

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE UM PERFIL DE LATOSSOLO EM FORMAÇÕES SUPERFICIAIS DO CARSTE DO LEGADO VERDES DO CERRADO, EM NIQUELÂNDIA – GO

Pericles Souza Lima ¹
Guilherme Taitson Bueno ²
Renata Santos Momoli ³
Márcio Henrique de Campos Zancopé ⁴
Alexandre Pancotti ⁵

INTRODUÇÃO

As Formações Superficiais (F.S.) podem ser definidas como materiais inconsolidados (ou concrecionários) que recobrem a superfície emersa da Terra. As F.S. mais intemperizadas, como aquelas com Latossolos em sua parte mais superficial, são associadas na bibliografia sobre pedologia tropical às áreas de topos planos, onde há possibilidade de infiltração e drenagem das águas, acentuando a pedogênese e dando origem a solos mais uniformes e espessos (Dewolf, 2008; Kämpf; Curi, 2015).

Na região do Brasil Central, esses tipos de F.S., avermelhadas a amareladas, com elevado teor de óxido-hidróxidos de Fe e Al, são formados, conforme Mamede et al., (1983) e Ker (1997), à partir da alteração de depósitos terciários e quaternários, relacionados às Superfícies de Aplainamento Sul Americana e Velhas, o que atribui a eles caráter de F.S. de origem alóctone. Não obstante, alguns autores expressam a possibilidade desses materiais bem desenvolvidos terem uma paternidade residual (Souza Júnior et al., 1983; Rosolen et al., 2017).

Assim, em vista da ampla distribuição de F.S. com alto grau de meteorização no Brasil, este estudo objetiva demonstrar a possível origem residual de solos espessos e lixiviados, localizados notadamente em áreas em que rochas carbonáticas são um componente importante do substrato geológico. Objetiva-se, ainda, contribuir para a compreensão da evolução da paisagem na área estudada. Para tanto, utilizou-se como técnicas experimentais: análise morfológica do perfil, análise granulométrica e Fluorescência de Raios – X.

¹ Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Goiás – UFG, periclesouza@discente.ufg.br;

² Doutor em Geografia, professor da Universidade Federal de Goiás – UFG, gtaitson@ufg.br;

³ Doutora em Solos e Nutrição de Plantas, professora da Universidade Federal de Goiás – UFG, rsmomoli@ufg.br;

⁴ Doutor em Geografia, professor da Universidade Federal de Goiás – UFG, zancope@ufg.br;

⁵ Doutor em Física, professor da Universidade Federal de Jataí – UFJ, apancotti@ufj.edu.br.

Foram feitos levantamentos bibliográficos sobre o emprego do termo Formações Superficiais (F.S.), e a relação solo – paisagem no contexto da evolução dessas formações. Posteriormente, fez-se a escolha do local de amostragem, a partir da utilização de trabalhos pretéritos (Momoli et al., 2021b), e do emprego do método de caminhamento livre, conforme apontado por (IBGE, 2015). Para a representação cartográfica do local de amostragem foram utilizados dados vetoriais e matriciais. Os primeiros foram adquiridos a partir do site do Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás (SIEG – GO), enquanto que a imagem do satélite CBERS 4A (Órbita: 207, Pontos: 131/132) foi obtida a partir do site da Divisão de Geração de Imagens, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DIDGI/INPE).

As amostras de rocha e da F.S. sobrejacente foram coletadas no dia 5 de maio de 2023, no Legado Verdes do Cerrado, em Niquelândia – GO, numa trincheira de 150 cm (largura), 150 cm (comprimento) e 260 cm (profundidade). Um total de nove amostras de F.S. foram coletadas, sendo uma amostra por horizonte pedológico. A de rocha, por sua vez, foi coletada a norte da trincheira. No que diz respeito à cor das amostras dos horizontes, a Carta de Cores Munsell para Solos foi utilizada. Para a descrição morfológica a olho nu, valeu-se do Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al., 2015). Além disso, foi feita a análise granulométrica na SOLOCRIA Ltda, a partir da dispersão das amostras em Hidróxido de Sódio.

