

ANALISE DA COBERTURA VEGETAL DE ÁREAS DO CERRADO EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO COM IMAGENS DO SATÉLITE SENTINEL 2A

Rogério Santana Dias¹

Nilza de Lima Pereira Sales²

Carlos Alberto Araújo Junior³

Sthefane Emanuely Sobral Reis⁴

Gabriel Gonçalves⁵

Uso de tecnologia para monitoramento ambiental.

Resumo

O Cerrado, que ocupa cerca de 25% do território brasileiro (aproximadamente 2.045.000 km²), é uma das áreas mais afetadas pela expansão agrícola, impulsionada por suas características físicas e hídricas favoráveis (Oliveira, 2022). Este estudo avaliou a eficácia de técnicas de manejo e conservação do solo, bem como de revegetação, na recuperação de áreas degradadas no Cerrado, por meio da análise da cobertura vegetal via sensoriamento remoto. A área estudada localiza-se na bacia do alto Pacuí, Fazenda Serra Velha-Traçadal, em Montes Claros, Minas Gerais. Utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), derivado de imagens do satélite Sentinel-2A do programa Copernicus, foi possível quantificar a cobertura vegetal. As imagens analisadas cobriram os períodos de 06/07/2018, 25/07/2020 e 10/07/2023, e foram processadas no software QGIS 3.22. O NDVI, calculado com as bandas 4 (vermelho) e 8 (infravermelho próximo), mostrou-se eficaz na detecção de vegetação e biomassa fotossintética. Entre 2020 e 2023, as áreas RAD 3 e RAD 4 registraram um aumento de 63,9% na cobertura vegetal com NDVI superior a 0,20, enquanto RAD 2 e RAD 5 apresentaram um incremento médio de 43,47% com NDVI entre 0,15 e 0,20. Conclui-se que as técnicas aplicadas foram eficientes na restauração da cobertura vegetal, e o NDVI se mostrou uma ferramenta precisa e eficaz na análise da vegetação e biomassa em áreas de recuperação.

Palavras-chave: Regeneração; índice de vegetação; geoprocessamento.

¹Aluno do Mestrado em Ciências Florestais, Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claros-MG, Instituto de Ciências Agrárias, santanadiasr@yahoo.com.br

²Profª. Dra., da Universidade Federal de Lavras – Campus Lavras-MG, Departamento de Ciências Florestais, nilzasales@ufla.br

³Prof. Dr., da Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claros-MG, Instituto de Ciências Agrárias, carlosaraujo@ica.ufmg.br

⁴Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claros-MG, Instituto de Ciências Agrárias, sthefanersr18@gmail.com

⁵Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claros-MG, Instituto de Ciências Agrárias, gabriel.eng.agr@gmail.com

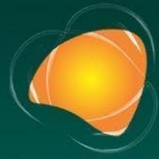


INTRODUÇÃO

O Cerrado, que ocupa cerca de 25% do território brasileiro, é a savana mais biodiversa do mundo e de grande importância para a agricultura. Com 204 milhões de hectares, é o segundo maior bioma do Brasil. Apesar de seus solos profundos e bem drenados, apresentam limitações como alta acidez, altos teores de alumínio trocável (Al^{3+}), tóxico para a maioria das plantas, e baixa concentração de nutrientes, especialmente fósforo (Oliveira, 2022).

O uso intensivo e insustentável dos recursos do Cerrado, especialmente no Norte de Minas Gerais, gerou significativa degradação ambiental, evidenciada pela erosão do solo, assoreamento de cursos d'água e perda de biodiversidade (Silva, 2020). A seca e a redução dos índices pluviométricos agravaram a situação, afetando a disponibilidade hídrica e gerando prejuízos econômicos. A agropecuária, que ocupa cerca de 70% da área do bioma, é a principal atividade responsável pela degradação

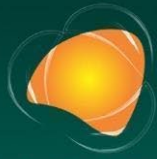
Práticas conservacionistas são recomendadas para mitigar esses impactos, adaptadas às condições locais. O sensoriamento remoto é uma ferramenta eficaz para monitorar a recuperação ambiental, pois captura imagens da superfície terrestre por meio de sensores eletrônicos aéreos ou orbitais, registrando a radiação eletromagnética refletida ou emitida (Florenzano, 2011). Essa tecnologia, ao permitir o monitoramento contínuo de grandes áreas sem contato físico, oferece uma visão abrangente da cobertura vegetal, sendo essencial para avaliar a eficácia das técnicas de restauração no Cerrado. O objetivo deste estudo foi analisar a cobertura vegetal de áreas degradadas, utilizando imagens de satélite para avaliar a cobertura do solo e a eficácia das intervenções.



