

ÍNDICES DE VEGETAÇÃO OBTIDOS POR IMAGENS FOTOGRÁFICAS PARA CARACTERIZAÇÃO DA ASSINATURA ESPECTRAL DE FOLHAS DE CROADA.

MARCELLA KAROLINE CARDOSO VILARINHO¹, LUIS AUGUSTO MAGALHÃES ANTONIACOMI², ANNY KELI APARECIDA ALVES CÂNDIDO³, DANIELA SOARES ALVES CALDEIRA⁴, ESVANIO EDIPO DA SILVA FERREIRA⁵ JEYSON CONCEIÇÃO NASCIMENTO⁶

¹Eng^a Agrônoma, Doutoranda em Agricultura Tropical, Prof^a Assistente, Depto. de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres – MT, Fone: (65) 3221-1310, marcellakarolinecv@hotmail.com.

²Mestrando em Genética e Melhoramento, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres – MT.

³Bióloga, Doutora em tecnologias ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS – Campo Grande – MS.

⁴ Eng^a Agrônoma, Prof^a Adjunta, Depto. de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres – MT.

⁵ Eng^a Agrônomo, Mestre em Agricultura Tropical, Universidade Federal do Mato Grosso, UFMT, Cuiabá – MT.

⁶ Eng^a Agrônomo, Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT, Cáceres – MT.

Apresentado no

XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020

23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: O uso de índices obtidos por meio da resposta espectral de um objeto é muito útil para evidenciar determinadas características, como por exemplo, estimar a quantidade de clorofila contida na planta. Objetivou-se nesse trabalho, caracterizar a assinatura espectral de folhas de croada estimando a clorofila por meio de índice de vegetação. O trabalho foi realizado no município de Rondonópolis, MT. Os pontos de coleta foram demarcados por meio de GPS de navegação, sendo escolhidas de forma aleatória, seis matrizes da espécie croada (*Mouriri elliptica* Mart). Coletou-se a clorofila (índice SPAD) através de um clorofilometro, e a radiância da planta a partir de fotografias obtidas de câmera fotográfica semi-profissional. Em cada uma das plantas foram realizadas 4 medidas de clorofila. A partir das fotografias, foram calculados índices de vegetação por meio de operações aritméticas. Foram gerados os índices de vegetação Ravi, NRavi e ExG. Observou-se grande variação de valores dos índices gerados por equação e SPAD. Os índices Ravi e NRavi, exibiram uma correlação positiva em 50% do material analisado, sendo eles portanto, eficientes para determinar a assinatura espectral e o teor de clorofila da espécie estudada.

PALAVRAS-CHAVE: clorofila, espectro eletromagnético, *Mouriri elliptica* Mart.

VEGETATION INDICES OBTAINED BY PHOTOGRAPHIC IMAGES FOR CHARACTERIZATION OF THE SPECTRAL SIGNATURE OF CROADA SHEETS.

ABSTRACT: The use of indices obtained through the spectral response of an object is very useful to demonstrate specific characteristics, such as, for example, to estimate the amount of chlorophyll contained in the plant. The objective of this work was to characterize a spectral signature of Croatian leaves, estimating a chlorophyll by means of a vegetation index. The work was carried out in the municipality of Rondonópolis, MT. The collection points were demarcated by means of GPS navigation, being chosen at random, six matrices of Croatian species (*Mouriri elliptica* Mart). Collect a chlorophyll (SPAD index) using a chlorophyll meter and radiation from the plant from photographs captured by the semi-professional camera. In each of the plants 4 measurements of chlorophyll were performed. From the

photographs, vegetation indices were calculated using arithmetic operations. The Ravi, NRavi and ExG vegetation indexes were generated. Observe wide variation in values of the indices generated by equation and SPAD. The Ravi and NRavi indices showed a positive correlation in 50% of the analyzed material, being therefore efficient to determine the spectral signature and the chlorophyll content of the studied sample.

KEYWORDS: chlorophyll, electromagnetic spectrum, *Mouriri elliptica* Mart.

