

DINÂMICA HÍDRICA DO SOLO DE FITOFISIONOMIA DE CERRADO RALO DO CHAPADÃO DO DIAMANTE - SERRA DA CANASTRA (MG)

<https://doi.org/10.4215/rm2024.e23006>

Confessor, J.G. ^{a*} - Silva, L.L. ^b - Rodrigues, S.C. ^c

(a) Doutor em Geografia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2337-4884>. **LATTES:** <http://lattes.cnpq.br/9574187510029790>.

(b) Doutorando em Geografia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3094-1066>. **LATTES:** <http://lattes.cnpq.br/7023417438561827>.

(c) Doutor em Geografia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5376-1773>. **LATTES:** <http://lattes.cnpq.br/0563872406702918>.

Article history:

Received 25 January, 2024

Accepted 01 February, 2024

Published 10 February, 2024

(*) CORRESPONDING AUTHOR

Address: UFU. Av. João Naves de Ávila, 212, Zip Code: 38408-100, Santa Mônica, Uberlândia (MG), Brazil. Phone: (+55 34) 3239-4411

E-mail: jgconfessor01@gmail.com

Resumo

O cerrado caracteriza-se como importante bioma brasileiro, estruturando em seu interior bacias hidrográficas estratégicas tanto para o território nacional como internacional. Apesar de sua importância, o bioma vem sendo cada vez mais suprimido por atividades antrópicas. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo analisar e compreender as características físico-hídricas do solo de uma fitofisionomia de Cerrado Ralo presente no Chapadão do Diamante (Serra da Canastra-MG), gerando embasamento necessário para valoração e surgimento de futuras formas de manejo a áreas semelhantes. Para tal utilizou-se para prospecção de dados de campo um simulador de chuvas e um infiltrômetro de anéis concêntricos. Os resultados demonstraram para área de estudos alta capacidade de infiltração, não exibindo volumes escoados superficialmente mesmo sob precipitações de alta intensidade (57,35mm), expondo altos valores de velocidade de infiltração básica (VIB) 626,56 mm/h. No geral, os valores estão associados a dinâmica dos elementos paisagísticos, destacando a relevância dos processos biológicos, como a ação da vegetação e da pedofauna na modulação da capacidade do solo em reter, infiltrar e armazenar a água.

Palavras-chave: Infiltração de Água; Simulador de Chuvas; Infiltrômetro de Anéis

Abstract / Resumen

HYDRAULIC SOIL DYNAMICS OF THE SPARSE CERRADO PHYSIOGNOMY IN CHAPADÃO DO DIAMANTE - SERRA DA CANASTRA (MG)

The Cerrado is characterized as an important Brazilian biome, forming strategic hydrographic basins within its territory that are significant both nationally and internationally. Despite its importance, the biome has been increasingly impacted by anthropogenic activities. In this context, this study aims to analyze and understand the physical-hydraulic characteristics of the soil in a sparse Cerrado physiognomy located in the Chapadão do Diamante (Serra da Canastra-MG), providing the necessary foundation for the assessment and development of future management strategies for similar areas. For field data prospecting, a rain simulator and a concentric ring infiltrometer were used. The results demonstrated a high infiltration capacity in the study area, with no significant surface runoff even under high-intensity precipitation (57.35 mm), revealing high values of basic infiltration velocity (BIV) at 626.56 mm/h. Overall, these values are associated with the dynamics of landscape elements, emphasizing the importance of biological processes, such as the role of vegetation and soil fauna, in modulating the soil's ability to retain, infiltrate, and store water.

Keywords: Water Infiltration; Rain Simulator; Concentric Ring Infiltrometer.

DINÁMICA HÍDRICA DEL SUELO DE LA FITOFISIONOMÍA DE CERRADO RALO EN CHAPADÃO DO DIAMANTE - SERRA DA CANASTRA (MG)

El cerrado se caracteriza como un importante bioma brasileño, estructurando en su interior cuencas hidrográficas estratégicas tanto para el territorio nacional como internacional. A pesar de su importancia, el bioma ha sido cada vez más afectado por actividades antropogénicas. En este sentido, este trabajo tiene como objetivo analizar y comprender las características físico-hídricas del suelo de una fitofisionomía de Cerrado Ralo presente en el Chapadão do Diamante (Serra da Canastra-MG), proporcionando la base necesaria para la valoración y el desarrollo de futuras formas de manejo en áreas similares. Para ello, se utilizó un simulador de lluvia y un infiltrómetro de anillos concéntricos para la prospección de datos de campo. Los resultados demostraron una alta capacidad de infiltración en el área de estudio, sin mostrar volúmenes significativos de escorrentía superficial incluso bajo precipitaciones de alta intensidad (57,35 mm), exponiendo valores elevados de velocidad de infiltración básica (VIB) de 626,56 mm/h. En general, estos valores están asociados a la dinámica de los elementos paisajísticos, destacando la relevancia de los procesos biológicos, como la acción de la vegetación y la pedofauna, en la modulación de la capacidad del suelo para retener, infiltrar y almacenar agua.

Palabras-clave: TInfiltración de Agua; Simulador de lluvia; Infiltrómetro de Anillos.

INTRODUÇÃO

O Cerrado apresenta-se amplamente distribuído ao longo do território nacional, consolidando-se como segundo maior bioma brasileiro, ocupando cerca de 24 % de sua extensão (BOLFE et al., 2020). Caracteriza-se por um conjunto complexo e variado de ambientes e comunidades vegetativas, os quais somados, compõem o mosaico fitofisionômico do bioma, sendo considerado como a savana tropical mais rica do mundo em biodiversidade de fauna e flora (RIBEIRO e WALTER, 1998; BOLFE et al., 2020; FERREIRA, 2023).

Distribui-se em maior parte ao longo do Planalto Central, em regiões de altitudes elevadas comparadas às do entorno, situando-se na porção central do país (GOMES et al., 2004). Neste sentido, o espaço geográfico ocupado pelo bioma Cerrado desempenha importante função no processo de gênese e distribuição dos recursos hídricos do país, consolidando-se como área de origem de oito das doze bacias hidrográficas do território (LIMA, 2011; MARTELLI et al., 2023).

Apesar de sua importância ecológica e de segurança hídrica, o Cerrado atualmente é considerado como bioma mais devastado no Brasil (BOLSON e ARAÚJO, 2022), resultante do processo de ocupação de suas áreas naturais para implantação de atividades agropecuárias, as quais suprimem e substituem vegetação natural, sistematizando extensas áreas para o plantio de commodities e criação de gado (CONFESSOR, 2019; SANTOS e SANTOS, 2022).

