

# DINÂMICA HÍDRICA DO SOLO DE FITOFISIONOMIA DE CAMPO LIMPO DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA-MG

*Hydraulic dynamics of the soil in the campo limpo phytophysiology of the Serra da Canastra National Park, MG*

**Jefferson Gomes Confessor**

Pós-doutorando pela Universidade Federal de Catalão, Brasil

[jgconfessor01@gmail.com](mailto:jgconfessor01@gmail.com)

**Lara Luiza Silva**

Doutoranda pela Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

[laraluiza97@hotmail.com](mailto:laraluiza97@hotmail.com)

**Silvio Carlos Rodrigues**

Professor doutor da Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

[silgel@ufu.br](mailto:silgel@ufu.br)

Recebido: 20.12.2023

Aceito: 16.02.2024

## Resumo

A água em seu ciclo global consolida-se como elemento capaz de repercutir na formação, estruturação e alteração das paisagens. Em superfície, o solo regula processos que repercutem no armazenamento e na disponibilidade da água, tornando-se relevante o entendimento deste movimento para compreender a dinâmica de funcionamento dos sistemas. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo de analisar e compreender as características físico-hídricas do solo de uma fitofisionomia de campo limpo presente no Parque Nacional da Serra da Canastra-MG, correlacionando os dados captados por um infiltrômetro de inundação e um simulador de chuvas com os atributos ambientais locais. Os resultados produzidos pelo infiltrômetro de anéis apontaram que o solo da área exibiu alta velocidade de infiltração básica (22,5 mm/h), sendo escoados 32,2 % dos totais precipitados artificialmente (17,4 litros). As altas taxas de infiltração remetem as características do solo, que, apesar de exibir-se pouco espesso, sua matriz granulométrica grosseira contribuiu para incorporação rápida da água no perfil. A água que desloca em subsuperfície gerou processos de oxirredução do Fe, formando uma camada de material concrecionário cimentada próxima ao contato lítico com a rocha quartzítica, local onde a oscilação do nível freático é frequente. Deste modo, o ambiente revelou-se hidrogeomorfologicamente dinâmico, com elevada capacidade de absorção de água, corroborando para importância de sua preservação assim como de ambientes similares.

**Palavras-chave:** Infiltração, simulador de chuvas, infiltrômetro.

## Abstract

In its global cycle, water consolidates itself as an element capable of influencing landscape formation, structuring, and alteration. On the surface, the soil regulates processes that impact the storage and availability of water, making it crucial to understand this movement to comprehend the functioning of systems. In this sense, this study aims to analyze and understand the physical-hydric characteristics of the soil in a clean field physiognomy present

in the Serra da Canastra National Park, MG, Brazil, correlating the data captured by an infiltration ring and a rain simulator with local environmental attributes. The results produced by the infiltration ring indicated that the area's soil exhibited a high basic infiltration rate (22.5 mm/h), with 32.2% of artificially precipitated totals (17.4 litres) being drained. The high infiltration rates are related to the soil's characteristics; despite being relatively thin, its coarse granulometric matrix contributed to the rapid incorporation of water into the profile. The water moving in the subsurface generated iron redox processes, forming a layer of concretionary material cemented near the lithic contact with the quartzite rock, where the water table fluctuation is frequent. Thus, the environment revealed itself as hydrogeomorphologically dynamic, with a high water absorption capacity, emphasizing the importance of its preservation and similar environments.

**Keywords:** Infiltration, rain simulator, Infiltrometer.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A dinâmica hídrica do solo é um importante componente nos ecossistemas terrestres, desempenhando papel fundamental na regulação do ciclo hidrológico e na sustentabilidade ambiental (Heathman *et al.*, 2012). Compreender os processos envolvidos na movimentação e redistribuição da água no solo é essencial para antecipar e mitigar impactos, sendo necessário para otimizar práticas conservacionistas (Xie *et al.*, 2020).

Entender as formas de movimento da água no solo em áreas naturais além de auxiliar na compreensão do funcionamento paisagístico local também fornece dados para parametrizar modelos (Poltoradnev *et al.*, 2016), referenciando estudos comparativos assim como de processos de recuperação de áreas em estágios de degradação.

Neste sentido, o Parque Nacional da Serra da Canastra consolida-se como uma unidade de conservação inserida no Bioma de Cerrado, abrigando ao longo de sua extensão diferentes paisagens, as quais são resultantes das interações ambientais de seus atributos geomorfológicos, pedológicos, litológicos, climáticos e bióticos (IDBF, 1981; Bento; Nazar, 2020; Santos; Confessor, 2020; Silva *et al.*, 2020).

Estrutura em seu interior nascentes de diferentes bacias hidrográficas, e por exibir feições topográficas mais elevadas a serra comporta-se como interflúvio de duas grandes e importantes bacias de relevância nacional e internacional, a bacia hidrográfica do Rio São Francisco e do Rio Paraná (Nakajima; Semir, 2001; Silva, 2020; Rodrigues, *et al.*, 2023).

Visto sua importância, este trabalho tem por objetivo compreender as características físico-hídricas do solo de uma área de Cerrado inserida no Parque Nacional da Serra da Canastra, mais especificadamente de uma fitofisionomia de campo limpo 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 da área.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Em um estudo preliminar conduzido no Chapadão do Diamante, localizado na Serra da Canastra em Minas Gerais, Nazar e Rodrigues (2019 A e B) categorizaram a região em geocoberturas, as quais foram subdivididas com base nas características dos materiais, topografia e dados aerogamaespectométricos.

Entre as geocoberturas, destaca-se a identificada como Materiais Cascalho Arenosos Indiferenciados, visto que esta classe abrange 20,09 % de toda área do chapadão. Sua dispersão ocorre ao longo dos eixos estruturais associadas aos relevos dissecados e fortemente dissecados, sendo formadas por camadas incipientes de cascalho e areia (Nazar, 2018).

