

Geoinformação e Sensoriamento Remoto em Geografia

Avaliação da erosão do solo na bacia do rio Montividiu, estado de Goiás, Cerrado (Brasil): uma abordagem geoespacial

Assessment of soil erosion in the Montividiu river basin, state of Goiás, Cerrado (Brazil): a geospatial approach

Evaluación de la erosión del suelo en la cuenca del río Montividiu, estado de Goiás, Cerrado (Brasil): un enfoque geoespacial

Hevrlí da Silva Carneiro Pilatti^I , Wellmo dos Santos Alves^{II} ,
Nicoly Giroto Morais^{II} , Lucas Peres Angelini^I ,
Derick Martins Borges de Moura^{III} 

^I Instituto Federal Goiano , Goiás, GO, Brasil

^{II} Universidade Federal de Jataí , Jataí, GO, Brasil

^{III} Universidade Estadual de Goiás , Anápolis, GO, Brasil

RESUMO

Este estudo focou na bacia hidrográfica do Rio Montividiu (Goiás, Brasil), investigando os impactos da atividade humana, como práticas agrícolas inadequadas e urbanização, sobre a perda de solo e a degradação dos ecossistemas. Utilizando dados históricos de precipitação, mapas de solo, modelo digital de elevação (MDE) e imagens de satélite, foram analisados fatores como erosividade da chuva, erodibilidade do solo, relevo e uso da terra. A Equação Universal de Perda de Solo (USLE) e geotecnologias foram aplicadas para avaliar a erosão laminar potencial e real. Os resultados identificaram áreas críticas próximas aos cursos d'água, especialmente suscetíveis devido ao relevo acidentado. A análise da erosão real revelou que áreas agrícolas, predominantemente dedicadas ao cultivo de soja e milho, são particularmente vulneráveis, representando 76,89% da área total da bacia. Essas áreas têm altos índices do fator cobertura da terra (C) e práticas conservacionistas (P) (ou CP combinados), indicando menor proteção do solo. Os produtos cartográficos gerados oferecem um guia para priorizar intervenções de manejo ambiental que visem mitigar a erosão laminar, promovendo a sustentabilidade de longo prazo na região.

Palavras-chave: Análise geoespacial; Erosão laminar; Recursos hídricos; USLE

ABSTRACT

This study focused on the Montividiu River basin (Goiás, Brazil), investigating the impacts of human activities, such as improper agricultural practices and urbanization, on soil loss and ecosystem

degradation. Using historical precipitation data, soil maps, a digital elevation model (DEM), and satellite imagery, factors such as rainfall erosivity, soil erodibility, topography, and land use were analyzed. The Universal Soil Loss Equation (USLE) and geospatial technologies were applied to assess potential and actual sheet erosion. The results identified critical areas near watercourses, which are especially susceptible due to the rugged terrain. The actual sheet erosion analysis revealed that agricultural areas, predominantly used for soybean and corn cultivation, are particularly vulnerable, accounting for 76.89% of the basin's total area. These areas show high values of the land cover (C) and conservation practices (P) factors (or combined CP), indicating lower soil protection. The generated cartographic products provide guidance for prioritizing environmental management interventions aimed at mitigating sheet erosion and promoting long-term sustainability in the region.

Keywords: Geospatial analysis; Sheet erosion; Water resources; USLE

RESUMEN

Este estudio se centró en la cuenca hidrográfica del río Montividiu (Goiás, Brasil), investigando los impactos de las actividades humanas, como las prácticas agrícolas inadecuadas y la urbanización, sobre la pérdida de suelo y la degradación de los ecosistemas. Utilizando datos históricos de precipitación, mapas de suelos, un Modelo Digital de Elevación (MDE) e imágenes satelitales, se analizaron factores como la erosividad de la lluvia, la erodabilidad del suelo, el relieve y el uso de la tierra. Se aplicaron la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) y las geotecnologías para evaluar la erosión laminar potencial y real. Los resultados identificaron áreas críticas cercanas a los cursos de agua, especialmente susceptibles debido al relieve accidentado. El análisis de la erosión real reveló que las áreas agrícolas, predominantemente dedicadas al cultivo de soja y maíz, son particularmente vulnerables, representando el 76,89% del área total de la cuenca. Estas áreas tienen valores elevados en los factores de cobertura del suelo (C) y prácticas de conservación (P) (o CP combinados), lo que indica una menor protección del suelo. Los productos cartográficos generados ofrecen una guía para priorizar intervenciones de manejo ambiental dirigidas a mitigar la erosión laminar, promoviendo la sostenibilidad a largo plazo en la región.

Palabras clave: Análisis geoespacial; Erosión laminar; Recursos hídricos; USLE

1 INTRODUÇÃO

No Brasil e no exterior, o bioma Cerrado, também denominado Savana brasileira, é reconhecido como uma das últimas grandes fronteiras terrestres do mundo, abrigando alta biodiversidade, endemismo e paisagens dinâmicas (Leite Filho *et al.*, 2025). Por isso o Cerrado é considerado um dos *hotspots* mundiais para conservação da biodiversidade (Sano *et al.*, 2019). Além disso, desempenha um papel fundamental na proteção dos recursos hídricos, uma vez que é lar das cabeceiras de

importantes bacias hidrográficas brasileiras que abastecem quase todos os biomas do país (Klink, 2020).

A partir da década de 1970, o Brasil lançou o II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), estabelecendo a região Centro-Oeste, que abrange uma grande parte do Cerrado, como promissora para atividades agropecuárias. Para estimular o crescimento dessas práticas, o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro) foi implantado de 1974 a 1979, oferecendo crédito aos produtores e infraestrutura financiados pelo governo. Além disso, o Programa de Cooperação Nipo-brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER) foi criado pela iniciativa privada em colaboração com os governos do Brasil e do Japão, destacando a importância do Cerrado tanto na economia nacional quanto na conectividade com outros biomas (Brasil, 2015; Alves *et al.*, 2020; Lopes *et al.*, 2020).

No entanto, o Cerrado, que inclui 1.297 municípios, enfrenta sérios desafios socioambientais. Entre 1985 e 2022, aproximadamente 25% de sua vegetação nativa, principalmente formações savânicas, foi convertida para uso humano, como expansão urbana e atividades agropecuárias (MapBiomas, 2023). Mesmo as áreas remanescentes se tornaram fronteiras para o agronegócio (Trigueiro *et al.*, 2020), como ocorre em Goiás (Brasil), localizado no Cerrado, onde agricultores têm intensificado a conversão de pastagens degradadas em agricultura de alta produtividade. Essas mudanças têm implicações na biodiversidade, estoques de carbono e balanço hídrico regional, sendo essencial para a estabilidade ambiental e o desenvolvimento agrícola sustentável (Spera, 2017).

As transformações no uso e cobertura da terra têm impacto direto em problemas ambientais globais, como a degradação do solo e a perda de biodiversidade. Além disso, essas mudanças desempenham um papel crucial na regulação das atividades hidrológicas em bacias hidrográficas, afetando o ciclo da água, o clima e a erosão (Abdulkareem *et al.*, 2019; Aneseyee *et al.*, 2020). Com as mudanças climáticas, as distribuições das chuvas estão se alterando, afetando o escoamento superficial, o fluxo

dos rios e a disponibilidade de água (Cremon *et al.*, 2025). A erosão do solo, embora seja um processo natural, quando não controlada, pode resultar em problemas significativos de degradação da fertilidade e instabilidade do terreno (Abdulkareem *et al.*, 2019). Portanto, entender as transformações da paisagem introduzidas pelo homem é crucial para a tomada de decisões governamentais (Mengue *et al.*, 2020).

Nesse contexto, esta pesquisa objetivou utilizar da análise espacial para entender as relações entre erosividade da chuva, erodibilidade dos solos, aspectos do relevo, uso e cobertura da terra e erosão laminar anual na bacia hidrográfica do Rio Montividiu (BHRM), localizada no Sudoeste de Goiás, sendo os componentes da formulação os principais fatores físicos e antrópicos ativos no processo de perda de solo, permitindo a identificação de áreas vulneráveis num espaço de 695,021 km². Para alcançar esse objetivo, foi utilizada a Equação Universal de Perda de Solo – EUPS ou *Universal Soil Loss Equation* – USLE (em inglês), em conjunto com geotecnologias, que tem sido o modelo utilizado frequentemente na modelagem da perda do solo por erosão (Rocha *et al.*, 2021). A aplicação desse modelo com o suporte de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permite analisar espacialmente os dados e identificar áreas mais suscetíveis à erosão (Beskow *et al.*, 2009; Barbosa *et al.*, 2015; Lima *et al.*, 2018; Abdulkareem *et al.*, 2019; Alves *et al.*, 2019; Aneseyee *et al.*, 2020; Kusi *et al.*, 2020; Pandey *et al.*, 2021).

2 MATERIAL E MÉTODOS

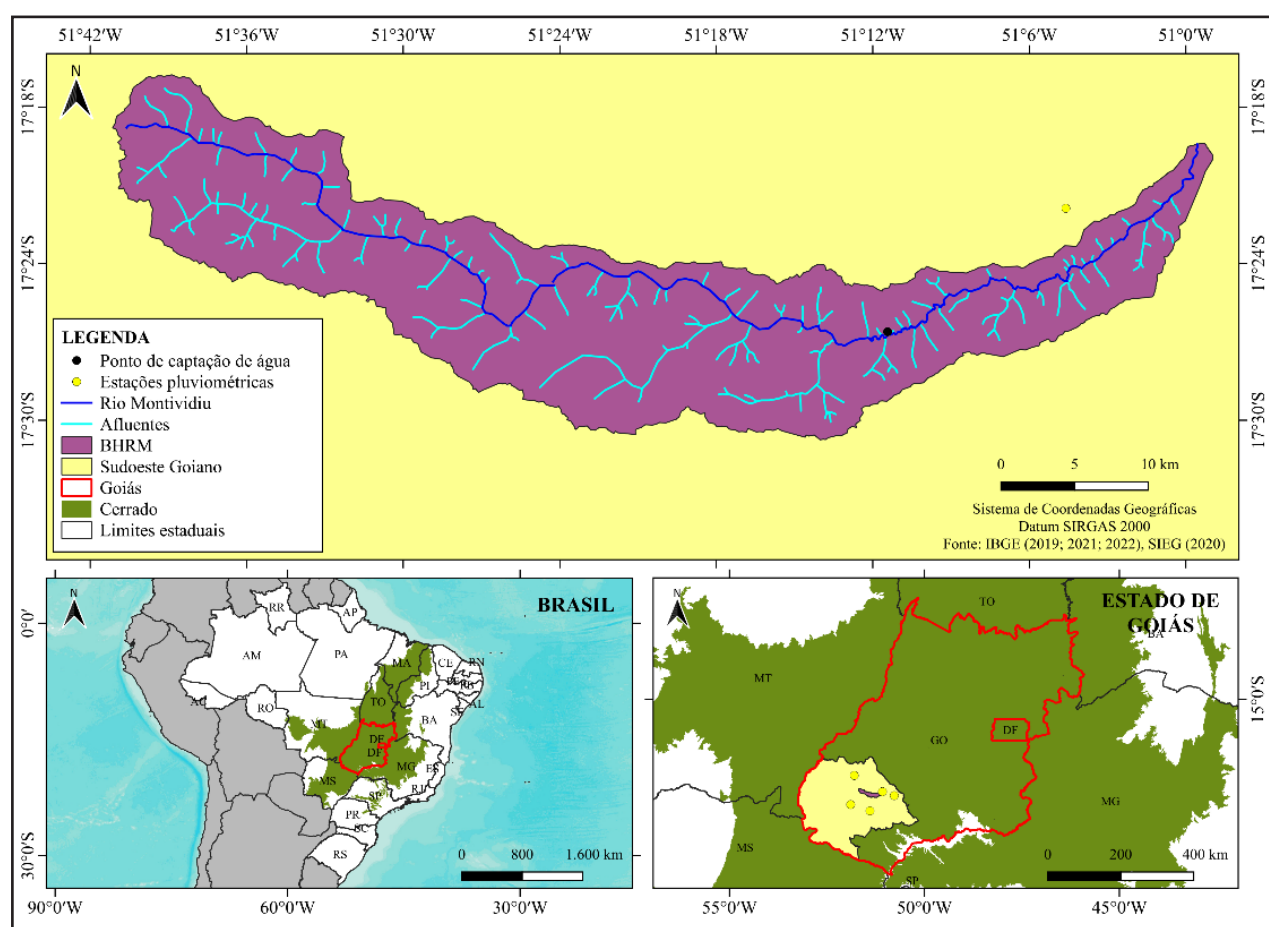
2.1 Área de estudo

A BHRM, localizada no município de Montividiu, na microrregião Sudoeste de Goiás, Cerrado, Brasil (Figura 1), possui área de contribuição de 695,021 km² e está inserida na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba. O município, de acordo com o processo nº 18922015 (vigente de 26/12/2015 a 16/10/2027) da Secretaria de Estado de Meio

Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD (2020), possui o direito de outorga d'água do Rio Montividiu para suprir a demanda urbana (60 L.s-1), além de concessões à proprietários rurais para atender a demanda hídrica da produção agropecuária.

