



ÁGUA NO SOLO EM FUNÇÃO DO VOLUME DE CHUVA EM DIFERENTES TEXTURAS DO SOLO EM AMBIENTE DE PASTEJO NO CERRADO

SOIL WATER AS A FUNCTION OF RAINFALL VOLUME IN DIFFERENT SOIL TEXTURES IN A CERRADO GRAZING ENVIRONMENT

Silvio Vasconcelos de Paiva Filho¹, Guilherme Rodrigues Martins¹, Rose Luiza Moraes Tavares², Camila Jorge Barnabé Ferreira², Gilmar Oliveira Santos^{2*}

¹ Mestrando em Agronomia pela Universidade de Rio Verde - Rio Verde, GO. E-mail: silviofilho1997@gmail.com; guilhermemartinsrv5@gmail.com.

² Professor (a) na Universidade de Rio Verde, Rio Verde - Rio Verde, GO. E-mail: camilajbferreira@gmail.com; roseluiza@unirv.edu.br; gilmar@unirv.edu.br. Fone: +55 (64) 3611 - 2278. *Autor correspondente

Info

Recebido: 11/2021

Publicado: 12/2022

DOI: 10.37951/2358-260X.2022v9i2.6103

ISSN: 2358-260X

Palavras-Chave

Umidade. Infiltração. Solo argiloso. Solo arenoso.

Keywords:

Moisture. Infiltration. Clay soil. Sandy soil.

Resumo

Conhecer as condições de água do solo em diferentes volumes de chuva em condição de solo argiloso e arenoso, possibilita ao planejamento e ações que visam à conservação do meio ambiente e as planejamento agrícola. Portanto, neste trabalho objetivou avaliar disponibilidade de água no solo em função do volume de chuva em diferentes classes texturais em ambiente de pastejo no Cerrado. Em cada área foram feitas medições de condutividade hidráulica do solo, adicionando volumes equivalentes a 5, 10, 20, 40, 60, 80 e 100 mm de água. Para análise física e umidade gravimétrica, foram abertas trincheiras e retiradas amostras de solo indeformadas nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 cm. Houve aumento da umidade do solo em função do volume de

chuva. Houve aumento da umidade do solo em função do volume de chuva até aos 60 cm de profundidade. Solo de textura arenosa possui menor tempo de infiltração e o argiloso, conduz a água em maior profundidade, devido apresentar maior porosidade total do solo ($0,52 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) em relação ao solo arenoso ($0,40 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$).

Abstract

Knowing the soil moisture conditions in different volumes of rain in clayey and sandy soil conditions, allows for planning and actions aimed at environmental conservation and as agricultural planning. Therefore, this work aimed to evaluate soil moisture as a function of rainfall volume in different textural classes in a grazing environment in the Cerrado. In each area, soil hydraulic conductivity was chosen, adding volumes equivalent to 5, 10, 20, 40, 60, 80 and 100 mm of water. For physical analysis and gravimetric moisture, trenches were dug and undisturbed soil removal at depths of 0-10, 10-20, 20-40 cm. There was an increase in soil moisture as a function of rainfall. There was an increase in soil moisture as a function of rainfall up to 60 cm deep. Sandy-textured soil has a shorter infiltration time and the clayey one conducts water deeper, due to its greater total soil porosity ($0,52 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) compared to sandy soil ($0,40 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$).

INTRODUÇÃO

A chuva é um elemento meteorológico natural, não controlado, porém, previsto. A distribuição da água no solo depende da intensidade da chuva e das características físicas do solo, que irá refletir as condições de umidade do solo.

O conhecimento da umidade do solo auxilia ao planejamento e manejo das principais culturas agrícolas. Em áreas com cultivo de forrageiras, a conservação da umidade do solo após um evento chuvoso pode favorecer ao desempenho da cultura por longos dias,

considerando que há regiões onde o regime hídrico de chuvas é irregular.

Na região de Rio Verde, além da produção de soja e milho, há o destaque da produção de rebanho de corte em sistema de confinamento e a pastejo. Na maior parte dos casos, o sistema de pastejo são em propriedades de menor porte que não possuem sistemas de irrigação, sendo cultivadas em sistema de sequeiro.

A distribuição de chuva na região é concentrada de outubro a março (87%), com sequência

de até 93 ± 25 dias sem chuva no outono-inverno (THIESEN et al., 2018).

O conhecimento da relação solo-atmosfera, auxilia no manejo das principais culturas produzidas, não somente de forrageira, mas como exemplo, a escolha do ciclo a ser implantado ou tipo de planta a ser instalada (ZULPO et al., 2019) e ao manejo do solo, evitando processos de degradação.

