN) three infiltration tests were carried out. The results were subjected to analysis of variance and comparison of means, and showed that soils with corn crops and native forest showed better water infiltration.

**Keywords:** Irrigation. Organic matter. VIB.

## Introdução

A literatura define a infiltração de água no solo como um procedimento físico altamente complexo, amplamente variável espacialmente falando, pelo fato de que o solo é um meio heterogêneo que possui características que se modificam de diversas formas no tempo e espaço. Este fenômeno pode ser ocasionado por características intrínsecas ao solo, ou ainda por fatores relativo ao manejo e ao ambiente externo, tais quais: chuva, umidade antecedente a chuva, histórico de utilização e manejo, cobertura vegetal, atividade biológica, declive e forma da paisagem. E pode ser reduzida pela formação de selo superficial, em decorrência da pequena porosidade dessa camada e a prevalência de poros de pequenos diâmetros (DULEY, 1939; MCINTYRE, 1958; ).

Guerra (2000) e Carvalho (2002), referem que a taxa de infiltração e a retenção de água pelo solo possuem grande relevância por auxiliar na elaboração de políticas de proteção e de conservação, bem como no planejamento de sistemas de irrigação e drenagem, e ainda, na criação de uma imagem real da retenção, movimento, redistribuição e conservação da água no solo.

Mantovani et al. (2009) defendem que em irrigação, a velocidade de infiltração básica (VIB) será determinada a depender da capacidade do solo de suportar a intensidade de aplicação conferida por um tipo de emissor determinado e deve ser considerada na escolha deste emissor, em especial nas irrigações por aspersão.

Compreender e avaliar o limite de armazenamento hidráulico do solo, e os fluxos que acontecem em sua superfície (infiltração e evaporação), bem como os que ocorrem em das profundezas (drenagem interna), é crucial em se tratando da irrigação, drenagem, erosão, além da biologia da fauna e flora dessa terra, como se dá a lixiviação das substâncias químicas, poluentes do solo e da água, entre outros aspectos (PINHEIRO, TEIXEIRA, KAUFMANN, 2009).

Conforme Cunha et al. (2009) a velocidade de infiltração (VI) da água no solo, vem sendo estudada em larga escala, e mesmo assim ainda não há consenso acerca da sobre melhor técnica para esta aferição. Todavia, ela precisa ser mensurada utilizando técnicas que possam representar adequadamente, as condições naturais em que o solo se encontra.

Vários fatores influenciam a infiltração de água nos solos, em especial os que se referem a funcionalidade dos mesmos, às suas superfícies, bem como ao seu preparo e manejo, transformando sua condutividade hidráulica e seu encrostamento superficial. Deste modo, se as propriedades da superfície do solo atuam como fator determinante da infiltração, a preservação da cobertura vegetal é essencial, por ser responsável pelo aumento de macroporosidade da camada superficial e da condutividade hidráulica (ZALUSKI, ANTONELLI, 2014).

Booher (1974), Walker e Skogerboe (1987) e Bautista e Wallander (1993) versam sobre o dimensionamento e o manejo apropriado dos sistemas de irrigação por superfície, defendendo que demandam conhecimento apurado acerca das propriedades de infiltração da água no solo, por este motivo, de acordo com Reichardt (1987), a determinação da infiltração tem sido amplamente estudada e ainda não existe um parecer geral sobre qual é o melhor método para sua determinação.

Conforme Fagundes et al. (2012), diversas metodologias de campo vêm sendo empregadas na mensuração da VI dos solos, entre as quais destacam-se o método do infiltrômetro de anel, por exemplo, tem se mostrado simples e de fácil execução.

Guerra (2000) e Carvalho (2002) acrescentam que a taxa de infiltração e a retenção de água demonstram sua importância como ferramenta no auxílio para o planejamento de políticas de proteção e de conservação do solo e da água, bem como para o planejamento de sistemas de irrigação e

drenagem, e na composição de uma imagem mais real da retenção, movimento, redistribuição e conservação da água no solo.

