

Índices de vegetação obtidos com VANT correlacionados com produtividade da cultura do trigo

José Carlos Gomes Wuelfing^{1*}; Helton Aparecido Rosa¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}jose.wuelfing@hotmail.com

Resumo: A utilização de VANT (veículo aéreo não tripulado) está relacionada a um conjunto de atividades que parte de uma ideia de voo sobre uma superfície para poder analisar está de forma mais ampla, assim na agricultura, quando usado em uma lavoura busca-se obter imagens para verificação de falhas, correlacionar dados de produtividade com pontos específicos da área. O objetivo deste experimento foi analisar os índices de vegetação (MPRI, VARI e GLI) e correlacionando com a produtividade em locais específicos da cultura do trigo. A cultura do trigo no local foi implantada na primeira semana de maio de 2020, sendo realizado o voo no local na data de 25 de agosto de 2020, tendo a colheita realizada no dia 21 de setembro de 2020. O trabalho foi conduzido em uma área comercial de agricultura, no município de Santa Tereza do Oeste – PR, onde fica localizada nas coordenadas 25°03'55.7"S 53°34'16.2"W, o voo de drone, de marca e modelo Dji Phantom 4 Advanced. Para a realização do controle de voo e o posterior processamento dos dados obtidos, na compilação das imagens, utilizou-se o *software* Drone Deploy. Os índices de MPRI, VARI e GLI não tiveram correlação com a produtividade do trigo. A produtividade do trigo sofreu interferência devido a fatores climáticos ocorridos na região.

Palavras-chave: plano de voo; drone; ortomosaicos.

Vegetation indices obtained with UAV correlated with wheat crop productivity

Abstract: The use of UAV (unmanned aerial vehicle) is related to a set of activities that starts from an idea of flying over a surface to be able to analyze it, in a broader way, so in agriculture, when used in a crop, one seeks to obtain images to check for failures, correlate productivity data with specific points in the area. The objective of this experiment was to analyze the vegetation indexes (MPRI, VARI and GLI) and correlate with the productivity in specific locations of the wheat crop. The on-site wheat crop was implanted in the first week of May 2020, with the flight taking place on the date of August 25, 2020, with the harvest being carried out on September 21, 2020. The work was conducted in an area commercial agriculture, in the municipality of Santa Tereza do Oeste - PR, where it is located at coordinates 25 ° 03'55.7 "S 53 ° 34'16.2" W, the drone flight, of the Dji Phantom 4 Advanced brand and model. The Drone Deploy software was used to perform the flight control and to process the data obtained in the compilation of the images. The MPRI, VARI and GLI indices were not correlated with wheat productivity. Wheat productivity suffered interference due to climatic factors in the region.

Keywords: flight plan; drone; orthomosaic.

Introdução

A agricultura da segunda década do século XXI está em busca de tecnologia e se transformou cada vez mais simbiótica com a informática, nesse contexto aumentar a produção numa mesma área nos leva a um complexo de atividades que se tenha sucesso, e com isso estamos falando de agricultura de precisão, com auxílio de várias ferramentas que irão nos ajudar para desvendar quais problemas temos que corrigir para elevar a produção.

De acordo com Xavier (2013), o constante desenvolvimento tecnológico dos últimos anos no setor da informática tem possibilitado eficientes alternativas tanto na forma de coletar quando na espacialização de informações obtidas por meio do geoprocessamento.

Nos últimos 15 anos, agricultores de vários países começaram a ver nos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) uma oportunidade para aplicar no campo conceitos da agricultura de precisão, baseada no uso de instrumentos e recursos da tecnologia da informação para implementar melhorias na produção agrícola (ANDRADE, 2016).

O sensoriamento remoto torna-se uma ferramenta importante, pois pode ser utilizado para medir e monitorar características biofísicas e atividades humanas na terra (JENSEN, 2011), a qual imagens de satélite têm um grande potencial no estudo do uso das terras de ambientes rurais (FLORENZANO, 2011).

Com o intuito de gerenciar melhor a cultura e, conseqüentemente, obter maior produtividade, é necessário ter acesso às informações nutricionais da cultura o mais cedo possível. Saber qual a área da cultura está necessitando mais irrigação, nutrientes ou quais os nutrientes, fertilizante ou, saber ainda, qual vegetação invasora não desejada está presente na cultura, estas são informações que ajudam a melhorar a produtividade (BEDUTTI, 2009), a agricultura de precisão (AP) procura gerenciar, de maneira inteligente e precisa, os recursos para diminuir os custos e elevar a produção (BERNARDI et al., 2014).