Visando contornar esta problemática, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que visam compreender as formas de funcionamento das paisagens naturais deste ambiente, fornecendo subsídios necessários para assimilar sua importância, fomentando as bases necessárias para o desenvolvimento de medidas protetivas mais efetivas.

Neste sentido, o Parque Nacional da Serra da Canastra abriga em seu interior diferentes fitofisionomias de Cerrado, abrangendo zonas de recarga e cabeceiras de drenagem de importantes bacias hidrográficas, como as nascentes das bacias dos rios São Francisco, Araguari, Santo Antônio, Bateias, Grande e Ribeirão Grande.

Devido a seu formato e posição geográfica, a Serra configura-se como dispersor de drenagem, tornando-a um divisor de águas da plataforma brasileira, sendo a área de interflúvio das bacias hidrográficas do Rio São Francisco, o qual drena para o norte, e Paraná, que drena para sul (SILVA et al., 2017).

Visto sua importância, este trabalho tem por objetivo analisar e compreender as características físico-hídricas de solos do Cerrado presentes no Parque Nacional da Serra da Canastra, mais especificadamente de uma fitofisionomia de Cerrado Ralo expressa no Chapadão do Diamante, produzindo um levantamento de dados primários de campo envolvendo a utilização de infiltrômetros de inundação e de aspersão, de maneira a correlacionar os dados coletados com os elementos paisagísticos expressos na área.

MATERIAIS E MÉTODOS

Em estudo prévio realizado no Chapadão do Diamante (Serra da Canastra-MG), Nazar e Rodrigues (2019 A e B) classificaram a região em diferentes geocoberturas, subdivididas de acordo com as características dos materiais, topografia e dados aerogamaespectométricos. Dentre as geocoberturas elencadas destaca-se a classificada como Materiais Arenos-Argilo-Ferruginosos ou com concreções ferruginosas.

A classe ocupa 5,52 % de toda área do Chapadão. Exibe uma camada de materiais relativamente profundos, ocorrendo de forma preponderante, nos relevos aplainados ou topos planos (áreas interfluviais) coincidindo com as superfícies residuais, que indicam longa exposição aos processos de intemperismo em climas tropicais (NAZAR, 2018).

Caracterizam-se por áreas hidrogeomorfológicas de relevância nas vertentes de sua ocorrência, visto que se localizam nos topos das encostas, exibindo em relação às áreas de seu entorno vegetação mais densa, solos mais profundos e de textura mais fina (CONFESSOR, 2023), consolidando-se como áreas de captação e redistribuição da água precipitada para áreas vertentes abaixo.

Para melhor compreensão da dinâmica físico-hídrica destas áreas, foram realizados em campo experimentos em uma vertente ($20^{\circ}14'6.76''\text{S}$ - $46^{\circ}36'3.55''\text{O}$) envolvendo dois modelos distintos de infiltrômetros, sendo um Simulador de chuvas e um Infiltrômetro de anéis concêntricos, onde os ensaios foram realizados no período de entre chuvas da região, não havendo interferência de volumes naturais precipitados.

O simulador de chuvas utilizado foi desenvolvido e calibrado pra este estudo (CONFESSOR, 2023), o qual visou replicar chuvas de alta intensidade semelhantes às ocorrentes na região de experimentos. Para tal, foram analisados 46 anos de dados de precipitação captados pela Estação climatológica Vargem Bonita (2046013), localizada no entorno do Parque Nacional da Serra da Canastra.

Através da curva de regressão dos volumes das chuvas erosivas precipitadas na região, a intensidade de 57,4 mm/h foi estabelecida, onde o equipamento replicou de forma ininterrupta precipitações de 60 minutos em três locais escolhidos de forma aleatória dentro da área de estudos.

Utilizando-se de uma parcela de erosão com dimensões de 70x100 centímetros, delimitou-se a área de captação de dados, onde os volumes escoados superficialmente foram coletados em tempos de 5 em 5 minutos até findar 60 minutos de simulação, totalizando 12 amostras por ensaio.

Visando o conhecimento da capacidade máxima de infiltração do solo, utilizou-se de um Infiltrômetro de anéis concêntricos semiautomático de carga pouco variável, o qual estabeleceu uma coluna d'água de 5 centímetros sobre a superfície ao longo de 3 horas de experimentos (CONFESSOR, 2023).

Os valores de infiltração foram captados em parciais de 10 em 10 minutos até findar os ensaios, totalizando 18 amostragens. Através do equipamento foram realizados três ensaios na área de experimentos, sendo os pontos de coleta estabelecidos de forma aleatória.

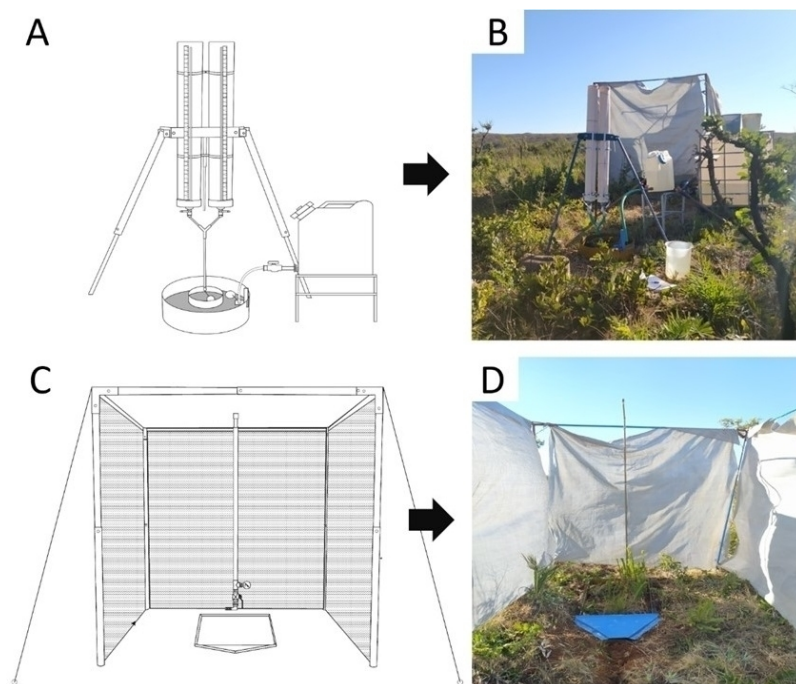


Figura 1 - Equipamentos utilizados na pesquisa. Infiltrômetro de anéis concêntricos semiautomático de carga pouco variável (A e B); Simulador de chuvas e proteção contra o vento (C e D). Fonte: Atores.

