

Correlação da produtividade com índice MPRI na cultura do milho utilizando veículo aéreo não tripulado (VANT)

Mateus Borghi De Carvalho^{1*} e Helton Aparecido Rosa¹

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Acadêmico de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*}mateus.borghi@hotmail.com

Resumo: Atualmente a agricultura de precisão está ganhando mais espaço. O desenvolvimento de tecnologias permite o agricultor tomar decisões que podem afetar a produtividade, por intermédio do sensoriamento remoto, programas de computação e apps nos *smartphones* que facilitam a vida do agricultor. O objetivo deste trabalho foi correlacionar dados de produtividade com índice de vegetação obtido por VANT. Foi feito um voo no dia 10/04/2019, período próximo ao pico vegetativo do milho safrinha em uma propriedade no município de Toledo – PR. O plano de voo foi realizado com auxílio do software Drone Deploy (versão free trial). Após o voo foi feito ortomosaico, posteriormente houve a coleta das amostragens para a produtividade em grid cada meio hectare totalizando 8 pontos com o auxílio do GPS, após isso foi levado a fazenda escola da FAG para debulhar as espigas e aferir a umidade do grão. Foi gerado por interpolação o mapa de produtividade do milho, utilizando o software QGIS 3.4. Para os dados do experimento, as correlações entre os dados de produtividade com o MDE e o MPRI foi fraca.

Palavras-chave: Agricultura de precisão; Imagens aéreas; *Zea mays*.

Productivity correlation with MPRI index in maize crop using unmanned aerial vehicle (UAV)

Abstract: Today precision farming is gaining more space. Technology development enables the farmer to make decisions that can affect productivity through remote sensing, computer programs, and smartphone apps that make the farmer's life easier. The objective of this work was to correlate yield data with vegetation index obtained by UAV. A flight was made on 10/04/2019 period near the vegetative peak of safrinha corn in a property in the municipality of Toledo - PR. The flight plan was carried out with the aid of Drone Deploy software (free trial version). After the flight was made orthomosaic, later was collected the samples for grid productivity each half a hectare totaling 8 points with the aid of GPS, after which it was taken to the school farm of FAG to thresh ears and check the moisture of the grain. The corn yield map was generated by interpolation using the QGIS 3.4 software. For the experiment data, the correlations between productivity data with MDE and MPRI were weak.

Keywords: Precision agriculture; aerial pictures; *Zea mays*.

Introdução

O milho é uma gramínea pertencente da família Poaceae, á espécie *Zea mays* L. De originário na América Central ou do México e tem desenvolvidos os últimos 8 mil anos (PATERNIANI, NASS e SANTOS, 2000).

O milho é uma alimento que tem grande importância econômica e social, pelo valor nutricional de seus grãos e por seu uso intenso nas alimentações humana e animal e como matéria-prima para a indústria, também, por ser um alimento de baixo custo, pela viabilidade de cultivo tanto em grande quanto em pequena escala e por ser a base de várias cadeias agroindustriais, como a da carne (GALVÃO, FORMAGGIOM e BREUNING, 2014).

Devido aos incentivos da soja e da procura do mercado pelo grão, foi um dos responsáveis para disseminação da cultura pelo país e ajudar a aumentar a segunda safra de milho no Brasil (CALDARELLI e BACCHI, 2012).

O milho tem uma posição excelente no mercado brasileiro, sendo a segunda maior cultura somente atrás da soja que é a principal em questão de produção. O milho tem os seguintes números na estimativa de produtividade de 67.170,9 mil toneladas em 12.109,2 hectares na safrinha de 2017/18 (CONAB, 2018).

Segundo a Conab (2019), a produção de milho (1º safra e 2º safra) deve ser de 92,8 milhões toneladas, na safra 2018/2019 que será de 15 % em relação a safra 17/18. Os maiores produtores são estados Mato Grosso (MT), Paraná (PR) e Rio Grande do Sul (RS).

A agricultura de precisão é um gerenciamento agrícola que leva em consideração a variabilidade espacial da área o aumento de produtividade, proteção ao meio ambiente e o lucro (MENEGATTI, 2002).