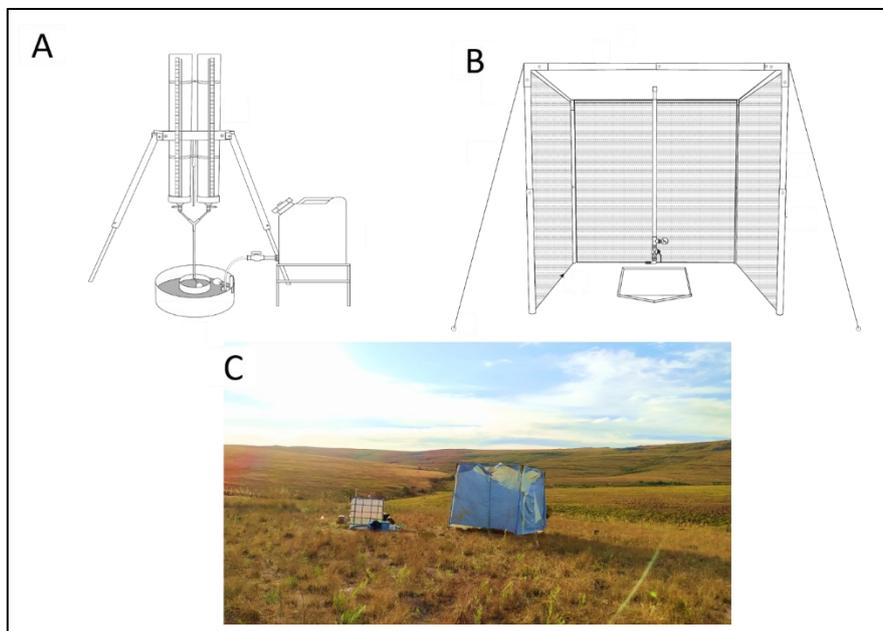
Com o objetivo de aprimorar a compreensão da dinâmica hídrica destas áreas, foram conduzidos experimentos de campo utilizando-se de dois tipos de infiltrômetros, nomeadamente um Simulador de chuvas e um Infiltrômetro de anéis concêntricos. Os ensaios foram realizados em uma vertente inserida nas coordenadas 20°13'58.47"S - 46°36'24.72"O, ocorrendo durante o período de entre as chuvas da região, evitando interferências dos volumes naturais precipitados.

O simulador de chuvas foi construído e ajustado para reproduzir chuvas intensas semelhantes às ocorridas na região de estudo (Figura 1). Para tal, foram analisados 46 anos de dados de precipitação da Estação Climatológica Vargem Bonita (2046013), próxima ao Parque Nacional da Serra da Canastra. Através da curva de regressão dos volumes das chuvas erosivas naturais foi estabelecida uma intensidade de 57,4 mm/h a ser reproduzida pelo equipamento (Confessor, 2023), o qual replicou de forma contínua precipitações de 60 minutos em três locais aleatórios dentro da área de pesquisa.

Utilizando uma parcela de erosão com dimensões de 70x100 centímetros, delimitou-se a área de captação de dados. A cada intervalo de 5 minutos os volumes escoados superficialmente foram coletados até o tempo de 60 minutos de simulação, totalizando 12 amostras por ensaio.

Com o intuito de compreender a 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 durante 3 horas

de experimentos (Confessor, 2023) (Figura 1). Os valores de infiltração foram registrados a cada intervalo de 10 minutos até o término dos ensaios, totalizando 18 amostragens. Três ensaios foram conduzidos na área de estudo, com 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:** Autores.

Para avaliação da cobertura vegetal foi utilizado o software ENVI 4.2, empregando a técnica de classificação supervisionada de imagens. Imagens da superfície das parcelas foram capturadas a uma altura de 1 metro do solo momentos antes das simulações de chuva. Posteriormente, foram processadas para destacar a relação entre o solo exposto e o coberto pela vegetação (Pinese *et al.*, 2008).

A classificação do solo na área foi realizada por meio da abertura de um perfil, utilizando o sistema brasileiro de classificação dos solos como referência (Santos, 2018). Além das amostras necessárias para classificação do solo, também foram coletadas amostras em 5 pontos ao longo da área de experimentos, sendo tratadas conforme os manuais (EMBRAPA, 1997; EMBRAPA, 2017).

Em cada ponto, foram retiradas amostras indeformadas em superfície (0-5 centímetros) para avaliar a densidade total do solo, densidade de partículas e porosidade total. Amostras deformadas em subsuperfície foram retiradas em intervalos uniformes de

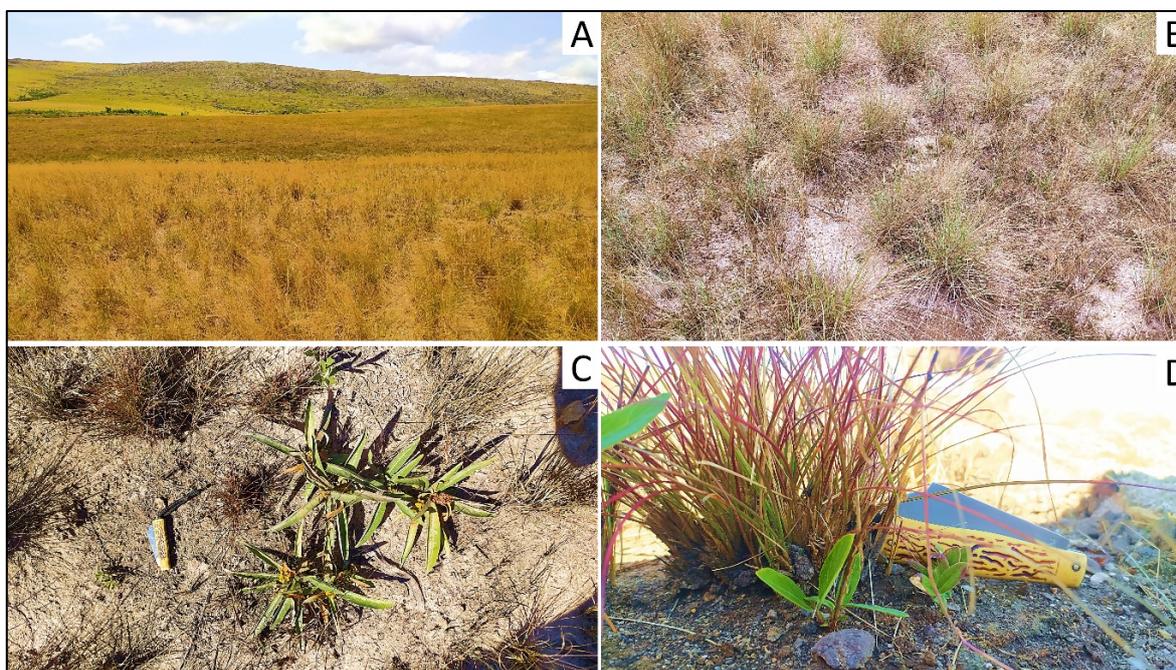
10 centímetros até a profundidade de 50 centímetros (5 amostras por ponto) para análise das características granulométricas.

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, usando anéis volumétricos de 100 cm<sup>3</sup>. 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), monitorando a perda de água pela variação de peso entre a amostra inicial e as subsequentes.

