

Dinâmica Hídrica do Solo de Zona Ripária do Chapadão do Diamante – Serra da Canastra, Minas Gerais

Hydraulic Dynamics of the Riparian Soil in the Chapadão do Diamante - Serra da Canastra, Minas Gerais

Jefferson Gomes Confessor¹

Lara Luíza Silva²

Natália Aparecida Rodrigues Lima³

Anna Beatriz Pereira dos Santos⁴

Palavras-chave

Infiltração de água
Escoamento
superficial
Água no Cerrado

Resumo

O parque nacional da Serra da Canastra-MG consolida-se como uma unidade de conservação inserida no Bioma de Cerrado que abriga em seu interior nascentes de importantes bacias hidrográficas brasileiras. Visto sua importância para dinâmica hídrica local e nacional, este trabalho teve por objetivo de analisar e compreender as características físico-hídricas do solo de uma zona ripária presente em seu interior. Utilizou-se para prospecção de dados de campo um simulador de chuvas e um infiltrômetro de anéis concêntricos. Os resultados demonstraram para área em estudo alta capacidade de infiltração, sendo escoados superficialmente 23,74% dos volumes precipitados artificialmente (intensidade 57,4mm/h), expondo valores de velocidade de infiltração básica (VIB) considerados como muito altos (50,74 mm/h). No geral, os valores estão associados a dinâmica dos elementos paisagísticos, destacando a relevância da vegetação em sua cobertura vegetal e dos atributos físicos do solo, os quais repercutiram na modulação de sua capacidade de reter, infiltrar e armazenar grandes volumes de água. Neste sentido, destaca-se a importância destas áreas para os ambientes, as quais são responsáveis pela proteção dos cursos d'água, consolidando-se como barreiras frente a fluxos erosivos advindos de áreas vertente acima, incorporando a água no perfil do solo de modo a armazená-la e disponibilizá-la ao longo do tempo, tornando-se locais de regulação hídrica.

Keywords

Water infiltration
Surface runoff
Water in Cerrado

Abstract

Serra da Canastra National Park, located in the Cerrado Biome in the State of Minas Gerais, Brazil, consolidates a conservation unit that includes the sources of several important Brazilian hydrographic basins. Given the significance of local and national water supply and regulation, this study aimed to analyze and understand the physical-hydraulic characteristics of the soil in the riparian zone within the park. Field data were collected using a rainfall simulator and a concentric ring infiltrometer. The results demonstrated an elevated infiltration capacity in the study area. Only 23.74% of the 57.4mm/h of artificially precipitated high-intensity rainfall was runoff. Basic infiltration velocity (BIV) values were considered very high (50.74 mm/h). Overall, these values were associated with the characteristics of the landscape, highlighting the importance of vegetation in the soil cover and the physical attributes of the soil. These factors influenced the modulation of the soil's capacity to retain, infiltrate, and store large volumes of water. In this regard, the importance of these riparian zones for the environment was emphasized as they play a crucial role in protecting watercourses. They act as barriers against erosive flow from upstream areas, incorporating water into the soil profile to store and release over time. These areas thus become important sites for water regulation.

¹ Universidade Federal de Catalão – UFCAT, Catalão, GO, Brasil. jgconfessor01@gmail.com

² Universidade Federal de Uberlândia-UFU, Uberlândia, MG, Brasil. laraluiza97@hotmail.com

³ Universidade Federal de Uberlândia-UFU, Uberlândia, MG, Brasil. natalia.lima@ufu.br

⁴ Universidade Federal de Uberlândia-UFU, Uberlândia, MG, Brasil. anna.santos2@ufu.br

INTRODUÇÃO

A gestão da água como recurso é essencial para o desenvolvimento consciente das sociedades. Para adoção de práticas mais assertivas de uso e conservação dos ambientes, torna-se necessário a produção de informações precisas sobre as taxas de entrada e formas de deslocamento da água em diferentes solos (Taylor *et al.*, 2012).

Neste sentido, a infiltração da água caracteriza-se como processo dinâmico de grande importância para o ciclo hidrológico e o balanço hídrico (Rahmati *et al.*, 2018; Confessor, 2019). É caracterizada pelo movimento com o qual a água penetra a superfície, exercendo influência em diversos processos e funções do solo (Santos *et al.*, 2015), destacando a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, a atividade microbiana, as taxas de erosão, o intemperismo físico e químico, bem como as trocas térmicas e de gases entre o solo e a atmosfera (Campbell, 1985; Klein; Klein, 2015; Carvalho *et al.*, 2021; Confessor *et al.*, 2022).

Para conhecimento desta dinâmica, a coleta de dados a campo ainda se mostra de essencial importância, revelando as condições de comportamento dos fluxos na prática (Morbidelli *et al.*, 2017). Dentre os locais de investigação, o estudo em áreas naturais além de auxiliar no conhecimento do funcionamento dos sistemas, também se mostra necessário para parametrização de modelos, tornando-se fonte de dados comparativa para áreas em diferentes estágios de antropização.

Neste contexto, o Parque Nacional da Serra da Canastra (Parnacanastra) consolida-se por uma unidade de proteção integral, o qual exibe feições topográficas mais elevadas em relação a áreas de seu entorno, abrigando em seu interior diferentes fitofisionomias de cerrado, as quais estruturam ao longo de sua extensão nascentes de grandes bacias hidrográficas (São Francisco e Paraná), sendo consideradas estratégicas para o território nacional e internacional (Silva, 2020; Rodrigues *et al.*, 2023; Confessor *et al.*, 2024a).

Visto sua importância para dinâmica hídrica local e nacional, este trabalho teve por objetivo de aprimorar a compreensão das características físico-hídricas do solo de uma zona ripária do Parque Nacional da Serra da Canastra - MG, produzindo um levantamento de dados primários de campo envolvendo a utilização de infiltrômetros de inundação e de aspersão, sendo os dados coletados correlacionados com os elementos paisagísticos da área.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área do Chapadão do Diamante, pertencente ao Parnacanastra, foi categorizada em diferentes geocoberturas, as quais foram subdivididas com base nas características dos materiais, topografia e dados aerogamaespectométricos (Nazar; Rodrigues, 2019a, 2019b).

Dentre as classes, a geocobertura denominada de Materiais orgânicos associados a áreas úmidas abrange uma área de 8,97 % de todo chapadão, ocorrendo principalmente nos fundos de vale, estando relacionada aos padrões de relevo fortemente dissecados, nos quais se observa vales encaixados e por vezes, cursos d'água correndo sobre as rochas (Nazar, 2018).

Sua ocorrência próxima a áreas de saturação hídrica permanente ou temporária as caracterizam como zonas ripárias (Attanasio *et al.*, 2013), exercendo importante função do ponto de vista hidrológico e ecológico nos locais de sua ocorrência, auxiliando na manutenção da saúde ambiental assim como na resiliência da microbacia hidrográfica (Pert *et al.*, 2010).