Sensoriamento Remoto é o termo utilizado para obtenção de imagens da parte terrestre via aeronaves e satélites como por exemplo o Veículo Aéreo não tripulado (VANT). Hoje em dia é muito comum ver os produtores utilizando dessa tecnologia para da agricultura de precisão (FRANCHINI *et al.*, 2018a).

Segundo Candiago (2015), avaliação do índice de vegetação é obtido através de recurso aéreo. Atualmente o uso do mesmo está tendo uma confiabilidade nos dados obtidos e com isso uma redução no custo da lavoura.

De acordo com Medeiros (2007), os VANT's são caracterizados por serem pequenos e ágeis, não tripulados, com características de realizar tarefas como monitoramento, vigilância e mapeamento por meio do sensores remotos.

Para melhorar a avaliação e o monitoramento de culturas, foram desenvolvidos vários índices de vegetação que consistem em operações que emitem valores que são obtidos de diferentes faixas do espectro. É possível relacionar os índices com o desenvolvimento de culturas por exemplo, teor de clorofila e biomassa (SAKAMOTO *et al.*, 2012; MAIMAITIJIANG *et al.*, 2017).

O uso de imagens aéreas obtidas com VANTs é mais viável atualmente devido a continua redução dos custos de operações e equipamentos. A imagem aérea georreferenciada obtida com sensores do tipo CMOS (complementary metal-oxide semiconductor) com de resolução permite a obtenção de índice de vegetação conhecido como MPRI (Índice de Refletância Fotoquímico Modificado) (Modified Photochemical Reflectance Index), baseado na relação entre as bandas no comprimento de onda do verde e do vermelho (FRANCHINI *et al.*, 2018b).

O objetivo deste trabalho foi correlacionar dados de produtividade com índice de vegetação MPRI obtido por VANT na cultura do milho.

Material e Métodos

Este trabalho foi realizado numa propriedade localizada na cidade de Toledo Paraná, no distrito de Vila Nova (Figura 1) com as coordenadas 24°32'38.82''S e 53°47'38.65''O. O talhão utilizado na pesquisa possui 3,9 ha. Segundo Köppen o clima é subtropical úmido. O solo utilizado no experimento foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (EMBRAPA, 2018).

Figura 1 - Localização da área do experimento.



A semeadura foi realizada dia 20 de Janeiro de 2019, utilizando híbrido da Morgan.

O VANT utilizado neste experimento foi o Phantom 3 Advanced da marca DJI, com câmera RGB acoplada de 12 Megapixels.

O plano de voo foi realizado com o auxílio do software Drone Deploy (versão free trial), voando a altura de 120 m, com sobreposições lateral e longitudinal de 60%.

O voo foi realizado no dia 10/04/2019, que era próximo do máximo desenvolvimento vegetativo da cultura, no horário das 13 horas, para ter menores interferências de sombras pelo posicionamento do sol.

Para a geração do ortomosaico utilizou-se software Agisoft PhotoScan (Free Trial). Após o processamento das fotos, e geração do ortomosaico e modelo digital de elevação (MDE), separou-se as bandas R, G, B, com auxílio da ferramenta “Dividir Bandas RGB” do QGIS 3.4. Em seguida calculou-se o índice de vegetação MPRI (Índice de Refletância Fotoquímica Modificado) (Equação 1).

$$MPRI = \frac{(GREEN - RED)}{(GREEN + RED)} \quad (\text{Equação 1})$$

em que:

GREEN = reflectância na região do verde (nm)

RED = reflectância na região do vermelho (nm)

No final do ciclo da cultura foi gerado um grid na área para coleta de pontos de produtividade. No dia 10 de junho, foram colhidas amostragens de aproximadamente 1 ponto a cada meio hectare (total 8 pontos) com auxílio de um GPS, em área útil de 1m². Posteriormente os materiais que estavam em sacos foram levados a Fazenda Escola do Centro Universitário FAG, para serem trilhados, utilizando equipamento batedor de grãos.

Após, as amostras foram levadas ao laboratório de sementes onde foi aferida a umidade e corrigida para o padrão da cultura de 13%, e os valores colhidos foram convertidos para produtividade (kg/ha).