INTRODUÇÃO: Técnicas relacionadas ao sensoriamento remoto são muito empregadas para analisar o comportamento espectral de diferentes paisagens, contribuindo para a caracterização da vegetação dos biomas. Essa ferramenta possibilita a detecção da resposta espectral através do contato indireto com o alvo, sendo possível gerar informações de feições presentes na superfície terrestre (SILVA et al., 2012). A radiância da vegetação possui comportamentos individualizados nos diferentes intervalos do espectro eletromagnético, variando de acordo com as espécies, dessa forma, é possível realizar operações aritméticas das bandas espectrais para ressaltar distintas informações. Nesse sentido, índices, foram criados para evidenciar informações como umidade, biomassa, clorofia e vigor. A quantificação da clorofila também pode ser feita com leituras efetuadas por um clorofilômetro, instrumento que afere de forma indireta e não destrutiva, os teores de clorofila, com base nas propriedades óticas das folhas, indicando o teor de nitrogênio contido na planta (ARGENTA et al., 2001; BRANDÃO et al., 2011). Dentre diversas espécies nativas do Cerrado, a croada (*Mouriri elliptica* Mart.) se destaca por seu sabor peculiar. Muito utilizada para consumo in natura, serve também como matéria prima para agroindústria (SILVA, 2001). São escassas pesquisas que relacionem espécies vegetais às respectivas assinaturas espectrais, fazendo-se necessário, estudos que possibilitem a identificação através do nível natural de reflectância da planta, contribuindo assim, para pesquisas que valorizem o conhecimento da espécie em questão. Objetivou-se nesse trabalho, caracterizar a assinatura espectral de folhas de croada, através da clorofila estimada por meio de índices de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado no assentamento Gleba Rio Vermelho, localizado no município de Rondonópolis-MT (Latitude 16° 29' 45" S e Longitude 54° 48' 06" W). O clima, segundo a classificação de Koppen é Aw com estação seca de inverno. A temperatura média anual é de 25°C. A coleta dos dados foi realizada no final da estação primavera. Os pontos de coleta foram demarcados por meio de GPS de navegação. Feito isso, foram escolhidas de forma aleatória, seis matrizes da espécie croada (*Mouriri elliptica* Mart), de onde foram coletados dados de clorofila (índice SPAD) e a radiância da planta a partir de fotografias obtidas por meio de câmera fotográfica semi-profissional da marca sony, modelo nex-c3, e lente E-mount 18-55mm. Os arquivos obtidos por meio da fotografia, foram armazenados em formato RAW. Em cada uma das plantas presentes na área de estudo, foram realizadas 4 medidas de clorofila por meio de um clorofilometro. Para obter a resposta espectral, fotografou-se a árvore inteira e a copa das plantas, bem como cada folha em que foi realizada a leitura da clorofila. A partir das fotografias, foram calculados índices de vegetação por meio de operações aritméticas. Para gerar os índices, primeiramente foram separados os canais que compõem o mosaico, gerando três arquivos contendo informações dos comprimentos de ondas do espectro eletromagnético correspondentes ao vermelho (R), Verde (G) e Azul (B). Esse procedimento foi realizado no software SAGA 2.1 (Department of Physical Geography 2014) a partir da ferramenta "Split RGB bands". Com as bandas individualizadas, utilizando a ferramenta "calculadora raster" do software Quantum Gis 2.4 (QGIS Development Team 2015) foram gerados os índices de vegetação RAVI (*Ratio Aquatic*

Vegetation Index), *NRAVI* (*Normalized Ratio Aquatic Vegetation Index*) e *ExG* (*Excess Green*) a partir das fórmulas abaixo (Tabela 1).

TABELA 1. Equações utilizadas para gerar os índices de vegetação RAVI, NRAVI e ExG.

Nome	Equação	Referências
Índice de vegetação verde-vermelho	$RAVI = \frac{GREEN}{RED}$	Tucker 1979
Índice de Diferença normalizada verde-vermelho	$NRAVI = \frac{(GREEN - RED)}{(GREEN + RED)}$	Tucker 1979
Excesso de verde	$ExG = 2GREEN - RED - BLUE$	Woebbecke et al. 1995

Onde: GREEN, RED, BLUE, NIR correspondem aos comprimentos de ondas do espectro eletromagnético referente ao verde, vermelho, azul e infravermelho próximo respectivamente.

Posteriormente, os índices foram correlacionados com a clorofila de cada planta obtida pelo índice SPAD. Para estimar a clorofila, os índices foram amostrados aleatoriamente com 4 repetições em cada planta. Os dados foram submetidos à análise de variância teste t a 5% de probabilidade. Verificando-se a significância, foi realizada correlação linear de Pearson e análise de regressão. Para estimar a clorofila foi feita a média aritmética das três amostras de cada índice e substituída na fórmula obtida pela análise de regressão linear.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na tabela 2 são apresentadas as relações entre o índice SPAD e os índices Ravi, Nravi e ExG, em folhas das seis plantas estudadas. De acordo com análise estatística, observa-se valores significativos para todos os índices, em todas as plantas, com exceção das plantas 3 e 6 do índice ExG. Isso pode ter ocorrido porque são altos os valores obtidos por meio desse índice, uma vez que, o mesmo não é normalizado.

TABELA 2. Valores dos coeficientes de correlação de Pearson entre os índices de vegetação e índice SPAD, obtidos por meio de fotografia digital em plantas de croada.

