







Received:
September 30, 2022

Accepted:
October 15, 2023

Published:
October 30, 2023

Mapping of vegetation cover based on remote sensing data in the city of Teófilo Otoni - MG

Álison Miranda Reis¹ , Jorge Luiz dos Santos Gomes¹ , Anna Carolina de Souza Santos¹ , Gabriel Fróis Fernandes de Oliveira¹ , Rodrigo Esteves Ribeiro¹ , Rafael Alvarenga Almeida¹ 

¹ Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Teófilo Otoni, Brazil.

Email address

alison.miranda@ufvjm.edu.br (Alison Reis) – Corresponding author.

anna.santos@ufvjm.edu.br (Anna Santos)

gabriel.frois@ufvjm.edu.br (Gabriel Oliveira)

rodrigo.ribeiro@ufvjm.edu.br (Rodrigo Ribeiro)

jorge.gomes@ufvjm.edu.br (Jorge Gomes)

rafael.almeida@ufvjm.edu.br (Rafael Almeida)

Abstract

Vegetation can be defined as a grouping of native plants that occur in any land area, as long as the conditions for their development are met, thus, we can consider it an important element of the ecological environment and essential for the survival of human beings. This work aims to map the vegetation cover of the city of Teófilo Otoni based on remote sensing data. Teófilo Otoni is located in the Northeast of the State of Minas Gerais in Brazil, and has about 141.269 inhabitants. The present study seeks to generate information on the current state of the study area, providing relevant information about the existing vegetation cover in the municipality through the creation of maps using images obtained through the Landsat 8/OLI satellite. For this, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was chosen. The results indicate a denser vegetation (more than 0,55 NDVI) in the more distant regions of the urban perimeter and when approaching the urban area, we have a lower vegetation or a sudden change to an area that suffered anthropological action (less than 0,34 NDVI).

Keywords: NDVI, Vegetation, Teófilo Otoni.

1. Introdução

Com base nos dados adquiridos com os sensores dos satélites remotos é possível obter resultados positivos em diversos estudos e aplicações sobre a área de cobertura terrestre, como os estudos regionais e globais de biodiversidade, preservação da natureza, efeitos de desmatamento e desertificação, entre outros. O uso de imagens de satélite no estudo da vegetação em especial proporciona diferenciar facilmente a fitofisionomia da vegetação permitindo a classificação de diversos tipos de espécies.

A utilização de dados obtidos por meio do sensoriamento remoto elimina as desvantagens logísticas de monitoramento dos fragmentos de vegetação que muda a longo prazo, bem como se

torna útil na avaliação de uma área inacessível (Lee et al., 2009).

Este trabalho objetiva o mapeamento e análise da cobertura vegetal na cidade de Teófilo Otoni no estado de Minas Gerais utilizando métodos de sensoriamento remoto e geoprocessamento com base em imagens de satélites. Para tal, utilizar-se-á o método do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) calculado por meio de técnicas de geoprocessamento, baseando-se nas imagens de satélites multiespectrais.

O NDVI é constantemente utilizado para detecção de seca, desmatamento, agricultura, monitoramento de áreas de preservação e da densidade da vegetação através de imagens de satélite. Existem diversos exemplos na literatura como Boratto e Gomide (2013), Santos e Fialho (2020), Silva, Gomes e Oliveira (2023).

Desta forma o mapeamento vai possibilitar o levantamento de informações sobre o estado atual da área atribuindo conhecimentos pertinentes sobre os ecossistemas naturais existentes, usos antrópicos e possibilidades de manuseio para a criação dos planos de utilização a serem realizados.

2. Metodologia

O processo metodológico do presente trabalho resumiu-se em 3 etapas, como ilustrado no fluxograma da Figura (1).

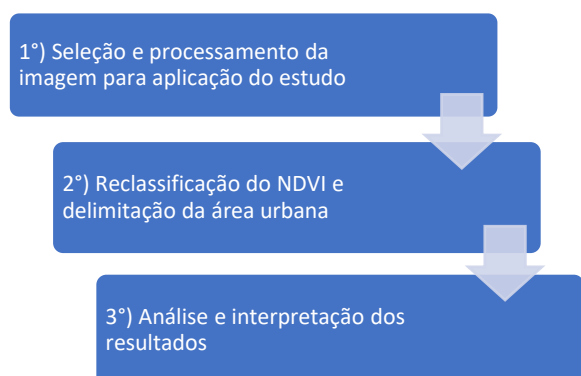


Figure 1 – Fluxograma das etapas do estudo.

