



INFILTRAÇÃO E RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO SOB USOS DA TERRA NA REGIÃO SERRANA-RN

Antonio Genilson Rodrigues Araújo¹, Luirla Bento Ramalho², Joaquim Emanuel Fernandes
Gondim³, Geisiane Xavier de Matos⁴, Maria Laiane do Nascimento Silva⁵

RESUMO: A infiltração e retenção de água no solo são atributos importantes na resposta hidrológica do solo além de ser um fator limitante do crescimento vegetal. Objetivou-se determinar e avaliar a infiltração e retenção de água no solo em usos da terra. O estudo foi desenvolvido na comunidade Bela Vista em Martins, RN. Foram selecionados os usos: Cajueiro (CAJ) em Latossolo, Bananeira (BAN), Capim-elefante (CE), e a Mata nativa (MN) em Neossolo. Coletou-se amostras de estrutura deformada e indeformada para a realização das análises de retenção e infiltração de água no solo, granulometria e carbono orgânico total (COT) e obtenção da infiltração acumulada (Ia), velocidade de infiltração básica (VIB), ponto de murcha permanente (PMP), capacidade de campo (CC) e água disponível. A área da BAN obteve a maior taxa de Ia seguido da área de CE, MN e CAJ. A VIB foi classificada como muito alta para todos os usos. A curva de retenção das camadas de todas as áreas divergiu exceto as do CAJ. Argila, infiltração e retenção de água no solo discriminaram a área do CE, o PMP discriminou a área do CAJ, e COT, condutividade hidráulica relativa, retenção de água no solo discriminaram os usos da terra da BAN e MN.

PALAVRAS-CHAVE: granulometria, carbono orgânico total, enclave úmido.

INFILTRATION AND RETENTION OF WATER IN THE SOIL UNDER LAND USE IN THE SERRANA-RN REGION

ABSTRACT: Infiltration and retention of water in the soil are important attributes in the hydrological response of the soil, in addition to being a limiting factor for plant growth. The

¹ Mestrando em Manejo de Solo e Água, UFERSA, CEP 59625-900, Mossoró, RN. Fone (88) 997266622. e-mail: agronomia.agra@gmail.com

² Doutoranda em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró, RN

³ Doutor em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró, RN

⁴ Graduanda em Eng. Agrícola e Ambiental, UFERSA, Mossoró, RN

⁵ Profa. Dra. IEMA, São Luiz, MA

objective was to determine and evaluate the infiltration and retention of water in the soil in land uses. The study was developed in the Bela Vista community in Martins, RN. Uses were selected: Cashew tree (CAJ) in Oxisol, Banana tree (BAN), Elephant grass (CE), and native forest (MN) in Neosol. Samples of deformed and undeformed structures were collected to carry out the analysis of water retention and infiltration in the soil, granulometry and total organic carbon (TOC) and to obtain the accumulated infiltration (Ia), basic infiltration velocity (VIB), point of permanent wilt (PMP), field capacity (CC) and available water. The BAN area had the highest rate of Ia followed by the CE, MN and CAJ area. The VIB was rated very high for all uses. The layer retention curves of all areas diverged except for CAJ. Clay, infiltration and soil water retention discriminated the CE area, PMP discriminated the CAJ area, and TOC, relative hydraulic conductivity, soil water retention discriminated the land uses of BAN and MN.

KEYWORDS: grain size, total organic carbon, wet enclave.

INTRODUÇÃO

A água no solo é um dos fatores determinantes para a distribuição e crescimento vegetal, atuando como fator limitante, conduzida pela estrutura que é complexa e dinâmica. Essa, por sua vez, se dá pela ação de ciclos biológicos, físicos e químicos que dependem de diversos fatores: quantidade e tipo de argila, óxidos e hidróxidos de ferro, manganês e alumínio, substâncias orgânicas exsudadas pelas plantas e pela fauna do solo e outros compostos orgânicos presentes, além dos ciclos de umedecimento e secagem (FACHIN et al., 2019), sendo que todos esses são influenciados pelos usos da terra.