Para Trojan e Moraes (2012) o reabastecimento de aquíferos é influenciado pelas condições de preservação ambiental das áreas onde se encontram. Desta forma, a ação humana exercida para finalidade econômica interfere diretamente no processo de infiltração de água no solo, ou seja, quanto mais se aproximar das condições naturais estiver o solo, maiores são as taxas de infiltração encontradas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a infiltração de água no solo em diferentes sistemas de produção no município de Cáceres - MT.

## Material e métodos

O presente trabalho foi realizado no Município de Cáceres - MT, entre os meses de Fevereiro e Março de 2020, na área experimental da Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (EMPAER), que está situado a uma altitude média de 118 metros, latitude de 16°04'33" S e longitude 57°39'10" W, com diferentes uso e manejo de solo (SPC- Sistema de monocultivo convencional; SLF- Sistema lavoura floresta; SP- Sistema de pastagem permanente e FN- Floresta Nativa). O clima do local de coleta é caracterizado como tropical quente e úmido com inverno seco (Awa), segundo a classificação de Köppen<sup>5</sup>. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), contendo quatro tratamentos e três repetições. Foram separados quatro ambientes quanto ao uso e manejo de solo, a saber: área com sistema de cultivo convencional de milho; área de floresta plantada com *Tectona grandis*; área de pastagem cultivada, utilizada na forma de piquetes rotacionados e uma área contendo vegetação natural, a qual foi considerada como referência de ambiente estável sem interferência antrópica.

Foram retiradas em cada área de estudo, três amostras de solos não deformadas com anéis de 87,4 cm<sup>3</sup> na profundidade de 5 cm. Além das informações referentes à infiltração de água no solo, foram coletadas amostras indeformadas para determinação da porosidade total (PT), umidade inicial (UI) em base massa, densidade aparente do solo (DS) e capacidade de campo (CC) conforme metodologia da Embrapa (2011).

A velocidade de Infiltração básica (VIB) do solo foi definida através do método do infiltrômetro de anel e para determinação dos parâmetros da equação de infiltração acumulada (I) e da velocidade de infiltração (VI) foi utilizado o modelo empírico desenvolvido por Kostiaikov (BERNARDO et al., 2008).

Em cada área de estudos foram realizados três testes de infiltração, constituindo as repetições sendo os pontos de mensuração escolhidos aleatoriamente. Neste procedimento foram feitas as remoções de resíduos superficiais dos solos (matéria orgânica e plantas invasoras), logo após foi feita a inserção do anel interno, em seguida construído o anel externo, posteriormente colocou-se uma lona na superfície do solo no anel interno, em seguida foi adicionado a água no anel interno até alcançar o nível inicial de leitura, após foi adicionado água no anel externo para estabilização do fluxo lateral e finalizada essa etapa foram iniciados os testes com a determinação da altura de água inicial, medida com régua graduada, e por fim foi retirada a lona do anel interno dando início a cronometragem, utilizando o tempo de coleta previamente estabelecidos.

A carga hidráulica inicial partiu de 15 cm e a reposição foi realizada sempre que o nível de água no anel interno estava em 9 cm de altura, evitando variação da infiltração em função da variação da carga hidráulica.

Em cada área de estudos (SPC; SLF; SP e FN) foram realizados três testes de infiltração, constituindo as repetições sendo os pontos de mensuração escolhidos aleatoriamente. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 3 repetições.

As leituras na régua graduada no interior do cilindro foram feitas em tempos pré-estabelecidos respeitando os intervalos de 1, 2, 4 minutos, com respectivamente 11, 19 e 9 repetições, com tempo total de 70 minutos.

