

## MONITORAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DO MILHO POR MEIO DE VANT\*

*Data de aceite: 15/12/2021*

**Ricardo Guimarães Andrade**

**Marcos Cicarini Hott**

**Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior**

**Pérsio Sandir D'Oliveira**

**Jackson Silva e Oliveira**

Produzir com sustentabilidade econômica e ambiental é um dos principais desafios para o aumento da produção agrícola. Por meio de plataformas de aerolevante denominadas VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) ou drone, é possível a execução de atividades de monitoramento, avaliação e apoio à tomada de decisão quanto ao aperfeiçoamento do manejo de lavouras e de rebanhos em propriedades rurais de qualquer escala de produção. As plataformas VANTs são aeronaves leves e de baixo custo operadas a partir do solo e que podem embarcar sensores para imageamento. Os sensores mais comuns são os que coletam dados na faixa do visível (sensores RGB), no entanto, há uma diversidade de sensores tais como os que captam informações apenas na banda do infravermelho próximo e termal ou aqueles que são multiespectrais e possibilitam extrair informações em diversas faixas do

espectro eletromagnético. Os sensores RGB são interessantes pelo custo benefício, ou seja, possibilita a geração de índices espectrais na faixa do visível e ainda permite extrair, a partir dos softwares de geoprocessamento, outros produtos como modelo digital de terreno (MDT), modelo 3D, ortomosaico de imagens, estimativa de volume e precisas curvas de nível.

Os avanços alcançados em anos recentes criaram inúmeras possibilidades de uso que denotam a importância dessa tecnologia para gerenciamento dos recursos empregados no campo. Neste contexto, o presente estudo objetivou o uso de plataforma VANT e sensor RGB embarcado para monitorar a cultura do milho em diferentes estádios de desenvolvimento. A área de estudo situa-se no município de Coronel Pacheco-MG, mais precisamente, no Campo Experimental José Henrique Bruschi (CEJHB) da Embrapa Gado de Leite. Nesta área predomina o Neossolo Flúvico (terraço) distrófico de relevo plano e textura variada. Solos característicos de várzeas colúvio-aluviais. Em 07 de abril de 2018 efetuou-se a semeadura do milho, tendo como escolha de plantio o híbrido RB 9308 VTPRO da Riber KWS. Para tanto, definiu-se espaçamento entre linhas de 80 cm e o plantio de 4,6 sementes por metro, com o objetivo de obter o estande de 57,5 mil plantas por hectare, totalizando cerca de 310.000 sementes na área de 5,39 hectares.

Nos dias 26/04/18 e 24/05/18 foram

executadas as atividades de aerolevantamentos por meio de VANT de asas rotativas, tipo quadricóptero, modelo Inspire 1 Pro, que permite o intercâmbio de câmeras com sensores RGB (Red, Green, Blue) e multiespectral. Para o imageamento na faixa do visível, utilizou-se de uma câmera RGB modelo DJI Zenmuze X5. Os sensores RGB de alta precisão permitiram avaliar as condições do plantio a partir de procedimentos para mensurações quantitativas da vegetação, como também, nas avaliações qualitativas realizadas por meio de índices de vegetação que operam na faixa visível do espectro eletromagnético. Para tanto, foram usados os índices VARI (Visible Atmospherically Resistant (GITELSON et al., 2002)) e GLI (Green Leaf Index (HUNT JR. et al., 2013)). O VARI foi desenvolvido para levar em consideração a redução de possíveis influências dos constituintes atmosféricos por meio da subtração da banda espectral referente ao canal azul no denominador da equação 1. Já o índice GLI, equação 2, tem sido aplicado na distinção entre vegetação fotossinteticamente ativa e vegetação seca com exposição de solo.

$$VARI = \frac{\rho_{Green} - \rho_{Red}}{\rho_{Green} + \rho_{Red} - \rho_{Blue}} \quad (1)$$

$$GLI = \frac{(2 \rho_{Green} - \rho_{Red} - \rho_{Blue})}{(2 \rho_{Green} + \rho_{Red} + \rho_{Blue})} \quad (2)$$

Em que,  $P_{Green}$ ,  $P_{red}$  e  $P_{Blue}$  são as bandas espectrais referentes aos canais do verde (*Green*), vermelho (*Red*) e azul (*Blue*), respectivamente.

