



Relação de índices de vegetação obtido por meio de VANT com produção de massa de pastagens

**Thanyewer Raiwer Leite Silva¹(IC)*, Júlio César Leão Parreira¹(IC), José Viera Bessa Neto¹,
Pedro Rogerio Giongo² (PQ).**

Discentes do curso de engenharia Agrícola; ¹ thanyewer15@gmail.com*;

²juliocesarleao2009@gmail.com; josevieirabessaneto@gmail.com;

Docente do curso de engenharia Agrícola ²pedro.giongo@ueg.br

Universidade Estadual de Goiás – Campus Sudoeste, unidade de Santa Helena de Goiás.

Resumo: O uso de VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) tem sido amplamente utilizado para obter imagens e fazer a avaliação da cobertura vegetal de pastagens por meio de índice de vegetação. O objetivo da pesquisa é determinar as melhores respostas espectrais por meio de bandas radiométricas, ou índices de vegetação com a Massa Fresca (MF) e Massa Seca (MS) de pastagens. As imagens foram obtidas com um VANT em pastagens em oito missões de campo, durante um ciclo anual, e conjuntamente foram realizadas as coletas de produção de massa das pastagens em um grid irregular na área. Com as imagens foram extraídos os valores da resposta espectral e calculados os índices de vegetação, e correlacionados com as informações de MF e MS. As melhores respostas obtidas por meio da correlação de Pearson, para MF foram com as bandas RED ($r = -0,3924$) e GREEN ($r = -0,2609$) e os melhores índices de vegetação foram o RVI ($r = 0,5290$) e o NDVI ($r = 0,4814$), e para MS foram RED ($r = -0,2758$) e GREEN ($r = -0,2096$) e os melhores índices foram RVI ($r = 0,4145$) e NDVI ($r = 0,3889$). Os índices de vegetação com imagens obtidas com VANT, apresentam bons resultados para obtenção e identificação da produção de MF e MS em pastagens.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Índices de Vegetação. Massa Seca. Massa Fresca. Resposta espectral.

Abstract: The use of (Unmanned Aerial Vehicle) UAV has been widely used to obtain images and evaluate the vegetation cover of pastures through the vegetation index. The objective of the research is to determine the best spectral response through radiometric bands, or vegetation indices with the Fresh Mass (MF) and Dry Mass (MS) of pastures. The images were obtained with a UAV in pastures in eight field missions, during an annual cycle, and together the mass production collections of the pastures were carried out in an irregular grid in the area. With the images, the values of the spectral response were extracted, and the vegetation indices were calculated, and correlated with the information of MF and MS, obtained in the field points. The best responses obtained through the Pearson correlation for MF were with the RED ($r = -0.3924$) and GREEN ($r = -0.2609$) bands and the best vegetation indices were the RVI ($r = 0, 5290$) and the NDVI ($r = 0.4814$), and for ms were red ($r = -0.2758$) and GREEN ($r = -0.2096$)





and the best indices were RVI ($r=0.4145$) and NDVI ($r=0.3889$). The vegetation index, with images obtained with UAV, show good results for obtaining and identifying the production of MF and MS in pastures.

Key-words: Remote sensing. Vegetation indices. Dry Mass. Fresh Mass. Spectral response.

Introdução

No Brasil é comum utilizar as pastagens para alimentar o rebanho por ser um alimento mais barato comparado aos alimentos concentrados. Assim sendo uma boa fonte de alimento para o animal desde que seja feito o manejo adequado (CHAGAS et al., 2017).

Na implantação de atividades agrícolas seja ela de lavoura ou pecuária com ações antrópicas quem sofre é o solo com desestruturação e compactação, onde são ocasionadas devido a falta de avaliações físicas, disponibilidade de água, e várias outras características do solo, (REATTO e PASSOS, 2016).

Na agricultura de precisão é comum o uso de *Remotely Piloted Aircraft* – Aeronaves pilotadas remotamente (RPA) ou *Unmanned Aerial Vehicle* – Veículo Aéreo Não Tripulado (VANTS) para obter imagens e técnicas fotogramétricas para se fazer a avaliação por meio de índice de vegetação (IV). Esse uso torna-se rápido, econômico e de uma confiabilidade muito grande para se realizar o monitoramento em tempo real na agricultura e de maneira não destrutiva (CANDIAGO et al., 2015, VON BUEREN et al., 2015).

