



ANAIS do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Brasília-DF, 20-23 de Abril de 2022



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE) disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

MIRANDA, L. S.; MOMOLI, R. S.; CORRECHEL, V.. Caracterização física de neossolos litólicos no entorno de cavernas, em Niquelândia-GO In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022. Brasília. *Anais...* Campinas: SBE, 2022. p.342-348. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_342-348.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.

Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE NEOSSOLOS LITÓLICOS NO ENTORNO DE CAVERNAS, EM NIQUELÂNDIA - GO

PHYSICAL CHARACTERIZATION OF LITHOLIC ENTISOLS AROUND CAVES IN NIQUELÂNDIA - GO

Lorena Souza MIRANDA (1,3); Renata Santos MOMOLI (1,2); Vladia CORRECHEL (3).

(1) Pequi Espeleogrupo de Pesquisa e Extensão;

(2) Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física/Instituto de Estudos Socioambientais/ Universidade Federal de Goiás;

(3) Laboratório Física do Solo/Escola de Agronomia/Universidade Federal de Goiás.

Contatos: souzalorena295@gmail.com; rsmomoli@ufg.br; vladiaea@ufg.br

Resumo

Os Neossolos Litólicos são conhecidos por serem solos rasos e pouco desenvolvidos, com uma importante relação com o seu material de origem. Entretanto, ainda há poucos estudos sobre as condições físico-hídricas destes solos, uma vez que são raramente utilizados em atividades agrícolas. Os solos que recobrem os terrenos cársticos podem facilitar ou retardar o processo de dissolução das rochas pelas águas meteóricas, de acordo com a sua permeabilidade. Dessa forma, objetivo do presente trabalho foi caracterizar as condições físicas de Neossolos Litólicos no entorno das cavernas Tarzan e Timor, formadas em rochas carbonáticas do Grupo Paranoá, que podem contribuir para a evolução do carste e qualidade ambiental. Foram avaliados atributos físicos como composição granulométrica, densidade de partículas, densidade do solo, porosidade total, macro, meso e microporosidade e condutividade hidráulica saturada, em Neossolos Litólicos, próximos à abertura das cavernas do Timor e do Tarzan, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Os resultados indicaram que ambos os solos apresentam textura franco-siltosa, alta porosidade total e permeabilidade muito alta. Tais condições favorecem a ocorrência de vegetação de porte alto, do tipo florestas, apesar da pouca profundidade do solos, bem como a poluição e contaminação das águas do aquífero cárstico, devido à elevada transmissibilidade através do sistema poroso altamente conectado.

Palavras-Chave: Neossolos Litólicos, atributos físicos, solos, caracterização

Abstract

Lithic Entisols are known for being shallow and poorly developed soils, with an important relationship with their parent material. However, there are still few studies on the physical and hydric conditions of these soils, since they are rarely used in agricultural activities. The soils that cover karstic terrains can facilitate or slow down the process of rock dissolution by meteoric waters, according to their permeability. Thus, the objective of the present work was to characterize the physical conditions of Lithic Entisols in the surroundings of the Tarzan and Timor caves, formed in carbonate rocks of the Paranoá Group, which can contribute to the karst evolution and environmental quality. Physical attributes such as particle size composition, particle density, soil density, total porosity, macro, meso and micro porosity and saturated hydraulic conductivity were evaluated in litholic neosols near the Timor and Tarzan caves, at 0-10 and 10-20 cm layers. The results indicated that both soils have a silty loamy texture, high total porosity and very high permeability. Such conditions favor the occurrence of tall, forest-like vegetation, despite the shallowness of the soils, as well as the pollution and contamination of the karst aquifer waters, due to the high transmissibility through the highly connected porous system.

Keywords: *Lithic Entisols, physical attributes, soils, characterization*

1. INTRODUÇÃO

O solo é um material poroso, de composição mineral e orgânica que cobre a superfície da terra, formado através dos processos de intemperismo das rochas. A Pedosfera, conjunto dos solos, está em contato direto com a Atmosfera, Hidrosfera, Litosfera e Biosfera, resultando em trocas de energia

e matéria, entre estes compartimentos, constantes e controladas por fenômenos naturais e intervenções antrópicas.

