

RELAÇÃO ENTRE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO DE ÁREAS CAFEIEIRAS E VARIÁVEIS DO BALANÇO HÍDRICO, EM SANTO ANTÔNIO DO AMPARO, MG¹

Margarete Marin Lordelo Volpato²; Helena Maria Ramos Alves³; Elza Jacqueline Leite Meireles⁴; Vânia Aparecida Silva⁵; Franklin Daniel Inácio⁶; Beatriz Fonseca Dominik Campos⁷

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

² Pesquisadora, DSc, EPAMIG, Lavras-MG, margarete@epamig.br

³ Pesquisadora, PhD, Embrapa Café, Brasília-DF, helena.alves@embrapa.br

⁴ Pesquisadora, DSc., Embrapa Café, Brasília-DF, jacqueline.meireles@embrapa.br

⁵ Pesquisadora, DSc, EPAMIG, Lavras-MG, vania.silva@epamig.ufla.br

⁶ Bolsista Consórcio Pesquisa Café, Eng. Amb. e Sanitarista, franklin.dinacio@gmail.com

⁷ Bolsista BIC FAPEMIG, graduanda UFLA, beatriz_dominik@yahoo.com.br

RESUMO: O monitoramento agrometeorológico de áreas cafeeiras tem sido realizado convencionalmente em campo, porém, estudos mais recentes utilizam imagens de satélite, que permitem avaliar grandes áreas a custos menores. Neste sentido, o sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) do satélite TERRA oferece gratuitamente imagens com alta resolução temporal e produtos voltados especialmente para o monitoramento da vegetação, como o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e EVI (Enhanced Vegetation Index). O objetivo do estudo foi avaliar a variação temporal dos valores de NDVI e EVI de áreas cafeeiras do município de Santo Antônio do Amparo, MG, e correlacioná-los as variáveis do balanço hídrico climatológico, entre os anos de 2014 a 2017. As relações entre variáveis do balanço hídrico climatológico e os índices de vegetação foram verificadas, porém com fraca correlação estatística. O estudo demonstrou o potencial dos índices de vegetação de imagens do sensor MODIS para auxiliar no monitoramento das condições hídricas de áreas cafeeiras, minimizando os custos de monitoramento e manejo de lavouras cafeeiras.

PALAVRAS-CHAVE: cafeicultura, sensoriamento remoto, NDVI, EVI, monitoramento agrometeorológico.

RELATIONSHIP BETWEEN VEGETATION INDEX IN AREA COFFEE AND VARIABLE OF THE WATER BALANCE, IN SANTO ANTÔNIO DO AMPARO, MG

ABSTRACT: Agrometeorological monitoring of coffee areas has been done conventionally in the field, however, more recent studies use satellite images, which allow to evaluate large areas with the lowest costs. The TERRA satellite's Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) sensor provides free high-resolution temporal imagery and vegetation monitoring products such as Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and EVI (Enhanced Vegetation Index). The objective of study was to evaluate the temporal variation of the NDVI and EVI values of coffee areas in the municipality of Santo Antônio do Amparo, MG, and to correlate them with the variables of the water balance between the years 2014 and 2017. The relationships between variables of the water balance and vegetation indices were verified, but with a small statistical correlation. The study demonstrated the possible of MODIS sensor vegetation indices to contribution in the monitoring of coffee water conditions, minimizing the costs of monitoring and management of coffee areas.

KEY WORDS: coffee production, remote sensing, vegetation index, agrometeorological monitoring.

INTRODUÇÃO

Eventos climáticos são intensamente discutidos no setor cafeeiro e por este motivo é de fundamental importância a realização de estudos regionais visando o monitoramento do desenvolvimento das lavouras associado às variações meteorológicas. Desde 2007 observa-se ocorrência de eventos climáticos extremos com grande impacto sobre a cafeicultura de Minas Gerais. Em especial destacam-se os períodos de déficit hídricos acentuados ocorridos em 2007, 2013, 2014 e 2015, com relatos de perdas da produção e qualidade dos grãos de café, especialmente no sul de Minas. O balanço hídrico climatológico, desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo, por meio da precipitação e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), o balanço hídrico climatológico (BHC) fornece estimativas da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde a escala diária até mensal. Convencionalmente o monitoramento agrometeorológico da cafeicultura tem sido realizado com dados de estações meteorológicas instaladas em campo, porém estudos mais recentes buscam uma boa relação entre imagens de satélite e variações meteorológicas, o que permitiria avaliar grandes áreas a custos menores. Neste sentido, o sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) do satélite TERRA oferece gratuitamente imagens com alta resolução temporal e produtos voltados especialmente para vegetação como o NDVI (Normalized Difference