Os índices de vegetação foram criados dentro das diversas aplicações do sensoriamento remoto com o intuito de monitorar e mensurar as condições e distribuições da vegetação, com o uso da refletância espectral em diversas faixas de Xradiações, são adquiridos com as mais variadas equações matemáticas e faixas espectrais da radiação eletromagnética, a aplicação do IV para fins de discriminação e monitoramento do uso do solo tem várias vantagens, (LIU, 2007).

Os VANTS geram uma praticidade muito grande para agricultura de precisão (AP) pois são controlados a distância e em alguns casos realizam vôo totalmente autônomo, com plano de voo pré-determinado em softwares específico, onde auxilia





no monitoramento de área, aplicação de defensivos agrícolas, manejo integrado de pragas (MIP), obtenção de índice de vegetação (IV), e várias outras aplicações fazem com que o produtor obtenha uma economia e também possa diminuir riscos ambientais.

Diante disso o objetivo do trabalho é obter as melhores respostas espectral de bandas ou índices de vegetação por meio de imagens obtidas com VANT, quanto a massa fresca e massa seca em pastagens.

Material e Métodos

Descrição da Área

A presente pesquisa foi realizada no município de Santa Helena de Goiás, no estado de Goiás. Situada a 575 metros de altitude, tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 17° 49' 23" Sul, Longitude: 50° 35' 18" Oeste (Figura 1).

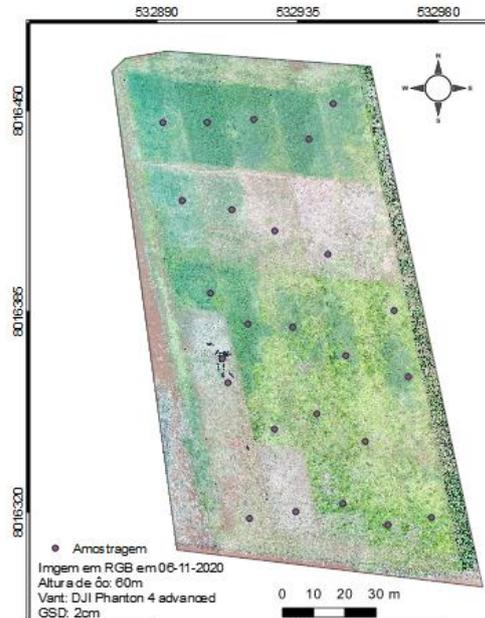


Figura 1: Localização geográfica da área de estudo, em imagem RGB de VANT e os pontos georreferenciados da amostragem a campo.





Coletas de dados

A obtenção das imagens e dados a campo foram obtidas em uma propriedade rural com pastagens cultivadas. A propriedade tem aproximadamente 5 hectares de pastagem. Esta propriedade possui como principal atividade a criação de bovinos de leite. As imagens aéreas e dados de campo foram coletadas no período de um ano, considerando o período de chuvas e o período de seca. Onde foram realizados vôos a campo, em oito missões de coleta, durante um ciclo anual. sendo espaçadas em aproximadamente 45 dias.

A obtenção das imagens por VANT foram coletadas usando um quadricóptero modelo DJI Phantom 4 advanced com a câmera original (RGB de 20 MP) e uma câmera Agrocan Geo (NIRGB de 12MP). O plano de voo realizado por meio do aplicativo *Drone deploy*, com altura de voo a 60m, e sobreposição de 80% lateral e 80% longitudinal; A resolução espacial das fotos foi de aproximadamente 2,0cm (GSD). Após a obtenção das fotos foi gerado o orthomosaico sendo processadas no software Pix4D.

As análises estatísticas como, extração de informações espectrais e a obtenção de índices de vegetação foram realizadas no software QGIS 3.16. Os índices aplicados nesta pesquisa são comuns e listados na literatura (Tabela 1).

Tabela 1: Índices de vegetação aplicados as pastagens com imagens de VANT.