Praticamente todas as atividades humanas (uso agrícola, urbano e industrial, além de lazer e pesquisa) se desenvolvem sobre o solo, sendo a base da relação entre seres humanos e o meio ambiente.

As funções do solo estão além do cultivo de plantas alimentícias e substrato para obras, com vasta biodiversidade, é responsável pelo equilíbrio dos ecossistemas terrestres no planeta. E vale ressaltar, que o solo também contribui para a recarga de aquíferos, uma vez que sua porosidade, juntamente com declividade do terreno, cobertura vegetal e do tipo/intensidade de chuva (GOMES, 2015) controlam a taxa de infiltração de água no solo e o armazenamento hídrico.

O solo é um meio dinâmico, com fases sólida, líquida e gasosa, onde atributos físicos, químicos e biológicos interagem provendo, em determinadas condições, a formação de biomassa. A boa produtividade de biomassa do solo depende da qualidade física, química e biológica, para propiciar condições ótimas para o desenvolvimento radicular das plantas. Nesse sentido, os indicadores físicos de qualidade do solo possuem um papel importante, pois são responsáveis por caracterizar informações sobre os processos hidrológicos que ocorrem nos solos. Os atributos físicos do solo como a textura, estrutura, o volume de água disponível e sua capacidade de redistribuição de água estão intimamente ligados a porosidade e a condutividade hidráulica do solo.

O carste, com suas características feições superficiais e subterrâneas formadas pela dissolução das rochas, pode ser fracionado em três domínios, que envolvem: 1) a superfície (exocarste), 2) a subsuperfície (epicarste) e o 3) meio subterrâneo (endocarste) (PILÓ, 2000). O relevo cárstico é predominantemente associado às rochas calcárias, apesar da ocorrência do carste em rochas não carbonáticas. Os terrenos cársticos apresentam grande potencialidade de ocorrência de cavernas (JANSEN; CAVALCANTI; LAMBLÉM, 2012), morfologia específica (dolinas, vales cegos, paredes, lapíás, entre outras) e drenagem predominantemente subterrânea (PILÓ, 2000).

Os solos que recobrem os terrenos cársticos correspondem ao epicarste e, como produto das rochas matrizes ou da deposição de sedimentos, herdando e/ou transformando elementos químicos essenciais ou tóxicos, porosidade e profundidade ideal ou limitante para o desenvolvimento vegetal. Pelo sistema poroso do solo percolam substâncias cujo nível de acidez depende da relação solo-água-planta e, a secreção ácida proveniente da matéria orgânica pode acelerar a dissolução do substrato

rochoso no carste carbonático (BERBERT-BORN et al., 2016).

Uma vez que o carste pode ser severamente impactado pelas ações antrópicas, como atividades agrícolas, ocupação urbana, captação de água subterrânea e mineração (VESTENA; KOBAYAMA & SANTOS, 2002), nesse sentido, estudos sobre permeabilidade são necessários para compreender a velocidade da transmissão de poluentes, a fim de mitigar os possíveis impactos incidentes.

O grau de desenvolvimento do solo, dado, na maioria das vezes, pela sua profundidade varia muito no ambiente cárstico, em função da sua proximidade com as rochas. Via de regra, solos mais desenvolvidos são mais profundos com sua superfície mais distante do material rochoso (p.ex. Latossolos, Argissolos, Nitossolos), enquanto solos menos desenvolvidos tendem a ser mais rasos e apresentam material rochoso próximo à superfície (p.ex. Neossolos e Cambissolos). De acordo com Borges (2007), os Neossolos e Cambissolos são predominantes nas formações cársticas.

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), Neossolos Litólicos são solos que possuem contato lítico ou lítico fragmentário a menos de 50 cm a partir da superfície, com horizonte A ou hístico (teor de carbono orgânico > 8%) desenvolvido diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos grandes (cascalhos, calhaus e matacões) (EMBRAPA, 2018).

