

ANÁLISE TEMPORAL DOS ÍNDICES NDVI E SAVI NA BACIA DO RIO BANABUIÚ-CE

MARIA TATIANE FERREIRA BENTO¹, MATHEUS ROCHA SILVA², MARIA EDUARDA RAMOS AMORIM³, JONATHAN GONÇALVES FERNANDES⁴, VINÍCIUS BITENCOURT CAMPOS CALOU⁵

¹ *Curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Estado do Ceará(IFCE)- campus Iguatu. Rodovia Iguatu / Várzea Alegre, Km 05, s/n, Vila Cajazeiras, CEP: 63503-790 Fone: (85) 3455-3037, Iguatu-CE, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4885-758X> tatiiane.ferreira09@aluno.ifce.edu.br*

² *Curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Estado do Ceará(IFCE)- campus Iguatu. Rodovia Iguatu / Várzea Alegre, Km 05, s/n, Vila Cajazeiras, CEP: 63503-790 Fone: (85) 3455-3037, Iguatu-CE, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1917-4655>, matheus.rocha10@aluno.ifce.edu.br*

³ *Curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Estado do Ceará(IFCE)- campus Iguatu. Rodovia Iguatu / Várzea Alegre, Km 05, s/n, Vila Cajazeiras, CEP: 63503-790 Fone: (85) 3455-3037, Iguatu-CE, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9680-143X>, eduarda.ramos09@aluno.ifce.edu.br*

⁴ *Curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Estado do Ceará(IFCE)- campus Iguatu. Rodovia Iguatu / Várzea Alegre, Km 05, s/n, Vila Cajazeiras, CEP: 63503-790 Fone: (85) 3455-3037, Iguatu-CE, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4475-2461>, jonata.fernandes05@aluno.ifce.edu.br*

⁵ *Departamento de engenharia agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Iguatu. Rodovia Iguatu / Várzea Alegre, km 05, s/n, Vila Cajazeiras, CEP: 63503-790 Fone: (85) 3455-3037 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8396-8054> vinicius.calou@ifce.edu.br*

RESUMO: A Caatinga é um bioma brasileiro de 734.000 km², que é constantemente ameaçado pela ação antrópica. Neste cenário, o presente estudo avaliou a eficácia dos índices espectrais NDVI e SAVI na análise de cobertura vegetal na bacia hidrográfica do rio Banabuiú, localizada na região central do estado do Ceará. Os índices NDVI e SAVI foram calculados e comparados para determinar sua assertividade em determinar áreas de vegetação. Os resultados mostram que é possível utilizar os índices para mensurar os danos causados pelo desmatamento nessas áreas

Palavras-chaves: Caatinga, vegetação, desmatamento.

TEMPORAL ANALYSIS OF THE NDVI AND SAVI INDICES IN THE BANABUIÚ-CE RIVER BASIN

ABSTRACT: The Caatinga is a Brazilian biome of 734,000 km² that is constantly threatened by anthropogenic action. Against this backdrop, this study evaluated the effectiveness of the NDVI and SAVI spectral indices in analyzing vegetation cover in the Banabuiú River basin, which is located in the central region of the state of Ceará. The NDVI and SAVI indices were calculated and compared to determine their assertiveness in determining areas of vegetation. The results show that it is possible to use indices to measure the damage caused by deforestation in these areas.

Keywords: Caatinga, vegetation, deforestation.

1 INTRODUÇÃO

Situado na região do semiárido, o bioma Caatinga está integralmente situado no Brasil e abrange uma extensão de 734.000 km² (Souza; Artigas; Lima, 2015), esse bioma tem sido há muito tempo explorado de forma não sustentável pelo homem, o que levou a perdas da diversidade florística e faunística, aceleração do processo de erosão do solo e redução da qualidade da água dos açudes (Beuchle *et al.*, 2015). Segundo Bandeira *et al.* (2017), estudar as bacias hidrográficas em um contexto semiárido é importante para um equilíbrio natural do ambiente, sobretudo em razão dos seus múltiplos usos: ocupação urbana, turismo e lazer, uso dos recursos hídricos, agricultura e pecuária.

O sensoriamento remoto, neste contexto, se revela uma ferramenta valiosa para avaliar esses níveis de desmatamento. Os índices de vegetação possuem a capacidade de minimizar efeitos topográficos ao produzir uma

escala linear de medida que varia, de -1 a 1: “valores próximos de 1 indicam densa cobertura vegetal”, valores próximos de 0 representam valores aproximados para ausência de vegetação, enquanto valores negativos representam superfícies com água ou alagadas (Rego *et al.*, 2012). Visto isso, esse trabalho objetiva utilizar os índices NDVI (*Normalized difference vegetation Index*- Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e SAVI (*soil-Adjusted Vegetation Index*-Índice de Vegetação Ajustado ao Solo) na análise vegetal da bacia do Rio Banabuiú -Ce.