Com o propósito de compreender a dinâmica hídrica destas áreas, este estudo desenvolveu-se em uma zona ripária de uma vertente do chapadão do diamante, mais precisamente nas coordenadas 20°13'56.48"S e 46°36'29.83"O. No local, foram conduzidos experimentos de campo utilizando-se de dois modelos de infiltrômetros, sendo um Simulador de Chuvas e um Infiltrômetro de Anéis Concêntricos de carga pouco variável, com ensaios de campo realizados no período de entre chuvas da região para evitar possíveis interferências de volumes naturais precipitados.

O Simulador de Chuvas foi construído e ajustado para reproduzir chuvas de alta intensidade semelhantes às ocorridas na região de estudo (Figura 1), podendo os procedimentos serem melhor acompanhados em Confessor (2023). Em suma, o equipamento foi calibrado com base nas informações captadas pela Estação Climatológica Vargem Bonita (2046013), a qual exibiu 46 anos de dados de precipitação.

A partir da análise dos dados, uma intensidade de 57,4 mm/h foi estabelecida, tornando-se o volume a ser replicado pelas precipitações simuladas, as quais ocorreram em três locais aleatórios na área de pesquisa, havendo cada precipitação duração de 60 minutos.

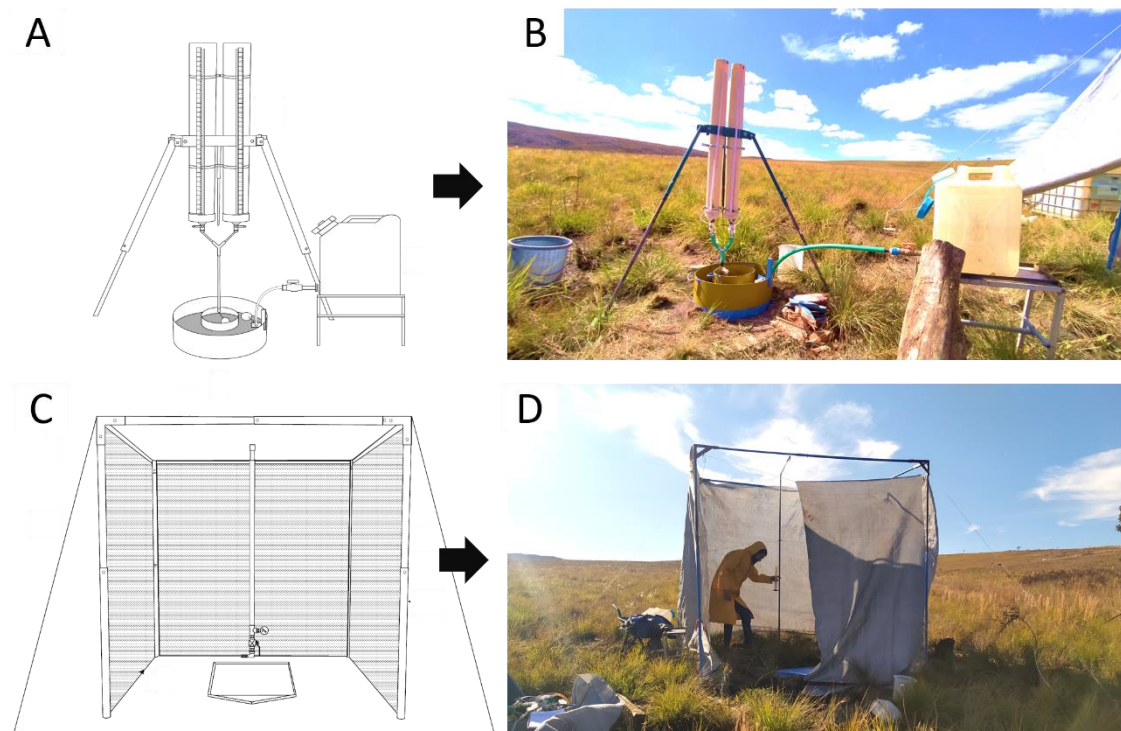
Para avaliar a capacidade máxima de infiltração do solo, utilizou-se um Infiltrômetro de Anéis Concêntricos semiautomático com carga pouco variável (Confessor, 2023), que

estabeleceu uma coluna d'água de 5 centímetros sobre a superfície durante 3 horas de experimentos (Figura 1).

Os valores de infiltração foram registrados a cada intervalo de 10 minutos até o término dos

ensaios, totalizando 18 amostragens, com três ensaios conduzidos na área de estudo, sendo os pontos de coleta determinados aleatoriamente.

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: Confessor (2023).

A cobertura vegetal foi avaliada através do software ENVI 4.2, utilizando-se de classificação supervisionada de imagens (Pinese Júnior *et al.*, 2008). Para avaliação, imagens das parcelas foram capturadas a uma distância de 1 metro do solo momentos antes das simulações de chuva.

A classificação do solo foi realizada utilizando-se do sistema brasileiro de classificação dos solos (Santos, 2018). Além da classificação, também foram coletados em 4 pontos espalhados aleatoriamente pela área amostras indeformadas em superfície para avaliar a densidade total do solo, densidade de partículas e porosidade total, e amostras deformadas em subsuperfície para conhecimento das características granulométricas, as quais foram retiradas de 10 em 10 centímetros até 50 centímetros de profundidade, sendo posteriormente tratadas conforme manuais (Teixeira *et al.*, 2017).

Após separação granulométrica, as amostras foram classificadas utilizando-se dos coeficientes de não uniformidade (CNU) e de curvatura (CC). Neste sentido, o CNU permite caracterizar o solo quanto a homogeneidade da

distribuição do tamanho de suas partículas, classificando o solo entre muito uniforme (CNU < 5); mediantemente uniforme (CNU 5 a 15); e desuniforme (CNU > 15), sendo os valores obtidos através da seguinte equação (Souza; Bastos, 2015):

$$CNU = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (1)$$

Em que:

CNU - coeficiente de não uniformidade;
D10 - percentil 10;
D60 - percentil 60.