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os atributos físicos e classificar os solos pouco desenvolvidos, no entorno das cavernas Tarzan e Timor, associados aos calcários e dolomitos do carste da Reserva Legado Verdes do Cerrado (RLVC), Niquelândia, Goiás.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido na Reserva Legado Verdes do Cerrado (RLVC) que se localiza no município de Niquelândia, Goiás (Figura 1). A reserva possui 27 mil hectares e está localizada às coordenadas geográficas 14°31' 39.3" S e 48° 31' 40.6" W, com altitude média local de 658 a 1.200 m. A mini-estação meteorológica da Reserva mostra que a pluviosidade média anual é de 1787 mm, com temperatura média anual variando de 17°C a 34°C.

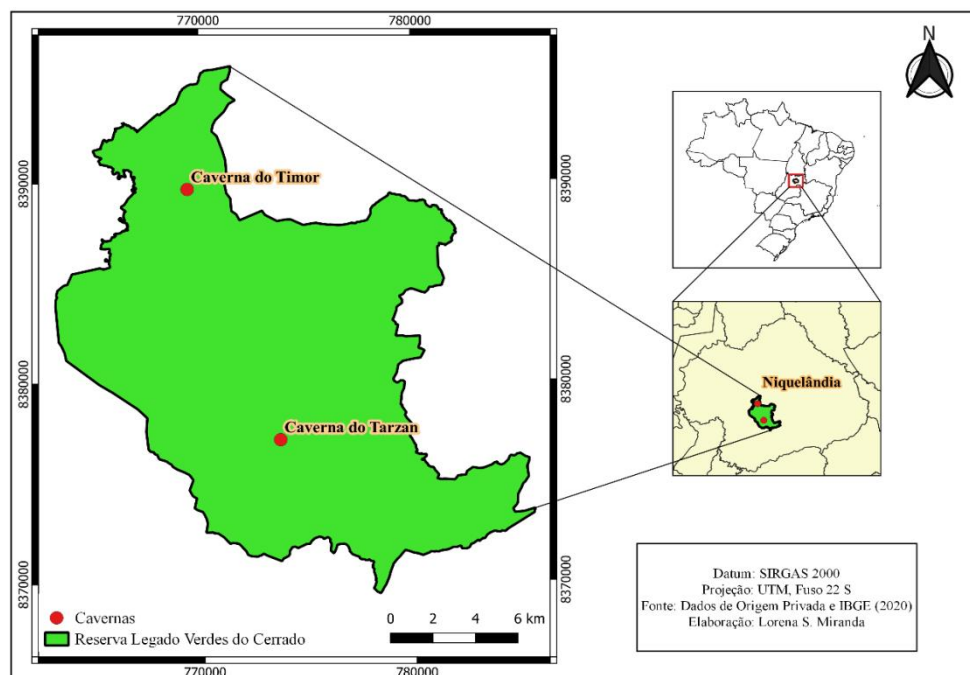


Figura 1 - Localização das cavernas Tarzan e Timor na Reserva Legado Verdes do Cerrado, Niquelândia - Goiás. (Elaborado por Miranda, 2021).

Estudos pertinentes ao projeto Qualidade dos solos das regiões cársticas (Edital 04/2018 FAPEG-Votorantim), desenvolvidos sobre as rochas metassedimentares (metarrilitos, filitos, quartzitos, ardósia, calcários e mármore) do Grupo Paranoá, identificaram, na área estudada, a ocorrência de Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo, Plintossolo Háplico, Cambissolo Háplico e Neossolos Litólico e Regolítico (MOREIRA; MOMOLI, 2020). De forma geral, os Latossolos e os Plintossolos são utilizados para produção agrícola

mecanizada de grãos enquanto Cambissolos e Neossolos se encontram em áreas mais preservadas, cuja cobertura vegetal predominante é composta pelas fitofisionomias do cerrado remanescente nativo.

Em Novembro de 2019, ao redor de duas cavernas identificadas nos maciços carbonáticos do Grupo Paranoá, em Niquelândia, Goiás, foram identificados solos classificados como Neossolos Litólicos eutróficos fragmentários (Figura 2).



Figura 2 - Neossolo Litólico (A) associado às rochas carbonáticas. Entrada da Caverna Tarzan (B) e Caverna Timor (C).