Após a inserção dos dados coletados em planilha eletrônica do Excel, foram obtidas as curvas de infiltração acumulada e de velocidade de infiltração em função do tempo acumulado. Para obtenção da curva de infiltração acumulada, foi utilizado o modelo potencial (Equação 1). Já a curva de velocidade de infiltração, foi obtida derivando-se a equação de infiltração acumulada (Equação 2).

$$I = a \times T^n \quad (1)$$

Em que:

I – Infiltração acumulada, em mm;

a – Constate dependente do tipo de solo;

T – Tempo acumulado, em minutos;

n – constante dependente do solo, variando de 0 a 1.

$$VI = 60 \times a \times n \times T^{n-1} \quad (2)$$

Em que:

VI – Velocidade de infiltração, em mm h<sup>-1</sup> ;

a – Constate dependente do tipo de solo;

T – Tempo acumulado, em minutos;

n – constante dependente do solo, variando de 0 a 1.

Para determinação da velocidade de infiltração básica de água no solo, utilizou-se o método de linearização, com a plotagem do log de infiltração acumulada versus o log de Tempo, obtendo-se então os valores dos coeficientes a e n. Com os valores destes coeficientes, aplicou-se o modelo de Kostiakov para determinação da Velocidade de Infiltração Básica (Equação 3).

$$VIB = 60 \times a \times n [ -0,01 \ 60 \times a \times n(n-1) ]^{(n-1)/(n-2)} \quad (3)$$

Em que:

VIB – Velocidade de infiltração básica, em mm h<sup>-1</sup>;

a – Constante dependente do tipo de solo;

n – Constante dependente do solo, variando de 0 a 1

A análise estatística consistiu na aplicação de métodos paramétricos para a comparação dos sistemas de produção, considerando o delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com quatro repetições.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e a comparação das medias feita pelo teste de Scott Knott, (p=0,10). Todas as análises estatísticas foram realizadas através do programa computacional SISVAR<sup>®</sup>.

## Resultados e discussão

A representação estatística dos resultados encontrados para a variável VIB (Velocidade de Infiltração Básica) para as amostras com área nativa, pasto, teca e milho estão disposta na tabela 1 para melhor compreensão. Ao comparar-se os resultados, é possível constatar que a velocidade de infiltração básica foi maior na amostra de solo onde se encontrava área nativa e menor onde havia cultura de milho em todos os parâmetros estatísticos, excetuando-se apenas no coeficiente de variação, que se apresentou menor na amostra com cultura de teca.

Tabela 1 – Estatística descritiva para a variável velocidade de infiltração básica (VIB) em mm/min.

<b>Estatística</b>	<b>Área Nativa</b>	<b>Pasto</b>	<b>Teca</b>	<b>Milho</b>
<b>Tamanho da amostra</b>	3	3	3	3
<b>Mínimo</b>	56,6081	10,8497	25,508	6,0874
<b>Máximo</b>	226,0493	45,6711	86,2304	37,7762
<b>Amplitude Total</b>	169,4412	34,8214	60,7223	31,6888
<b>Mediana</b>	114,2523	42,063	51,0321	25,9428
<b>Média Aritmética</b>	132,3032	32,8613	54,2568	23,2688
<b>Variância</b>	7421,9543	366,6352	929,6	256,407
<b>Coefficiente de Variação</b>	65,12%	58,27%	56,19%	68,82%

Nota-se que os parâmetros em área nativa e em solo proveniente de cultivo de milho se apresentaram resultados para Velocidade de Infiltração básica melhores que nas amostras com cultura de pasto e teca, comprovando que áreas que foram submetidas a um manejo menos agressivo, e as que não sofreram nenhuma ação antrópica mantêm seus índices de infiltração de água no solo mais preservadas. Estes resultados corroboram com os estudos de Nunes et al. (2012) que referem que em solos com cobertura vegetal há uma tendência em se verificar maior velocidade de infiltração, motivadas por características como a existência de canais compostos por raízes, bem como a presença de matéria orgânica aliada a atividade microbiológica.

