

ISSN: 2319-0124

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO E DADOS CLIMÁTICOS COM A PRODUTIVIDADE CAFEIEIRA

Verônica G. de M. DANTAS¹; Bruno M. R. de MELO²; Débora P. SIMÕES³

RESUMO

O relatório de pesquisa objetivou verificar a relação entre índices de vegetação, dados climáticos e produtividade cafeeira. Utilizou-se imagens do satélite Sentinel-2A para geração dos índices de vegetação NDVI, ARVI e LCI da lavoura em estudo, juntamente com dados de precipitação e temperatura, correlacionando-os por meio da regressão linear e da correlação de Pearso com a produtividade da lavoura para cinco safras. não se observou correlação significativa entre os índices de vegetação analisados (NDVI, ARVI e LCI) e a produtividade cafeeira. Apesar de existirem correlações entre os índices de vegetação e os dados climáticos (precipitação), também não se verificou correlação entre a produtividade e tais dados.

Palavras-chave:

Cafeicultura; Sensoriamento Remoto; Temperatura; Pluviosidade; NDVI.

1. INTRODUÇÃO

O café é uma das principais *commodities* mundiais e o Brasil se configura como o maior produtor mundial do grão, sendo o estado de Minas Gerais o maior estado produtor (CONAB, 2021). Por ser uma cultura perene e por conta de sua bienalidade, os eventos climáticos anormais que ocorrem em determinados períodos nas áreas cafeicultoras, podem afetar a produção do ano seguinte.

O clima se comporta de forma muito dinâmica e, para atingir boas produtividades, o cafeeiro depende de temperaturas e índices de precipitação adequados, especialmente nos períodos de floração e granação dos frutos, que vai de setembro a março, onde temperatura muito elevada associada a intenso déficit hídrico podem abortar as flores e produzir frutos chochos, prejudicando a produção e a qualidade dos grãos (MEIRELES *et al.*, 2009). Nesse âmbito, é imprescindível o monitoramento e acompanhamento da cultura, associados ao monitoramento climático. Para tanto, índices de vegetação, obtidos por meio de Sensoriamento Remoto, são grandes facilitadores do monitoramento agrícola.

Embora novos índices de vegetação tenham sido criados nos últimos anos, a maioria das

¹Bolsista PIBIC, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: veronica.dantas@alunos.ifsuldeminas.edu.br

²Coorientador, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: bruno.manoel@ifsuldeminas.edu.br

³Orientador(a), IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: debora.simois@ifsuldeminas.edu.br

pesquisas em produção cafeeira, adotando sensoriamento remoto, utilizam os índices NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e EVI (*Enhanced Vegetation Index*). Portanto, é importante realizar estudos com novos índices de vegetação, objetivando compreender a relação entre as variáveis climáticas e a produtividade cafeeira.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a relação entre índices de vegetação e dados climáticos com a produtividade cafeeira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende uma lavoura de café arábica, variedade Catucaí 2sl, com idade de 6 anos, em espaçamento de 2,5 x 0,80 metros, com face norte de exposição, que possui uma área de 2 ha, em uma propriedade rural particular no município de Cristina, sul de Minas Gerais, com as coordenadas centrais 22° 10' 42" S e 45° 19' 42" O. De acordo com a classificação climática de Köppen e Geiger feita no estudo de Reboita *et al.* (2015), o clima da região é classificado como Cwa, com inverno seco e verão quente e chuvoso. As médias anuais de precipitação e temperatura são de 1936 mm e 17,6°C, respectivamente (CLIMATE-DATA.ORG, 2021).

O estudo foi realizado para cinco safras, sendo estas: 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021. Foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2A, adquiridas a partir da plataforma *Earth Explorer* da USGS (*United States Geological Survey*). Os critérios de escolha das imagens foram: disponibilidade no acervo da plataforma, ausência de nuvens e, principalmente, proximidade com os períodos de interesse. Assim, as imagens foram escolhidas de acordo com as fases vegetativas e reprodutivas do café: florescimento (setembro); chumbinho (outubro e novembro); expansão (dezembro); granação (março) e maturação (maio). Em cada fase fenológica da cultura foi selecionada uma imagem para a geração dos dados dos índices de vegetação.

De acordo com o objetivo do estudo, escolheram-se os seguintes índices de vegetação para a realização do presente trabalho: NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), que avalia o vigor da vegetação a partir da quantidade de biomassa presente na área; ARVI (*Atmospheric Resistant Vegetation Index*), semelhante ao NDVI, porém o índice possui uma menor resistência à atmosfera; e o LCI (*Leaf Chlorophyll Index*), que avalia o conteúdo de clorofila presente na vegetação. Dessa forma, após o pré-processamento das imagens utilizando o plugin *Sen2Cor*, a fim de realizar a correção atmosférica, foram calculados os índices de vegetação, utilizando o *software* QGIS 3.16. Por fim, para obtenção de um valor único referente a cada índice para toda a imagem, calculou-se a média dos valores dos pixels de cada imagem correspondente aos índices.

