

ALGORITMOS COMPUTACIONAIS APLICADOS À ANÁLISE DAS
ALTERAÇÕES BIOFÍSICAS E PRODUTIVAS DA VEGETAÇÃO NO
PLANALTO DA CONQUISTA VIA SENSORIAMENTO REMOTO ESPECTRAL¹

Talita Queiroz Coelho², Odair Lacerda Lemos³, Joelto Aparecido Oliveira Vieira⁴

RESUMO

O trabalho teve como objetivo desenvolver algoritmos computacionais para estudos das alterações biofísicas e produtivas dos cafeeiros, utilizando sensoriamento remoto espectral. Em uma plataforma construída a partir do Google Earth Engine, foram implementados índices espectrais de vegetação (NDVI, NDWI, NDRE, GNDVI, EVI, SAVI e MTCI), além da integração de dados climáticos de precipitação e temperatura. A plataforma possibilita visualizar mapas temáticos e gráficos temporais, auxiliando produtores e técnicos na compreensão das variações espaciais e temporais da cultura. Como resultado, apresenta-se uma ferramenta de baixo custo, em nuvem e de fácil utilização, contribuindo significativamente para o manejo agrícola e a tomada de decisões em campo.

PALAVRAS-CHAVE: Clima, Google Earth Engine, Índices Espectrais, Índice de Vegetação.

SPECTRAL REMOTE SENSING AND COMPUTATIONAL ALGORITHMS APPLIED
TO THE STUDY OF BIOPHYSICAL AND PRODUCTIVITY DYNAMICS IN
VEGETATION

ABSTRACT

The study aimed to develop computational algorithms to analyze the biophysical and productive changes of coffee crops using spectral remote sensing. In a platform built with Google Earth Engine, spectral vegetation indices (NDVI, NDWI, NDRE, GNDVI, EVI, SAVI, and MTCI) were implemented, along with the integration of climatic data on precipitation and temperature. The platform allows the visualization of thematic maps and temporal graphs, supporting farmers and technicians in understanding the spatial and temporal variations of the crop. As a result, it presents a low-cost, cloud-based, and user-friendly tool that contributes significantly to agricultural management and decision-making in the field.

KEYWORDS: Climate, Google Earth Engine, Programming Language, Spectral Index, Vegetation Index.

¹ PIBITI - CNPq / UESB

² Graduanda em Engenharia Florestal, UESB - talitaqcoelho@gmail.com

³ Professor Dr. Odair Lacerda Lemos, UESB - olemos@uesb.edu.br

⁴ Engenheiro Agrônomo - joeltoconp@gmail.com

INTRODUÇÃO

A safra de café (arábica e conilon) no Brasil findou-se com 54,2 milhões de sacas beneficiadas em 2024, sendo 1,6% abaixo do produzido no ano anterior, esta redução da produtividade está atrelada às adversidades climáticas ocorridas na fase de desenvolvimento das lavouras (CONAB, 2025).

O cultivo de café possui exigências edafoclimáticas para melhor estabelecimento da cultura, como no caso do café arábica que requer altitudes em torno de 600 m e 1.200 m, temperaturas médias anuais entre 18 °C a 23 °C e uma precipitação acumulada entre 1.200 mm a 1.800 mm anuais bem distribuídos ao longo de todo o ciclo da cultura, especialmente na floração e frutificação pois são tidos como o período crítico para o desenvolvimento dos frutos (Mesquita et al. 2016). Com isso, a produtividade do cafeeiro passa por oscilações associadas principalmente aos fatores edafoclimáticos exigidos durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da cultura (Tavares, 2017). Além de perene, o cafeeiro possui bienalidade sendo a espécie arábica quando cultivada tende a crescer de 4 a 5 metros de altura e os frutos demoram cerca de 7 a 9 meses para atingir a maturação (Santos, 2022).

Considerando a dinâmica do clima, atrelados a dinâmica enfrentada pela cultura, seja por manejo, clima ou demais adversidades, é indispensável o monitoramento climático e da cultura. A utilização do Sensoriamento Remoto atrelado a ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) vem sendo amplamente utilizadas na agricultura (Sobrinho Neto; Danelichen, 2023) como facilitadores deste monitoramento.

