

USO DO ÍNDICE DE REFLECTÂNCIA FOTOQUÍMICO MODIFICADO (MPRI) EM TABACO NA AGRICULTURA FAMILIAR

ALENCAR LUCAS SOARES¹, REGIANE FERREIRA¹, AIRTON POLON¹, TAILINE HALBERSTADT¹, TELMO JORGE CARNEIRO AMADO², LÚCIO DE PAULA AMARAL³

¹ Mestrado em Agricultura de Precisão, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria - RS, alencar.soares4@gmail.com.

² Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Solos, Centro de Ciências Rurais da UFSM, Santa Maria - RS.

³ Eng. Florestal, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, Centro de Ciências Rurais da UFSM, Santa Maria - RS.

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi verificar a evolução do Índice de Reflectância Fotoquímico Modificado (MPRI) em Tabaco Virginia, classificá-lo digitalmente, para ser utilizado posteriormente como máscara (delimitação de plantas). Foi utilizado cultivo comercial, em Agudo/RS, com boas práticas de manejo e princípios de agricultura de precisão em contraponto ao cultivo tradicional/agricultura familiar, com variação de doses de nitrogênio (60, 100, 170, 200 e 250 kg/ha). No manejo com boas práticas e princípios de agricultura de precisão houve correção da acidez do solo e adubação localizada/incorporada, no manejo tradicional/agricultura familiar não houve correção do solo, a adubação de plantio foi aplicada em filete sobre o camalhão, as adubações de cobertura foram localizadas e sem incorporação. Foram realizados voos para obtenção do MPRI em diversos estádios fenológicos, com o sensor *RedEdge-Mx* embarcado em aeronave *Phantom 4 DJI* e os mosaicos gerados no programa *Pix4D*. Em sistema de informação geográfica, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento (classificação de imagens, estatística zonal, conversão raster/ vetor) para obter os valores do MPRI e a delimitação de plantas. Conclui-se que foi possível demonstrar a evolução do MPRI, classificá-lo e delimitar as plantas de tabaco com este índice.

PALAVRAS-CHAVE: Tabaco Virgínia; Índices de Vegetação; Aeronave Remotamente Pilotada.

ANALYSIS OF THE MPRI INDEX IN TOBACCO GROWN WITH PRECISION AGRICULTURE PRINCIPLES AND DIFFERENT DOSES OF NITROGEN

ABSTRACT: The objective of this work was to verify the evolution of the Modified Photochemical Reflectance Index (MPRI) in Tobacco Virginia, classify it digitally, to be used later as a mask (delimitation of plants). Commercial cultivation was used, in Agudo/RS, with good management practices and principles of precision agriculture in contrast to traditional management/family farming, with varying doses of nitrogen (60, 100, 170, 200 and 250 kg/ha). In the management with good practices and principles of precision agriculture, there was correction of soil acidity and localized/incorporated fertilization, in the traditional management/family agriculture there was no correction of the soil, the planting fertilization was applied in a fillet on the ridge, the fertilizations of coverage located without incorporation. Flights were carried out to obtain the MPRI in several phenological stages, with the *RedEdge-Mx* sensor on board a *Phantom 4 DJI* aircraft and the mosaics generated in the *Pix4D* program. In a geographic information system, geoprocessing techniques were used (image classification, zonal statistics, raster/vector conversion) to obtain the MPRI values and plant delimitation. It is concluded that it was possible to demonstrate the evolution of the MPRI, classify it and delimit tobacco plants with this vegetation index.

KEYWORDS: Virginia Tobacco; Vegetation Indexes; Remotely Piloted Aircraft.

INTRODUÇÃO: O Brasil é atualmente o segundo maior produtor mundial de tabaco em folha, atrás da China, é também o maior exportador mundial deste produto. O uso de técnicas de Agricultura de Precisão na agricultura expõe que o setor fumageiro apresenta grande lacuna no desenvolvimento de ferramentas de monitoramento e intervenção sobre os cultivos (HOFFMANN, 2015). Dentre as quais pode se destacar a obtenção de dados, com sensores multiespectrais embarcados em aeronaves remotamente pilotadas (RPA), e aplicações de insumos em taxas variáveis. São inúmeros os produtos gerados a partir de sensores, a exemplo dos índices de vegetação (IV), desenvolvidos com base na reflectância das coberturas vegetais. Existem diversos IV, ao exemplo do Índice de Reflectância Fotoquímico Modificado (MPRI) proposto por Yang et al. (2008), baseado na diferença normalizada entre as bandas do verde e do vermelho, não necessitando da banda do infravermelho, a exemplo do NDVI. O objetivo deste trabalho foi obter o MPRI, em imagens geradas pelo sensor multiespectral *RedEdge-Mx*, em Tabaco Virgínia, com duas formas de manejo e aplicação de diferentes doses de adubação nitrogenada, classificar o índice, delimitar as plantas de interesse e verificar a evolução do MPRI para a cultura. Esta delimitação será utilizada posteriormente como máscara de corte sobre outros IV (fase posterior do estudo).