Panachuki et al. (2006) referem que a degradação dos agregados do solo, seja pela energia cinética das gotas de chuva ou por preparo mecânico intenso do mesmo, acarreta na modificação de sua estrutura, levando ao “selamento” de suas camadas superficiais, reduzindo a porosidade total e a macroporosidade, fazendo com que a taxa de infiltração de água no solo diminua.

Abaixo apresentamos a análise da variância da VIB, demonstrando que o coeficiente de variação foi significativo. Nunes et al. (2012) argumentam que a infiltração, é essencial para a engenharia de água e solo, uma vez que a cobertura vegetal possibilita maiores VIB e I.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para a variável velocidade de infiltração básica (VIB) em mm/min medida em diferentes sistemas de produção.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio
Tratamentos	3	7344,62*
Resíduo	8	2243,61
CV (%)		78,07
Média Geral (mmh <sup>-1</sup> )		60,67

CV = Coeficiente de variação; \* = significativo a 10%; \*\* = significativo a 5%; \*\*\* = significativo a 1%; ns = não significativo.

Na análise dos valores médios de VIB nos diferentes sistemas de produção, pelo gráfico Box Plot, onde as barras horizontais indicam erro padrão da média, a maioria dos sistemas apresentou valores médios de VIB entre 30 e 60, observando-se uma discrepância apenas no sistema de área nativa.

Esses dados comprovam que a cultura de matéria orgânica está intimamente ligada à preservação e ao tipo de manejo da vegetação, justificando a adoção de sistemas que comportem uma quantidade maior de água para disponibilizar às plantas. Isto é fundamental para a prevenção de problemas na sucessão de áreas manejadas, em como na manutenção e recuperação de vegetação preservada.

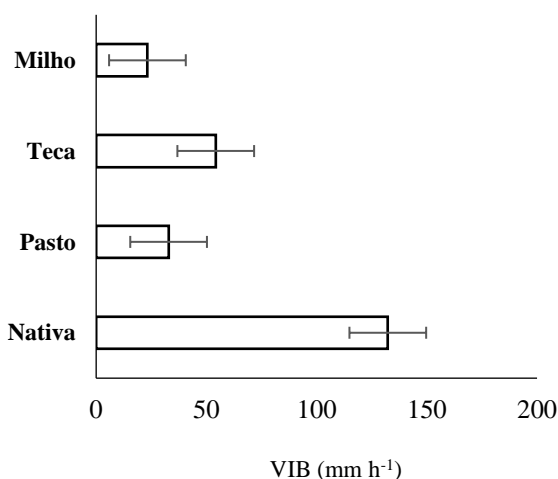


Figura 1 – Valores médios de velocidade de infiltração básica (VIB) em diferentes sistemas de produção. Barras horizontais indicam erro padrão da média

Boas condições das propriedades físicas de um solo e bom volume de matéria orgânica, resultam em massa radicular abundante e diversos caminhos para lixiviação, o que favorece a velocidade de infiltração da água. Em condições favoráveis, o solo apresenta alta quantidade de macro e microporos e apresenta condutividade hidráulica elevada. Áreas com mata nativa proporcionam um efeito protetor ao solo, por reduzir a velocidade e o tamanho das gotas da chuva, diminuindo como um todo a energia cinética das precipitações e diminuindo o efeito de compactação e adensamento das chuvas (ALBUQUERQUE et al., 2001; MARTINS et al., 2002, 2003; BRITO, 2004).

