

ANÁLISE DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) NA BACIA DO RIO FURNAS, RIO DE CONTAS, BAHIA: NOS ANOS DE 2013 E 2024.

Gerfferson Moreira de Novaes Santos¹
Isaque Abreu Oliveira²

INTRODUÇÃO

A Caatinga, bioma exclusivo do Brasil, cobre cerca de 11% do território nacional, sendo caracterizado por sua vegetação adaptada às condições semiáridas. Apesar de sua importância ecológica e socioeconômica, a Caatinga é o terceiro bioma mais degradado do Brasil, perdendo apenas para a Mata Atlântica e o Cerrado (MYERS et al., 2000). Estima-se que aproximadamente 80% da vegetação original da Caatinga tenha sido alterada, principalmente devido ao extrativismo e à agropecuária, o que coloca o bioma em estágios avançados de sucessão ecológica e, em muitos casos, em processo de desertificação (ARAÚJO FILHO, 1996).

A desertificação, conforme definida pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD, 1995), é a degradação da terra em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de fatores como variações climáticas e atividades humanas inadequadas.

A perda da cobertura vegetal na Caatinga intensifica os processos erosivos e a deterioração das propriedades do solo, o que, por sua vez, compromete a biodiversidade local e as funções ecossistêmicas do bioma. A destruição de habitats e a extinção de espécies nativas são consequências diretas desse processo, agravadas pela falta de políticas eficazes de conservação e manejo sustentável dos recursos naturais (SOUZA et al., 2011).

A bacia do Rio Furnas, localizada na região semiárida do município de Rio de Contas, Bahia, tem suas terras cobertas por esse bioma, caatinga - que abriga uma diversidade biológica significativa e endêmica, está sujeita a intensas pressões devido ao

¹ Mestrando em Geografia pelo Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGEIO da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, gerfferson.geo@gmail.com ;

² Professor da SEC – Bahia e Mestrando em Geografia pelo Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGEIO da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, isaqueao@gmail.com;

desmatamento, práticas agrícolas inadequadas e ao uso insustentável dos recursos naturais, que comprometem a sua capacidade de resiliência (SANTOS; SILVA, 2020; MEDEIROS et al., 2017).

O monitoramento da vegetação utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) tem se mostrado uma ferramenta essencial para avaliar as mudanças na cobertura vegetal e os impactos dessas mudanças sobre o ambiente. O NDVI, derivado de imagens de satélite, permite quantificar a densidade e a saúde da vegetação, sendo amplamente utilizado para detectar áreas de degradação e para avaliar a eficácia de ações de recuperação ambiental (OLIVEIRA et al., 2018).

Este estudo tem como objetivo analisar as variações na cobertura vegetal da bacia do Rio Furnas ao longo dos anos de 2013 e 2024, utilizando o NDVI para identificar tendências de desertificação e seus efeitos na biodiversidade local. A análise dos dados proporcionará uma compreensão mais aprofundada sobre os padrões de degradação e recuperação na Caatinga, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de manejo sustentável que visam minimizar os impactos ambientais e promover a conservação do bioma (CARVALHO; LIMA; SANTOS, 2021).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise das mudanças na cobertura vegetal da bacia do Rio Furnas, no município de Rio de Contas, foram utilizadas imagens de satélite Landsat-8, obtidas através do serviço Earth Explorer do United States Geological Survey (USGS). As datas de aquisição das imagens foram selecionadas para representar os anos de 2013 e 2024, de modo a possibilitar a comparação temporal das condições da vegetação. As imagens foram escolhidas considerando a menor presença possível de nuvens, garantindo assim a qualidade dos dados.

O processamento das imagens foi realizado no software QGIS 3.34, onde foi aplicado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para cada uma das datas selecionadas. O NDVI é calculado a partir da diferença entre as bandas do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (RED) da imagem de satélite, normalizada pela soma dessas mesmas bandas. O índice resultante varia de -1 a 1, onde valores próximos a 1 indicam vegetação densa e saudável, enquanto valores próximos a -1 indicam áreas sem vegetação ou com vegetação muito escassa (OLIVEIRA et al., 2018).