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado em cultivo de Tabaco Virgínia (2020/2021), localizado 29°40'55,56" S e 53°15'11,81" O, altitude média de 65 m, zona rural Agudo, Rio Grande do Sul. A área possui $\cong 0,25$ ha com declividade máxima de 5% e solo classificado como Neossolo Regolítico Eutrófico típico (STRECK et al., 2008). Para determinar a calagem e adubação, foram coletadas amostras compostas de solo para análise, na profundidade de 0-20 cm. A semeadura foi realizada em 08/05/2020, com a cultivar Virgínia (PVH 2299). A germinação ocorreu com nove dias, sendo necessário repique nas mudas e quatro podas no canteiro (45, 55, 65 e 75). O preparo do solo foi realizado com grade aradora e aterrador acoplado ao trator para construção de 30 camalhões (40x60x30 cm altura/base/topo). Foram alocadas 30 parcelas de 60 m² (6x10 m) com receptor GNSS L1/L2 modo RTK (MONICO, 2008). Destas, 15 parcelas foram cultivadas com boas práticas de manejo e princípios de agricultura de precisão (BPMPAP) e 15 com cultivo tradicional/agricultura familiar (CTAF), definidas por meio de randomização. Para calagem nas parcelas BPMPA, foram distribuídos 3.000 kg/ha de calcário faixa C (PRNT 71,85%) e 800 kg/ha de fertilizante com alta concentração de Ca e Si, aplicados a lanço em área total de cada repetição. Para a adubação de plantio foram aplicados 250 kg/ha de N, determinados a partir da análise de solo, com uso de adubo NPK 14-16-10, aplicados 14 dias antes do plantio. Houve redução na adubação, comparado ao método tradicional realizado pelo agricultor ao longo do histórico de plantio. Foram aplicados 15 g de NPK por planta, as parcelas BPMPAP a aplicação foi em covas (localizada e incorporada) e as parcelas CTAF, a adubação foi aplicada em filete contínuo, espalhada com regador no camalhão (aplicação do agricultor familiar). O transplante do tabaco foi no dia 03/08/2020, aos 87° dias após a semeadura. O espaçamento entre plantas foi de 0,50 m e entre linhas 1,20 m. O experimento contou com três blocos, 10 tratamentos (2 manejos [BPMPAP e CTAF] x 5 doses de N [60, 100, 170, 200 e 250 kg/ha]) com uma repetição por bloco, tendo 100 plantas, totalizando 1.000 plantas por bloco. Para a proteção do experimento foi plantada uma borda com 1.000 plantas ao redor de sua área. As adubações de cobertura foram divididas em duas etapas, 21° dia após ao transplante (DAT) e 43° DAT, aplicação de N com salitre do chile (NPK 15-00-15), posto a 10 cm das plantas. A geração aérea das imagens foi realizada com RPA *Phantom 4 Advanced Plus DJI*, com sensor RGB de 20 megapixels, tendo ainda o sensor multiespectral *RedEdge-Mx (MicaSense)* embarcado de forma adaptada. Os voos foram a altura de 40 m, que resultou em resolução espacial de 2,76 cm/pixel nas imagens da *RedEdge-Mx*, sobreposição lateral e longitudinal de 75 e 80%, no horário entre 09-12 h AM, quando o sol estava próximo do seu zênite. Os voos foram realizados no 21° DAT (Estádio fenológico Vx) referente ao desenvolvimento da planta com a adubação de plantio, no 49° DAT (Estádio EC) referente ao desenvolvimento da planta com as duas aplicações de N, no 68° DAT (Estádio IA) referente ao início da florescência da cultura, no 75° DAT (Estádio 1C) referente à maturação das folhas da baixeira, no 90°, 108°, 121° e

