

SUSCEPTIBILIDADE EROSIVA DOS SOLOS EM BACIAS HIDROGRAFICAS NO CERRADO GOIANO

Pedro Rogério Giongo¹, Gabriela de Camargo², Jaqueline Aparecida Batista Soares³, José Henrique da Silva Taveira³, Ana Paula Galvão Silva⁴, Adriana Rodolfo da Costa⁵

RESUMO: O uso e ocupação do solo e as atividades econômicas representam grandes fatores de exploração do solo, podendo preservar ou comprometer a qualidade do mesmo e dos recursos hídricos. Os principais problemas associados à degradação do solo e do ambiente estão relacionados ao aumento da compactação dos solos, redução da infiltração da água e favorecimento do escoamento superficial. As origens do processo erosivo podem ser agravadas por esses elementos, sendo desencadeadas por meio da ação antrópica, tornando os solos suscetíveis à erosão. O objetivo do trabalho concentrou-se em elaborar mapas de suscetibilidade erosiva antrópica e natural, através de banco de dados espaciais, tratamento de bases existentes e confecção de mapas temáticos, trabalhadas a partir da metodologia de análise de multicritério, cruzando as informações referentes aos componentes geomorfológicos da área de estudo. Através dos resultados foi possível concluir que apesar de ter apresentado suscetibilidade natural média na maior parte da área causada pela declividade e vegetação, a suscetibilidade à erosão por ação antrópica também remete a fatores de degradação, provocada pela urbanização e pastagem.

PALAVRAS-CHAVE: Erosão do solo, NDVI, SIG, Aptidão ao uso do solo.

EROSIVE SUSCEPTIBILITY OF SOILS THE WATERSHEDS IN THE CERRADO OF GOIÁS

ABSTRACT:. Land use and occupation, along with economic activities, are major factors in soil exploitation, which can either preserve or compromise its quality and that of water

¹ Prof Doutor, IACAS - UEG, curso de Agronomia, UEG, Quirinópolis, GO, E-mail: pedro.giongo@ueg.br

² Engenheira Agrícola, UEG, Santa Helena de Goiás, GO

³ Prof Doutor, Inst. Acad. de Ciências Agrárias e Sustentabilidade, Agronomia, UEG, Quirinópolis, GO

⁴ Mestranda em Pastagem e Forragicultura, PPAF-UEG, São Luis de Montes Belos, GO

⁵ Profª Doutora, Inst. Acad. de Ciências Agrárias e Sustentabilidade, Agronomia, UEG, Quirinópolis, GO

resources. The main problems associated with soil and environmental degradation are related to increased soil compaction, reduced water infiltration, and increased surface runoff. The origins of the erosion process can be worsened by these factors and are often triggered by human activity, making soils more susceptible to erosion. The objective of this study was to develop maps of anthropic and natural erosion susceptibility using spatial databases, processing of existing data, and the creation of thematic maps. This was carried out through a multi-criteria analysis methodology, integrating information related to the geomorphological components of the study area. Based on the results, it was concluded that although the area mostly showed moderate natural susceptibility due to slope and vegetation, erosion susceptibility caused by human activity is also linked to degradation factors such as urbanization and pasture use.

KEYWORDS: Soil erosion, NDVI, SIG, Land use suitability.

INTRODUÇÃO

A susceptibilidade erosiva de uma área depende de uma série de variáveis condicionantes, dentre elas, destacam-se vegetação, solo, declividade, pluviosidade, uso do solo e litologia. São fatores que, dependendo de sua situação atual, podem influenciar mais ou menos na susceptibilidade (Santos & Nascimento, 2019).

Considerando a análise de multicritério, são definidos pesos (0 – 100%) para cada variável de modo a diferenciar o grau de importância e correlação com o fenômeno em questão (susceptibilidade erosiva), e notas (1 a 5) para cada componente de legenda, de maneira que quanto maior a nota, maior a susceptibilidade erosiva (1: muito baixa; 2: baixa; 3: média; 4: alta; 5: muito alta). Os mapas finais são elaborados a partir do cruzamento dos parâmetros estabelecidos para as variáveis.

Apesar da importância e necessidade de analisar os fatores de uma maneira integrada, para a aplicação da metodologia de análise de multicritério deve ser pensada de modo isolado a cada item. A relação entre as variáveis resulta da aplicação do modelo, que necessariamente cruza todos os componentes (Moura, 2007).