A avaliação da cobertura vegetal foi conduzida utilizando o software ENVI 4.2 e empregando a técnica de classificação supervisionada. Foram capturadas imagens da superfície das parcelas a uma altura de 1 metro do solo momentos antes das simulações de chuva. Posteriormente, as imagens foram processadas para evidenciar a relação entre o solo exposto e o recoberto pela vegetação (PINESE et al., 2008).

O solo da área foi classificado através da abertura de um perfil, sendo adotado o sistema brasileiro de classificação dos solos como referência (SANTOS, 2018). Para conhecimento das características físicas do solo (Densidade total, Densidade de partículas, Granulometria e porosidade total), amostras foram coletadas através da escolha aleatória de 4 pontos ao longo de toda área de experimentos, sendo tratadas conforme os manuais (EMBRAPA, 1997 e EMBRAPA, 2017).

Em cada ponto, foram retiradas amostras indeformadas em superfície (0-5 centímetros) para conhecimento da densidade Total do solo, de partículas e porosidade total. Também foram extraídas amostras deformadas em subsuperfície em intervalos uniformes de 10 centímetros até a profundidade de 50 centímetros, necessárias para conhecimento das características granulométricas das partículas.

A investigação da perda de água do solo por evaporação envolveu a coleta de três amostras indeformadas a uma profundidade de 0 a 5 centímetros por meio do uso de anéis volumétricos de 100 cm³. As amostras foram submersas em água por um período de 2 horas, com subsequente drenagem e pesagem após 1 hora. A partir desse momento, as amostras foram pesadas a cada intervalo de 24 horas ao longo de um período de seis dias (CONFESSOR, 2023). A perda de água foi monitorada pela variação de peso entre a amostra inicial e as subsequentes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A vertente onde localiza-se a área estudos possui aproximadamente 1 quilômetro de extensão, com amplitude altimétrica aproximada de 80 metros. Apresenta ao longo de sua área variações de declividade, de solos, de microrelevo e de distribuição biológica, seja vegetativa assim como da pedofauna, sendo classificados sete diferentes tipos de geocoberturas entre seu topo e o fundo do vale (Figura 2).

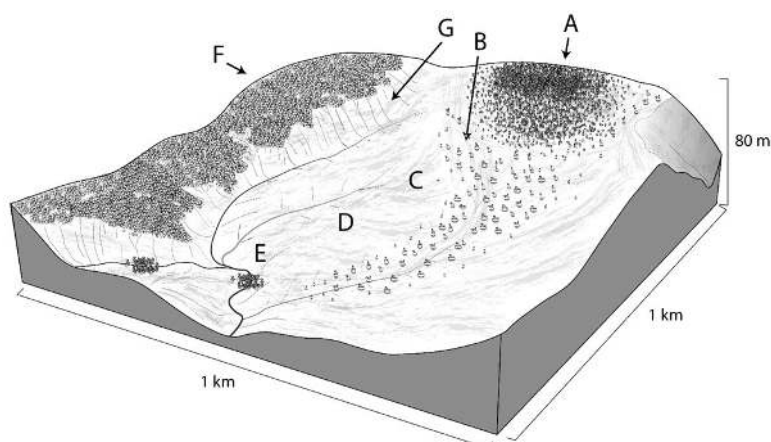


Figura 2 - Croqui da vertente de estudos inserida no Chapadão do Diamante – Serra da Canastra: Espacialidade dos pontos de investigação. Materiais areno-argilo-ferruginosos ou com concreções ferruginosas (A); Materiais de bioturbação ferruginosos ou com concreções ferruginosas (murundus) (B); Materiais cascalho-arenosos com camada orgânica (C); Materiais cascalho-arenosos indiferenciados (D); Materiais orgânicos (turfeiras) associados a fundos de vale e áreas úmidas (E); Afloramentos rochosos (F); Materiais cascalho arenosos com caos de blocos (G). Fonte: Autores.

A geocobertura nomeada de Materiais areno-argilo-ferruginosos ou com concreções ferruginosas (FIGURA 2 A) ocupa o topo da vertente de estudos, inserindo-se no divisor de águas. Distribui-se ao longo de uma área caracterizada por um relevo suave, com declividade média inferior à 4,5%.

A vegetação do local contrasta com a vegetação presente nas demais geocoberturas (FIGURA 3), exibindo variedade de espécies, com ampla distribuição de plantas lenhosas, expondo arvores retorcidas de alturas médias de 2,3 metros, entremeadas de forma abundante por arbustos (altura média de 1,1 metros), herbáceas (altura média de 0,5 metros de altura) e gramíneas (altura média de 0,5 metros de altura), consolidando-se como uma fitofisionomia de Cerrado Ralo (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Os estudos foram conduzidos no período de entre chuvas da região, refletindo em gramíneas com estruturas foliares e de sustentação secas. Apesar disto, a vegetação herbácea, arbustiva e arbórea apresentou indivíduos com folhas verdes, e, em alguns casos, espécies expuseram floração e frutos, indicando pleno vigor vegetativo mesmo em um período do ano caracterizado pela restrição hídrica pluvial.

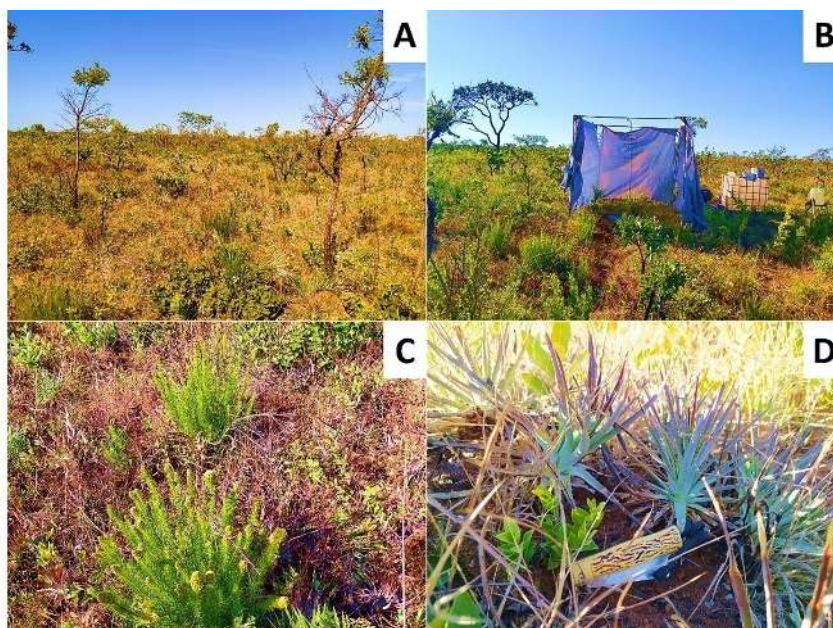


Figura 3 - Vegetação de Cerrado ralo presente na área de experimentos. Heterogeneidade de espécies vegetais (A); local de experimentos (B); espécies herbáceas e de gramíneas recobindo o solo (C); Conjunto de Bromeliáceas, gramíneas e herbáceas sobre a superfície (D). Fonte: Autores.