IV	Nome	Equação-Bandas	Fonte
IV1	BNDVI	$(\text{NIR}-\text{BLUE}) / (\text{NIR} + \text{BLUE})$	Wang et al. (2007)
IV2	GNDVI	$(\text{NIR}-\text{GREEN}) / (\text{NIR} + \text{GREEN})$	Gitelson et al. (1996)
IV3	NDVI	$(\text{NIR}-\text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$	Rouse et al. (1974)
IV4	RGRI	NIR/GREEN	Yang et al. (2008)
IV5	RVI	NIR/RED	Jordan, (1969)
IV6	MPRI	$(\text{GREEN}-\text{RED}) / (\text{GREEN}+\text{RED})$	Yang et al. (2008)
IV7	PRI	$(\text{BLUE}-\text{GREEN})/(\text{BLUE}+\text{GREEN})$	Gamon et al., (1997)
IV8	GARI	$\text{NIR}-(\text{GREEN}-(\text{BLUE}-\text{RED})) / \text{NIR}-(\text{GREEN}+(\text{BLUE}-\text{RED}))$	Gitelson et al. (1996)
IV9	CVI	$\text{NIR}(\text{RED}/\text{GREEN}^2)$	Vincini et al.(2008)
IV10	Clgreen	$\text{NIR}/\text{GREEN}-1$	Gitelson et al. (1996)





A campo foram georreferenciados 25 pontos de amostragem de pastagem (Figura 1), sendo estes pontos, também transferidos como arquivos vetoriais para o software QGIS, os quais serviram como referência para as coletas de campo.

Utilizando o software QGIS v. 3.16, foi criado um arquivo com o *buffer*, representando 25 polígonos (30cm de raio dos 25 pontos de campo). Onde foi feita a extração dos valores dos pixels das imagens, foi utilizada a ferramenta *Estatística zonal* que permite a seleção do polígono de amostragem (vetor) e extraído os valores da banda da imagem (raster), sendo selecionado apenas a média dos valores dos pixels na área do polígono. Os valores de refletância das bandas extraídos para a tabela de atributos do arquivo vetorial, foram posteriormente transferidos para planilhas eletrônicas.

Os índices de vegetação foram calculados, por meio das planilhas, bem como a extração das informações estatísticas e informações de análises.

Matéria Fresca e Seca

Foi realizada a coleta de material de pastagem em pontos selecionados como amostragem na área de pastagem, totalizando 25 (vinte e cinco) amostras georreferenciadas). As coletas de pastagem para a determinação da massa fresca (MF), foram realizadas no mesmo dia da aquisição das imagens aéreas com o VANT, sendo estas realizadas com um corte das plantas a altura de 10cm do solo em uma área de 0,25m² (0,50 x 0,50m).

Após as coletas, os materiais foram levados para a UEG, onde foi obtido o peso das amostras para massa fresca e em seguida colocadas em sacos de papel e acondicionadas em estufa de circulação e renovação de ar forçada durante 72 horas em temperatura de 65 °C, após esse período, retiradas da estufa para nova pesagem e obtenção da massa seca (MS). Com os valores foi determinado a produção equivalente a massa fresca e massa seca da forragem da parte aérea para Mg. ha⁻¹.





Analises de correlação

Os valores médios de reflectancia de cada banda (azul, verde, vermelho e infra vermelho) foram exportados para uma planilha de cálculo (Excel), onde permitiu a aplicação o cálculo dos índices de vegetação (Tabela 1) para cada um dos pontos amostrados. Foram avaliadas a relação da reflectancia das bandas e dos índices de vegetação com a produção de Massa Seca e Massa Fresca, sendo obtido os valores e classificados quanto a correlação de Pearson, para a classificação foi utilizada a metodologia de os valores de coeficientes de correlação de Pearson (r) foram classificada segundo (HINKLE, WIERSMA e JURSS, 2003): 0,9 a 1 “muito alta”, 0,7 a 0,9 “alta”; 0,5 a 0,7 “moderada”, 0,3 a 0,5 “baixa” e 0,1 a 0,3 “pequena”

Dos valores de reflectancia das bandas e os índices de vegetação, foram extraídos os parâmetros da estatística descritiva: media, maior, menor, desvio padrão e CV (Coeficiente de Variação), O CV foi categorizado como baixo ($CV < 12\%$); médio ($12\% < CV < 24\%$) e alto ($CV > 24\%$) (WARRICK e NIELSEN, 1980).

Por meio da planilha eletrônica foi obtida as equações de regressão linear e o coeficiente de determinação, para o ajuste das melhores bandas e/ou índices de vegetação selecionados por meio dos maiores coeficiente de Pearson.