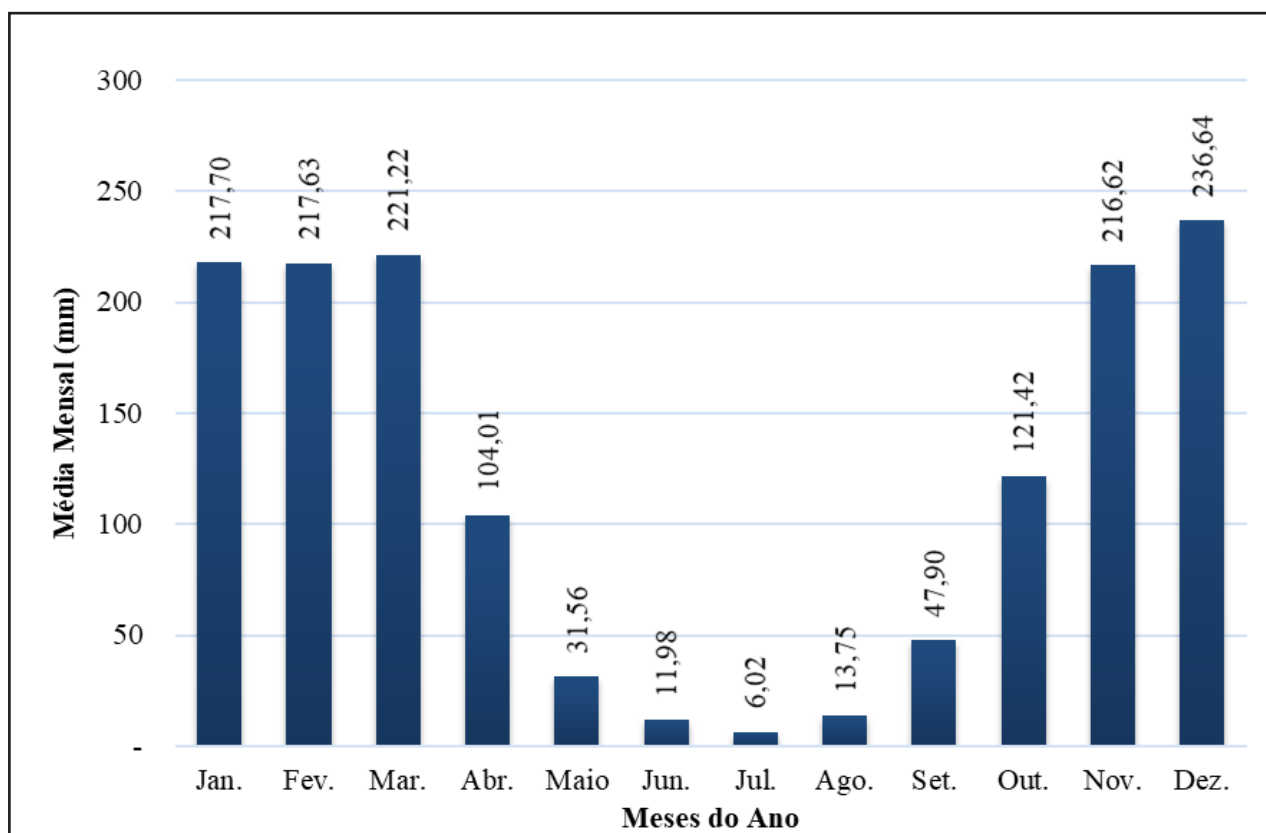
De acordo com a classificação Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo Aw (tropical seco-úmido) (Cardoso *et al.*, 2014), com duas estações contrastantes: o período chuvoso, que se inicia entre setembro e outubro e ocorre até março ou abril, e o período de estiagem que cobre o resto do ano e esporadicamente registra chuvas, como pode ser observado na Figura 2. A estação chuvosa pode ser interrompida por períodos de seca, denominados “veranicos”, podendo representar um problema para a produção agrícola, principalmente quando na fase de crescimento da cultura (Silva *et al.*, 2019).

Figura 1 – Localização da área de estudo: Bacia Hidrográfica do Rio Montividiu, Goiás, Brasil



Fonte: IBGE (2019; 2021; 2022) e SIEG (2020). Organizado pelos autores (2020) no Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum SIRGAS 2000

Figura 2 – Média mensal de índice pluviométrico na estação Montividiu (nº 01751004) de jan/ 1986 a dez/2019



Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados disponibilizados pela ANA (2020)

A precipitação média mensal da estação meteorológica de Montividiu (código 1751004) para a série temporal de 34 anos (de janeiro de 1986 a dezembro de 2019), corresponde a 120,54 mm, e o índice pluviométrico médio anual é de 1.446,44 mm. Quanto a vegetação, o Cerrado compõe-se por florestas, matagais, pastagens e áreas úmidas (Oliveira *et al.*, 2019).

2.2 Análise da Erosão Potencial (EP) e Erosão Real (ER)

Para o geoprocessamento das informações foi utilizado o software ArcGIS Advanced 10.8.1®, sendo este licenciado sob o código #647261 (ESRI, 2020). E a estimativa da perda de solo foi obtida a partir da aplicação da *Universal Soil Loss Equation* (USLE) (Equação 1) proposta por Wischmeier e Smith (1978) e adaptada para o Brasil por Lombardi e Moldenhauer (1992).

$$A = R * K * LS * C * P \quad (1)$$

onde:

A é a perda de solo por erosão laminar mensal ou anual (tn.ha⁻¹.mês⁻¹ ou tn.ha⁻¹.ano⁻¹); R é o fator de erosividade da chuva mensal ou anual (MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.mês⁻¹ ou MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹); K é o fator de erodibilidade do solo (tn.h.MJ⁻¹.mm⁻¹); LS é o fator topográfico que engloba a declividade (S) e o comprimento de rampa (L) (adimensional); C é o fator de cobertura da terra (adimensional); e, P é o fator de práticas conservacionistas (adimensional)

2.3 Fator de Erosividade (Fator R)

O fator erosividade (R) é um índice que relaciona o valor médio mensal e anual da chuva de um local com a capacidade de erodir o solo de um terreno desprotegido de vegetação (Lombardi Neto e Moldenhauer, 1992). Para a estimativa do Fator R na BHRM, foram coletados dados pluviométricos disponibilizados pelo Portal HidroWeb da Agência Nacional de Águas do Brasil (ANA, 2020), para uma série temporal de 34 anos (1986-2019). No Quadro 1 são apresentadas as informações sobre as estações.

Quadro 1 – Localização das estações pluviométricas e seus níveis de erosividade

Nome da Estação	Código da Estação	Latitude	Longitude
Caiapônia	1651000	16°56'58.92"	51°47'57.84"
Fazenda Paraíso	1750008	17°27'56.88"	50°46'27.12"
Ponte Rio Doce	1751001	17°51'23.04"	51°23'48.12"
Benjamin Barros	1751002	17°41'42"	51°53'31.92"
Montividiu	1751004	17°21'52.92"	51°04'36.12"

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de informações disponibilizadas pela ANA (2020)

O conjunto de dados, depois de tabulados e organizados, foi inserido na Equação 2, conforme a proposta de Bertoni e Lombardi Neto (2014), e a partir da obtenção dos valores de R anual, foi realizada geocodificação, gerando malhas por meio do interpolador *Spline* para produção de mapas da erosividade anual. O produto da erosividade foi classificado conforme a proposta de Carvalho (2008) (Quadro 2).

$$R = \sum_{i=1}^{12} 67,355 \left(\frac{r^2}{p} \right)^{0,85} \quad (2)$$

onde:

R é o fator de erosividade da chuva ($\text{MJ.mm.h}^{-1}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); r, a precipitação média mensal (mm); P, a precipitação média anual (mm)

Quadro 2 – Classificação da erosividade

Classe	Anual ($\text{MJ.mm.h}^{-1}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$)
Baixa	$R < 2.452$
Média	$2.452 < R < 4.905$
Média a forte	$4.905 < R < 7.357$
Forte	$7.357 < R < 9.810$
Muito forte	$R > 9.810$

Fonte: Carvalho (2008)

2.4 Fator de Erodibilidade (Fator K)

O fator de erodibilidade caracteriza a suscetibilidade do solo à erosão (Carvalho, 1994), sendo que cada solo se distingue pelas suas propriedades físicas e químicas (Wischmeier; Smith, 1978). Assim, a partir do Mapa de Solos do Plano Diretor da Bacia do Rio Paranaíba (escala 1:250.000), gerado pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (2005) em conjunto com a Fundação Rural Minas – Ruralminas (2005) e outros, e disponibilizado pelo SIEG (2020), foi organizado o mapa de solos da área de estudo e, a partir deste mapa, foi elaborado o Fator K com uso de valores de erodibilidade obtidos da literatura especializada, especificamente de Lima *et al.* (2016) e Demarchi e Zimback (2014). A classificação do Fator K, considerando os valores em relação a propensão a erodibilidade, foi realizada de acordo com a proposta de Mannigel *et al.* (2002) (Quadro 3).

