

GEOPROCESSAMENTO PARA ESTUDO DA EVOLUÇÃO DE COBERTURA VEGETAL DE ÁREA ERODIDA

LAYANARA OLIVEIRA FARIA¹, MATHEUS HENRIQUE MEDEIROS¹, ARAÍNA HULMANN BATISTA²

¹Discentes de Doutorado em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia-MG. layanara.faria@ufu.br, matheusmedeiros@ufu.br;

²Professora do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia-MG. araina@ufu.br

RESUMO: Extensas áreas degradadas por processos erosivos podem ser observadas na região de Uberlândia, MG. O objetivo proposto com a realização do presente estudo foi avaliar a evolução da cobertura vegetal de uma voçoroca na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Para isto foram tomadas imagens de satélite dos anos de 2016, 2019 e 2022 da área e gerado o índice de vegetação (NDVI), podendo assim, através da análise temporal, estimar o desenvolvimento da cobertura vegetal da área. Os índices apontam aumento da cobertura vegetal nos anos de 2019 e 2022, indicando que os métodos de revegetação e controle da erosão aplicados na área, atuam na estabilização da erosão.

PALAVRAS-CHAVE: erosão, índice de vegetação, geoprocessamento.

GEOPROCESSING FOR THE STUDYUNG THE EVOLUTION OF VEGETATION COVER ON ERODED AREA

ABSTRACT: Extensive areas degraded by erosive processes can be observed in the region of Uberlândia, MG. The proposed objective with the accomplishment of the present study was to evaluate the evolution of the vegetal cover of a gully in the Experimental Farm of the Federal University of Uberlândia (UFU). For this, satellite images of the years 2016, 2019 and 2022 of the area were taken and the vegetation index (NDVI) was generated, thus being able, through temporal analysis, to estimate the development of the vegetation cover of the area. The indices point to an increase in vegetation cover in the years 2019 and 2022, indicating that the methods of revegetation and erosion control applied in the area act in the stabilization of erosion.

KEYWORDS: erosion, vegetation index, geoprocessing.

INTRODUÇÃO

A exploração dos recursos naturais por atividades antrópicas afeta diretamente a conservação dos ecossistemas. A região do Triângulo Mineiro é conhecida pela qualidade física dos solos para cultivos agrícolas, o que causou aumento intensivo do uso nas últimas décadas, alterando a cobertura vegetal original do bioma Cerrado. O crescimento da região promoveu demanda de abertura de estradas e uso de recursos minerais, o que atualmente se traduz e extensas áreas degradadas com sérios problemas de erosão (Nardin *et al.*, 2012). Os processos erosivos têm início com o escoamento superficial, cujo fluxo se configura como laminar, em filetes, em lençol ou linear, resultando na formação de sulcos, ravinas e voçorocas (Queiroz *et al.*, 2020; Mathias *et al.*, 2022).

A voçoroca é formada pela ausência de cobertura vegetal associada aos altos índices pluviométricos (Velasquez e Righes, 2019). Definida por Fleury (1983) como a escavação ou rasgão natural no solo que pode chegar até o horizonte C do regolito, às vezes com profundidade acentuada, pela ação da água de enxurrada, de forma turbulenta e direcionada no terreno. Este tipo de erosão é comum em climas tropicais devido às condições e estruturação dos solos (Nardin *et al.*, 2012). Assoreamento de rios, perdas de áreas agricultáveis e habitats naturais e redução do lençol freático são exemplos de impactos socioambientais causados por estas grandes feições erosivas (Marques *et al.* 2014).

O início da formação das voçorocas normalmente está associado à baixa adoção de técnicas de conservação do solo como terraceamento, sobrepastejo, desmatamento e estradas sem planejamento (Bacellar, 2005). A cobertura vegetal é de suma importância para o controle dos processos erosivos, no entanto locais com intensa erosão dificultam a revegetação devido à escassez de nutriente e matéria orgânica (Marques *et al.* 2014). A baixa disponibilidade de nutrientes no solo e instabilidade dos horizontes de solos mais profundos (saprolito) desfavorecem a permanência de espécies vegetais, restringindo o desenvolvimento de espécies arbustivas e arbóreas (Loschii *et al.*, 2011). Uma das limitações para a eficiência e agilidade na caracterização dos solos degradados está relacionada ao elevado tempo do pesquisador para coleta de informações e amostras de solos. Nesse sentido, a utilização de técnicas de processamento de imagens aéreas tem sido cada vez mais empregada.