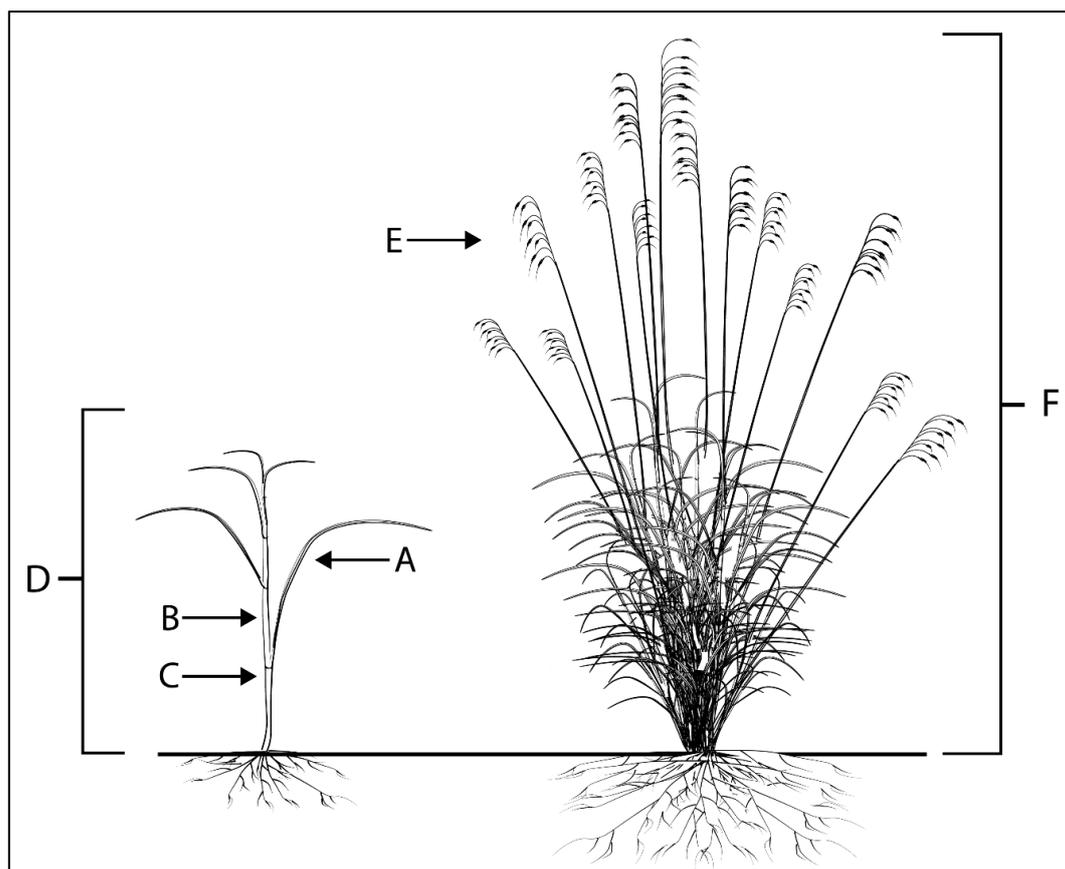
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A geocobertura intitulada de Cascalho Arenoso ocupa uma extensa área da vertente de estudos, abrangendo uma porção que se inicia próxima ao fundo de vale até o terço médio da encosta. Consolida-se como a área de maior declividade da vertente, apresentando inclinação média de 8%.

Exibiu vegetação homogênea, composta em sua maioria por gramíneas do gênero *Echinolaena* ssp., conhecidas popularmente como capim flechinha entremeados por pequenas plantas herbáceas, não maiores que 15 cm, espalhadas de forma pontual e esparsadas ao longo da vegetação predominante (Figura 2), caracterizando uma fitofisionomia de campo limpo.



**Figura 2** - Vegetação presente na Geocobertura materiais cascalho-arenosos indiferenciados. Vegetação rasteira de campo limpo (A); Crescimento vegetativo na forma de touceiras (B); Distribuição de herbáceas (C; D). **Fonte:** Autores.



**Figura 3** - Morfologia estrutural capim flechinha em diferentes estádios vegetativos.

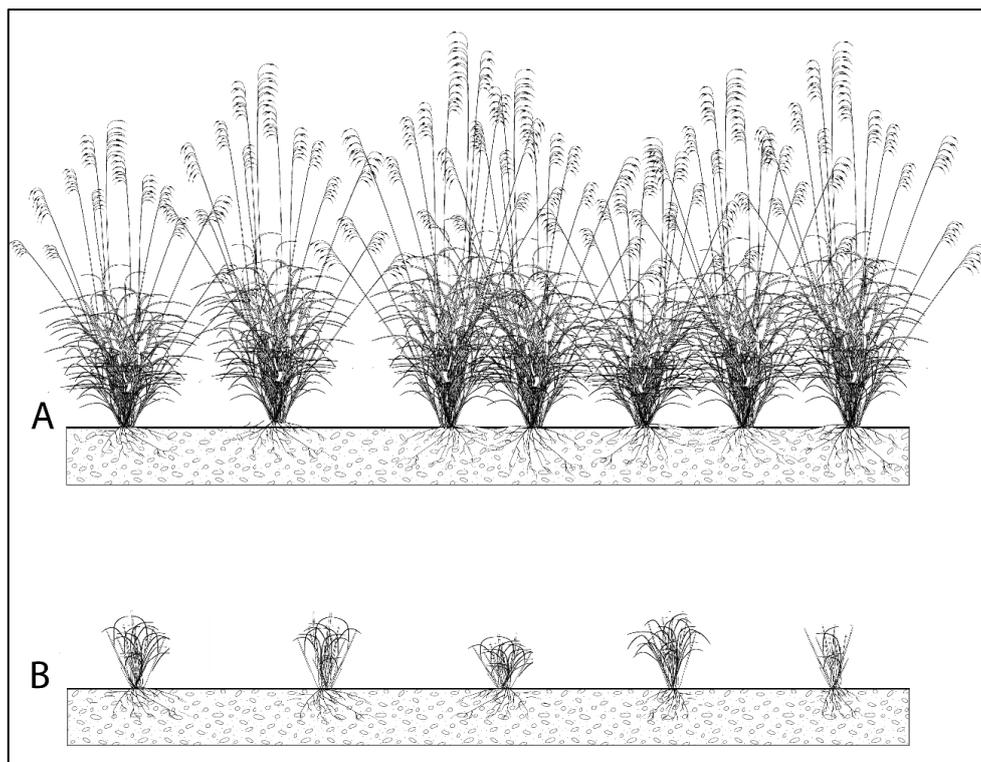
**Fonte:** Autores.