Dados da composição química das amostras foram obtidos por meio da técnica de Fluorescência de Raios – X (FRX), utilizando-se o equipamento (EDX – 720 Rayny Shimadzu) da Universidade Federal de Jataí, Central Analítica do Curso de Física. O equipamento possui 16 porta amostras, permitindo a coleta dos espectros de FRX, para cada amostra, em um intervalo de 5 minutos. A fonte de raios X era um alvo de Rh, permitindo assim obter fótons com até 50 keV de energia. A aquisição dos espectros de fluorescência foi realizada em vácuo, para facilitar a detecção de elementos com baixo número atômico. A pressão dentro da câmara de análise era $1,5 \times 10^{-2}$ mBar. Foi utilizado a bomba de vácuo da empresa Edwards, Modelo RV3, 100 – 105V 60 Hz.

Área de Estudo

O perfil de Latossolo foi amostrado no Legado Verdes do Cerrado (LVC), setor Itambé, em Niquelândia, no norte do estado de Goiás, sob as coordenadas: Lat: 14°35'13.5" S / Long: 48°30'07.1" W (Figura 1). A área está a cerca de 306 km de Goiânia, e seu acesso pode ser via BR-414, e a aproximadamente 263 km de Brasília, via BR-080.

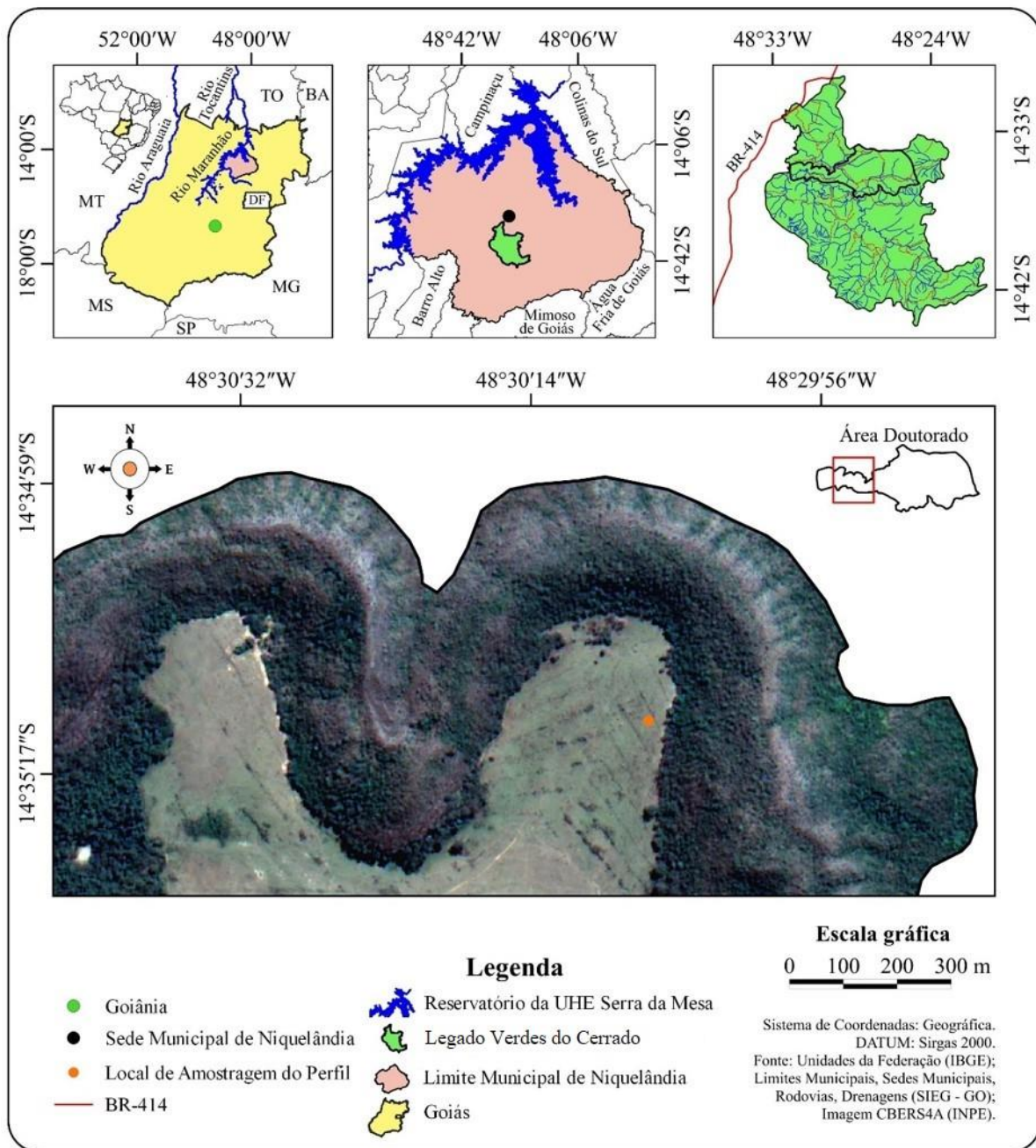


Figura 1 – Localização da área de estudo.

Fonte – Elaborado pelos autores.

A geologia da área está no contexto da Faixa de Dobramento Brasília (FDB), em sua porção norte, a qual corresponde à parte leste da Província Geológica Tocantins. As litologias principais, amplamente dobradas, dizem respeito a sucessões de rochas psamo-pélicas, com lentes de rochas calcíticas e dolomíticas, todas elas compondo o Grupo Paranoá, de idade mesoproterozóica (Campos et al., 2013, p. 462; Alkmim, 2015).

A geomorfologia da reserva destaca-se pela presença de três topografias principais: Serra da Gameleira, Serra São João e a Serra do Cafundó, cujas elevações superam os 850 m, tendo a última cerca de 1.230 m (DSG, 1976). Serranias serpenteadas, *hogbacks*, *flatirons*, *combes*, dolinas, uvalas e cavernas estão entre as morfologias locais resultantes das forças estruturais atuantes ao longo da Falha de Cavalcamento do rio Maranhão (FCM) e esculturais potencializadas pelo rio Traíras e demais tributários do rio Maranhão (D’El-Rey Silva; Vasconcelos; Silva, 2008; Momoli et al., 2021a; Zancopé et al., 2023).