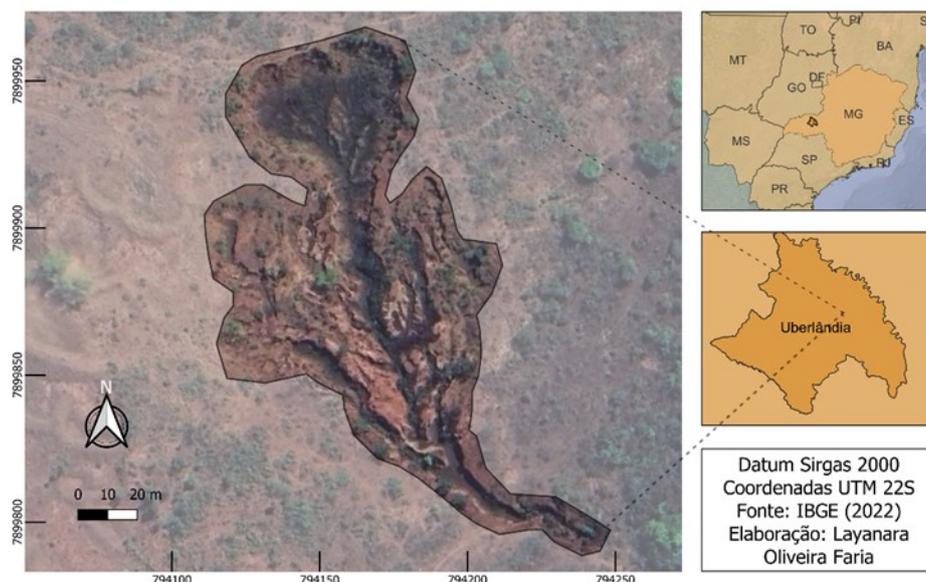
As geotecnologias possuem grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água (Fiorese, 2021). Dalla Lana *et al.*, (2017), durante estudo da aplicação de geotecnologias para análise e mapeamento de processos erosivos, evidenciaram a pertinência da análise ambiental por geoprocessamento, além da compatibilidade dos resultados prévios relacionados com a erosão, obtendo sucesso no geoprocessamento aplicado ao monitoramento do desenvolvimento de voçoroca. O uso de ferramentas para o processamento de imagens de satélite, especificamente o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), mostrou-se bastante eficiente e preciso para a identificação da qualidade da cobertura vegetal (Melo *et al.*, 2011). De acordo com Souza *et al.* (2019), a identificação e caracterização da cobertura vegetal ao longo do tempo é fator importante para tomada de decisão no processo de intervenção com o objetivo de conservação da água e do solo. Assim, o NDVI pode ser utilizado para entender e analisar a dinâmica da cobertura vegetal em diferentes tipos de escala e sazonalidades.

Diante o exposto, objetivou-se utilizar o índice de cobertura vegetal NDVI para estudar a evolução de cobertura vegetal de uma voçoroca localizada no município de Uberlândia - MG.

MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo compreende uma voçoroca situada nas dependências da Fazenda Experimental do Campus Glória da Universidade Federal de Uberlândia, no sudoeste do município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil (Figura 1).

Figura 1. Localização da área do estudo no município de Uberlândia, MG, destacando a erosão em voçoroca.



A declividade da área foi estimada através do download de imagens do site da NASA “Alaska Satellite Facility (ASF)”, obtidas do radar ALOS PALSAR, que possui resolução espacial de 12,5 m. As imagens foram inseridas no programa QGIS 3.22.5. Utilizou-se a ferramenta de análise MDE (Modelo Digital de Elevação), extraiu-se a declividade da área em porcentagem. Para analisar a

evolução da cobertura vegetal da voçoroca, foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2 do mês de abril dos anos de 2016, 2019 e 2022. Foi realizada a correção atmosférica, já que o estudo envolveu comparação de tempos. Antes de realizar o cálculo dos índices de vegetação, a correção foi realizada a partir do plugin *Semi Automatic Classification Plugin* (SCP). Após todas as imagens serem corrigidas, foi realizado o cálculo do NDVI, sendo obtido pela diferença normalizada da reflectância da banda NIR (B08) com a banda Red (B04) (Eq. 1), onde o valor varia de -1 a +1 e, quanto maior o valor, maior a presença de vegetação.