Através da diversidade e densidade vegetativa, constatou-se valores médios de 47,23% de cobertura do solo (FIGURA 4). Estes valores remetem-se as formas de crescimento vegetativo das plantas, as quais exibiram distintos hábitos de desenvolvimento, recobindo o solo em diferentes estratos, caracterizado por galhos e folhas de plantas arbóreas no topo, arbustos em alturas médias e gramíneas e herbáceas no estrato inferior.

Estas características refletiram em uma biomassa abundante, culminando na produção de um arranjo vegetativo adensado, com sobreposição das partes estruturais foliares, reprodutivas e/ou de sustentação, ocorrente nas próprias plantas assim como entre plantas, gerando razoável cobertura do solo.

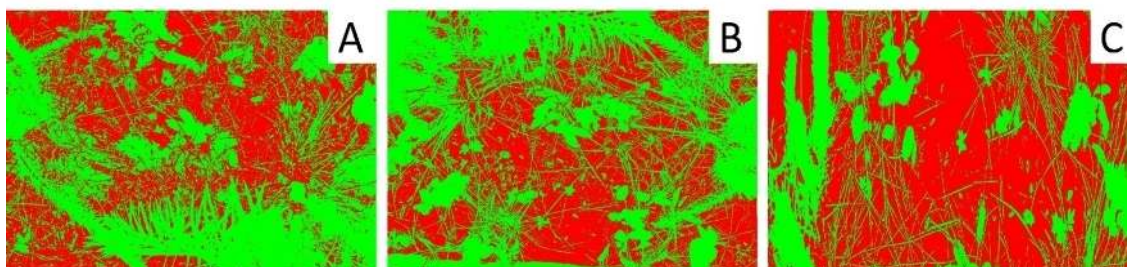


Figura 4 - Relação cobertura vegetal e solo exposto na geocobertura Materiais areno-argilo-ferruginosos ou com concreções ferruginosas. A- 50,04% de solo exposto; B- 45,06 % de solo exposto; C- 63,20% de solo exposto. Fonte: Autores.

Apesar de frequentes, a não ocorrência de incêndios recentes na região permitiu tempo suficiente para o crescimento e propagação vegetativa, de maneira a expor na área plantas com partes estruturais, foliares e reprodutivas preservadas, e, mesmo algumas espécies exibindo partes secas, ainda corroboraram para o incremento da cobertura do solo.

Classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico A moderado, o solo do local de experimentos comparado aos de geocoberturas do entorno apresentou-se espedço, não sendo encontrado substrato litológico em prospecções de 2 metros de profundidade, sendo constituído de material fino, composto quase a totalidade por partículas de diâmetro abaixo de 2 mm (> 99,5%), havendo o predomínio de argilas (FIGURA 5).

As curvas granulométricas demonstraram ao longo do perfil vertical baixa variação do diâmetro das partículas, sendo estas classificadas pelo coeficiente de uniformidade entre muito uniformes e mediantemente uniformes, e pelo coeficiente de curvatura como um solo mal graduado, visto o predomínio de partículas de calibre homogêneo (FIGURA 5).

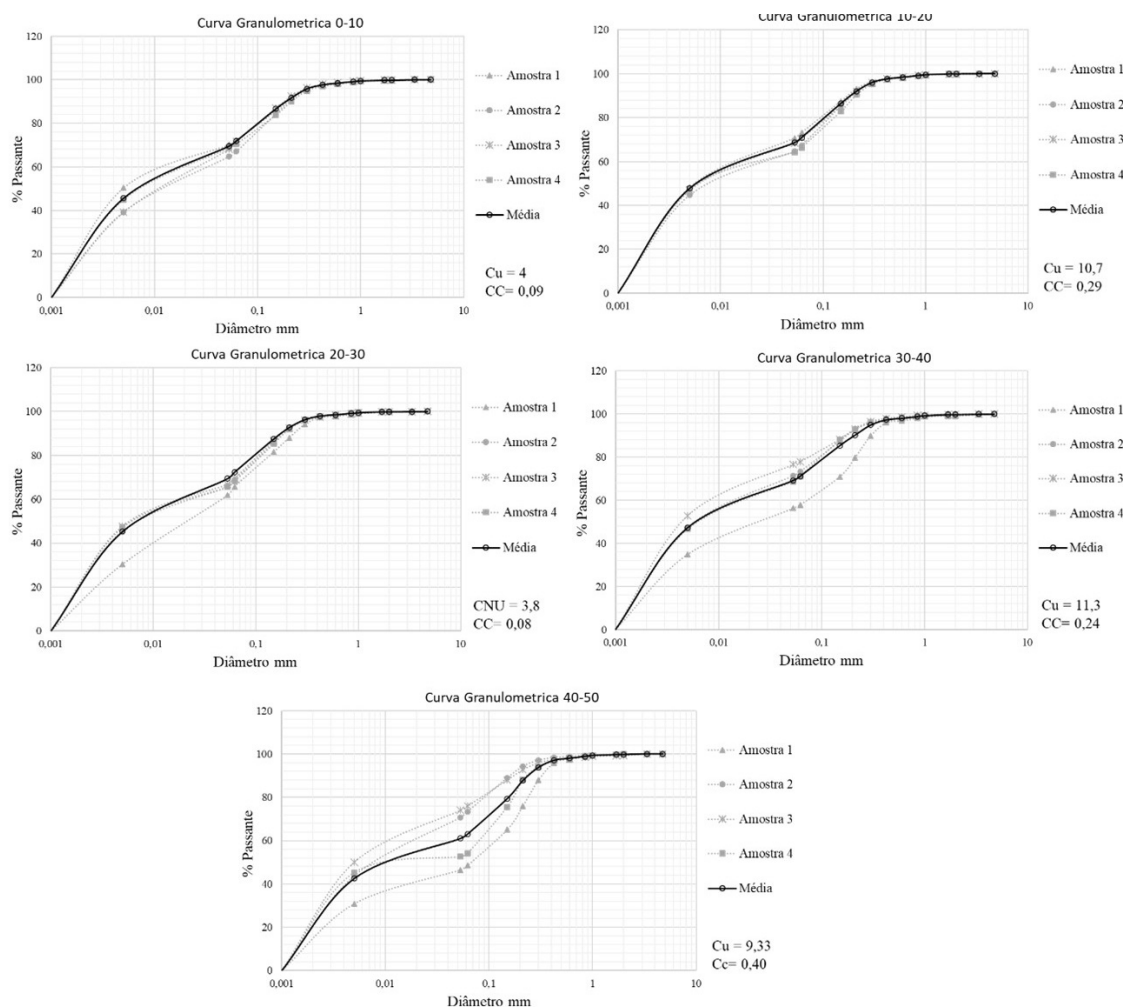


Figura 5 - Curvas Granulométricas do solo. *Cu-Coefficiente de Uniformidade; *Cc-Coefficiente de Curvatura. Fonte: Autores.