Com isso, o trabalho objetivou desenvolver algoritmos computacionais para estudos das alterações biofísicas e produtivas dos cafeeiros na região produtora do Planalto da Conquista utilizando sensoriamento remoto espectral.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Vitória da Conquista, Bahia (14° 51' 57" S, 40° 50' 20" O), por este fazer parte do Planalto da Conquista. O município apresenta um clima favorável para a cultura do café, predominantemente classificado como Cwb - Clima subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno, segundo a classificação de Köppen. Com altitude média de 923 m, precipitação média anual de 730 mm e temperatura média de 23 °C.

Os índices de vegetação são oriundos da relação entre dois ou mais comprimentos de onda refletida pelas plantas, a partir desta relação se obtém informações sobre determinada particularidade da vegetação (MARION et al, 2021). A modelagem dos índices leva a obtenção de parâmetros biofísicos das plantas e

informações sobre a área de cultivo, neste trabalho utilizando a linguagem de programação JavaScript no Google Earth Engine e visando a contribuição nos estudos das alterações biofísicas e produtivas da vegetação foi realizada a modelagem dos índices da TABELA 1.

TABELA 1: Índices de vegetação utilizados e suas respectivas equações.

1. Normalized Difference Vegetation Index (Rouse et al., 1974)	$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$
2. Normalized Difference Red Edge Index (Barnes et al., 2000)	$NDRE = \frac{NIR - RED_{edge}}{NIR + RED_{edge}}$
3. Green Normalized Difference Vegetation Index (Gitelson & Merzlyak, 1996)	$GNDVI = \frac{NIR - GREEN}{NIR + GREEN}$
4. Enhanced Vegetation Index (Huete et al., 1997)	$EVI = 2.5 \cdot \frac{(NIR - RED)}{(NIR + 6 \cdot RED - 7.5 \cdot BLUE + 1)}$
5. Soil Adjusted Vegetation Index (Huete, 1988)	$SAVI = \frac{(NIR - RED) \cdot (1 + L)}{NIR + RED + L}$
6. MERIS Terrestrial Chlorophyll Index (Dash & Curran, 2004)	$MTCI = \frac{NIR - RE2}{RE2 - RE1}$
7. Normalized Difference Water Index (Gao, 1996)	$NDWI = \frac{\rho NIR - \rho SWIR}{\rho NIR + \rho SWIR}$

Legenda: RE e R refere-se a banda Red Edge; L: fator de correção do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na plataforma (FIGURA 1) confirmam a relevância do uso de índices espectrais para monitorar aspectos biofísicos das lavouras de café. Essa abordagem dialoga com trabalhos como o de Martins et al. (2021), que propuseram um índice específico para acompanhar a maturação dos frutos de café a partir de imagens aéreas, evidenciando o potencial do sensoriamento remoto na caracterização de estágios fenológicos da cultura. De modo semelhante, os índices implementados na aplicação, como NDVI, NDRE e GNDVI, permitem avaliar vigor, biomassa e concentração de clorofila, aspectos fundamentais para compreender o desenvolvimento e a maturidade das plantas ao longo do ciclo produtivo.

Além disso, a utilização de índices voltados à detecção de estresse hídrico e nutricional, como NDWI, MTCI e SAVI, reforça a aplicabilidade prática destacada em estudos recentes, como o de Valente et al. (2024), que validaram tais métricas para identificar condições fisiológicas e nutricionais do cafeeiro. Assim, a plataforma se aproxima de metodologias já testadas em pesquisas acadêmicas, oferecendo aos usuários um recurso prático para monitorar variáveis críticas e apoiar estratégias de manejo.