Quando utilizado outras culturas, há conservação da palhada no solo, que protege o mesmo de adversidades climáticas. Estudo realizado por Klein e Klein (2015) ressaltam as principais técnicas de manejo que beneficiam a umidade no solo para a exploração agrícola além da palhada e concluíram que a adição de matéria orgânica, biocarvão ou polímeros sintéticos, também são opções que os agricultores possuem para reduzir os efeitos da estiagem, por favorecer ao desenvolvimento radicular, aumentando a capacidade de armazenamento de água no solo e assim, propiciar a longevidade da umidade do solo, independente da cultura a ser utilizada.

A interação entre solo, água e planta, e a pressão de competição por água e espaço nos estágios de desenvolvimento das culturas, podem resultar em um maior comprimento do sistema radicular das espécies forrageiras com maior aporte radicular para camadas mais profundas, a fim de buscar água e nutrientes, fazendo com que perdurem por mais tempo diante a um estresse hídrico (SILVA et al., 2020).

Atrelado ao desenvolvimento radicular, o rompimento de uma camada compactada do solo pelas raízes resulta em uma maior formação de macroporos, aumento da porosidade total, diminuição da densidade do solo predisposta pela compactação gerada durante os anos (SILVA et al., 2017).

A adoção do uso de plantas de cobertura como prática cultural, envolvendo a *Urochloa*, tem propiciado um aumento na macroporosidade do solo e

a quantidade de palha produzida, sendo importante para manutenção da estabilidade do sistema, além de melhoria do perfil de solo. Tal prática, favorece a mobilização das raízes no solo e a formação de palha, que são essenciais à proteção do solo, estruturação e redução da erosão, bem como a manutenção de água no solo (AWE et al., 2015).

A cultivar *Urochloa brizantha* marandú por exemplo tem em suas características a produção de sementes para sua renovação, favorece as práticas conservacionistas do solo com agressiva produção radicular, com resultados satisfatórios quando aplicado fertilizantes, além da produção de forragens em um alto valor nutritivo, assim como a rebrota e a capacidade de cobertura do solo, auxiliando na formação de matéria orgânica, sendo resistente às cigarrinhas das pastagens, sombreamento ou intempéries, podendo permanecer verde no inverno e tornando-a rígida e prática para uso no período entressafra (ANDRADE, 2015).

Aliado ao desenvolvimento radicular está a facilidade desse sistema em se desenvolver tornado importante conhecer o comportamento da água no solo, em diferentes texturas, possibilitando o planejamento e ações que visam à conservação do meio ambiente, das áreas agrícolas e dos recursos hídricos, minimizando perdas de solo, água e solutos em solos insaturados (BOCUTI et al., 2020). Para isso, a quantificação do fluxo da água no solo é necessária para a tomada de decisão de práticas de manejo de acordo com as funções hidráulicas do solo (SILVA JUNIOR et al., 2020).

Intensidade de chuvas superior a taxa de infiltração de água no solo, pode provocar perda de solo e nutrientes, além de favorecer ao escoamento superficial, reduzindo o volume de água armazenado ao mesmo. Diante disso, para que se tenha êxito no planejamento das atividades de gestão de áreas relacionadas ao solo e ao clima, é necessário caracterizá-

los, para que haja o manejo efetivo das mesmas, reduzindo os impactos ao meio ambiente e assegurando a disponibilidade de água no solo as culturas de interesse econômico. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a umidade do solo em função do volume de chuva em diferentes texturas do solo em ambiente de Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

O ensaio foi conduzido em duas áreas distintas, em local com textura de solo argiloso, na Universidade de Rio Verde, localizada na Latitude 17,78°S e Longitude 50,96°O e à 780 m acima do nível do mar e em local com textura de solo arenoso, em propriedade rural particular, localizada na Latitude 17,8°S e Longitude 51,06°O, altitude de 789 m, ambas as áreas com o cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

O clima da região de Rio Verde é Aw Tropical (Köppen), com duas estações climáticas bem definidas, sendo uma seca e amena (abril a setembro) e outra quente e chuvosa (outubro a março) (CASTRO e SANTOS, 2021; LOPES SOBRINHO et al., 2020). A precipitação média é de 1.621 mm ano⁻¹, concentrando de outubro a março (86,8%).