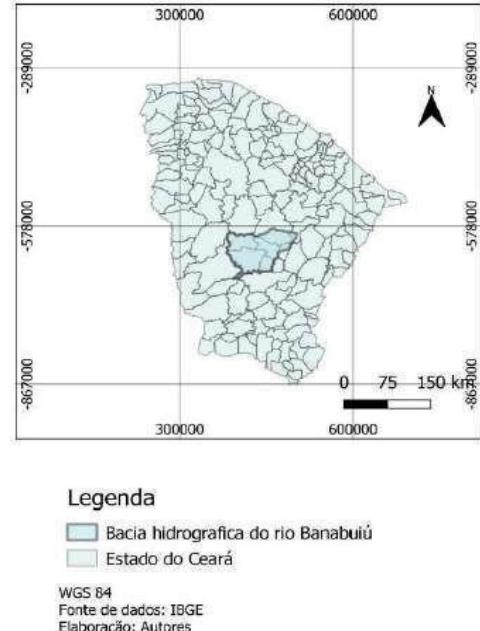
2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na bacia hidrográfica do rio Banabuiú, região central do estado do Ceará, Brasil. Esta bacia estende-se por oito municípios cearenses: Banabuiú, Quixeramobim, Milhã, Senador Pompeu, Pedra Branca, Mombaça, e Piquet Carneiro, conforme figura 1.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.



Para realização deste estudo foram utilizadas duas imagens do satélite Landsat-8, sensor OLI (*Operational Land Imager*), através do banco de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey- USGS*). Nas datas referentes à 23 de julho de 2021 e 14 de agosto de 2023.



Foram calculados os dois índices espectrais, NDVI e SAVI (equações 1 e 2, respectivamente). O mapeamento das áreas de vegetação por meio do NDVI foi desenvolvido a partir do comportamento da resposta espectral de áreas desnudas nas regiões do infravermelho-próximo e vermelho.

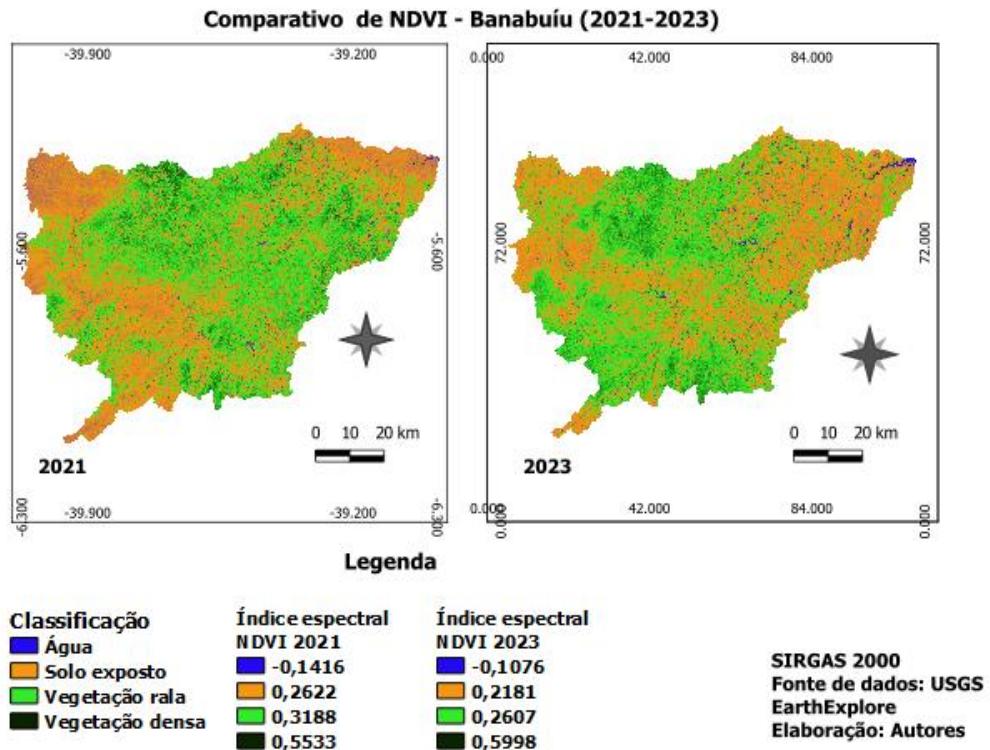
$$NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED) \quad (1)$$

