



## Determinação de índices espectrais utilizando imagens de VANT na cultura do milho na região oeste do paraná

## Determination of spectral indices using UAV images in corn crops in the western region of Paraná

Pedro Espíndola<sup>1</sup>, Claudio Leones Bazzi<sup>2</sup>, Kelyn Schenatto<sup>3</sup>

### RESUMO

A utilização de ferramentas e métodos de sensoriamento remoto são grandes aliados na área agrícola, principalmente no que se refere a análise de cenários de desenvolvimento das culturas. O objetivo desse trabalho foi aplicar índices espectrais NDVI, NDRE e IFV na análise de imagens obtidas por drone em área de cultivo de milho e avaliar a qualidade dessas imagens. O estudo foi realizado em uma área agrícola no Oeste do Paraná. Para obtenção das imagens espectrais, foi utilizada uma câmera Altum da Micasense acoplada no Drone Spectral da Nuvem UAV. As imagens obtidas apresentaram boa resolução espacial permitindo realizar o cálculo dos índices NDVI, IFV e NDRE. Os índices apresentaram bons resultados quanto a identificação de áreas descobertas, devido à má germinação ou falha de plantio, sendo que, apesar de todos os índices permitirem tal identificação, o IFV e NDRE apresentaram melhores resultados, que não foram identificados pelo índice NDVI.

**PALAVRAS-CHAVE:** IFV, NDRE, NDVI.

### ABSTRACT

The use of remote sensing tools and methods is a significant asset in the agricultural field, particularly when it comes to analyzing crop development scenarios. The objective of this study was to apply spectral indices NDVI, NDRE, and IFV in the analysis of images obtained by a drone in a corn cultivation area and evaluate the quality of these images. The study was conducted in an agricultural area in Western Paraná. To obtain spectral images, an Altum camera from Micasense was mounted on the Nuvem UAV Spectral Drone. The obtained images exhibited good spatial resolution, allowing for the calculation of NDVI, IFV, and NDRE indices. The indices yielded positive results in identifying uncovered areas due to poor germination or planting failure. Although all indices enabled such identification, IFV and NDRE provided superior results compared to the NDVI index.

**KEYWORDS:** IFV, NDRE, NDVI.

<sup>1</sup> Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: [agueiro@alunos.utfpr.edu.br](mailto:agueiro@alunos.utfpr.edu.br) ID Lattes: 7745873053606995.

<sup>2</sup> Docente do Departamento de Ciência da Computação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: [kschenatto@utfpr.edu.br](mailto:kschenatto@utfpr.edu.br). ID Lattes: 1434499828357999.

<sup>3</sup> Docente do Programa de pós-graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: [bazzi@utfpr.edu.br](mailto:bazzi@utfpr.edu.br). ID Lattes: 2170981286370303.



## INTRODUÇÃO

Ferramentas e métodos de sensoriamento remoto são grandes aliados na área agrícola, e vem sendo cada vez mais utilizados para analisar cenários de desenvolvimento das culturas. A interação dos alvos com a radiação eletromagnética é a base do sistema de funcionamento do sensoriamento remoto e a refletância espectral no caso da cobertura vegetal é comumente analisada através de alguns índices de vegetação (FITZ, 2020), sendo que as porções mais utilizadas são as regiões do visível e do infravermelho próximo e médio, que correspondem a faixas espectrais com maior variação de resposta espectral para a vegetação (BARTON, 2012; MAHAJAN et al., 2014).

Uma dificuldade na análise de imagens espectrais está na sua obtenção, já que a periodicidade e qualidade das imagens provenientes da maioria dos satélites não permitem um acompanhamento mais preciso do desenvolvimento das culturas. Imagens espectrais do satélite Landsat-5, por exemplo, possuem resolução temporal de 16 dias (PRABHAKAR et al., 2012), o que pode inviabilizar o uso das imagens pelo espaço de tempo entre uma e outra imagens durante o ciclo da cultura.

Neste contexto, o uso de sensores acoplados a VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados), também denominados de drones, permitem monitorar periodicamente as plantas durante seu crescimento à colheita, avaliando condições externas que podem afetar o seu bem-estar (BOEHMLER et al., 2018).

Um dos mais utilizados índices de vegetação corresponde ao NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) que permite avaliar o vigor das plantas a partir da informação obtida por dois diferentes canais espectrais (vermelho e infravermelho próximo) do espectro eletromagnético (HUANG et al., 2014). Estudos têm mostrado a importância do NDVI no monitoramento de estresse e doenças em diferentes culturas (EITEL et al., 2011). No entanto, o índice NDRE (Índice de Diferença Normalizada do Vermelho Limítrofe) tem sido igualmente utilizado, considerando que possui a capacidade de detectar o estresse da colheita mais cedo do que NDVI que é tradicionalmente (WANG et al., 2007). Já o IFV (Índice de Folha Verde; LOUHAICHI, BORMAN e JOHNSON (2001)), permite avaliar a cobertura do solo, evidenciando áreas plantadas e com solo exposto.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi aplicar índices espectrais NDVI, NDRE e IFV na análise de imagens obtidas por drone em área de cultivo de milho e avaliar a qualidade dessas imagens

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada Município de Serranópolis do Iguaçu, Paraná (Brasil) (UTM: E 200952,42m, S 7184393,52m, altitude média entorno de 305m). As imagens foram coletadas em área de cultivo de milho de segunda safra em fase de



desenvolvimento vegetativo (40 dias após a germinação), estima-se que tais áreas se encontram com sintomas de nematoides segundo relatos dos produtores.