As touceiras dispõem-se sobre a superfície de maneira esparsa uma das outras, entretanto, quando totalmente desenvolvidas, estruturas vegetativas aéreas de diferentes indivíduos tendem a se sobrepor, gerando uma malha de folhas e colmos que oferecem cobertura ao solo (Figura 4 A).

Mudanças no ambiente de caráter restritivo (água/nutrientes) e ou de consumo (fogo/super pastejo) (Figura 4 B) promovem alterações nas partes estruturais das plantas, que, por consequência, geram mudanças na qualidade da cobertura vegetal, se tornando um fator variável tanto no tempo, como no espaço (Confessor *et al.*, 2022).

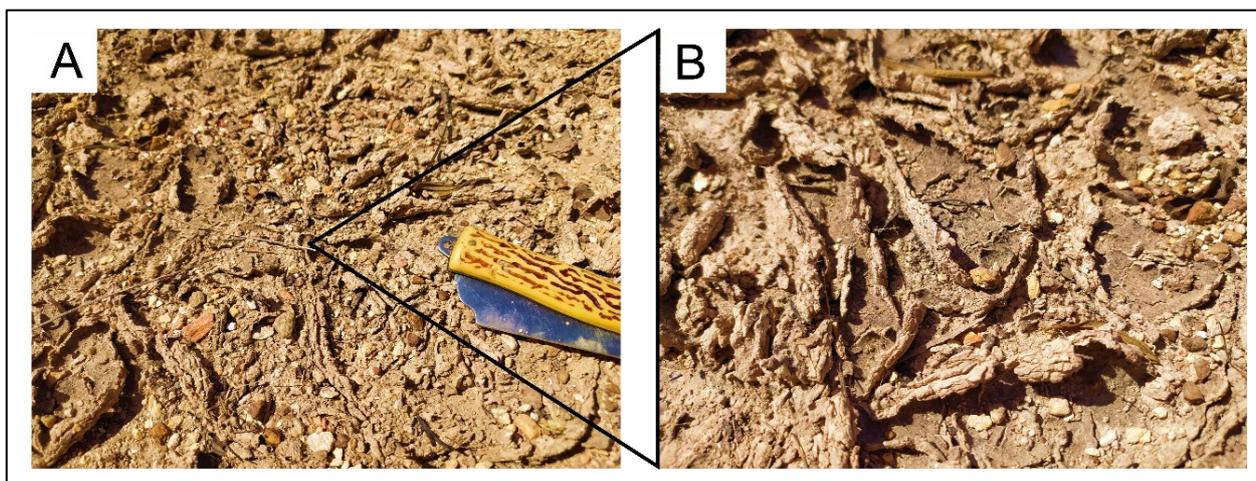
Neste sentido, a vegetação desta porção da vertente não apresentou seu clímax, visto que um incêndio ocorrente dois anos antes aos experimentos consumiu partes estruturais das plantas, removendo sua biomassa. As plantas ainda se encontravam em estado de recomposição vegetal, as quais apresentaram altura média de 25 centímetros.

Aliado a isto, os estudos foram conduzidos no período de entre chuvas da região, onde a restrição hídrica prolongada promoveu mudanças morfológicas nas plantas, as quais apresentaram baixo vigor vegetativo, exibindo ao longo de seu perfil estruturas secas e retorcidas.



**Figura 4** - Influência do fogo na morfologia estrutural das plantas de capim flechinha. Plantas com partes estruturais intactas (A); Plantas com estruturas secas (B). **Fonte:** Autores.

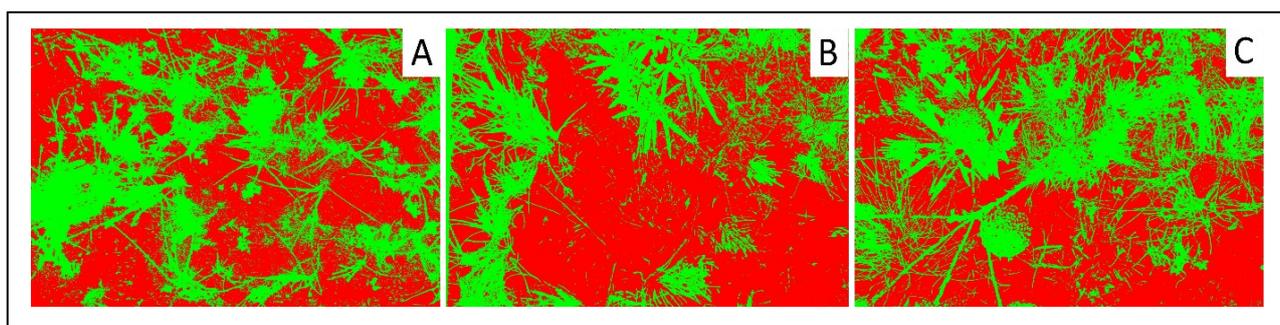
A falta de cobertura vegetal expõe o solo a ação intempérica do sol e das chuvas, sendo observados em diversos pontos da área a formação de uma fina camada de material selante sobre a superfície (Figura 5). Esta camada atua como barreira física que dificulta a emergência de novas plantas (Rodrigues *et al.*, 2023) contribuindo para a manutenção da baixa cobertura do solo.



**Figura 5** - Selamento da camada superficial do solo. **Fonte:** Autores.

O crescimento vegetativo predominante na forma de touceiras, o período de restrição hídrica, a queima recente aliada ao selamento do solo consolidou-se como fatores que contribuíram para a redução da biomassa do local, consumindo e/ou impedindo o crescimento vegetativo.

Estes aspectos somados refletiram em um ambiente com baixa proteção do solo, exibindo valores médios de recobrimento de apenas 40,31 % (Figura 6), indicando que o ambiente possui baixa capacidade regenerativa, necessitando de períodos prolongados de tempo para total recomposição de sua biomassa.



**Figura 6** - Índice de cobertura vegetal na Geocobertura Cascalho Arenoso. 66,74 % de solo exposto (A); 62,03 % de solo exposto (B); 50,3 % de solo exposto (C).

**Fonte:** Autores.

A área apresentou solos pouco espessos, com profundidades médias inferiores à 20 centímetros, sendo classificado como Neossolo Regolítico Distrófico típico (FIGURA 7). Exibiu horizonte único inserido diretamente sobre a rocha quartzítica, composto por cascalhos de dimensões variadas caracterizados pela rocha fragmentada (35,1%), os quais expressaram-se envoltos em uma matriz de solo fina, composta em grande parte por areias (51,2%).