Já o coeficiente de curvatura analisa o formato da curva granulométrica e permite identificar a distribuição dos calibres dos grãos, classificando o solo entre bem graduado (CC entre 1 e 3) e mal graduado (CC > 3), representado pela seguinte equação (Souza; Bastos, 2015):

$$CC = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})} \quad (2)$$

Em que:

CC – Coeficiente de curvatura;

D10 – percentil 10;

D30 – percentil 30;

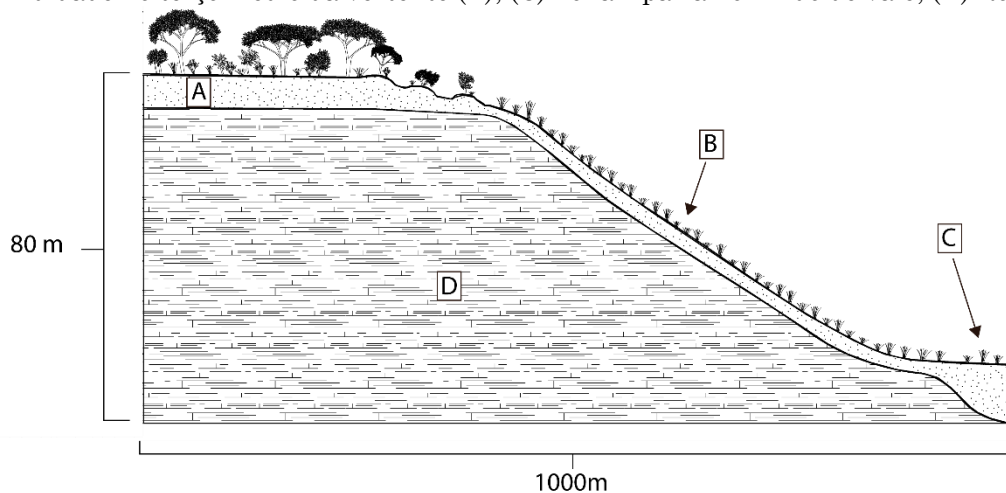
D60 – percentil 60.

A investigação da perda de água do solo por evaporação envolveu a coleta de amostras indeformadas em anéis volumétricos de 100 cm³ a uma profundidade de 0 a 5 centímetros. As amostras foram submersas em água por 2 horas, drenadas e pesadas após 1 hora. Posteriormente, foram pesadas a cada intervalo de 24 horas ao longo de seis dias (Confessor, 2023), sendo monitorado a perda de água pela variação de peso entre a amostra inicial e as subsequentes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A vertente de estudos possui comprimento de 1000 metros, com desnível entre o topo e fundo de vale de 80 metros (Figura 2). Exibe ao longo de sua extensão diferentes tipos de cobertura vegetal, solos e inclinação. A geocobertura intitulada de Materiais orgânicos ocupa uma pequena área da vertente de estudos, inserindo-se no fundo do vale, abrangendo uma delgada porção que margeia o curso d'água, efetivando-se como a parte mais baixa do terreno, exibindo declividade média de 15,5 % ao longo de sua extensão.

Figura 2- Vertente de estudos. Solos mais profundos em áreas planas no topo da vertente (A); solos de baixa profundidade no terço médio da vertente (B); (C) Zona ripária no fundo de vale; (D) Rocha.

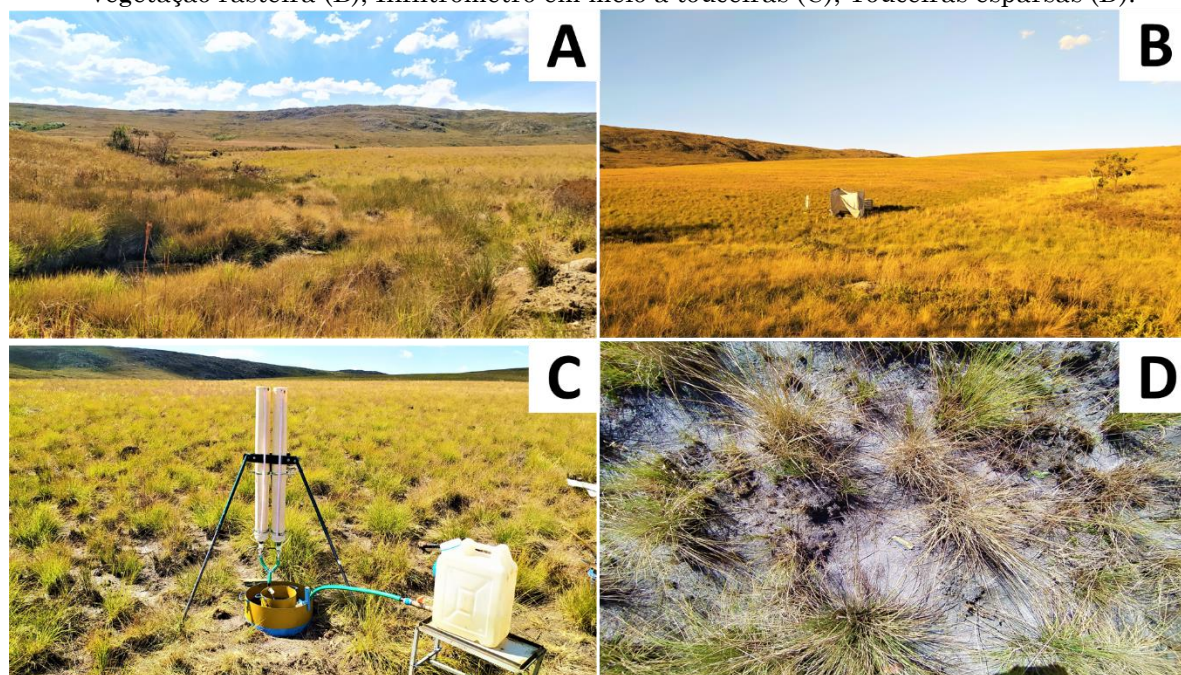


Fonte: Confessor (2023).

A vegetação que recobre o local se constitui quase a totalidade por gramíneas, apresentando plantas dispostas aleatoriamente sobre a superfície na forma de touceiras (Figura 3), as quais expressaram alturas que variaram de 20 a 40 cm. Dispersos por entre as touceiras, pequenas plantas herbáceas espalham-se pontualmente sobre a área, exibindo indivíduos com alturas predominantemente inferiores a 40 centímetros.

Limitando-se a ocorrência nas proximidades do curso d'água, arbustos de maior porte desenvolvem-se às margens do córrego, expondo predomínio de alturas inferiores a 1,5 metros. Pela distribuição limitada e por dispersarem-se em uma porção mínima do terreno, sua cobertura não se torna representativa em relação ao restante da área.

Figura 3- Vegetação da Zona Ripária: Córrego no fundo do vale (A); Local de experimentos em meio a vegetação rasteira (B); Infiltrômetro em meio a touceiras (C); Touceiras esparsas (D).