Para obtenção das imagens espectrais, foi utilizada uma câmera Altum da Micasense acoplada no Drone Spectral da Nuvem UAV, a câmera com sensor multiespectral capazes de capturar imagens em seis bandas espectrais, sendo azul (0,440-0,510 $\mu$ m), verde (0,520- 0,590 $\mu$ m), vermelho (0,630- 0,68  $\mu$ m) vermelho limítrofe (0,690-0,730 $\mu$ m) e infravermelho próximo (0,760-0,850 $\mu$ m), além da banda Red-Edge, uma banda específica para o monitoramento da atividade fotossintética da vegetação. A resolução espacial original de cada banda é de 5,2 cm. Com as imagens coletadas foi gerado o mosaico utilizando o software Pix4D, a qual também foi utilizado para elaboração dos mapas dos índices vegetativos.

Foram gerados os mapas temáticos utilizando os índices NDVI, que utiliza a resposta espectral das plantas nas bandas do vermelho e do infravermelho próximo e é bastante popular na área de sensoriamento remoto (Equação 1). O IFV (Equação 2), que é definido pela soma das áreas foliares sobre as áreas de solo, o que permite evidenciar áreas com falhas no plantio. E o NDRE (Equação 3), que corresponde a um índice que permite avaliar o teor de clorofila nas plantas.

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad (1)$$

$$IFV = \frac{2*G-R-B}{2*G+R+B} \quad (2)$$

$$NDRE = \frac{NIR-REEDGE}{NIR+REEDGE} \quad (3)$$

em que, NIR - Banda do Infravermelho Próximo; R - Banda do Vermelho; G – Banda do Verde; B - Banda do Azul; REEDGE - Banda Red-Edge.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as imagens obtidas por meio do sensor multispectral acoplado ao drone, foi gerado o mosaico de imagens, que permitiu gerar a imagem de toda área experimental. Utilizando as diferentes bandas espectrais foram gerados os mapas de NDVI (Figura 1a), IFV (Figura 1b) e NDRE (Figura 1c) e construída a Tabela 1, que apresenta as estatísticas dos índices criados em relação à área.

Figura 1 - Mapas temáticos gerados da área experimental dos índices NDVI, IFV e NDRE.

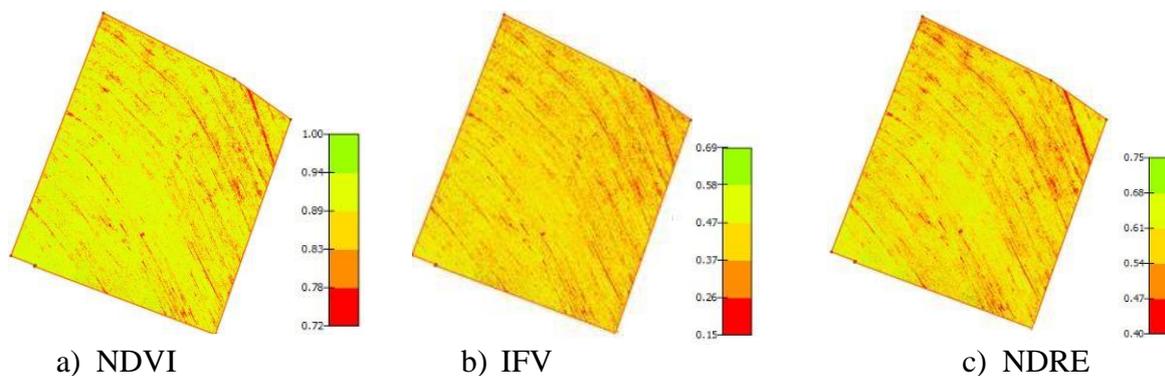


Tabela 1 – Estatísticas de abrangência em relação aos índices avaliados

Índice	Faixa	Área (ha)	Área (%)
NDVI	(0.94 - 1.00)	0.20	2.96%
	(0.89 - 0.94)	4.19	61.02%
	(0.83 - 0.89)	1.93	28.12%
	(0.78 - 0.83)	0.41	5.98%
	(0.72 - 0.78)	0.13	1.92%
IFV	(0.58 - 0.69)	0.03	0.39%
	(0.47 - 0.58)	1.77	25.33%
	(0.37 - 0.47)	3.74	53.44%
	(0.26 - 0.37)	1.10	15.72%
	(0.15 - 0.26)	0.36	5.12%
NDRE	(0.75 - 0.63)	0.15	2.75%
	(0.63 - 0.60)	1.99	28.49%
	(0.60 - 0.57)	3.50	50.09%
	(0.57 - 0.54)	1.10	15.73%
	(0.54 - 0.40)	0.25	3.54%

Os índices obtidos servem para indicar a presença e vigor da vegetação e são altamente correlacionáveis. Nos mapas de NDVI os pixels na cor verde indicam maior vigor da vegetação no local imageado, enquanto os vermelhos indicam menor vigor ou até ausência de vegetação principal (em alguns casos pode ter ocorrido o surgimento de ervas daninhas).