O horizonte não apresentou estrutura aparente, sendo constituído por clastos e cascalhos soltos, organizados ao longo do perfil de forma caótica, sendo os materiais classificados pelo Coeficiente de Curvatura como mal graduados (CC) e pelo Coeficiente de Uniformidade como desuniformes (CNU) (Figura 8).

Diferente das geocoberturas do entorno, não foram verificados no local a presença de pedofauna atuante. Provavelmente as características ambientais de solos de baixa espessura, com predomínio de cascalhos e areias aliado a uma vegetação pouco variável constituiu-se como fator limitante de uso para distribuição dos animais.

A matriz grosseira e a baixa profundidade dificultam o processo de escavação realizado por grandes animais assim como restringem o estabelecimento de colônias de

pequenos artrópodes, dificultando o transporte de materiais, gerando instabilidade de tuneis e ofertando espaços reduzidos para formação de estruturas internas de suas colônias, como ninhos e câmaras de cultivo.



Figura 7 - Perfil de solo da área de estudo.

Fonte: Autores.

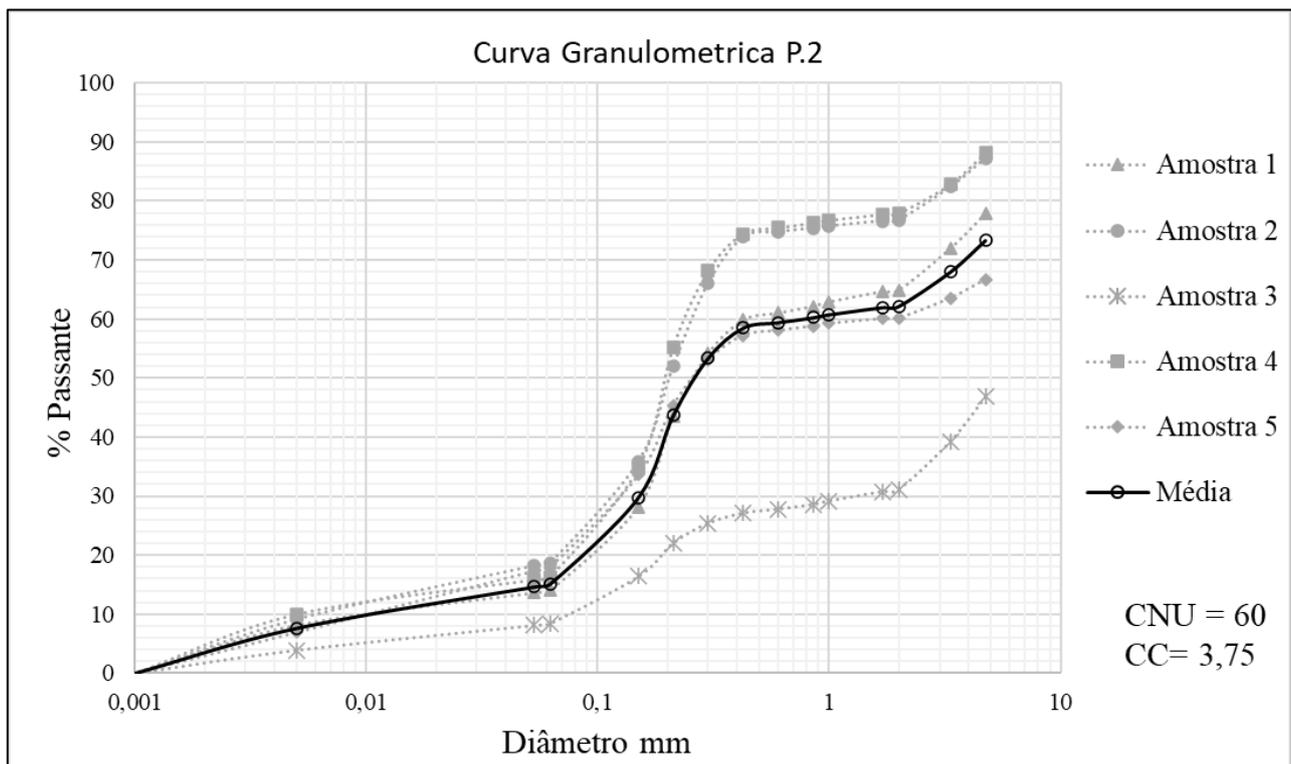


Figura 8 - Curva granulométrica. Cu-Coefficiente de Uniformidade; \*Cc-Coefficiente de Curvatura.

Fonte: Autores.

Os valores de densidade total (Dt) indicam que apesar da falta de estrutura, o solo da área não se encontra compactado (Tabela 1), apresentando valor abaixo do limite crítico de 1,81 (Dt) exposto por Reichert *et al.*, (2008), repercutindo na formação de uma porosidade acima de 50%, advinda principalmente do arranjo caótico das partículas de diferentes calibres ao longo do perfil do solo.

**Tabela 1:** Atributos físicos do solo.

Dp (g/cm <sup>3</sup> )	Dt (g/cm <sup>3</sup> )	Pt (%)
2,27	1,09	0,52

Dp- Densidade de partículas; Dt – Densidade total; Pt- Porosidade Total.

**Fonte:** Autores.

Os dados produzidos pelo infiltrômetro de anéis constataram para o solo local um pico de velocidade de infiltração inicial de 186,56 mm/h (Figura 9), passando a exibir uma velocidade básica de infiltração (VBI) de 22,5 mm/h ao final dos ensaios, sendo classificada como uma VBI alta (Bernardo *et al.*, 2006)

A variação dos valores de velocidade de infiltração entre o início e o final dos experimentos foi de 87,9%, indicando que, quando seco, este ambiente possui alta capacidade de infiltração de água, entretanto, quando exposto a volumes de água por períodos prolongados de tempo tem sua capacidade de infiltração drasticamente reduzida.

Os experimentos envolvendo o simulador de chuvas revelaram que após o início da precipitação o fluxo superficial originou-se aos 10:15 minutos, havendo uma abstração inicial de 9,2 mm, sendo 17,06 % de todo o total precipitado. No geral, foram escoados 32,2 % dos totais precipitados (17,4 litros), havendo tendencia de normalização do fluxo a partir de 35 minutos (Figura 10).

Após saturado, o solo do local apresentou capacidade total de retenção de 0,62 ml/cm<sup>3</sup>, exibindo perdas de água por evaporação que decresceram de forma constante ao longo do tempo, sendo evaporados para o período de seis dias um volume total de 0,36 ml/cm<sup>3</sup>, correspondendo a 57,3 % de toda água retida (Figura 11).