Em imagens que anteriormente eram obtidas apenas por meio de satélites, que não tinham uma definição de imagem adequada, para algumas aplicações não permitindo assim uma avaliação precisa da lavoura (SABARÁ, 2018). Com o advento dos VANT's, uma captura mais próxima da lavoura possibilitando uma melhor avaliação da área. Os VANT'S possuem um receptor GNSS integrado, que permite ao produtor uma intervenção precisa nos lugares com maior necessidade (SABARÁ, 2018).

O índice MPRI (Modified Photochemical Reflectance Index) é baseado na diferença normalizada entre duas bandas, porém, o mesmo utiliza as bandas da região do verde e do vermelho, sendo independente de uma banda do infravermelho e se observado o comportamento da vegetação ao longo do visível (RGB) é possível verificar que a relação

existente entre as bandas da região do verde e do vermelho é similar à relação existente entre as bandas do infravermelho e do vermelho (LINHARES et al., 2013).

O índice de folha verde GLI (Green Leaf Index) é um dos mais utilizados para avaliação de cobertura vegetação, utilizando as bandas do espectro visível, na representação do ortomosaico fica em evidência as áreas com maior concentração de material na banda do verde 500-565nm (VINA et al., 2011).

Segundo Louhaichi et al. (2001), o GLI mostrou-se eficiente no acompanhamento de ambientes através de imagens de alta resolução, sejam elas oriundas de drones, aerofotografias georreferenciadas ou satélites comerciais, podendo ser aplicada sua metodologia para outros interesses, tal como outras culturas ou vegetação em pastagens.

Índice resistente à atmosfera na região do visível (VARI), também pode auxiliar na obtenção de informações sobre a saúde da vegetação. O VARI foi projetado e testado para funcionar com sensores RGB, sendo uma medida de "quão verde" é uma imagem (SILVA, 2018). Fang et al. (2016) colocam que as estimativas sobre a vegetação com este índice estão estritamente ligadas às variações fenológicas presentes no seu ciclo de desenvolvimento.

O objetivo deste experimento foi analisar os índices de vegetação (MPRI, VARI e GLI) e correlacionando com a produtividade em locais específicos da cultura do trigo.

Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido em uma área comercial de agricultura, no município de Santa Tereza do Oeste – PR, onde fica localizada nas coordenadas 25°03'55.7"S 53°34'16.2"W, sendo realizado voo de VANT, de marca e modelo Dji Phantom 4 Advanced, sendo que o equipamento possui um sistema de navegação GNSS, com sistema de medição inercial (IMU), possui câmera RGB de 20 MP, e sua bateria tem autonomia de voo de 20 minutos.

A cultura do trigo foi semeada na data de 22 de maio de 2020, sendo a variedade BRS Sanhaço, e tendo um pequeno atraso devido à falta de precipitação de chuvas nas datas ideais de plantio. A área de trigo passou por stress climático, onde teve interação com granizo que ocorreu no dia 07 de agosto de 2020 e geada uma semana depois durante o estágio de grão leitoso, dessa forma podendo interferir nos resultados, obtendo maior índice de variância, devido o trigo estar com um percentual de acamamento.

Para a realização do controle de voo e o posterior processamento dos dados obtidos, utilizou-se o software Drone Deploy, que é um aplicativo para planejamento de voo e aquisição das imagens, possibilitando a parametrização do plano de voo em razão da

resolução desejada para as imagens originais, assim foi possível realizar uma sobreposição das imagens, linhas de voo e resultados. O software possui também um módulo de controle do voo em formato de aplicativo.

Figura 1 – Local da área e grid de voo.



O voo foi realizado no dia 25 de agosto de 2020, tendo a cultura do trigo no início da fase de enchimento de grão, na altitude de 100 metros de altura em relação ao solo, com uma velocidade de 08 metros/segundo e capturando 126 imagens em sequência com a sobreposição frontal de 75% e sobreposição lateral de 65% em um período de tempo de 14 minutos e 27 segundos, sobrevoando uma área de 18 hectares, tendo uma resolução ortomosaica de 3,5 centímetros por pixel e depois convertida para 10 centímetros por pixel.