Distribuição e frequência de chuva

Foi realizado o histograma de frequência de distribuição da precipitação média anual e para a maior classe encontrada no ano (>0 a 20 mm) para o município de Rio Verde. Os dados de precipitação foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020) da Estação Meteorológica Convencional de Rio Verde (OMM: 83470) que é em parceria com a Universidade de Rio Verde, localizada na latitude 17°47'07"S, longitude 50°57'53"O e à 774,62 m do nível do mar. O período de dados meteorológicos foi de janeiro/1972 a

dezembro/2016, com exceção dos anos de 1975, 1978, 1979 e de 1991 a 1996, que não foram contabilizados por indisponibilidade de dados, compreendendo assim, 36 anos.

Coleta de dados

Os tratamentos foram conduzidos em duas áreas cultivadas com forrageira do gênero *Urochloa brizantha* cv. Marandu instaladas a 2 anos em sistema sem revolvimento do solo que estão submetidas a dois solos de diferentes classes texturais, sendo um argiloso, com 50%, 20% e 30% e o outro franco arenoso, com 15%, 8% e 77% de argila, silte e areia, respectivamente, sendo os solos classificados como latossolo vermelho distrófico (SANTOS et al., 2018).

Em cada área foram feitas quatro medições de condutividade hidráulica do solo. Esta técnica consiste na inserção de um cilindro de PVC (Policloreto de vinila) com diâmetro de 14 cm numa profundidade de 5 cm no solo. Adicionando-se volumes equivalentes a 5, 10, 20, 40, 60, 80 e 100 mm de água no interior do mesmo e quantificando o tempo necessário para infiltração de toda a água no solo afim de simular precipitações de variadas intensidades.

Ao lado dos cilindros de PVC foram abertas 4 trincheiras (4 repetições) com dimensão de 0,4 m de largura, 0,4 m de comprimento e 0,7 m de altura. Foi quantificado a profundidade de infiltração da água no solo. Em cada trincheira, foram retiradas, em duplicata, amostras de solo indeformadas com auxílio de anéis volumétricos de 100 cm³ nas profundidades 0-10, 10-20, 20-40 cm. Estas amostras foram utilizadas para análises de porosidade total, macro e microporosidade e densidade do solo seguindo a metodologia da Almeida et al. (2017).

Foi feita a avaliação da umidade gravimétrica do solo em cada profundidade (0-10, 10-20 e 20-40 cm) de acordo com metodologia de Viana et al. (2017). As

coletas de solo em campo, foram realizadas 5 minutos após o término total da infiltração do volume de água equivalente em cada tratamento.

Análises estatísticas

Os dados de profundidade de infiltração, tempo de infiltração e umidade gravimétrica foram submetidos à análise de variância pelo teste F, utilizando-se o programa de processamento de dados Sisvar (FERREIRA, 2011). Quando houve significância estatística para as lâminas de água, realizou-se a análise de regressão. Para a comparação das classes texturais, os resultados das análises de densidade do solo,

porosidade total, macro e microporosidade foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição de ocorrência de chuva média anual no município de Rio Verde, varia de 0,1 a 137,2 mm (Figura 1a), sendo que a maior frequência (79,7%) fica entre de 0,1 e 19,6 mm (Figura 1b). Da ocorrência total de chuva de 0,1 a 19,6 mm, 43,4% é inferior a 2,9 mm dia⁻¹, sendo que parte deste volume de água é interceptado ou evaporado (5-30%) pela parte aérea das culturas, não infiltrando até o sistema radicular das mesmas.

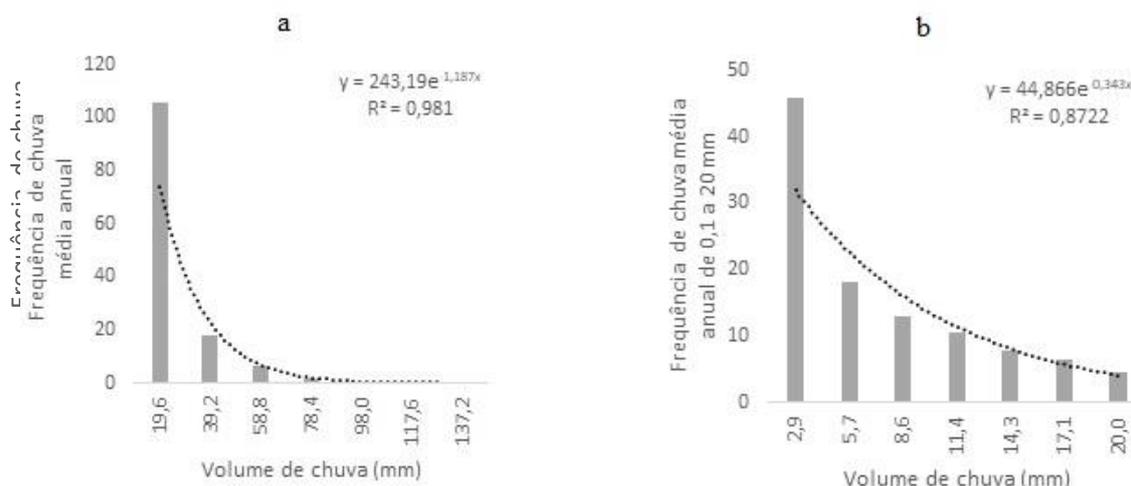


Figura 1. Distribuição e frequência de chuva média anual no município de Rio Verde, Goiás.