As maiores perdas foram visualizadas nas primeiras 96 horas, sendo evaporados para este período 90,8 % dos volumes totais evaporados. Deste modo, o solo apresentou ao final dos testes uma capacidade de retenção de água (CRA) de 0,26 ml/cm<sup>3</sup>, ou seja, 42,68% de sua capacidade total de armazenamento, demonstrando que, em eventuais

precipitações consecutivas os poros ainda preenchidos por água podem acelerar a formação de fluxos superficiais.

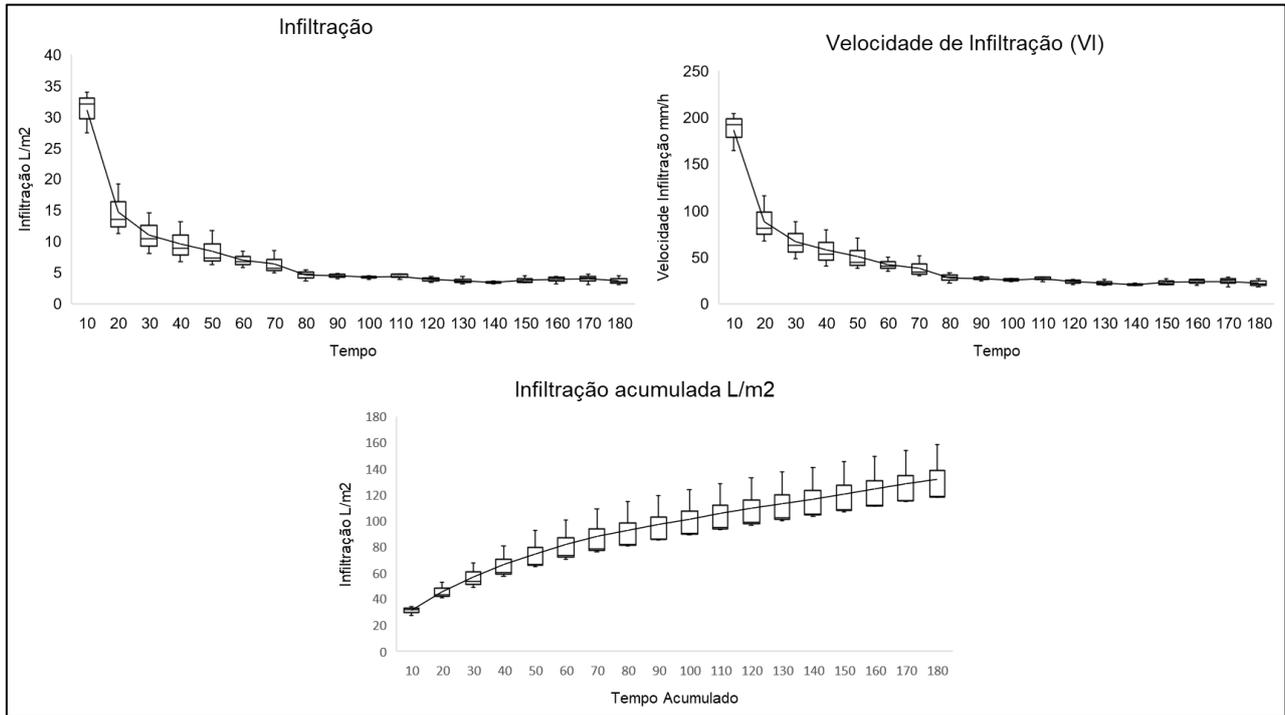


Figura 9 - Curvas de Infiltração Infiltrômetro de anéis.  
Fonte: Autores.