Na data do voo, o trigo estava em estágio de enchimento de grãos, tendo menor área vegetativa aparente, onde que pode exercer interferência nos dados coletados, por apresentar uma menor pigmentação de verde nas plantas de trigo.

Após o voo e compilação das imagens, os ortomosaicos foram gerados utilizando a modelagem 3D e mapeamento. O processamento das imagens foi realizado com o auxílio de algoritmos computacionais do aplicativo Drone Deploy, de forma automatizada para grandes lotes de imagens. Utilizado também o aplicativo SMS, onde se fez a leitura dos dados do monitor da colhedora, transformando os mesmos em arquivo shapefile, onde podem ser analisados os dados referentes ao estudo. Após a leitura dos dados, os mesmos foram exportados para o software QGIS, sendo feita a interpolação de produtividade relacionando as coordenadas geográficas e também o ortomosaico foi exportado para o QGIS onde separado

as camadas de azul, vermelho e verde, após este ortomosaico, foram gerados índices do MPRI, VARI e GLI que tem a base pelas seguintes fórmulas:

$$MPRI = \frac{(R_{Green} - R_{Red})}{(R_{Green} + R_{Red})} \quad (1)$$

$$VARI = \frac{(R_{Green} - R_{Red})}{(R_{Green} + R_{Red} - R_{Blue})} \quad (2)$$

$$GLI = \frac{(2 \cdot R_{Green} - R_{Red} - R_{Blue})}{(2 \cdot R_{Green} + R_{Red} + R_{Blue})} \quad (3)$$

em que: R_{Green} = reflectância no comprimento de onda verde (nm);

R_{Red} = reflectância no comprimento de onda vermelho (nm);

R_{Blue} = reflectância no comprimento de onda azul (nm);

O MPRI avalia a diferença normalizada da resposta espectral na região do verde e do vermelho. O VARI proporcionam informações proveitosas relacionadas à variação em um único ponto no tempo, e podem ser uma ferramenta valiosa para ajudar fazendeiros a identificar o estresse e gerar prescrições de taxa variável. O índice também pode ser utilizado para distinção entre plantas vivas e o solo, plantas vivas e plantas mortas e diferenças entre o teor de clorofila das plantas presentes na imagem.

Resultados e Discussão

A estatística descritiva dos valores de MPRI, GLI, VARI e produtividade estão apresentadas na tabela 1. Os dados variam de acordo com o índice analisado e pelo seu cálculo de representação. Considerando que a classificação do Coeficiente de Variação de Pimentel Gomes (2009), informa que, valores inferiores a 10% são de alta precisão, valores entre 10 e 20%, são de média precisão, valores entre 20 e 30% são altos e tem baixa precisão, e valores superiores a 30% são muito alto, classificado de baixa precisão.

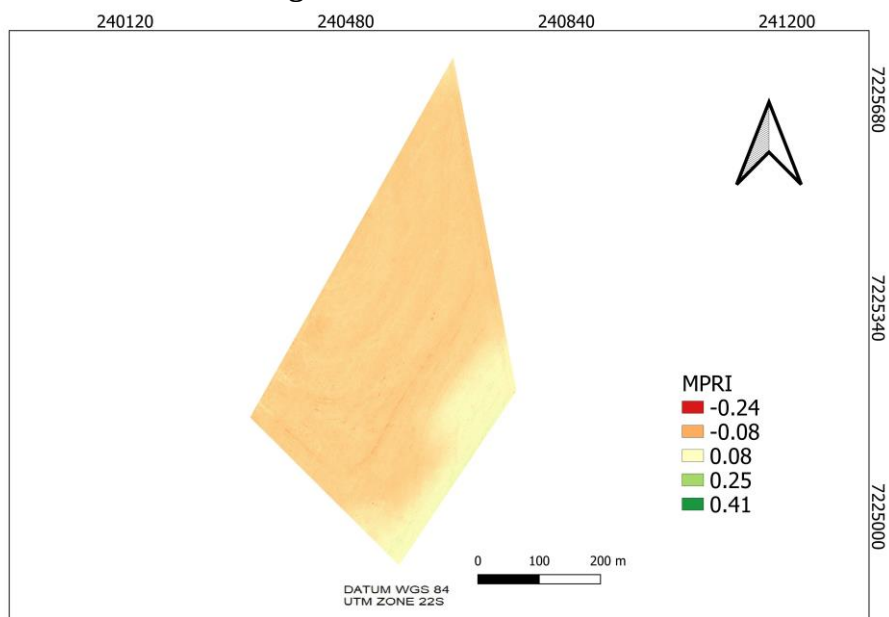
Tabela 1 – Estatística descritiva dos valores de RGB e produtividade.