Os dados produzidos pelo infiltrômetro de anéis revelaram para o solo local um pico inicial de velocidade de infiltração de 931,2 mm/h (FIGURA 6), estabilizando-se a partir de 40 minutos de testes, passando a apresentar velocidade básica de infiltração (VIB) média de 626,56 mm/h.

Buscando traçar parâmetros para velocidades de infiltração, Bernardo et al. (2006) consideraram que uma VIB acima de 30 mm/h classifica-se como muito alta, sendo encontrados para o solo local valores muito acima dos valores de referência (20,88 vezes maiores).

Em estudo utilizando os mesmos parâmetros em uma geocobertura circunvizinha, Confessor et al., (2024) encontram uma VBI de 22,5 mm/h, valor 27,84 vezes menor, indicando que os atributos geoambientais do local contribuíram para formação de condições favoráveis para incorporação de água ao solo.

A variação dos valores de velocidade de infiltração entre o início e o fim dos experimentos foi de 33,47%, indicando que o ambiente possui alta capacidade de infiltração e percolação de água no perfil do solo mesmo quando exposto por longos períodos a uma lâmina d'água constante, apresentando curva de correlação de R^2 0,69 entre os valores encontrados.

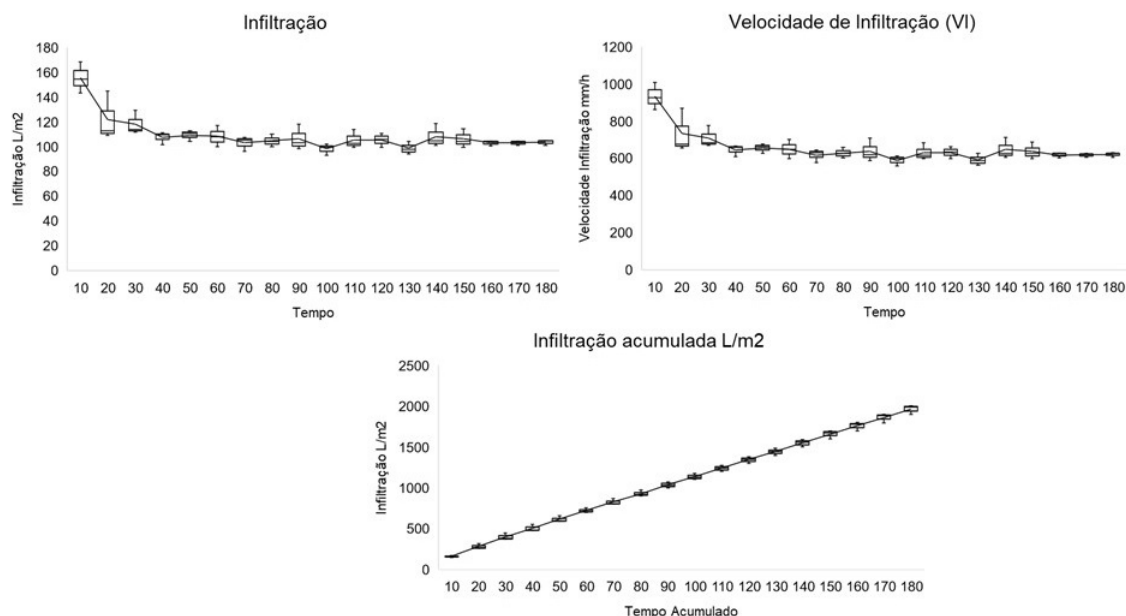


Figura 6 - Infiltração de água pelo método do Infiltrômetro de inundação. Fonte: Autor.

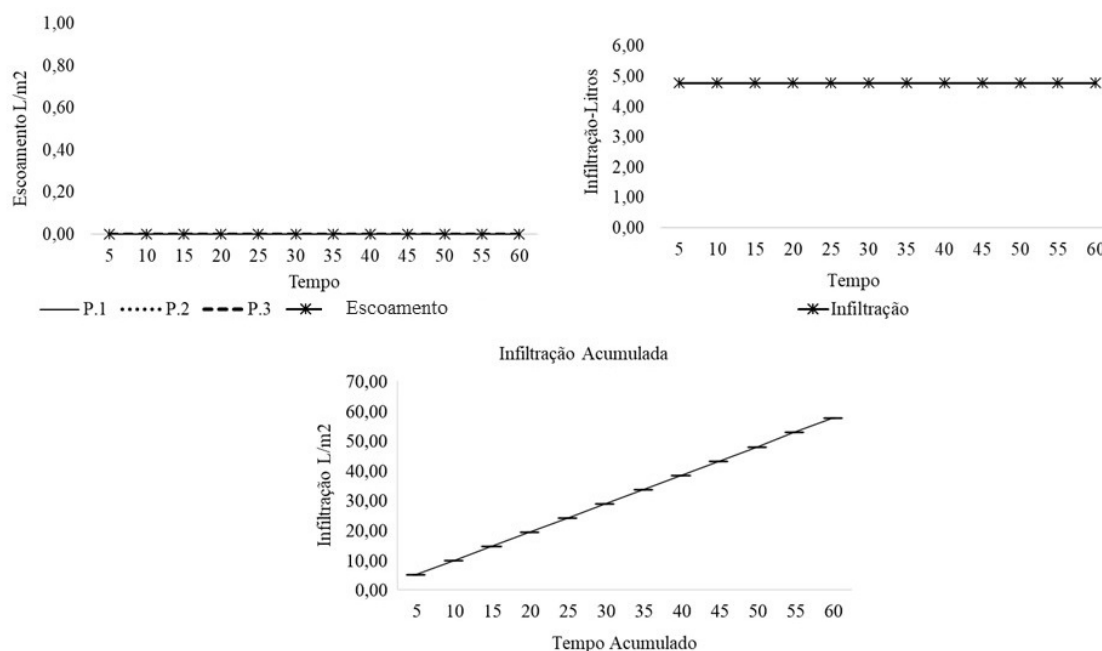


Figura 7 - Escoamento e infiltração produzidos pelo simulador de chuvas. Fonte: Autor.