Quadro 3 – Classificação dos solos em função do fator da erodibilidade (K)

Classes de Erodibilidade	Erodibilidade ($\text{tn.h.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$)
Extremamente alto	$K > 0,0600$
Muito alto	$0,0450 < K < 0,0600$
Alto	$0,0300 < K < 0,0450$
Médio	$0,0150 < K < 0,0300$
Baixo	$0,0090 < K < 0,0150$
Muito baixo	$K < 0,0090$

Fonte: Mannigel *et al.* (2002)

2.5 Fator Topográfico (Fator LS)

O fator topográfico (integração da declividade e o comprimento da rampa) influencia diretamente a erosão laminar, pois tem relação com a velocidade de escoamento e implica no volume de material carregado (Bertoni; Lombardi Neto, 2014). A acumulação de fluxo, orientada pela direção do maior declive, tende a limitar o comprimento da rampa ao concentrar o escoamento e promover a formação de canais de drenagem que geram maior dissecação do relevo. Assim, para estimar o Fator LS, os dados da direção e acumulação de fluxo, bem como o declive da BHRM obtidos a partir da imagem Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) disponibilizada pelo USGS (2020), sendo o cálculo realizado por meio da Equação 3 proposta por Pelton *et al.* (2012) e utilização da calculadora raster, gerando um produto final com precisão gráfica na escala de 1:150.000.

$$LS = (FA * CR / 22.1)^{0.4} * (\sin(D * 0.01745) / 0.09)^{1.4} * 1.4 \quad (3)$$

onde:

LS é o fator topográfico; FA, o fluxo acumulado; CR, a resolução da célula; e slope D, a declividade da área

2.6 Fator Cobertura da Terra e Práticas Conservacionistas (Fator CP)

O Fator C se relaciona à cobertura vegetal presente na área. Conforme Abdulkareem *et al.*, (2019), a cobertura da terra (C) é fator crucial na estimativa da erosão do solo, pois na análise espacial indica a condição que pode ser utilizada para controle, e o fator de prática de conservação (P) é usado para designar mudanças nas práticas, tais como: cultivo em faixa, taludes côncavos, terraços, contornos, entre outros. O Fator C foi definido a partir do mapa de uso e cobertura da terra na BHRM no ano de 2020, gerado por meio de imagens com resolução de 2 m do *Sensor Multispectral Camera and Panchromatic Wide - SCAN (WPM)* acoplado ao satélite *China Brazil Earth Resources Satellite – 4A (CBERS-4A)*, disponibilizadas pelo Instituto de Pesquisas Espaciais

(INPE, 2020b). A classificação supervisionada foi realizada utilizando o classificador de Máxima Verossimilhança (MLC), conforme a formulação estatística apresentada por Richards e Jia (2006). Antes da classificação, procedeu-se à fusão pan-sharpening entre a banda pancromática (B1, 2 m) e as bandas multiespectrais B2 (Azul), B3 (Vermelho) e B4 (Verde), empregando o método *Brovey transform*, o qual realça a resolução espacial minimizando distorções radiométricas (Zhang, 2004; Vivone *et al.*, 2015).

As categorias temáticas foram definidas conforme a classificação oficial apresentada no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013), complementadas por aferições em campo. Após a fusão e organização das bandas, procedeu-se ao treinamento supervisionado e ao refinamento manual dos resultados. Por fim, a validação foi realizada mediante Matriz de Confusão construída a partir de amostras aleatórias estratificadas da imagem CBERS-4A, com cálculo do índice Kappa segundo Cohen (1960).

$$K = \frac{n * \sum_{i=1}^c X_{ii} - \sum_{i=1}^c X_{i+} * X_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^c X_{i+} * X_{+i}} \quad (4)$$

onde:

K é uma estimativa do coeficiente Kappa; n, o número total de amostras; c, o número total de classes; X_{ii} , o valor da diagonal da matriz de confusão, de forma descendente (valor na linha i e coluna i); X_{i+} , a soma da linha i; e X_{+i} , a soma da coluna i da matriz de confusão.

O mapa de uso e cobertura da terra foi avaliado com base em uma escala de valores que definem a qualidade da classificação a partir dos resultados obtidos pelo Índice Kappa (Quadro 4), conforme Landis e Koch (1977).

Quadro 4 – Qualidade da classificação conforme intervalos do Índice Kappa

Valor Kappa	Qualidade da classificação
< 0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 – 0,80	Muito Boa
0,80 – 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977)

A suscetibilidade do uso à perda de solo foi obtida a partir de valores observados na literatura especializada (Farinasso *et al.*, 2006; Helfer, 2003; Silva *et al.*, 2014; Bertoni; Lombardi Neto, 2014; Barbosa, 2015; Durães; Melo, 2016; Ferreira *et al.*, 2019) para as diferentes classes de uso. O Fator C e Fator P foram considerados de forma integrada (Fator CP), com P igual a 1, sendo essa integração devido a impossibilidade de obter o Fator P em nível de bacia hidrográfica.

Na literatura especializada, autores recomendam que o Fator P, no caso de estudos sobre grandes áreas, situação que inviabiliza a observação/mensuração desse componente, seja estabelecido com valor 1, conforme observado em Rodrigues *et al.*, 2017; Vijith *et al.*, 2018; Alves *et al.*, 2022; Castro *et al.*, 2022; Pereira *et al.*, 2023.

2.7 Classificação da Erosão Potencial (EP) e Erosão Real (ER)

A classificação da EP, que é a integração dos aspectos físicos naturais do ambiente (Fator R, Fator K e Fator LS), foi interpretada conforme as categorias propostas por Valério Filho (1994) (Quadro 5).

A classificação da ER, que é o resultado da integração da EP e Fator CP, ocorreu de acordo com a proposição de Beskow *et al.*, (2009) (Quadro 6). A classificação da perda de solo por erosão laminar também considerou a proposta da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), United Nations Environment Program (UNEP) e United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (1994) (Quadro 7).

Quadro 5 – Classificação da Erosão Potencial

Perda de solo (t.mm.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)*	Classes de interpretação
0 - 400	Fraca
400 - 600	Moderada
600 - 1600	Média
1600 - 2400	Forte
2400 - 19.814,86	Muito forte

Fonte: Valério Filho (1994). Notas: Os valores foram convertidos do sistema métrico internacional (MJ. mm.h⁻¹.ha⁻¹) para o sistema métrico decimal (tn.mm.ha⁻¹.ano⁻¹)

Quadro 6 – Classificação da Erosão Real

Perda de solo (tn.mm.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)*	Categoria
0 - 2,5	(Ligeira)
2,5 - 5	(Ligeira - moderada)
5 - 10	(Moderada)
10 - 15	(Moderada - alta)
15 - 25	(Alta)
25 - 100	(Muito alta)
> 100	(Extremamente alta)

Fonte: Beskow *et al.* (2009). Notas: Os valores foram convertidos do sistema métrico internacional (MJ.mm.h⁻¹.ha⁻¹) para o sistema métrico decimal (tn.mm.ha⁻¹.ano⁻¹)

Quadro 7 – Recomendações da FAO, UNEP e UNESCO (1994) referentes a classificação do grau de erosão laminar

Perda de solo (tn.mm.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)*	Grau de Erosão
< 10	Nenhuma ou Baixa
10 - 50	Moderada
50 - 200	Alta
> 200	Muito Alta

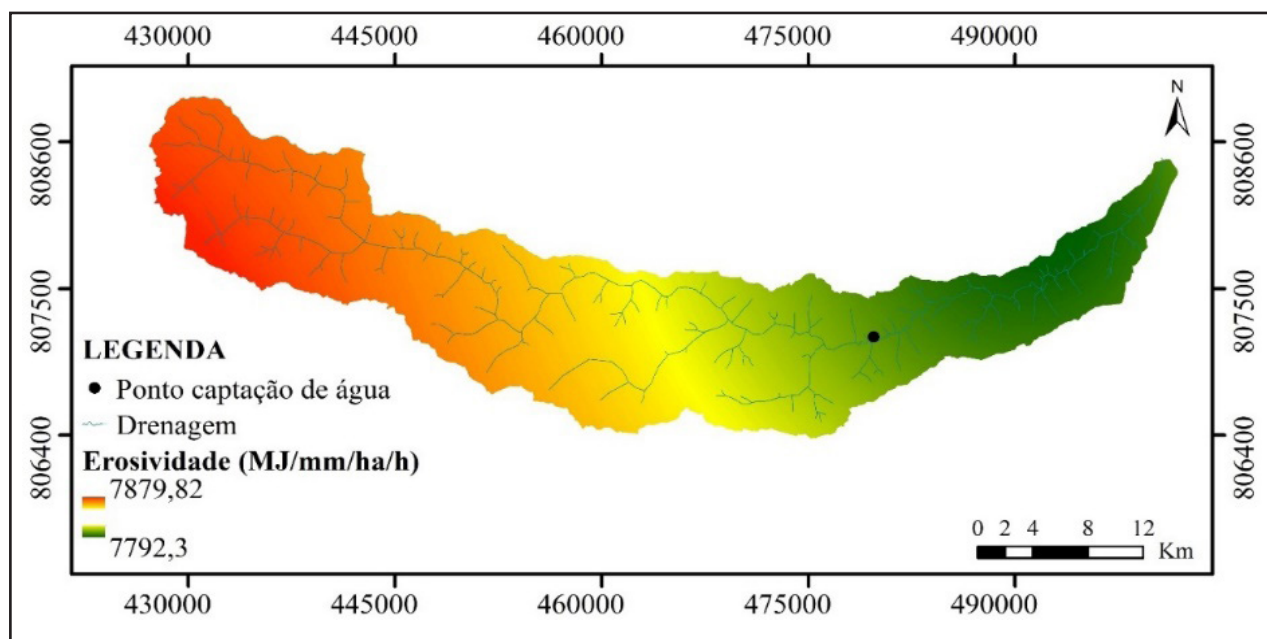
Fonte: FAO, UNEP e UNESCO (1994). Notas: Os valores foram convertidos do sistema métrico internacional (MJ.mm.h⁻¹.ha⁻¹) para o sistema métrico decimal (tn.mm.ha⁻¹.ano⁻¹)

3 RESULTADOS

3.1 Fator de erosividade (Fator R)

Os resultados geoespacializados da erosividade anual podem ser observados na Figura 3, sendo a mínima de 7.792,3 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹ e a máxima de 7.879,82 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹, classificada como de forte erosividade, conforme Carvalho (2008). É possível observar que a distribuição da erosividade anual decresce da parte alta para a parte baixa da bacia hidrográfica em questão.

Figura 3 – Mapa de erosividade (R) anual na BHRM



Fonte: Elaborado pelos autores na projeção UTM Zona 22S, SIRGAS 2000

É observado na Figura 3 que os processos de erosividade mais intensos ocorrem a montante do ponto de captação de água, ou seja, na cabeceira da bacia ocorrem maiores volumes de precipitação.

3.2 Fator de erodibilidade (Fator K)

O mapa de solos da BHRM organizado a partir do Mapa de Solos do Plano Diretor da Bacia do Rio Paranaíba (escala 1:250.000) resultou nas classes, texturas e as respectivas áreas apresentadas na Tabela 1, juntamente com os valores de erodibilidade e as fontes consultadas. Os tipos de solo e as classes de erodibilidade são apresentadas na Figura 4.

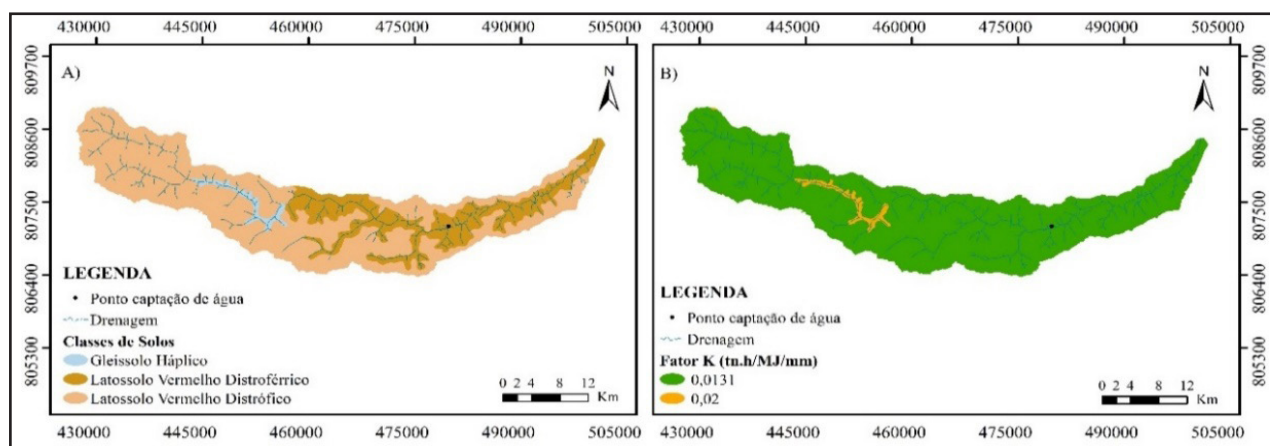
Verifica-se que a área contempla três diferentes tipos de solo, com predominância do Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) com textura argilosa ou muito argilosa, seguido do Latossolo Vermelho Distroférrico (LVdf) de textura argilosa ou muito argilosa, e do Gleissolo Háptico Tb Distrófico plintossólico (GXbd) de textura argilosa, que correspondem nesta ordem a 72,27%, 25,41% e 2,32% da área total.