Resultados e Discussão

Por meio da Tabela 2, é possível verificar que houve grande variação no desempenho das bandas e índices de vegetação em resposta a área de pastagem (Tabela 2). O NDVI apresentou resposta mínima de -0,1025 e máximo de 0,4951, assim como o RVI com mínimo de 0,8139 e máximo de 2,9613, essa grande variação se dá pela diferença na cobertura vegetal e as condições de pastejo, pois é um sistema de pastejo rotacionado provocando assim grandes variações na quantidade de cobertura vegetal da forrageira e, influenciando diretamente nos resultados obtidos do índice de vegetação.





A grande amplitude entre mínimos e máximos como resposta das bandas e dos índices, mostra que esse sistema é sensível a quantidade de cobertura vegetal, permitindo assim, avaliar e detectar o nível de pastejo entre os piquetes. O CV apresentado pelas respostas dos índices e bandas, também em sua maior parte, tiveram classificação como alto, indicando assim, a variação de valores em resposta a área da pastagem.

Tabela 2: Resumo da análise descritiva com os valores mínimos, máximos, médio, desvio padrão, coeficiente de variação e sua classificação, dos índices de vegetação e resposta espectral das bandas referente a Massa Fresca e Seca em pastagem.

IV	Nome	mínimo	máximo	média	Desvio Padrão	CV (%)	Classificação do CV
IV1	BNDVI	-0,0869	0,6202	0,1871	0,1686	90,13	Alto
IV2	GNDVI	-0,1272	0,2471	0,0916	0,0634	69,24	Alto
IV3	NDVI	-0,1025	0,4951	0,1322	0,1215	91,91	Alto
IV4	RGRI	0,7743	1,6567	1,1953	0,1545	12,92	Médio
IV5	RVI	0,8139	2,9613	1,3371	0,3781	28,27	Alto
IV6	MPRI	-0,1774	0,3111	0,0626	0,1064	170,04	Alto
IV7	PRI	-0,5139	0,2776	-0,0949	0,1462	-153,98	Alto
IV8	GARI	-18,952	11,7007	0,0565	2,8139	4976,78	Alto
IV9	CVI	0,7071	2,1331	1,1206	0,2918	26,04	Alto
IV10	Clgreen	-0,2257	0,6567	0,2024	0,1545	76,34	Alto
banda	NIR	144,0299	223,7512	180,652	17,7890	9,84	Baixo
Banda	Red	64,3356	227,6262	139,751	30,3375	21,70	Médio
Banda	Green	100,4959	219,9369	154,8363	21,8009	14,08	Médio
banda	Blue	36,5141	214,4744	132,1401	41,7641	31,60	Alto

Por meio da Tabela 3, é possível identificar que as bandas RGB tiveram relação inversa com a Massa Fresca, observada por meio do coeficiente de Pearson, enquanto que a banda NIR tem resposta positiva quanto a correlação ($r=0,1187$).

Para MF observa que as melhores correlações lineares foram obtidas com os índices RVI ($r=0,5290$) e NDVI ($r=0,4814$), sendo RVI classificados como moderada e NDVI como baixa, mas apresentando uma boa relação. Para MS as melhores correlações foram com os índices RVI ($r=0,4145$) e NDVI ($r=0,3889$), ambas classificadas como baixa. Nakai e Vettorazzi (2017) também encontraram uma forte





correlação negativa de Pearson para o NDVI em pastagens, indicando que os mesmos são inversamente proporcionais, corroborando com a relação entrada nesta pesquisa.

O RVI é o índice com melhor resposta para a relação de MF e MS, assim como no trabalho de Moreira (2019), que também testou vários índices e obteve no RVI a melhor correlação com pastagem de sistema sequeiro e irrigado.

Tabela 3: Valores da correlação de Pearson e sua classificação sobre os índices de vegetação e resposta espectral das bandas referente a Massa Fresca e Seca em pastagem.

IV	Nome	Massa Fresca		Massa Seca	
		r*	Classificação do r	r*	Classificação do r
IV1	BNDVI	0,0981	Baixa	0,0091	Baixa
IV2	GNDVI	0,3914	Baixa	0,3754	Baixa
IV3	NDVI	0,4814	Baixa	0,3889	Baixa
IV4	RGRI	0,4025	Baixa	0,3807	Baixa
IV5	RVI	0,5290	moderada	0,4145	Baixa
IV6	MPRI	0,2949	Pequena	0,1985	Pequena
IV7	PRI	-0,0018	Pequena	0,0925	Pequena
IV8	GARI	-0,0377	Pequena	-0,0772	Pequena
IV9	CVI	-0,0821	Pequena	0,0075	Pequena
IV10	Clgreen	0,4025	Baixa	0,3807	Baixa
banda	NIR	0,1187	Pequena	0,1528	Pequena
Banda	Red	-0,3924	Pequena	-0,2758	Pequena
Banda	Greem	-0,2609	Pequena	-0,2096	Pequena
banda	Blue	-0,0570	Pequena	0,0477	Pequena

* Coeficiente de Pearson.