135° DAT (Estádios 2C, 3C, 4C e 5C) referentes à maturação das folhas da meeira e no 140° DAT (Estádio 6Cf), referente a maturação das folhas da ponteira. O processamento das imagens e a obtenção do MPRI foram realizados com o software *Pix4Dmapper Pro - Educational* versão 3.3.29. No *software*, foram realizadas a inserção das imagens e ajustes de coordenadas de entrada e saída, alinhamento no modo rápido e geração da nuvem esparça de pontos homólogos, inserção dos pontos de controle coletados a campo e ajuste de posição dos pontos homólogos e imagens para as novas coordenadas precisas inseridas, geração dos ortomosaicos de bandas, com calibração radiométrica (painel e sensor de luminosidade) para as imagens multiespectrais, salvos em arquivo *geotiff*; e por fim, a geração do IV na calculadora raster. Obtido o MPRI, os mosaicos foram exportados para o *software ArcGis (ArcMap* versão 10.8), na qual fez-se o recorte para a área de estudo, com o limite das repetições com a ferramenta *Extract By Mask*. Para a classificação e separação dos valores foi utilizada a ferramenta *Reclass*, com valores mínimos variáveis conforme a forma da planta de tabaco em cada estágio fenológico (0,15 a 0,30). Para ajustar a delimitação das plantas, fez-se o uso do mosaico RGB, para verificação. Pixels indejados incluídos na classe tabaco foram eliminados. Utilizou-se a ferramenta *Zonal Statistics as Table*, para a geração de planilha de dados, valor mínimo, máximo, média, amplitude e área com base nos *pixels* presentes dentro de cada repetição do experimento. Os dados foram exportados para planilha eletrônica, com os valores para cada repetição em todos os estádios fenológicos da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Foram obtidas as delimitações da área das plantas de tabaco em vários estádios fenológicos, com base na classificação do MPRI (Figura 1.a), o que permitirá obter dados de outros índices apenas na cultura sem contaminação por outros alvos.