Índices	MPRI	GLI	VARI	PROD (Ton ha ⁻¹)
Média	0,0048	0,4227	0,0066	2,7897
Mínimo	-0,3863	0,1942	-0,1992	2,2571
Máximo	0,5400	0,7475	0,6382	3,2938
D.P	0,0327	0,0275	0,0346	0,1712

D.P.% = Desvio padrão; C.V. = Coeficiente de variação; PROD = Produtividade

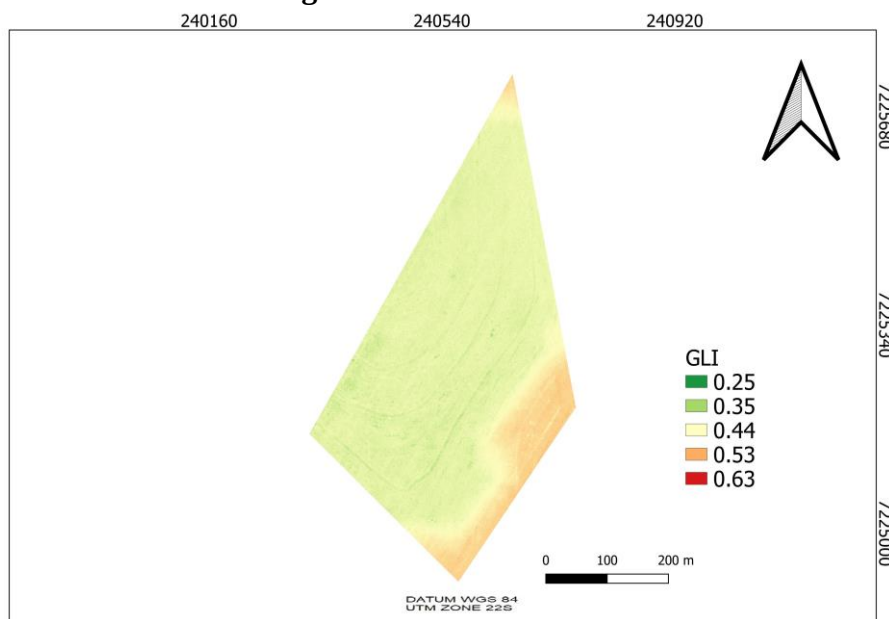
Para os valores de MPRI pode ter interferência com o fator clima, sendo granizo e geada. A variação é relacionada pelo valor mínimo que é representado pela cor vermelha, devido ter grande parte das plantas acamadas ao solo que estavam do estágio de enchimento de grãos, sendo que este fator de acamamento acaba deixando as plantas adensadas de forma horizontal, muito próxima ao solo que podem interferir também na produtividade da cultura.

Figura 2 – Índice de MPRI.



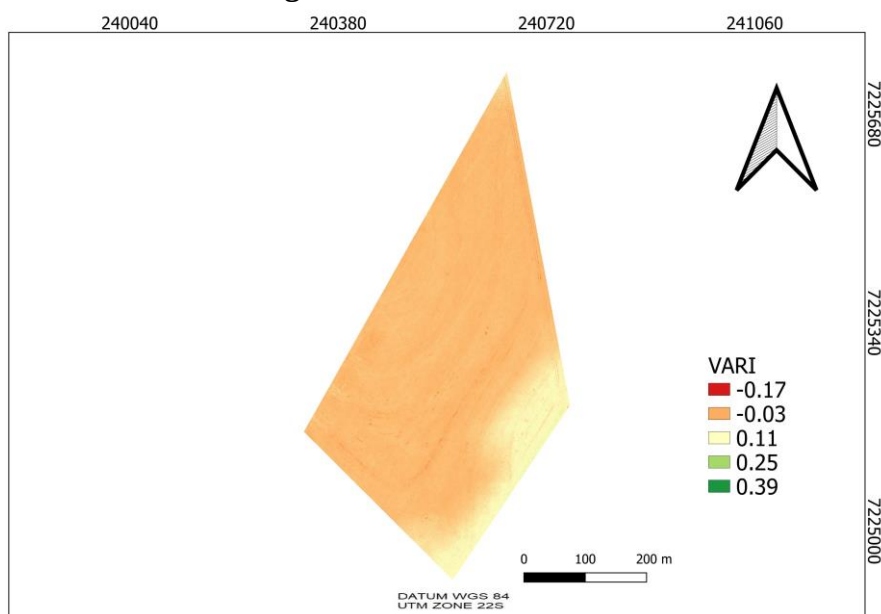
Quanto os dados de GLI e produtividade, estão classificados como de alta precisão em relação ao desvio padrão, onde que não houve variação grande aos dados coletados.