Localizado no interior de uma *combe*, numa porção de charneira denudada, e no âmbito de uma paisagem cárstica com várias morfologias típicas, o perfil pertence àquilo que Momoli et al. (2021b) mapearam como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Tb Distrófico típico, circundado, nas partes oeste, norte e leste, por CAMBISSOLOS HÁPLICOS e NEOSSOLOS LITÓLICOS.

Todas essas F.S., na atualidade, estão sob influência do Clima Tropical Semisseco Central do Alto Tocantins, com precipitação média anual variando de 1.310 a 1.670 mm, e são recobertas por remanescentes do Bioma Cerrado, em suas variadas fitofisionomias (cerrado rupestre, formações campestres, formações florestais, cerrado *stricto sensu* e mata seca), assim como por pastagens e monoculturas, principalmente nas áreas mais aplainadas (Novais, 2020; Momoli et al., 2021a).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil de F.S. analisado possui mais de 255 cm de espessura (Figura 2), e as cores variam do amarelo avermelhado (5YR 6/8) nas porções inferiores, a marrom claro (7.5YR 6/3) na superfície, quando seco. Quando úmido, é vermelho (2YR 4/8) na base, transitando para o vermelho amarelado na porção intermediária, e marrom escuro no topo (7.5YR 3/3).

A estrutura é granular ou em blocos subangulares (Tabela 1), com tamanho pequeno, médio ou grande, com o médio se sobressaindo nas profundidades 7-22 cm, 22-38 cm, 103-133 cm, 133-160 cm e 160-203 cm. Dos 133 aos 255 cm, as unidades estruturais não são tão frequentes, o que se altera à medida que se aproxima dos horizontes mais superficiais, onde há mais material agregado que solto.

Em relação à consistência, os agregados são moderadamente à fracamente resistentes à pressão, quando secos, muito friável, friável ou firme, quando úmidos. Já quando molhada, a consistência é plástica e ligeiramente pegajosa, o que pode ser explicado pela textura média em todo o *continuum*, com mais de 610 g/kg de areia, em praticamente todas as amostras.