Conforme Tabela 1 nota-se que o índice VARI apresentou, na maior parte da área (~90%), intervalos de valores negativos. Já o índice GLI teve apenas um intervalo de classe de valores negativos, porém, com abrangência de 1,38 ha ou 25,58% da área total. Estes valores indicam que havia pouca cobertura vegetal ou ampla exposição de solo. No dia 26/04/18 o milho se apresentava com 19 dias após semeadura, ou seja, entre os estádios fenológicos de segunda folha (V2) e quarta folha (V4). As subdivisões V1 a Vn (ultima folha completamente expandida anterior ao pendoamento) são considerados estádios vegetativos (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Classes	Índices de Vegetação					
	VARI			GLI		
	Intervalo de classes	Área (ha)	Cobertura (%)	Intervalo de classes	Área (ha)	Cobertura (%)
	0,02 a 0,53	0,08	1,56	0,10 a 0,48	0,04	0,66
	-0,05 a 0,01	0,60	11,09	0,04 a 0,09	0,21	3,84
	-0,09 a -0,06	2,14	39,41	0,02 a 0,03	1,12	20,66
	-0,12 a -0,10	1,96	36,18	0,00 a 0,01	2,67	49,26
	-0,62 a -0,13	0,64	11,75	-0,27 a -0,01	1,38	25,58

Tabela 1. Intervalos de classes de índices de vegetação VARI (*Visible Atmospherically Resistant*) e GLI (*Green Leaf Index*) com suas respectivas áreas, em porcentagem, para o aerolevanteamento do dia 26 de abril de 2018

Na Figura 1A tem-se o mosaico de imagens RGB (bandas do visível). Observa-se que predominam áreas com exposição de solo. Visualmente, as linhas de plantio do milho começam a se definir em pequenas áreas nas bordas norte e sul. A região central é a que concentra boa parte dos valores negativos de intervalos de classes dos índices VARI e GLI, representados pelas classes em tons de amarelo, laranja e vermelho no índice VARI (Figura 1B) e laranja e vermelho no índice GLI (Figura 1C).

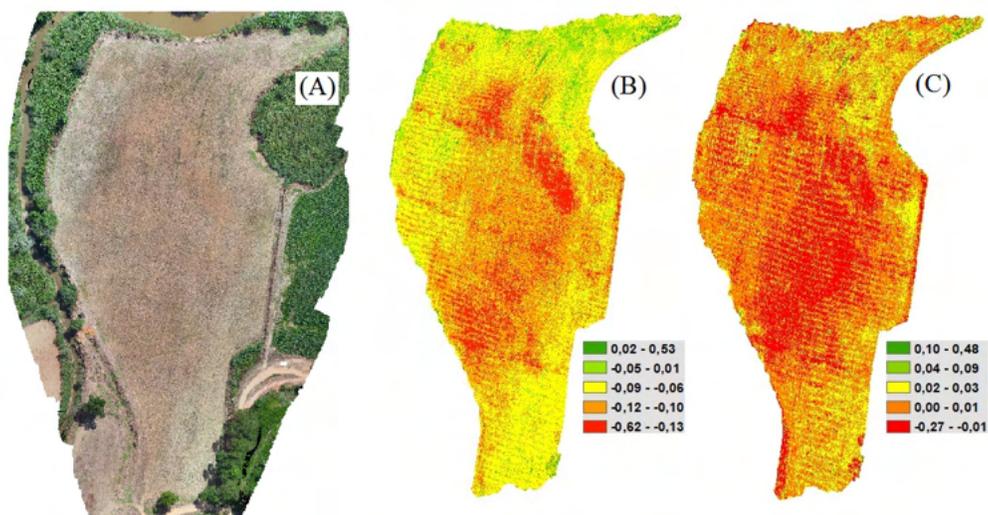


Figura 1 – Imagem mosaico RGB (A) e visualização da abrangência dos intervalos de classes dos índices de vegetação VARI (B) e GLI (C), para o dia 26 de abril de 2018.

Os índices indicam a heterogeneidade de desenvolvimento da cultura desde os estádios vegetativos iniciais. Neste caso, pode ter sido influenciado pela variabilidade

hídrica ou pelos constituintes químicos e físicos do solo. Análises de solos poderão elucidar esta questão.

Para o aerolevanteamento realizado em 24/05/18 verificou-se que os índices de vegetação VARI e GLI apresentaram intervalos de classes positivos em mais de 85% da área de plantio (Tabela 2). Da área total (5,39 ha), apenas 13,13% (0,72 ha) e 14,78% (0,78 ha) foram classificados com intervalos negativos por meio dos índices VARI e GLI, respectivamente.