Correlações		Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	Planta 6
SPAD	Ravi	0,79*	0,28*	0,87*	0,62*	0,10*	-0,15*
	NRavi	0,78*	-0,06*	0,88*	0,62*	0,09*	-0,16*
	ExG	0,24*	0,96*	-0,95 ^{NS}	0,10*	-0,59*	-0,19 ^{NS}

(*) Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t. (NS) Não Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t.

Analisando as correlações de forma isolada, é possível observar que os maiores indicadores de correlação se encontram nas plantas 1; 3 e 4 dos índices Ravi e NRavi. Nota-se também, que os coeficientes determinados para essas plantas se encontram em proximidade. Quando se avalia o material de forma individual, os respectivos valores para as plantas 1, 3 e 4 dos índices Ravi e Nravi são 0,79 e 0,78; 0,87 e 0,88; e 0,62. De acordo com os dados, em ambos os índices, houve uma correlação positiva em 50% do material analisado, o que indica um bom potencial para determinação de clorofila na planta. Na figura 1, estão representados os valores médios dos índices SPAD, ExG, Ravi e NRavi. Observa-se no gráfico, uma variação dos valores tanto dos índices gerados por meio das equações, quanto do índice SPAD, coletado por meio de um clorofilometro. Nesse caso, pode-se inferir que essa alta variação

deve-se a diversos fatores, dentre eles, o posicionamento das folhas em relação à incidência solar durante a obtenção das fotografias e o período do ano. Além disso, diversos estudos têm demonstrado a relação entre a refletância no espectro visível (principalmente a região do verde ~550 nm) e o conteúdo de clorofila na planta, e este, ao teor de Nitrogênio na planta (Brandão et al., 2011).

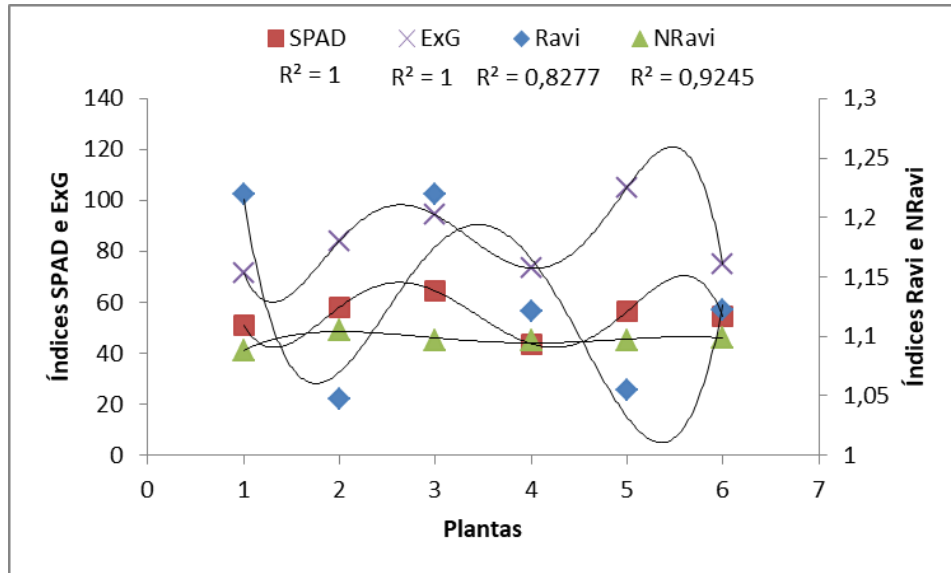


FIGURA 1. Valores médios dos índices SPAD, ExG, Ravi e NRavi, analisados em folhas de plantas de croada (*Mouriri elliptica* Mart.)

Por se tratar de uma espécie nativa, acredita-se que a variação dos valores igualmente observada no índice SPAD, esteja também relacionado às condições nutricionais do solo em que as plantas estavam inseridas, pois trata-se de um local onde não houve ações antrópicas.

CONCLUSÃO: Os índices de vegetação Ravi e Nravi apresentam boa eficiência para determinar a assinatura espectral da espécie avaliada no presente estudo. Os índices indicam também, bom potencial para derminação do teor de clorofila da planta.

REFERÊNCIAS:

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**, v.31, n.4, p.715-722, 2001.

BRANDÃO, Z. N., SOFIATTI, V., & DA SILVA, B. B. (2011). Índice de vegetação obtido por imagens de satélite como estimadores do IAF e nitrogênio do algodoeiro (Vegetation indices obtained satellite images as the LAI and nitrogen estimators in the cotton). In XV Congresso Brasileiro de Algodão (pp. 15-18). São Paulo: Embrapa Algodão.

SILVA, E. A; MARANGON, G.P. et al. Caracterização espectral na reflectância de eucalyptus grandis. **Floresta**. v 42, n, 2, p. 285-292, 2012..

SILVA, D. B.; SILVA, A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do Cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178p.