METODOLOGIA

A área de estudo localiza-se na bacia do Alto Rio Pacuí, Fazenda Serra Velha-Traçadal, zona rural de Montes Claros, Minas Gerais, com elevação média de 998 metros e coordenadas de 16°55'14,71" S e 43°55'10,71" O. O clima é classificado como tropical com inverno seco tipo Aw, segundo Köppen (Reboita et al., 2015). A variação média anual é de 873,68 mm, e a temperatura média anual é de 23,18°C (INMET). A vegetação predominante é típica do Cerrado, caracterizada por um mosaico de fitofisionomias com variações na composição e estrutura das espécies. A geologia da área é composta por rochas em diferentes estágios de alteração, e os solos predominantes são Cambissolos Háplicos, Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos. O Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais indica alta vulnerabilidade dos solos nessa região (Scolforo et al., 2008). Foram examinadas quatro áreas em processo de recuperação e um ecossistema de referência, todas localizadas na Fazenda Serra Velha-Traçadal, sob diferentes condições de manejo sendo:

- RAD2: (16°55'14,71"S, 43°55'10,71"O): Com declividade de 8°, solo parcialmente exposto e vegetação dispersa. Foram introduzidos como manejo o cercamento, bacias de contenção e terraços. O solo apresenta alta acidez e baixos teores de fósforo, cálcio e magnésio.
- RAD3: (16°53'13,87"S, 43°55'18,86"O): Com declividade de 4°, o crescimento encontra-se em estágios intermediários e tardio de regeneração. As ações de recuperação incluem o cercamento, o plantio de mudas e a construção de bacias de contenção. O solo apresenta acidez e deficiências nutricionais.
- RAD4: (16°53'30,97"S, 43°55'9,64"O): Com declividade de 8°, a área apresenta pastagem degradada, com ocorrência de erosão e voçorocas. Foram implementados o cercamento e o planejamento de mudas. O solo apresenta alta acidez, alta concentração de alumínio, além de deficiências nutricionais.
- RAD5: (16°53'40,63"S, 43°55'20,13"O): Com declividade de 4°, a área apresenta solo exposto



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

e pouca cobertura vegetal. Foram utilizadas a regeneração natural e o cercamento para proteção. O solo possui acidez moderada e alta concentração de alumínio.

- ER: com coordenadas 16°53'30.41"S e 43°55'8.59"O, apresenta vegetação secundária, declividade de 4°, e solo com umidade moderada, sendo utilizada para comparações de conservação.

As imagens foram obtidas do programa Copernicus, através do satélite Sentinel-2A, que coleta dados sobre vegetação, solos, umidade e rios, além de fornecer dados de alta resolução (10 m) para correção atmosférica. A cobertura vegetal foi calculada pelo Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), que mede a saúde da vegetação por meio da diferença espectral entre a Banda 4 (vermelho) e a Banda 8 (infravermelho).

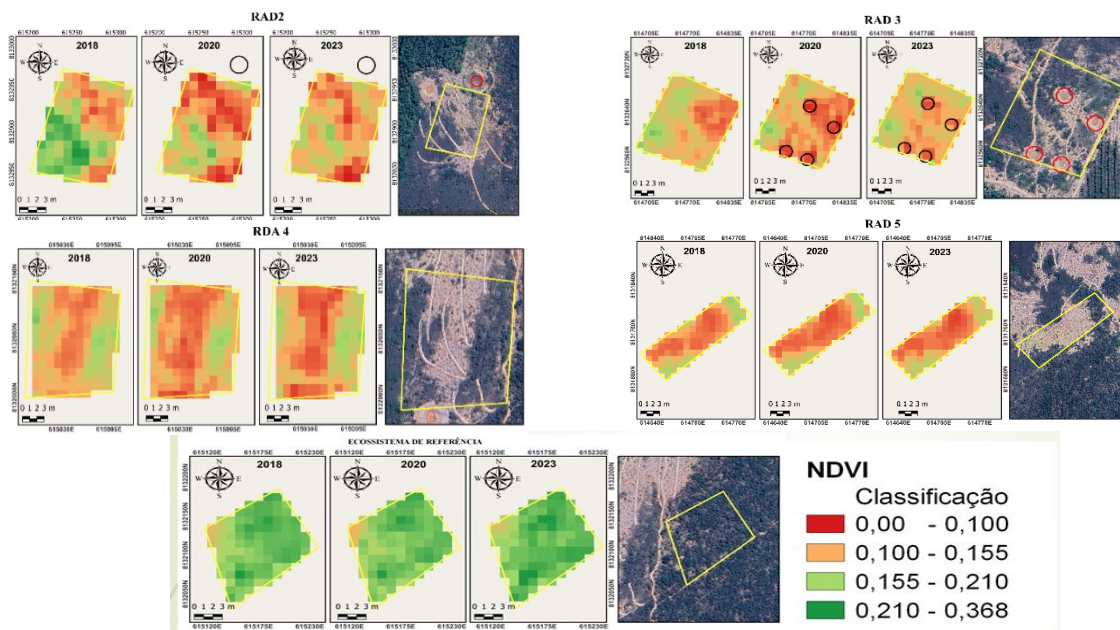
$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{VERMELHO}) / (\text{NIR} + \text{VERMELHO})$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos preliminares, baseados na análise das bandas espectrais obtidas do satélite Sentinel 2A considerando os períodos de 06/07/2018, 25/07/2020 e 10/07/2023, já indicam uma alteração na cobertura do solo em todas as áreas examinadas (FIGURA 1). Além disso, constatou-se que as áreas vegetadas apresentam valores do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) no intervalo de 0,150 a 0,368, enquanto os solos sem vegetação (descobertos ou Nu) os valores encontrado de 0,032 e 0,09. Na análise destacam-se as áreas RAD 3 e RAD 4 devido à evidente ocupação vegetal em seu interior. Adicionalmente, observa-se uma aparente tendência de melhoria nos valores de NDVI da borda das áreas em recuperação para o interior destas. Isso indica que o processo de restauração tem ocorrido a partir das áreas adjacentes, que já se encontram em um estágio avançado de recuperação. Para a RAD 3, houve diminuição na quantidade de pixels com NDVI menor que 0,210, indicando ocupação da área por vegetação. Já no terceiro ano após realização de ações de recuperação, houve colonização dos locais pela