2.1 Seleção da imagem para aplicação do estudo

No presente estudo foi utilizada uma imagem do satélite Landsat 8/OLI contendo o Município de Teófilo Otoni (MG), para a realização da análise comparativa do NDVI. A imagem foi obtida gratuitamente pelo site *Earth Explorer* e reprojeta para SIRGAS 2000 UTM Zona 24S.

As nuvens são um grande empecilho para o sensoriamento remoto no que tange o estudo da cobertura vegetal, é recomendada a escolha de imagens nas ocasiões em que o céu está totalmente limpo (sem presença de nuvens). Isso evita o efeito de nuvens rolantes que fazem com que o terreno fique sombreado e comprometa a qualidade da imagem, pois interfere na reflectância da planta.

Foram selecionadas as imagens multiespectrais com menor cobertura de nuvens para a área de estudo. A data de aquisição da imagem escolhida foi 11 de junho de 2020, tendo menos de 10% de cobertura de nuvens. A região urbana do município, na qual o estudo foi realizado, não possui nenhuma interferência de nuvens.

2.2 Reclassificação do NDVI, delimitação da área urbana e análise

Utilizando o software de Sistemas de Informação Geográfica ArcGIS/ArcMap 10.3, foi possível, a partir da imagem selecionada, realizar a análise da cobertura vegetal do Município de Teófilo Otoni por meio do método do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), proposto por Rouse et al. (1973), sendo calculado pela Equação (1).

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

Em que:

NIR: Reflectância da vegetação na banda do infravermelho próximo;

R: Reflectância da vegetação na banda do vermelho.

Para a visualização em mapa dos valores calculados do NDVI foi utilizado os intervalos de valores de -0,2 a 8.

No que tange a reclassificação dos dados processados foi necessário definir classes (intervalos de valores). Foram escolhidas 5 classes (tabela 1) que melhor representavam as mudanças (condições) da cobertura do solo (ocupação) em relação a composição colorida e as imagens de satélite do google.

Tabela 1 – Classes NDVI.

Classes NDVI	Intervalo
1	-1 à 0.34817
2	0.34818 à 0.47917
3	0.47918 à 0.57666
4	0.57667 à 0.65892
5	0.65893 à 1

Após a reclassificação de todos os dados, calculou-se a área (em km²) para cada classe com o intuito de realizar uma análise estatística.

Após a reclassificação realizou-se o recorte do NDVI para a área urbana da cidade de Teófilo Otoni. Para definir a área urbana foi levado em consideração o estudo realizado por Ferraz et al. (2017), ilustrado na Figura (2), que estudou o histórico evolutivo da mancha urbana da cidade.

Entretanto, tendo em vista a dinâmica urbana de expansão, natural em centros urbanos, adotou-se o procedimento de mapeamento visual através da imagem de satélite mais recente disponível do Google do ano de 2020. O contorno da área urbana criado nesta etapa foi o adotado neste trabalho, conforme ilustrado na Figura (3).

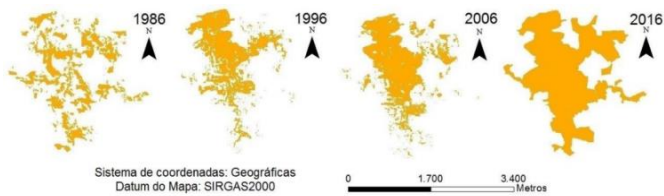


Figure 2 – Crescimento da área urbana 1986-2016 (Adaptado de Ferraz et al., 2017).

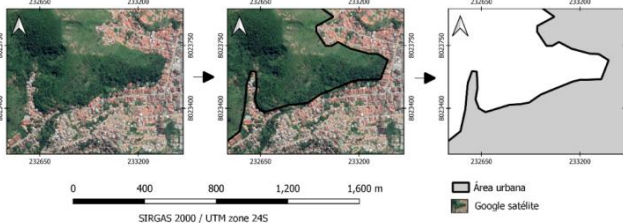


Figure 3 – Mapeamento da área urbana de Teófilo Otoni.

Como procedimento final, foi elaborado um mapa temático de cobertura vegetal abrangendo a região urbana de Teófilo Otoni e seu entorno, para uma posterior análise. Para fins de comparação, também foi elaborado um mapa temático abrangendo apenas a área urbana do município.

Para melhor análise dos resultados obtidos pelo NDVI, foram feitos cortes atravessando a área urbana da cidade de Teófilo Otoni – MG. Foi realizado um corte no sentido Norte-Sul (N-S) representado pela letra A-A' e outro no sentido Leste-Oeste (L-O) representado pela letra B-B'. Para cada um deles foram gerados gráficos utilizando os valores de NDVI e o comprimento em metros.