Os dois índices de vegetação que tem o melhor ajuste com a pastagem estudada de acordo com a correlação de Pearson é o NDVI e o RVI, o NDVI tem um ajuste de $r=0,4814$ para MF e de $r=0,3889$ para MS, e o RVI foi de $r=0,5290$ para MF e de $r=0,4145$ para MS. As bandas espectrais que tiveram os melhores ajustes foi a RED com $r=-0,3924$ para massa fresca e $r=-0,2758$ para massa seca e o GREEM com $r=-0,2609$ para MF e $r=-0,2096$ para MS.





Dessa forma, é possível afirmar que a associação de bandas por meio de índices de vegetação, respondem melhor as características da cobertura vegetal, em relação a uma banda apenas.

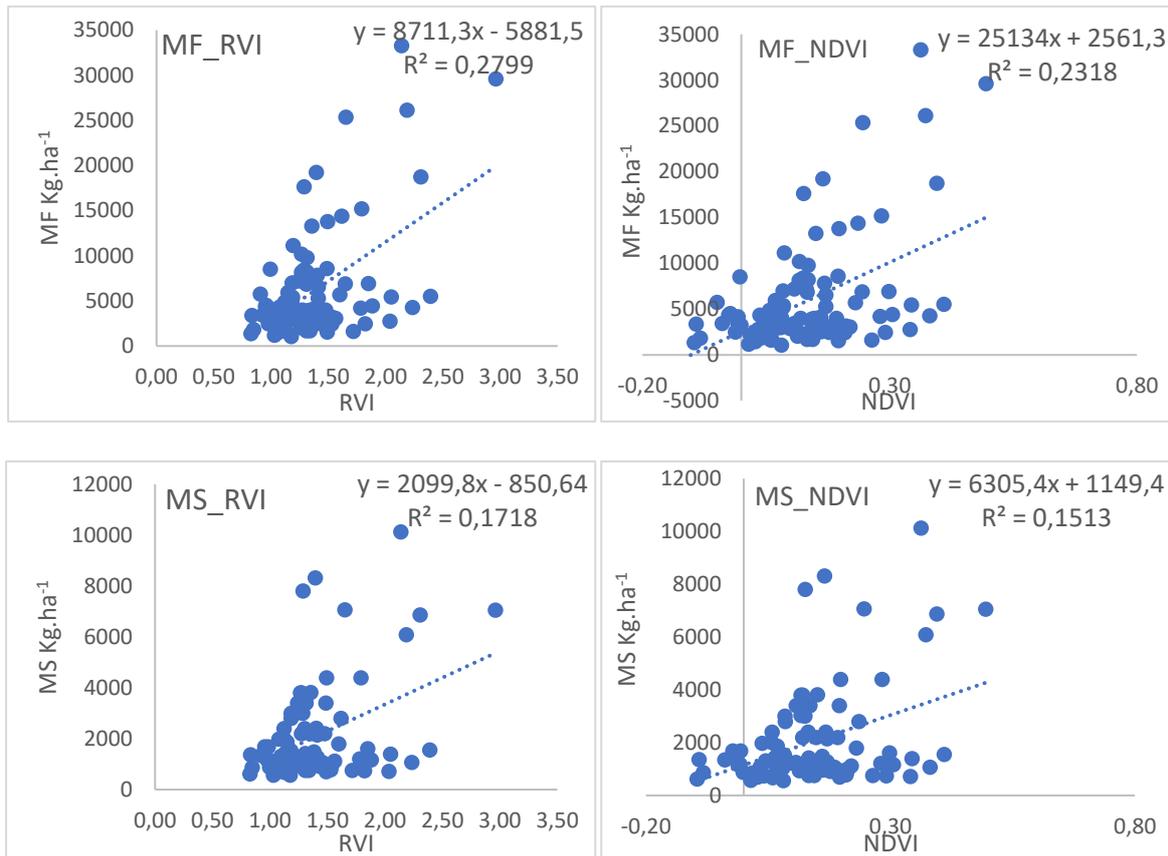


Figura 2: Correlação da Massa Fresca (MF) E Massa Seca (MS) com os índices de vegetação das imagens obtidas com VANT em área de pastagem: MF x RVI (A); MF x NDVI (B); MS x RVI (A); MS x NDVI (B).