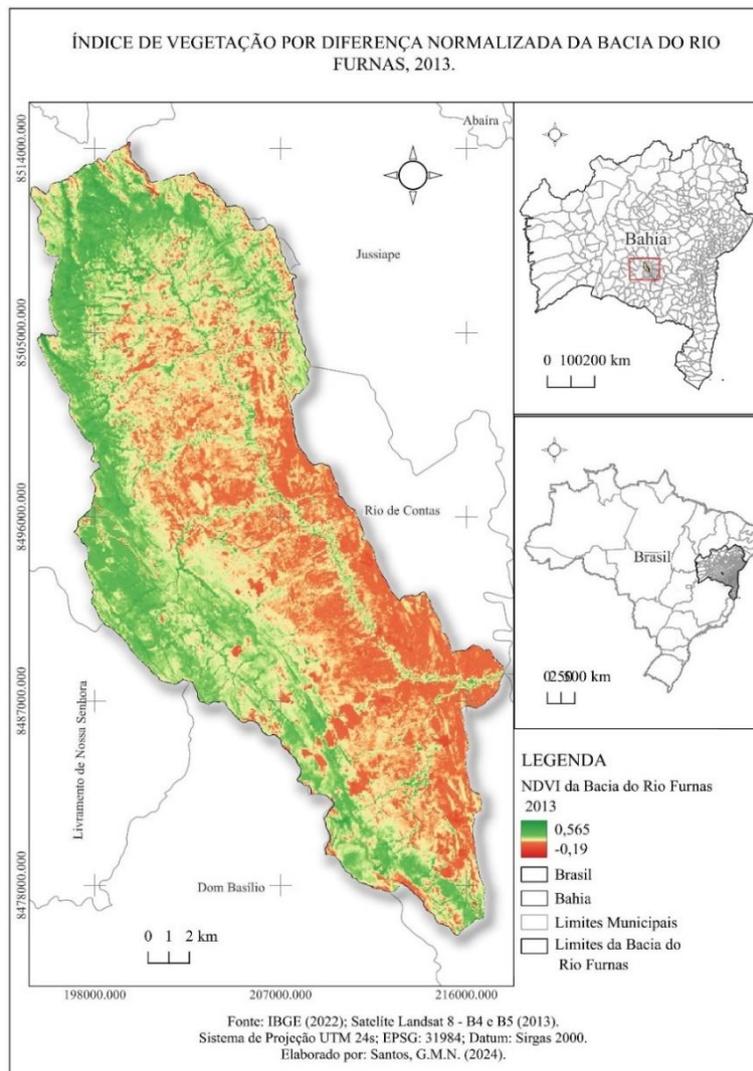
Após o cálculo do NDVI para ambos os anos, os valores foram classificados em diferentes categorias de cobertura vegetal, permitindo a identificação das áreas que apresentaram aumento, redução ou estabilidade na cobertura vegetal ao longo da década. As áreas de maior degradação e os potenciais de recuperação foram identificados por meio de uma análise comparativa entre as imagens dos dois períodos. Para garantir a precisão das análises, foram utilizados métodos de correção atmosférica e radiométrica nas imagens, utilizando o módulo Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) no QGIS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da análise temporal do NDVI na bacia do Rio Furnas oferece uma visão detalhada das mudanças na cobertura vegetal ao longo da última década. Esses resultados refletem as dinâmicas ambientais na Caatinga, evidenciando os efeitos combinados das pressões antrópicas e das variabilidades climáticas na região. A interpretação dos dados permite identificar as áreas mais suscetíveis à degradação e aquelas que apresentam potencial de recuperação, contribuindo para a compreensão dos processos de desertificação e para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo ambiental.

Os mapas abaixo gerados a partir do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para a bacia do Rio Furnas nos anos de 2013 e 2024 revelam mudanças significativas na cobertura vegetal ao longo deste período. A análise desses dados é fundamental para compreender as dinâmicas ambientais e o impacto das condições climáticas sobre a vegetação na região semiárida da Caatinga, um dos biomas mais vulneráveis às mudanças climáticas e às atividades humanas.