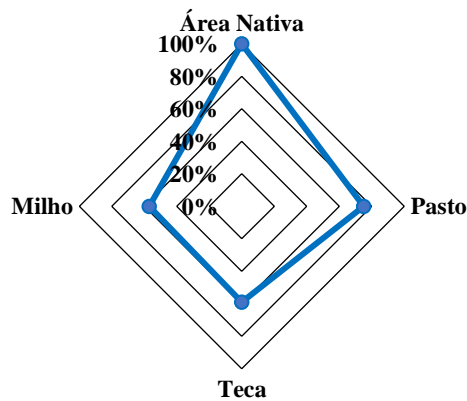


Figura 2 – Diagrama comparativo para a velocidade de infiltração básica (VIB) em diferentes agroambientes de Cáceres - MT

Constata-se novamente que a infiltração é maior em áreas de floresta preservada, comprovando o que Leite e Medina (1984), Cavenage et al. (1999), Centurion, Cardoso e Natale (2001) e Mendonça (2001) também encontraram em suas pesquisas.

Em áreas mais preservadas, a serapilheira, manta morta ou liteira, que é a camada composta pela deposição das plantas e acumulação de matéria orgânica viva em diversas fases de decomposição, revestindo o solo ou o sedimento aquático superficialmente, é a via principal de retorno de nutrientes ao solo. Desta maneira, a matéria orgânica produzida protege a área dos efeitos das gotas de chuva, ajudando a manter capacidade de infiltração elevada, impedindo a erosão em áreas não alteradas. Além disso, as raízes das árvores mantêm a coesão do solo, diminuindo o perigo do transporte de sedimentos pelas enxurradas, até mesmo em áreas de declividade acentuada.

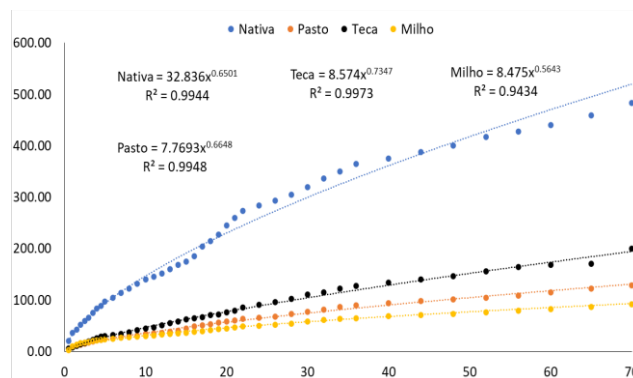


Figura 3 – Infiltração acumulada (mm) nos diferentes agroambientes avaliados

A curva do gráfico delinea a infiltração caracterizando as forças capilares e gravitacionais. Nota-se menor infiltração acumulada nos agroambientes com culturas de milho, seguida pela de pasto.

Pinheiro, Teixeira e Kulfmann (2009) referem que no começo do processo de infiltração, as forças capilares são preponderantes, em relação as forças gravitacionais. Todavia em um período longo de infiltração, este quadro se inverte e as forças capilares podem ser desprezadas frente a magnitude das forças gravitacionais. Assim, a curva de capacidade de infiltração pode evoluir influenciadas por características hidrodinâmicas.

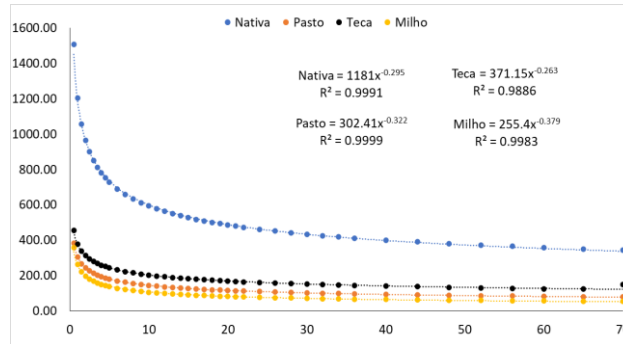


Figura 4 – Velocidade de infiltração ( $\text{mm h}^{-1}$ ) nos diferentes agroambientes avaliados

A análise estatística consistiu na aplicação de métodos não-paramétricos para a comparação dos sistemas de produção, considerando o delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com quatro repetições.