Tabela 1 – Classificação dos solos em função do fator da erodibilidade (K) da BHRM

Classe de solo	Em km ²	Em %	Classe de erodibilidade	Fator K (tn.h.MJ-1.mm-1)	Fonte do Fator K
Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), textura argilosa ou muito argilosa	502,32	72,27	Baixa	0,0131	Lima <i>et al.</i> (2016)
Latossolo Vermelho Distroférrico (LVdf), textura argilosa ou muito argilosa	176,57	25,41	Baixa	0,0131	Lima <i>et al.</i> (2016)
Gleissolo Háptico Tb Distrófico plintossólico (GXbd), textura argilosa	16,13	2,32	Média	0,020	Demarchi e Zimback (2014)
Total	695,02	100	-	-	-

Fonte: Atualizado e organizado pelos autores a partir do Mapa de Solos da Bacia do Rio Paranaíba (UFV, 2005; Ruralminas, 2005). Notas: Categoria do solo em função do fator da erodibilidade (K), conforme Mannigel (2002)

Figura 4 – Mapa de solos (A) e de erodibilidade (K) (B) da BHRM



Fonte: Atualizado e organizado pelos autores na projeção UTM Zona 22S, SIRGAS 2000 a partir do Mapa de Solos da Bacia do Rio Paranaíba (UFV; 2005; Ruralminas, 2005)

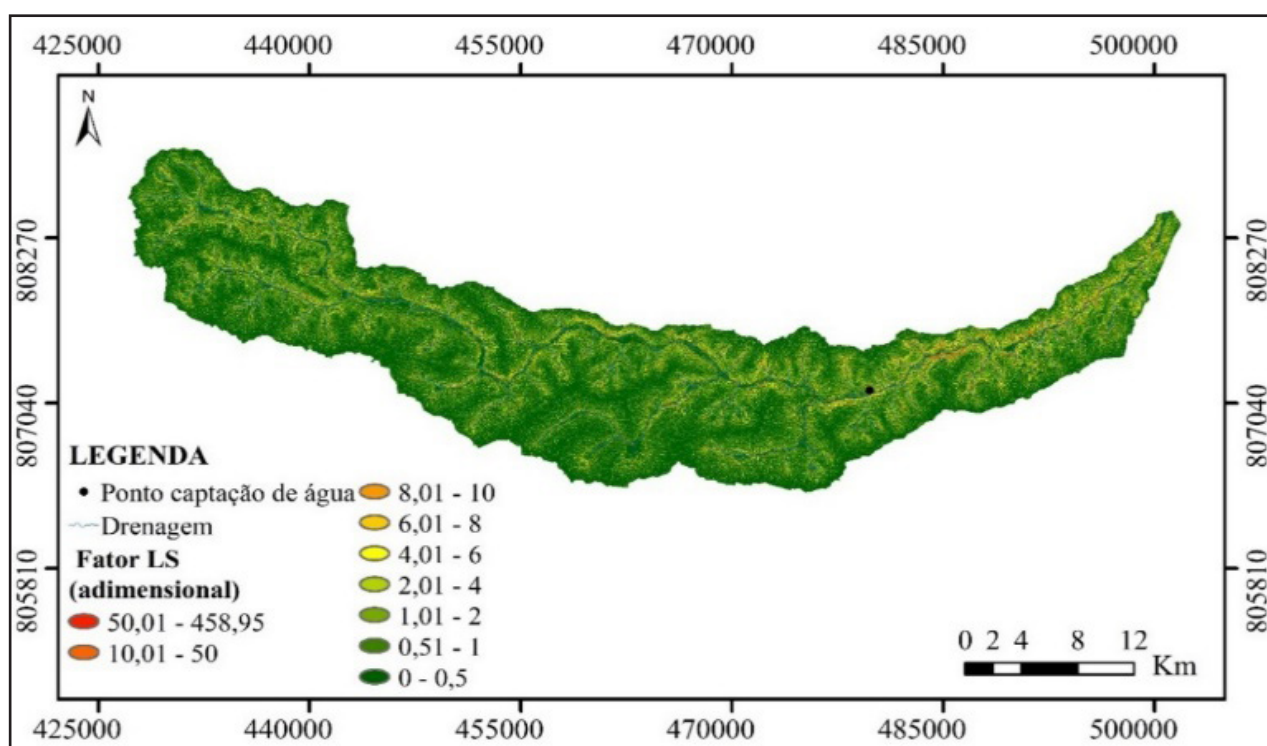
Considerando a classificação de Manningel *et al.* (2002), a erodibilidade na BHRM variou de baixo a médio, sendo 0,0131 tn.h.MJ-1.mm-1 relacionado ao Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) e ao Latossolo Vermelho Distroférrico (LVdf), ambos com textura argilosa ou muito argilosa, e 0,02 tn.h.MJ-1.mm-1 associado ao Gleissolo Háptico Tb Distrófico plintossólico (GXbd) de textura argilosa. Essa categoria mais favorável aos processos erosivos é observada a montante do ponto de captação de água. Isso torna prejudicial a qualidade da água que atinge a porção inferior do curso

hídrico, no local de captação de água para consumo humano (abastecimento público), devido ao carreamento de sedimentos sólidos e dissolvidos.

3.3 Fator topográfico (LS)

Os resultados do fator topográfico são apresentados na Figura 5, variando de 0 a 458,95, com os maiores valores predominantes nas adjacências dos cursos hídricos e principalmente a jusante do ponto de captação de água, na porção inferior da bacia, intensificando a força erosiva do escoamento superficial.

Figura 5 – Fator topográfico (LS) da BHRM



Fonte: Elaborado pelos autores na projeção UTM Zona 22S, SIRGAS 2000

3.4 Erosão Potencial (EP)

Na Tabela 2 são apresentados os resultados estimados para a perda de solo por EP anual, conforme a classificação proposta por Valério Filho (1994). Os resultados geoespacializados são apresentados na Figura 6.

A EP variou de 0 tn.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ (fraca) a 33.721,24 tn.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ (muito forte), com predominância da classificação fraca (93,62%), seguida, em ordem

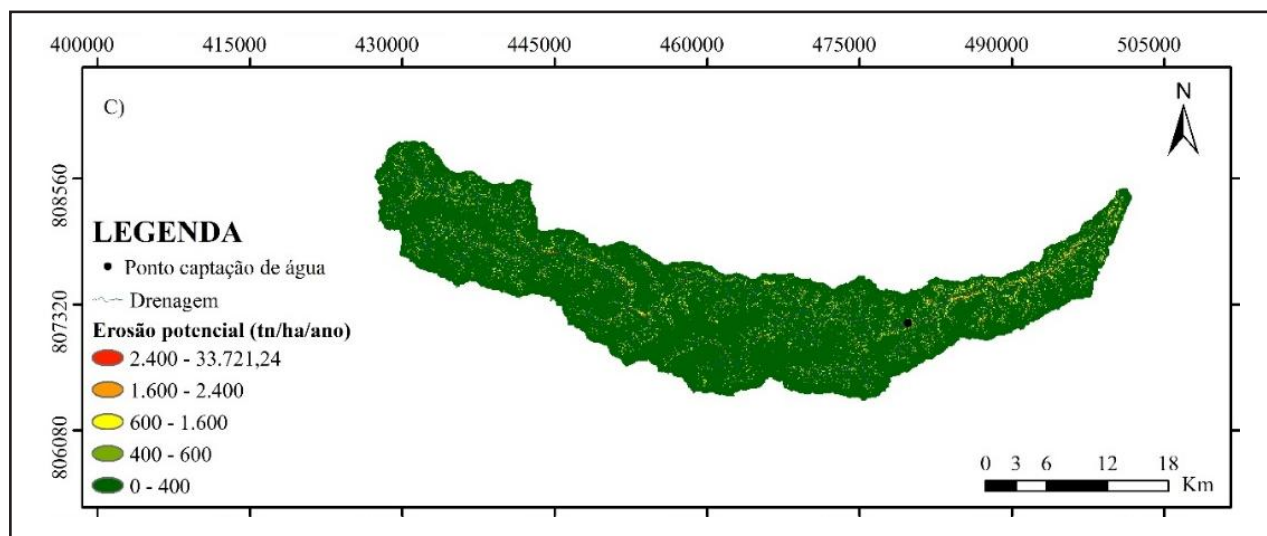
decrecente de representatividade, da classe média (2,80%), moderada (2,53%), forte (0,55%) e muito forte (0,50%).

Tabela 2 – Erosão Potencial anual na BHRM

Perda de solo (tn.mm.ha-1.ano-1)	Área em km ²	Área em %
0 - 400 (Fraca)	650,70	93,62
400 - 600 (Moderada)	17,57	2,53
600 - 1600 (Média)	19,47	2,80
1600 - 2400 (Forte)	3,80	0,55
> 2400 (Muito forte)	3,48	0,50
Total	695,02	100

Fonte: Elaborada pelos autores, conforme classificação de Valério Filho (1994)

Figura 6 – Erosão Potencial anual na BHRM



Fonte: Elaborado pelos autores na projeção UTM Zona 22S, SIRGAS 2000, conforme classificação de Valério Filho (1994)

3.5 Fator de Cobertura da Terra e Práticas Conservacionistas (Fator CP)

Na Tabela 3 é apresentada a matriz de confusão que gerou o Índice Kappa de 0,99 em relação a qualidade da classificação da imagem, ou seja, excelente classificação, conforme Landis e Koch (1977). Na Tabela 4 são apresentados os valores relacionados à categoria de uso e cobertura da terra na BHRM e os valores CP com as respectivas

fontes consultadas. Na Figura 7 são apresentadas as categorias de uso e cobertura da terra e o Fator CP geoespacializadas.

