

CAMPOS DE MURUNDUS DE CERRADO DE ALTITUDE: CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E INDICATIVOS DE BIOTURBAÇÃO NA SERRA DA CANASTRA (MG)

LARA LUIZA SILVA CONFESSOR

Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM)

Email: laraluiza97@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4054-6820>

JEFFERSON GOMES CONFESSOR

Universidade Federal de Catalão (UFCAT)

Email: jgconfessor01@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2337-4884>

SILVIO CARLOS RODRIGUES

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Email: silgel@ufu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5376-1773>

Recebido: 09/26

Avaliado 09/26

Publicado: 10/26

RESUMO

Os campos de murundus correspondem a feições típicas das áreas úmidas do Cerrado, caracterizadas pela presença de pequenos montículos distribuídos em superfícies sazonalmente úmidas. Apesar de sua ampla ocorrência no Brasil Central, ainda existem discussões acerca dos processos responsáveis por sua gênese, especialmente sobre a atuação de organismos edáficos na formação dessas estruturas. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo compreender os processos de formação dos campos de murundus no Chapadão do Diamante, inserido no Parque Nacional da Serra da Canastra, avaliando a plausibilidade da hipótese biológica associada à atuação de térmitas. A pesquisa envolveu atividades de campo e laboratório, incluindo descrição da paisagem, coleta de solos sobre e entre murundus e análises granulométricas e químicas. Os resultados demonstraram que os solos dos murundus apresentam maior homogeneidade textural, maiores teores de argila, matéria orgânica, ferro e fósforo total em comparação aos solos adjacentes. Também foram observadas evidências de transporte vertical de materiais associadas à atividade das térmitas. Os dados obtidos indicam que os organismos edáficos desempenham papel na reorganização dos materiais superficiais e na gênese dos murundus da área estudada.

Palavras-chave: Campos de Murundus, Bioturbação, Cerrado, Térmitas, Serra da Canastra

GEOMORPHOLOGY OF THE DELTA HIGH-ALTITUDE CERRADO MURUNDUS FIELDS: SOIL CHARACTERIZATION AND INDICATIONS OF BIOTURBATION IN SERRA DA CANASTRA (MINAS GERAIS, BRAZIL)

ABSTRACT

Murundu fields are typical features of Cerrado wetlands, characterized by the presence of small mounds distributed across seasonally wet surfaces. Despite their widespread occurrence in Central Brazil, discussions remain regarding the processes responsible for their genesis, particularly the role of soil-dwelling organisms in the formation of these structures. In this context, this study aimed to understand the formation processes of murundu fields in Chapadão do Diamante, located within Serra da Canastra National Park, by assessing the plausibility of the biological hypothesis associated with termite activity. The research involved fieldwork and laboratory analyses, including landscape description, soil sampling on and between murundus, and particle-size and chemical analyses. The results showed that soils on the murundus exhibit greater textural homogeneity and higher clay, organic matter, iron, and total phosphorus contents compared with adjacent soils. Evidence of vertical material transport associated with termite activity was also observed. The data indicate that soil-dwelling organisms play a role in the reorganization of surface materials and in the genesis of the murundus in the study area.

Keywords: Murundu Fields, Bioturbation, Cerrado, Termites, Serra da Canastra.

CAMPOS DE MURUNDUS EN EL CERRADO DE ALTITUD: CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS E INDICADORES DE BIOTURBACIÓN EN LA SERRA DA CANASTRA (MG)

RESUMEN

Los campos de murundus corresponden a geoformas típicas de las áreas húmedas del Cerrado, caracterizadas por la presencia de pequeños montículos distribuidos en superficies estacionalmente húmedas. A pesar de su amplia distribución en el Brasil Central, aún existen debates sobre los procesos responsables de su génesis, especialmente en relación con la participación de organismos edáficos en la formación de estas estructuras. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo comprender los procesos de formación de los campos de murundus en el Chapadão do Diamante, situado dentro del Parque Nacional de la Serra da Canastra, mediante la evaluación de la plausibilidad de la hipótesis biológica asociada a la actividad de las termitas. La investigación incluyó actividades de campo y de laboratorio, entre ellas la descripción del paisaje, la recolección de suelos sobre los murundus y entre ellos, y análisis granulométricos y químicos. Los resultados demostraron que los suelos de los murundus presentan mayor homogeneidad textural y mayores contenidos de arcilla, materia orgánica, hierro y fósforo total en comparación con los suelos adyacentes. También se observaron evidencias de transporte vertical de materiales asociadas a la actividad de las termitas. Los datos obtenidos indican que los organismos edáficos desempeñan un papel en la reorganización de los materiales superficiales y en la génesis de los murundus del área estudiada.

Palabras Clave: Campos de Murundus, Bioturbación, Cerrado, Termitas, Serra da Canastra.

INTRODUÇÃO

Os campos de murundus correspondem a uma fitofisionomia característica do Cerrado, marcada pela presença de pequenos montículos distribuídos em áreas planas ou suavemente onduladas, normalmente associadas a ambientes sazonalmente úmidos (Araújo Neto et al. 1986).

Essas áreas possuem importância ecológica e hidrológica, pois atuam na manutenção da umidade do solo, no armazenamento hídrico e na conservação da biodiversidade típica das áreas úmidas do bioma. Além disso, os murundus influenciam diretamente a organização da paisagem, condicionando a distribuição da vegetação, da água e dos solos (Confessor et al. 2025).

Apesar da ampla ocorrência desses ambientes no Brasil Central, ainda existem discussões sobre os processos responsáveis pela formação dos murundus. Parte dos estudos atribui sua gênese a processos geomorfológicos e hidromórficos (Cramer et al. 2012; Batista et al. 2013), enquanto outros destacam a atuação de organismos edáficos, principalmente térmitas, na construção e modificação dessas formas (Oliveira Filho, 1988). Nesse sentido, os campos de murundus representam ambientes onde fatores biológicos, pedológicos e hidrológicos atuam de maneira conjunta na evolução da paisagem.