Classes	Índices de Vegetação					
	VARI			GLI		
	Intervalo de classes	Área (ha)	Cobertura (%)	Intervalo de classes	Área (ha)	Cobertura (%)
	0,24 a 0,60	0,76	13,96	0,20 a 0,50	0,53	9,81
	0,18 a 0,23	1,70	31,14	0,16 a 0,19	1,12	20,50
	0,11 a 0,17	1,31	24,05	0,12 a 0,15	1,53	28,10
	0,02 a 0,10	0,97	17,72	0,07 a 0,11	1,49	27,31
	-0,21 a 0,01	0,72	13,13	-0,06 a 0,06	0,78	14,78

Tabela 2. Intervalos de classes de índices de vegetação VARI (Visible Atmospherically Resistant) e GLI (Green Leaf Index) com suas respectivas áreas, em porcentagem, para o aerolevanteamento do dia 24 de maio de 2018

Na Figura 2A pode-se observar que a cultura do milho apresenta o dossel mais desenvolvido (47 dias após semeadura, entre estágio V8 e V9). No entanto, falhas de plantio são visíveis, principalmente na parte central da área. Ao comparar os mapas dos índices VARI (Figura 2B) e GLI (Figura 2C) nota-se que o índice GLI se mostra mais sensível à vegetação verde, neste caso, a formulação do índice pode evidenciar uma possível explicação, devido ao fato da banda espectral do verde ter peso 2 em relação às bandas do azul e vermelho. Assim, os valores positivos de GLI representam características de folhas e caules verdes.

De forma geral, observa-se que índices VARI e GLI apresentaram desempenho semelhante nos estádios vegetativos iniciais da cultura do milho. Os índices foram sensíveis na discriminação das classes em intervalos que indicam desde a exposição de solo e baixo vigor (tons de vermelho, laranja e amarelo) até o alto vigor da vegetação (tons de verde). Assim, os índices VARI e GLI surgem como potencial alternativa para o monitoramento da lavoura por meio de sensores RGB de baixo custo a bordo de plataformas VANT.

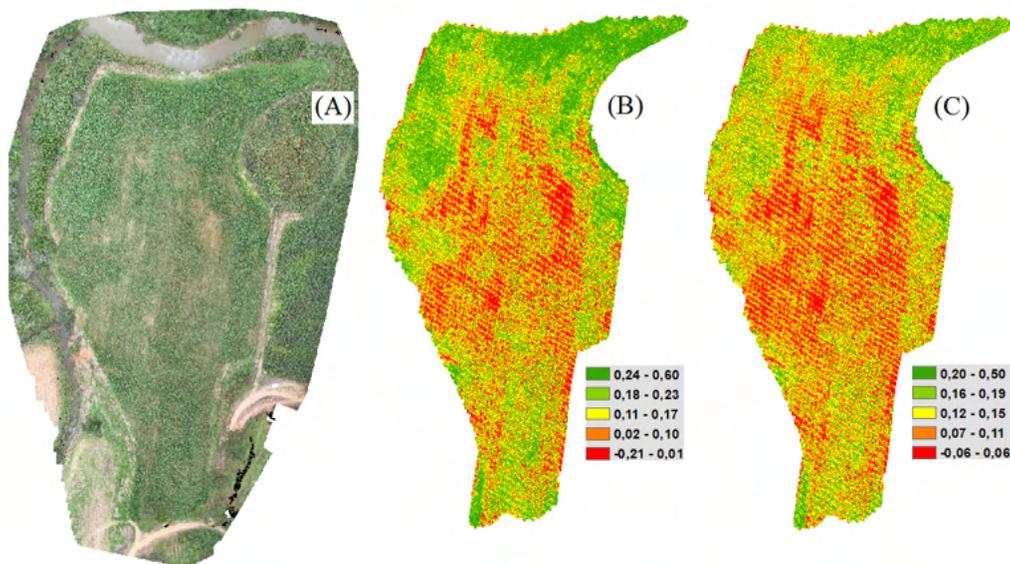


Figura 2 – Imagem mosaico RGB (A) e visualização da abrangência dos intervalos de classes dos índices de vegetação VARI (B) e GLI (C), para o dia 24 de maio de 2018.

## REFERÊNCIAS

\*ANDRADE, R. G.; HOTT, M. C.; MAGALHÃES JUNIOR, W. C. P.; D'OLIVEIRA, P. S.; OLIVEIRA, J. S. Monitoring of Corn Growth Stages by UAV Platform Sensors. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, v. 6, p. 54-58, 2019.

GITELSON, A. A.; STARK, R.; GRITS, U.; RUNDQUIST, D.; KAUFMAN, Y.; DERRY, D. Vegetation and soil lines in visible spectral space: a concept and technique for remote estimation of vegetation fraction. *International Journal of Remote Sensing*, v. 23, n. 13, p. 2537-2562, 2002.

HUNT JR., E. R.; DORAISWAMY, P. C.; MCMURTREY, J. E.; DAUGHTRY, C. S. T.; PERRY, E. M. A visible band index for remote sensing leaf chlorophyll content at the canopy scale. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 21, p. 103-112, 2013.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Circular Técnica, 76). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490408/1/Circ76.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2019.