3. Resultados

O resultado do NDVI com base nas imagens de 2020 está ilustrada na Figura (4), na qual, o vermelho, laranja e amarelo indicam área edificada, solo exposto ou vegetação morta/esparsa, e todos os tons de verde são sinais de cobertura vegetal. As áreas que apresentam cores que tendem do amarelo para o verde escuro indicam maior densidade de vegetação, as cores que tendem do amarelo escuro para o laranja indicam áreas de menor densidade de vegetação.

A Figura (5) ilustra os cortes AA e BB utilizados para analisar o comportamento do NDVI da região em estudo.

Nas Figuras (6) e (7) as linhas de cor preta presentes no gráfico indicam os limites da área urbana. Os dados corroboram com a delimitação do perímetro urbano realizada. Neles é possível visualizar uma tendência de diminuição dos valores

NDVI na região compreendida como urbana e uma tendência de valores mais elevados de NDVI fora da área urbana (nas suas adjacências) com maior predominância de cobertura vegetal.

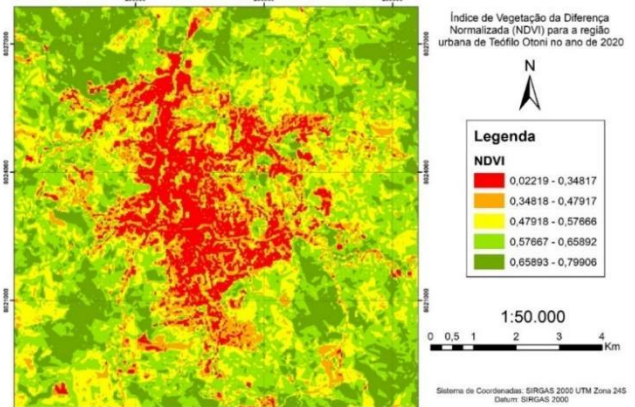


Figure 4 – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada para a Cidade de Teófilo Otoni e áreas adjacentes na data de 11/06/2020.

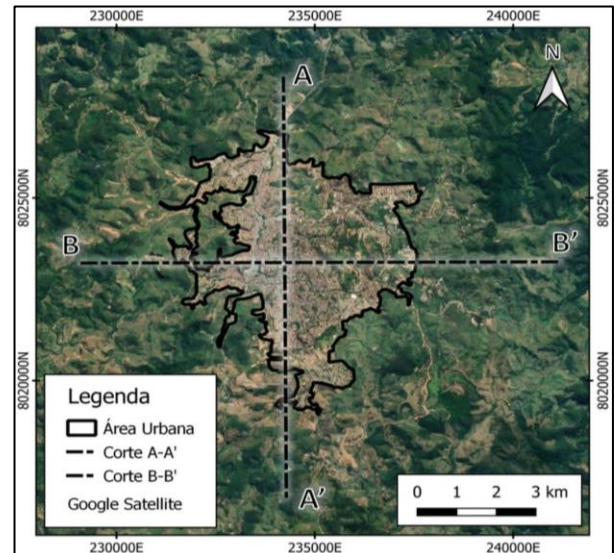


Figure 5 – Cortes feitos no perímetro urbano do município de Teófilo Otoni – MG.

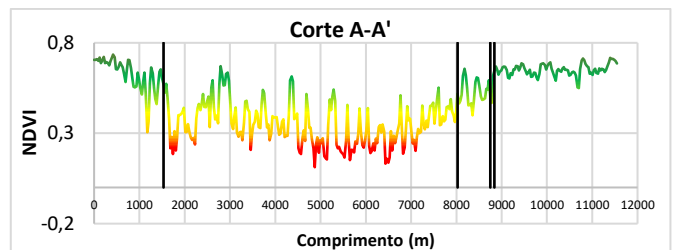


Figure 6 – Corte NDVI A-A' para a data de 11/06/2020.

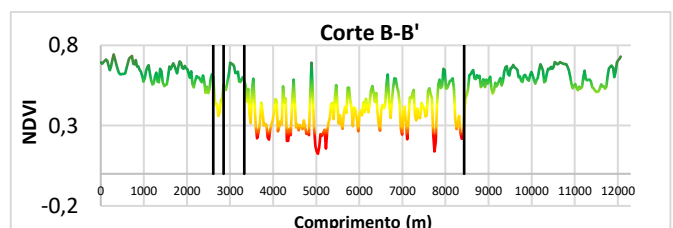


Figure 7 – Corte NDVI B-B' para a data de 11/06/2020.