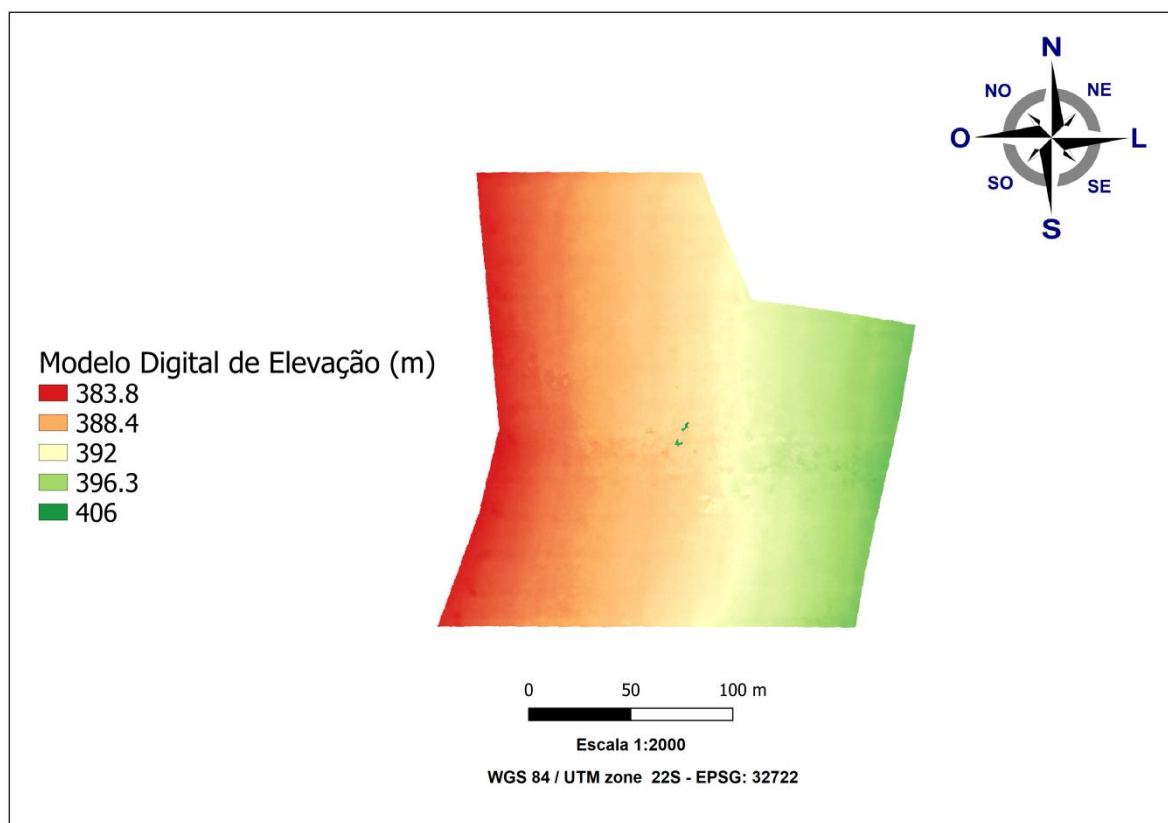
Para geração dos mapas temáticos de MPRI e produtividade, utilizou-se interpolação pelo método Inverso da Distância ao Quadrado (IDQ), realizados pelo QGIS 3.4.

Posteriormente com auxílio do Excel foi realizada análise de correlação entre os valores dos pixels de produtividade, com os gerados pelo índice de vegetação MPRI, e os do MDE.