A região da Serra da Canastra, inserida no sudoeste de Minas Gerais, apresenta ampla distribuição de campos de murundus associados a áreas úmidas de altitude do Cerrado (Nazar, 2018). A área é marcada por extensas superfícies campestres sobre materiais fortemente intemperizados, onde os campos de murundus ocorrem associados a ambientes sazonalmente úmidos (Silva, 2025). Neste sentido, a área possui elevada relevância ambiental por abrigar importantes nascentes, áreas úmidas e diferentes fitofisionomias do Cerrado, além de apresentar grande diversidade de formas de relevo e classes de solos (Rodrigues et al., 2023; Confessor et al. 2024a, Confessor et al. 2024b, Confessor et al. 2025a, Confessor et al. 2025b).

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo compreender os processos de formação dos campos de murundus do Parque Nacional Da Serra da Canastra, mais especificamente localizados na região do Chapadão do Diamante, buscando avaliar se a hipótese biológica

associada principalmente à atuação de térmitas, apresenta maior plausibilidade para explicar a gênese dessas feições na área estudada.

METODOLOGIA

Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi desenvolvida na região do Chapadão do Diamante, inserida no Parque Nacional da Serra da Canastra, em área de ocorrência de campos de murundus previamente mapeada por Nazar (2018). O trabalho foi estruturado em etapas de gabinete, campo e laboratório, buscando integrar observações da paisagem com análises físicas e químicas dos solos.

Na etapa de gabinete foram realizados levantamentos bibliográficos sobre os campos de murundus, suas hipóteses de formação, distribuição geográfica e relações com os ambientes úmidos do Cerrado, além da organização cartográfica e caracterização da área de estudo.

Os trabalhos de campo consistiram na seleção de um ponto amostral localizado em área de ocorrência de murundus, buscando compreender as características da paisagem e dos solos associados a essas feições. Foram realizadas coletas de solo em dois pontos amostrais: uma no topo do morrote de murundu e outra no entre morrotes de murundus, visando comparar as características dos materiais. As amostras foram coletadas em intervalos de 10 cm de profundidade com uso de trado holandês, até a ocorrência de impedimentos físicos ou contato com material rochoso. Também foram registradas informações morfológicas e ambientais, como altitude, declividade, altura e diâmetro dos murundus, tipo de vegetação, presença de concreções, água, fogo e ocorrência de termiteiros.

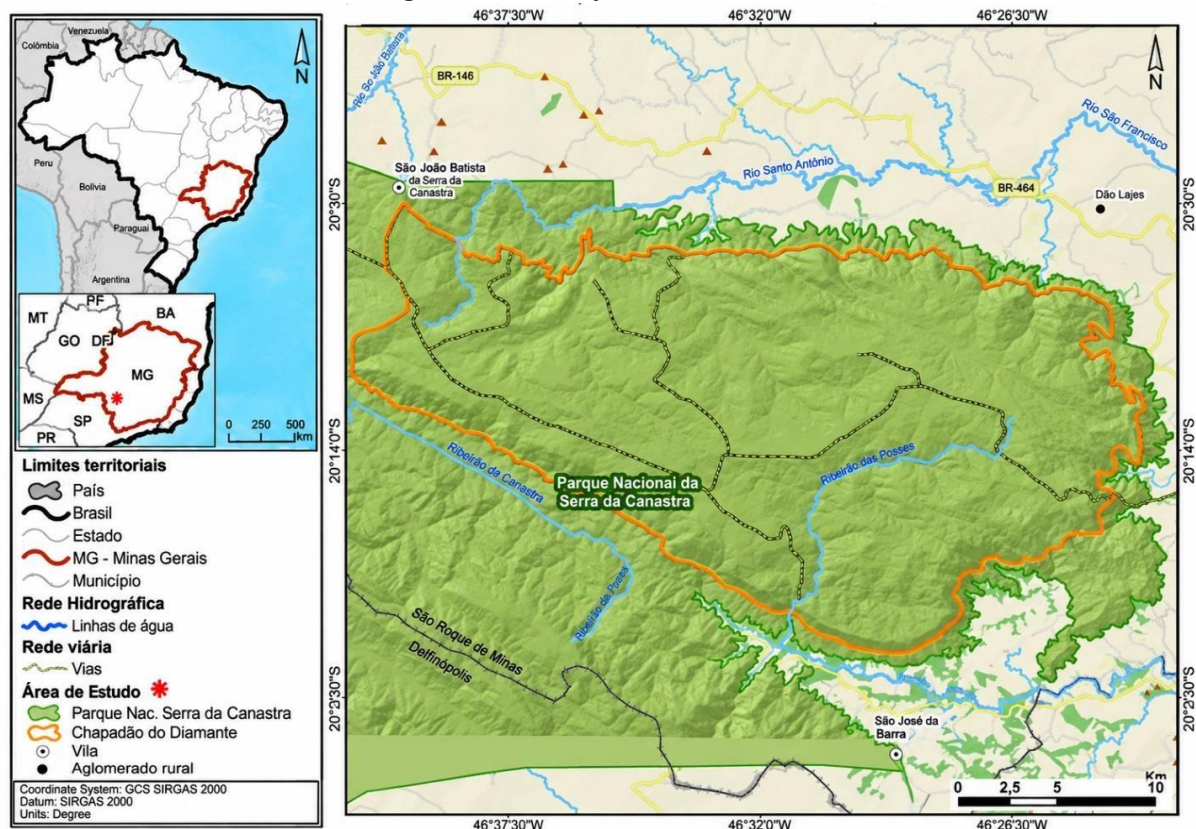
As análises laboratoriais envolveram procedimentos granulométricos, texturais, químicos e de caracterização da cor do solo. A determinação da coloração foi realizada com auxílio da Carta de Munsell. As análises granulométricas e texturais seguiram os procedimentos da Embrapa (2018), utilizando peneiramento, dispersão química com NaOH e método da pipeta para separação das frações granulométricas.

As análises químicas foram realizadas em laboratório especializado, contemplando atributos como pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, alumínio, capacidade de troca catiônica, saturação por bases, saturação por alumínio, matéria orgânica e carbono orgânico. Posteriormente, os dados obtidos foram comparados entre os perfis coletados no morrote de murundu e entre morrotes, buscando compreender os processos relacionados à gênese dessas feições e avaliar a plausibilidade da hipótese biológica para a área estudada.

Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no Chapadão do Diamante, pertencente ao Parque Nacional da Serra da Canastra, sudoeste de Minas Gerais (Figura 1). A região está inserida no contexto geotectônico da Faixa de Dobramentos Brasília, apresentando rochas metassedimentares dos grupos Canastra, Araxá e Bambuí, com predomínio de quartzitos, xistos e filitos (Souza e Rodrigues, 2014; Heineck et al., 2003).

Figura 1 - Localização da área de estudos



Fonte: Silva, 2025

O relevo exhibe altitudes entre aproximadamente 800 e 1.495 m, com chapadas, escarpas, cristas quartzíticas, vertentes dissecadas e fundos de vale. No Chapadão do Diamante, a diversidade de formas está relacionada à estrutura geológica e à atuação dos processos erosivos e de intemperismo (Vasconcelos et al., 2013; Nazar, 2018).

Apresenta clima tropical de altitude, com precipitação média anual entre 1.200 e 1.600 mm. O regime pluviométrico caracteriza-se pela sazonalidade bem definida, com estação chuvosa entre outubro e março e estação seca de abril a setembro (Confessor, 2023). As temperaturas médias mensais variam entre 18 °C e 22 °C, enquanto a topografia contribui para a ocorrência de variações microclimáticas na região (MMA/IBAMA, 2005).

Os solos apresentam elevada variabilidade, incluindo Latossolos, Cambissolos, Neossolos, Gleissolos e Argissolos, cuja distribuição está associada ao material de origem, ao relevo e às condições de drenagem (Vasconcelos et al., 2013; Confessor, 2023). Nos ambientes sazonalmente úmidos, essas condições favorecem a ocorrência de campos de murundus, caracterizados por pequenos montículos distribuídos em superfícies sujeitas a variações de umidade (Santos e Confessor, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os campos de murundus da Serra da Canastra apresentam diferentes características morfológicas e pedológicas ao longo da paisagem, variando conforme a posição na vertente, as condições de drenagem e a atuação dos processos biológicos. Essas diferenças tornam necessária uma abordagem integrada, capaz de relacionar os elementos da paisagem com as propriedades físicas e químicas dos solos presentes sobre e entre os murundus.

Deste modo, buscou-se realizar uma caracterização individualizada dos elementos

paisagísticos presentes no campo de murundus analisado, visando compreender suas particularidades e relações ambientais. Posteriormente, os dados foram integrados, permitindo uma análise conjunta envolvendo relevo, vegetação e características dos solos associados aos murundus.

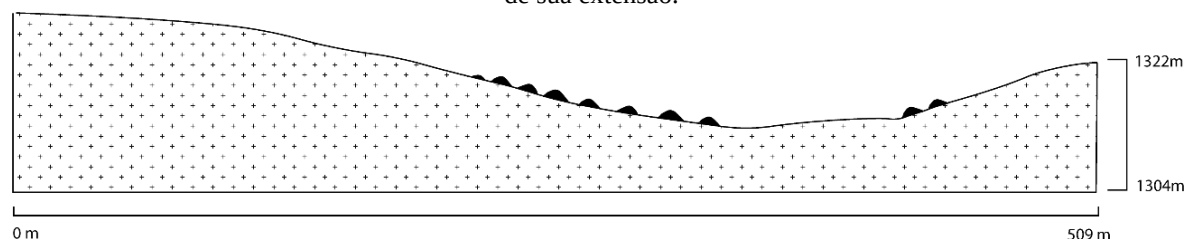
Partiu-se do pressuposto de que diferenças físicas, químicas e morfológicas entre os solos localizados no morrote de murundu e nas áreas adjacentes poderiam fornecer indicativos sobre os processos envolvidos na formação dessas feições, com respaldo nos demais constituintes paisagísticos. Deste modo, a comparação entre os perfis buscou identificar possíveis evidências de retrabalhamento biológico, redistribuição granulométrica e modificações pedológicas associadas à atuação de organismos edáficos, especialmente térmitas.

Distribuição na paisagem e características vegetativas

O campo de murundus analisado encontra-se distribuído ao longo de uma vertente situada próxima à cachoeira Rasga Canga, na região do Chapadão do Diamante, inserida no Parque Nacional da Serra da Canastra. A área foi classificada por Nazar (2018) como composta por materiais de bioturbação indiferenciados, caracterizados pela ampla ocorrência de montículos distribuídos de forma relativamente contínua na paisagem. Os murundus estendem-se desde as porções mais baixas da vertente até o terço médio da encosta, ocupando setores associados a condições de maior concentração hídrica superficial e subsuperficial.

A vertente apresenta aproximadamente 500 metros de extensão, com cotas altimétricas variando entre 1322 e 1304 metros, resultando em declividade média de 5,4% (Figura 2). As maiores inclinações concentram-se no terço médio da encosta, atingindo valores próximos a 10%, enquanto as áreas de topo apresentam relevo mais suavizado, com declividades em torno de 3%. Essas condições geomorfológicas favorecem a dinâmica de saturação sazonal do solo, influenciando diretamente a distribuição dos murundus ao longo da paisagem.

Figura 2 - Croqui das características morfológicas da vertente de estudos e distribuição dos murundus ao longo de sua extensão.



Fonte: Silva, 2025

O campo de murundus ocupa uma área aproximada de 28.040 m², apresentando densidade média de 40 murundus/hectare. Os montículos possuem formas predominantemente arredondadas, com alturas médias de aproximadamente 53 centímetros e diâmetros médios de 2,6 x 2,8 metros (Figura 3). A distribuição relativamente homogênea dessas feições ao longo da vertente confere à paisagem um padrão geomorfológico característico, associado a ambientes hidromórficos do Cerrado de altitude.

A vegetação da área é composta, predominantemente, por gramíneas e herbáceas, com a presença pontual de pequenos arbustos, os quais possuem alturas inferiores a 1,3 metros. A vegetação distribui-se tanto sobre os murundus quanto nas áreas entre os montículos, formando uma cobertura relativamente contínua ao longo da vertente. Essa composição vegetal é característica de formações campestres do Cerrado (Campo Limpo).

Figura 3 - Campos de murundus ao longo da vertente. Paisagem no período de entre chuvas da região (A); Paisagem no período de chuvas da região (B).