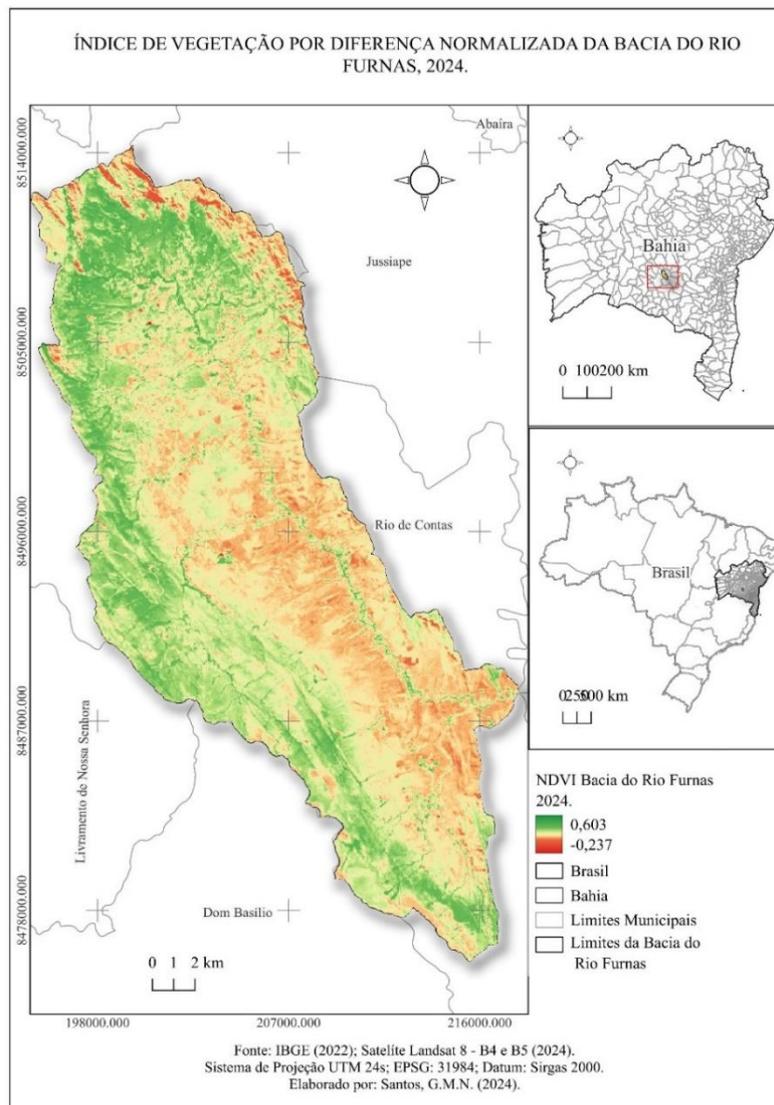
Mapa 1 - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da Bacia do Rio Furnas, 2013.



No mapa correspondente ao ano de 2013 (Mapa 1), observa-se uma predominância de áreas com valores de NDVI mais baixos, principalmente no sul da bacia, indicando vegetação em condições de déficit hídrico ou áreas com menor densidade vegetal. Isso é característico da Caatinga durante períodos de seca, período equivalente a imagem de satélite utilizada para geração desse índice que corresponde ao dia 29 de setembro de 2013, quando as plantas perdem suas folhas e a vegetação tende a secar, refletindo os desafios hídricos enfrentados pela região. De acordo com Dragan et al. (2005), valores de NDVI mais próximos de 0 indicam vegetação em condições de déficit hídrico, enquanto valores negativos podem indicar a presença de corpos d'água, embora neste caso específico, não se identifiquem grandes áreas com valores negativos.

A análise do NDVI para a bacia do Rio Furnas em 2024 (Mapa 2), representada pelo mapa gerado com a imagem de satélite do dia 29 de junho de 2024, reflete características específicas do período e das transformações recentes na região. É importante ressaltar que essa data corresponde ao inverno no Hemisfério Sul, uma estação tipicamente marcada por menor estresse hídrico na Caatinga devido às temperaturas mais amenas e, em algumas áreas, uma leve recuperação da umidade do solo.

Mapa 2 - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da Bacia do Rio Furnas, 2024.



No entanto, a análise dos dados do NDVI para este período também revela um panorama preocupante em relação ao avanço da agropecuária na região. Notam-se áreas com valores de NDVI mais elevados, o que inicialmente poderia ser interpretado como uma recuperação da vegetação nativa. Contudo, essa elevação nos índices está mais

associada à substituição da vegetação original por culturas agrícolas e pastagens, frequentemente mantidas por irrigação artificial, que, neste contexto, advém do uso de poços artesianos. Essas práticas de irrigação permitem a manutenção de uma vegetação verde e densa mesmo durante períodos mais secos, mascarando o verdadeiro estado de conservação da vegetação nativa da Caatinga.

As áreas que apresentam NDVI elevado no mapa de 2024 refletem, assim, a intensificação da atividade agropecuária, com a expansão agrícola e pastagens que substituíram a vegetação nativa (figura 1). Esse fenômeno não apenas altera a composição florística da região, mas também impacta os ciclos hidrológicos locais, pois o uso intensivo de água de poços artesianos pode contribuir para a diminuição dos níveis freáticos e para a degradação dos recursos hídricos da bacia.

Figura 1 - Contraste entre áreas de solo exposto, pastagens e vegetação nativa nas margens da Bacia do Rio Furnas.



Fonte: Oliveira, 2024.