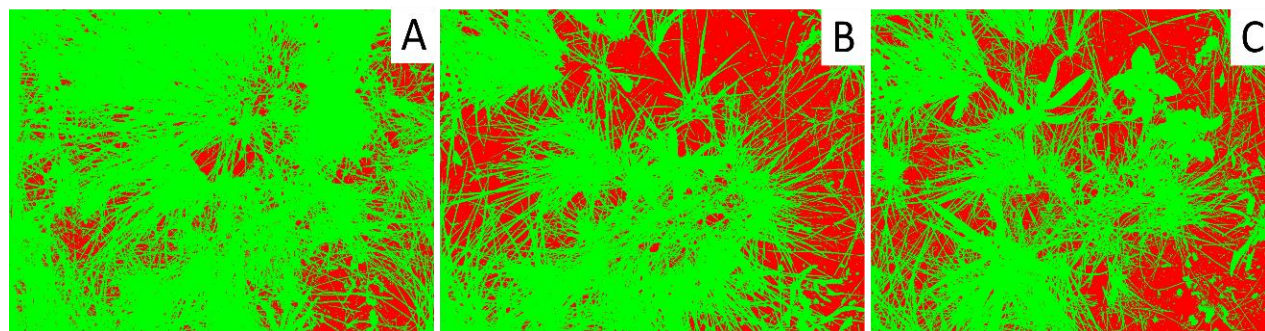


Fonte: Confessor (2023).

A vegetação aberta, herbácea, com subarbustos e abundância de gramíneas, caracterizou-a como fitofisionomia de campo limpo. Por apresentar predomínio de espécies com distribuição apenas nas proximidades do córrego, indica que o ambiente apresenta caráter seletivo.

A composição vegetativa com predominância de gramíneas, dispostas na forma de touceiras esparsas e com estruturas foliares abundantes, porém estreitas, produziram razoável cobertura vegetal do solo (68,07 %) sendo os valores de solo exposto ligados às áreas sem vegetação entre as touceiras (Figura 4).

Figura 4- Relação entre a cobertura vegetal e o solo exposto nos locais de experimentos. A- 16,6 % de solo exposto; B- 38,48 % de solo exposto; C- 40,71% de solo exposto.

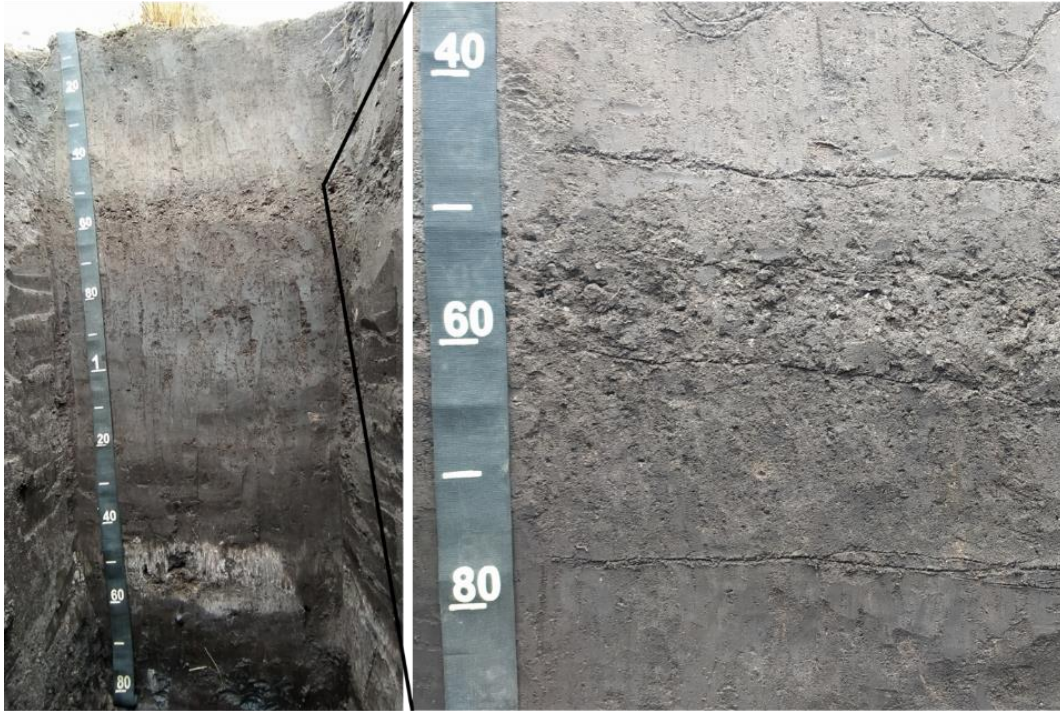


Fonte: Confessor (2023).

Além das características mencionadas, os valores de cobertura vegetal também se remetem a um incêndio ocorrido na vertente de estudos 2 anos antes da realização dos experimentos, o qual consumiu partes estruturais e foliares das plantas assim como a serapilheira depositada em superfície, reduzindo duplamente a proteção do solo, indicando que este ambiente demanda de tempo para total recomposição.

Sobrepondo a rocha quartzítica, o solo local exibiu-se profundo (1,60 metros) quando comparado aos solos de áreas da média vertente (20 centímetros) (Confessor *et al.*, 2024a). Classificado como Gleissolo Melânico Ta Distrófico neofluviassólico (Figura 5), distribuiu-se ao longo de um ambiente hidromórfico, onde os processos pedogenéticos ligados a maior presença de água imprimiram características aos materiais.

Figura 5- Perfil de solo da área de estudos.