Como pode ser verificado, cerca de 0.13ha apresentam-se sem vegetação, ou seja, falhas de plantio ou problemas com germinação. Além disso, verifica-se que 5.98% da área (0.41 ha) possui pouca vegetação, sugerindo o baixo desenvolvimento da cultura em alguns locais. O IFV tem como resultado um valor que varia de  $-1$  a  $1$  e serve para indicar qual a cobertura relativa de folhas verdes e é altamente correlacionado com a quantidade de clorofila presente nas folhas, pode-se verificar também nesse mapa os locais com falhas de vegetação. Quando comparado com os demais índices, o IFV foi o que mais permitiu a identificação do problema de falta de cobertura vegetal, que representam as falhas no plantio.

O índice NDRE permite avaliar a atividade da clorofila presente nas folhas e devido a utilização da banda do infravermelho, permite dados mais precisos em relação a situação atual das plantas. Conforme pode ser verificado (Tabela 1), quando utilizado o índice NDRE, podese identificar cerca de 3.54% (0.25ha) da área com baixa cobertura, a qual indica ausência da cultura cultivada, em função de má germinação ou falhas de plantio. Todos os índices apresentaram padrões similares e percebe-se a alta precisão das imagens e possibilidade de análises localizadas e acompanhamento do vigor das plantas. Como trabalhos futuros será analisada a produtividade localizada da cultura e correlacionado aos mapas com os índices gerados.

## CONCLUSÕES

As imagens obtidas por meio da câmera Altum da Micasense acoplada no Drone Spectral da Nuvem UAV permitiram a obtenção de imagens com boa resolução espacial e que permitiram realizar o cálculo dos índices NDVI, IFV e NDRE por meio do software Pix4D. Os índices apresentaram bons resultados quanto a identificação de áreas descobertas, devido à má germinação ou falha de plantio, sendo que, apesar de todos os índices permitirem tal identificação, o IFV e NDRE apresentaram resultados não identificados pelo índice NDVI. Desta forma, verifica-se que para obtenção deste tipo de informação, deve-se optar preferencialmente pelo IFV.

## Agradecimentos

Os autores expressam sua gratidão ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Professora Kelyn Schenatto e ao Professor Claudio Leones pelo inestimável suporte fornecido, bem como à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

## Conflito de interesse



“Não há conflito de interesse”.

## REFERÊNCIAS

- BARTON, C. V.M. Advances in remote sensing of plant stress. *Plant and Soil*, v.354, p.41-44, 2012.
- BOEHMLER, J. M. ET AL. Development of a multispectral albedometer and deployment on an unmanned aircraft for evaluating satellite retrieved surface reflectance over nevada's black rock desert. *Sensors*, v. 18, n. 10, 2018.
- EITEL, J. U. H., L. A. VIERLING, L.A.; LITVAK, M. E.; LONG, D. S.; SCHULTHESS, U.; AGER, A.A.; KROFCHECK, D. J.; STOSCHECK, L.. Broadband, red-edge information from satellites improves early stress detection in a New Mexico conifer woodland. *Remote Sensing of Environment*, v.115, n.12, p. 3640-3646, 2011.
- FITZ, P. R. Classificação de imagens de satélite e índices espectrais de vegetação: uma análise comparativa. *Geosul*, v. 35, n. 76, p. 171-188. 2020.
- HUANG, J.; WANG, H.; DAI, Q.; HAN, D. Analysis of NDVI data for crop identification and yield estimation. *IEEE Journal of Selected Topics Applied Earth Observations and Remote Sensing*, v. 7, n. 11, p. 4374–4384, 2014.
- LOUHAICHI, M.; BORMAN, M. M.; JOHNSON, D. E. Spatially located platform and aerial photography for documentation of grazing impacts on wheat. *Geocarto International*, Taylor & Francis, v. 16, n. 1, p. 65–70, 2001. Citado na página 30.
- MAHAJAN, G. R.; SAHOO, R. N.; PANDEY, R. N.; GUPTA, V. K.; KUMAR, D. Using hyperspectral remote sensing techniques to monitor nitrogen, phosphorus, sulphur and potassium in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Precision agriculture*, v. 15, p. 499-522, 2014.
- Prabhakar M, Prasad YG & Rao MN (2012) Remote Sensing of Biotic Stress in Crop Plants and Its Applications for Pest Management. In: Venkateswarlu B, Shanker A, Shanker C & Maheswari M (Ed.) *Crop Stress and its Management: Perspectives and Strategies*. Dordrecht, Springer. p.517-545.
- WANG, F.; HUANG, J.; TANG, Y.; WANG, X. New vegetation index and its application in estimating leaf area index of rice. *Rice Science*, v.14, n.3, p.195– 203, 2007.