O número de ocorrência de chuva até 2,9 mm dia⁻¹, representa 19,2% (307,4 mm) do volume total que ocorre no município de Rio Verde. A *Urochloa*, em sistema integrado ou não, responde de forma positiva a esse volume de chuva, por possuir sistema radicular bem distribuído (DANTAS et al., 2016). Para as principais culturas agrícolas cultivadas no município em sistema de plantio direto, soja e milho, esse montante representa 47,3% e 55,9%, respectivamente, da demanda hídrica total da cultura, caso a frequência ocorra no período de estabelecimento dessas culturas.

Em condições de campo, o volume de chuva total interceptado pode reduzir a disponibilidade hídrica as culturas agrícolas de 81 a 486 mm por ano devido a interceptação ou evaporação. Do volume total de chuva, 40 a 95% é infiltrado no solo. Essa variação depende das características pedológicas, que em condições menos favoráveis de declividade, porosidade e compactação, pode escoar até 30% do volume total em área agrícola. Nas condições deste trabalho, o volume foi direcionado ao solo, sem interferências.

A baixa frequência de chuvas de forte intensidade, ameniza os impactos ao solo,

principalmente em condições de solo que conserva a palhada em sua superfície. Por outro lado, solos desprotegidos, sem a conservação da palhada ou perda da mesma por queimadas, estão propícios aos processos erosivos.

A ocorrência de chuva de forte intensidade (precipitação > velocidade de infiltração de água no solo), propiciou infiltração de água no solo até a profundidade de 8,3 cm em condição de solo argiloso e

6,3 cm em solo arenoso, porém, sem efeito significativo ($p > 0,05$) no solo com textura arenosa (Figura 2). Os solos argilosos tem sua infiltração governada por forças capilares e gravitacionais, lhe proporcionando uma adsorção superior a solos arenosos que apesar de sua quantidade superior de macroporos tem-se pouca influencia da capilaridade (SOARES et al., 2020).

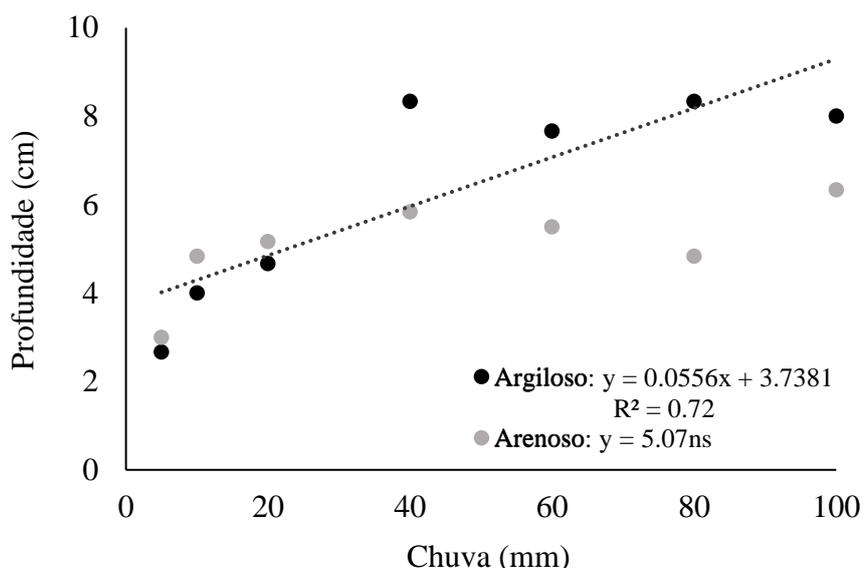


Figura 2. Profundidade de infiltração de água no solo em função do volume de chuva em condição de solo arenoso e argiloso.