Tabela 3 – Matriz de confusão da classificação da imagem da BHRM

Classe	Amostra de validação (kappa)													Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	556	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	557
2	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
3	0	0	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113
4	0	0	0	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124
5	0	0	0	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0	93
6	0	0	0	0	0	223	0	0	0	0	0	0	0	223
7	0	0	0	0	0	0	299	1	1	0	0	0	0	301
8	0	0	0	0	0	0	0	236	0	0	0	0	0	236
9	0	0	0	0	0	0	0	4	240	0	0	0	0	244
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232	0	0	0	232
11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	183	0	0	184
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	74	0	77
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	69
Total	556	75	114	124	93	223	299	242	241	232	186	74	69	2528

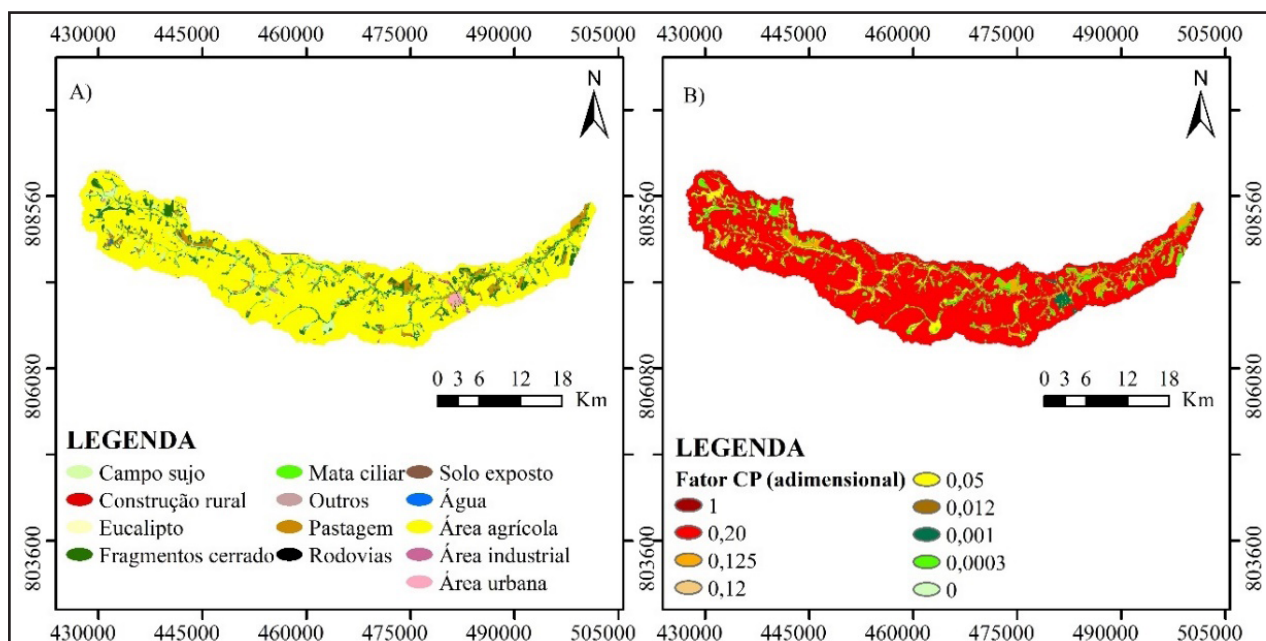
Fonte: Elaborado pelos autores. Legenda: área agrícola/culturas anuais (1); área industrial (2); rodovias (3); solo exposto (4); construção rural (5); pastagem (6); campo sujo (7); fragmentos do Cerrado (8); mata ciliar/galeria (9); água (10); eucalipto (11); outros (12); e área urbana (13)

Tabela 4 – Cobertura da terra e práticas conservacionistas do solo (CP) na BHRM

Categoria	Em ha	Em %	CP	Fonte do Fator CP
Mata ciliar/galeria	2.330,59	3,35	0,012	Farinasso <i>et al.</i> , (2006)
Campo sujo	3.039,58	4,37	0,05	Helfer (2003)
Cerradão/fragmento	6.355,18	9,14	0,00030	Helfer (2003)
Eucalipto	220,54	0,32	0,12	Silva <i>et al.</i> , (2014)
Pastagem	3.158,95	4,55	0,125	Bertoni e Lombardi Neto (2014)
Áreas agrícola/culturas anuais	53.438,93	76,89	0,2	Barbosa (2015)
Construção rural	71,21	0,10	0	Durães e Melo (2016)
Rodovia pavimentada	110,31	0,16	0	Durães e Melo (2016)
Área urbana	442,08	0,64	0,001	Farinasso <i>et al.</i> , (2006)
Solo exposto	251,53	0,36	1	Bertoni e Lombardi Neto (2014)
Água	83,90	0,12	0	Ferreira <i>et al.</i> , (2019)
Total	69.502,79	100	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 7 – Uso e cobertura da terra (A) e Fator CP (B) na BHRM



Fonte: Elaborado pelos autores na projeção UTM Zona 22S, SIRGAS 2000

Os resultados mais expressivos espacialmente são as áreas agrícolas/culturas anuais (principalmente soja e milho) (76,89%), seguidos da vegetação nativa do Cerrado (16,86%), composta por fragmentos de Cerradão (9,14%), campo sujo (4,37%), mata ciliar e de galeria (3,35%). A Pastagem representa 4,55% do espaço. E com menor representatividade, são observadas as categorias de área urbana (0,64%), solo exposto (0,36%), eucalipto (0,32%), rodovia pavimentada (0,16%), água (0,12%) e construção rural (0,10%). Os resultados do Fator CP variaram de 0 a 1, em que os menores valores são associados as categorias que apresentam menor propensão a erosão, e quanto maior for o valor, maior a exposição do solo aos processos erosivos (Tabela 4; Figura 7).

3.6 Erosão Real (ER)

Na Tabela 5 e Figura 8 são apresentados os resultados da ER anual, conforme a classificação de Beskow *et al.*, (2009). A ER na BHRM variou de 0 (ligeira) a 6.625,56 tn.mm.ha⁻¹.ano⁻¹ (extremamente alta), com domínio das categorias ligeira (53,24%), muito alta (16,20%) e alta (9,75%). E na Tabela 6, conforme a classificação da FAO, UNEP e UNESCO (1994), o grau de ER predominante é da classe nenhuma ou baixa

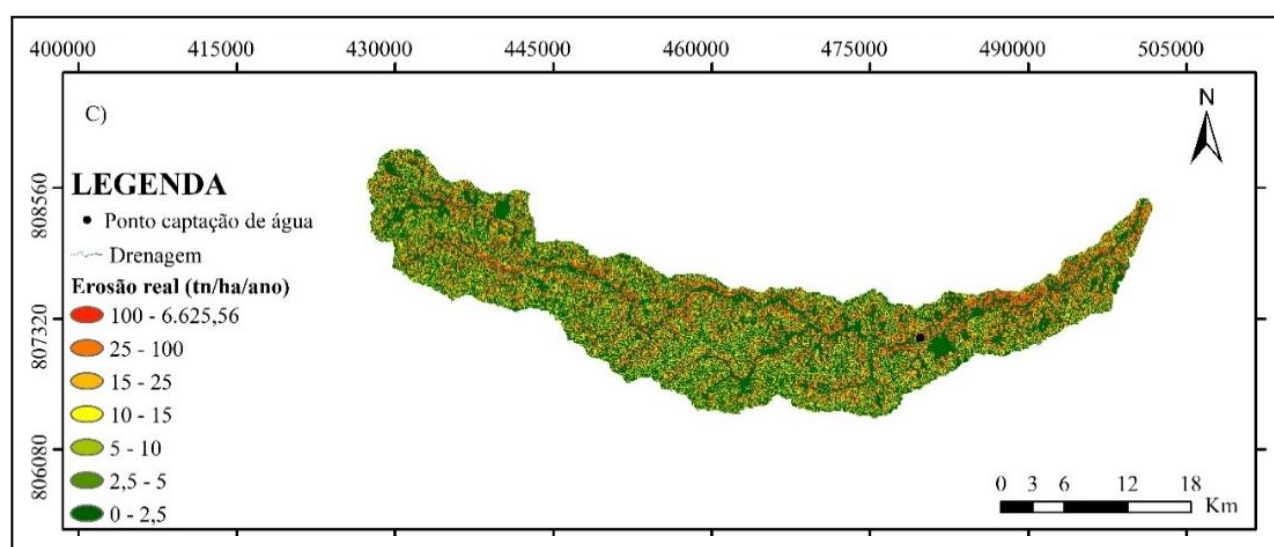
(65,48%), com menor representatividade das classes moderada (25,47%), alta (7,92%) e muito alta (1,13%).

Tabela 5 – Erosão Real anual na BHRM

Perda de solo (tn.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Área em km ²	Área em %
0 - 2,5 (Ligeira)	370,03	53,24
2,5 - 5 (Ligeira - moderada)	23,85	3,43
5 - 10 (Moderada)	49,97	7,19
10 - 15 (Moderada - alta)	47,09	6,78
15 - 25 (Alta)	67,77	9,75
25 - 100 (Muito alta)	112,60	16,20
> 100 (Extremamente alta)	23,71	3,41
Total	695,02	100

Fonte: Elaborado pelos autores, conforme classificação de Beskow *et al.* (2009)

Figura 8 – Erosão Real anual na BHRM



Fonte: Elaborado pelos autores na projeção UTM Zona 22S, SIRGAS 2000, conforme classificação de Beskow *et al.* (2009)

Tabela 6 – Erosão Real na BHRM

Perda de solo (tn.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Área em km ²	Área em %
< 10 (Nenhuma ou Baixa)	455,13	65,48
10 - 50 (Moderada)	177,03	25,47
50 - 200 (Alta)	55,01	7,92
> 200 (Muito alta)	7,85	1,13
Total	695,02	100

Fonte: Elaborado pelos autores, conforme classificação da FAO, UNEP e UNESCO (1981)

4 DISCUSSÃO

A erosividade média anual no Brasil apresenta ampla variabilidade espacial, oscilando entre 1.672 e 22.452 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹, com mais de 50% dos registros acima de 7.357 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹, o que caracteriza condições de elevado risco erosivo, sobretudo nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (Carvalho, 2008). Isso reflete um cenário de alta vulnerabilidade ambiental, especialmente em áreas de uso agrícola intensivo, onde o impacto das chuvas sobre solos expostos tende a ser mais severo (Oliveira *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2020; Machado *et al.*, 2022). Na Bacia Hidrográfica do Rio Montividiu (BHRM), essa condição relaciona-se diretamente com a intensificação da exploração agrícola e com a concentração sazonal das chuvas, favorecendo o escoamento superficial e a mobilização de partículas do solo (Rieger *et al.*, 2016).

Dados da Embrapa corroboram a caracterização da erosividade como forte na área de estudo, reforçando a importância da identificação espacial de áreas mais vulneráveis como subsídio ao planejamento conservacionista e à formulação de estratégias de manejo do solo (Lima *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2011; Andrade; Rovani, 2022). A manutenção da cobertura vegetal destaca-se como elemento fundamental na regulação do escoamento superficial, na proteção dos horizontes superficiais do solo e na promoção da segurança alimentar, sobretudo em regiões onde a agropecuária constitui a principal atividade econômica (Freitas; Landers, 2014; Godoi *et al.*, 2021; Vieira *et al.*, 2021; Souza, 2023; Marcinkowski *et al.*, 2022).

Ao comparar os valores de erosividade obtidos na BHRM com aqueles registrados na bacia hidrográfica do Rio Verdinho, observa-se proximidade nos valores mínimos, embora haja discrepância nos valores máximos (Alves *et al.*, 2022), atribuída à maior extensão territorial da bacia vizinha. Essa diferença reforça a relação existente entre área da bacia e heterogeneidade pluviométrica, uma vez que bacias de maior dimensão tendem a apresentar maior variabilidade espacial das chuvas. Tal

heterogeneidade influencia diretamente na distribuição da erosão e na eficiência dos modelos de predição, demandando análises espaciais mais refinadas.

A erodibilidade dos solos no Cerrado goiano é influenciada por múltiplos fatores, sobretudo pela saturação hídrica durante o período chuvoso e pelas características físico-químicas e estruturais dos solos (Castro *et al.*, 2011). Na BHRM, essa condição manifesta-se especialmente nos Gleissolos, que ocupam áreas deprimidas próximas aos cursos hídricos e apresentam drenagem imperfeita, favorecendo a concentração de água e aumentando a suscetibilidade à erosão quando associados à ausência de cobertura vegetal. Por outro lado, os Latossolos, predominantes na bacia, caracterizam-se por elevada porosidade, estrutura granular e maior estabilidade dos agregados, o que lhes confere menor erodibilidade e maior resistência ao impacto das gotas de chuva (Silva *et al.*, 2015; Raimo *et al.*, 2019).