A susceptibilidade erosiva de uma área depende de uma série de variáveis condicionantes, dentre elas, destacam-se vegetação, solo, declividade, pluviosidade, uso do solo e litologia. São fatores que, dependendo de sua situação atual, podem influenciar mais ou menos na susceptibilidade (Santos & Nascimento, 2019). O Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem

se mostrado uma ferramenta essencial para a análise espacial integrada de variáveis permitindo compreender e conter a degradação do solo (Assis et al., 2017).

A utilização do SIG associada aos produtos do sensoriamento remoto, reforçam a aquisição de dados e o processamento para geração de produtos, nessa perspectiva, a utilização de índices como o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) complementa a análise de dados ao indicar áreas com vegetação degradada, frequentemente associada a processos erosivos mais intensos (Barros et al., 2018)., O NDVI é um indicativo de presença e atividade fotossintética de cobertura vegetal, através da utilização de fórmulas matemáticas e bandas espectrais permite- se identificar e avaliar a presença ou ausência da cobertura vegetal (Sousa & Giongo, 2022).

A partir do exposto, o presente trabalho teve como objetivo obter o mapa de suscetibilidade erosiva natural e antrópica de bacias hidrográficas no município de Santa Helena de Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em bacias hidrográficas localizadas no Sudoeste do Estado de Goiás inserido no bioma Cerrado. Foram analisadas 4 bacias hidrográficas sobre a extensão do município de Santa Helena de Goiás, Rio Verde e Santo Antônio da Barra, com localização da área apresentada na Figura 1.

Para as delimitações das microbacias foi utilizado os produtos matriciais 17S51 e 18S51 da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) realizada pela NASA, os dados foram adquiridos junto ao Banco de Dados Geomorfométrico do Brasil (INPE, 2017). A delimitação foi realizada no software QGIS 3.18 As microbacias selecionadas para estudo foram: Campo Alegre, Boqueirão, Lagoa e Laje. Com os dados de altimetria foram utilizadas as ferramentas de MDE do software QGIS, para elaboração dos mapas de declividade.

Para caracterização do uso e cobertura do solo foi utilizada imagem do satélite CBERS 4, sensor MUX, órbita/ponto 160/120 com passagem em 17/07/2017 com resolução espacial de 20 metros e faixas espectrais do azul, verde, vermelho e infravermelho próximo. Para confecção do mapa do Índice de vegetação (NDVI), foi utilizado a imagem do CBERS 4, por meio da diferença entre as reflectâncias das bandas infravermelho próximo e vermelho.

A base cartográfica, litologia e classe de solo na escala de 1:50.000 foram disponibilizadas pelo Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG, 2025). As informações foram

recortadas para a área estudo. O Layer de proximidade de vias foi criado pela ferramenta de buffer, com distâncias de 5, 10, 25 e 50 metros, como referência os dados de rodovias do Estado de Goiás (SIEG, 2025).

A análise multicritério foi baseada na metodologia de Silva & Machado, (2014), que consideram pesos e percentuais para cada variável de entrada. Foram estabelecidos pesos de acordo com suscetibilidade erosiva por meio natural e outra antrópica, conforme Tabela 1.