Amostras de terra com estrutura indeformada foram coletadas na parte externa das cavernas do Tarzan (pontos E42 e E44) e do Timor

(pontos E36 e E41), em duas camadas: 0-10 cm e 10-20 cm, com duas repetições, totalizando oito amostras, coletadas com trado amostrador de

cilindros metálicos de 100 cm³ (Figura 3A). As amostras foram encaminhadas para análise de densidade de partículas (Dp), densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (Ma), mesoporosidade (Me), microporosidade (Mi) e condutividade hidráulica do solo saturado seguindo os procedimentos descritos no Manual de Métodos de Análises de Solo da Embrapa (1997), no Laboratório de Física do Solo (LFS) da Escola de Agronomia da UFG.

Os anéis volumétricos (Figura 3B) foram saturados com água (Figura 3C e D) e utilizados primeiro nos ensaios de condutividade hidráulica do solo saturado (Figura 3E) e posteriormente em

mesas de tensão para determinação da umidade volumétrica do solo em diferentes tensões: 0, 1, 3, 6 e 10 kPa. Os resultados obtidos nessa análise foram usados para calcular o teor de água contido em diferentes tamanhos de poros do solo, a densidade do solo e a porosidade total, a partir da densidade de partículas analisada pelo método do balão volumétrico. Os procedimentos analíticos e de cálculos foram realizados conforme descrito em Embrapa (1997).



Figura 3 - Amostras indeformadas foram avaliadas no Laboratório de Física do Solo da Escola de Agronomia da UFG.

Para classificar os valores de Ksat, utilizou-se o Soil Survey Division Staff (2017) que classifica a Ksat em muito rápida = > 36 cm/h; rápida = 3,6 a < 36 cm/h; moderadamente rápida = 0,36 a < 3,6 cm/h; moderadamente lenta = 0,036 a < 0,36 cm/h; lenta = 0,0036 a < 0,036 cm/h e muita lenta = < 0,0036 cm/h.

3. RESULTADOS

Os valores médios da composição granulométrica, da densidade de partículas, densidade do solo, porosidade total, macro, meso e microporosidade e condutividade hidráulica do solo saturado dos solos do entorno das cavernas Timor e Tarzan, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios das variáveis físicas dos Neossolos Litólicos externos às cavernas Tarzan (E42 e E44) e Timor (E36 e E41), em duas camadas de amostragem do solo.

Local	Prof. (cm)	Ar	S	Ag	Ds (g/cm ³)	PT	Ma	Me	Mi	Ksat (cm/h)
		(%)				(%)				
E36	0-10	24	52	24	0,88	69	34	3	32	109,68
	10-20	24	52	24	0,86	69	36	3	30	90,39

E41	0-10	23	60	17	1,20	57	21	2	33	8,07
	10-20	23	60	17	1,35	52	12	1	38	29,73
E42	0-10	16	58	26	0,84	70	32	3	35	34,99
	10-20	16	58	26	1,04	63	21	2	40	7,60
E44	0-10	16	58	26	0,84	70	32	4	34	137,17
	10-20	16	58	26	1,18	58	21	2	35	9,10

*Ar=areia, S= silte, Ag= argila; Ds=Densidade do solo; PT= porosidade total; Ma= macroporos; Me = mesoporos; Mi = microporos; Ksat = condutividade hidráulica do solo saturado.

Na tabela 1 pode-se observar que a proporção de partículas de silte, areia e argila dos solos de entorno das cavernas são semelhantes nas camadas 0-10 e 10-20 cm, que apresentam classe textural franco-siltosa, caracterizando um Neossolo Litólico com textura fina. Para a identificação dessa classe textural ou composição granulométrica, foi utilizado o Triângulo Textural apresentado no Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2015), e entende-se como franco siltoso um solo que possui quantidades semelhantes de partículas silte, areia e argila, mas com um teor maior, neste caso, de silte.

A fração areia do Neossolo Litólico das cavernas estudadas variou de 16% à 24%, enquanto a fração argila variou de 17% à 26%. O teor dessas

frações, quando comparado ao de silte, que variou de 52% à 60%, é relativamente menor. Medeiros et al. (2013) estudaram um Neossolo Litólico eutrófico cultivado com plantas olerícolas classificado como franco-arenoso, apresentando composição granulométrica parecida com o solo das cavernas, porém com maior porcentagem de fração areia.