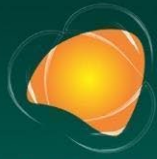
vegetação, processo este que continuou nos anos subsequentes, evidenciada pelo aumento médio da área com valores de NDVI acima 0,210.

Figura 1 - Índices de vegetação por diferença normalizada indicando a variação na cobertura do solo nos anos de 06/07/ 2018, 25/07/2020 e 10/07/2023.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023

O Ecossistema de Referência (ER), apresentou NDVI variando entre 0,152 e 0,368 ao longo do período estudado, valores compatíveis com as características de Campo Sujo Seco a Campo Rupestre. A identificação de pixels com NDVI superior a 0,2 em 2023 indica claramente um processo de recuperação florestal nas áreas RAD 3 e RAD 4, redução na quantidade de pixels com NDVI superior a 0,20 em 2020, possivelmente relacionada à baixa precipitação acumulada nos três meses anteriores ao período analisado. RAD 2 e RAD 5 o NDVI se manteve acima de 0,20 em todos os períodos estudados, o maior acréscimo ocorreu em 2023, coincidindo com a maior precipitação acumulada nos três meses anteriores ao período de análise. Braga *et al.* (2003) observaram que o NDVI é consideravelmente afetado pela precipitação dos dois meses anteriores, no caso do Cerrado. Estudos de Santos *et al.* (2017) ressalta que a precipitação contribui significativamente para variações nos índices de vegetação em áreas semiáridas. Esses resultados sublinham a importância das práticas de manejo do solo e da monitorização contínua para a



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

restauração e manutenção da cobertura vegetal. As práticas de manejo implementadas nas áreas RAD 3 e RAD 4, aliadas às condições climáticas favoráveis, foram fundamentais para o sucesso da recuperação nessas áreas. As áreas em processo de restauração RAD 3 e RAD 4 apresentaram o maior aumento da cobertura vegetal entre os anos de 2020 e 2023, com NDVI superior a 0,20. As áreas RAD 2 e RAD 5 apresentaram um aumento médio na quantidade de pixels com NDVI acima de 0,15.

CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o uso de imagens de satélite e NDVI, constatou-se aumento de cobertura vegetal nas áreas manejadas, especialmente nas que receberam bacias de contenção. As práticas de manejo adotadas nas áreas RAD 3 e RAD 4, juntamente com as condições climáticas detalhadas, foram essenciais para o sucesso da recuperação, apresentando NDVI superior a 0,20 entre 2020 e 2023. As áreas RAD 2 e RAD 5 tiveram aumento médio de pixels com NDVI acima de 0,15, destacando a importância da monitorização contínua.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, C. C.; BRITO, J. I. B.; SANSIGOLO, C. A.; RAO, T. V. R. Tempo de resposta da vegetação às variabilidades sazonais da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.1, p.149-157, 2003.
- FLORENZANO, ML Geotecnologias e meio ambiente. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- OLIVEIRA, Bianca Duarte. **Sistema de informações geográficas para monitoramento das mudanças temporais em solos hidromórficos no cerrado**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.
- REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. D.; ALVES, M. A. Aspectos climáticos do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, ano 11, v.17, p.206-226, 2015. DOI: 10.5380/abclima.v17i0.41493.
- SANTOS, G. L.; PEREIRA, M. G.; DELGADO, R. C.; TORRES, J. L. R. Natural regeneration in anthropogenic environments due to agricultural use in the Cerrado, Uberaba, MG, Brazil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.33, n.1, p. 169 -176, 2017.
- SCOLFORO, J.R.S.; CARVALHO, L.M.T.; OLIVEIRA, A.D. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais: componentes Geofísico e Biótico**. Lavras: UFLA, 2008.195p.
- SILVA, K. A. *et al.* Analysis of vegetation dynamics using the normalized difference vegetation index (NDVI) at the archipelago of Fernando de Noronha, Pernambuco, Brazil. **Interações**, Campo Grande, v. 21, p. 895-901,2020.