Equação 01 - Índice de vegetação pela diferença normalizada (NDVI).

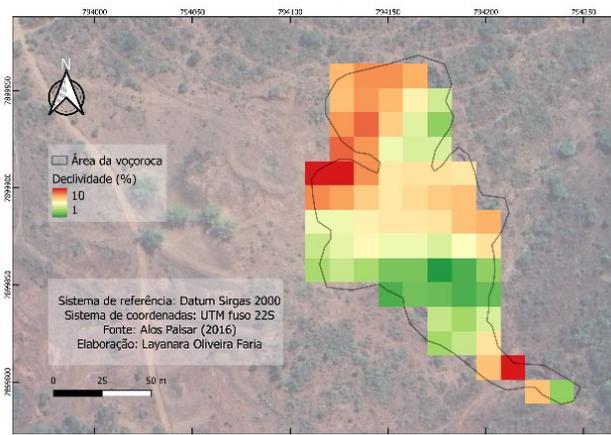
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1) \quad P$$

Para compreender, caracterizar a região da voçoroca e discutir a análise da variabilidade espacial do NDVI de forma precisa, foi realizado o levantamento dos principais estudos realizados no local da voçoroca, onde foram obtidas informações de tipo de solo, relevo, cobertura vegetal e uso do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de declividade da área foi gerado em porcentagem (Figura 2), apresentando variação de relevo plano a ondulado, segundo classificação da EMBRAPA (1979), com declividade média de 5,5%. De acordo com Saraiva *et al.* (2019) declividades superiores a 3% já são favoráveis à processos de erosão dos solos. A declividade aumenta a força fluxo de água no sulco, favorecendo o carreamento das partículas de solo e contribuindo para o processo erosivo (Velasquez e Righes, 2019). Realizando a conversão da declividade de porcentagem para graus, obteve-se declividade máxima de 5° no presente estudo.

Figura 2. Mapa de declividade da área do estudo.



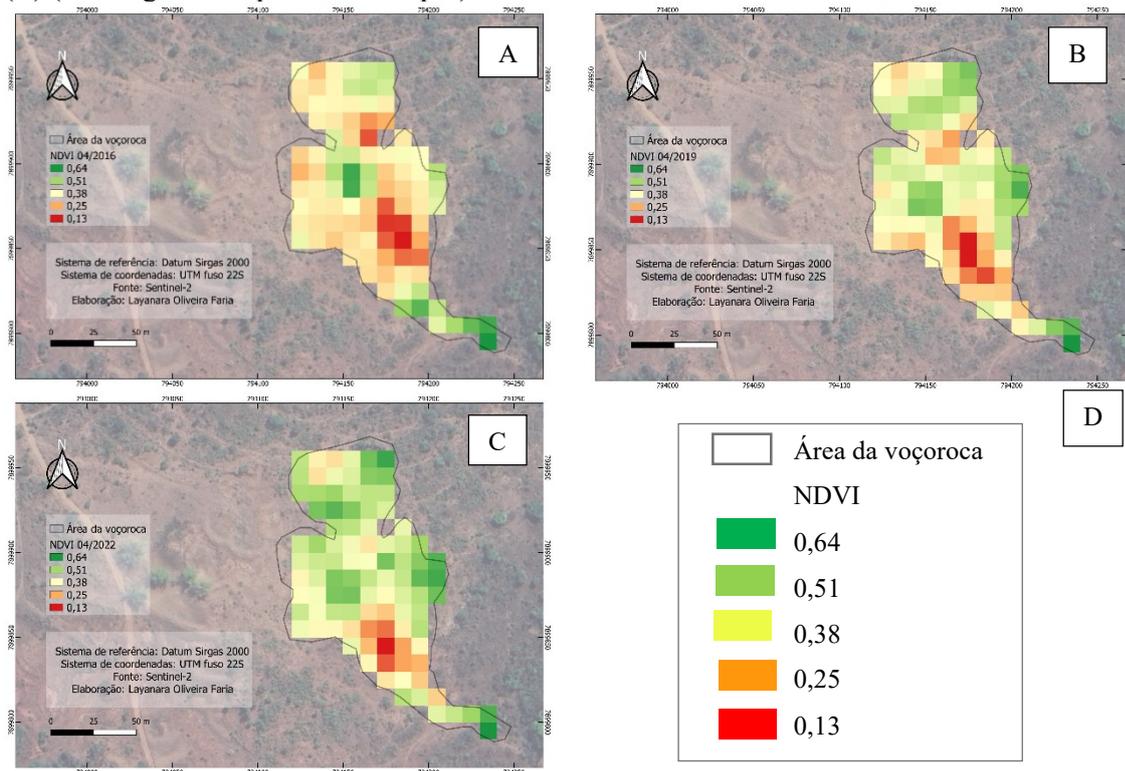
Leal e Rodrigues (2011) mapeando do uso e cobertura do solo, notaram que de 1979 a 2004, a área apresentou um processo erosivo bastante evoluído. Em 2008 os autores utilizaram o método de estaqueamento para o monitoramento da área e observaram uma taxa média de evolução de 14 cm dentro de um ano, indicando crescimento da feição erosiva. Nardin *et al.* (2010) relatam que as atividades antrópicas levaram o solo, em seus horizontes mais profundos e instáveis, à ação direta dos agentes climáticos, desencadeando o processo erosivo que resultou na formação da voçoroca. Santos (2020) avaliando geomorfologia, uso e ocupação do solo no processo erosivo da voçoroca, completa destacando que a área de estudo é caracterizada pelo alto grau de degradação antrópica iniciada pela remoção de vegetação natural para pastoreio e posteriormente atividade de remoção de cascalho para a construção de estradas.