Resultados e Discussão

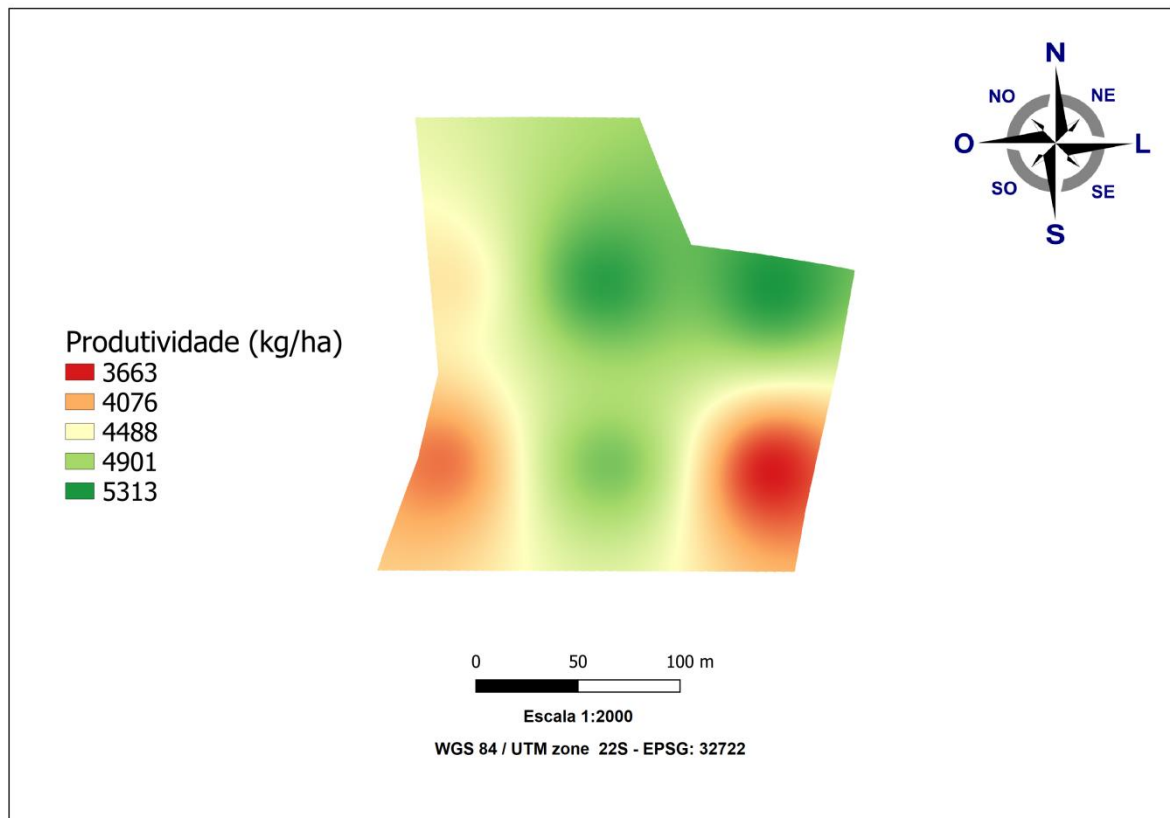
Na Figura 2 apresenta-se o modelo digital de elevação (m) onde verifica-se altitudes de entre 383,8 e 406 m. Esta variação de valores de elevação tem uma influencia direta na produtividade em geral.

Figura 2- Modelo Digital de Elevação (m)



Na Figura 3 apresenta-se o mapa de Produtividade do milho (kg/ha), que variou de 3663 a 5313 kg/ha. Em uma região mais próxima a divisa com cultura permanente (parte esquerda do mapa) e com estrada (parte da direita), foram os menores valores. A região central do mapa de maneira geral teve uma maior produtividade e variaram entre 4901 e 5313 kg ha⁻¹.