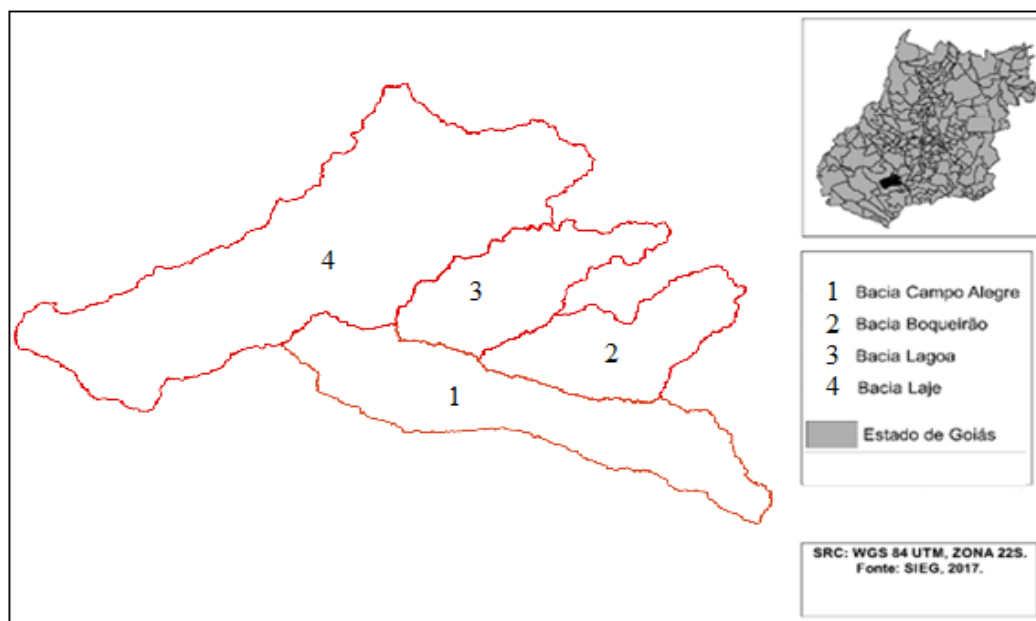


Figura 1: Localização geográfica das sub-bacias hidrográficas, no município de Santa Helena de Goiás, Goiás. Fonte: Limites municípios - SIEG; bacias hidrográficas – Delimitação realizada a partir de dados SRTM.

Tabela 1 – Pesos e variáveis representadas pelos mapas temáticos, para identificação de áreas suscetíveis a erosão.

Mapas	Suscetibilidade erosiva por meios naturais	Suscetibilidade erosiva por atividades antrópicas
	Peso (0 a 100%)	Pesos (0 a 100%)
Litologia	10	6
Classes do solo	25	13
Declividade	25	13
Intensidade de chuva	15	8
Índice de vegetação	25	13
Proximidade de vias	-	12
Uso do solo	-	35
Total	100	100

Fonte: Adaptado de Silva & Machado, (2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo da região de estudo é caracterizado como Latossolo, classe esta que apresenta elevada concentração de argila e, portanto, classificada com muito baixa susceptibilidade (Figura 2A). Nas ocorrências são solos desenvolvidos, com grandes profundidades, bem estruturados e com alta permeabilidade de água (Crepani et al, 2001). Esses solos em geral apresentam suscetibilidade muito baixa, salvo em situações de altas declividades e intenso uso agrícola.