Para o solo argiloso, volume de chuva de 40 a 100 mm estabilizou a profundidade de infiltração de água no solo, o mesmo ocorreu para os solos arenosos a partir da lâmina de 10 mm. Segundo Bocuti et al. (2020) solos arenosos quando submetidos a uma alta intensidade de precipitação como a de 60 mm pode vir a gerar um aumento na energia cinética do impacto das gotas de chuva no solo, causando uma desagregação e um novo arranjo superficial das partículas do solo, possibilitando o estabelecimento do fluxo contínuo de água e, conseqüentemente, a padronização da taxa de infiltração da água. O que permitiu que o solo argiloso, com uma estrutura mais consolidada do solo, obtivesse maiores taxas de infiltração, mesmo considerando os

dois solos com a mesma forrageira que possui um sistema de enraizamento agressivo.

Os macroporos facilitam fluxos, tanto de ar quanto de água no solo, quando associado aos microporos conferem maiores taxas de adsorção de água. Os teores de areia presentes no solo facilitam a infiltração de água, enquanto solos que apresentam em sua composição, atributos como silte, argila, carbono total, índices de estabilidade de agregados, índice e grau de floculação, absorvem mais água e distribuem esse recurso ao longo do perfil (BOCUTI et al., 2020).

Considerando a maior classe de frequência de chuva média anual (>0 a 19,6 mm) a profundidade de molhamento seria de até 5,2 e 4,7 cm, em solo de textura arenosa e argilosa, respectivamente,

desconsiderando qualquer interferência, como por exemplo a interceptação. O registro do detalhamento da maior classe de frequência de chuva (>0 a 2,9 mm) infiltrado no solo até a profundidade de 3,9 cm. A baixa regularidade das chuvas, pode comprometer o desenvolvimento das culturas devido a disponibilidade de água somente nas camadas superficiais.

Houve maior taxa de absorção de água em menor tempo em textura de solo arenoso em relação ao argiloso (Figura 3) devido à natureza do seu material particulado, o que pode influenciar vários atributos do solo, como a baixa capacidade de retenção de cátions e a estrutura mal desenvolvida (PINHEIRO JUNIOR et al., 2019).

Considerando as maiores classes de frequência de chuva (até 78,4 mm), em condições de forte

intensidade, o tempo gasto para infiltrar toda a água no solo seria de 26 e 8,9 minutos, infiltrando até 8,3 e 6,3 cm em condições de solo argiloso e arenoso, respectivamente. A rápida taxa de infiltração de água no solo, favorece a reposição hídrica nos aquíferos e redução da degradação do solo causada pelo escoamento superficial.

Houve aumento proporcional do tempo em função do volume de chuva para ambas as texturas de solo, exceto para a lâmina de 100 mm em solo argiloso (Figura 3). De acordo com Vaz et al. (2019), avaliando condições semelhantes as citadas nesse trabalho, concluíram que o risco de erosividade desses solos é classificado como moderado para Latossolo Vermelho distroférrico e litólicos e baixo para francos arenosas.

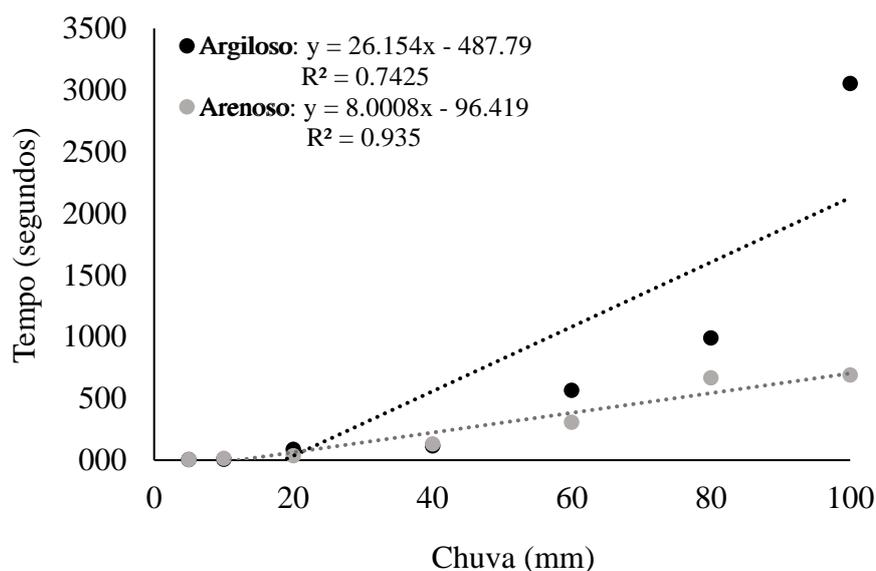


Figura 3. Tempo de infiltração de água no solo em função do volume de chuva em condição de solo com textura arenosa e argilosa.