Considerações Finais

O uso de VANT apresenta uma condição viável e promissora para avaliação da MF e MS em pastagens por meio das imagens e índices de vegetação.

Os dois melhores índices de vegetação quanto a resposta da MF e MS em pastagem foram o RVI e o NDVI.





Os índices de vegetação tiveram melhores respostas quanto a correlação linear com a MF e MS em pastagem do que as bandas espectrais.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, aos meus pais e amigos, sendo um deles o Júlio César companheiro de pesquisa e da caminhada acadêmica, o proprietário da fazenda José Vieira Bessa Neto que disponibilizou a área para realizar a pesquisa, o orientador Dr. Pedro Giongo, a Universidade Estadual de Goiás por disponibilizar o laboratório para utilização e por ser a instituição onde eu estou me formando e novamente a UEG pela bolsa de iniciação científica modalidade PBIC que auxilia financeiramente os acadêmicos a pesquisas para o desenvolvimento científico e tecnológico.

Referências

CANDIAGO, S.; REMONDINO F.; GIGLIO, de M.; DUBBINI, M.; GATTELI, M. Evaluating multispectral images and vegetation indices for precision farming applications from UAV images. **Remote Sensing**, Basel, v. 7, n. 4, p. 4026- 4047, 2015.

CHAGAS, P. H. M.; GOUVEIA, G. C. C.; COSTA, G. G. S.; BARBOSA, W. F. S. e ALVES, A.C. Volatilização de amônia em pastagem adubada com fontes nitrogenadas. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 76-80, abr./jun. 2017.

NAKAI, É. S.; VETTORAZZI, C. A.. Aplicação do sensoriamento remoto na estimativa de biomassa de gramíneas. In: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2017, **Anais eletrônicos...** Campinas, Galoá, 2017.





GAMON, J. A.; SERRANO, L.; SURFUS, J. S. The photochemical reflectance index: an optical indicator of photosynthetic radiation use efficiency across species, functional types, and nutrient levels. **Oecologia**, v. 112, n. 4, p. 492- 501, 1997.

GITELSON A. A.; KAUFMAN. Y.; MERZLYAK, M. N. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. **Remote Sensing Environment**, v.58, p.289-298. 1996.

HINKLE, D. E., WIERSMA, W.; JURIS, S. G. Applied statistics for the behavioral sciences. v. 663. Houghton Mifflin College Division, 2003.

JORDAN, C.F. Derivation of leaf-area index from quality of light on the forest floor. **Ecology**, v.50, p.663-666, 1969.

LIU, W. T. H.. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande Sp: Oficina de Textos, 2007.

MOREIRA, N. M.. **Uso de drones no mapeamento de pastagens irrigada e de sequeiro**. 2019. 33 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento Rural Sustentável, Universidade Estadual de Goiás, São Luís de Montes Belos, GO, 2019.

REATTO, A.; PASSOS, R. F. O solo como fator de integração entre os componentes ambientais e a produção agropecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.9, p. XI-XIX, set. 2016.

ROUSE, J.W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: ERTS-1 Symposium, 3., 1973, Washington, DC. **Proceedings...** Washington: NASA, 1973. Washington, 10-14 December, NASA SP-351, v. 1, p. 309-317, 1973.





VINCINI M., FRAZZI, E. AND D' ALESSIO, P. - A broad-band leaf chlorophyll vegetation index at the canopy scale. **Precision Agriculture**, v.5, p.303-319. 2008.

VON BUEREN, S. K.; BURKART, A.; HUENI, A.; RASCHER, A.; TUOHY, M. P.; YULE, I. J. Deploying four optical UAV-based sensors over grassland: challenges and limitations. **Biogeosciences**, Göttingen, v. 12, n. 1, p. 163, 2015.

WANG, X. et al. Extraction of vegetation information from visible unmanned aerial vehicle images. Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese. **Society of Agricultural Engineering**, v. 31, p.152–159, 2015.

WARRICK, A.W. & NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D., ed. Applications of soil physics. New York, Academic Press, 1980. 350p

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, Denver, Colorado, USA. **Proceedings...** Maryland: (ASPRS), 2008.