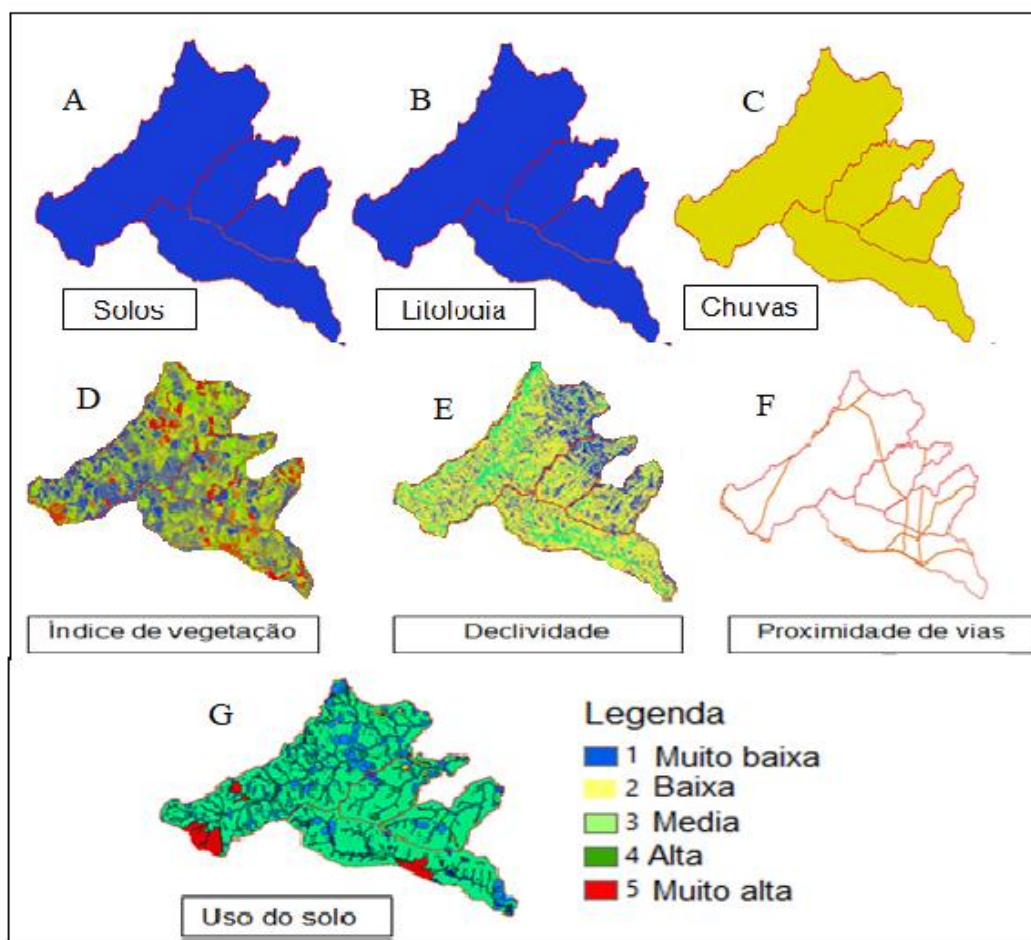


Figura 2: Reclassificação das variáveis para a susceptibilidade para Classe de Solos (A), Litologia (B), Intensidade das chuvas (C), Índice de vegetação (D), Declividade (E), Proximidade de vias (F) e Uso do solo (G).

A precipitação na região é em média de 1300 mm anual, com boa distribuição temporal o que caracterizada como susceptibilidade baixa a processos erosivos. Cita-se ainda que a ocorrência das chuvas na região é de baixa intensidade, raramente é maior que a capacidade de infiltração de água no solo (Silva et al., 2021). No entanto, variações pluviométrias próximo a bacia hidrografia influenciam diretamente na resistência da vegetação, na vazão de corpos

d'água, na qualidade e disponibilidade hídrica, tendo impacto direto na produção a longo prazo (Giongo et al., 2022).

O NDVI é um indicativo da presença e atividade fotossintética de cobertura vegetal no solo, através de fórmulas matemáticas e bandas espectrais permitem analisar e avaliar a cobertura vegetal (Sousa & Giongo, 2022), e assim, a mesma ajuda na interceptação das gotas de chuva, reduzindo o impacto e desestruturação do solo, que ocasiona principalmente selamento superficial pela argila. Observa que há grande variação na área, seja pela cobertura vegetal, como das espécies cultivadas, como culturas anuais (soja, milho), como outras semiperenes e perenes (cana-de-açúcar e pastagem), assim o NDVI apresenta classificação em classes mais elevadas na porção Leste e norte, enquanto que há predominância de menor susceptibilidade na porção sudoeste e Oeste, (Figura 2D)

Para a susceptibilidade erosiva natural, pequenas regiões apresentam classe erosiva baixa, como exemplo a parte norte (Figura 3A).

A área com susceptibilidade erosiva de média a alta ocorre em quase todas as bacias, influenciada principalmente por solos do tipo Latossolo, e os usos intensos do mesmo. Esses solos apresentam alta permeabilidade às águas da chuva e agregação entre as partículas (Salomão, 2005; Crepani, et al, 2001).

A declividade e o NDVI têm maior impacto sobre as erosões, quando de forma associada influencia a ocorrência de fragmentos de susceptibilidade muito alta, distribuídas no centro e seguindo para o sul das bacias. As áreas encontradas com muita cobertura vegetal (Alto NDVI), campo gramíneo pode reduzir a intensidade dos processos de erosão. Os parâmetros que mais contribuíram para a elevação da susceptibilidade erosiva nesta área é o NDVI e a declividade, pode-se analisar por meio da Figura 3 representando os mapas de susceptibilidade natural (A) e antrópica (B) das bacias Campo Alegre, Boqueirão, Lagoa e Lage.

