

ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA EM DIFERENTES ETAPAS FENOLÓGICAS DO CAFEEIRO ARÁBICA

SAMIRA LUNS HATUM DE ALMEIDA¹, RUAN JARDINETTI PEREIRA², AMÉLIA LAÍSY DO NASCIMENTO³, EMANOEL DI TARSO DOS SANTOS SOUSA⁴, JARLYSON BRUNNO COSTA SOUZA⁵, DANIEL MARÇAL DE QUEIROZ⁶

¹Doutoranda em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista – Unesp/FCAV, +55 (28) 99926-3132, samiraluns@hotmail.com

²Graduando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista – Unesp/FCAV, +55 (17) 996730268, r.pereira@unesp.br

³Professora Doutora, Depto. Engenharia Agrícola, Recife, PE, amelialaisy@gmail.com

⁴Professor Doutor, Depto. Engenharia Agrícola, Recife, PE, ditarso_7@hotmail.com

⁵Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista – Unesp/FCAV, +55 (98) 98230-3043, jarlyson.brunno@unesp.br

⁶Professor Doutor, Depto. Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG, dmqueiroz@gmail.com.

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: Diante da necessidade de estudar o comportamento da cultura ao longo do espaço e do tempo, o sensoriamento remoto tem ganhado grande aplicabilidade. O vigor da planta e a produtividade, entre diversos aspectos da cultura, são possíveis de serem analisados a partir do sensoriamento remoto. Por ser relacionado a esses aspectos da cultura, o índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) é um índice muito usual. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo analisar o NDVI da cultura do cafeeiro arábica em diferentes etapas fenológicas, de modo a verificar se existe variação no índice durante os estágios da cultura. Para isso, foram utilizadas imagens Landsat 8, de oito datas distintas espaçadas em aproximadamente 2 meses, de período de março de 2015 à abril de 2016. O maior valor de NDVI ocorreu no período de março a maio de 2015 enquanto o menor NDVI ocorreu em novembro de 2015. O estágio de desenvolvimento que apresentou maior NDVI correspondeu à granação dos frutos. Houve diferença significativa, ao nível de 5% de significância, entre os valores médios do NDVI nas datas analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: NDVI, sensoriamento remoto, Landsat-8.

NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX AT DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES OF ARABICA COFFEE

ABSTRACT: Given the need to study crop behavior over space and time, remote sensing has gained great applicability. The vigor of the plant and the productivity, among several aspects of the crop, are possible to be analyzed from remote sensing. As it is related to these aspects of the crop, the normalized difference vegetation index (NDVI) is a very usual index. In this sense, this work aimed to analyze the NDVI of the Arabica coffee culture in different phenological stages, in order to verify if there is variation in the index during the stages of the culture. For this, Landsat 8 images were used, from eight different dates spaced approximately 2 months apart, from March 2015 to April 2016. The highest NDVI value occurred in the period from March to May 2015 while the lowest NDVI occurred in November 2015. The development stage that showed the highest NDVI corresponded to the granation of the fruits. There was a significant difference, at the 5% level of significance, between the average values of NDVI on the dates analyzed.

KEYWORDS: NDVI, Remote sensing, Landsat-8.

INTRODUÇÃO:

A cafeicultura, atividade que ocupa a 5ª posição dos principais setores exportadores do Brasil, é de grande importância para o cenário econômico nacional, com exportações de 4,62 % em relação a todos os produtos agrícolas exportados (MAPA, 2021). Parte significativa da produção nacional, é da espécie *Coffea arabica* L., no qual estima-se produção de 33,4 milhões de sacas beneficiadas para o ano de 2021 (CONAB, 2021).

Diante da necessidade de estudar o comportamento da cultura ao longo do espaço e do tempo, o sensoriamento remoto tem ganhado grande aplicabilidade. Isso porque, esta técnica permite analisar grandes áreas produtivas de forma mais eficiente e com alta frequência de revisitas (ATZBERGER, 2013). No contexto de sensoriamento remoto existem diferentes plataformas, entre elas orbitais, terrestres e aéreas (FLORENZANO, 2011).

Dentre as plataformas de sensoriamento remoto, as orbitais são as mais utilizadas, uma vez que, em alguns casos, o acesso à elas não exige gastos, e sua constante revisita permite estudos temporais. A partir das imagens geradas pelos sistemas de satélites, sensores orbitais, é possível avaliar diversos aspectos da cultura, incluindo índices de vegetação. O índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) é um índice que está intimamente ligado ao vigor e produtividade de uma cultura, além de ser importante para o planejamento das atividades agrícolas e também para a administração recursos hídricos (SILVA et al., 2009).