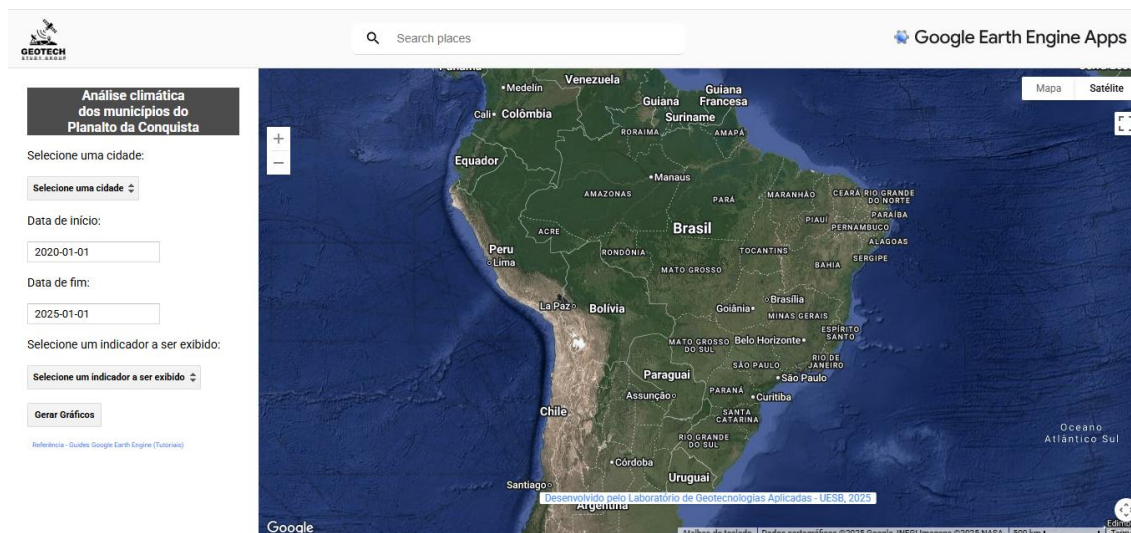


FIGURA 1: Visualização da plataforma. Link de acesso a plataforma: <https://ee-geoflorestal.projects.earthengine.app/view/analise-climatica-planalto-da-conquista>.

CONCLUSÃO

Ao elaborar a plataforma no Google Earth Engine, pode se concluir que está se mostrou como uma ferramenta eficiente para a identificação de variações espaciais e temporais, além de ser uma plataforma em nuvem e de baixo custo com uma interface acessível para seus usuários (produtores e técnico de áreas relacionadas) contribuindo até mesmo nas tomadas de decisões em campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de café, Brasília, DF, v.11, n. 4, quarto levantamento, janeiro 2025.
2. Martins, R. N., Pinto, F. D. A. D. C., de Queiroz, D. M., Valente, D. S. M., & Rosas, J. T. F. (2021). Um novo índice de vegetação para monitoramento da maturação do café usando imagens aéreas. *Sens. Remote*, 13, 263.
3. SANTOS, Juan Pablo Cerqueira. ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DO CAFÉ NA BAHIA: 2000-2020. 2022. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2022.
4. SOBRINHO NETO, Félix Santana; DANELICHEN, Victor Hugo de Moraes. Estudo do Uso de Índices de Vegetação nas Culturas do Brasil. *UNICIÊNCIAS*, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 100–107, 2023. DOI: 10.17921/1415-5141.2022v26n2p100-107. Disponível em: <https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/9973>. Acesso em: fev. 2025.
5. TAVARES, Rosângela Gomes. Determinação dos teores de sólidos e análise microbiológica da amostra de solo de Mata Atlântica da UFRPE. In: ENCONTRO DE AGROECOLOGIA DO AGRESTE PERNAMBUCANO, 7., 2017, Garanhuns. Anais [...]. Garanhuns: Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, 2017. p. 10.

6. Valente, G. F., Ferraz, G. A. E. S., Schwerz, F., Faria, R. D. O., Fernandes, F. A., & Marin, D. B. (2024). Remotely Piloted Aircraft for Evaluating the Impact of Frost in Coffee Plants: Interactions between Plant Age and Topography. *Remote Sensing*, 16(18), 3467.