Vegetation Index) e EVI (Enhanced Vegetation Index). Bernardes (2013) e Rosa (2007) avaliaram o comportamento do índice de vegetação NDVI para lavouras cafeeiras do sul de Minas Gerais associados a variáveis meteorológicas e observaram boa correlação com a produtividade. Volpato et al. 2013 observaram boa correlação entre NDVI e o déficit hídrico em áreas cafeeiras na região de Três Pontas, MG. As respostas morfofisiológicas das plantas em condições de estresse alteram as propriedades ópticas dos cafeeiros e os padrões de refletância das folhas e dosséis. Como o NDVI e EVI são sensível à presença de clorofilas e outros pigmentos da vegetação (Fensholt et al., 2006), menores valores de NDVI e EVI indicam a diminuição da concentração de clorofila nas folhas, em condições de déficit hídrico. O monitoramento das condições hídricas de lavouras cafeeiras demanda a utilização de tecnologias que permitam avaliar grandes áreas ou região. O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação temporal dos valores de NDVI e EVI de áreas cafeeiras do município de Santo Antônio do Amparo, MG, e correlacioná-los as variáveis do balanço hídrico climatológico, calculado com dados meteorológicos da estação de Lavras, MG, entre os anos de 2014 a 2017.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área experimental de *Coffea arabica* variedade Catuaí (3,40 m x 0,65 m), plantado em dezembro de 2012, localizada no município de Santo Antônio do Amparo, no estado de Minas Gerais, nas coordenadas geográficas 20°54'57" Sul; 44°51'13" Oeste (Figura 1), a 1090 m de altitude. As condições hídricas dos cafeeiros dessa área tem sido monitorada *in situ* desde o ano de sua implantação. Segundo a classificação de Köppen-Geiser, a região apresenta clima Cwa, subtropical úmido, com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos, com temperatura média anual do ar de 19,4 ° C e precipitação média anual total de 1530 mm. Os produtos de imagens NDVI e EVI foram adquiridos do banco de dados geográfico SATVeg - Sistema de Análise Temporal da Vegetação (<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br>). O SATVeg é uma ferramenta Web, de uso gratuito, destinada à observação e análise de perfis temporais de índices vegetativos (NDVI e EVI), derivados de imagens MODIS, com resolução temporal diária e resolução espacial de 250 m. Os NDVI e EVI indicam o vigor vegetativo das plantas e varia de -1 a 1, sendo que vegetação mais vigorosa possuem valores próximos de 1 e menos vigorosas próximos de 0. Os dados de temperatura e precipitação foram adquiridos do banco de dados do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>), utilizou-se dados da estação meteorológica de Lavras, MG (40 km de distância da área). Os balanços hídricos climatológicos anuais foram calculado com o auxílio da planilha eletrônica desenvolvida por Rolim et al. (1998), que se baseia na metodologia de Thornthwaite e Mather (1955). A planilha utiliza dados de precipitação, temperatura e capacidade de água disponível (CAD – nesse estudo o valor foi de 100). Foram utilizadas as variáveis estimadas de evapotranspiração potencial (ETP), deficiência hídrica (DEF) e do excedente hídrico (EXC). Os dados espectrais e meteorológicos foram tabelados e processados em planilha eletrônica. As análises de correlação de Pearson dos dados mensais foram realizadas nos anos de 2014 a 2017.