Essa substituição da vegetação natural pela agropecuária acentua a suscetibilidade ambiental da bacia do Rio Furnas, pois a perda da cobertura vegetal nativa compromete a resiliência do ecossistema frente às variações climáticas e à pressão antrópica. Portanto, embora o NDVI em 2024 possa sugerir uma "melhora" na vegetação em termos quantitativos, essa percepção não reflete uma real recuperação ambiental, mas sim uma modificação na paisagem que pode trazer consequências negativas a longo prazo para a sustentabilidade dos recursos naturais na região. Além disso, esses resultados reforçam a

elevância do NDVI como ferramenta de análise ambiental, permitindo a detecção de mudanças sutis na vegetação que podem não ser evidentes por outros métodos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que, no ano de 2013, a vegetação da bacia apresentava sinais de estresse hídrico mais acentuados, característicos do semiárido baiano. Por outro lado, em 2024, o NDVI apresenta uma vegetação aparentemente menos estressada, isso indica, o avanço da agropecuária, que, ao substituir a vegetação nativa, especialmente pela agricultura irrigada, altera significativamente a paisagem e os ciclos hidrológicos locais. Permittindo concluir que, embora algumas mudanças no padrões de produção, a exemplo, do uso de tecnologias de irrigação, como os poços artesianos, "melhorem" esses indicadores, a perda de vegetação nativa pode levar a consequências ambientais adversas, como a degradação dos recursos hídricos e a redução da biodiversidade.

Portanto, este estudo contribui para o entendimento das dinâmicas ambientais na bacia do Rio Furnas e reforça a necessidade e importância de políticas públicas que promovam a sustentabilidade dos recursos naturais, incentivando práticas agrícolas que minimizem os impactos negativos sobre o meio ambiente e assegurem a viabilidade a longo prazo da bacia hidrográfica.

Palavras-chave: NDVI; Rio Furnas; Cobertura Vegetal; Semiárido; Análise Temporal.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. A.; PINTO, J. S. Impactos das mudanças climáticas no semiárido brasileiro: uma revisão crítica. **Revista de Estudos Climáticos**, v. 15, n. 2, p. 123-138, 2019.

ALMEIDA, T. I. R.; ARAÚJO, A. R.; ARAÚJO, M. F. T. Desertificação no Semiárido Brasileiro: Processos e tendências. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 5, p. 1504-1515, 2017.

ARAÚJO FILHO, J. C. Sistemas agrossilvipastoris: uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 1, p. 102-115, 1996.

BRITO, J. I. B.; SILVA, S. L. S. Análise espaço-temporal do uso da terra e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Rio Pardo, Bahia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 2, p. 470-485, 2019.

CARVALHO, J. F.; LIMA, S. M.; SANTOS, P. F. Efeitos das práticas agrícolas na degradação do solo e na cobertura vegetal no semiárido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 5, p. 335-344, 2021.

CCD. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**. Documento Base, Genebra: ONU, 1995.

DRAGAN, I. F. et al. **A model for assessing the status of vegetation using NDVI data**. International Journal of Remote Sensing, v. 26, n. 1, p. 3-19, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapeamento do uso e cobertura da terra do Brasil: monitoramento da vegetação e dos recursos naturais: 2013 e 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

MEDEIROS, F. A.; SILVA, D. R.; SANTOS, M. C. Contribuição dos Sistemas Agroflorestais para a Sustentabilidade no Semiárido Brasileiro. **Cadernos de Agroecologia**, v. 12, n. 1, p. 85-97, 2017.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

OLIVEIRA, S. R.; SANTOS, J. L.; FERREIRA, M. P. Avaliação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) na detecção de mudanças na cobertura vegetal do semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 70, n. 2, p. 410-422, 2018.

PONZONI, F. J. et al. Sensoriamento remoto em estudos de vegetação. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 2, p. 133-146, 2004.

SANTOS, G. A.; SILVA, L. M. Mudanças no uso da terra e seus impactos na cobertura vegetal do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 3, p. 1025-1038, 2020.

SILVA, G. B.; OLIVEIRA, M. E. D. Mudanças climáticas e seus impactos na cobertura vegetal do semiárido brasileiro. **Geografia em Questão**, v. 10, n. 1, p. 25-35, 2017.

SODRÉ, J. B.; ALMEIDA, T. I. R. A Importância do NDVI para o Monitoramento da Vegetação no Bioma Caatinga. **Revista de Geografia**, v. 35, n. 2, p. 233-250, 2018.

SOUZA, A. M. et al. Análise temporal da cobertura vegetal na bacia do rio Salitre-BA, utilizando o índice NDVI. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 21, p. 33-48, 2011.

USGS - United States Geological Survey. **Landsat Collection 1 Level-1**. Disponível em: <https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-collection-1-level-1>. Acesso em: 9 ago. 2024.