A densidade de partículas (Dp) das camadas dos solos de entorno das duas cavernas foi 2,80 g/cm³, maior do que o comumente encontrado para solos minerais, segundo Kiehl (1979). Valores de Dp menores que 2,65 g/cm³ podem estar relacionados a presença de minerais leves ou presença de matéria orgânica no solo, enquanto valores maiores que 2,65 g/cm³ podem estar relacionados à presença e quantidade de minerais com maior Dp, mais pesados na fração mineral.

Estudos da composição mineralógica dos

solos próximo à Caverna do Timor, por Difractometria de Raios X, indicaram a presença de magnetita no solo, além de quartzo, muscovita, caulinita, goetita, hematita, calcita e dolomita (BASSO et al., 2020). Assim, a elevada Dp dos solos das cavernas provavelmente foi herdada da composição mineral da rocha matriz carbonática, que contém minerais "pesados" como magnetita e muscovita cujas densidades variam, respectivamente, de 5,17 a 5,20 g/cm³ e 2,77 a 2,88 g/cm³ (MUSEU HEINZ EBERT, 2020).

A densidade do solo (Ds) variou de 0,84 g/cm³ à 1,35 g/cm³ entre as camadas 0-10 e 10-20 cm, onde os maiores valores foram encontrados na camada 10-20 cm de profundidade, seja na Caverna Tarzan ou na Timor (Figura 4).

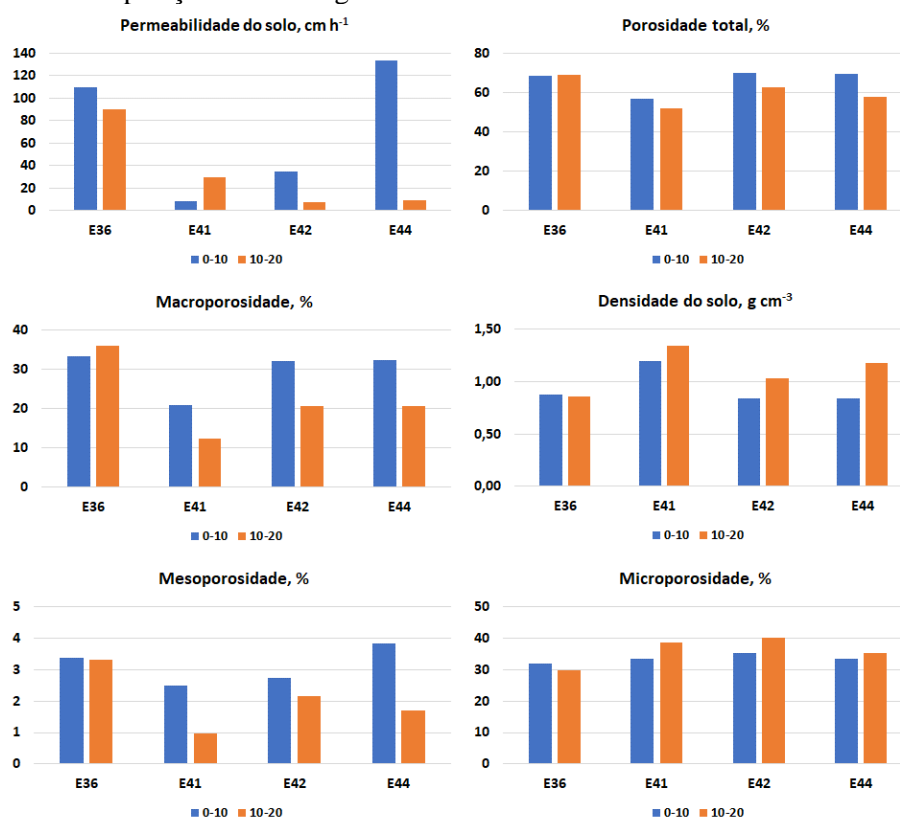


Figura 4 - Variáveis físicas (densidade do solo, permeabilidade, porosidade total, macro, meso e microporosidade) do solo, na camada 0-10 cm (coluna azul) e 10-20 cm (coluna laranja), das cavernas TARZAN (E42, E44) e TIMOR (E36, E41).