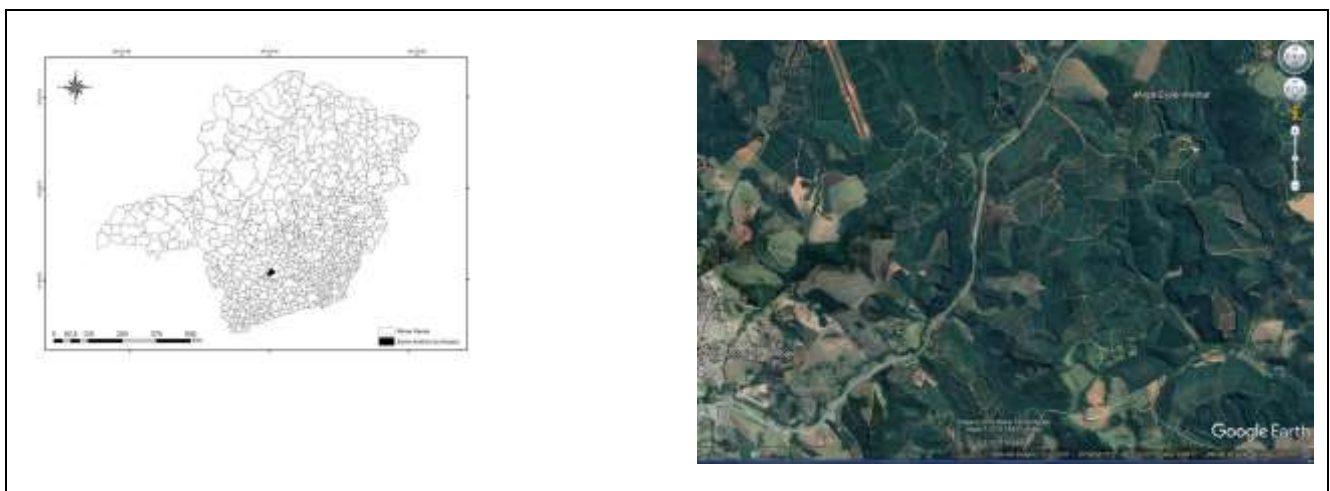


Figura 1. Localização da área experimental, no município de Santo Antônio do Amparo, MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a variação de deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC) nos anos de 2014 a 2017. Observa-se que os anos de 2014, 2015 e 2017 apresentaram EXC menores que ano de 2016. O ano de 2014 caracterizou-se com eventos extremos de seca, no período que os cafeeiros possuem maior demanda hídrica (janeiro, fevereiro e março), com temperatura média anual de 21°C e precipitação total anual de 1088 mm, o ano de 2015 teve temperatura média anual de 21,4 °C e precipitação total anual de 1246 mm, o ano de 2016 teve temperatura média anual de 21,1°C e precipitação total anual de 1241 mm e o ano de 2017 teve temperatura média anual de 20,8 °C e precipitação total anual de 1097 mm. Todos os anos avaliados tiveram temperatura média anual superior a normal climatológica da região, assim como e precipitação total anual inferior. Camargo e Camargo (2001) afirmam que a exigência de chuvas da espécie *C. arabica* é bastante variável, de acordo com a fase fenológica da planta. No período de vegetação e frutificação, que vai de outubro a maio, o cafeeiro precisa de água disponível no solo. No período de colheita e repouso, junho a setembro, a necessidade de água é pequena e a estiagem não prejudica a produção. O ciclo fenológico dos cafeeiros apresenta uma sucessão de fases vegetativas e reprodutivas que ocorrem em aproximadamente dois anos, diferentemente da maioria das plantas que emitem as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico. A Figura 3 apresenta a variação dos valores médios mensais de NDVI, EVI, ETP, DEF e EXC, nos anos de 2014 a 2017, no mês de novembro de 2014 os valores de NDVI e EVI foram os mais baixos do período estudado. De acordo com Volpato (2013) valores de NDVI menores que 0,7 estão relacionados a déficit hídrico em áreas de café. Apesar da aparente relação entre índices de vegetação e as variáveis do balanço hídrico climatológico, as correlações de Pearson foram fracas (Tabela 1).

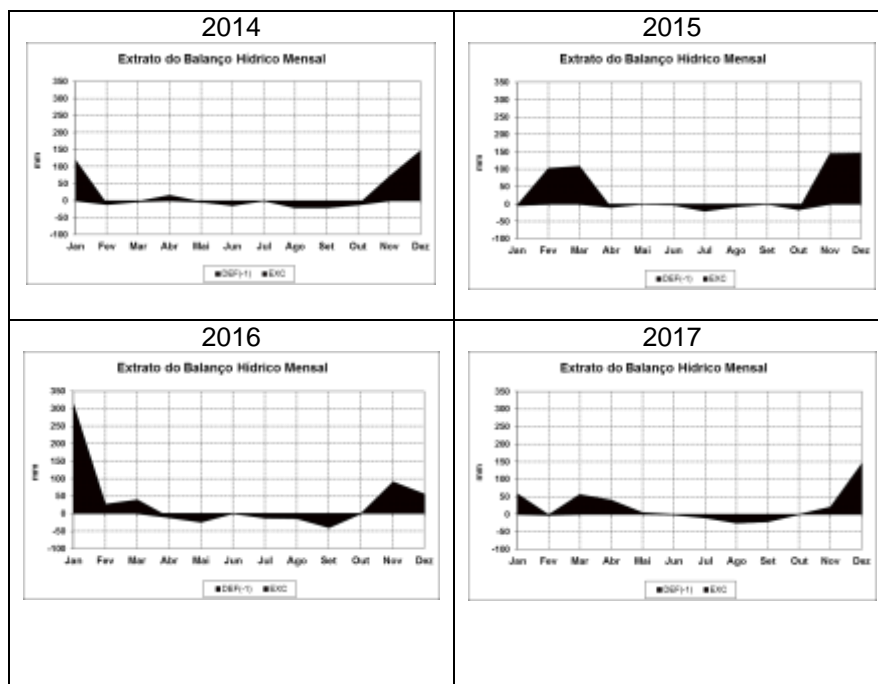


Figura 2. Variação dos valores de DEF e EXC, nos anos de 2014 a 2017.