A seguir, a Figura (8) ilustra o mapa de NDVI do município utilizado para comparação entre a área urbana e seu entorno.

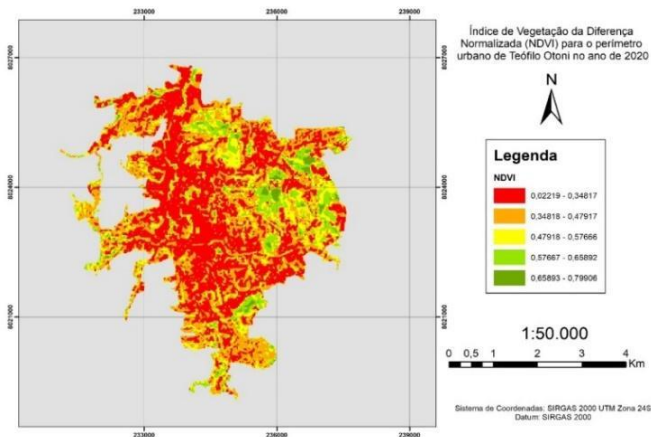


Figure 8 – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) da área urbana de Teófilo Otoni em 11/06/2020.

Na Figura (9) é ilustrado um gráfico comparando a porcentagem total da área de cada mapa (Figura 4 e 8) pela sua respectiva classe NDVI. Nele é possível visualizar a diferença percentual das classes 4 e 5 (vegetação mais densa) ao considerar a contagem na área total do mapa e apenas da área urbana. Fora da mancha urbana o percentual de área verde é maior (cerca de 64% somando as classes 4 e 5), logo indicando uma supressão da vegetação no perímetro urbano.

Ao verificar a área edificada (pode ser também solo exposto, afloramento rochoso e massa d'água) dentro do perímetro urbano, notou-se que a somente a classe 1 representa cerca de 41% de toda a área urbana.

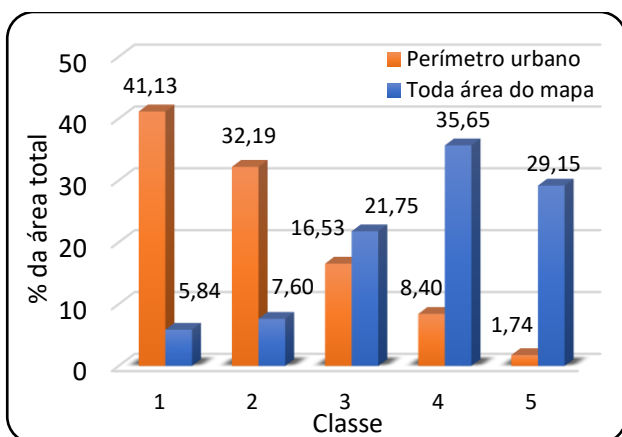


Figure 9 – Comparação da porcentagem de área total de cada mapa por classe NDVI.

A Figura (10) mostra uma comparação do NDVI com imagens de satélite para 3 áreas de Teófilo Otoni – MG, a imagem do Google satélite foi utilizada no lugar da composição colorida do

Landsat 8 por apresentar melhor resolução, é importante ressaltar que a classificação utilizada no NDVI está de acordo com o observado nas imagens.

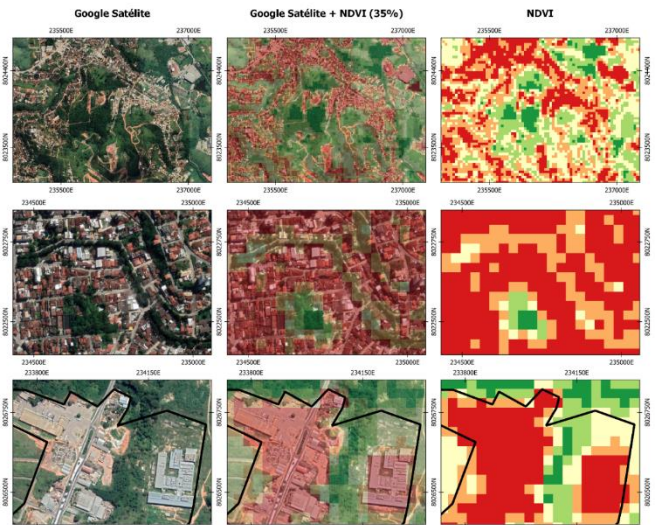


Figure 10 – Comparação do resultado NDVI com a imagem de Satélite do Google.