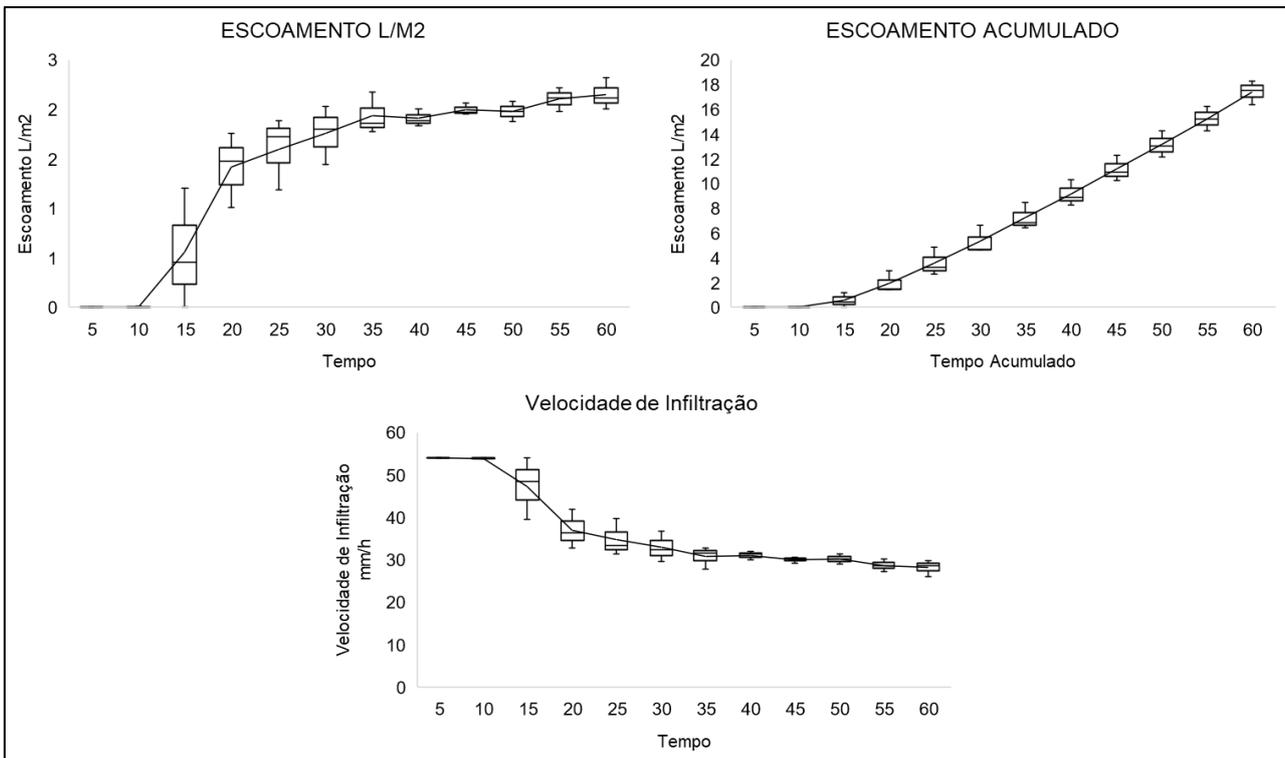
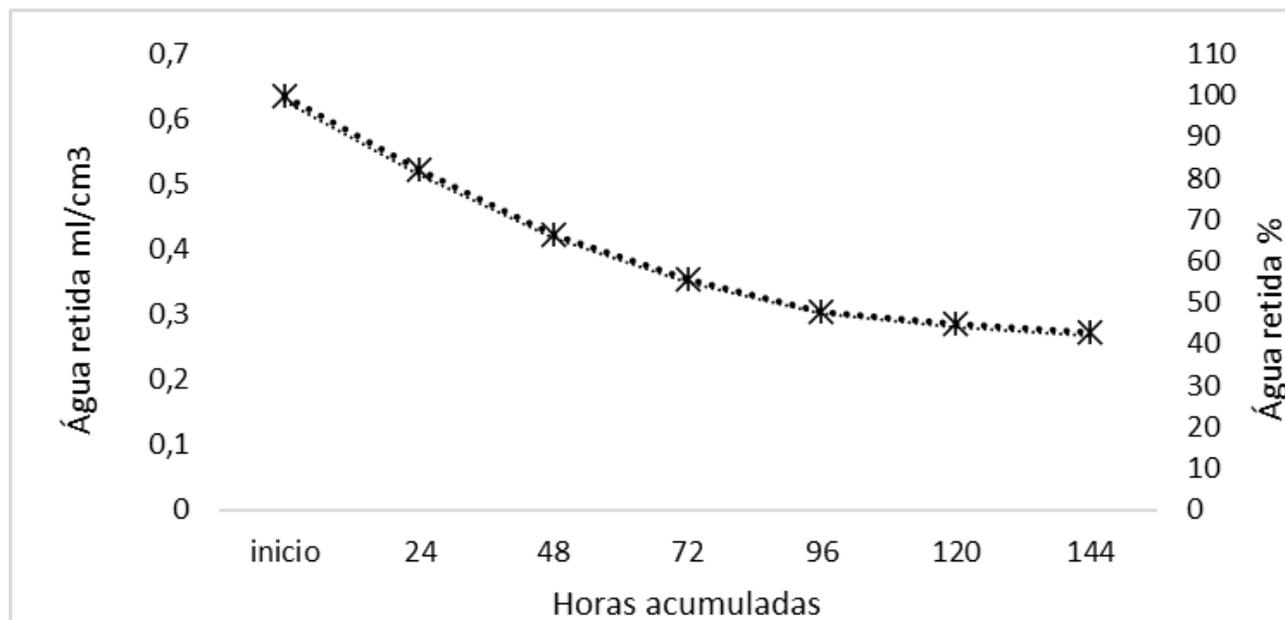


Figura 10 - Curvas de escoamento e infiltração simulador de chuvas.  
Fonte: Autores.



**Figura 11** - Perdas de água por infiltração acumulada.

**Fonte:** Autores.

### 3.1. Sistematização dos resultados

No geral, a área exibiu alta capacidade de infiltração, onde a composição da matriz granulométrica grosseira e variável do solo refletiu em um ambiente com boa porosidade, exibindo espaços por entre os clastos que produziram caminhos preferenciais para o movimento descendente da água.

A falta de estrutura do solo além de oriunda das características dos materiais também se deve a pequena presença de agentes biopedoturbadores na área. A baixa profundidade do solo aliada à sua disposição sobre a rocha quartzítica gera uma descontinuidade hidráulica, de maneira a saturar rapidamente a delgada camada de solo, encharcando o habitat de eventuais espécies que poderiam contribuir para reorganização de suas partículas.

A baixa profundidade, dominância da fração areia, falta de estrutura e a presença abundante de cascalhos com arestas retas ao longo de todo o perfil indicam a baixa pedogênese do solo local (Figura 12), e, por estar inserido no terço médio da vertente, em declividade média de 8%, estas características somadas indicam que a área se comporta como uma zona de transição de materiais oriundos dos processos de erosão entre o topo e o fundo de vale.

Além de materiais grosseiros, a área também se consolida como fonte receptora de elementos químicos dissolvidos na solução de água presente no nível freático, o qual escoar em subsuperfície de áreas vertente acima até áreas do fundo de vale. A boa

porosidade do local auxilia na gênese de reações redox, onde os movimentos de oscilação da água no perfil do solo geram trocas de ambientes, hora redutores e hora oxidantes.

A solução de água enriquecida com minerais de Fe dissolvidos vertente acima percola por entre os clastos do solo do local, onde as oscilações do nível da água geram sua deposição sobre as partículas. As consequências desta dinâmica podem ser vistas em porções próximas ao contato lítico, visto que estas áreas possuem exposição prolongada aos fluxos de água.

A deposição de Fe na área gerou a cimentação das partículas minerais do solo, sendo encontrados fragmentos de quartzito fortemente ferruginizados, exibindo fragmentos variando de milimétricos até 10 cm (Figura 12). Esta cimentação modifica as propriedades físicas estruturais do solo, de maneira a alterar sua porosidade, consolidando-se como descontinuidades hidráulicas que são capazes de reduzir as taxas infiltradas, de modo a contribuir para o aumento dos fluxos superficiais de água encontrados no local.



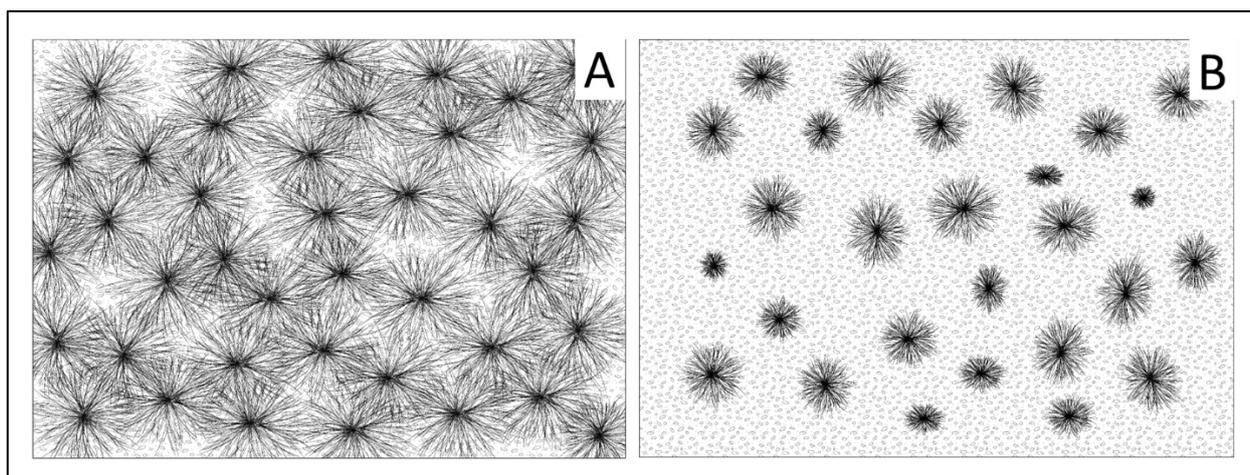
**Figura 12** - Cimentação de partículas por Fe no perfil do solo.