Houve aumento linear na umidade gravimétrica dos solos em função do volume de chuva nas camadas abaixo de 10 cm de solo, no entanto, para as camadas superiores, até 40 cm, nota-se uma saturação do solo a partir do volume de 60 mm (Figura

4), favorecendo ao acúmulo de água na camada superficial do solo, conseqüentemente, ao escoamento superficial, ficando propício a degradação e a erosão do solo (BACK, 2020).

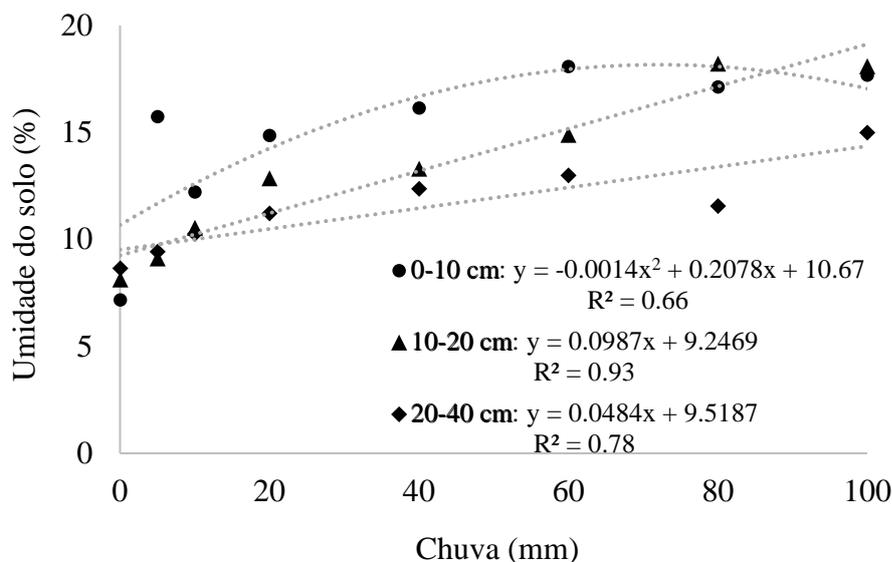


Figura 4. Umidade gravimétrica dos solos solo nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm em função do volume de chuva em condição de solo arenoso e argiloso.

Houve ganho médio de umidade do solo a base de massa em função do volume de chuva de 10,5%, 9,5% e 6,3% nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, respectivamente. Isso representa um aumento da umidade volumétrica média de 18,7% e 16,3% (0-10 cm), 16,2% e 14,6% (10-20 cm) e 10,8% e 9,8% (10-20 cm), em solo argiloso e arenoso, respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Fernandes et al. (2014) que avaliaram o teor de umidade gravimétrica até 40 cm de profundidade em solo com pastagem sem gradagem e obtiveram até 16% de umidade.

O fato do solo de textura argilosa possuir macro e microporos e o arenoso menor quantidade de microporos, torna o solo argiloso mais poroso (porosidade total) e mais susceptível a transformação de macroporos em microporos quando submetido a ações de cultivo intensificadas, assim compactando o solo (SEBEN JUNIOR et al., 2014) (Tabela 1). Sendo assim, quanto maior o teor de argila no solo (até 40%), maior a susceptibilidade à compactação (TORMENA et al.,

2017), fazendo com que o solo arenoso tenha um valor de porosidade total do solo mais baixos do que o argiloso.

Em contra partida solos argilosos possuem uma retenção superior a solos arenosos, devido ao número maior de microporos, observado na profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, favorecendo o seu cultivo e redução do escoamento superficial e consequentemente o processo erosivo (GIÁCOMO et al., 2015).

Mesmo com a diferença de valores, a densidade demonstra sinais de compactação dos solos avaliados em ambas as texturas. De acordo com Assis et al. (2017), recomenda-se avaliar novamente após três anos de duração onde se tem um perfil de solo já consolidado. O pisoteio animal na superfície do solo, e às vezes repetitivamente em um só local, provoca a compactação do solo e consequentemente a sua degradação (FERNANDES et al., 2014).

Tabela 1. Valores médios de propriedades físicas do solo nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 cm sobre diferentes texturas do solo em Rio Verde, Goiás.

