

SUSCEPTIBILIDADE EROSIVA DOS SOLOS EM BACIAS HIDROGRAFICAS NO CERRADO GOIANO

PEDRO ROGERIO GIONGO¹, GABRIELA DE CAMARGO², JAQUELINE APARECIDA BATISTA SOARES³ JOSÉ HENRIQUE DA SILVA TAVEIRA⁴, ANA PAULA GALVÃO SILVA⁵, ADRIANA RODOLFO DA COSTA⁶

¹ Prof Doutor, IACAS – Universidade Estadual de Goiás, curso de Agronomia, Avenida Brasil, 435 Conj - St. Helio Leão, Quirinópolis - GO, 75862-196. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9042-9120>, E-mail: pedro.giongo@ueg.br.

² Engenheira Agrícola, IACAS – Universidade Estadual de Goiás, curso Engenheira Agrícola, Av protestato Joaquim Bueno, 945, Setor urbano, Santa Helena de Goiás, Goiás, Brasil, 75920-000. E-mail: gabrieladecamargo_@outlook.com.

³ Engenheira Agrícola, IACAS – Universidade Estadual de Goiás, curso Engenheira Agrícola, Av protestato Joaquim Bueno, 945, Setor urbano, Santa Helena de Goiás, Goiás, Brasil, 75920-000. <https://orcid.org/0000-0001-6772-3885>. E-mail: jaquelineab.soares@gmail.com.

⁴ Prof Doutor, IACAS – Universidade Estadual de Goiás, curso de Agronomia, Avenida Brasil, 435 Conj - St. Helio Leão, Quirinópolis - GO, 75862-196. <https://orcid.org/0000-0001-9212-1800>, E-mail: jose.taveira@ueg.br.

⁵ Mestranda em Pastagem e Forragicultura, IACAS – Universidade Estadual de Goiás, Rua Rio Claro Qd13, Lt23-A, Serra Verde II, São Luís de Montes Belos, Goiás, Brasil GO, 76106-080. <https://orcid.org/0009-0001-4147-0901>. E-mail: anapaula.galvao1210@gmail.com.

⁶ Profª Doutora, IACAS – Universidade Estadual de Goiás, curso de Agronomia, Avenida Brasil, 435 Conj - St. Helio Leão, Quirinópolis - GO, 75862-196. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0263-3309>, E-mail: adriana.costa@ueg.br.

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-chaves: 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 and can either preserve or compromise soil quality or water 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 anthropogenic activity, increasing the susceptibility of soils to erosion. The objective of this study was to develop maps of anthropogenic and natural erosion susceptibility using spatial databases, process existing data, and create thematic maps. This was carried out through a multicriteria analysis methodology, integrating information related to the geomorphological components of the study area. On the basis of the results, it was concluded that although the area mostly showed moderate natural susceptibility due

to slope and vegetation, erosion susceptibility caused by anthropogenic activity is also linked to degradation factors such as urbanization and pasture use.

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

1 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), Ou ainda a condição de verde e atividade dessa cobertura vegetal (Silva *et al.* 2023).

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.

2 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 o estudo foram: Campo Alegre, Boqueirão, Lagoa e Laje, de acordo com a Figura 1. Com os dados de altimetria foram utilizadas as ferramentas de Modelo Digital de Elevação no software QGIS, para elaboração dos mapas de declividade.