Os resultados indicam que nas regiões mais distantes do perímetro urbano foi possível observar uma vegetação mais densa, à medida em que se aproxima do perímetro urbano temos uma vegetação mais rasteira ou uma brusca mudança para área que sofreu ação antropológica, algumas regiões com solo exposto, também foi possível observar uma redução nos valores NDVI na região urbana (podemos considerar também solo exposto e curso d'água) e valores mais elevados (próximo de 51,90%) de NDVI nas imediações da área urbana com maior cobertura vegetal.

4. Conclusão

Com base no mapeamento da cobertura vegetal utilizando o índice de vegetação NDVI foi possível identificar as áreas no perímetro urbano que possuem cobertura vegetal, como também a influência antropológica na ocupação do solo.

As regiões com cobertura vegetal mais densa na área urbana estão localizadas em área mais íngremes de morros e de matas ciliares.

O resultado também corrobora com a delimitação do perímetro urbano, pois é possível visualizar uma rápida mudança nos valores do NDVI ao sair e/ou se afastar do perímetro urbano delimitado.

Por fim, espera-se que este trabalho sirva de subsídio para o estabelecimento de políticas públicas no intuito de preservação, conservação e recuperação de áreas degradadas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de pesquisas em Geociências e Engenharia dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (GEOVALES) e à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Este trabalho faz parte do projeto de pesquisa n.º 3182020 da UFVJM.

Referências

Barros, A.S., Farias, L.M., Marinho, J.L.A., 2020. *Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Caracterização da Cobertura Vegetativa de Juazeiro Do Norte – CE*, Revista Brasileira de Geografia Física, 13(6), pp. 2885-2895.
<https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.6.p2885-2895>

Boratto, I.M.P. e Gomide, R.L., 2013. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. In: *XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*, INPE.

Campos, P.N., Coutinho, A.V.S., Costa, A.V.D., Coutinho, J.S., Rocha Júnior, J.A.L. e Mercês, M. O., 2019. *Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise do uso e ocupação do solo em uma área pertencente ao município de Capitão Poço-PA*. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 2(5), pp. 1792–1799.

Cordeiro, A.P.A., Berlatto, M.A., Fontana, D.C., Melo, R.W., Shimabukuro, Y.E. e Fior, C.S., 2017. *Regiões Homogêneas de Vegetação Utilizando a Variabilidade do NDVI*. Ciência Florestal, 27(3), pp. 883-896.
<https://doi.org/10.5902/1980509828638>

Earth Explorer, 2021. *Imagem Landsat 8*. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. [Acessado 16 dezembro 2021].

Eduvirgem, R.V., Perçato, A.J., Sanches, C.C., Soares, C.R., Caraminan, L.M. e Santos, M.V.d., 2018. *Análise da temperatura aparente de superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em Lisboa, Portugal, no verão de 2017*. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. 5(10), pp. 587–597.

<https://doi.org/10.21438/rbgas.051013>

Ferraz, C.M.L., Valadão, R.C., Almeida, R.A., Schetini, A.C.S. e Gomes, G.V., 2017. *Expansão urbana de Teófilo Otoni – MG: aplicação de técnicas de geoprocessamento na contribuição para ordenamento territorial*. Vozes dos Vales, 1, pp. 1-24.

Lee, T.M. and Yeh, H.C., 2009. *Applying remote sensing techniques to monitor shifting wetland vegetation: A case study of Danshui River estuary mangrove communities, Taiwan*. Ecological Engineering, 35(4), pp. 487-496.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.01.007>

Liu, W.T.H., 2015. *Aplicações de sensoriamento remoto*. 2nd. São Paulo: Oficina de Textos.

Rigoldi, K.C., Sousa, J.P. e Caraminan, L.M., 2020. *Análise da vegetação de 2008 e 2018 do município de Sarandi: Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)*. Fórum Ambiental da Alta Paulista, 16(6), pp. 75-84.
<https://doi.org/10.17271/1980082716620202668>

Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W., 1973. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite). In: *Proceedings of the Third ERTS Symposium*, SP-351 Goddard Space Flight Center, Washington: NASA, pp. 309-317.

Santos, L.G.F. e Fialho, E.S., 2020. *Análise da distribuição da Temperatura de Superfície em relação ao Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, em estação seca e chuvosa, no município de Teixeira- MG*. Revista Ponto de Vista, 9(3), pp. 95-112.

Silva, A.C., Gomes, J.L.S., Oliveira, V.P.S., 2023. Identificação dos diferentes usos e ocupação do solo na Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA) com vista à sustentabilidade. In: *12º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade (SIGABI)*. Três Rios (RJ) UFRRJ.
<http://dx.doi.org/10.29327/1326957.12-2>