Inicialmente aplicaram-se os testes de normalidade de Kolmogorov Smirnov e homogeneidade de variância de Bartlett. Quando atendidos estes pressupostos, foi utilizada a análise paramétrica, isto é, análise de variância e teste de comparação de médias de Tukey ( $p=0,05$ ). Na ausência de normalidade, aplicara-se testes não-paramétricos, com as variáveis submetidas ao teste de Kruskal Wallis e comparação múltipla pelo teste de Dunn ( $p=0,05$ ) (SANTOS et al., 2017). Todas as análises foram executadas com o software BioEstat versão 5.0 (AYRES et al., 2007).

Como foi possível observar, o agroambiente de pastagem foi um com menor velocidade de infiltração, pois solos utilizados para esta finalidade sofrem alteração devido ao intenso pisoteio realizado pelos animais, o que acaba por compactá-lo e isto reduz a macroporosidade, ocasionando aumento de sua densidade e prejudicando a infiltração de água nas camadas superficiais do solo, o que atrapalha o desenvolvimento das plantas.

Os achados desta pesquisa demonstraram que a infiltração de água no solo, representada pela velocidade de infiltração básica (VIB), se classifica como média para os sistemas de manejo de plantio direto e pastagem permanente, e como muito alta para o manejo em cultivo convencional.

Conforme Carvalho (2017) o processo de formação da microbiota promove o desenvolvimento de agentes cimentantes, formando agregados mais estáveis, aferindo mais resistência a potenciais fatores de degradação das estruturas deste solo, estruturando boa condutividade hidráulica ao mesmo, facilitando a percolação de água ao longo do perfil do solo.

Este estudo reafirmou a importância da preservação dos solos nas diferentes culturas para se manter uma infiltração satisfatória, uma vez que os parâmetros estatísticos apresentaram melhores resultados para as áreas de vegetação nativa, enquanto os piores resultados foram observados nas culturas de milho e pasto.

Todavia, de Lima et al. (2021), afirmam que a atividade agrícola de monocultura interfere e provoca alterações de grande impacto nos ecossistemas naturais. As técnicas empregadas ao solo podem ocasionar sua compactação, degradação, contaminação ou ainda fazer com que o solo seja carreado, diminuindo a presença de organismos importantes para sua preservação.

Outro fator importante a se observar, que exerce grande influência sobre VIB, se refere a modificação da umidade do solo conforme as diferentes estações do ano. Fagundes et al. (2012) observaram essa diferença em seu estudo, realizado em Mato Grosso, em que as velocidades de infiltração variaram entre 15 cm/h e 4 cm/h, em diferentes estações. Já na região menos chuvosa do



país (o Nordeste), esta influência é ainda mais exorbitante, no trabalho de Franco et al. (2015) na Bahia, as taxas de infiltração se mostraram extremamente baixas, entre 0,18 a 1,008 cm/h.

Nota-se a importância da mensuração desses itens, também utilizada como ferramenta de obtenção de dados nesta pesquisa, pois a partir dos parâmetros obtidos é possível evidenciar a necessidade de se traçar estratégias e políticas públicas para preservação e recuperação dos solos que sofreram manejo indevido.

De Lima et al. (2021) enfatizam ainda que o manejo adequado de sistemas de irrigação possui como pré-requisito essencial, o conhecimento a respeito das propriedades físico hídricas do solo, entre elas a infiltração de água no solo, que se configura como um dos principais indicadores necessários ao dimensionamento, operação e avaliação de sistemas de irrigação.

Dentre os princípios agroecológicos um dos mais importantes é o manejo adequado do solo, a valorização desse recurso é visto como um dos pilares da manutenção da vida, juntamente com a água e com a agrobiodiversidade. Ou seja, quando um desses pilares é deteriorado, há uma instabilidade do ambiente e dos seres humanos que dependem dele. Por isso, a manutenção e a melhoria da fertilidade do solo são uma das prioridades da pesquisa em agroecologia (ALCÂNTARA, 2017).