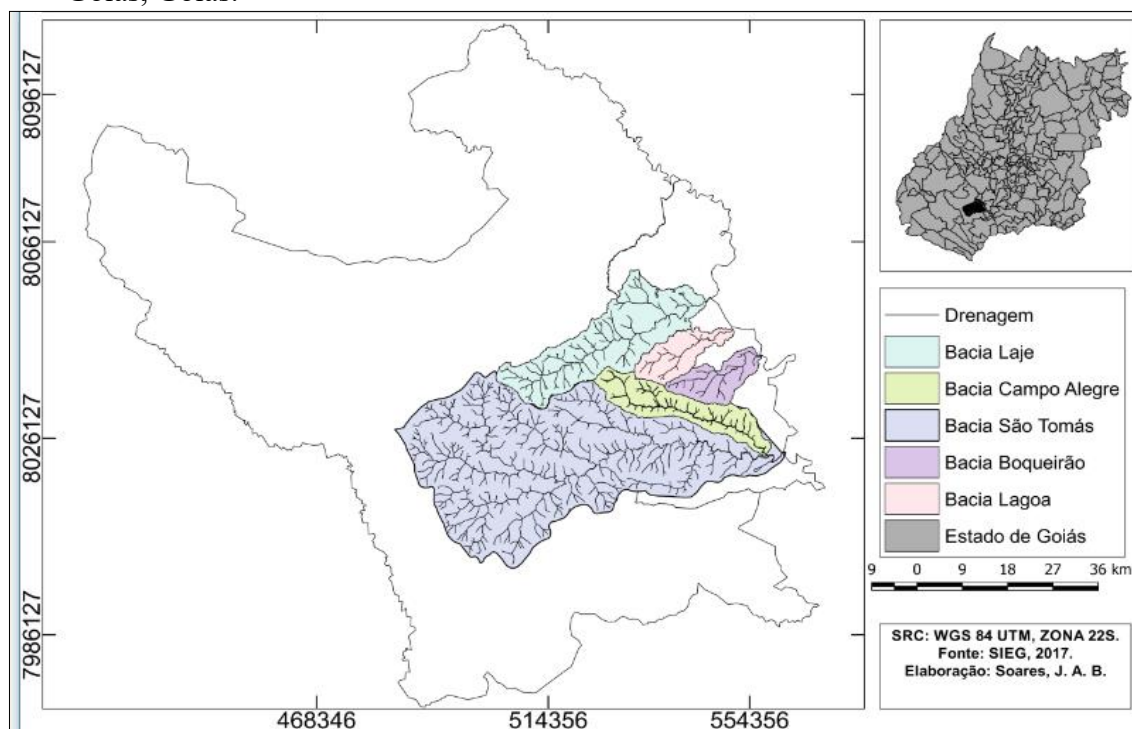
Para caracterização do uso e cobertura do solo foi utilizada imagem do satélite CBERS 4, sensor MUX, órbita/ponto 160/120 com passagem em 17/07/2017 com resolução espacial de 20 metros e faixas espectrais do azul, verde, vermelho e infravermelho próximo. Para confecção do mapa do Índice de vegetação (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 (SIGA, 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 (SIGA, 2025).

A análise multicritério foi baseada na metodologia de Silva e 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. Enquanto cada variável teve notas entre 1 a 5, quanto as classes dentro da mesma, assim descritas na Tabela 2.

Figura 1. Localização geográfica das sub bacias hidrográficas, no município de Santa Helena de Goiás, Goiás.



Fonte: Limites municípios - SIGA; 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	Susceptibilidade erosiva por meios naturais	Susceptibilidade 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 e Machado (2014).

Tabela 2. Notas estabelecidas para os componentes das variáveis a susceptibilidade à erosão.

VARIÁVEL	COMPONENTE DE LEGENDA	NOTA (1 - 5)
Litologia	Canga, Concentrações de óxidos de ferro, Corpos de minério de hematita, Diabásio, Formação ferrífera, Itabirito, Lentes de hematita, Quartzito, Quartzo	1
	Metabasalto, Sericita, Serpentinó	2
	Filito, Xisto, Cobertura detrito-laterítica	3
	Conglomerado polimítico, Talco	4
	Aluvião, Coluvião, Dolomito	5
Classe de solo	Latossolo	1
	Área sem classificação	2
	Exposição de Canga	3
	Cambissolo	4
	Neossolo / Área degradada	5
Declividade (%)	0 - 2	1
	2 - 6	2
	6 - 20	3
	20 - 50	4
	>50	5
Intensidade das chuvas	Baixa	2
	Alta	4
Vigor de vegetação (NDVI)	Alto Vigor (0,490 - 1)	1
	Médio Vigor (0,341 - 0,490)	2
	Baixo Vigor (0,215 - 0,34)	3
	Baixíssimo Vigor/Ausência (0,066 - 0,215)	4
	Ausência Vegetação (-1 - 0,066)	5
Proximidade de vias	acima de 50 metros	1
	de 25 a 50 metros	2
	de 10 a 25 metros	3
	de 5 a 10 metros	4
	até 5 metros	5
Uso do solo	Mata/Natural	1
	Campo gramíneo (pastagem)	2
	Culturas	3
	Solo exposto	4
	Área urbanizada	5