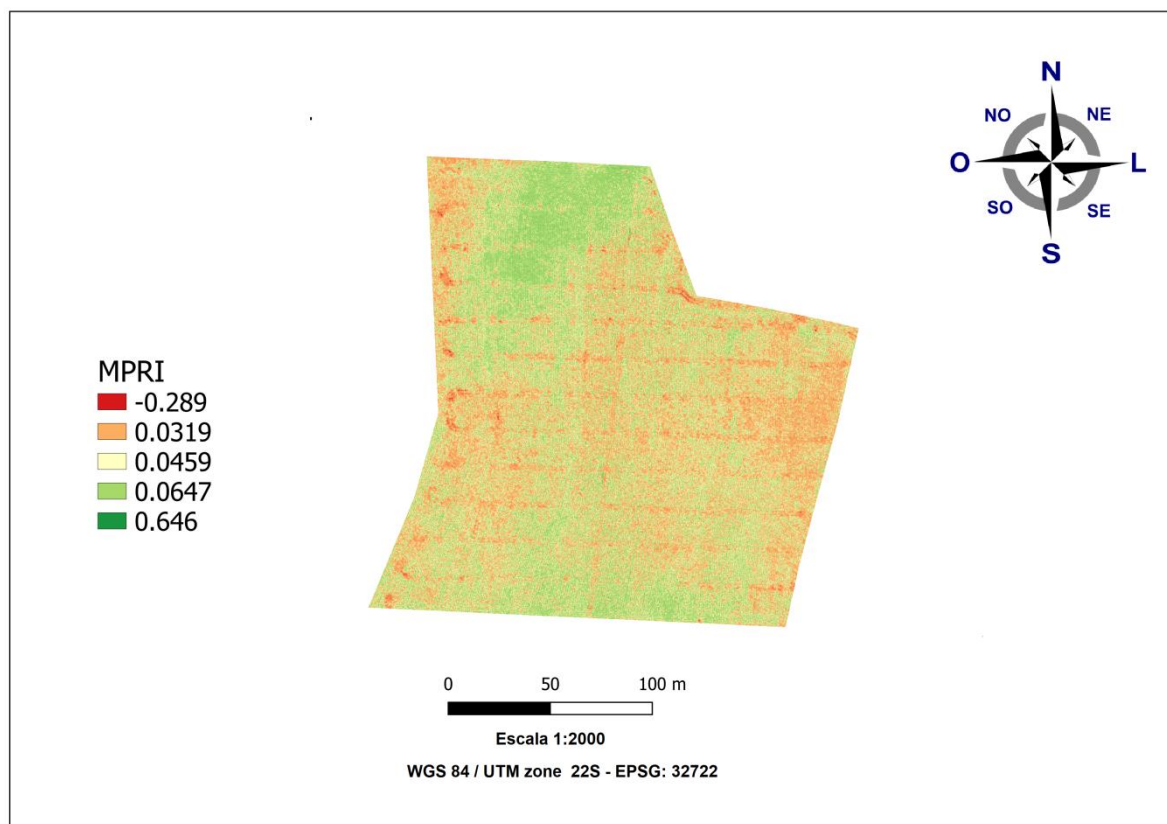
Figura 3- Produtividade do milho (kg/ha)



Segundo Franchini *et al.* (2018), a produtividade pode ser influenciada pelo solo com teor de argila alto, assim tem uma retenção de umidade maior pelo fato que o milho safrinha está no campo, em época que as precipitações não são regulares.

Na Figura 4 apresenta-se o mapa de MPRI, que variou entre -0.289 e 0.646. Segundo Padolfi *et al.* (2018), valores próximos a zero ou negativos, representam baixo vigor vegetativo ou ausência de vegetação, e valores mais próximos a 1, indicam plantas mais vigorosas. Portanto, na área do experimento, os maiores valores de MPRI, foram encontrados principalmente na região norte do mapa.

Figura 4- Mapa temático do índice de vegetação de MPRI



Na Tabela 1, encontra-se os valores da correlação linear de Pearson, que apresentou, valores de 0,05 (Produtividade x MPRI) e 0,11 (Produtividade x MDE). Galvão, Formaggio e Breuning (2009) utilizaram o índice VARI, que usa apenas o RGB assim como o MPRI , e verificaram correlação de 0,32 entre a produtividade da soja e o índice de vegetação.

Fernandes (2016) encontrou correlação de 0,75 entre NDVI e produtividade do milho. Turcatto *et al.* (2018) em sua pesquisa obtiveram como resultado de correlação 0,60 entre NDVI e produtividade.

Tabela 1 - Correlação linear de Pearson

Correlação de Pearson	R
Produtividade x MPRI	0,05
Produtividade x MDE	0,11

Franchini *et al.* (2018), trabalhando com MPRI na cultura do soja verificaram também correlações positivas e maiores das encontradas neste estudo com valores de 0.54, 0.49, 0.37, 0.29.

De acordo com Dancey e Reidy (2006), a correlação linear de Pearson é classificada como Fraca (0,10 a 0,39), Moderada (0,40 a 0,69) e Forte (0,70 a 1). Portanto a classificação entre produtividade e MPRI foi fraca, e a entre produtividade e MPRI, muito fraca.

Linhares *et al.* (2014), obtiveram uma fraca correlação no desenvolvimento da pastagem (perda e ganho de vigor vegetal) entre o período de julho a novembro com os valores de 0,31425 (NDVI) e 0,1172 (MPRI).