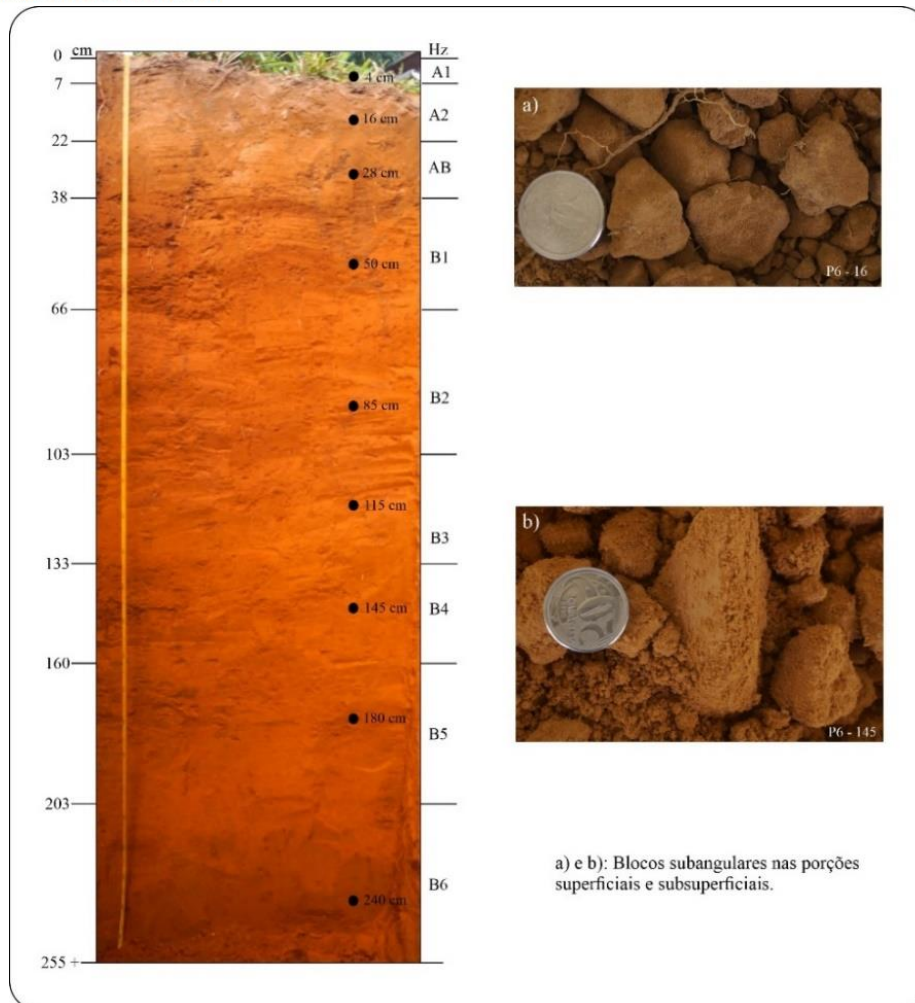


Figura 2 – Perfil amostrado em F.S. no LVC.

Fonte – Elaborado pelos autores.

A coloração amarelada da F.S., nesta localidade pode ser explicada pela maior hidratação do sistema pedológico, o que favorece a formação de goethita em detrimento da hematita (Ker, 1997). Isto pode ser ainda associado ao baixo teor de Fe, com menos de $(5\pm 1)\%$ em todas as amostras, estimado nas análises de FRX (Tabela 1). A quantidade de areia, e o elevado teor de Si e Al, respectivamente, com médias de 55,46% e 31,59%, podem ser indícios de que litologias quartzíticas e metapelíticas tenham fortes contribuições em termos genéticos.

O atual substrato geológico, composto por remanescentes de carbonatos (metadolomitos) lado a lado com zonas quartzíticas permite a interpretação de uma origem autóctone ou parautóctone (quando a rocha subjacente serve como suporte ao material residual) para o perfil estudado. Configuração semelhante foi estudada por Piló e Castro (2020), para o estado de MG, onde os autores constataram F.S. provenientes de metapelitos, anteriormente sobrepostos ao atual substrato carbonático da Formação Sete Lagoas.