A revegetação dos taludes da voçoroca, com uso de espécies gramíneas leguminosas e arbóreas contribuem para sua estruturação em função de papel agregador da matéria orgânica do solo (MOS), tanto pelas raízes das plantas, pela cobertura vegetal, como pelas frações mais estáveis e humificadas da MOS. A regeneração tem como objetivo aumentar o conteúdo e carbono orgânico total (COT) no talude através da alta produção de plantas por m² + nutrição + biota para a perpetuação das espécies implantadas. Para a regeneração natural e revegetação é necessária a correção e adubação do solo da voçoroca, pois apresentam como características desfavoráveis: elevada declividade,

difficuldade de aderência dos propágulos, exposição de horizontes B e C, exposição de rochas, baixa retenção de umidade e baixa disponibilidade de nutrientes (Ferreira, 2015).

Diante o exposto, relacionando com os estudos citados de recuperação da voçoroca, percebe-se com análise temporal dos mapas de NDVI a tendência de aumento da cobertura vegetal de 2016 a 2022 (Figura 3). Em 2016, a área da voçoroca apresentou maiores regiões com classes mais baixas de NDVI (Figura 3 A), já em 2019 e 2022 (Figura 3 B e C, respectivamente) nota-se que as mesmas regiões apresentaram índices com maior NDVI, e, conseqüentemente, aumento da cobertura vegetal indicando a estabilização dos processos erosivos.

Figura 3. Mapa de distribuição de Índice de Vegetação (NDVI) nos anos de 2016 (A), 2019 (B) e 2022 (C) (D – Legenda ampliada dos mapas).



CONCLUSÃO

O geoprocessamento contribuiu na compreensão da evolução da cobertura vegetal da voçoroca, sugerindo que as diferentes práticas de recuperação ao longo dos tempos auxiliaram no desenvolvimento da vegetação e confirmando o geoprocessamento como importante ferramenta para estudo e manejo de áreas degradadas. Ainda, devem ser realizados estudos *in loco* para o desenvolvimento de modelos que visam recuperação precisa destas áreas, reestabelecendo a fauna, flora e reintegrando esses ambientes no ecossistema.