Os dados de produtividade da lavoura em estudo foram fornecidos pelo proprietário. Já os dados climatológicos foram obtidos do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021), coletando os dados da estação meteorológica do município de Maria da Fé - MG, a

mais próxima da área de estudo. Obtiveram-se os dados de pluviosidade e temperatura média, ambos diários. Para uma análise mais completa e fiel, adotou-se dados de quatro semanas anteriores à data de cada imagem, sendo tais dados analisados semanalmente: semana “-1”; semana “-2”; semana “-3” e semana “-4”. Para os dados de pluviosidade, realizou-se a somatória dos dados das quatro semanas e, para os dados de temperatura, calculou-se a média dos dados.

Com os dados dos índices de vegetação já calculados, tabulou-os, juntamente com os dados das variáveis climatológicas e da produtividade, realizando análises estatísticas com o auxílio do *software* Excel: regressão linear e correlação de Pearson. Nas análises, relacionou-se cada índice de vegetação com os dados climáticos; os índices de vegetação e a produtividade; e os dados climáticos e a produtividade cafeeira.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos resultados dos índices de vegetação, observou-se que em todas as safras as fases que apresentaram maiores valores para os índices de vegetação foram expansão, granação e maturação. Já as fases de floração e chumbinho obtiveram os menores valores nos índices de vegetação, fato que ocorre, provavelmente, devido à queda natural de folhas durante a época da colheita, que ocorre normalmente entre maio e agosto. Com isso, é necessário um período para que a planta recupere seu vigor.

Embora tenha sido observado uma relação entre os índices de vegetação e as variáveis climáticas, e entre os índices de vegetação e a produtividade, apenas algumas interações foram significativas. São apresentadas na Tabela 1 apenas as correlações significativas observadas, que apresentaram forte correlação de *Pearson*, entre 0,6 e 0,9, segundo CALLEGARI-JACQUES (2009).

Tabela 1. Análise das correlações significativas entre os estádios fenológicos do cafeeiro e índice de vegetação.

Correlações	F de significância	Correlação de Pearson
NDVI (expansão) x PE (sem -4)	0,0346	0,90
NDVI (expansão) x PE (sem -2)	0,0275	0,91
ARVI (expansão) x PE (sem -2)	0,0458	0,88
LCI (floração) x PF (sem -3)	0,05	0,86
LCI (floração) x PF (sem -1)	0,0321	0,90
LCI (maturação) x PM (sem -1)	0,0463	0,88

PF = precipitação na fase de floração; PE= precipitação na fase de expansão; PM = precipitação na fase de maturação; signif. 5%.

É possível observar que não há um padrão nas correlações, ou seja, os índices não foram afetados igualmente pelas variáveis climáticas, cada índice de vegetação se comportou de uma maneira. Além disso, como o período de interesse do estudo, as fases fenológicas do cafeeiro, ocorre, majoritariamente, nos meses de período chuvoso, dificultando a obtenção de imagens sem nuvens,

houve uma grande variação entre as datas das imagens entre as safras.

Não houve correlação significativa entre as variáveis climáticas e índices de vegetação com a produtividade cafeeira. Isso se deve, possivelmente, por conta da bienalidade do cafeeiro, onde a produção se alterna entre as safras. Para uma melhor análise estatística relacionando a produtividade com outras variáveis, seria necessário um fator de correção para equiparar a produção entre as safras, ou considerar a bienalidade uma variável também, passível de análise estatística.

4. CONCLUSÕES

A partir das análises estatísticas realizadas, não se observou correlação significativa entre os índices de vegetação analisados (NDVI, ARVI e LCI) e a produtividade cafeeira. Apesar de existirem correlações entre os índices de vegetação e os dados climáticos (precipitação), também não se verificou correlação entre a produtividade e tais dados. Assim, para estudos futuros, recomenda-se que outras análises estatísticas sejam realizadas, como a regressão linear múltipla.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFSULDEMINAS e a FAPEMIG por financiar as bolsas de pesquisa nesse trabalho.

REFERÊNCIAS

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Tradução. [s.l.] Artmed Editora, 2009.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima Cristina (Brasil)**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/cristina-176452/> Acesso em: 11 de jun. de 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra do café**. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe> Acesso em: 10 ago. 2022.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

MEIRELES, E. J. L.; CAMARGO, M. B. P. de; PEZZOPANE, J. R. M.; THOMAZIELO, R. A.; FAHL, J. I.; BARDIN, L.; SANTOS, J. C. F.; JAPIASSÚ, L. B.; GARCIA, A. W. R.; MIGUEL, A. E.; FERREIRA, R. A. **Fenologia do Cafeeiro**: condições agrometeorológicas e balanço hídrico do ano agrícola 2004–2005. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 128 p.

REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.I.], vol. 17, p. 206-226, jul/dez. 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/41493/27319> Acesso em: 12 de junho de 2021.