Em área de mata o solo fica protegido pelas copas das árvores e fica menos exposto aos raios solares, impedindo uma perda significativa de umidade para atmosfera. Já nas áreas agrícolas com plantio de monocultura e práticas convencionais como mecanização, solo descoberto e uso de fogo, promove maior perda de umidade, além de menor infiltração de água e aumento da temperatura do solo, tornando mais difícil o estabelecimento de uma cobertura vegetal.

## **Conclusão**

Este estudo comprovou que as técnicas de manejo de teca e pasto não atendem as demandas de cultivo sustentável visto que alteram a infiltração de água no solo. Historicamente as ações antrópicas vem causando danos ao meio ambiente, levando muitas vezes a infertilidade de grandes áreas. No entanto essa discussão vem ganhando cada vez mais destaque no campo científico. Todavia verifica-se ainda a necessidade de mais pesquisas científicas a campo que subsidiem novas discussões sobre a temática, enfatizando e incentivando cada vez mais formas de cultivo sustentáveis que preservem os solos.

## **Conflitos de interesse**

Não houve conflitos de interesse entre os autores.

## **Agradecimentos**

Agradecemos imensamente aos responsáveis pela Empaer - Cáceres que disponibilizaram as áreas para a coleta dos solos citados no referente trabalho.

## Contribuição dos Autores

Pollyana Regina da Rocha Silva - escrita, correção, revisão, correção final, dados estatísticos; Fernando André Silva Santos - orientação, idéia original do projeto, análise estatística dos dados, correções do texto; Yuri Santiago Fortes Romão - escrita e correção final; Eder Pedroza Isquierdo - co-orientação, correções e revisão do texto.

## Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvissole em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 121-128, 2001. <https://www.rbcjournal.org/pt-br/article/efeito-do-desmatamento-da-caatinga-sobre-as-perdas-de-solo-e-agua-de-um-luvissole-em-sume-pb/>
- ALCÂNTARA, F. A. **Manejo agroecológico do solo**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017, 28p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1076545/1/CNPAF2017doc314.pdf>
- AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **Bioestat 5.0 - aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. ONG Mamiraua: Belém, PA, 2007, 364p.
- BAUTISTA, E.; WALLANDER, W.W. Numerical calculations of infiltration in furrow irrigation simulation models. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 119, n. 2, p. 286-311, 1993. <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%290733-9437%281993%29119%3A2%28286%29>
- BOOHER, L. J. **Surface irrigation**. Rome: FAO, 1974, 160p.
- BRITO, L. F. **Erosão hídrica de Latossolo Vermelho distrófico típico em áreas de pós-plantio de eucalipto na região de Guanhões (MG)**. 78p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- CARVALHO, H. E. S. **Capacidade de infiltração de “Barraginhas” em dois solos do Distrito Federal**. 64p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2017.
- CARVALHO, L. A. **Condutividade hidráulica do solo no campo: as simplificações do método do perfil instantâneo**. 86p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- CAVENAGE, A.; MORAES, M. L. T.; ALVES, M. C.; CARVALHO, M. A. C.; FREITAS, M. L. M.; BUZETTI, S. Alterations of the physical properties of a dark-red latosol (typic Acrustox) under different crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 4, p. 997-1003, 1999. <https://www.rbcjournal.org/article/alterations-of-the-physical-properties-of-a-dark-red-latosol-typic-acrustox-under-different-crops/>
- CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 254-258, 2001. <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Lz6YGkhPrDPyFhyj6qB84v/?lang=pt>
- CUNHA, J. L. X. L.; ALBUQUERQUE, A. W.; SILVA, C. A.; ARAÚJO, E.; SANTOS JUNIOR, R. B. Velocidade de infiltração da água em um Latossolo Amarelo submetido ao sistema de manejo plantio direto. **Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 199-205, 2009. <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/960>

DE LIMA, B. R.; NEVES, B. R.; OLIVEIRA, E. P.; BEBÉ, F. V.; LIMA, P. A., DONADO JÚNIOR, E. P.; FERNANDES, E. da C.; PEREIRA, E. G. Caracterização física de solos sob diferentes usos e manejos em propriedades de agricultura familiar em Candida-Bahia. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 1220-1233, 2021. <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/22640>

DULEY, F.L. Surface factors affecting the rate of intake of water by soil. *Soil Sci. Soc. Am. J. Proc.*, 4:60-64, 1939

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011, 212p.