REFERÊNCIAS

- Bacellar, L. A. P. et al. Controlling factors of gullying in the Maracujá Catchment, southeastern Brazil. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 30, p. 1369-1385, 2005.
- Dalla Lana, N. K.; Pontes, R. C.; Costa, I. T.; Vieira, V. Aplicação de geotecnologias para análise e mapeamento de processos erosivos na microbacia do Arroio Sarandi, Santa Maria, RS. *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*, v. 1, p. 5001-5010, 2017.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10., 1979, Rio de Janeiro. Súmula... Rio de Janeiro, 1979. 83 p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1)

- Ferreira, R. R. M. Recuperação de voçorocas de grande porte. In: Embrapa Acre-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: encontro brasileiro sobre ravinhas, voçorocas, erosão hídrica do solo e movimentos de massa, 2015, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: UFRGS, 2015., 2015.
- Fleury, J. M. Voçorocas: Origem E Métodos De Conservação, Boletim Goiano De Geografia, Rio de Janeiro, v.3, n.2, 1983.
- Fiorese, C. H. U. Susceptibilidade natural à erosão nas áreas de pastagem da sub-bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, no município de Muniz Freire (ES). Journal on Innovation and Sustainability RISUS, v. 12, n. 1, p. 83-96, 2021.
- Leal, P. C. B.; Rodrigues, S. C. Uso e comparação do método de estaqueamento, o método DGPS e Geoprocessamento no monitoramento de uma área erosiva na fazenda do Glória – Uberlândia, MG. GEOUSP Espaço e Tempo, v. 15, n. 1, p. 18-35, 2011.
- Loschii, R. A.; Pereira, J. A. A.; Machado, L. M.; Carlos, L.; De Sá, J. J. G.; Marques, M. Interações espécie-ambiente na colonização de uma voçoroca em Itumirim, Minas Gerais. Cerne, Lavras, v. 17, n. 2, p. 161-180, abr/jun. 2021.
- Marques, T. E. D.; Baêta, H. E.; Leite, M. G. P.; Martins, S. V.; Kozovits, A. R. Crescimento de espécies nativas de cerrado e de *Vetiveria zizanioides* em processos de revegetação de voçorocas. Ciência Florestal, Santa Maria, v.24, n. 4, p. 843-856, out-dez., 2014.
- Mathias, D. T.; Lupinacci, C. M.; Nunes, J. O. R. Identificação dos fluxos de escoamento superficial em área de relevo tecnogênico a partir do uso de modelos hidrológicos em SIG. Sociedade & Natureza, v. 32, p. 772-783, 2022.
- Melo, E. T.; Sales, M. C. L.; Oliveira, J. G. B. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE. Raega - O Espaço Geográfico em Análise, v. 23, 2011.
- Nardin, C. F.; Silva, A. H.; Pereira, R. A.; Rodrigues, R. C. Uso de medida física para recuperação de áreas degradadas em ambiente de cerrado. Resultado para o uso de barreiras com material de baixo custo na recuperação de voçorocas. Revista de Geografia, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, 2010.
- Nardin, C. F.; Rodrigues, S. C.; Pereira, J. S. Análise de Vazão e Sedimentos em Área de Voçoroca: Um estudo de caso na Fazenda Experimental do Gloria no Município de Uberlândia. Anais de evento. IX SINAGEO, 2012.
- Queiroz, A. G.; Oliveira, C. C.; Pereira, J. P. M.; Dolce, M. F.; Moreira, V. M. R.; Souza, A. K. W. P. Proposta De Ficha De Campo Para Caracterização De Voçorocas No Distrito De Cachoeira Do Campo, Ouro Preto–MG. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 3, n. 4, p. 3127-3146, 2020.
- Santos, G. C. Aplicação de geotecnologias na avaliação de processos erosivos: estudo de caso da Fazenda do Glória – Uberlândia, MG. 2020. 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.
- Saraiva, V. I. C.; Silva, A. S.; Santos, J. P. C. Suscetibilidade a Erosão dos Solos da Bacia Hidrográfica Lagos – São João, no Estado do Rio de Janeiro – Brasil, a partir do Método AHP e Análise Multicritério. Revista Brasileira de Geografia Física, v.12, n.04, 2019.
- Souza, D. F.; Gonzalez, G. D. D.; Teixeira Filho, J. Variação temporal do índice de vegetação normalizada como ferramenta de identificação dos açudes na bacia hidrográfica do Ribeirão das Cabras. Revista Cerrados (Unimontes), v. 17, n. 1, p. 222-239, 2019.
- Velasquez, R. P.; Righes, A. A. Controle de voçoroca em Argissolo Vermelho em São Valentim-RS. Disciplinarum Scientia. Série: Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 53-69, 2019.