Figura 3 – Índice de GLI.



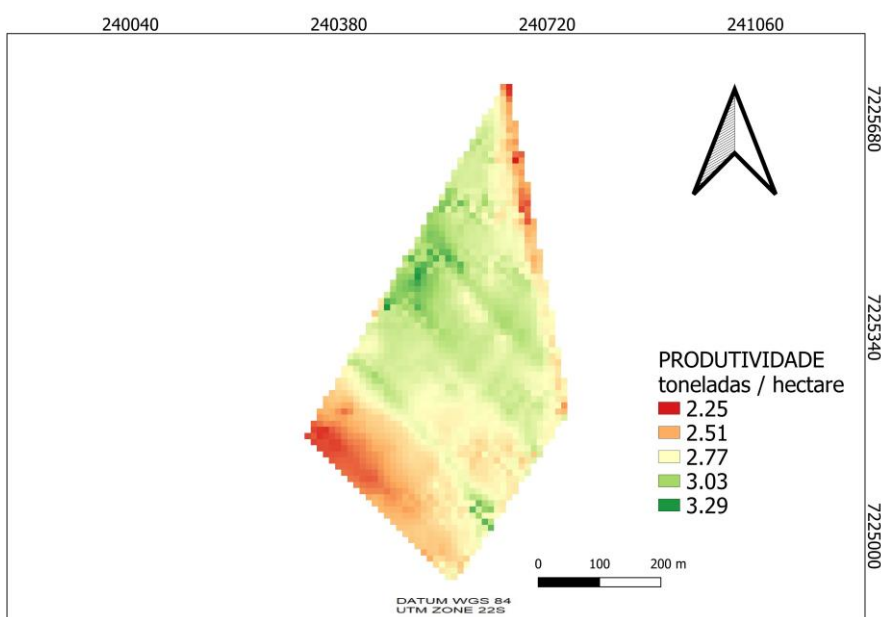
Entende-se que em relação aos dados do GLI que são os índices de folha verde, a cultura estava em estágio uniforme, sendo o reprodutivo, desta forma a relação com os dados apresentados abaixo tendo o coeficiente de variação de alta precisão, tendo baixa variação relacionada à área total de plantio.

Figura 4 – Índice de VARI.



Em relação aos dados do VARI, explica-se pelo fato do índice de resistência visual atmosférica ser um índice de vegetação minimamente sensível aos efeitos atmosféricos, levando em consideração o acamamento resultante dos fatores climáticos ocorridos duas semanas antes do voo.

Figura 5 – Mapa de produtividade.



Para os dados de produtividade entende-se que a cultura não sofreu variação significativa em toda a extensão territorial da área analisada em relação à média, caracterizada com um bom desenvolvimento da mesma de forma mediana, tendo o coeficiente de variação também de alta precisão, entretanto a área pode ter manchas de solo, que diminuem a produtividade, sendo relacionada com as cores em vermelho da figura 4.

Segundo Souza (2018), os índices de vegetação para cada cultivar em um estágio produziram um bom ajuste entre o índice de vegetação versus biomassa da parte aérea. No entanto, ao combinar os dados para ambas a fase de crescimento fica evidente que existe uma relação entre alguns índices de vegetação e a biomassa da parte aérea.

A correlação de Pearson que apresenta relação entre duas variáveis quantitativas, entre a produtividade e os índices está apresentada na tabela 2. Para todos os dados abaixo correlacionados não foram significativos, onde que, para serem significativos os dados de p-valor deveriam ser menor que 0,05, assim sendo classificados como fracos.