A influência conjunta de atributos físico-químicos, mineralógicos e morfoestruturais exerce papel determinante na dinâmica da erodibilidade (Barbosa *et al.*, 2019; Vieira *et al.*, 2021; Madenoglu *et al.*, 2020). Conforme Silva *et al.* (1999), ambientes com elevada diversidade pedológica e heterogeneidade do relevo apresentam maior variação do fator K, o que não foi observado na BHRM, onde os valores variaram entre 0,0131 e 0,02 tn.h.MJ⁻¹.mm⁻¹, em função da presença de apenas três classes de solo. Ademais, a utilização do mapa de solos na escala de 1:250.000 impõe limitações à identificação de variações pedológicas locais, resultando em unidades mais generalizadas e possível subestimação da variabilidade espacial do fator K.

Os Gleissolos, apesar de apresentarem erodibilidade média, tendem a ter sua vulnerabilidade reduzida quando associados à presença de mata ciliar, que atua como importante zona tampão na proteção dos Recursos Hídricos (Godoi *et al.*, 2021). Já os Latossolos demonstram maior estabilidade estrutural, sendo menos suscetíveis aos processos erosivos em condições de cobertura vegetal preservada (Raimo *et al.*, 2019).

Entretanto, a conversão dessas áreas para usos agrícolas intensivos pode comprometer essa estabilidade e aumentar a exposição do solo aos processos erosivos.

A correspondência espacial entre o Fator LS e a Erosão Potencial evidencia a expressiva influência do relevo na dinâmica dos processos erosivos, sobretudo em áreas com maior declividade e proximidade dos cursos d'água. Esse comportamento é consistente com outros estudos desenvolvidos em ambientes semelhantes, onde o relevo ondulado intensifica o escoamento superficial e o transporte de sedimentos (Botelho *et al.*, 2015; Alewell *et al.*, 2019). Em áreas planas, por sua vez, a perda de solo mostra-se mais sensível à inclinação do que ao comprimento da rampa, indicando a importância do fator declividade na modelagem erosiva.

O uso inadequado do solo associado à expansão agrícola constitui fator crítico na intensificação dos processos erosivos na BHRM (Rieger *et al.*, 2016). Em Goiás, a ausência de práticas conservacionistas, como terraceamento, cultivo em nível e cobertura permanente do solo, agrava a vulnerabilidade, especialmente em áreas ocupadas por sistemas agrícolas mecanizados (Cruvinel, 2016; Pereira, 2022). Esses ambientes promovem maior exposição do solo e aumento do escoamento superficial, intensificando a perda de sedimentos (Silva *et al.*, 2020).

Resultados semelhantes foram observados em estudos realizados na bacia do Rio Verdinho, onde aproximadamente 62,83% da área apresentou perdas entre leves e moderadas, enquanto 37,17% da área total corresponde a perdas de erosão de moderadas a extremamente altas, padrão semelhante ao observado na BHRM, que registrou valores próximos (63,86% e 36,14% para classes leves/moderadas e moderadas/extremamente altas, respectivamente) (Alves *et al.*, 2022). Esses dados evidenciam coerência regional e reforçam a eficiência da USLE como ferramenta de diagnóstico ambiental em bacias do Cerrado.

As fitofisionomias do Cerrado demonstram maior resistência aos processos erosivos, destacando-se a importância da preservação da cobertura vegetal como estratégia essencial de conservação do solo e dos recursos hídricos (Pereira; Cabral, 2021).

Nesse contexto, programas como o Produtor de Água configuram-se como instrumentos relevantes para a recuperação ambiental e a promoção do uso sustentável dos recursos naturais (Akashi Júnior, 2020; Fonseca, 2022; Toledo, 2022; Akashi Júnior; Laranja, 2024). Todavia, a expansão agrícola no bioma Cerrado continua representando um desafio significativo frente à demanda por produção e à ausência de gestão sustentável em parte do território (Santos *et al.*, 2021; Meinen; Robinson, 2021).

Por fim, a espacialização da Erosão Real na BHRM evidencia que os maiores valores estão associados à combinação entre elevada declividade (Fator LS) e uso intensivo do solo para cultivo agrícola, expondo os horizontes superficiais à erosão sazonal e potencializando a degradação ambiental. Esse padrão é corroborado por estudos realizados em outras bacias hidrográficas brasileiras, como o Rio Verdinho, Córrego do Ajudante e Rio Caiapó, reforçando a necessidade de intervenções integradas de manejo e conservação do solo (Melo *et al.*, 2021; Lamana, 2020; Santos *et al.*, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo evidenciam a vulnerabilidade da Bacia Hidrográfica do Rio Montividiu (BHRM) aos processos de erosão laminar, destacando a importância da cobertura vegetal na proteção dos recursos hídricos e do solo. A aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (USLE) integrada com geotecnologias permitiu identificar áreas críticas de maior suscetibilidade, principalmente nas proximidades dos cursos d'água, onde o relevo acidentado e o uso intensivo para a agricultura contribuem para o aumento da erosão.

O predomínio de cultivos agrícolas, como soja e milho, em áreas de maior risco erosivo, reforça a necessidade de intervenções focadas em práticas de manejo sustentável e conservação do solo. Além disso, a análise dos fatores erosividade, erodibilidade e topografia (Fator LS) revelou a importância de estratégias de uso e manejo que priorizem a manutenção da vegetação nativa, especialmente nas áreas mais suscetíveis identificadas.

Os produtos cartográficos gerados fornecem subsídios valiosos para o planejamento ambiental e indicam a urgência de ações de conservação e restauração ecológica na BHRM, visando mitigar os impactos erosivos e promover a sustentabilidade a longo prazo. Assim, recomenda-se a implementação de políticas públicas e incentivos, como o Programa Produtor de Água, para restaurar e preservar os serviços ecossistêmicos locais.

REFERÊNCIAS

- ABDULKAREEM, J. H.; Pradhan, B.; Sulaiman, W. N. A.; JAMIL, N. R. Prediction of spatial soil loss impacted by long-term land-use/land-cover change in a tropical watershed. **Geoscience Frontiers**, v. 10, n. 2, p. 389-403, mar. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **HidroWeb v3.1.1**: séries históricas de precipitação. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 2020.
- ALEWELL, C.; BORELLI, P.; MEUSBURGER, K.; PANAGOS, P. Using the USLE: chances, challenges and limitations of soil erosion modelling. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 7, n. 3, p. 203-225, set. 2019.
- ALVES, W. S.; MARITNS, A. P.; AQUINO, D. S.; MORAIS, W. A.; PEREIRA, M. A. B.; SALEH, B. B. Análise do uso da terra, da cobertura vegetal e da morfometria da bacia do Ribeirão Douradinho, no sudoeste de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 03, p. 1093-1113, jun. 2019.
- ALVES, W. S.; MARTINS, A. P.; SCOPEL, I. Análise da evolução temporal do uso e cobertura da terra na bacia do Ribeirão da Laje, no Sudoeste de Goiás, de 1987 a 2017. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 74, abr. 2020.
- ALVES, W. S. MARTINS, A. P. MORAIS, W. A.; PÔSSA, E. M.; CASTRO, R. M.; MOURA, D. M. B. USLE modelling of soil loss in a Brazilian cerrado catchment. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 27, p. 100788, ago. 2022.
- ANESEYEE, A. B.; ELIAS, E.; SOROMESSA, T.; FEYISA, G. L. Land use/land cover change effect on soil erosion and sediment delivery in the Winike watershed, Omo Gibe Basin, Ethiopia. **Science of The Total Environment**, v. 728, p. 138776, aug. 2020.
- ANJOS, J. C. R.; ALMEIDA, F. P.; FERREIRA, K. R. S.; SILVA, D. C.; EVANGELISTA, A. W. P.; ALVES JUNIOR, J.; SILVA, G. C.; BRANQUINHO, R. G. Intensidade e distribuição no espaço-tempo da erosividade da chuva no estado de Goiás e Distrito Federal. **Scientific Electronic Archives**, v. 13, n. 10, p. 1-8, out. 2020.

AKASHI JUNIOR, J. **Modelagem multitemporal da estimativa de perda de solos e análise da eficiência do programa produtor de água na bacia hidrográfica das nascentes do rio Araguaia - GO/MT. 2020.** 201p.Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, 2020.

AKASHI JUNIOR, J.; LARANJA, R. E. de P. **Modelagem multitemporal da estimativa de perda de solos e análise da eficiência do programa produtor de água na bacia hidrográfica das nascentes do Rio Araguaia - GO/MT.** In: SEVEN INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY CONGRESS, V., 2024, Itupeva (SP). **Anais...** Itupeva: SEVEN, 2024. p. 1-36.

ANDRADE, M. V. M.; ROVANI, F. M. Análise da vulnerabilidade natural à perda de solo do município de Ivorá - RS. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 26, p. e37, nov. 2022.

BARBOSA, A. F.; OLIVEIRA, E. F.; MIOTO, C. L.; PARANHOS FILHO, A. C. Aplicação da Equação Universal de Perda do Solo (USLE) em Softwares Livres e Gratuitos. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 38, n. 1, p. 170-179, abr. 2015.

BARBOSA, R. S.; MARQUES JÚNIOR, J.; BARRÓN, V.; MARTINS FILHO, M. V.; SIQUEIRA, D. S.; PELUCO, R. G.; CAMARGO, L. A.; SILVA, L. S. Prediction and mapping of erodibility factors (USLE and WEPP) by magnetic susceptibility in basalt-derived soils in northeastern São Paulo state, Brazil. **Earth Science**, v. 78, n. 12, p. 1-12, jan. 2019.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 9. ed. São Paulo: Ícone, 2014.

BESKOW, S.; MELLO, C.R.; NORTON, L. D.; CURI, N.; VIOLA, M.R.; AVANZI, J. C. Soil erosion prediction in the Grande River Basin, Brazil using distributed modeling. **Catena**, v. 79, n. 1, p. 49-59, out. 2009.

BOTELHO, T. H. A.; JÁCOMO, S. A.; GRIEBELER, N. P. Previsão da perda de solo na sub-bacia do Ribeirão Moreira utilizando geoprocessamento e o modelo USLE. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: O SOLO E SUAS MÚLTIPLAS FUNÇÕES. 2015. Natal. **Anais do xxxv congresso brasileiro de ciência do solo.** Disponível em: https://eventossolos.org.br/cbcs2015/anais/index_intc0cb.html

BRASIL. **Mapeamento do uso e cobertura do cerrado:** projeto TerraClass Cerrado 2013. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2015. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/ Metodologia_TCCerrado_2013.pdf.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, p. 40-55, mar. 2014.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática.** Rio de Janeiro: CPRM, 1994.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática.** 2. ed., rev., atual. e ampliada. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CARVALHO, F.; RODRIGUES, S. C. Método Curve Number – pesquisas e discussões dos parâmetros valor CN e abstração inicial. **Geografia Ensino & Pesquisa**, [S. l.], v. 25, p. e31, dez. 2021.

CASTRO, R. M.; ALVES, W. S.; MARCIONILIO, S. M. L. O.; MOURA, D. M. B.; OLIVEIRA, D. M. S. Soil losses related to land use and rainfall seasonality in a watershed in the Brazilian Cerrado. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 119, p. 104020, nov. 2022.

CASTRO, W. J.; LEMKE-DE-CASTRO, M. L.; LIMA, J. O.; RODRIGUES, C.; FIGUEIREDO, C. C. Erodibilidade de Solos do Cerrado Goiano. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente (RAMA)**, v. 4, n. 2, mai/ago. 2011.

COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, n. 1, 1960.

CREMON, E. H.; ABREU, L. L.; SANTOS, D. A.; TONIN, A. M.; BAYER, M.; PEREIRA, A. C. Hydrological shifts in the Cerrado's largest free-flowing river under land use and climate pressure. **Journal of South American Earth Sciences**, p. 105615, mai. 2025.

CRUVINEL, K. A. S. **Avaliação da variabilidade de qualidade ambiental de bacias de mananciais de abastecimento público com a aplicação de um índice para o estado de Goiás**. 2016. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

DERMACHI, J. C.; ZIMBACK, C. R. L. Mapeamento, erodibilidade e tolerância de perda de solo na sub-bacia do Ribeirão das Perobas. **Revista Energia na Agricultura**, v. 29, n. 2, p. 102-114, jun. 2014.

DURÃES, M. F.; MELLO, C. R. Distribuição espacial da erosão potencial e atual do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, MG. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 677-685, de, 2016.

ERDOGAN, H. E.; HAVLICEK, E.; DAZZI, C.; MONTANARELLA, L.; LIEDEKERKE, M. V.; VRŠČAJ, B. KRASILNIKOV, P.; KHASANKHANOVA, G. Soil conservation and sustainable development goals (SDGs) achievement in Europe and central Asia: Which role for the European soil partnership? **International Soil and Water Conservation Research**, v. 9, n. 3, p. 360-369, set. 2021.

ESRI. ArcGIS **Desktop**: Release 10.8.1. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2020.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture, Soil Survey Division, Soil Conservation Service, Soil Survey Staff. **Soil survey manual**. Revised and enlarged edition. Washington, D.C.: USDA, Agriculture Handbook, 18, 1993.

FAO; UNEP; UNESCO. **Métodos de Estimación de la Erosión Hídrica**. Espanha: Editorial Agrícola Española, S.A., 1994.

FARINASSO, M.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; RAMOS, V. M. Avaliação Qualitativa do Potencial de Erosão Laminar em Grandes Áreas por Meio da Equação Universal de Perdas de Solos Utilizando Novas Metodologias em SIG para os Cálculos dos seus Fatores na Região do Alto Parnaíba PI-MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 2, dez. 2006.

FERREIRA, A. B. R.; PEREIRA, G.; FONSECA, B. M. COSTA, J. C.; CARDOZO, F. S. Estimativa de perda de solo no oeste da Bahia (Brasil) a partir da alteração do uso e cobertura da terra. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 72, dez. 2019.

DA FONSECA, C. A. B.; AL-ANSARI, N.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G.; ZEROUALI, B.; OLIVEIRA, D. B.; ELBELTAGI, A. Investigating relationships between runoff-erosion processes and land use and land cover using remote sensing multiple gridded datasets. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 11, n. 5, p. 272, apr. 2022.

FONSECA, M. R. S. **Impactos hidrológicos da restauração ambiental de uma área de carste nos Cerrados**. 2022. 123 f., il. Tese (Doutorado em Geografia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

FREITAS, P. L.; LANDERS, J. N. The Transformation of Agriculture in Brazil Through Development and Adoption of Zero Tillage Conservation Agriculture. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 2, n. 1, p. 35-46, mar. 2014.

FUENTES-LLANILLO, R.; TELLES, T. S.; SOARES JUNIOR, D.; MELO, T. R.; FRIEDRICH, T.; KASSAM, A. Expansion of no-tillage practice in conservation agriculture in Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 208, p. 104877, apr. 2021.

FUNDAÇÃO RURAL MINAS - RURALMINAS. **Mapa de Solos do Plano Diretor da Bacia do Rio Paranaíba, na escala 1:250.000**, geração 01 de março de 2005.

GODOI, R. F.; RODRIGUES, D. B. B.; BORRELLI, P. OLIVEIRA, P. T.S. High-resolution soil erodibility map of Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 781, p. 146673, ago. 2021.

GOOGLE. **Google Earth Pro**. Versão 2020. Imagem de áreas localizadas na bacia hidrográfica do Rio Montividiu (GO). Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/desktop/>.

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD. Goiás. **Planilhas de dados: usos por bacias hidrográficas**. Disponível em: <https://www.meioambiente.go.gov.br/component/content/article/120-meio-ambiente/outorga-de-%C3%A1gua/1063-planilhas-de-dados-usos-por-bacias-hidrograficas.html?Itemid=101>. Acesso em: 29 jul. 2020.

GUO, M.; CHEN, Z. WANG, W.; WANG, T.; WANG, W.; CUI, Z. Revegetation induced change in soil erodibility as influenced by slope situation on the Loess Plateau. **Science of The Total Environment**, v. 772, p. 145540, jun. 2021.

HELPER, F.; LOPES, F.; RISSO, A.; BELTRAME, L.; MERTEN, G. Estimativa de Perda de Solo por Erosão Laminar na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá Usando Técnicas de Geoprocessamento. In: HELPER, F. (Ed.). **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo, SP, 2003. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/154/232.pdf>.

HERMUCHE, P. M.; GUIMARÃES, G. M. A.; CASTRO, S. S. Análise dos compartimentos morfopedológicos como subsídio ao planejamento do uso do solo em Jataí – GO. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, n. 26, p. 113-131, nov. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Manuais Técnicos em Geociências, n. 7. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **HAND Model**: a new look over the landscape. 2020a. Disponível em: <http://handmodel.ccst.inpe.br/>. Acesso em: 21 dez. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Catálogo para pesquisa de imagens do CBERS-4A. 2020b**. Disponível em: <http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>. Acesso em: 20 nov. 2020.

KLINK, C. A.; SATO, M. N.; CORDEIRO, G. G.; RAMOS, M. I. M. The Role of Vegetation on the Dynamics of Water and Fire in the Cerrado Ecosystems: Implications for Management and Conservation. **Plantas**, v. 9, n. 12, p. 1803, dez. 2020.

KUSI, K. K.; KHATTABI, A.; MHAMMDI, N.; LAHSSINI, S. Prospective evaluation of the impact of land use change on ecosystem services in the Ourika watershed, Morocco. **Land Use Policy**, v. 97, p. 104796, set. 2020.

LAMANA, M. S. Aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (USLE) em uma microbacia hidrográfica urbana. In: **XIV Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, Transporte de Sedimentos: da bacia hidrográfica até a foz, Campinas/SP**, 9-13 nov. 2020. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?job=6847>.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, mar.1977.

LEITE-FILHO, A. T.; SOARES-FILHO, B. S.; OLIVEIRA, U.; COE, M. Intensification of climate change impacts on agriculture in the Cerrado due to deforestation. **Nature Sustainability** v. 8, p. 34-43 dez. 2025.

LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 1. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

LIMA, C. G. R.; CARVALHO, M. P.; SOUZA, A.; COSTA, N. R.; MONTANARI, R. Influência de atributos químicos na erodibilidade e tolerância de perda de solo na bacia hidrográfica do baixo São José dos Dourados. **Revista Geociências**, v. 35, n. 1, p. 63-76, dez. 2016.

LIMA, G. S. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Modelagem da perda superficial de solo para cenários de agricultura e pastagem na região metropolitana de Goiânia. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 70, n. 4, p. 1510-1536, dez. 2018.

LIMA, G. S. A. de; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Qualidade da paisagem e perdas de solo frente à simulação de cenários ambientais no Cerrado, Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 407-419, jun. 2022.

LIMA, E. P.; XAVIER, J. P. S.; BARROS, A. H. C.; SILVA, B. B. **Erosividade da chuva do Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2023. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1159615/1/CNPS-BPD-286-2023.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia**, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.

LOPES, V. C.; PARENTE, L. L.; BAUMANN, L. R. F.; MIZIARA, F.; FERREIRA, L. G. Land-use dynamics in a Brazilian agricultural frontier region, 1985-2017. **Land Use Policy**, v. 97, p. 104740, set. 2020.

MACHADO, G. O.; VELOSO, M. F.; AMORIM, R. S. S.; SILVA, D. D.; RODRIGUES, L. N. Estimativa e classificação do potencial de perda de solo na bacia do Rio Borrachudo entre 1990 e 2020. In: Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 4. 2020. **Anais Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Belo Horizonte (MG): Hotel Ramada By Windham, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/IVSBHSF/495502-ESTIMATIVA-E-CLASSIFICACAO-DO-POTENCIAL-DE-PERDA-DE-SOLO-NA-BACIA-DO-RIO-BORRACHUDO-ENTRE-1990-E-2020>.

MADENOGLU, S.; ATALAY, F.; ERPUL, G. Uncertainty assessment of soil erodibility by direct sequential Gaussian simulation (DSIM) in semiarid land uses. **Soil and Tillage Research**, v. 204, p. 104731, out. 2020.

MAINA, F. Z.; SIIRILA-WOODBURN, E. R.; NEWCOMER, M.; XU, Z.; STEEFEL, C. Determining the impact of a severe dry to wet transition on watershed hydrodynamics in California, USA with an integrated hydrologic model. **Journal of Hydrology**, v. 580, p. 124358, jan. 2020.

MANNIGEL, A. R.; CARVALHO, M. P.; MORETI, D.; MEDEIROS, L. R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 24, p. 1335-1340, 2002.

MARCINKOWSKI, P.; SZPORAK-WASILEWSKA, S.; KARDEL, I. Assessment of soil erosion under long-term projections of climate change in Poland. **Journal of Hydrology**, v. 607, p. 127468, apr. 2022.

McCOOL, D. K.; BROWN, L. C.; FOSTER, G. R.; MUTCHLER, C. K.; MEYER, L. D. Revised slope steepness factor for the universal soil loss equation. **Transactions of the ASAE**, v. 30, n. 5, p. 1387-1396, 1987.

MEINEN, B. U.; ROBINSON, D. T. Agricultural erosion modelling: Evaluating USLE and WEPP field-scale erosion estimates using UAV time-series data. **Environmental Modelling & Software**, v. 137, p. 104962, mar. 2021.

MELO, A. C. A.; ALBUQUERQUE, L. B.; VILELA, M. F. Relação do uso e da ocupação do município de Águas Lindas e seus impactos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 02, p. 634-649, jun. 2021.

MENGUE, V. P.; FREITAS, M. W. D.; SILVA, T. S.; FONTANA, D. C. SCOTTÁ, F. C. LAND-USE and land-cover change processes in Pampa biome and relation with environmental and socioeconomic data. **Applied Geography**, v. 125, p. 102342, dez. 2020.

MORAIS, R. C. S.; SALES, M. C. L. Estimativa do Potencial Natural de Erosão dos Solos da Bacia Hidrográfica do Alto Gurguéia, Piauí – Brasil, com uso de Sistema de Informação Geográfica. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 1, nov. 2017.

MOURA, D. M. B.; OLIVEIRA, I. J.; NASCIMENTO, D. T. F.; SOUSA, F. A. Refinamento do mapa de solos da alta bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Marta, estado de Goiás, Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 30, n. 62, p. 865-889, ago. 2020.

OLIVEIRA, P. T. S.; SOBRINHO, T. A.; RODRIGUES, D. B. B.; PANACHUKI, E. Erosion Risk Mapping Applied to Environmental Zoning. **Water Resources Management**, v. 25, p. 1021-1036, 2011.

OLIVEIRA, P. T. S.; WENDLAND, E.; NEARING, M. A. Rainfall erosivity in Brazil: A review. **Catena**, v. 100, p. 139-147, jan. 2013.