Tabela 1 – Descrição morfológica do perfil e composição química das amostras de solos.

Horizonte	Prof. (cm)	Prof. Coleta (cm)	Cor (Munsell)		Agregados (Estrutura)			Consistência			Textura	Transição	Composição Química (%) *		
			Seca	Úmida	Tipo	Tamanho	Grau	Seca	Úmida	Molhada			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
A1	0-7	4	7.5YR 6/3	7.5YR 3/3	Granular a Blocos Subangulares	Pequeno	Forte	Dura	Firme	Plástica e Ligeiramente Pegajosa	Média	Clara e Plana	59,490	28,062	4,713
A2	7-22	16	7.5YR 5/4	7.5YR 3/4	Granular a Blocos Subangulares	Médio	Forte	Ligeiramente Dura	Friável	Plástica e Ligeiramente Pegajosa	Média	Difusa e Plana	55,683	31,022	5,200
AB	22-38	28	7.5YR 6/6	5YR 4/6	Blocos Subangulares	Médio	Moderado a Fraco	Ligeiramente Dura	Friável	Plástica e Ligeiramente Pegajosa	Média	Difusa e Plana	55,420	31,659	5,210
B1	38-66	50	7.5YR 6/6	5YR 5/6	Blocos Subangulares	Pequeno	Moderado a Fraco	Ligeiramente Dura	Friável	Plástica e Ligeiramente Pegajosa	Média	Difusa e Plana	54,189	32,351	5,552
B2	66-103	85	7.5YR 7/8	5YR 5/8	Blocos Subangulares	Grande a Médio	Moderado	Dura	Friável	Plástica e Ligeiramente Pegajosa	Média	Difusa e Plana	54,556	32,403	5,447
B3	103-133	115	7.5YR 5/6	5YR 4/6	Blocos Subangulares	Médio	Moderado a Fraco	Dura	Friável	Plástica e Ligeiramente Pegajosa	Média	Difusa e Plana	---	---	---
B4	133-160	145	7.5YR 6/8	5YR 4/6	Blocos Subangulares	Médio	Fraco	Dura	Muito Friável	Ligeiramente Plástica e Não Pegajosa	Média	Difusa e Plana	54,929	32,357	5,293
B5	160-203	180	5YR 6/8	5YR 5/8	Granular a Blocos Subangulares	Médio	Fraco	Ligeiramente Dura	Muito Friável	Plástica e Ligeiramente Pegajosa	Média	Difusa e Plana	---	---	---
B6	203-255 +	240	5YR 6/8	2.5YR 4/8	Granular	Grande	Fraco	Ligeiramente Dura	Friável	Plástica e Ligeiramente Pegajosa	Média	Difusa e Plana	53,994	33,327	5,394

* Valores de Fluorescência de Raios – X (FRX) das amostras de solos para os elementos Si, Al e Fe, estimados a partir do equipamento (EDX – 720 Rayny Shimadzu).

Fonte: Elaborado pelos autores.

A configuração geológica e geomorfológica da área, com presença da sequência litoestratigráfica metapsamo-pelito-carbonáticas deformada, supostamente favoreceu o desenvolvimento diferencial da frente de intemperismo, originando solos mais bem desenvolvidos em áreas preferenciais, concebendo, atualmente, as superfícies mais rebaixadas do relevo, onde estão as morfologias cársticas (Momoli et al., 2021b; Zancopé et al., 2023). Provavelmente, à medida que a depressão evoluía, a heterogeneidade das F.S., se acentuava, com solos profundos e rasos, em decorrência das raízes de introdução e dos pináculos cársticos subjacentes, que favorecem o encharcamento durante o período chuvoso e o rápido ressecamento na época da estiagem, típico de relevos sob carstificação (Ford; Williams, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

F.S. amplamente intemperizadas e em áreas intermontanas do Brasil Central comumente têm sua gênese associada na literatura à presença de colúvios ou alúvios. No entanto, dados morfológicos como os apresentados neste trabalho, juntamente com os geoquímicos e mineralógicos, podem ser explorados e contribuir para elucidação de uma concepção residual dessas F.S. Desse modo, a confrontação dos dados pode sugerir que as rochas carbonáticas atuais, do Grupo Paranoá, sirvam apenas de base para um material decomposto *in situ*, a partir de litologias mais terrígenas, em que Mg e Ca permanecem nos horizontes apenas como traço dos processos intempéricos que continuam atuantes e que serão melhor estudados no futuro.