Text.	Prof.	PT (m ³ m ⁻³)	Ma (m ³ m ⁻³)	Mi (m ³ m ⁻³)	ds (g cm ⁻³)
Argilosa	0-10 cm	0,53 a	0,28 a	0,25 a	1,59 a
	10-20 cm	0,54 a	0,27 a	0,26 a	1,73 a
	20-40 cm	0,51 a	0,27 a	0,25 a	1,71 a
Arenosa	0-10 cm	0,43 b	0,29 a	0,14 b	1,50 a
	10-20 cm	0,39 b	0,28 a	0,12 b	1,41 b
	20-40 cm	0,40 b	0,26 a	0,14 a	1,55 a

Text: textura; Prof: profundidade; PT: porosidade total; Mi: microporosidade do solo; Ma: macroporosidade do solo; Ds: densidade do solo. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Sistemas de cultivo de *Urochloa brizantha* em sistema de plantio direto favorecem as características físicas do solo, autores como Silva et al. (2019) detectaram maior recuperação de carbono pela fitomassa em área com *U. brizantha* em comparação a *U. ruziziensis* por exemplo, na camada de 20-30 cm, e Nascente et al. (2015) notaram decréscimo do diâmetro de agregados do solo em área com a *U. ruziziensis* em comparações com *U. brizantha*.

Seguindo o mesmo princípio de conservação do solo, a umidade do solo, sendo em maior volume e profundidade em condições de solo argiloso, favorece a germinação de sementes, o desenvolvimento e produção das lavouras, redução do selamento superficial e aos impactos direto e indireto no solo e na água. De acordo com Ferreira et al. (2020) o aumento do grau de compactação promove a degradação da qualidade física do solo e diminuição da produtividade de culturas como a soja, com perdas de até 12% a 19% de produtividade.

Contudo, mesmo não havendo comprovação direta da influência da textura em função da *Urochloa*, a mesma é a forrageira mais utilizada como alternativa de planta de cobertura na região sob Cerrado, agregando valor na área, resistente as adversidades climáticas, sendo uma fonte de alimentação aos bovinos, assim como, protege o solo na camada superficial e propicia as boas condições das características físicas do solo em

profundidade, reduzindo assim, as práticas convencionais de manejo no período das safras agrícolas.

CONCLUSÃO

O estudo da disponibilidade e água no solo em função do volume de chuva em diferentes texturas do solo em ambiente de pastejo no Cerrado, concluiu que:

A maior frequência de chuva na região mais frequente é de até 19,2 mm, que propicia a profundidade de infiltração de água no solo até 5,1 cm e 4,8 cm em solo arenoso e argiloso respectivamente, volume de chuva superior, não aumenta de forma significativa a profundidade de infiltração em solo arenoso, mas em solo argiloso chega em média a 8,3 cm.

Até 19,2 mm de volume de chuva, o tempo de infiltração de água no solo é semelhante, porém, quando há volume de chuva acima de 20 mm, o solo argiloso apresentar maior tempo de retenção de água na superfície do solo em relação ao solo de textura arenosa.

Houve aumento gradual da umidade gravimétrica do solo em função do aumento do volume de chuva nas camadas do solo, exceto para 0-10 cm que se estabilizou após os 60 mm de chuva.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. G.; FREITAS, P. L.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M.; DONAGEMMA, G. K.