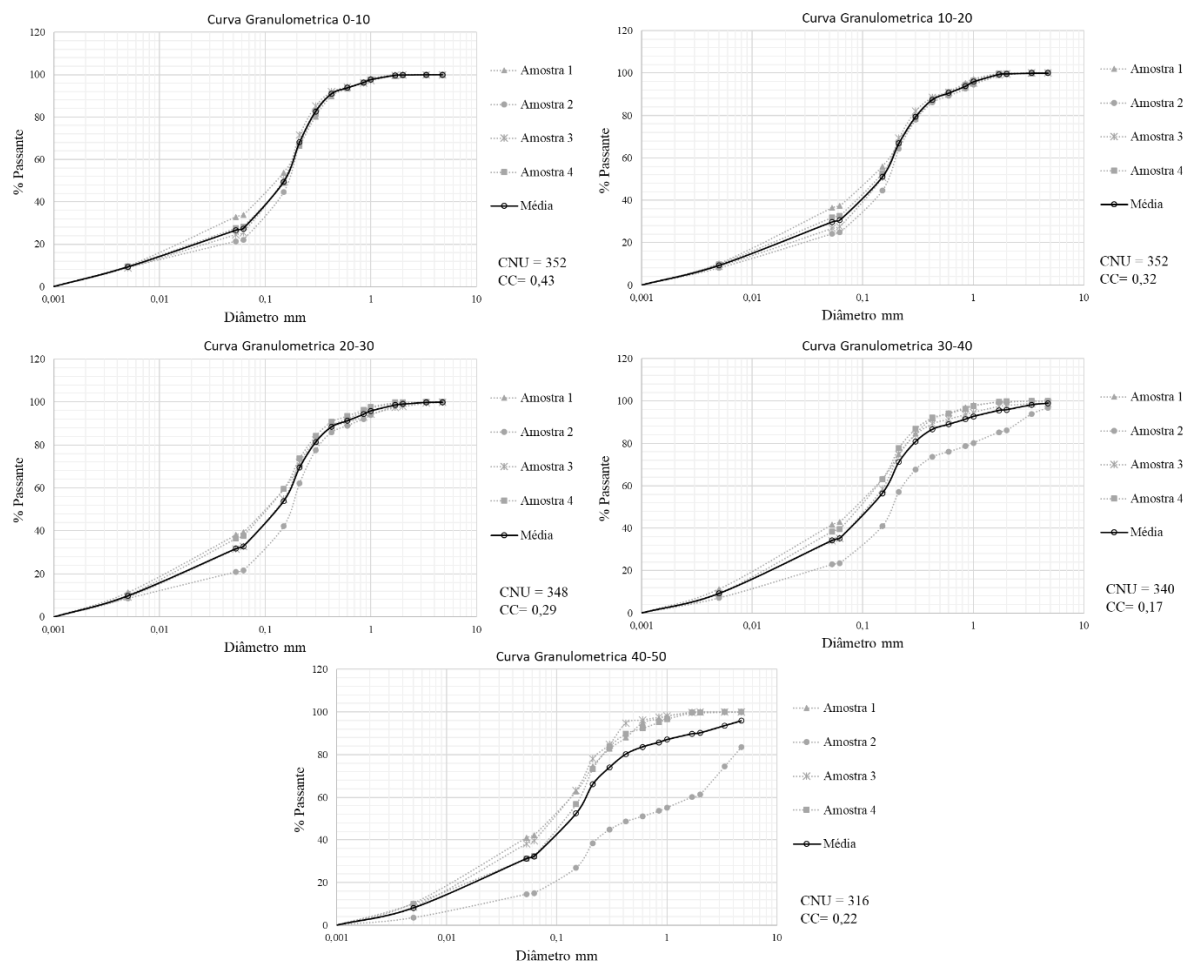
Fonte: Confessor (2023).

Caracteriza-se por um pacote de partículas de cores acinzentadas, onde seus horizontes exibiram em maior parte estrutura maciça e friável, compostos predominantemente por materiais de fração arenosa, com baixa presença de cascalhos ao longo de seus horizontes, sendo estes encontrados apenas ao longo de uma delgada faixa entre as profundidades de 45 e 60

centímetros, caracterizados por fragmentos de rocha quartzítica.

A granulometria revelou que o solo exibiu características físicas homogêneas, sendo os materiais classificados como desuniformes pelo coeficiente de não uniformidade (CNU) e mal graduados pelo coeficiente de curvatura (CC) (Figura 6).

Figura 6- Curvas Granulométricas.



Fonte: Confessor (2023).

A coloração pálida do perfil indica a ocorrência de reações redox no ambiente, sendo estas derivadas da saturação da matriz arenosa do solo por água ao longo de um período prolongado de tempo, promovendo a redução e/ou remoção de elementos oxidados pigmentantes, como o Fe, alterando o matiz do solo para cores mais pálidas (Pinheiro Júnior *et al.*, 2020).

O ambiente saturado também auxilia na fixação da matéria orgânica, reduzindo sua oxidação de maneira a produzir maior armazenamento. Este acúmulo de matéria orgânica também auxilia na pigmentação das partículas, induzindo ao escurecimento do solo (Valladares *et al.*, 2008).

A estrutura maciça também remete a presença da água no perfil, visto que, a saturação constante impede a formação da estrutura granular (Pinheiro Júnior *et al.*, 2020). A água preenche os espaços vazios do solo, resultando na movimentação do material

mais fino por entre os materiais de maior calibre, rearranjando as partículas de modo a adensá-las.

A decomposição da matéria orgânica em condições anaeróbicas leva à formação de substâncias húmicas, que também contribuem para a coesão das partículas minerais (Baldotto; Baldotto, 2014). Além disso, sua decomposição por microrganismos resulta na formação de compostos importantes para cimentação e estabilização dos agregados, aglutinando as partículas minerais em decorrência de sua estrutura de longas cadeias de carbono (Sampaio *et al.*, 2012).

Mesmo expondo estrutura maciça, os valores de densidade total (Dt) (Tabela 1) indicam que o solo da área não se encontra compactado, revelando valores abaixo do limite crítico de 1,81 (Dt) exposto por Reichert *et al.* (2007), refletindo em valores de porosidade próximos aos considerados ótimos (0,50) por Kiehl (1979).

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

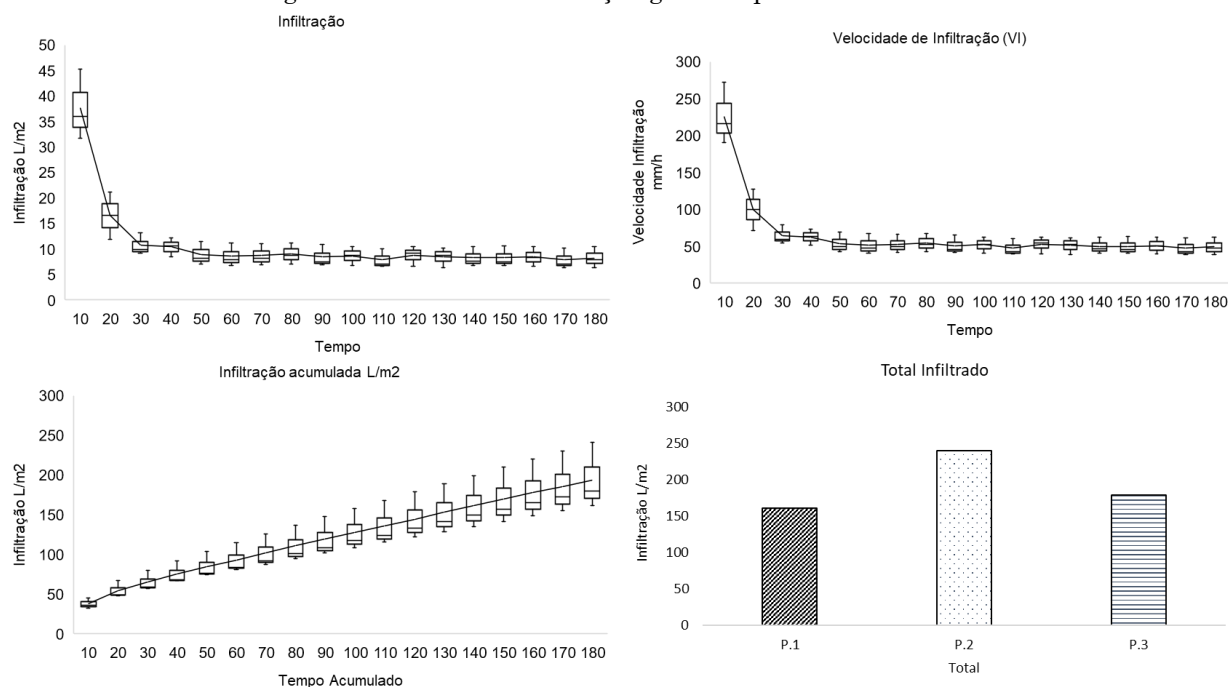
Dp (g/cm ³)	Dt (g/cm ³)	Pt (%)
2,3	1,22	0,47

Fonte: Confessor (2023).