As atividades do uso da terra alteram as propriedades físicas e hídricas do solo como, estrutura, porosidade capacidade de reter água e quantidade de matéria orgânica (PATIÑO et al., 2021). Assim, o uso da terra é um parâmetro importante na hidrologia do solo, pois mudanças na cobertura e estrutura do solo, alteram a capacidade de infiltração e retenção de água no solo (ABU-HASHIM et al., 2015).

O fluxo de água é influenciado pelo tamanho dos poros no qual práticas agrícolas adotadas de forma inadequadas comprometem o espaço poroso, reduzindo, conseqüentemente, o fluxo hídrico, ou seja, a depender do uso daquela área, a mesma pode ter sua hidrologia comprometida (PACHEPSKY & HILL, 2017). Por outro lado, áreas preservadas ou que contam com o preparo mínimo preservam a matéria orgânica que, por sua vez, aumenta a porosidade, conferindo-o uma capacidade maior de reter água no período chuvoso e controlar a vazão no

período seco, pois quem domina esse processo é a cobertura do solo e as práticas conservacionistas adotadas. (PATIÑO et al., 2021a).

A taxa de infiltração é influenciada pela biomassa subterrânea, propriedades físicas do solo como porosidade total, textura e propriedades químicas como carbono orgânico total. A infiltração de água é um atributo importante na resposta hidrológica, como a erosão do solo. Além disso, altas taxas de infiltração favorecem o armazenamento de água (LI et al., 2020).

Com relação a curva de retenção de água no solo, essa é um atributo físico-hídrico que mostra a relação entre o conteúdo de água no solo e o seu potencial matricial (KLUT, 1986 citado por PIRES et al., 2020). A mesma é influenciada diretamente pelas propriedades físicas e químicas do solo, além de determinar a capacidade de campo, ponto de murcha permanente e água disponível, sendo a sua determinação indispensável ao desenvolvimento de atividades agrícolas e manejo da paisagem (PIRASTRU et al., 2017).

Diante do exposto, o presente trabalho teve o objetivo determinar e avaliar a infiltração e retenção de água no solo em usos da terra em um enclave úmido localizado na região serrana do Rio Grande do Norte.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na comunidade Bela vista no município de Martins Oeste potiguar do estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). Segundo a classificação de Koppen, o clima é classificado como Aw. apresentando temperaturas médias de 22,7 °C e 1230 mm de precipitação pluvial média anual (ALVARES et al., 2013).

A determinação dos locais de estudo foi realizada por meio de visitas exploratórias para a identificação dos usos da terra distribuídos na paisagem. Foram selecionados os usos: Bananeira (*Musa spp.*), Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), Cajueiro (*Anacardium occidentale*) e a mata nativa como referência. O solo da área de cajueiro foi classificado como Latossolo e o das demais como Neossolo.

Coletou-se amostras de solo com estrutura deformada, nas profundidades 0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30m, para a realização das análises físicas e químicas e amostras de estrutura indeformada com o auxílio de um trado tipo Unland utilizando anéis com altura e diâmetro interno de 0,05 m para as demais. Foram feitas análises de infiltração, em campo, e retenção de água no solo, granulometria e carbono orgânico total no laboratório de Física do Solo localizado no complexo do LASAP-CCA-UFERSA.