Fonte: Silva, 2025

Não foram identificados processos erosivos lineares na área analisada. Entretanto, observou-se a presença de termiteiros degradados e parcialmente destruídos, associados à ação predatória de tamanduás sobre as colônias de térmitas. Essas perturbações evidenciam a interação entre diferentes organismos da fauna do Cerrado e os campos de murundus, demonstrando que tais estruturas permanecem sujeitas a constantes processos de modificação biológica ao longo do tempo.

As estruturas dos termiteiros apresentaram colorações variando entre tons acinzentados e amarelados, contrastando com a coloração predominantemente avermelhada observada na superfície dos solos da área. As análises de cor realizadas por meio da Carta de Munsell demonstraram relativa semelhança cromática entre os materiais presentes no topo dos morrotes e no solo entre murundus.

A diferenciação entre as tonalidades observadas nos termiteiros e aquelas encontradas nos solos adjacentes sugere a atuação das térmitas no transporte de materiais provenientes de diferentes profundidades do perfil (Quadro 1). As colorações acinzentadas e amareladas identificadas nos ninhos não correspondem aos tons predominantes do solo superficial local, indicando possível mobilização vertical de material durante a construção das estruturas (Figura 4).

Esse processo evidencia a capacidade dos organismos edáficos de promover redistribuição de partículas no perfil do solo, contribuindo para alterações nas características superficiais dos materiais, refletindo em uma reorganização microtopográfica nas áreas de sua ocorrência.

Figura 4 - (A) Processo de formação dos montículos de murundus com a presença de ninhos antigos degradados em cores mais alaranjadas e formação recente de novos ninhos ativos indicado pela caneta azul (B) Ninho recente em formação, destacado por pontilhados vermelhos, e ninho antigo, agora integrado ao microrrelevo do murundu, marcado em amarelo.



Fonte: Silva, 2025

Quadro 1 - Caracterização de cor do solo (Notação Munsell).

Perfil	Profundidade (cm)	Notação Munsell	Descrição
PM	0 - 10	7.5YR 3/3	Marrom escuro
	10 - 20	7.5YR 3/4	Marrom escuro com leve tom avermelhado
	90 - 100	5YR 3/4	Vermelho escuro moderado
	140 - 150	2.5YR 4/8	Vermelho intenso
PE	0 - 10	10YR 3/3	Marrom escuro
	10 - 20	7.5YR 2.5/3	Marrom muito escuro com tom avermelhado
	20 - 30	7.5YR 5/6	Marrom-avermelhado
	30 - 40	7.5YR 6/6	Marrom claro avermelhado
	40 - 50	5YR 6/8	Vermelho claro vibrante
	50 - 60	2.5YR 4/8	Vermelho intenso

PM- Morrote de murundu/ PE- Entre morrote de murundus. Fonte: Silva, 2025

Se tratando dos perfis de solo, em ambos se observa uma transição da coloração escura nas camadas mais superficiais para tons mais claros ou saturados em profundidades intermediárias e profundas. No entanto, o morrote de murundu apresentou que, em camadas mais profundas há o predomínio de tons escuros e vermelhos intensos, já no solo entre morrotes de murundus, há um maior detalhamento de camadas superficiais e intermediárias, com transições mais nítidas para tons mais claros e saturados.

Características físicas do solo

O morrote de murundu analisado apresentou altura de 60 centímetros, entretanto, não foi constatado variações texturais entre o morrote e o solo no qual sobrepõe (Figura 5). A granulometria evidenciou o predomínio de frações finas, principalmente de argila e silte, sendo o solo classificado como solo Argiloso.

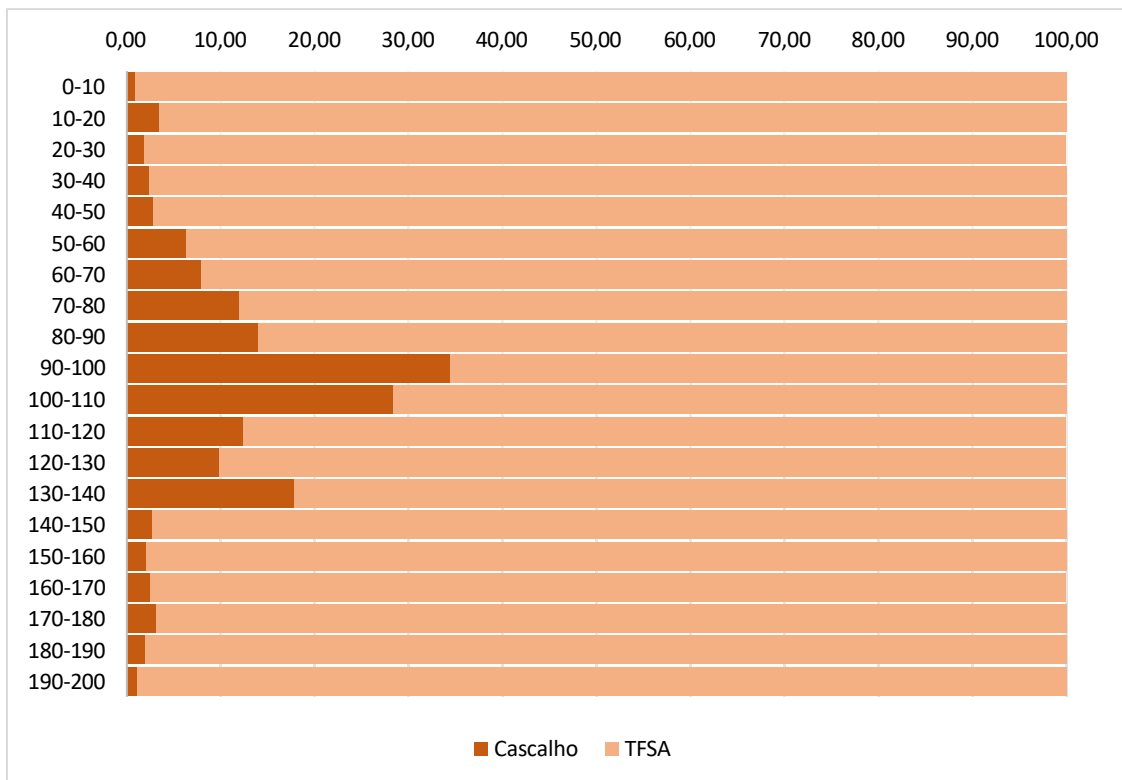
Uma camada de cascalhos lateríticos foi encontrada em profundidade (100 centímetros), a qual exibiu espessura de 20 centímetros, podendo este horizonte dificultar as taxas infiltradas, de modo a contribuir para formação de zonas saturadas de água em camadas mais próximas à superfície (Figura 6).