Em relação aos dados produzidos pelos equipamentos de campo, o infiltrômetro de anéis revelou para o solo local um pico inicial de velocidade de infiltração de 225,99 mm/h (Figura 7), estabilizando-se a partir de 50 min de testes, passando a exibir até o final dos experimentos velocidade básica de infiltração (VIB) de 50,74 mm/h. Os dados demonstraram que o ambiente apresenta alta capacidade de infiltração, sendo valores acima de 30mm/h

classificados como muito altos por Bernardo *et al.* (2006).

A variação da velocidade de infiltração entre o início e o fim dos experimentos foi de 78,18%, com curva de correlação entre os valores coletados de $R^2=0,60$, indicando que mesmo possuindo altas taxas de infiltração, quando exposto a presença de água por longos períodos de tempo este ambiente tem sua capacidade de infiltração reduzida de forma considerável.

Figura 7- Curvas de Infiltração geradas pelo Infiltrômetro de anéis.

Fonte: Confessor (2023).

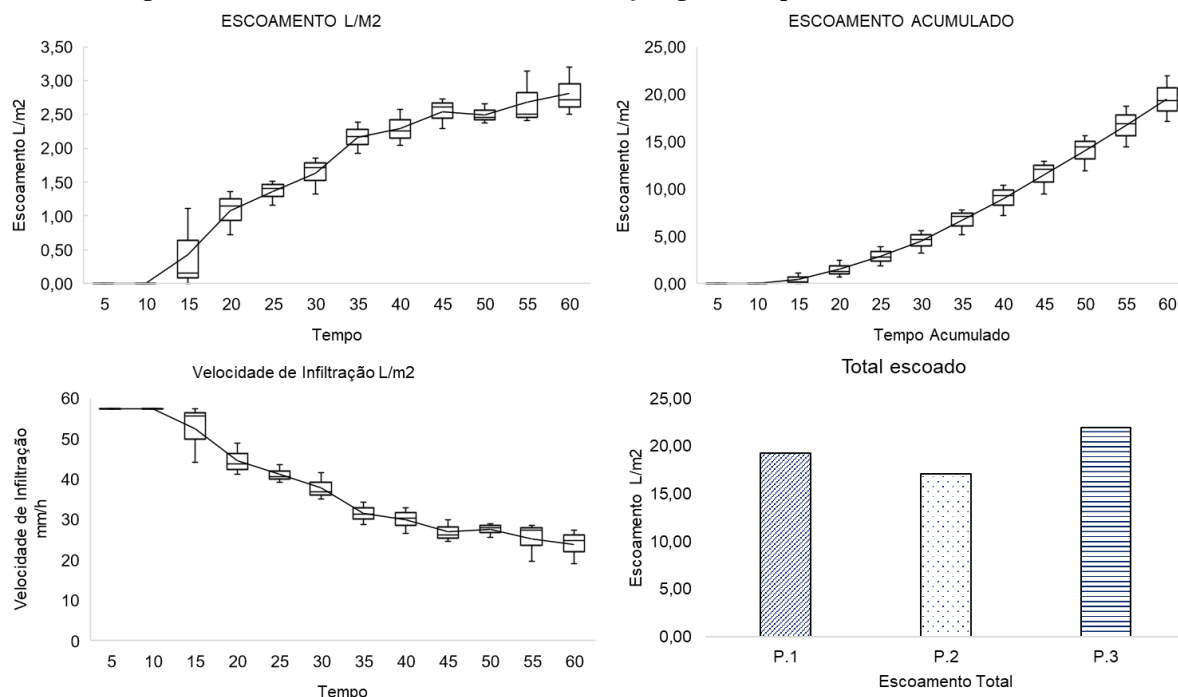
Os experimentos envolvendo o simulador de chuvas revelaram que após o início da precipitação, o fluxo superficial originou-se aos 11:22 minutos, havendo uma abstração inicial de 10,87 mm, sendo 18,94 % do total precipitado ao longo de todo período de experimentos (Figura 8).

A demora no início do escoamento superficial remete além da alta capacidade de infiltração do solo, o acúmulo da água em superfície por eventuais barreiras geradas pela disposição da

vegetação. Touceiras de gramíneas que se distribuem sobre a área barraram a propagação do fluxo em superfície, acumulando volumes através do empoçamento da água.

Após a saturação dos espaços de acúmulo superficial, a água iniciou escoamento constante, mantendo tendência de aumento até o final dos ensaios, conferindo para os valores da curva de escoamento alta correlação $R^2 = 0,94$, correspondendo a 23,74 % (13,62 litros) dos totais precipitados.

Figura 8- Curvas de escoamento e infiltração geradas pelo uso do simulador de chuvas.

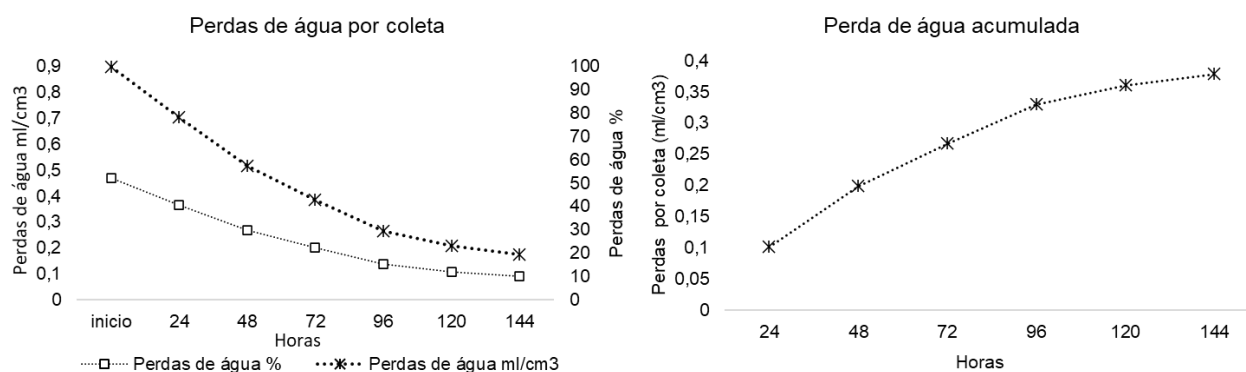


Fonte: Confessor (2023).