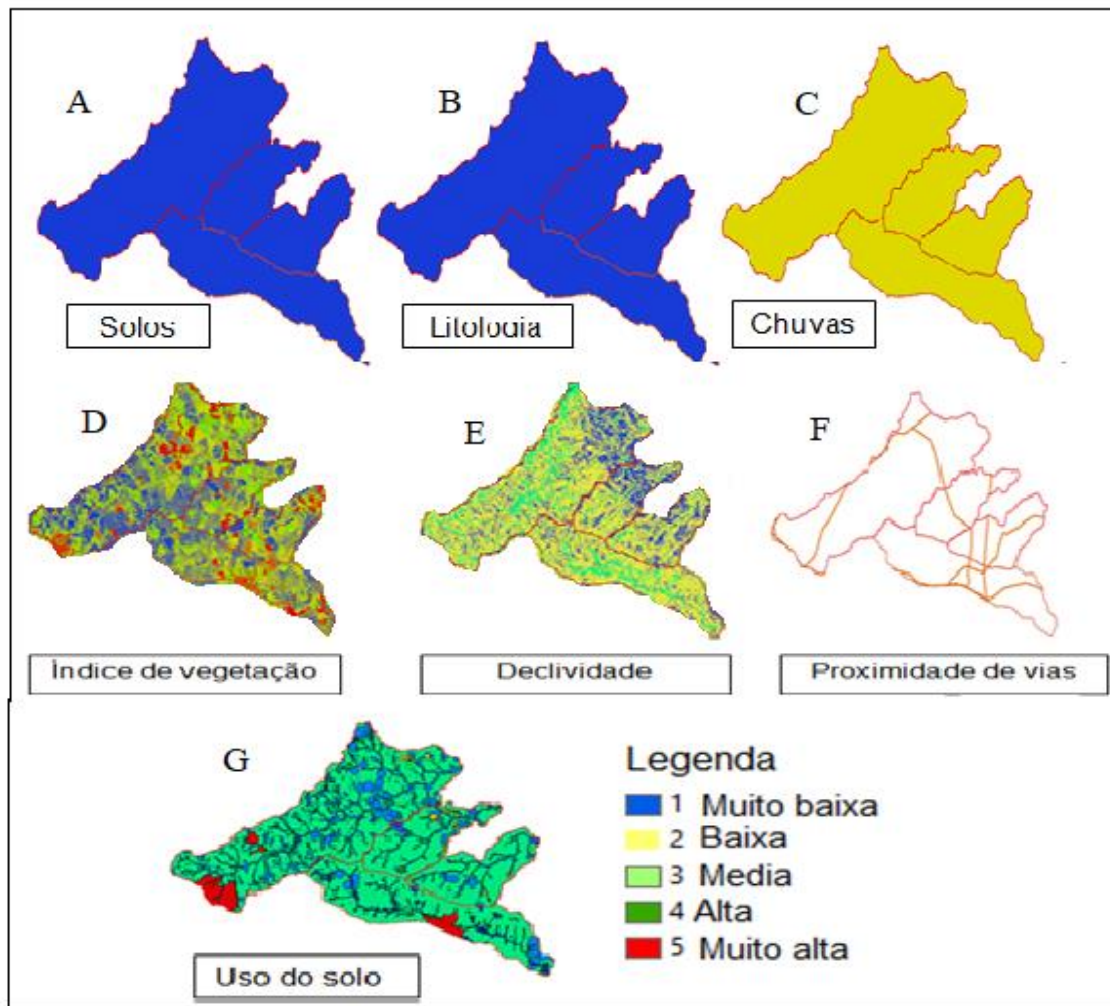
Fonte: Adaptado de Silva e Machado (2014).

3 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 susceptibilidade 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, ela 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 há predominância de menor susceptibilidade na porção sudoeste e Oeste, (Figura 2D)

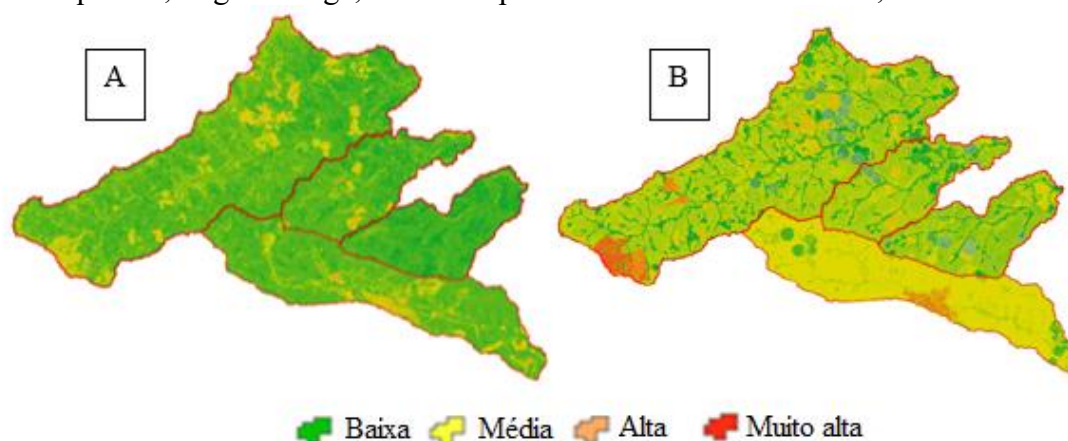
Para a susceptibilidade erosiva natural, pequenas regiões apresentam classe erosiva baixa, como exemplo a parte norte (Figura 3A).