Em que: NIR - banda 5, banda do infravermelho próximo (*near infrared*); RED - banda 4, banda do vermelho (*red*).

$$SAVI = ((NIR - RED)/(NIR + RED + L)) \times (1 + L) \quad (2)$$

Em que: NIR - banda 5, banda do infravermelho próximo (*near infrared*); RED - banda 4, banda do vermelho (*red*); L - Constante para ajustamento do efeito do solo sobre a reflectância do dossel (0,5 para áreas de cobertura com densidade da vegetação intermediária).

Figura 2. NDVI calculado para a bacia do Banabuiú com imagens do sensor OLI do Landsat 8 (A) imagens do dia 23 de julho de 2021; (B) imagens do dia 14 de agosto de 2023.



Nas Figuras 2A e 2B, correspondentes aos anos de 2021 e 2023, respectivamente, identificam-se áreas que apresentam índices na escala de 1 a -1. Nessa escala, valores próximos a 1 sugerem a presença de vegetação densa, valores em torno de 0 indicam áreas com escassa ou nenhuma atividade de clorofila, e valores negativos são característicos de corpos d'água. Conforme apontado por Sartori *et al.* (2009), áreas que possuem disponibilidade hídrica podem exibir valores baixos de NDVI

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2A e 2B são apresentados os mapas gerados a partir do NDVI, referentes às datas de 23 de julho de 2021 e 14 de agosto de 2023.

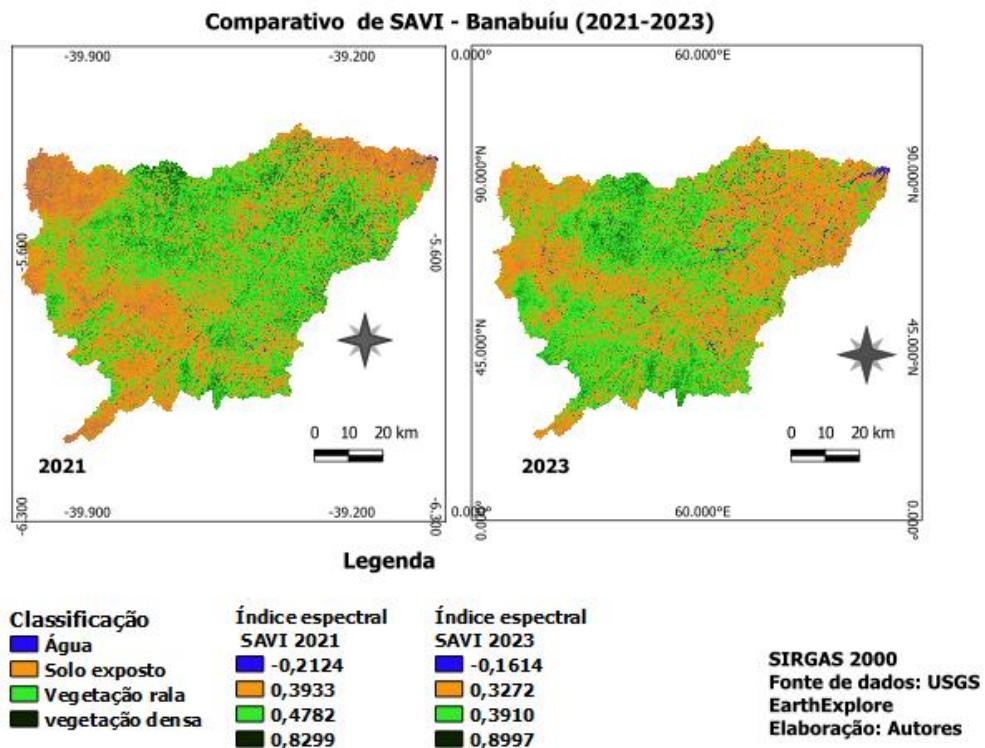
em situações em que há predominância de solo exposto.

Ao fazer um comparativo entre as duas imagens, nota-se que na imagem de 2023, há uma maior concentração de pixels com valores próximos a zero, indicativos de solo exposto ou vegetação rala, esse fato pode ser explicado de modo que quanto maior a biomassa da vegetação mais próximos os pixels estão de 1 e à medida que esse valor diminui menor a biomassa presente.

Logo, na Figura 3A e 3B são apresentados os mapas gerados a partir do

SAVI, ilustrando os anos de 2021 e 2023, respectivamente.