Após saturado, o solo do local exibiu volume de retenção de água de $0,46 \text{ ml/cm}^3$. As perdas por evaporação decresceram de forma constante ao longo do tempo ($R^2 0,94$), sendo os maiores valores visualizados nas primeiras 96 horas, período no qual foram evaporados 87,15 % dos volumes totais evaporados.

Ao final de seis dias, evaporou-se um volume total de $0,36 \text{ ml/cm}^3$, correspondendo a 80,79% de toda água armazenada (Figura 9). Deste modo, o solo exibiu uma capacidade de retenção de água (CRA) de $0,08 \text{ ml/cm}^3$, ou seja, apenas 19,20% de sua capacidade total de armazenamento, indicando alta capacidade regenerativa.

Figura 9- Perdas de água por evaporação.



Fonte: Confessor (2023).

Sistematização

No geral, a área exibiu ampla capacidade de infiltração, onde a composição arenosa da matriz granulométrica do solo refletiu na formação de ambientes com boa porosidade, contribuindo para as altas taxas infiltradas. Entretanto, após saturado por longos períodos de tempo, a condutividade hidráulica da água no solo

reduziu de forma considerável, refletindo na diminuição dos volumes infiltrados.

Constatou-se que quando seco, o solo apresentou hidrorrepelência (Figura 10), a qual dificultou a infiltração, formando uma película de água sobre a superfície nos momentos iniciais das precipitações, acumulando a água na forma de poças em pequenas rugosidades do terreno. Após umedecimento, a repelência foi

gradualmente interrompida, permitindo o aumento dos volumes infiltrados.

Figura 10- Hidrorepelência do solo.



Fonte: Confessor (2023).

A repelência a água está associada ao recobrimento das partículas minerais do solo por substâncias orgânicas hidrofóbicas (Jaramillo, 2004), sendo maior em horizontes superficiais, decrescendo o grau de repelência à água com o aumento da profundidade, visto que os teores de matéria orgânica também tendem a diminuir em camadas mais profundas (Shakesby *et al.*, 2000).

Além da matéria orgânica incorporada de forma natural, queimadas como a ocorrente dois anos prévios ao estudo são frequentes na área, sendo estas também responsáveis por gerar mudanças físicas e químicas no solo, alterando os materiais e produzindo substâncias que afetam o movimento da água.

Com o processo de queima, tem-se o aumento da densidade do solo em sua camada mais superficial, resultante do efeito do colapso dos agregados, gerando o entupimento de poros pela alteração dos minerais e pelas cinzas (Ketterings *et al.*, 2002).

Subprodutos oriundos do processo de combustão também reduzem a condutividade hidráulica, havendo o preenchimento dos poros do solo pela matéria queimada, visto que, as cinzas produzem uma camada que reveste a parte exterior dos agregados, impedindo a infiltração de água nestes (Debano, 2000; Shakesby; Doerr, 2006).

Concomitante a isso, por estar inserido em um ambiente hidromórfico, o maior acúmulo de matéria orgânica oferta maior quantidade de material repelente, e as oscilações frequentes do nível freático geram movimentos das partículas húmicas ao longo do perfil, auxiliando no revestimento da matriz mineral arenosa pela orgânica.

Apesar da hidrorepelência, foi constatado um atraso na formação do escoamento superficial pela ação da vegetação. A cobertura vegetal disposta predominantemente na forma de touceiras produziu obstáculos para a água que se escoava superficialmente, gerando rugosidades no terreno, barrando os fluxos e armazenando-os sobre o terreno, de modo a ofertar maior tempo para a ocorrência da infiltração, a qual umedeceu o solo e contribuiu para superar sua hidrorepelência superficial.

A posição na vertente aliada a maior profundidade do solo em relação a áreas circunvizinhas indica que o local se comporta como área de deposição de sedimentos. A matriz arenosa com baixa presença de cascalhos demonstra um efeito de seleção dos materiais depositados, constituídos por partículas de menor calibre, gerando um pacote de solo de matriz fina, porém com baixas concentrações de argilas, uma vez que estão distantes de sua área fonte no topo da vertente (Confessor *et al.*, 2024b).

Neste sentido, mesmo apresentando repelência, estrutura maciça, forte inclinação e razoável cobertura do solo, a área apresentou altas taxas de velocidade básica de infiltração, indicando o potencial de absorver volumes de chuvas de alta intensidade. As altas taxas de perda de água por evaporação também contribuem para a restauração dos espaços vazios do solo necessários para infiltração, liberando os poros para retenção da água de precipitações futuras, evidenciando um ambiente hidricamente dinâmico.

CONCLUSÃO

Os resultados revelaram que a zona ripária em estudo apresentou alta capacidade de infiltração, indicando que essas áreas desempenham um papel relevante na regulação de processos hídricos, contribuindo para o armazenamento e a distribuição controlada da água na baixa vertente.

Por inserir-se próximo ao canal de drenagem, atua como filtro natural, podendo contribuir para a melhoria da qualidade da água no córrego através da retenção de sedimentos e eventuais nutrientes carregados pelos fluxos advindos vertentes acima, consolidando-se como uma barreira que pode auxiliar na prevenção de inundações assim como manter um suprimento constante de água para ecossistemas adjacentes.

Por apresentar solo com umidade mais constante, exibe ambientes redutores com maior aptidão para abrigar processos de estocagem de matéria orgânica, e por consequência de carbono, podendo contribuir para evitar sua liberação na atmosfera, contribuindo para mitigar possíveis efeitos de mudanças climáticas.

Neste sentido, destaca-se a importância da preservação de áreas com atributos semelhantes a descrita neste trabalho, visto que estes ambientes desempenham importantes serviços ecossistêmicos, que por vezes podem extrapolar sua área de ocorrência.

FINANCIAMENTO

Agradecimento à CAPES pela bolsa de doutorado do primeiro autor, e também pelo financiamento parcial da pesquisa pelo CNPQ, Bolsa PQ 302924/2019-1 e Universal 403412/2023-4, e Projeto CAPES/UFU/PRINT88887.311520/2018-00.