Os experimentos envolvendo o simulador de chuvas revelaram constância nos valores da curva de escoamento ($R^2 = 1$), visto que, mesmo submetido a precipitações de alta intensidade (57,4 mm/h) o solo local não exibiu volumes escoados sobre a superfície, revelando sua alta capacidade de absorção da água precipitada (FIGURA 7).

Não foram observados pontos de empoçamento de água ao longo dos ensaios, indicando que não houveram locais de favorecimento para o acumulo dos volumes em superfície, ocorrendo um movimento descendente no perfil do solo de toda água. O simulador de chuvas não ofertou volumes de água necessários para ocorrência da saturação completa do solo, de modo a não permitir o conhecimento dos volumes necessários para que as precipitações promovam a formação de fluxos superficiais de água. Entretanto, ressalta-se que o solo local exibiu velocidade básica de infiltração muito acima dos valores de referência, de maneira a apresentar volumes que superam as intensidades de precipitações reais, indicando a importância da utilização de métodos distintos de investigação.

Após saturado, o solo apresentou retenção de 0,56 ml/cm³ de água, havendo ao longo do tempo perdas por evaporação constantes ($R=0,98$), sendo evaporados ao para o período de seis dias um volume total de 0,44 ml/cm³, correspondendo a 78,1 % de toda água retida no solo (FIGURA 8).

As maiores perdas foram visualizadas nas primeiras 96 horas (82,8 % dos volumes totais). Deste modo, o solo apresentou uma capacidade de retenção de água (CRA) de 0,12 ml/cm³ ao final de seis dias, ou seja, 21,9% de sua capacidade total de armazenamento.

Os valores encontrados indicam que, após saturado o solo deste ambiente apresenta rápida restauração de sua capacidade de armazenamento, corroborando para retenção da água de futuras precipitações, visto que espaços necessários para absorção dos volumes de água liberam-se de maneira rápida, permitindo a incorporação de novos valores de entrada.

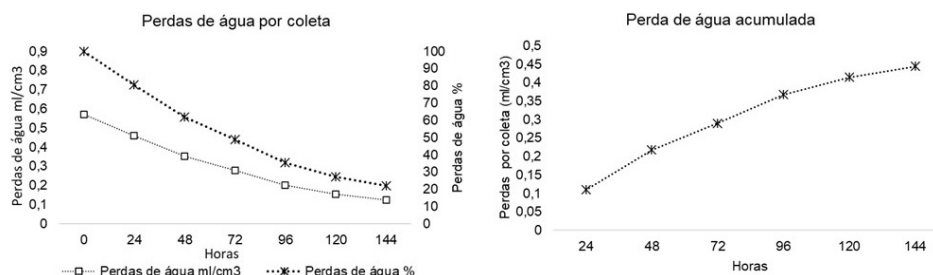


Figura 8 - Perdas de água por evaporação. Fonte: Autor.

De forma geral, a área exibiu alta capacidade de incorporação de água no sistema, onde a fitofisionomia de cerrado ralo composta por um conjunto variado de plantas apresentou espécies com diferentes formas e hábitos de crescimento, as quais corroboraram para a proteção da superfície do solo frente a ação dos impactos das gotas.

A composição heterogênea da vegetação também corroborou para ocorrência de processos em subsuperfície, visualizados por meio de uma gama variada de sistemas radiculares, onde as diferentes plantas expuseram distintos hábitos de crescimento, profundidades e calibres de raízes, gerando no interior do solo uma densa rede de estruturas orgânicas que se estenderam da superfície até horizontes mais profundos.

Ao desenvolverem-se, as raízes movimentam as partículas do solo, auxiliando em sua estruturação, modificando a densidade, contribuindo para o aumento da porosidade assim como da capacidade de armazenamento de água, de modo a ampliar a capacidade e a velocidade da infiltração (FIGURA 9) (LIBARDI, 1995; DIAS JUNIOR, 2000; ALVES et al., 2007, KLEIN et al., 2010;).

Após entrar em senescência, com o passar do tempo as raízes mineralizam-se, gerando espaços vazios por entre as partículas do solo, criando bioporos que se comportam como canais preferenciais para o movimento da água, contribuindo para o aumento da condutividade hidráulica (FIGURA 9).

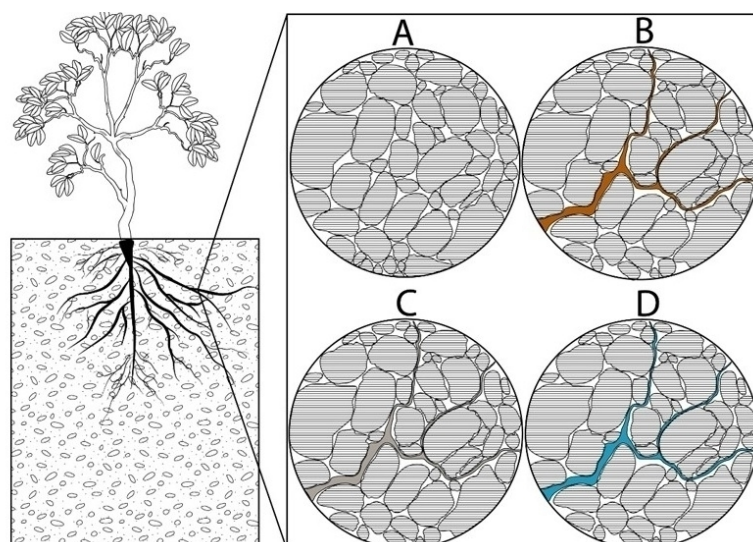


Figura 9 - Bioporos no solo gerados pela dinâmica de crescimento de raízes: (A) Arranjo de partículas minerais de solo; (B) Rearranjo de partículas minerais do solo pelo crescimento de raízes; (C) Senescência de raízes; (D) Criação de bioporos por raízes e seu preenchimento por água.
Fonte: Autores.

Também foi possível observar no local a presença ativa da pedofauna (FIGURA 10), composta por animais de diferentes tamanhos que exibiram distintas formas de uso do solo, constituída por artrópodes (Térmitas), vermes (Minhocas), larvas (Besouros), répteis (Lagartos), aves (Coruja) e mamíferos (Tatus).

Ao utilizarem dos ambientes abaixo da superfície, estes animais imprimem características aos materiais que modificam os atributos estruturais do solo, gerando bioporos através da escavação, que variam em calibre, direção e extensão.