Figura 5 - Análise % granulométrica TFSA – Amostra coletada sobre murundus (PM).



Fonte: Silva, 2025

Figura 6 - Análise granulométrica % comparativa entre cascalho e TFSA - Sobre murundus (PM).

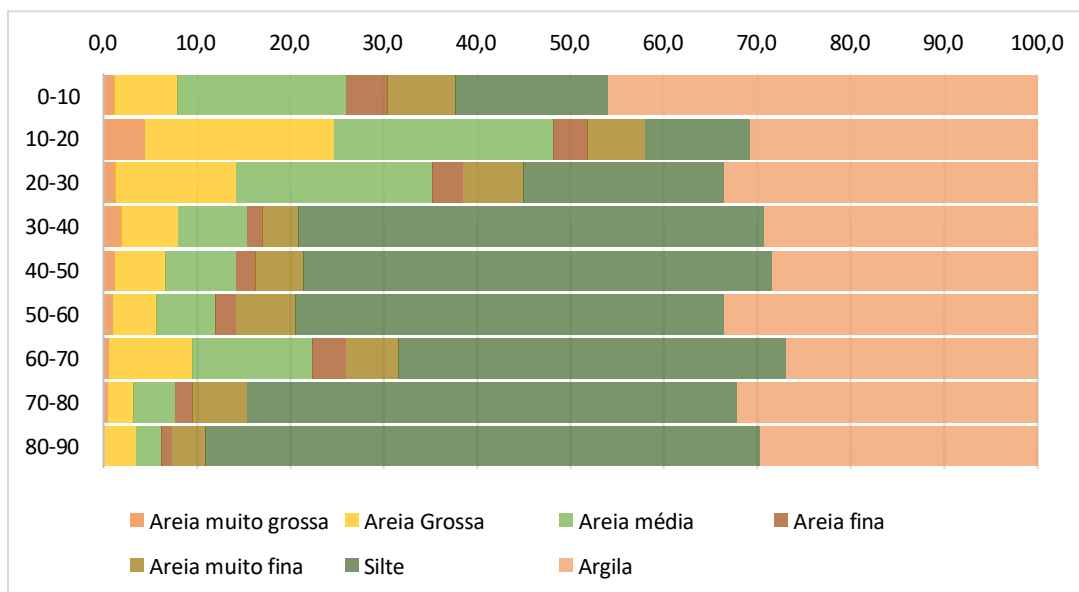


Fonte: Silva, 2025

No entre murundus o solo também se apresentou majoritariamente argiloso, entretanto, em camadas mais superficiais (0-20 cm) nota-se uma maior heterogeneização dos materiais, havendo maiores concentrações de materiais mais grosseiros em relação às demais profundidades do solo (Figura 7 e 8).

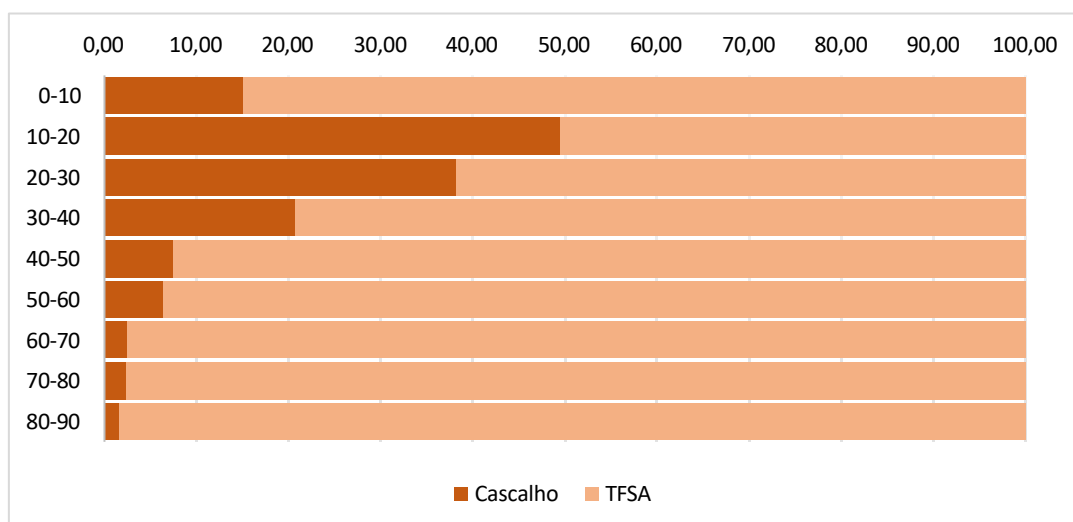
Constatou-se para este horizonte uma camada de cascalhos, sendo caracterizados por concreções lateríticas arredondadas, com diâmetros médios de 3 mm, as quais constituem parte relevante da constituição total do solo, havendo picos de 50 % de concreções na profundidade de 20 cm.

Figura 7 - Análise % granulométrica TFSA - Amostra coletada entre murundus (PE).



Fonte: Silva, 2025

Figura 8 - Análise granulométrica % comparativa entre cascalho e TFSA no entre murundus (PE).



Fonte: Silva, 2025

Características químicas do solo

Morrote de Murundu (PM)

O pH variou de 4,75 a 4,98, indicando um solo ácido, o qual pode ser atribuído ao intenso intemperismo e lixiviação de cátions básicos na área (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}) (Fageria et al., 2011). A acidez elevada favorece a solubilização do alumínio (Al^{3+}), como evidenciado pelos altos valores de saturação por alumínio (64,53% a 85,07%) (Tabela 1).

Tabela 1 - Características químicas das amostras do murundu (PM) e entre murundus (PE).