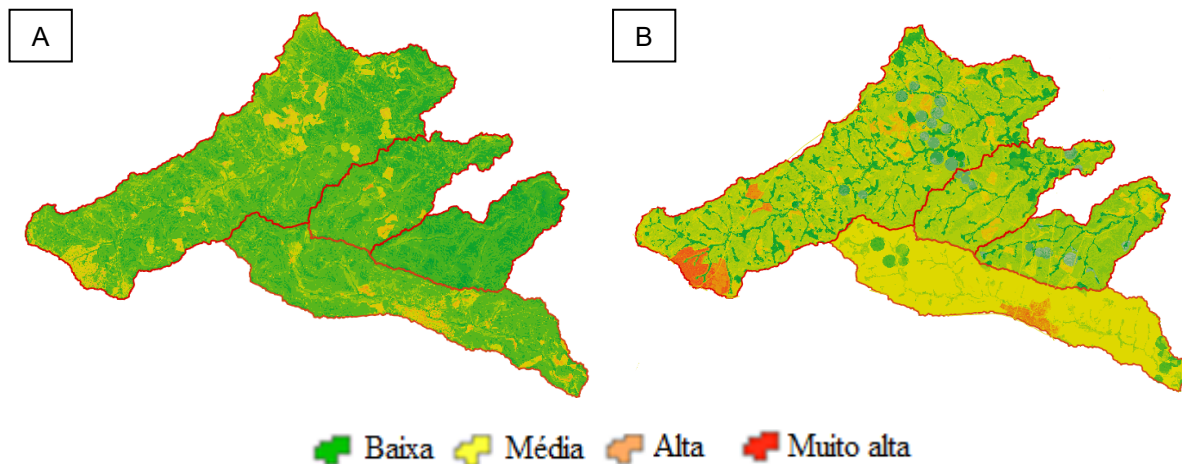


Figura 3: Mapas de susceptibilidade erosiva natural (A) e antrópica (B) das bacias Campo Alegre, Boqueirão, Lagoa e Lage, no município de Santa Helena de Goiás, GO.

CONCLUSÕES

As análises de suscetibilidade a erosão são fundamentais, pois são a base para a verificação ambiental, identificando informações relevantes para identificar a vulnerabilidades e promover a busca por formas de mitigação.

O uso da análise de multicritério é relevante, pois através destas ferramentas é possível combinar variáveis e elaborar mapas síntese, permitindo avaliar qualitativa e quantitativamente a suscetibilidade erosiva.

A aplicação das ferramentas de SIG colaboram para a geração de informações, capazes de demonstrar a vulnerabilidade de áreas suscetíveis a erosão, sendo primordial para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Assis, A. P. O.; Giongo, P. R.; Silva, J. H. T.; Pesquero, M. A.; Gomes, L. F. Susceptibilidade erosiva da bacia hidrográfica do Córrego da Formiga, Quirinópolis/GO. **Revista Espacios**, v. 38, n. 42, p. 1–2, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n42/17384202.html>. Acesso em: 28 jun. 2025.

Barros, E. N. S. et al. Modelagem da erosão hídrica nas bacias hidrográficas dos rios Lontra e Manoel Alves Pequeno, Tocantins. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 1, 2018.

Crepani, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. 124p.

Giongo, P. R. et al. Land Use and Water-Quality Joint Dynamics of the Córrego da Formiga, Brazilian Cerrado Headwaters. **Geographies**, v. 2, p. 629–641, 2022. <http://dx.doi.org/10.3390/geographies2040038>

INPE – Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Página institucional. Disponível em: <http://www.inpe.br/>. Acesso em: 28 jun. 2025.

Moura, A. C. M. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em análise de multicritérios**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. Anais.... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2899–2906.

Salomão, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 340.

Santos, L. A. N.; Nascimento, P. S. R. **Espacialização da suscetibilidade erosiva a partir da densidade de drenagem pelo interpolador Kernel**. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 19., 2019, Santos. Anais.... São José dos Campos: INPE, 2019. p. 27–30.

SIEG – Sistema Estadual De Estatística E Informações Geográficas De Goiás. **Arquivo shapefile bacia hidrográfica**. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/siegdownloads/>. Acesso em: 28 jun. 2025.

Silva, T. J. R. D. da et al. Análise da susceptibilidade à erosão hídrica em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 3, p. 1481–1495, 2021. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1481-1495>.

Silva, V. C. B.; Machado, P. S. SIG na análise ambiental: susceptibilidade erosiva da bacia hidrográfica do córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais. **Revista de Geografia**, v. 31, n. 2, 2014.

Sousa, L. F. A. De; Giongo, P. R. Revisão de literatura: uso do geoprocessamento na avaliação da degradação de pastagens. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais**, v. 11, n. 1, 2022. <https://doi.org/10.31668/revsap.v11i1.11910>