A área com suscetibilidade erosiva de média a alta ocorre em quase todas as bacias, influenciada principalmente por solos do tipo Latossolo, e os usos intensos dele. 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 suscetibilidade 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 suscetibilidade erosiva nesta área é o NDVI e a declividade, pode-se analisar por meio da Figura 3 representando os mapas de suscetibilidade natural (A) e antrópica (B) das bacias Campo Alegre, Boqueirão, Lagoa e Lage.

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



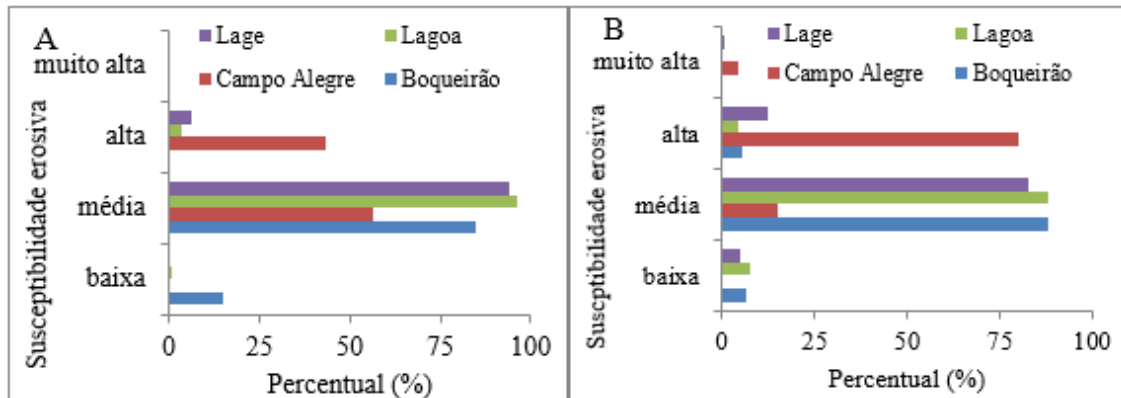
No mapa de suscetibilidade erosiva antrópica, são apresentadas as transformações na paisagem natural. As bacias Campo Alegre, Boqueirão, Lagoa e Lage são representadas em sua maior parte por influência antrópica, por se tratar de área potencialmente agricultável.

As áreas que resultaram em suscetibilidade antrópica entre alta a muito alta são representadas por áreas urbanizadas como parque industrial, aeroporto, loteamentos residenciais, usina sucroalcooleira, entre outros. Essas áreas correspondem ao uso intenso do solo. As áreas de pastagens e áreas agrícolas também apresentam elevada suscetibilidade aos processos erosivos. O processo de antropização tem um maior peso na suscetibilidade a erosão, visto que é um processo capaz de modificar o meio ambiente natural (Assis *et al.*, 2017). Alves *et al.* (2015)

observou a perda de solo em áreas cultivadas por monoculturas na bacia do Ribeirão da Picada no Sudoeste de Goiás.

Na Figura 4, observa-se que os percentuais das áreas de suscetibilidade natural e antrópica do córrego Campo Alegre, concentram-se na maioria das áreas como suscetibilidade média e alta, sendo de 56,63% (natural) e 80,15% (antrópica), no córrego Lagoa, concentram-se na maioria das áreas como suscetibilidade média, sendo de 96,45% (natural) e 87,97% (antrópica), no córrego Lage, concentram-se na maioria das áreas como suscetibilidade média, sendo de 93,94% (natural) e 82,67% (antrópica), e, no córrego Boqueirão, concentram-se na maioria das áreas como suscetibilidade média, sendo de 85% (natural) e 88,06% (antrópica).

Figura 1. Percentuais de áreas nas classes de Suscetibilidade Erosiva Natural (A) e antropizada (B) das Micro bacias dos córregos Campo Alegre, Boqueirão, Lagoa e Laje.



Fonte: Os autores.

4 CONCLUSÕES

Em condições naturais de cobertura a susceptibilidade erosiva tem maior concentração de área para todas as bacias na classe média, enquanto, em condições antrópicas há uma elevação do risco, par todas as bacias, com maior porção na bacia do Campo alegre.