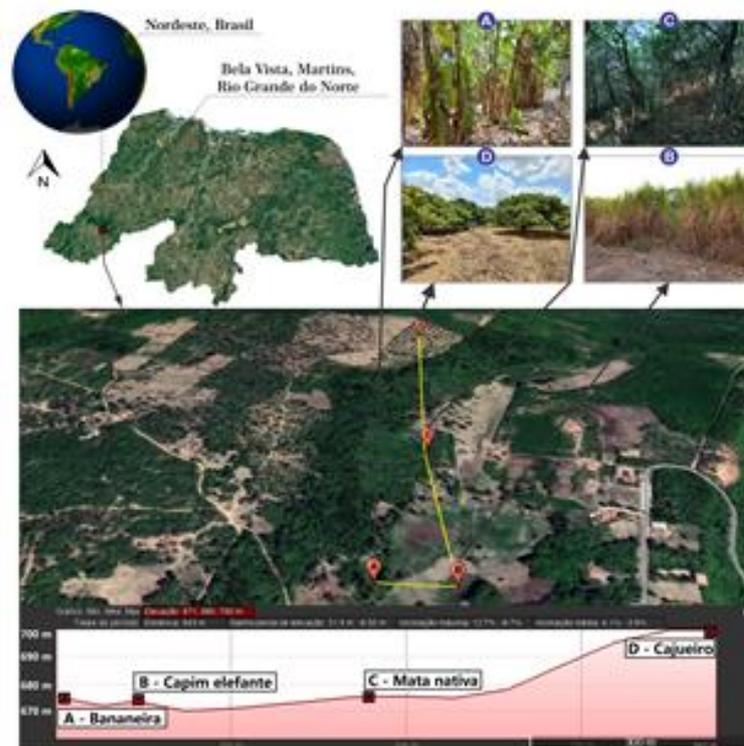


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

A infiltração de água no solo foi determinada por meio do método do infiltrômetro de anéis concêntricos (BERNARDO et al., 2019), realizados em duplicata em cada uso da terra. Ao mesmo tempo foram coletadas amostras com estrutura deformada para obtenção da umidade gravimétrica. A infiltração acumulada de água no solo foi determinada (I_a) pela equação $I_a = aTB$ e velocidade de infiltração básica (VIB) pela equação $VIB = 60 * a n T^{(n-1)}$. As classificações da VIB podem ser: muito baixa ($< 5 \text{ mm h}^{-1}$); média ($5 - 15 \text{ mm h}^{-1}$); alta ($15 - 30 \text{ mm h}^{-1}$) e muito alta ($> 30 \text{ mm h}^{-1}$).

Para a determinação da curva de retenção de água no solo utilizou-se as tensões: 0, 2, 6, 10, 33, 100, 200, 300, 400, 500 e 1500 kPa. Para a aplicação das tensões de 2, 6, 10 e 33 kPa foi utilizada a mesa de tensão, entretanto as tensões de 100, 200, 300, 400, 500 e 1500 kPa foram aplicadas na câmara de média e alta tensão. Foram obtidas nas tensões de 10 e 1500 kPa a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP), respectivamente. A água disponível foi obtida pela subtração entre CC e PMP.

Para realização do ajuste das curvas de retenção de água no solo foi utilizado o software Soil Water Retention Curve (SWRC), por Dourado Neto et al. (2001), com base na equação de Van Genuchten (1980). A equação considera a umidade volumétrica (θ) como variável dependente e o potencial mátrico ($\phi \text{ m}$), como variável independente, como segue:

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha \cdot |\phi_m|)^n\right]^m} \quad (1)$$

Em que, θ_r - umidade volumétrica residual ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); θ_s - umidade volumétrica saturada ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$); $|\phi_m|$ - potencial mátrico (kPa); e a , m e n - parâmetros empíricos da equação.

A granulometria foi determinada por meio do método da pipeta com a utilização de hexametáfosfato de sódio ($\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$) como dispersante químico e agitação lenta em um agitador tipo Wagner a 50 rotações por minuto por 16 horas. A areia foi obtida por peneiramento, a argila por sedimentação e o silte por diferença entre as duas anteriores.

O carbono orgânico total (COT) foi determinado pelo método da digestão da matéria orgânica conforme Yeomans & Bremner, (2008) utilizando dicromato de potássio, ácido ortofosfórico e indicador difenilamina e titulado com sulfato ferroso amoniacal 0,05 M.

Os resultados médios obtidos foram analisados por meio da técnica de análise multivariada para diferenciação dos usos da terra quanto aos atributos mais sensíveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes de infiltração foram realizados com umidade gravimétrica no momento da realização dos testes, variando de 8,1 a 11,1%.