**Fonte:** Autores.

As condições vegetativas do local demonstram que incêndios na região comprometeram a qualidade da vegetação mesmo após dois anos de sua ocorrência, havendo uma demora na recomposição vegetativa, gerando grandes espaços de solo exposto (Figura 13).

Por sua vez, alterações na qualidade vegetativa influenciaram em mudanças no solo, gerando alterações físicas em sua camada superficial, a qual consolida-se como frente para início do processo de infiltração. A redução de volumes infiltrados em horizontes superficiais afeta as demais camadas do solo, visto que impedem a entrada de água até camadas mais profundas do solo.

Desta forma, a degradação do ambiente ocasionada pela ação do fogo refletiu em alterações visualizadas não apenas na vegetação, mas também nas características do solo, que por sua vez também tiveram a capacidade de repercutir nas formas de movimento da água e na exploração vegetativa.



**Figura 13** - Efeitos do fogo na cobertura vegetal do solo. Plantas exibindo sobreposição de estruturas foliares (A); Plantas com estruturas foliares queimadas, maior presença de solo exposto (B).

**Fonte:** Autores.

#### 4. CONCLUSÃO

O estudo revelou que o solo da área de estudos Classificado como Neossolo Regolítico Distrófico típico apresentou-se pouco espesso, sendo composto por uma matriz granulométrica grosseira de areias e cascalhos, que, apesar de não possuir estrutura exibiu altos valores de porosidade.

A utilização do simulador de chuvas e do infiltrômetro de anéis revelou que quando submetido a precipitações de alta intensidade e/ou exposto por longos períodos a volumes de água o solo local apresenta alta capacidade de retenção de água nos momentos iniciais, havendo decréscimo significativo dos valores de infiltração ao longo do tempo. Entretanto, apesar da redução dos valores, altas taxas de velocidade básica de infiltração foram encontradas.

O contato lítico com a rocha quartzítica aliado a baixa profundidade do solo e altas taxas de infiltração saturam com facilidade a delgada camada de material, gerando um movimento da água em subsuperfície até áreas mais baixas do terreno. O fluxo de água recorrente mobiliza em solução o elemento Fe, onde as constantes oscilações produziram ambientes favoráveis para sua deposição, envolvendo os clastos do solo, de maneira a cimentá-los, formando petroplintitas.

A queimada ocorrente no local anos antes da realização do estudo também impactou nas características físico/hídricas do solo, removendo a cobertura vegetal de maneira a expor a superfície do solo a ação direta dos raios solares, produzindo um delgado selamento de sua camada superficial.

Além de auxiliar na diminuição das taxas infiltradas, o selamento também corrobora para o impedimento da germinação de sementes, de maneira a diminuir a renovação da vegetação, contribuindo para a permanência dos processos de degradação observados.

Em síntese, os resultados evidenciaram que as características expressas na área de estudos contribuíram para a formação de um ambiente hidrogeomorfologicamente dinâmico, com elevada capacidade de absorção de água, revelando a importância da preservação destes ambientes.

## REFERÊNCIAS

BENTO, L. C. M.; NAZAR, T. I. S. M. Parque Nacional Serra da Canastra (Minas Gerais - Brasil): proposta de painel interpretativo. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 30, n. 1, p. 112–135, 2020.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

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.

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**, v. 34, p. 1-13, 2022.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília: Embrapa, 2017. 574p.

HEATHMAN, G. C. *et al.* Multi-scale temporal stability analysis of surface and subsurface soil moisture within the upper Cedar Creek watershed, Indiana. **Catena**, v. 95, p. 91-103, 2012.

IBDF – INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. 1981. **Plano de manejo**: Parque Nacional da Serra da Canastra. Brasília: IBDF, 1981. 104p.

NAKAJIMA, J. N.; SEMIR, J. Asteraceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 24, n. 4, p. 471–478, 2020.

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. 2018. 270 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

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, 2019(b).

NAZAR, T. I. S. N.; RODRIGUES, S. C. Mapping and analysis of surface geocover in the Chapadão do Diamante - MG - Brazil. **Mercator**, Fortaleza, v. 18, p. 1-17, 2019(a).

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

POLTORADNEV, M.; INGWERSEN, J.; STRECK, T. Spatial and Temporal Variability of Soil Water Content in Two Regions of Southwest Germany during a Three-Year Observation Period. **Vadose Zone Journal**, v. 15, n. 6, p. 1-14, 2016.

RODRIGUES, S. C.; CONFESSOR, J. G.; PEREIRA, J. S. Técnicas de manejo voltadas à recuperação de áreas degradadas por erosão: Análise de 15 anos de estudos na voçoroca da Fazenda Experimental do Campus Glória-UFU. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, v. 24, n. esp., p. 1-26, 2023.

SANTOS, F. C.; CONFESSOR, J. G. Geoquímica e geocronologia em campos de murunduns no Chapadão do Diamante –Serra da Canastra-MG. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 30, n. 1, p. 99-111, 2020.

SANTOS, H. G. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 2018. 356p.

SILVA, G. A. Caracterização geomorfométrica de uma feição erosiva principiada por nascente no Chapadão Diamante, Serra da Canastra (MG). **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 30, n. 1, p. 52–76, 2020.

SILVA, G. A.; BORGES, M. S.; RODRIGUES, S. C. Avaliação geomorfométrica de campo de murundus no Chapadão do Diamante, Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 30, n. 1, p. 36-51, 2020.

XIE, L. *et al.* How waterlogged conditions influence the nitrogen dynamics in a soil–water–plant system: Implications for wetland restoration. **Water**, v. 13, n. 21, p. 2957, 2021.

Recebido: 20.12.2023

Aceito: 16.02.2024