Composição Química																	
Profundidade	pH	K	Ca	Mg	SB	Al	H+Al	T	t	V	M	Fe	P rem.	P	C.O	C.O	MO
	H2O	cmolc dm ⁻³							%			mg dm ⁻³		total		%	dag kg ⁻¹
P5M 0-20	4,98	0,08	0,08	0,02	0,18	1,08	7,05	7,23	1,26	2	85,07	115,4	9,42	1416,81	1,1	2,06	3,56
P5M 20-70	4,75	0,07	0,2	0,1	0,37	0,77	6,21	6,58	1,14	5	67,44	43,46	7,34	1335,3	2,74	1,24	2,15
P5M 70-140	4,92	0,03	0,07	0,04	0,14	0,27	6,69	6,83	0,41	2	64,53	21,04	4,05	993,51	1,91	0,81	1,41
P5M 140-200	4,9	0,03	0,07	0,01	0,11	0,36	7,51	7,62	0,47	1	75,66	10,56	9,46	828,59	1,96	0,76	1,32
P5E 0-20	4,7	0,07	0,09	0,02	0,18	0,64	8,08	8,26	0,82	2	77,17	96,5	15,28	1236,86	1,87	1,78	3,08
P5E 30-60	4,9	0,07	0,33	0,08	0,48	0,54	7,12	7,6	1,02	6	52,85	23,45	15,06	993,51	1,11	1,06	1,84
P5E 60-90	5,06	0,06	0,5	0,02	0,58	0,5	6,9	7,48	1,08	7	46,12	4,64	13,72	834,18	0,39	0,73	1,26

Observação: Os valores de fósforo total apresentados podem estar superestimados devido a possíveis inconsistências analíticas no processo laboratorial. Fonte: Silva, 2025

A CTC a pH 7,0 variou entre 6,21 e 7,62 cmolc/dm³, indicando solos com média a baixa capacidade de retenção de nutrientes (Novais et al., 2007). Os baixos valores de saturação por bases (1% a 5%) evidenciam reduzida disponibilidade de cátions essenciais, característica comum em solos distróficos fortemente intemperizados do Cerrado (Quesada et al., 2010).

Os teores de fósforo total variaram entre 828,59 e 1416,81 mg/dm³, enquanto os valores de P rem oscilaram entre 4,05 e 9,46 mg/dm³. Apesar das concentrações relativamente elevadas de fósforo total, os baixos valores de fósforo remanescente indicam elevada capacidade de adsorção deste elemento pelo solo, reduzindo sua disponibilidade para as plantas. Tal comportamento está associado, principalmente, à presença de óxidos de ferro e alumínio, responsáveis pela fixação do fósforo em ambientes tropicais fortemente intemperizados, conforme observado por Lopes e Cox (1979), Novais e Smyth (1999) e Santos (2022).

Os teores de ferro apresentaram ampla variação ao longo do perfil, oscilando entre 10,56 e 115,42 mg/dm³, com maiores concentrações nas camadas superficiais. Esses valores relacionam-se diretamente à coloração avermelhada e amarelada dos solos da área, típica de ambientes ricos em óxidos de ferro, especialmente hematita e goethita (Schwertmann, 1985). A elevada presença desses minerais também influencia diferentes propriedades químicas e físicas do solo, incluindo a dinâmica da matéria orgânica e a retenção de nutrientes.

Os teores de matéria orgânica variaram entre 1,32% e 3,56%, enquanto o carbono orgânico apresentou valores entre 0,76% e 2,06%. De modo geral, os resultados indicam baixo acúmulo de matéria orgânica, condição recorrente em ambientes tropicais, onde as elevadas temperaturas e a sazonalidade hídrica favorecem rápida decomposição dos resíduos orgânicos.

Além dos fatores climáticos, a mineralogia do solo exerce influência significativa sobre a estabilidade e a dinâmica da matéria orgânica, especialmente em solos ricos em óxidos de ferro e alumínio. Estudos desenvolvidos por Scott et al. (1996) e Zech et al. (1997) destacam

que atributos como estrutura do solo, umidade, manejo, clima e composição mineralógica atuam conjuntamente na manutenção dos teores de matéria orgânica em regiões tropicais.

O perfil de solo no morrote de murundu (PM) apresentou elevados teores de argila, superiores a 350 g/kg na maior parte dos horizontes analisados, além de relativa homogeneidade textural ao longo do perfil. Associados à profundidade do solo, à coloração avermelhada e à baixa fertilidade natural, esses atributos permitiram classificar o perfil, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), como Latossolo Vermelho Distrófico típico.

Ponto entre Morrotes de Murundus (PE)

O perfil do solo entre morrotes murundus (PE) apresentou valores de pH variando entre 4,90 e 5,06, ligeiramente superiores aos observados no perfil localizado sobre o murundu. Apesar dessa pequena elevação, os resultados ainda caracterizam um solo ácido, condição típica de ambientes tropicais fortemente intemperizados. A menor acidez em relação ao perfil do murundu pode estar associada a menor lixiviação de bases ou à presença de materiais menos intemperizados, capazes de conferir maior tamponamento químico ao solo (Fageria et al., 2011).

A capacidade de troca catiônica (CTC) a pH 7,0 variou entre 6,9 e 7,12 cmolc/dm³, mantendo valores relativamente próximos aos encontrados sobre o murundu. Esses resultados indicam capacidade mediana de retenção de nutrientes, dependente principalmente da matéria orgânica e da fração argilosa para manutenção da fertilidade do solo (Novais et al., 2007). A saturação por bases apresentou valores entre 6% e 7%, ligeiramente superiores aos observados no perfil do murundu, porém ainda característicos de solos distróficos com baixa disponibilidade natural de nutrientes essenciais (Quesada et al., 2010).

Os valores de saturação por alumínio variaram entre 46,12% e 52,85%, inferiores aos registrados no perfil do murundu. Embora indiquem ambiente menos restritivo ao desenvolvimento radicular, os elevados teores de Al³⁺, entre 0,50 e 0,54 cmolc/dm³, ainda representam fator limitante à absorção de nutrientes, especialmente cálcio e magnésio, além de influenciarem negativamente o crescimento radicular (Kochian et al., 2015).