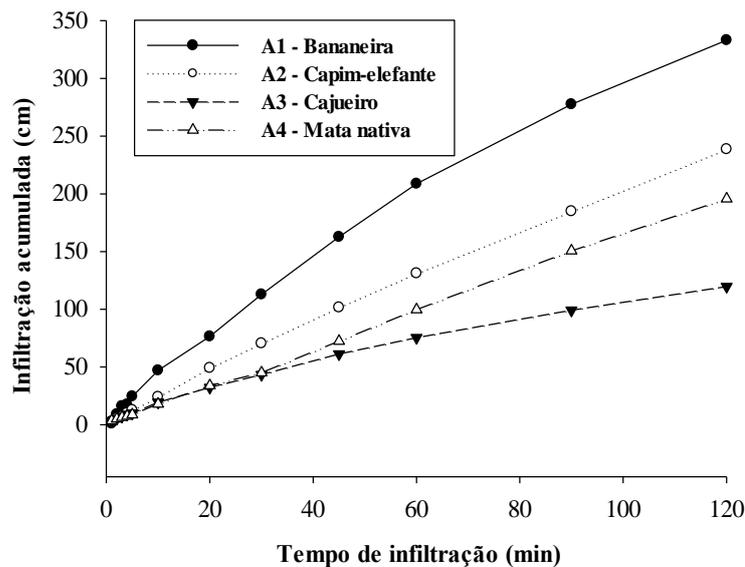


Figura 2. Infiltração acumulada em bananeira (*Musa sp.*), capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), cajueiro (*Anacardium occidentale*) e mata nativa.

A área da bananeira (BAN) obteve a maior taxa de infiltração acumulada de 333,10 cm/min devido a presença de uma maior quantidade de COT em superfície, seguido da área de capim elefante (CE) 238,70 cm/min, mata nativa (MN) 195,80 cm/min e a do cajueiro (CAJ) 119,70 cm/min que apresentaram valores inferiores desse elemento (GUO et al., 2019).

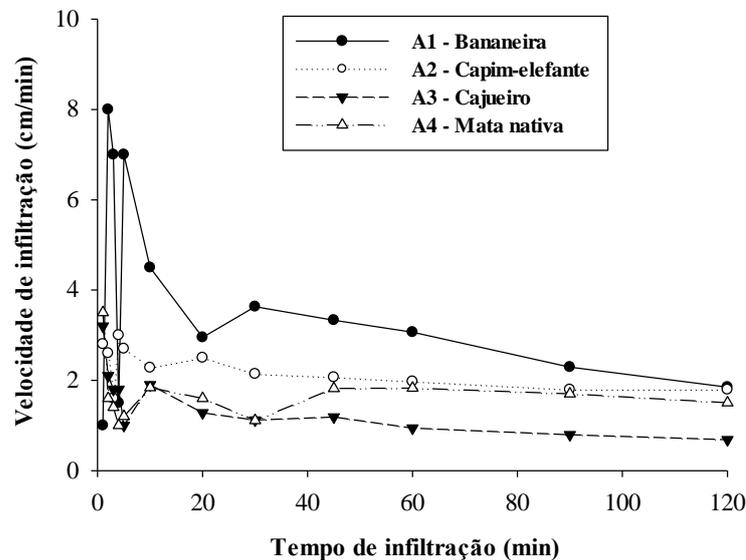


Figura 3. Velocidade de infiltração em bananeira (*Musa sp.*), capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), cajueiro (*Anacardium occidentale*) e mata nativa.

A Velocidade de Infiltração Básica (VIB) foi classificada como muito alta para todos os usos (Figura 3): bananeira (BAN- 2331,09 mm h⁻¹), capim elefante (CE- 1574,39 mm h⁻¹), mata nativa (MN- 757,42 mm h⁻¹) e cajueiro (CAJ- 640,60 mm h⁻¹) (Figura 3), apresentando inter-relações entre a infiltração, retenção de água e frações inorgânicas como altas quantidades da fração areia (LIU et al., 2021).