A amplitude de variação dos valores de Ds encontrados no Neossolo Litólico desse trabalho, corroboram com os valores de Ds encontrados por Beutler et al. (2014), que obtiveram uma variação de Ds de 0,88 até 1,23 g/cm³ na camada 0-10 cm de um Neossolo Litólico sob cultivo de arroz irrigado. Os maiores e menores valores de Ds foram encontrados nas camadas do solo no entorno da Caverna Timor. Os menores valores de Ds foram encontrados no

ponto E36, onde foi observada grande quantidade de raízes nas camadas 0-10 e 10-20 cm. Por outro lado no ponto E41 onde foram observadas poucas raízes nas camadas de solo, foram encontrados os maiores valores de Ds nas camadas 0-10 e 10-20 cm.

A porosidade total (PT), como pode-se observar na tabela 1 é maior que 50% em todas as camadas, o menor valor de PT encontrado está na camada 10-20 cm na Caverna Timor, mas ainda sim

está acima de 50%. O alto valor de PT encontrado é influenciado pelos valores de Ds, pois quanto menor ela for, maior será a PT encontrada. Os mesmos atributos físicos de um outro Neossolo Litólico foram estudados por Medeiros et al. (2013), que encontraram valores de Ds maiores e menores de PT. A distribuição de poros dos solos estudados está relacionada à composição granulométrica desses solos.

Pode-se observar pela Figura 4, que a permeabilidade (Ksat) do ponto E44 de 137,17 cm/h é considerada muito alta na camada superficial, mas é drasticamente reduzida para 9,10 cm/h em profundidade, porém a classe de permeabilidade aqui, ainda é considerada muito rápida. Comportamento semelhante foi observado no ponto E36, que mostrou Ksat = 109,68 cm/h na camada superficial, e de 90,39 cm/h na camada subsuperficial, em ambos os pontos a Ksat é classificada como muito rápida. Estudos de condutividade hidráulica em solos rasos, identificaram valores para Ksat de 193,7 cm/h em Neossolos Litólicos e de 129,4 cm/h em Neossolos Regolíticos, com classes texturais franco-arenosa e franco-argilo-arenosa, respectivamente (PEDRON et al., 2011), sendo esses valores considerados como de permeabilidade muito rápida.

A elevada Ksat dos Neossolos Litólicos amostrados próximos às cavernas está associada a presença de grande quantidade de poros no solo desses locais e ao fato desses solos estarem se desenvolvendo sob floresta e sobre rochas carbonáticas (calcário ou dolomito). Estas duas últimas condições favorecem expressivamente a alta porosidade e permeabilidade, pois a presença abundante de raízes ajuda a formar agregados de solos e maior quantidade de espaços vazios (poros) entre eles e, a rocha carbonática, devido à forte suscetibilidade natural à corrosão, apresenta elevada porosidade, o que implica em excelente

permeabilidade do substrato rochoso subjacente ao solo.

De maneira geral, as características físicas dos solos estudados contribuem para a eficiente evolução do sistema cárstico. Nos Neossolos Litólicos de ambas as cavernas, as águas penetram rapidamente pelo solo, onde podem ser facilmente acidificadas pela presença de material orgânico, proveniente da abundante vegetação florestal, promovendo, assim, a constante corrosão do substrato rochoso carbonático, ampliando fissuras e cavidades.

4. CONCLUSÕES

Os Neossolos Litólicos encontrados no entorno das cavernas do Timor e do Tarzan possuem classificação textural de franco-siltosa, alta porosidade total devido sua relação com a densidade do solo, e permeabilidade muito alta.

Esses atributos físicos resultam em condições físico-hídricas que, aliadas à boa fertilidade natural, possibilitam a ocorrência de vegetação de porte alto, do tipo florestas, apesar da pouca profundidade dos solos.