Conclusão

Para os dados do experimento, as correlações entre os dados de produtividade com o MDE e o MPRI foi fraca.

Referências

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Nova econ**, Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p.1-12, 2012.

CONAB, Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 5. n.4, Safra 2017/18 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-13, 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/safra-de-graos-podera-atingir-227-9-milhoes-de-toneladas-em-2017-2018/AcompanhamentodaSafraBrasileiradeGros4Levantamento20172018.pdf> Acesso em: 26 Mar. de 2019.

CONAB, Boletim Grãos mar 2019 – Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/25119_7b60e45f23fa25fb539e85ba9906154b. Acesso em : 26 Mar. De 2019.

CANDIAGO, S.; REMONDINO, F.; DE GIGLIO, M.; DUBBINI, M.; GATTELI, M. Evaluating multispectral images and vegetation indices for precision farming application from UAV images. **Remote Sensing**, v. 7, p. 4026-4047, 2015

DANCEY, C.; REIDY, J. (2006), **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. Porto Alegre, Artmed.

FERNANDES, P.; **Estimativa da produtividade de milho (*Zea Mays L*) através de imagens multiespectrais obtidas por veículo aéreo não tripulado**. Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, 2016.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação dos solos.** Brasília: Embrapa-CNPS, 2018, 412p.

FRANCHINI, JORGE, BALBINOT, DEBIASI, DIAS, JUNIOR, GODOY, JUNIOR, OLIVEIRA. Imagens aéreas de alta resolução no diagnóstico de alterações do potencial produtivo dos sistemas de produção – VII Congresso Brasileiro de Soja, **Anais...Goiânia**, 2018a.

FRANCHINI, JORGE, CORREA, GREGGIO, DEBIASI, BALBINOT, PEREIRA. **Estimativa da produtividade da soja pelo uso de imagens aéreas** - VII Congresso Brasileiro de Soja, **Anais...Goiânia**, 2018b.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; JORGE, L. A. de C.; DEBIASI, H.; DIAS, W. P.; GODOY, C. V.; OLIVEIRA JUNIOR, A. de; CORREA, F. B.; OLIVEIRA, M. C. N. de , 2018 - **Uso de imagens aéreas obtidas com drones em sistemas de produção de soja.** Embrapa Soja, Documentos 408.

GALVÃO, L. S.; FORMAGGIOM, A. R.; BREUNING, F.M.; **Relações entre índices de vegetação e produtividade de soja com dados de visada fora do nadir do sensor Hyperion/EO-1.** Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 1095-1102.

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.; TROGELLO, E.; FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Ceres**, v. 61, n. 7, 2014.

LINHARES, M.M.A **Uso de veículo aéreo não tripulado na determinação de índice de vegetação em área de pastagem em nova mutum-mt.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Estudos Sociambientais da Universidade Federal de Goiás GO, 2016.

MAIMAITIJANG, M.; GHULAM, A.; SIDIKE, P.; HARTLING, S.; MAIMAITIYIMING, M.; PETERSON, K., SHAVERS, E.; FISHMAN, J.; PETERSON, J.; KADAM, S.; BURKEN, J.; FELIX F. Unmanned Aerial System (UAS)-based phenotyping of soybean using multi-sensor data fusion and extreme learning machine. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 134, p. 43-58, 2017

MEDEIROS, F. A. **Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão.** 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MENEGATTI, L.A.A. **Metodologia para identificação, Caracterização e Remoção de Erros em Mapas de Produtividade.** 2002,95 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, RS, 2002.

PADOLFI, A.S.; RAMALDES, G.P.; DOS 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.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: udry, c.w.; duarte, w. (Org.). **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000. p.11-41.

SAKAMOTO, T.; GITELSON, A. A.; NGUY-ROBERTSON, L.; ARKEBAUER, T. J.; WARDLOW, B. D.; SUYKER, A. E.; VERMA, S. B.; SHIBAYAMA, M. An alternative method using digital cameras for continuous monitoring of crop status. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 154, p. 113126, 2012.

TURCATTO, L. M; KOELLN, F. H. B; SCHWENGBER, D.; ZANDONADI, R. S.; Análise da correlação linear entre a produtividade de milho e o NDVI, no noroeste do mato grosso. XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, **Anais...** Brasília - DF, Brasil.