OLIVEIRA, V. A.; MELLO, C. R.; BESKOW, S.; VIOLA, M. R.; SRINIVASAN, R. Modeling the effects of climate change on hydrology and sediment load in a headwater basin in the Brazilian Cerrado biome. **Ecological Engineering**, v. 133, p. 20-31, ago. 2019.

OSTOVARI, Y.; GHORBANI-DASHTAKI, S.; BAHRAMI, H.; ABBASI, M.; DEMATTE, J. A. M.; ARTHUR, E.; PANAGOS, P. Towards prediction of soil erodibility, SOM and CaCO₃ using laboratory Vis-NIR spectra: A case study in a semi-arid region of Iran. **Geoderma**, v. 314, p. 102-112, mar. 2018.

PANDEY, S.; KUMAR, P.; ZLATIĆ, M.; NAUTIYAL, R.; PANWAR, V. P. Recent advances in assessment of soil erosion vulnerability in a watershed. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 9, n. 3, p. 305-318, set. 2021.

PELTON, J.; FRAZIER, E.; PICKILINGIS, E. **Calculating Slope Length Factor (LS) in the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)**. 2012. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/369984773/LS-Factor-in-RUSLE-with-ArcGIS-10-x-Pelton-Frazier-Pickilingis-2014-docx>. Acesso em 20 nov. 2025.

PEREIRA, M. A. B.; ALVES, W. S.; CASTRO, R. M.; MORAIS, W. A.; PÔSSA, E. M. Spatial analysis of the soil erosion in the hydrographic basin of Formoso River: subsidy to politics of land use and environmental preservation in a region of Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira De Geografia Física**, v. 16, n. 4, p. 2145-2170, jul. 2023.

PEREIRA, M. A. B. **Análise da erosão hídrica na bacia hidrográfica do córrego Indaiá (estado de Goiás – Brasil) por meio de modelagem matemática e geotecnologias**. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Engenharia Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2656>.

PEREIRA, T. S. R.; SANTOS, K. A.; SILVA, B. F.; FORMIGA, K. T. M. Determinação e espacialização da perda de solo da bacia hidrográfica do Córrego Cascavel, Goiás. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 9, n. 2, p. 76-93, dez. 2015.

PEREIRA, M. D. R.; CABRAL, J. B. P. Perda de solo no alto curso das bacias hidrográficas dos ribeirões Taquaruçu Grande e Taquaruçuzinho, Palmas (TO). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 01, p. 332-339, abr. 2021.

MAPBIOMAS. **Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra do Brasil entre 1985 a 2022**. 2023. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/09/FACT_port-versao-final.pdf.

RAIMO, L. A. L.; AMORIM, R. S. S.; TORRES, G. N.; BOCUTI, E. D.; COUTO, E. G. Variabilidade espacial da erodibilidade no estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 55-67, fev. 2019.

RENNÓ, C. D.; NOBRE, A. D.; CUARTAS, L. A.; SOARES, J. V.; HODNETT, M. G.; TOMASELLA, J.; WATERLOO, M. J. HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 9, p. 3469-3481, set. 2008.

RICHARDS, J. A.; JIA, X. **Remote sensing digital image analysis: an introduction**. 4. ed. Berlin: Springer, 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-29711-1>. Acesso em: Acesso em 17 nov. 2025. DOI 10.1007/3-540-29711-1

RIEGER, F. A.; ZOLIN, C. A.; PAULINO, J.; SOUZA, A. P.; MATOS, E. S.; MAGALHÃES, C. A. S.; FARIAS NETO, A. L.; Water Erosion on an Oxisol under Integrated Crop-Forest Systems in a Transitional Area between the Amazon and Cerrado Biomes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, p. 1-12, set. 2016.

ROCHA, B. G. S.; VALLADARES, G. S.; CRUZ, N. N. L.; AQUINO, C. M. S. Variabilidade espacial em grande escala do fator K por diferentes métodos indiretos no domínio dos Mares dos Morros. **Geografia Ensino & Pesquisa**, [S. l.], v. 25, p. e13, jul. 2021.

ROCHA JUNIOR, P. R.; PIRES, F. R.; LIMA, M. M.; MENEZES, J. F. S.; VIANA, D. G. How does pig slurry fertilization influence percolated water and runoff erosion? A study of the soybean cycle in Brazilian Cerrado soil. **Catena**, v. 157, p. 205-212, out. 2017.

RODRIGUES, J. A. M.; MELLO, C. R.; VIOLA, M. R.; RODRIGUES, M. C. Estimativa da vulnerabilidade dos solos à erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio Cervo-MG. **Geociências**, v. 36, n. 3, p. 531-542, out. 2017.

SANO, E. E.; RODRIGUES, A. A.; MARTINS, E. S.; BETTIOL, G. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; BEZERRA, A. S.; COUTO JR, A. F.; VASCONCELOS, V.; SCHÜLER, J.; BOLFE, E. L. Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**, v. 232, p. 818-828, fev. 2019.

SANTOS, R. D. *et al.* **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

SANTOS *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, G. L.; PEREIRA, M. G.; DELGADO, R. C.; MAGISTRALI, I. C.; SILVA, C. G.; OLIVEIRA, C. M. M.; LARANGEIRA, J. P. B.; SILVA, T. P. Degradation of the Brazilian Cerrado: Interactions with human disturbance and environmental variables. **Forest Ecology and Management**, v. 482, 118875, fev. 2021.

SANTOS, R. C. R.; SANTOS, A. A. S.; ROMÃO, P. A.; OLIVEIRA, I. J. Vulnerabilidade ambiental e potencial de perda de solo no entorno de atrativos turísticos em paisagens de Cerrado, na bacia do rio Caiapó, Caiapônia (GO) - Brasil. **Água y Territorio / Água e Paisagem**, [S. l.], n. 23, e7325, set. 2023.

SILVA, A. C. A.; RIBEIRO, H. J.; SANTOS, G. R.; KOPP, K. A. Análise temporal da suscetibilidade do entorno do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – Goiás. **Geoambiente Online**, v. 37, p. 261-281, jul. 2020.

SILVA, A. M. Rainfall erosivity map for Brazil. **Catena**, v. 57, n. 3, p. 251-259, ago. 2004.

SILVA, E. E. R. **Modelagem de perda de solo por erosão laminar em cenários pré e pós Cadastro Ambiental Rural no Município de Mineiros-GO**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Sustentáveis), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ifg.edu.br:8080/handle/prefix/974>. Acesso em: 19 jul. 2024.

SILVA, F. A. M.; NAUDIN, K.; CORBEELS, M.; SCOPEL, E.; AFFOLDER, F. Impact of conservation agriculture on the agronomic and environmental performances of maize cropping under contrasting climatic conditions of the Brazilian Cerrado. **Field Crops Research**, v. 230, p. 72-83, jan. 2019.

SILVA, M. A.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, A. H.; AVANZI, J. C.; NORTON, L. D. Previsão de risco de erosão hídrica em plantações de eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, mar/abr. 2014.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; LIMA, J. M.; FERREIRA, D. F. Proposição de modelos para estimativa da erodibilidade de latossolos brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, dez. 1999.

SILVA, R. B. M.; FRANCELINO, M. R.; MOURA, P. A.; MOURA, T. A.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, C. P. Relação solo/vegetação em ambiente de Cerrado sobre influência do grupo Urucuia. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 2, p. 363-373, abr/jun. 2015.

SOUZA, A. F. M. **Perda de água e solo em dois solos sob diferentes coberturas em Mambá - GO**. 2023. P.45. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal), Universidade de Brasília, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2656>. Acesso em: 19 jul. 2024.

SISTEMA ESTADUAL DE GEOINFORMAÇÃO DE GOIÁS – SIEG. **Downloads/SIG – Shapefiles**. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 14 out. 2020.

SPERA, S. Agricultural intensification can preserve the Brazilian Cerrado: applying lessons to Brazil's from Mato Grosso and Goiás last agricultural frontier. **Tropical Conservation Science**, v. 10, p. 1-7, ago. 2017.

TOLEDO, A. C. **Perda de água e solo em zona de carste restaurada nos cerrados**. 2022. p. 40. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal), Universidade de Brasília, 2022. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/33462>. Acesso em: 19 jul. 2024.

TOPODATA. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Folhas 17S525 e 17S51_. Altitude e declividade, 2020. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 12 dez. 2020.

TRIGUEIRO, W. R.; NABOUT, J. C.; TESSAROLO, G. Uncovering the spatial variability of recent deforestation drivers in the Brazilian Cerrado. **Journal of Environmental Management**, v. 275, 111243, dez. 2020.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS. **EarthExplorer**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 25 set. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Mapa de Solos do Plano Diretor da Bacia do Rio Paranaíba, na escala 1:250.000**, geração 01 de março de 2005.

VALÉRIO FILHO, M. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao estudo integrado de bacias hidrográficas. In: FERREIRA, M. E. E.; CRUZ, M. C. P. (Eds.). Solos altamente suscetíveis a erosão. Jaboticabal: FCAV, 1994. p. 223-242.

VIEIRA, A. S.; VALLE JUNIOR, R. F.; RODRIGUES, V. S.; QUINAIA, T. L. S.; MENDES, R. G.; VALERA, C. A.; FERNANDES, L. F. S.; PACHECO, F. A. L. Estimating water erosion from the brightness index of orbital images: A framework for the prognosis of degraded pastures. **Science of The Total Environment**, v. 776, 146019, jul. 2021.

VIJITH, H.; HURMAIN, A.; DODGE-WAN, D. Impacts of land use changes and land cover alteration on soil erosion rates and vulnerability of tropical mountain ranges in Borneo. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 12, p. 57-69, nov. 2018.

VIVONE, G.; ALPARONE, L.; CHANUSSOT, J.; DALLA MURA, M.; GARZELLI, A.; LICCIARDI, G. A.; RESTAINO, R.; WALD, L. A critical comparison among pansharpening algorithms. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 53, n. 5, mai. 2015.

WANG, H.; WANG, J.; ZHANG, G. Impact of landscape positions on soil erodibility indices in typical vegetation-restored slope-gully systems on the Loess Plateau of China. **Catena**, v. 201, 105235, jun. 2021.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: United States Department of Agriculture, 1978. Disponível em: <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/PDF>.

ZHANG, Y. Understanding image fusion. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 70, n. 6, jun. 2004.

Contribuições de autoria

1 – Hevrli da Silva Carneiro Pilatti

Mestrado em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade pelo IFGoiano

<https://orcid.org/0000-0001-7913-7146> • hevrly@hotmail.com

Contribuição: Escrita – Revisão e edição

2 – Wellmo dos Santos Alves

Doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás

<https://orcid.org/0000-0003-3296-2469> • wellmo.alves@ifgoiano.edu.br

Contribuição: Escrita – Revisão e edição

3 – Nicolý Giroto Moraes

Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Jataí

<https://orcid.org/0000-0001-8130-1865> • girotonicolý@gmail.com

Contribuição: Escrita – Revisão e edição

4 – Lucas Peres Angelini

Doutorado em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso

<https://orcid.org/0000-0001-8943-7281> • lucas.angelini@ifgoiano.edu.br

Contribuição: Revisão

5 – Derick Martins Borges de Moura

Doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás

<https://orcid.org/0000-0003-3925-7412> • erickmartins@ufj.edu.br

Contribuição: Escrita – Revisão e edição

Como citar este artigo

PILATTI, H. S. C.; ALVES, W. S.; MORAIS, N. G.; ANGELINI, L. P.; MOURA, D. M. B. Avaliação da erosão do solo na bacia do rio Montividiu, estado de Goiás, Cerrado (Brasil): uma abordagem geoespacial. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 30, e89897, 2026. Disponível em: 10.5902/2236499489897. Acesso em: dia mês abreviado. ano.