Foram constatados de maneira abundante e espalhados por toda área de experimentos diversas tocas de tatus, com canais frequentemente excedendo 30 centímetros de diâmetro. Os tuneis comportam-se como grandes vazios no solo, capazes de promover não apenas a condução da água, mas também o armazenamento de grandes volumes, favorecendo os processos de incorporação da água no perfil.

A presença de térmitas também foi verificada, havendo alta concentração de colônias ativas no local. Além dos canais internos gerados no solo pelas atividades dos animais, também foram observados ao longo da área de experimentos diversos orifícios em superfície, os quais caracterizaram-se como dutos responsáveis por interligar estruturas internas das colônias até a superfície do solo.

Estes orifícios de diâmetro variável, frequentemente menores que 5 centímetros, comportam-se como caminhos favoráveis para incorporação da água ao solo, visto que se caracterizam como tuneis que não oferecem resistência ao movimento da água, permitindo a entrada dos volumes concomitantemente a expulsão do ar presente no solo, contribuindo para o aceleração dos processos de infiltração.

Através dos hábitos de escavação, os animais conectam os poros do solo, gerando uma rede de bioporos e de poros interligada. Esta conexão aumenta a capacidade da mobilidade da água no perfil, uma vez que caminhos de movimentação do ar e da água são interligados, produzindo ambientes propícios para infiltração e posterior percolação dos volumes precipitados (FIGURA 11).

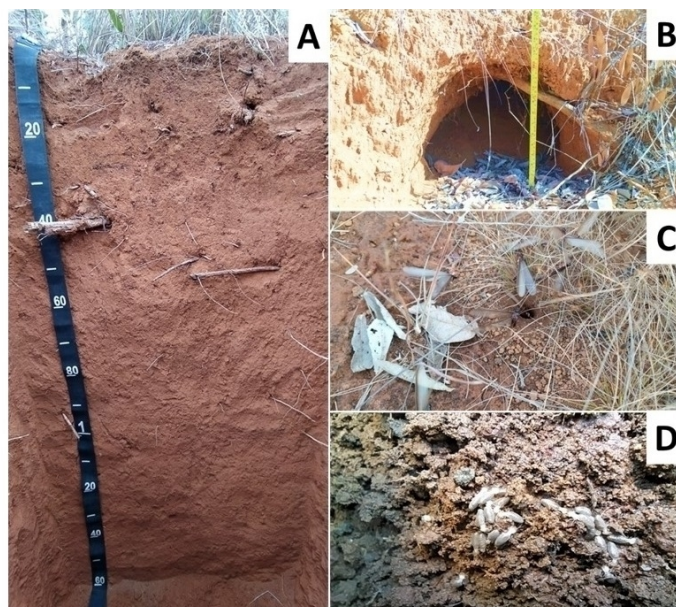


Figura 10 - Ação da pedofauna na área de estudos: (A) Alta densidade de bioporos ao longo do perfil do solo; (B) Toca de tatu; (C) Térmitas alados saindo de orifício no solo; (D) Térmitas encontrados no interior do solo. Fonte: Autores.

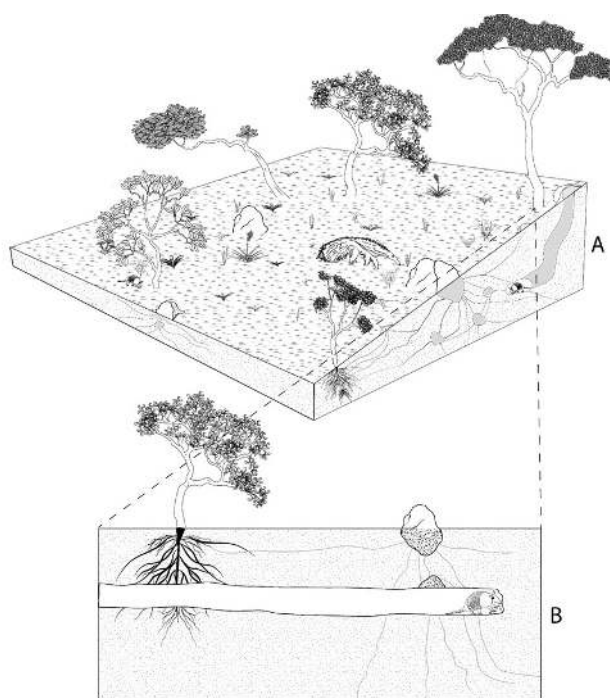


Figura 11 - Ação da pedofauna no perfil do solo. Criação de bioporos por animais e pela vegetação A e B. Fonte: Autores.

De maneira a corroborar com a ação biológica, a granulometria fina do solo, com predomínio de partículas de argila contribuiu para a permanência dos bioporos produzidos ao longo do tempo, visto que os coloides se comportam como partículas cimentantes, aumentando a longevidade das estruturas.

Neste sentido, a presença da vegetação heterogênea, com abundância variada da pedofauna, aliada às características de profundidade e granulométricas do solo, produziram um conjunto de condições

ambientais que culminaram na gênese de um ambiente com solo estruturado, com valores de densidade muito abaixo do limite crítico de 1,81 g/cm³ (Dt) exposto por Reinert e Reichert (2006) (TABELA 1).

Dp (g/cm ³)	Dt (g/cm ³)	Pt (%)
2,29	0,80	0,65

Tabela 1 - Análise Física do solo; Dp- Densidade de partículas; Dt – Densidade total; Pt- Porosidade Total. Fonte: Autores.

O somatório das características ambientais refletiu na gênese de um ambiente hidrogeomorfologicamente dinâmico, dotado de características que permitiram o aceleração da incorporação da água precipitada junto ao solo, favorecendo o movimento de infiltração, percolação e armazenamento da água no perfil.

CONCLUSÃO

Este estudo se propôs a fornecer informações sobre a dinâmica físico-hídrica de áreas de topo do chapadão do diamante (Serra da Canastra-MG), mais especificadamente da geocobertura classificada como materiais areno-argilo-ferruginosos ou com concreções ferruginosas.

Utilizando de diferentes métodos de prospecção de dados a campo (simulador de chuvas e infiltrômetro de anéis concêntricos), o estudo explorou a capacidade de infiltração do solo, avaliou a cobertura vegetal, analisou a composição do solo e investigou a perda de água por evaporação.

Os resultados indicaram alta capacidade de infiltração e percolação da água no solo, com valores especialmente ligados à presença de uma fitofisionomia de cerrado ralo, que proporcionou cobertura vegetal do solo estratificada. A diversidade e densidade vegetativa contribuíram para a proteção da superfície do solo contra impactos de gotas de chuva, diminuindo sua de modo a favorecer a incorporação da água no solo.