Considerando a importância de estudar o NDVI de uma cultura, objetivou-se com este trabalho analisar o NDVI da cultura do cafeeiro arábica em diferentes estágios de desenvolvimento, de modo a verificar se existe variação durante estes estágios.

MATERIAL E MÉTODOS:

A área de estudo compreende área cultivada com café arábica (*Coffea arabica* L.) de 10,25 hectares, localizada na Fazenda Braúna, município de Araponga, Estado de Minas Gerais. Para o presente estudo, foram selecionadas imagens Landsat 8, do catálogo de imagens do *Serviço Geológico dos Estados Unidos* (USGS – United States of Geological Survey), disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. As imagens selecionadas foram de oito datas distintas, desde março de 2015 à abril de 2016, espaçadas em aproximadamente 2 meses. A correção atmosférica das imagens foi realizada pelo próprio USGS, por meio do Centro de Observação e Ciência dos Recursos da Terra (EROS – Earth Resources Observation and Science), usando modelo de transferência radiativa exclusivo. A resolução espacial das imagens foi de 30 metros e a projeção usada foi a *Universal Transverso de Mercator* (UTM-WGS 84), zona 23 Sul. Utilizado o método proposto por Rouse et al. (1973), o índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) foi calculado, com a utilização do programa computacional Qgis, a partir das bandas do vermelho (B4) e do infravermelho próximo (B5).

$$NDVI = (B5 - B4)/(B5 + B4) \quad (1)$$

Após a geração dos índices, as imagens foram recortadas de acordo com a área de interesse, e as informações dos pixels foram extraídas. Para título de comparação do NDVI ao longo das datas selecionadas, foi utilizada a média. De modo a verificar se as médias diferiram entre si, foi realizado o teste estatístico T.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A partir do processamento, foram geradas médias dos índices de vegetação da diferença normalizada (NDVI) para 8 datas entre os meses de março de 2015 à abril de 2016. Esse período correspondeu à fase que precedeu a colheita da Safra 2014/2015 até o início da colheita da safra 2015/2016 de café arábica. Os resultados encontram-se na Figura 2 e descritos na Tabela 1.

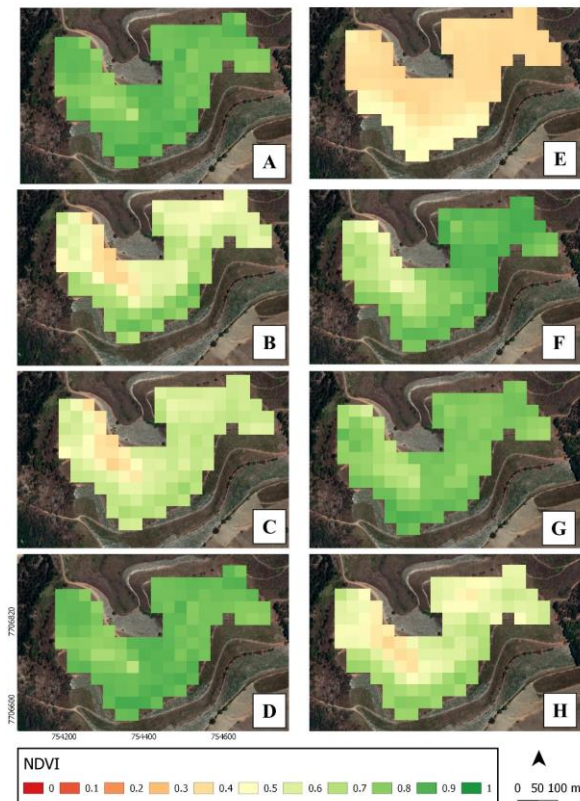


FIGURA 2. Mapas de NDVI. a) março de 2015; b) maio de 2015; c) julho de 2015; d) setembro de 2015; e) novembro de 2015; f) janeiro de 2016; g) fevereiro de 2016; h) abril de 2016.

TABELA 1. Valores obtidos de NDVI para o período estudado.

| Data | NDVI | |
|--------------------------|---------|---------------|
| | Média | Desvio Padrão |
| Março de 2015 | 0,8437a | 0,0399 |
| Maio de 2015 | 0,8445a | 0,0880 |
| Julho de 2015 | 0,6115c | 0,1167 |
| Setembro de 2015 | 0,6032c | 0,0788 |
| Novembro de 2015 | 0,4173d | 0,0429 |
| Janeiro de 2016 | 0,7942b | 0,1071 |
| Fevereiro de 2016 | 0,7963b | 0,0552 |
| Abril de 2016 | 0,5977c | 0,1021 |

CV = 12,19%

* Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si. Teste T 5%. CV: coeficiente de variação.