Os teores de fósforo total oscilaram entre 834,18 e 993,51 mg/dm³, apresentando valores inferiores aos encontrados no perfil localizado sobre o murundu. Em contrapartida, os valores de fósforo remanescente variaram entre 4,64 e 15,06 mg/dm³, sugerindo menor capacidade de adsorção do fósforo pelos constituintes minerais do solo. Esse comportamento pode estar relacionado à menor presença de óxidos de ferro e alumínio, favorecendo ligeiro aumento na disponibilidade do fósforo em relação ao perfil do murundu.

Os teores de ferro apresentaram valores entre 4,64 e 23,45 mg/dm³, significativamente inferiores aos registrados sobre os murundus. Essa diferença reflete menor concentração de óxidos de ferro na matriz do solo, aspecto também perceptível na coloração menos avermelhada observada no perfil, podendo indicar que por se tratar de uma área mais afetada pela oscilação freática, o ferro tende a solubilizar-se e sair do sistema. Os teores de matéria orgânica variaram entre 1,26% e 1,84%, enquanto o carbono orgânico apresentou valores entre 0,39% e 1,11%, evidenciando baixo acúmulo de material orgânico e intensa decomposição, condição recorrente em ambientes tropicais quentes e úmidos (Neill et al., 1997).

Do ponto de vista granulométrico, o perfil PE apresentou maiores variações texturais e maior presença de cascalhos lateríticos ao longo do perfil, diferindo da maior homogeneidade observada sobre o morrote de murundu. Os teores de argila variaram entre 156 g/kg e 391 g/kg, revelando menor quantidade em relação ao morrote. Dessa forma, segundo o Sistema

Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), o perfil foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico.

As diferenças observadas entre os dois perfis reforçam a hipótese de que o solo localizado sobre o morrote de murundu apresenta maior grau de homogeneização e evolução pedológica, enquanto o perfil coletado no entre murundus mantém características de menor intemperismo, maior heterogeneidade granulométrica e maior influência de materiais cascalhentos. Esses contrastes sugerem atuação diferenciada dos processos pedogenéticos e possivelmente da atividade biológica na reorganização dos materiais ao longo da paisagem.

Sistematização

Os resultados obtidos demonstraram que o solo localizado sobre os murundus apresenta características físicas mais homogêneas em comparação ao solo do entre murundus, exibindo menor variação textural ao longo do perfil. Essa homogeneidade sugere intenso retrabalhamento e reorganização dos materiais, possivelmente associados à movimentação de partículas promovida por organismos edáficos. Além disso, os morrotes apresentaram teores de argila aproximadamente 21,7% superiores aos observados no entre murundus, indicando possível transporte seletivo das frações mais finas durante os processos de bioturbação.

A atuação de cupins e formigas exerce papel relevante na redistribuição granulométrica dos solos, uma vez que esses organismos promovem transporte vertical e lateral de partículas ao longo do perfil. A maior concentração de frações de maior calibre observada no perfil do entre murundus pode estar relacionada à remoção preferencial de partículas finas utilizadas na construção dos termiteiros, resultando em materiais relativamente mais grosseiros nas áreas adjacentes. Esse comportamento reforça a influência da atividade biológica na reorganização física dos materiais superficiais.

Diferenças químicas também foram observadas entre os perfis analisados. Os solos localizados sobre o morrote de murundu apresentaram maiores teores de matéria orgânica, carbono orgânico, ferro, alumínio, fósforo total e maiores valores de CTC total e efetiva em relação ao entre murundus. Essas variações indicam que a atividade das térmitas pode influenciar diretamente a dinâmica química dos solos, tanto pela incorporação e decomposição de matéria orgânica quanto pela redistribuição de elementos minerais ao longo do perfil.

De maneira geral, os resultados reforçam a hipótese de que os organismos edáficos desempenham papel importante na gênese e evolução dos murundus da área estudada, atuando tanto na homogeneização física dos materiais quanto na modificação das propriedades químicas dos solos ao longo do tempo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstraram que os campos de murundus analisado no Chapadão do Diamante apresenta estreita relação entre dinâmica pedológica, condições hidromórficas e atividade biológica, especialmente associada à atuação de térmitas. As diferenças físicas, químicas e morfológicas identificadas entre os solos localizados sobre os murundus e nas áreas adjacentes evidenciam que essas feições não correspondem apenas a irregularidades superficiais do relevo, mas a formas diretamente relacionadas à reorganização dos materiais ao longo da paisagem.

Os solos localizados sobre os murundus apresentaram maior homogeneidade textural, maiores teores de argila e maiores concentrações de matéria orgânica, carbono orgânico, ferro

e fósforo total quando comparados aos perfis coletados no entre murundus. Em contrapartida, os solos adjacentes exibiram maior heterogeneidade granulométrica, maior presença de cascalhos lateríticos e características compatíveis com menor grau de evolução pedogenética. Esses contrastes indicam possível retrabalhamento seletivo dos materiais promovido por organismos edáficos, favorecendo a redistribuição granulométrica e alterações químicas ao longo do perfil do solo.

As observações de campo também evidenciaram diferentes estágios de degradação e reconstrução de termiteiros nos morrotes de murundus, além da presença de materiais com colorações distintas daquelas observadas no solo superficial local. Esses aspectos reforçam a hipótese de mobilização vertical de partículas pelas térmitas, indicando que a atividade biológica atua diretamente na modificação da microtopografia e na reorganização dos materiais superficiais.

Dessa forma, os dados obtidos permitem considerar que a hipótese biológica apresenta elevada plausibilidade para explicar a gênese dos murundus na área estudada, embora sua formação provavelmente esteja associada à interação entre diferentes processos ambientais, envolvendo hidromorfia, pedogênese e bioturbação. Assim, os murundus da Serra da Canastra devem ser compreendidos como feições dinâmicas da paisagem, resultantes da atuação conjunta entre processos físicos, químicos e biológicos ao longo do tempo.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à CAPES pela concessão da bolsa de doutorado do primeiro autor, e também pelo financiamento e apoio do CNPQ ao desenvolvimento desta pesquisa, por meio do Processo nº 403412-2023/4.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO NETO, M. D. **Solos, água e relevo dos campos de murundus na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado em Biologia) Departamento de Biologia Vegetal, Universidade de Brasília, Brasília, 1981.