Os fatores de cobertura do solo e declividade são os fatores que aumentam os riscos de erosão nas bacias.

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 à vulnerabilidade de áreas suscetíveis a erosão, sendo primordial para a realização deste estudo.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio institucional da Universidade Estadual de Goiás, por meio de aquisição de equipamentos e custeio do Edital UEG N° 05/2021 Pró-projetos 2021 (SEI 202100020013910), Edital UEG N° 22/2022 Pró-projetos 2022 (SEI 202200020022752); Edital UEG N° 52/2023, Projeto de Encomenda Externa (SEI 202300020023055); Edital UEG N° 20/2023,

Pró-projetos 2023 Segurança Hídrica (SEI 202300020023352).

6 REFERÊNCIAS

- ALVES, R. E.; SOUZA, L. F.; SOUZA, V. M.; QUEIROZ, T. A. F.; LIMA, J. V. A degradação e fragilidade dos solos no sudoeste de Goiás: o caso da bacia hidrográfica do ribeirão da picada. **Revista Geográfica de América Central**. Heredia, v. 1, n. 56, p. 235-258. 2016. Disponível em: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/8100>. Acesso em: 28 jun. 2025.
- 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**, Caracas, 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.; VIOLA, M. R.; RODRIGUES, J. A. M.; MELLO, C. R.; AVANZI, J. C.; GIONGO, M. Modelagem da erosão hídrica nas bacias hidrográficas dos rios Lontra e Manoel Alves Pequeno, Tocantins. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife. v. 13, n. 1, p. 1-9, 2018. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RB>

CA/article/view/v13i1a5509. Acesso em: 12 jan. 2026.

CREPANI, E.; MEDEIROS, S. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/laf/sap/artigos/CrepaneEtAl.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2026.

GIONGO, P. R.; ASSIS, A. P. A. O.; SILVA, M. V.; MONTENEGRO, A. A. de A.; TAVEIRA, J. H. de S.; COSTA, A. R. de; SILVA, P. C.; GIONGO, A. M. M.; PANDORFI, H.; SANTOS, A. J. M.; BACKES, C.; FERREIRA, M. B.; SILVA, J. L. B. Land Use and Water-Quality Joint Dynamics of the Córrego da Formiga, Brazilian Cerrado Headwaters. **Geographies**, Basel, v. 2, p. 629-641, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/geographies2040038>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-7086/2/4/38>. Acesso em: 10 jan. 2026.

INPE – Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <https://map4s3.com.br/maps/topodata/>. 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. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.13.14.41/doc/2899-2906.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2025.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. *In*: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos,

temas e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 340 p.

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. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2019/trabalhos/espacializacao-da-susceptibilidade-erosiva-a-partir-da-densidade-de-drenagem-pelo?lang=pt-br>. Acesso em: 21 Jan. 2026.

SIGA. **SOLOS – IBGE**. Mapeamento de solos do Brasil, a partir de compilações (Embrapa, IBGE) e conversão para o meio digital de levantamentos de solos produzidos pelo Projeto RADAMBRASIL. [S. l.]: SIGA, 2025. Disponível em: <https://siga.meioambiente.gov.br/catalogue/uuid/a9266dd8-88c4-11eb-a8ca-005056829b53>. Acesso em: 28 jun. 2025.

SILVA, J. B. A.; ALMEIDA, G. L. P.; SILVA, M. V.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; PANDORFI, H.; SOUSA, A. M. O.; MARINHO, G. T. B.; GIONGO, P. R.; FERREIRA, M. B.; SOUSA, J. S.; MESQUITA, M.; ALMEIDA, A. C. dos S. Characterization of water status and vegetation cover change in a watershed in Northeastern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdã. v. 130, article 104546, p. 1-11, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104546>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981123003577>. Acesso em: 15 dez. 2025.

SILVA, T. J. R. D.; LEITE, J. C. A.; CAVALCANTI, A. K. G.; DANTAS, J. S.; SOUSA, F. Q. de; NASCIMENTO, M. B. do; MEDEIROS, J. L.; ROCHA NETO, O.; CAMPOS, G. M. SANTOS, L. C. de A. Análise da susceptibilidade à erosão hídrica

em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, São Paulo. v. 14, n. 3, p. 1481-1495, 2021. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1481-1495>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/247487>. Acesso em: 15 Dez. 2025.

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**, Recife. v. 31, n. 2, p. 66-87, 2014. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229090>. Acesso em: 15 dez. 2025.

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**, Anapolis, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31668/revsap.v11i1.11910>. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/sapiencia/article/view/11910>. Acesso em: 15 dez. 2025.