REFERÊNCIAS

- ATTANASIO, C. M.; GANDOLFI, S.; ZAKIA, M.; VENIZIANI, J.; LIMA, W. A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas. **Bragantia: boletim tecnico do Instituto Agronomico do Estado de Sao Paulo**, v. 71, n. 4, p. 493–501, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013005000001>
- BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos húmicos. **Revista CERES**, 856–881, 2014. <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000011>
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
- CAMPBELL, G. S. Soil physics with basic: transport models for soil-plant systems. **Elsevier**, Amsterdam, the Netherlands, 1985.
- CARVALHO, F.; CONFESSOR, J. G.; RODRIGUES, S. C. Utilização de simulador de chuvas para determinação do valor CN e abstração inicial na cultura do café em ambiente de cerrado brasileiro. **Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, Guimarães, Portugal, v. 2, n. 2, p. 101–126, 2021. <https://doi.org/10.21814/physisterrae.3083>
- 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. <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) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 231 f. 2023. <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.70>
- CONFESSOR, J. G.; SILVA, L. L.; ARAÚJO, P. M. S. An assessment of water and soil losses in pastures of the Brazilian Savanna using simulated rainfall. **Sociedade & natureza**, 2022. <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-65618x>
- 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, 2024a. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2024v34n76p286>

- CONFESSOR, J. G.; SILVA, L. L.; RODRIGUES, S. C. Hydraulic soil dynamics of the Sparse Cerrado Physiognomy in Chapadão do Diamante - serra da canastra (MG). **Mercator**, v. 23, 2024b. <https://doi.org/10.4215/rm2024.e23006>
- DEBANO, L. F. The role of fire and soil heating on water repellency in wildland environments: a review. **Journal of Hydrology**, v. 231–232, p. 195–206, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00194-3](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00194-3)
- JARAMILLO, J. D. F. **Repelencia al agua en suelos: con énfasis en Andisoles de Antioquia**. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 2004. 197 p.
- KETTERINGS Q. M; VAN NOORDWIJK, M; BIGHAM, J. M. Soil phosphorus availability after slash and burn fires of different intensities in ruber agroforests in Sumatra, Indonesia. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v92, n. 1, p. 37-48, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00287-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00287-0)
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979.
- KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Strategies to improve the retention and availability of soil water. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 21–29, 2015. <https://doi.org/10.5902/2236117014990>
- MORBIDELLI, R.; SALTALIPPI, C.; FLAMMINI, A.; CIFRODELLI, M.; PICCIAFUOCO, T.; CORRADINI, C.; GOVINDARAJU, R. S. In situ measurements of soil saturated hydraulic conductivity: Assessment of reliability through rainfall-runoff experiments, **Hydrol. Process.**, 31, 3084–3094, 2017. <https://doi.org/10.1002/hyp.11247>
- 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. <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, 2019a. <https://doi.org/10.4215/rm2019.e18010>
- NAZAR, T. I. S. N.; RODRIGUES, S. C. Relevo 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, 2019b. <https://doi.org/10.20502/rbg.v20i1.1300>
- PERT, P. L.; BUTLER, J.; BRODIE, J.; BRUCE, C.; HONZÁK, M.; COROA, F.; METCALFE, D.; MITCHELL, D.; WONGF. A catchment-based approach to mapping hydrological ecosystem services using riparian habitat: A case study from the Wet Tropics, Australia. **Ecological complexity**, v. 7, n. 3, p. 378–388, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2010.05.002>
- PINESE JÚNIOR, J. F; CRUZ, L. M.; RODRIGUES, S. C. Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra, Uberlândia - MG. **Sociedade & Natureza**, v. 20, p. 157-175, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132008000200010>
- PINHEIRO JUNIOR, C. R.; PEREIRA, M. G.; SILVA NETO, E. C. da; ANJOS, L. H. C. dos; FONTANA, A. Solos do Brasil: gênese, classificação e limitações ao uso. In: RIBEIRO, J. C. (org.). **Ciências exatas e da terra: conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país**. Ponta Grossa: Atena, cap. 15, p. 183-199, 2020. <https://doi.org/10.22533/at.ed.60220020715>
- RAHMATI, M.; WEIHERMÜLLER, L.; VANDERBORGHT, J.; VEREECKEN, H. Development and analysis of the Soil Water Infiltration Global database. **Earth System Science Data**, v. 10, n. 3, p. 1237–1263, 2018. <https://doi.org/10.5194/essd-10-1237-2018>
- REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: Tópicos em ciência do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. v. 5, p. 49–134.
- RODRIGUES, S. C.; AUGUSTIN, C.; NAZAR, T. Mapeamento Geomorfológico do Estado de Minas Gerais: uma proposta com base na morfologia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. 1, 2023. <https://doi.org/10.20502/rbg.v24i1.2233>
- SAMPAIO, T. F.; GUERRINI, I. A.; BACKES, C.; HELIODORO, J. C. A.; RONCHI, H. S.; TANGANELLI, K. M.; CARVALHO, N.; OLIVEIRA, F. C. Lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, v. 36, n. 5, p. 1637–1645, 2012. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832012000500028>
- SANTOS, D.; VELLOSO, S.; FERREIRA FILHO, J. G. Determinação da taxa de

- infiltração de água no solo e lâmina infiltrada em latossolo vermelho-amarelo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, 2015.
- SANTOS, H. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. Brasília: EMBRAPA, 2018, 356 p.
- SHAKESBY, R. A.; DOERR, S. H. Wildfire as a hydrological and geomorphological agent. **Earth-Science Reviews**. 74, p. 269–307, 2006.
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2005.10.006>
- SHAKESBY, R. A.; DOERR, S. H.; WALSH, R. P. D. The erosional impact of soil hydrophobicity: current problems and future research directions. **Journal of Hydrology**, 231:178-191, 2000.
[https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00193-1](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00193-1)
- SILVA, G. A. Caracterização geomorfométrica de uma feição erosiva principiada por nascente no Chapadão Diamante, Serra da Canastra (MG). **Caderno de Geografia**, v. 30, n. 1, p. 52–76, 2020. <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2020v30nesp1p52-76>
- SOUZA, J. S.; BASTOS, C. W. M. **Mecânica dos Solos**. NT Editora, Brasília, 31p. 2015.
- TAYLOR, R. G.; SCANLON, B.; DÖLL, P.; RODELL, M.; VAN BEEK, R.; WADA, Y.; TREIDEL, H. Ground water and climate change. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 4, p. 322–329., 2012.
<https://doi.org/10.1038/nclimate1744>
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 574 p. 2017.
- VALLADARES, G.S.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C.; EBELING, A.G. Caracterização de solos brasileiros com elevados teores de material orgânico. **Magistra**, v. 20, n. 1, p. 95-104, 2008.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Jefferson Gomes Confessor: Conceitualização; Pesquisa; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original.

Lara Luíza Silva: Pesquisa; Redação - revisão e edição.

Natália Aparecida Rodrigues Lima: Análise de dados.

Anna Beatriz Pereira dos Santos: Análise de dados.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.