CONFESSOR, J. G.; SILVA, L.; SANTOS, A.B.; VIANA, S.; RODRIGUES, S.C. 2025. DINÂMICA HÍDRICA EM VERTENTE COM SOLO CASCALHO ARENOSO NO CHAPADÃO DO DIAMANTE – SERRA DA CANASTRA. **William Morris Davis–Revista de Geomorfologia**. 6, 1, 209–226, (2025b). DOI:<https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v6n1.2025.391>.

CONFESSOR, J. G.; SILVA, L. L.; RODRIGUES, S. C. Dinâmica hídrica de Neossolo Regolítico de ambiente de Cerrado do Parque Nacional da Serra da Canastra-MG. **Ra'e Ga: O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 61, n. 1, 2024 b. DOI: <https://doi.org/10.5380/raega.v61i1.94167>

CONFESSOR, J.G., SILVA, L. L., MACHADO D. F. T., FERREIRA, I, M; LADEIRA, F, S, B. e RODRIGUES, S.C. (2025). Dinâmica Hídrica do Solo de Campo de Murundus do Parque Nacional da Serra da Canastra - MG. **Revista Brasileira De Geografia Física**, 18(1), 181–199. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v18.1.p181-199>

CONFESSOR, J. G. **Dinâmica hidrogeomorfológica de vertentes do Chapadão do Diamante - Serra da Canastra – MG**. 2023. 231 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.70>

CONFESSOR, JEFFERSON GOMES; SILVA, LARA LUIZA; LIMA, NATÁLIA APARECIDA RODRIGUES; SANTOS, ANNA BEATRIZ PEREIRA DOS. Hydraulic Dynamics of the Riparian Soil in the Chapadão do Diamante - Serra da Canastra, Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 36, n. 1, 2024a. <https://doi.org/10.14393/SN-v36-2024-72336>

CONFESSOR, J. G., LUÍZA SILVA, L., FERNANDES TERRA MACHADO, D., MENDES FERREIRA, I., SERGIO BERNARDES LADEIRA, F., CARLOS RODRIGUES, S.. Dinâmica Hídrica do Solo de Campo de Murundus do Parque Nacional da Serra da Canastra - MG . **Revista Brasileira De Geografia Física**, 18(1), 181–199. (2025a) <https://doi.org/10.26848/rbgf.v18.1.p181-199>

CRAMER MD, INNES SN, MIDGLEY JJ. 2012 Evidências concretas de que os montes de terra heuweltjie são características relíquias produzidas por erosão diferencial. **Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.** 350, 189-197 <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2012.06.030>

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FAGERIA, N. K., BALIGAR, V. C., JONES, C. A. (2011). Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. **CRC press**, 2011.

HEINECK, C.A.; Leite, C.A.S.; Silva, M.A.; Vieira, V.S. 2003. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, Escala 1:1.000.000. Belo Horizonte, Convênio COMIG/CPRM, 1 folha.

ICMBIO. 2005. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra**. Brasília. 2005. 250p

KOCHIAN, L. V., PIÑEROS, M. A., HOEKENGA, O. A. (2015). The physiology, genetics and molecular biology of plant aluminum resistance and toxicity. **Plant and Soil**, 274(1), 175-195.

LOPES, A. S.; COX, F. R. A importância da fração argila na fixação de fósforo em solos tropicais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 3, n. 1, p. 1-5, 1979.

NAZAR, T. I. S. M. **O Chapadão do Diamante na Serra da Canastra/MG, Brasil: caracterização geomorfológica e análise integrada do meio físico a partir de dados multifontes**. 2018. 270 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

NEILL, C., ET AL. Soil organic matter and nutrient dynamics following deforestation for pasture in the southwestern Brazilian Amazon. **Ecosystems**, 1(1), 215-224, 1997.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999.

OLIVEIRA-FILHO, Ary T. **A vegetação de um campo de monchões — microrrelevos associados a cupins na região de Cuiabá (MT)**. 1988. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988. 10.1017/S0266467400006027

QUESADA, C. A.. Variations in chemical and physical properties of Amazon forest soils in relation to their genesis. **Biogeosciences**, 7(5), 1515-1541, 2010.

RODRIGUES, S. C., AUGUSTIN, C. H. R. R. e NAZAR, T. I. S. M. (2023). Mapeamento Geomorfológico do Estado de Minas Gerais: uma proposta com base na morfologia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. 1, 2023.

SANTOS, F; CONFESSOR, J. Geoquímica e geocronologia em campos de murunduns no Chapadão do Diamante, Serra da Canastra-MG. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 30, número especial 1, p. 99-111, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2020v30nesp1p99-111>

SANTOS, M. R. **Adsorção de fósforo em solos tropicais: influência dos óxidos de ferro e alumínio**. 2022. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.

SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R. M. Iron oxides. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. Minerals in soil environments. Madison: **Soil Science Society of America**, 1989.

SCOTT, N. A.; COLE, C. V.; ELLIS, J. E.; SWIFT, D. M. Soil, nitrogen, and phosphorus dynamics in response to fire, grazing, and carbon dioxide in the Colorado shortgrass steppe. **Journal of Environmental Quality**, v. 25, n. 1, p. 99-109, 1996.

SILVA, L. L. Microrrelevos do Cerrado brasileiro: influência dos aspectos paisagísticos nos processos de formação e constituição dos campos de murundus do Chapadão do Diamante, Serra da Canastra – MG. 2025, 278fl. **Tese (Doutorado em Geografia)** - Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2025.297>

SOUZA, D. A de.; RODRIGUES, S. C. Aspectos Morfoestruturais da Serra da Canastra e entorno (MG). **Revista do Departamento de Geografia – USP**. São Paulo, v.27, p.47-66, 2014. <https://doi.org/10.11606/rdg.v27i0.472>

VASCONCELOS, V. et al. Modelo de evolução pedogeomorfológica da Serra da Canastra, MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 2, 2013. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v14i2.379>

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MÜLLER, J.; SCHWERTMANN, U. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v. 79, n. 1-4, p. 117-161, 1997.