FAGUNDES, E. A. A.; KOETZ, M.; RUDEL, N.; SANTOS, T. D.; PORTO, R. Determinação da infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método de infiltrômetro de anel em solo de cerrado no município de Rondonópolis - MT. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 369-378, 2012. <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3866>

FRANCO, G.; SILVA, D.; MARQUES, E.; CHAGAS, C.; GOMES, R. Análise da Vulnerabilidade à Contaminação do Aquífero Freático e da Taxa de Infiltração do Solo da Bacia do Rio Almada e Área Costeira Adjacente - BA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 3, p. 705-720, 2015. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233387>

GUERRA, H. C. **Física dos Solos**. Campina Grande: UFPB, 2000.

LEITE, J. A.; MEDINA, F. B. Efeito dos sistemas de manejo sobre as propriedades físicas de um Latossolo Amarelo do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 11, p. 1417-1422, 1984. <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/16198>

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2009, 355p.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes povoamentos florestais. **Cerne**, v. 8, n. 1, p. 32-41, 2002. <https://cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE/article/view/460>

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; FONSECA, S.; MARQUES, J. J. G. S. M. Soil and water losses by erosion in forest ecosystems in the region of Aracruz, state of Espírito Santo, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 395-403, 2003. <https://www.rbcjournal.org/article/soil-and-water-losses-by-erosion-in-forest-ecosystems-in-the-region-of-aracruz-state-of-espírito-santo-brazil/>

McINTYRE, D.S. Permeability measurements of soil crusts formed by raindrop impact. *Soil Sci.*, 85:185-189, 1958.

MENDONÇA, L. A. R. **Recursos hídricos da chapada do Araripe**. 193p. Tese (Doutorado) - Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

NUNES, M. C. M; TARTARI, D. T; SANTOS, F. A. S; FARIA JUNIOR, C. A; SERAFIM, M. E. Perda de solo e água por erosão hídrica em Argissolo sob diferentes densidades de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 3, p. 85-93, 2012. <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/12720/8816>

PANACHUKI, E.; ALVES SOBRINHO, T.; VITORINO, A. C. T.; CARVALHO, D. F.; URCHEI, M. A. Avaliação da infiltração de água no solo, em sistema de integração agricultura-pecuária, com uso de infiltrômetro de aspersão portátil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 1, p.129-137, 2006. <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1708>

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L. P.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. **Revista Ambiente & Água**, v. 4, n. 2, p. 188-199, 2009. <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/211>

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo, Manole, 1987, 188p.

SANTOS, F. A. S.; PIERANGELI, M. A. P.; SILVA, F. L.; SERAFIM, M. E.; SOUSA, J. B. de; OLIVEIRA, E. B. Dinâmica do carbono orgânico de solos sob pastagens em campos de murundus. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 2, p. 43-53, 2017. <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/50662>

TROJAN, F.; MORAIS, D. C. Prioritising alternatives for maintenance of water distribution networks: A group decision approach. *Water SA*, v. 38, n. 4, p. 555–564, 2012.

WALKER, W. R.; SKOGERBOE, G. V. **Surface irrigation: theory and practice**. New Jersey: Prentice-Hall, 1987, 386p.

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**, v. 24, n. 41, p. 34-47, 2014. <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/5549>

Recebido em 22 de julho de 2022

Retornado para ajustes em 31 de agosto de 2022

Recebido com ajustes em 8 de setembro de 2022

Aceito em 5 de outubro de 2022