Tabela 2 – Correlação: produtividade; GLI; MPRI; VARI.

	r	p-valor
GLI	-0,031	0,190
MPRI	-0,008	0,723
VARI	-0,022	0,366

r: Coeficiente de correlação de Pearson; p-valor: nível descritivo ou probabilidade de significância;

Os dados de MPRI ficaram com o valor de r, que mais se aproximou de zero, tendo uma correlação negativa fraca com os dados analisados, podendo ser explicada com devido o acamamento de plantas não ter tido resposta maior sobre a produtividade, ou seja, mesmo com o percentual de acamamento a cultura conseguiu atingir níveis de produção considerados dentro do adequado.

Segundo Abrahão et al. (2009), índice de maior correlação com as leituras de clorofila e massa seca é o índice de vegetação resistente à atmosfera (VARI) na região do visível utilizando a banda de transição do vermelho ao infravermelho próximo.

Os dados r de GLI e VARI, ficaram próximos um do outro, tendo uma correlação negativa distante, mas a que mais próxima ficou do valor de -1, podendo ser classificada como correlação negativa fraca também. Devido os dados coletados com o voo após os fatores climáticos interferirem na área não foram de total perda de produção, assim não tendo uma correlação forte dos dados.

Segundo Padolfi et al. (2018), algumas análises sobre os índices, como a equiparação da correlação, em ambas é possível analisar visualmente a densidade da vegetação e a

qualidade da mesma. Além dos índices estudados, outros de acordo com a literatura, podem ser calculados resultando em diferentes análises e informações.

Conclusões

Os índices de MPRI, VARI e GLI tiveram baixa correlação com a produtividade do trigo.

A produtividade do trigo sofreu interferência devido a fatores climáticos ocorridos na região.

Referências

ABRAHÃO, S. L.; PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M.; SANTOS, N. T.; GLERIANI, J. M.; ALVES, E. A. Índices de vegetação de base espectral para discriminar doses de nitrogênio em capim-tanzânia. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.9, p.1637-1644, 2009

ANDRADE, R. O. **Drones sobre o campo**. Avanços tecnológicos ampliam as possibilidades do uso de aeronaves não tripuladas na agricultura. São Paulo, SP, 2016. Disponível em: < http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/01/074-077_Drones_239.pdf >. Acesso em: 13 set. 2020.

BEDUTTI, A. D. **Um modelo espaço-temporal aplicado à agricultura de precisão**. 2009. 44–79 p. Dissertação de Mestrado PPG em Matemática — Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, 2009.

BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 596 p., 2014.

FANG, S.; TANG, W.; PENG, Y.; GONG, Y.; DAI, C.; CHAI, R.; LIU, K. Estimativa remota da fração da vegetação e da fração da flor em colza com dados de veículos aéreos não tripulados. **Remote Sens.** 2016, 8, 416.

FLORENZANO G.T. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

GITELSON, A.A.; KAUFMAN, Y.J.; STARK, R.; RUNDQUIST, D. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. **Remote Sensing of Environment**, v.80, p.76-87, 2002.

SILVA, H. **Utilização de drone em mapeamentos florestais para classificação do uso e ocupação do solo**. 2018. 32 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

JENSEN J.R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2011.

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**. Anais xvi Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, abr. 2013.

LOUHAICHI, M.; BORMAN, M. M.; JOHNSON, D. E. Spatially located platform and aerial photography for documentation of grazing impacts on wheat. **Geocarto International**. 16, 65–70. 2001.

PADOLFI, A. S.; RAMALDES, G. P.; SANTOS, O. L. Análise de índice de vegetação através de imagens obtidas por vant. **Revista Científica da FAESA**. Vitória, ES, v14, n1, p 145-165, 2018

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.

SABARÁ, H. H. R. **O uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) na identificação do percevejo marrom em lavouras de soja usando técnicas de reconhecimento de padrões e aprendizado de máquinas**. Tese de Mestrado. UTPR. Campo Mourão - 2018. 78f.

SOUZA, M. R. Q. **Estimativa de biomassa de trigo usando imagens de alta resolução espacial a partir de veículo aéreo não tripulado**. 2018. 108 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

VINA, A.; GITELSON, A. A.; NGUY-ROBERTSON, A. L.; PENG, Y. Comparison of different vegetation indices for the remote assessment of green leaf area index of crops. **Remote Sensing of Environment** 115 (2011) 3468–3478.

XAVIER, R. **A utilização do vant em levantamentos ambientais**. Artigo de especialização Análise Ambiental do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR. 2013. 36p. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/52180/R%20-%20E%20-%20RODRIGO%20XAVIER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 13 set. 2020.