- Manual de métodos de análise de solo, 3.ed. rev. e ampl. Brasília, DF. **Embrapa**, 573p, 2017.
- ANDRADE, R. A. S. **Acúmulo de biomassa e produção animal em pastos de capim Piatã e Paiaguás em sistema de integração lavoura-pecuária**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados - Dourados, MS: UFGD, 53p, 2015.
- ASSIS, P. C. R.; STONE, L. F.; SILVEIRA, A. L. R.; OLIVEIRA, J. M.; WRUCK, F. J.; MADARI, B. E. Biological soil properties in integrated crop-livestock-forest systems. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v.41, p.1-12, 2017.
- AWE, G. O.; REICHERT, J. M.; WENDROTH, O. O. Temporal variability and covarianc structure sof soil temperature in a sugarcane fieldunder different management practices in southern Brazil. **Soiland Tillage Research**, v.150, p.93-106, 2015.
- BACK, Á. J.; BACK, Á. J. Alternative model of intense rainfall equation obtained from daily rainfall disaggregation. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.25, 2020.
- BOCUTI, E. D.; AMORIM, R. S. S.; DI RAIMO, L. A.; MAGALHÃES, W. A. Effective hydraulic conductivity and its relationship with the other attributes of Cerrado soils. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.24, n.6, p.357-363, 2020.
- CASTRO, P. A. L. de; SANTOS, G. O. Condições climáticas como ferramenta de planejamento agrícola e urbano, o caso do município de Rio Verde, Goiás. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.14, n.3, e8119, 2021.
- DANTAS, G. F.; FARIA, R. T.; SANTOS, G. O.; DARLI, A. B.; PALARETTI, L. F. Produtividade e qualidade da Urochloa irrigada no outono/inverno. **Engenharia Agrícola** v.36, n.3, p.469-481, 2016.
- FERNANDES, K. L.; RIBON, A. A.; HERMÓGENES, V. T. L.; CUSTÓDIO G. D.; BARROS, L. R. Atributos físicos de solo sob Cerrado em duferentes sistemas de suo e manejo de pastagens e mata nativa. **Cultivando o saber**, v.7, n.1, p.14-23, 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.4, p.529, 2019.
- GIÁCOMO, R. G.; PEREIRA, M. G.; GUARESCHI, R. F.; MACHADO, D. L. Atributos químicos e físicos do solo, estoques de carbono e nitrogênio e frações húmicas em diferentes formações vegetais. **Ciência Florestal**, v.25, n.3, p.617-631, 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Disponível: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em 16 out 2020.
- KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v.19, n.1, p.21-29, 2015.
- LOPES SOBRINHO, O. P.; SANTOS, L. N. S.; SANTOS, G. O.; CUNHA, F. N.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B. Balanço hídrico climatológico mensal e classificação climática de Koppen e Thornthwaite para o município de Rio Verde, Goiás. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.27, p.19-33, 2020.
- NASCENTE, A. S.; LI, Y.; CRUSCIOL, C. A. C. Soil aggregation, organic carbon concentration, and soil bulk density as affected by cover crop species in a no-tillage system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.3, p.871-879, 2015.
- PINHEIRO JUNIOR, C. R.; PEREIRA, M. G.; FONTANA, A.; LUZ, L. R. Q. P.; CORRÊA NETO, T. A. Pedogenesis in a topo-climosequence in the Agreste region of Pernambuco. **Revista Ciência Agronômica**, v.50, n.2, p.177-187, 2019.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema brasileiro de classificação de solos, 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF. **Embrapa Solos**, 355p, 2018.
- SEBEN JUNIOR, G. F.; CORÁ, J. E.; LAL, R. The effects of land use and soil management on the physical properties of an Oxisol in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.4, p.1245-1255, 2014.
- SILVA, M. C. C.; ANDREOTTI, M.; COSTA, N. R.;

- LIMA, C. G. R.; PARIZ, C. M. Soil physical attributes and yield of winter common bean crop under a no-till system in the Brazilian cerrado. **Revista Caatinga**, v.30, n.1, p.155-163, 2017.
- SILVA, G. S. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO NETO, R. B. Soil water dynamics and yield in maize and *Brachiaria ruziziensis* intercropping. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.50, p.1-9, 2020.
- SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P.; PEREIRA, W. E.; BORBA, J. O. M.; TAVARES, D. D.; SANTOS, T. E. D.; MARTINS, A. F. Estoques de carbono e retenção hídrica em biomassa de gramíneas no agreste da Paraíba. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.13, n.2, p.155-167, 2019.
- SILVA JUNIOR, J. J.; COLOMBO, A.; OLIVEIRA, G. C.; SILVA, B. M.; EUGÊNIO, J. E. J. Estimation of tropical soils' hydraulic properties with inverse method and tension infiltrometer field data. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.15, n.3, p.1-15, 2020.
- SOARES, W. A.; SILVA, S. R.; LIMA, J. R. S. Land-use change effect on the hydro-dynamic characteristics of soil in the Brazilian semi-arid region. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.15, n.2, p.1-26, 2020.
- THIESEN, A. C. de O.; CARVALHO, R.; CABRAL, R. F.; CASTRO, P. A. L. de; SANTOS, G. O. Intervalo de dias sem chuva no município de Rio Verde, Goiás. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 6 a 8 de agosto de 2018, Brasília. **Anais...** 2018.
- TORMENA, C. A.; ANGHINONI, E.; WATANABE, R.; FERREIRA, C. J. B. **Qualidade física do solo em sistemas intensivos de produção agrícola**. Boletim de Pesquisa. Fundação MT, p.109-124, 2017.
- VAZ, L.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W. P.; ALVES JUNIOR, J.; BATTISTI, B. Relação Intensidade-Duração-Frequência de Chuva para Análise de Risco na Região do Matopiba, Brasil, **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.34, n.2, p.247-254, 2019.
- VIANA, J. H. M.; TEIXEIRA, W. G.; DONAGEMMA, G. K. Manual de métodos de análise de solo, 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF. **Embrapa**, 573p, 2017.
- ZULPO, L.; KERPEN, H. S.; FINK, J. A.; MAZURANA, M.; LEVIEN, R. Thermo-physical-hydraulic variables in a no-tillage system related to wheeled traffic and furrow-opening mechanisms. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.54, p.1-10, 2019.