Todavia, as condições físico-hídricas que conferem elevada permeabilidade aos solos podem favorecer o comprometimento da qualidade das águas do aquífero cárstico, devido à elevada transmissibilidade de poluentes e contaminantes pelo sistema poroso altamente conectado.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e à Votorantim S/A pelo financiamento do projeto de pesquisa "Qualidade dos solos das regiões cársticas" Edital FAPEG-VOTORANTIM 04/2018, à equipe da Reserva Legado Verdes do Cerrado pelo apoio logístico e ao Pequi Espeleogrupo de Pesquisa e Extensão pelo apoio durante as coletas de dados.

REFERÊNCIAS

- BASSO, V. C.; SANTOS, T.G.; AZEVEDO, A.C. **Relatório: Análise mineralógica dos solos das regiões cársticas**. Comunicação interna. Protocolo Argilab 2019-193. Laboratório de Mineralogia. ESALQ/USP. 2020.
- BERBERT-BORN, M.L.C.; TRAJANO, E.; CALUX, A.S.; BARBOSA, E.P.; RIBEIRO, L.C.B.; MACEDO NETO, F.; SANCHÉZ, L.E.; SANCHÉZ, S.S.; NERI, A.C.; LOBO, H.A.S. O carste: um tipo particular de ambiente. In: SANCHÉZ, L.E.; LOBO, H.A.S. **Guia de boas práticas ambientais na mineração de calcário em áreas cársticas**. Sociedade Brasileira de Espeleologia, Campinas. 2016
- BEUTLER, A.N.; MUNARETO, J.D.; GRECO, A.M.F.; POZZEBON, B.C.; GALON, L.; GUIMARÃES, S.; BURG, G.; SCHIMIDT, M.R.; DEAK, E.A.; GIACOMELI, R.; ALVES, G. S. Manejo do solo,

- palha residual e produtividade de arroz irrigado por inundação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1.153-1.162, 2014.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 686p. 2013.
- BORGES, M. E. S; CARVALHO, J. O. A.; MARTINS E. S.; ARCOVERDE, G. F. B.; GOMES R. A. T. Emprego do processamento digital dos parâmetros morfométricos no mapeamento geomorfológico da Bacia do Rio Preto. **Espaço & Geografia**, v.10, n.2, p.401-429, 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos.2^a.ed. Rio de Janeiro, 1997.
- GOMES, M. A. F; **Importância do solo para a água subterrânea**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3561194/artigo---importancia-do-solo-para-a-agua-subterranea>. Acesso em 26 de novembro de 2021.
- IBGE. Manual Técnico de Pedologia. **Manuais Técnicos em Geociências**, 3^a edi o, IBGE, Rio de Janeiro, 428p, 2015.
- JANSEN, D.C; CAVALCANTI, L. F. LAMBL M, H. S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. **Revista Brasileira de Espeleologia**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 42-57, 2012.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agron mica Ceres, 262p. 1979.
- MEDEIROS, L.C et al. Caracteriza o físico-química de um Neossolo Litólico na região do Seridó do RN. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.4, p.01-07, 2013.
- MOREIRA, H. G. B.; MOMOLI, R. S. Aspectos químicos dos solos das regiões cársticas do município de Niquelândia, GO. **Anais do XVII Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão - CONPEEX**. Goiânia. 2020.
- MUSEU HEINZ EBERT. **Minerais**. Unesp, Departamento de Petrologia e Metalogenia - Rio Claro/SP. Disponível em: <https://museuhe.com.br/mineral>. Acessado em 04/5/2020.
- PEDRON, F. A.; FINK, J. R.; RODRIGUES, M. F.; AZEVEDO, A. C. de. Condutividade e reten o de água em Neossolos e saprolitos derivados de arenito. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.1253-1262, 2011.
- PILÓ, L.B. Geomorfologia cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p. 88-102, 2000.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBREBAS, J. F.; CUNHA, J. T. F. (Eds). **Sistema brasileiro de classifica o de solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa Solos. 355p. 2018.
- SOIL SURVEY DIVISION STAFF. **Soil survey manual**. U.S.Department of Agriculture, Handbook 18. Government Printing Office, Washington, D.C., USA, 639p. 2017.
- VESTENA, L. R.; KOBAYAMA, M.; SANTOS, L. J. C. Considera es Sobre Gest o Ambiental em áreas Carste. **RA' EGA (UFPR)**, v. 4, n. 6, p. 81-94, 2002.