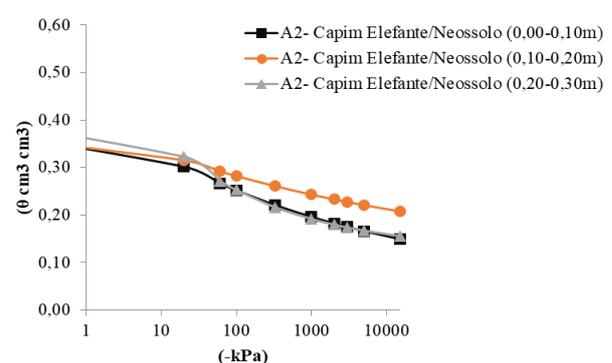
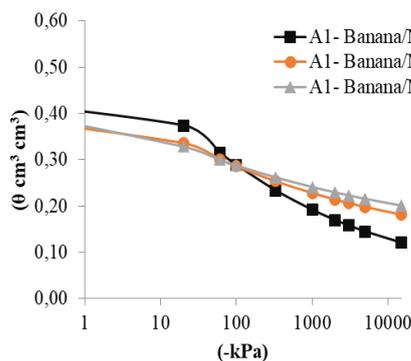


Figura 4 e 5. Curvas de retenção de água no solo em bananeira (*Musa sp.*) e Capim elefante (*Pennisetum purpureum*), respectivamente.

A curva de retenção da camada superficial da área de bananeira (Figura 4) divergiu das curvas das camadas seguintes, (com maior retenção de água até a tensão de 33 kPa) que foram semelhantes para o solo estudado. Esta maior retenção de água está relacionada principalmente pelas menores densidade do solo. Já as curvas obtidas para a área de capim elefante (Figura 5)

apresentaram retenções semelhantes nas tensões mais baixas, porém a partir da tensão de 33 kPa, a curva da camada de 0,10-0,20m reteve mais água. Essa maior retenção, pode ser explicada especialmente pela textura mais argilosa na camada (TIAN et al., 2020).

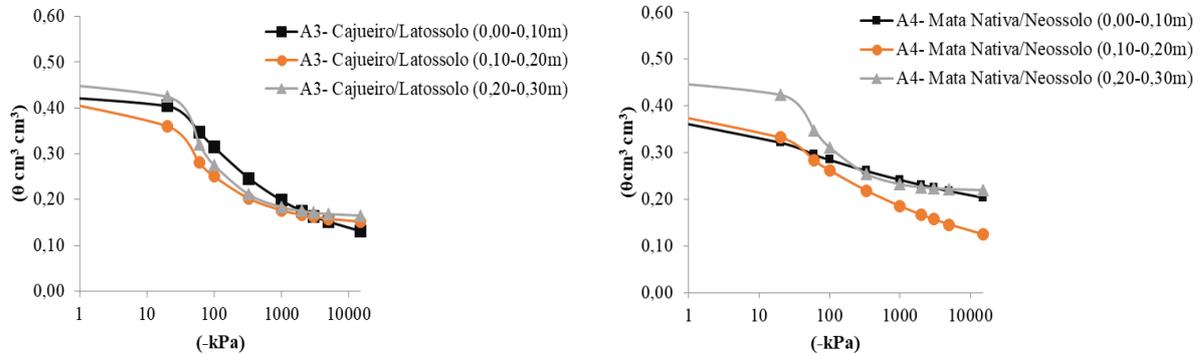


Figura 6 e 7 Curvas de retenção de água no solo em cajueiro (*Anacardium occidentale*) e em Mata nativa, respectivamente.

As curvas de retenção obtidas para as camadas na área de cajueiros (Figura 6) apresentaram comportamento semelhante em todas as tensões aplicadas. Isso pode ser explicado pela baixa variação na textura do Latossolo em profundidade. Já as curvas de retenção determinadas para a mata nativa (Figura 7) apresentam modificações na retenção somente nas tensões até 10 kPa, explicado pela presença de um maior teor da fração argila. De acordo com Amorim et al. (2022), variações nas proporções das frações granulométricas alteram a capacidade de retenção de água no solo, modificando o padrão da curva de retenção.