Ao analisar os dados da Tabela 1, é possível verificar que o período de maior NDVI, entre os meses analisados, foi o de março a maio de 2015. Esse é o período que compreende a fase de antes e durante a colheita do café arábica.

Os meses seguintes analisados, julho, setembro, e novembro apresentaram diminuição do índice. Em 2016, o NDVI voltou ao aumentar, com queda, no mês de abril.

O NDVI, “razão entre a diferença da medida de reflectância nos canais do infravermelho próximo e vermelho e a soma desses canais” (DEMARCHI et al., 2011) possui amplitude que varia de -1 a +1. Valores mais baixos de NDVI estão relacionados com áreas com menor quantidade de vegetação, ou solo exposto, enquanto valores mais altos, referem-se à áreas com maior quantidade de vegetação fotossinteticamente ativa.

Vale ressaltar, que as imagens Landsat 8, utilizadas no presente estudo, possuem resolução espacial de 30 metros. Com isso, os pixels das imagens geradas, não são compostas somente de vegetação, mas também, porção de solo exposto, referente às ruas entre as linhas de plantas de café. Geralmente, o solo exposto possui o índice de vegetação da diferença normalizada próxima a zero, o que pode

acarretar num comprometimento da pureza espectral do pixel, e conseqüente redução da média absoluta do NDVI na área de estudo.

De acordo com Camargo e Camargo (2001) depois do 2º ano fenológico, nos períodos de setembro à dezembro, o cafeeiro arábica encontra-se na fase de florada; em seguida, ocorre a fase de granação dos frutos que é de janeiro a fevereiro; a fase de maturação dos frutos ocorre entre os meses de abril à junho; e o período de repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários é em julho e agosto. Com duração até a 16ª ou 17ª semana após a florada, o período de expansão dos frutos é a fase do cafeeiro em que há um rápido aumento em volume e massa seca (PETEK et al., 2009), fato que vai de acordo com o maior índice de NDVI encontrado no estudo, mês de março de 2015 cujo NDVI foi de 0,8437. No ano seguinte, este comportamento também foi perceptível, tendo os meses de janeiro e fevereiro, NDVI com valores de 0,7942 e 0,7963, respectivamente.

Esses dados corroboram os resultados obtidos por Mesquita Júnior et al. (2011), que encontrou altos valores de NDVI para o cafeeiro arábica nos meses de janeiro e fevereiro, período de granação dos frutos. Em julho, o índice de vegetação avaliado apresentou redução, resultado também encontrado por Mesquita Júnior et al. (2011) no período em questão, de repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários.

Os valores de NDVI para os meses de março e maio de 2015 não diferiram entre si, assim como os meses de janeiro e fevereiro de 2016, e os meses de julho, setembro de 2015 e abril de 2016. O mês de novembro de 2015 apresentou índice estatisticamente diferentes dos demais, ao nível de 5% de significância.

CONCLUSÕES:

A partir deste estudo identificou-se variação significativa do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) ao longo dos meses analisados, tendo índices mais elevados o período de granação dos frutos. Além disso, imagens Landsat 8 mostraram-se eficientes no estudo de NDVI no decorrer do desenvolvimento do cafeeiro arábica.

REFERÊNCIAS:

- CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, v.60, n.1, p.65-68, 2001.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento – **Acompanhamento da Safra Brasileira- Café - 2020**.
- DEMARCHI, J.C.; PIROLI, E.L.; ZIMBACK, C.R.L. Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI E SAVI no município de Santa Cruz Do Rio Pardo – SP usando imagens landsat-5. **RA E GA** 21, p. 234-271, 2011.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Agrostat – Estatística do Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro, 2021. Disponível em: <<https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm/>>. Acesso em: 17 de ago. de 2021
- MESQUITA JÚNIOR, C.H.; VOLPATO, M.M.L.; ALVES, H.M.R.; VIEIRA, T.G.C.; MEIRELES, E.J.L. Comportamento do índice espectral NDVI em áreas cafeeiras de Prês Pontas, MG, nos anos de 2008-2009. In: VII Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil. 2011. Araxá. **Anais...Araxá**: 2011.
- PETEK, M.R.; SERA, T.; FONSECA I.C.B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de coffeea arábica. **Bragantia**, vol. 68, núm. 1, 2009, pp. 169-181.
- ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE-1 SYMPOSIUM, 3. Washington. Proceedings...Washington: NASA, Goddard Space Flight Center, 1973. v.1, p. 309-317. 1973.