Figura 3. SAVI calculado para a bacia do Banabuiú com imagens do sensor OLI do Landsat 8 (A) imagens do dia 23 de julho de 2021; (B) imagens do dia 14 de agosto de 2023.



O SAVI é uma adaptação do NDVI, que foi proposta por Huete (1988). O SAVI incorpora um fator de ajuste para mitigar o impacto da presença do solo na detecção da vegetação, especialmente em áreas com solos claros ou escuros, o que ajuda a reduzir os efeitos do background do solo.

Embora não seja perceptível visualmente, o SAVI e o NDVI apresentam

diferenças ao analisar os índices gerados. No SAVI, observa-se geralmente valores mais elevados em comparação com o NDVI, conforme Tabela 1. Os valores positivos no índice SAVI indicam áreas com presença de vegetação, enquanto os valores negativos representam áreas sem vegetação ou com corpos d'água, conforme destacado por Alvarenga e Moraes (2014).

Tabela 1. Regressão linear e coeficiente de determinação dos modelos desenvolvidos

Classes	NDVI	NDVI	SAVI	SAVI
	2021	2023	2021	2023
Água	-0,1416	-0,1076	-0,2124	-0,1614
Solo exposto	0,2622	0,2181	0,3933	0,3272
Vegetação rala	0,3188	0,2607	0,4782	0,3910
Vegetação densa	0,5533	0,5998	0,8299	0,8997

Através dessa diferença de índices foi possível quantificar a área vegetal pelos dois índices, NDVI e SAVI, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Quantificação da área vegetal dos anos de 2021 e 2023 calculados através dos índices NDVI e SAVI

Classes	Ano de 2021 (Área NDVI em hectares)	Ano de 2021 (Área SAVI em hectares)	Ano de 2023 (Área NDVI em hectares)	Ano de 2023 (Área SAVI em hectares)
Água	7,20	7,11	28,26	28,26
Solo exposto	215.002,89	214.998,21	214.908,94	216.137,45
Vegetação rala	216.100,71	216.104,31	215.499,87	215.407,71
Vegetação densa	214.105,77	214.106,94	214.779,50	213.643,15
TOTAL	645.216,57			

4 CONCLUSÕES

A partir dos índices NDVI e SAVI, foi possível determinar, classificar e mapear a área vegetal da bacia do Rio Banabuiú. O estudo demonstrou que é possível utilizar os índices para mensurar os danos causados pelo desmatamento, servindo de base para tomada de decisões de autoridades competentes.

5 REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. S.; MORAES, M. F. **Processamento digital de imagens LANDSAT – 8 para obtenção dos índices de vegetação NDVI e SAVI visando a caracterização da cobertura vegetal no município de Nova Lima – MG.** Curitiba: Portal MundoGeo, jun. 2014. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2014/06/10/processamento-digital-de-imagens-landsat-8-para-obtencao-dos-indices-de-vegetacao-ndvi-e-savi-visando-a-caracterizacao-da-cobertura-vegetal-no-municipio-de-nova-lima-mg/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

savi-visando-a-caracterizacao-da-cobertura-vegetal-no-municipio-de-nova-lima-mg/. Acesso em: 10 mar. 2024.

BANDEIRA, T. V.; FRANKLIN, B. S.; SILVA, G. M.; MOURA, M. T. M.; CRUZ, M. L. B. O geoprocessamento na delimitação da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Juá, Caucaia-Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS DO SEMIÁRIDO, 3., 2017, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: SBRNS, 2017. p. 1-12. Disponível em: <https://sbrns2017.blogspot.com/p/anais-do-iii-sbrns-2017.html>. Acesso em: 12 mar. 2024.

BEUCHLE, R.; GRECCHI, R. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; SELIGER, R.; EVA, H. D.; SANO, E.; ACHARD, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach.

Applied Geography, Amsterdam, v. 58, p. 116-127, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.01.017>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622815000284>. Acesso em: 10 mar. 2024.

HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, Tucson, v. 25, n. 3, p. 295-309, 1988.

REGO, S. C. A.; LIMA, P. P. S.; LIMA, M. N. S.; MONTEIRO, T. R. R. Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI no

município de São Domingos do Cariri-PB. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 2, n. 4, p. 1217-1229, 2012.

SARTORI, A. A. D. C.; SILVA, R.; PIANUCCI, M.; ZIMBACK, C. Influência do período de estiagem no Índice de Vegetação (NDVI), no município de Botucatu-SP. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 19., 2009, Natal. **Anais** [...]. Natal: INPE, 2009. p. 25-30.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.