Tabela 1. Parâmetros da curva de retenção de água no solo e características do solo da área experimental.

Camadas m	θ_r cm ³ /cm ³	θ_s cm ³ /cm ³	α Adimensional	n	m	CC	PMP cm ³ /cm ³	AD	Kr cm/h	R ²	COT	Areia	Silte	Argila
0,00-0,10	0,02	0,46	0,11	1,20	0,17	0,260	0,133	0,127	135,49	0,98	26,33	0,6617	0,0805	0,2578
0,10-0,20	0,09	0,41	0,25	1,15	0,13	0,214	0,101	0,113	103,72	0,95	12,58	0,5968	0,0857	0,3175
0,20-0,30	0,44	0,44	1,20	1,12	0,11	0,236	0,119	0,117	87,84	0,99	8,62	0,5472	0,0701	0,3827
0,00-0,10	0,04	0,42	0,77	1,14	0,12	0,234	0,149	0,085	79,11	0,98	17,01	0,467	0,088	0,4449
0,10-0,20	0,11	0,38	0,54	1,11	0,10	0,280	0,141	0,139	72,14	0,95	9,55	0,4452	0,0769	0,4778
0,20-0,30	0,12	0,47	0,34	1,28	0,22	0,219	0,154	0,065	70,47	0,98	7,69	0,4516	0,0726	0,4758
0,00-0,10	0,08	0,45	0,04	1,31	0,24	0,283	0,132	0,151	85,30	0,97	9,09	0,5212	0,0785	0,4003
0,10-0,20	0,14	0,46	0,08	1,50	0,34	0,219	0,127	0,092	76,47	0,97	7,92	0,4823	0,0669	0,4508
0,20-0,30	0,16	0,49	0,04	1,73	0,42	0,253	0,139	0,114	74,43	0,99	4,19	0,4606	0,074	0,4653
0,00-0,10	0,10	0,45	2,83	1,11	0,10	0,234	0,137	0,097	91,34	0,99	14,68	0,5609	0,0816	0,3575
0,10-0,20	0,02	0,46	0,37	1,16	0,14	0,252	0,114	0,138	87,41	0,98	12,47	0,4775	0,1371	0,3854
0,20-0,30	0,22	0,48	0,03	1,33	0,67	0,270	0,177	0,093	82,93	0,98	7,34	0,4561	0,1197	0,4242

θ_r : Umidade residual; θ_s : Umidade de saturação; α , n, m: Parâmetros adimensionais; CC: Capacidade de campo; PMP: Ponto de murcha permanente; AD: Água disponível; Kr: Condutividade hidráulica dos solos; R²: Coeficiente de regressão linear.

Os maiores valores de Kr foram observados na área de bananeira em superfície (135,49 cm h⁻¹), seguidos de mata nativa (91,34 cm h⁻¹), cajueiro (85,30 cm h⁻¹) e capim elefante (79,11 cm h⁻¹) (Tabela 1) seguindo a mesma tendência dos atributos hídricos quanto a infiltração e retenção de água no solo e suas inter-relações com COT e a fração areia (PECAN et al., 2023).

CONCLUSÕES

A caracterização dos atributos físico-hídricos em usos da terra se mostrou indispensável ao desenvolvimento de atividades agrícolas e manejo da paisagem.

A fração argila, infiltração e retenção de água no solo discriminaram a área do capim-elefante, refletindo no carbono orgânico total (COT) em função da maior taxa de ciclagem de raízes que atuam na macroagregação.

O ponto de murcha permanente (PMP) discriminou a área do cajueiro, com restrições hídricas e químicas, conferindo menor estabilidade estrutural.