Além da presença abundante de raízes das plantas em subsuperfície, destaca-se também a importância da ação da pedofauna (térmitas, minhocas, tatus e etc.), na modificação dos atributos estruturais do solo. A presença ativa desses organismos produziu a formação de bioporos, caracterizados por canais preferenciais para o movimento da água, interconectando os poros o bioporos do solo de maneira a contribuir para o aumento de sua condutividade hidráulica, favorecendo a infiltração e percolação da água no perfil.

Em síntese, os resultados evidenciaram que a interação entre a vegetação, a pedofauna e as características do solo contribuíram para a criação de um ambiente hidrogeomorfologicamente dinâmico, com elevada capacidade de absorção e armazenamento de água, destacando a relevância dos processos biológicos, como a ação da pedofauna na modulação da capacidade do solo em reter, infiltrar e armazenar água.

Neste sentido, fica evidente a importância da preservação de áreas naturais de Cerrado localizadas em regiões estratégicas, como as de topo de vertentes, visto que estes locais possuem alta capacidade de infiltração e retenção de água precipitada das chuvas, mesmo sob eventos de alta intensidade. Contribuindo para o armazenamento dos volumes e sua posterior disposição vertente abaixo, tornando-se áreas reguladoras de processos.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; SUZUKI, L. E. A. S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 4, p. 617– 625, ago. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000400002>

- BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
- BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K.. Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções. Brasília, DF: Embrapa, V1, 308p., 2020.
- BOLSON, S; ARAÚJO, S. As Metas Brasileiras ao Acordo de Paris sobre as Mudanças Climáticas e o Desmatamento Ilegal no Bioma Cerrado: a Omissão do Estado Brasileiro. RELPE: Revista Leituras em Pedagogia e Educação, v. 5, n. 1, p. 144–158, 2022.
- CONFESSOR, J. G. Avaliação de processos erosivos hídricos em diferentes usos agrícolas, utilizando simulador de chuvas no ambiente de Cerrado. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 187 f, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.606>
- CONFESSOR, J. G. Dinâmica hidrogeomorfológica de vertentes do Chapadão do Diamante - Serra da Canastra – MG. Tese (Doutorado em Geografia), 231 f. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.70>
- CONFESSOR, J. G.; SILVA, L. L.; RODRIGUES, S. C.. Dinâmica hídrica do solo de fitofisionomia de campo limpo do Parque Nacional da Serra da Canastra-MG. Caderno de Geografia, v. 34 n. 76, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2024v34n76p286>
- DIAS JUNIOR, M. S. Compactação do solo. In: NOVAIS, R. F. de; ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R., (Ed.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p.55-94.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro,RJ: revista e atualizada, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
- FERREIRA. I. M. Paisagens Topocídicas: extinção paisagística dos Palmeirais Nativos no Domínio Do Cerrado. 2023. 196 f. Tese (Livre Docência – Titular) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Catalão. Catalão, 2023.
- GOMES, B.; MARTINS, F.; TAMASHIRO, J.. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda., em Brotas, SP. Braz. J. Bot. N. 27, V, 2, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000200005>
- KLEIN, V. A.; BASEGGIO, M.; MADALOSSO, T.; MARCOLIN, C. D. Textura do solo e a estimativa do teor de água no ponto de murcha permanente com psicrômetro. Ciência Rural, v. 40, n. 7, p. 1550–1556, 30 jul. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000110>
- LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. Piracicaba, 497p. 1995
- LIMA, J. Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. Ciência e Cultura, [S.L.], v. 63, n. 3, p. 27-29, jul. 2011. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/s0009-67252011000300011>
- MARTELLI, A; ALVARENGA, A; SAMUDIO, E. Ecological benefits of the Cerrado biome and particularities of the municipality of Itapira-SP located in a transition area. Phd Scientific Review, 8–24, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7554701>
- NAZAR, T. O Chapadão do Diamante na Serra da Canastra/MG, Brasil: caracterização geomorfológica e análise integrada do meio físico a partir de dados multifontes. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 270 f, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2018.608>
- NAZAR, T.I.S.N.; RODRIGUES, S. C.. Mapping and analysis of surface geocover in the Chapadão do Diamante - MG - Brazil. Mercator (Fortaleza. Online), v. 18, p. 1-17, 2019. (A). DOI: <https://doi.org/10.4215/rm2019.e18010>
- NAZAR, T.I.S.N.; RODRIGUES, S. C. Relevô do chapadão do diamante, Serra Da Canastra/Mg, Brasil: compartimentação e análise a partir dos aspectos geomorfométricos. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 20, p. 69-86, 2019 (B). <https://doi.org/10.20502/rbg.v20i1.1300>

PINESE JÚNIOR, J., F.; CRUZ, L., M.; RODRIGUES, S., C.. Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra, Uberlândia - MG. Sociedade & Natureza 20, 157-175, 2008.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Propriedades físicas do solo. Departamento de Solos, UFSM, p. 1-18, 2006.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. in: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). Cerrado: Ambiente e Flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.

RODRIGUES, S. C.; AUGUSTIN, C., H; NAZAR, T.. Mapeamento Geomorfológico do Estado de Minas Gerais: uma proposta com base na morfologia. Revista Brasileira De Geomorfologia, 24(1), 2023. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v24i1.2233>

SANTOS, Humberto Gonçalves dos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5 Brasília: EMBRAPA, 356 p., 2018.

SANTOS, M; SANTOS, J. Diagnóstico das macrotendências socioeconômicas da produção de soja e a degradação ambiental nos territórios. Estudos em Direito Ambiental - Territorialidade, Racionalidade e Decolonialidade, p. 262-280, 5 nov., Editora Licuri, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.58203/licuri.839215>

SILVA, G.; SILVA, R.; RODRIGUES, S.C. Análise descritiva de nascentes do rio São Francisco, No Chapadão Diamante, na Serra da Canastra-MG. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas - SP. 2017. DOI: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1826>

Afiliação dos Autores

Confessor, J.G. - Universidade Federal de Uberlândia

Silva, L.L. - Universidade Federal de Uberlândia

Rodrigues, S.C. - Professor da Universidade Federal de Uberlândia

Contribuição dos Autores

Confessor, J.G. - O autor contribuiu na elaboração, realização e manipulação dos dados e redação.

Silva, L.L. - O autor contribuiu na elaboração, realização e manipulação dos dados e redação.

Rodrigues, S.C. - O autor contribuiu na elaboração, realização e manipulação dos dados e redação.

Editores Responsáveis

Jader de Oliveira Santos

Lidriana de Souza Pinheiro