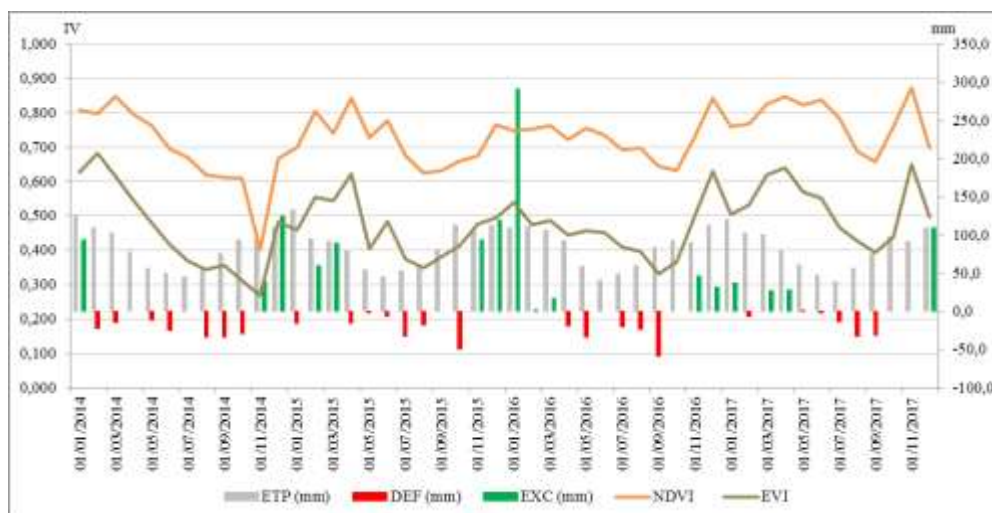


Figura 3. Variação dos valores médios mensais de NDVI, EVI, ETP, DEF e EXC, nos anos de 2014 a 2017.

Tabela 1. Correlações de Pearson entre índices de vegetação e variáveis do BHC

NDVI X DEF	34,6%
NDVI X ETP	7,6%
NDVI X EXC	2,6%
EVI X DEF (MS)	52,7%
EVI X DEF	44,4%
EVI X ETP	33,9%
EVI X EXC	22,8%
NDVI X DEF (MS)	50,2%

MS = mês seguinte, n = 48, signif. 5%

CONCLUSÕES

1. As relações entre variáveis do balanço hídrico climatológico e os índices de vegetação foram verificadas, porém com fraca correlação estatística.
2. O estudo demonstrou o potencial dos índices de vegetação de imagens do sensor MODIS/TERRA para auxiliar no monitoramento das condições hídricas de áreas cafeeiras, minimizando os custos de monitoramento e manejo de lavouras cafeeiras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, CBP&D/Café e CNPq por financiar o projeto e as bolsas de pesquisa nesse trabalho

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDES, T. Modelagem de dados espectrais e agrometeorológicos para estimativa da produtividade de café. 2013. 126 p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos, 2013.
- CAMARGO, A. P. de; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.
- FENSHOLT, R.; NIELSEN, T. T., STISEN S. Evaluation of AVHRR PAL and GIMMS 10-day composite NDVI time series products using SPOT-4 vegetation data for the African continent. *International Journal of Remote Sensing*, v. 27, p. 2719-2733, 2006.
- ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.
- ROSA, V. G. C. Modelo agrometeorológico-espectral para monitoramento e estimativa da produtividade do café na região sul/sudoeste do estado de Minas Gerais. 2007. 142p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – INPE, São José dos Campos. 2007.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The Water Balance. *Drexel Institute of Technology, Publications in Climatology, Laboratory of Climatology*, v. 8, n. 1, p. 104, 1955.
- VOLPATO, M. M. L.; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; SANTOS, W. J. R. Imagens do sensor MODIS para monitoramento agrometeorológico de áreas cafeeiras. *Coffee Science*, Lavras, v. 8, n. 2, p. 176-182, abr/jun.2013.