O COT, condutividade hidráulica relativa, retenção de água no solo discriminaram os usos da terra da bananeira e mata nativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-HASHIM, M.; MOHAMED, E.; BELAL, A. E. Identification of potential soil water retention using hydric numerical model at arid regions by land-use changes. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 3, n. 4, p. 305-315, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.10.005>>.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONSALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2023.

AMORIM, R. S. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; COUTO, E. G.; KUNZ, M.; RODRIGUES, M. F.; SILVA, L. C. M.; REICHERT, J. M. Water retention and availability in Brazilian Cerrado (neotropical savanna) soils under agricultural use: Pedotransfer functions and decision trees.

Soil and Tillage Research, v. 224, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105485>>.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; SILVA, D. D.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 9. Ed. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2019. 545p.

FACHIN, P. A.; THOMAZ, E. L. A escarificação do solo em sistema de plantio direto afeta a estabilidade de agregados e o teor de matéria orgânica em latossolo vermelho. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 21, n. 77, p. 18–28, 2020. DOI:10.14393/RCG217748579

GUO, L.; LIU, Y.; WU, G.; HUANG, Z.; CUI, Z.; CHENG, Z.; ZHANG, R.; TIAN, F.; HE, H. Preferential water flow: Influence of alfalfa (*Medicago sativa* L.) decayed root channels on soil water infiltration, **Journal of Hydrology**, v. 578, 2019, 124019, ISSN 0022-1694, Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124019>>.

KOOL, D.; TONG, B.; TIAN, Z.; HEITMAN, J. L.; SAUER, T. J.; HORTON, R. Soil water retention and hydraulic conductivity dynamics following tillage. **Soil and Tillage Research**, v. 193, p. 95-100, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.still.2019.05.020>>.

LI, H.; YAO, Y.; ZHANG, X.; ZHU, H.; WEI, X. Changes in soil physical and hydraulic properties following the conversion of forest to cropland in the black soil region of Northeast China. **Catena**, v. 198, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104986>>.

LIU, L.; LU, Y.; FU, Y.; HORTON, R.; REN, T. Estimating soil water suction from texture, bulk density and electrical resistivity. **Geoderma**, v. 409, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115630>>.

PACHEPSKY, Y.; HILL, R. L. Scale and scaling in soils. **Geoderma**, [S.L.], v. 287, p. 4-30, fev. 2017. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.08.017>>.

PATIÑO, S.; HERNÁNDEZ, Y.; PRATA, C.; DOMÍNGUEZ, I.; DAZA, M.; OVIEDO-OCAÑA, R.; BUYTAERT, W.; OCHOA-TOCACHI, B. F. Influence of land use on hydro-physical soil properties of Andean páramos and its effect on streamflow buffering. **Catena**, v. 202, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105227>>.

PECAN, U.; PINTAR, M.; MIHELIC, R.; KASTELEC, D. Variability of in situ soil water retention curves under different tillage systems and growing seasons. **Soil and Tillage Research**, v. 233, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105779>>.

PIRASTRU, M.; BAGARELLO, V.; IOVINO, M.; MARROSU, R.; CASTELLINI, M.; GIADROSSICH, F.; NIEDDA, M. Subsurface flow and large-scale lateral saturated soil

hydraulic conductivity in a Mediterranean hillslope with contrasting land uses. **Journal Of Hydrology And Hydromechanics**, [S.L.], v. 65, n. 3, p. 297-306, 2017. Walter de Gruyter GmbH. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1515/johh-2017-0006>>.

PIRES, L. F.; AULER, A. C.; ROQUE, W. L.; MOONEY, S. J. X-ray microtomography analysis of soil pore structure dynamics under wetting and drying cycles. **Geoderma**, v. 362, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114103>>.

TIAN, Z.; CHEN, J.; CAI, C.; GAO, W.; REN, T.; HEITMAN, J. L.; HORTON, R. New pedotransfer functions for soil water retention curves that better account for bulk density effects. **Soil and Tillage Research**, v. 205, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104812>>.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, n. 13, 1988. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00103628809368027>>.