Palavras-chave: Formações Superficiais, Material de origem parautóctone, Epicarste.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) Votorantim pelo suporte financeiro à pesquisa e também à equipe gestora local pelo apoio aos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

ALKMIM, F. F. Geological Background: A Tectonic Panorama of Brazil. *In*: VIEIRA, B. C.; SALGADO, A. A. R.; SANTOS, L. J. C. (ed.). **Landscapes and Landforms of Brazil**. Dordrecht: Springer, 2015. p. 9-17.

CAMPOS, J. E. G. et al. Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da Faixa Brasília. **Brazilian Journal of Geology**, v. 43, n. 3, p. 461-476, 2013.

D'EL-REY SILVA, L. J. H.; VASCONCELOS, M. A. R.; SILVA, D. V. G. Timing and role of the Maranhão River Thrust in the Evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt and Tocantins Province, central Brazil. **Gondwana Research**, v. 3, p. 352-374, 2008.

DEWOLF, Y. Introduction. *In*: DEWOLF, Y.; BOURRIÉ, G. **Les formations superficielles: genèse, typologie, classification, paysages et environnements ressources et risques**. Paris: Ed. Ellipses, 2008.

DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército. **Nossa Senhora da Abadia do Moquéim**. Departamento de Ciência e Tecnologia, 1976. Carta Topográfica. Escala 1:100.000.

FORD, D.; WILLIAMS, P. **Karst hydrogeology and geomorphology**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2007. 576 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia, n 4**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p.

KÄMPF, N.; CURI, N. Formação e evolução do solo (Pedogênese). *In*: KER, J. C. et al. (ed.). **Pedologia: fundamentos**. Viçosa – MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. p. 207-302.

KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, v. 5, n. 1, p. 17-40, 1997.

MAMEDE, L. et al. **Folha SD.22 Goiás: Geomorfologia / Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia – MME, 1983. p. 349-412.

MOMOLI, R. S. (coord.). **Qualidade dos solos das regiões cársticas: volume 1 – aspectos gerais do ambiente e do carste do Legado Verdes do Cerrado**. Goiânia: IESA/UFG – FAPEG, 2021a. 58 p.

_____. **Qualidade dos solos das regiões cársticas: volume 2 – solos do Legado Verdes do Cerrado**. Goiânia: IESA/UFG – FAPEG, 2021b. 152 p.

NOVAIS, G. T. Classificação climática aplicada ao Estado de Goiás e ao Distrito Federal, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 20, p. 1-29, 2020.

PILÓ, L. B.; CASTRO, S. S. Soil of the Lagoa Santa Karst. *In*: AULER, A.; PESSOA, P. (ed.). **Lagoa Santa Karst: Brazil's Iconic Karst Region, Cave and Karst**. Springer, 2020. p. 93-108.

ROSOLEN, V. et al. Evolution of iron crust and clayey Ferralsol in deeply weathered sandstones of Marília Formation (Western Minas Gerais State, Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 79, p. 421-430, 2017.

SOUZA JÚNIOR, J. J. et al. **Folha SD.22 Goiás: Geologia / Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia – MME, 1983. p. 174-275.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo**. 7. ed. rev. e ampl. Viçosa – MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 101 p.

ZANCOPÉ, M. H. C. et al. Litoestruturas dobradas na dissecação da borda ocidental da Chapada do Alto Rio Maranhão, Planalto Central Goiano: o caso da Reserva Legado Verdes do Cerrado, Votorantim, Niquelândia/GO. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. 2, p. 1-21, 2023.