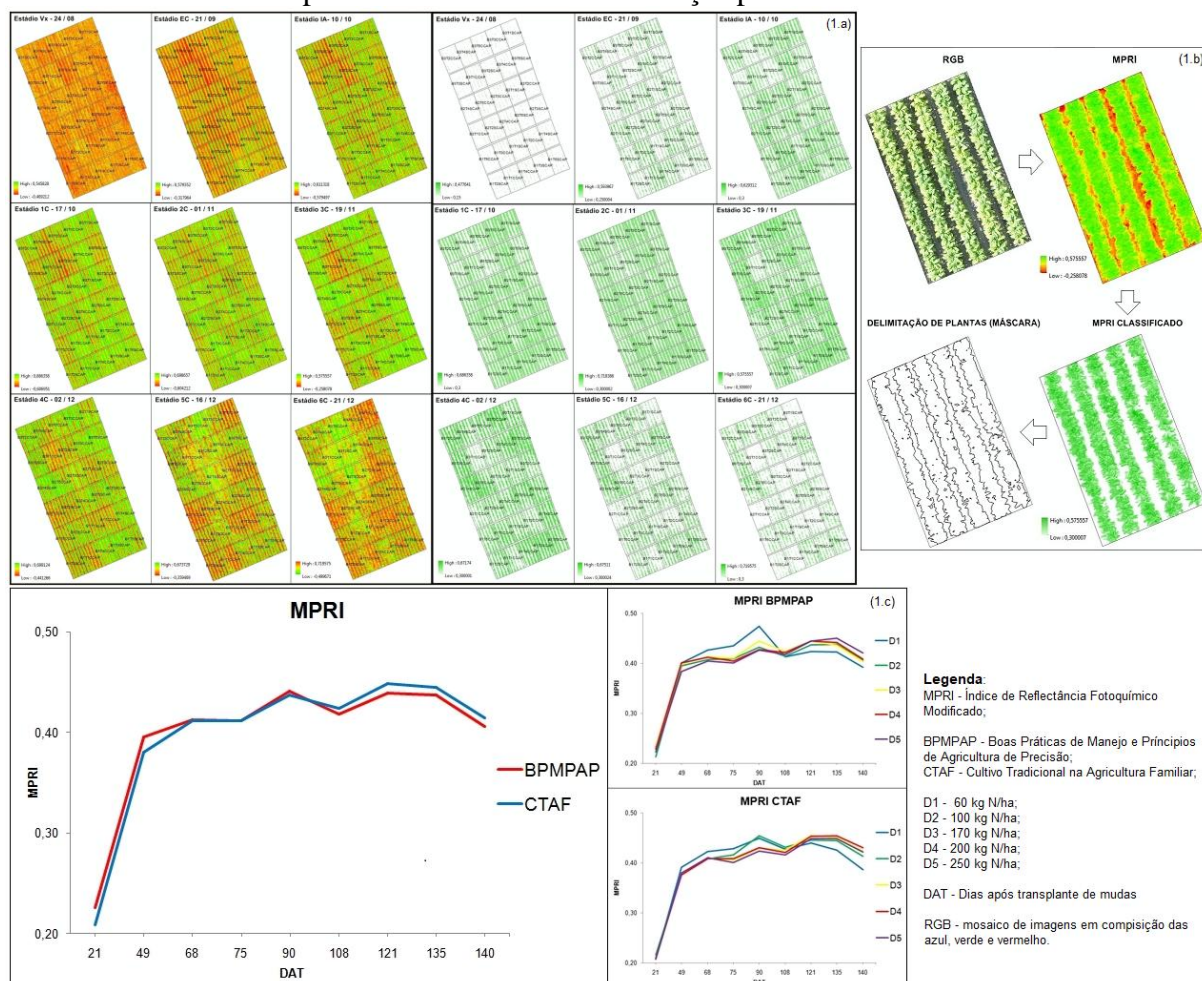


FIGURA 1. Classificação (a), detalhes da delimitação de plantas (b) e evolução (b) do índice MPRI em Tabaco Virginia - Agudo, RS, Brasil safra 2020/2021.

Com a sua classificação em cada estágio fenológico (Figura 1.b), notou-se que o MPRI é um bom parâmetro para a delimitação de folhas de tabaco durante o ciclo cultura. O MPRI apresentou diferentes valores nos *pixels* das folhas de tabaco comparado a outros componentes presentes nas imagens (solo exposto, palhada e sombra), o que possibilitou delimitar sua geometria, validada visualmente com sobreposição ao ortomosaico das imagens RGB coletadas nos mesmos voos. Linhares (2013) descreve a resposta do MPRI para a vegetação e solo exposto, validando-o como bom indicador vegetativo. Porém, ressalta que é necessário observar o comportamento de alvos diferentes na vegetação presentes nas imagens, para não ter influência negativa para o índice. Isso justifica a importância deste esforço de processamento, em minimizar a inclusão de resposta espectral de alvos indesejados para os índices de vegetação no tabaco. Com as médias dos valores médios do MPRI foi obtida sua evolução longo dos estágios fenológicos, considerando as médias dos dois manejos e das doses de N (Figura 1.b). Cada ponto nos gráficos refere-se a um estágio fenológico, onde apresenta a evolução do IV desde a fase inicial (estádios Vx, EC e IA), na qual houve ascensão da tendência de comportamento, ressaltando a fase de crescimento das plantas (aplicação de adubações de cobertura e florescência). Posteriormente, nota-se a estabilidade do IV, indicando maturação das folhas (colheitas nos estádios 1C, 2C, 3C, 4C), com diminuição de seu valor, quando as plantas entram em senescência, tendo menor teor de clorofila e maior teor de carotenóides (estádios 5C e 6C). O MPRI apresentou valores próximos para os diferentes manejos, com destaque aos últimos estádios fenológicos, nos quais os valores para BPMPAP foram menores, devido a maturação antecipada destas parcelas no campo. Já para as doses de N, nota-se que com as menores doses ocorre maturação antecipada. Os dados sugerem que o manejo BPMPAP e as menores doses de N podem ter antecipado a maturação do tabaco, pelo fato do MPRI apresentar maiores valores nos estádios fenológicos correspondentes ao 90° DAT, e apresentar queda após esta data, indicando maturação antecipada em relação ao manejo CTAF e às demais doses de N.

CONCLUSÕES: Foi possível obter o MPRI para tabaco, classificar, delimitar plantas (mascara) e determinar sua evolução. No manejo BPMPAP e nas baixas doses de N a maturação foi antecipada, apresentando menores valores de MPRI antes das demais plantas, que ainda absorviam N.

REFERÊNCIAS:

- HOFFMANN, J. P. **Agricultura Familiar: Agricultura de precisão na pequena propriedade.** Revista A Granja, Abril de 2015. Disponível em: <<https://edcentaurus.com.br/agranja/edicao/796/materia/6831>>. Acesso em: 23 de abril de 2022.
- LINHARES, M. M. A.; ROCHA, N. C. C.; AMARAL, B. A. S. Análise do índice MPRI como indicador vegetativo através da correlação do mesmo com o índice NDVI. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. p. 8254-8260. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1190.pdf>> Acesso em: 28 de abril de 2022.
- MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS.** Descrição, fundamentos e aplicações. 2 ed., São Paulo: Editora Unesp, 2008, 476 p.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do RS.** Porto Alegre, Emater/RS, 2008. 222p.
- YANG, Z.; WILLIS, P.; MUELLER, R. **Impact of Band-Ratio Enhanced AWIFS Image to Crop Classification Accuracy.** In: Pecora - The Future of Land Imaging... Going Operational, 17. 2008, Colorado, USA. Proceedings. Maryland: (ASPRS), 2008. Disponível em: <<http://www.asprs.org/a/publications/proceedings/pecora17/0041.pdf>>. Acesso em: 24 de abril de 2022.