

Correlação entre índice de vegetação e clorofila em pastagem com diferentes doses de nitrogênio

Luan Juventino de Carvalho Quadros^{1*}; Helton Aparecido Rosa¹

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

^{1*}luan.cvel@hotmail.com

Resumo: O objetivo desse trabalho foi avaliar parâmetros vegetativos e suas correlações com índice MPRI gerados com imagens coletadas com VANT em pastagem sob diferentes doses de nitrogênio. O experimento foi realizado entre os meses de outubro e dezembro de 2019 em uma propriedade rural localizada no distrito de Espigão Azul, Cascavel – PR. Utilizando o delineamento experimental DBC, dividiu-se a área em cinco faixas de 6 m x 11 m deixando um metro de bordadura entre as faixas. As doses de nitrogênio aplicadas foram de 0, 80, 160, 240, 320 kg ha⁻¹ sendo realizado um sorteio para definir de forma aleatória as faixas que receberiam a respectiva dose de N em formato de ureia (45% N). Após 60 dias do corte das plantas, utilizando-se um VANT, realizou-se o voo para obtenção do ortomosaico a fim de determinar o índice MPRI. Com o uso do clorofilômetro, determinou-se o teor de clorofila, sendo realizadas também amostragens de matéria verde (g) e posteriormente matéria seca (g). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Posteriormente realizou-se também análise de correlação de Pearson (r), entre as variáveis vegetativas e o índice MPRI. Os resultados obtidos mostraram que o tratamento com a maior dosagem (320 kg ha⁻¹ de N) obteve um maior desempenho em relação à massa verde, massa seca e teor de clorofila. Em relação à correlação, o maior resultado foi entre a clorofila e o IV, com uma correlação positiva fraca.

Palavras-chave: VANT; MPRI; Clorofilômetro.

Correlation between vegetation index and chlorophyll in pasture with different nitrogen doses

Abstract: The objective of this work was to evaluate vegetative parameters and their correlations with MPRI index generated with images collected with UAV in pasture under different doses of nitrogen. The experiment was carried out between the months of October and December 2019 on a rural property located in the district of Espigão Azul, Cascavel - PR. Using the DBC experimental design, the area was divided into five 6m x 11m strips, leaving one meter of border between the strips. The nitrogen doses applied were 0, 80, 160, 240, 320 kg ha⁻¹ and a draw was made to randomly define the ranges that would receive the respective dose of N in urea format (45% N). After 60 days of cutting the plants, using a UAV, the flight was performed to obtain the orthomosaic in order to determine the MPRI index. Using the chlorophyll meter, the chlorophyll content was determined, and samples of green matter (g) and then dry matter (g) were also taken. The data obtained were subjected to analysis of variance and the means compared by the Tukey test at 5% significance. Subsequently, Pearson's correlation analysis (r) was also performed between the vegetative variables and the MPRI index. The results obtained showed that the treatment with the highest dosage (320 kg ha⁻¹ of N) obtained a higher performance in relation to green matter, dry matter and chlorophyll content. Regarding the correlation, the greatest result was between chlorophyll and IV, with a weak positive correlation.

Keywords: VANT; MPRI; Chlorophyll meter.

Introdução

No Brasil as pastagens tem sido motivo de vários estudos, devido sua grande importância na pecuária e de estarem sofrendo com degradação, baixa fertilidade e alta compactação do solo. Para melhorar a qualidade dessas áreas, vem se realizando estudos por meio da agricultura de precisão, onde com a utilização de VANTS acoplados com câmeras RGB e multiespectrais, consegue-se obter informações de diferentes comprimentos de ondas, que posteriormente são convertidos em Índice de Vegetação (IV), que são correlacionados com informações de campo, como: níveis de adubação, clorofila e propriedades de solo.

Estudos mostram que a utilização de áreas de pastagem na pecuária brasileira garante menores custos na produção de carne e leite (EMBRAPA, 2014). O Censo Agropecuário, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostra que houve também redução de 18,7% nas áreas de pastagem natural e crescimento de 9,1% nas áreas destinadas a pastagem plantadas, comparada com a pesquisa de 2016 (IBGE, 2017).

Estima-se que, atualmente, em torno de 70% do total das áreas de pastagem existentes no país sejam degradadas ou em fase de degradação, de modo que a maior concentração dessas áreas estaria nas regiões de fronteiras agrícolas, como no norte, centro-oeste e nordeste (EMBRAPA, 2014). Conforme Nogueira (2013), as degradações nas áreas de pastagem acabam causando prejuízos econômicos e ambientais, com causas variando conforme a situação específica de cada bioma, podendo estar relacionado com o manejo de pastejo inadequado, falhas de estabelecimento, falta ou excesso de chuva, baixa drenagem e fertilidade no solo, ataque de pragas e doenças.

Considerando o aumento de degradação nos solos de pastagem, uma das alternativas para solucionar este problema é a adubação, principalmente nitrogenada. Pesquisas mostram que a adubação é de fundamental importância para melhorar a produtividade, tendo o nitrogênio (N) como um dos principais nutrientes, responsável pelo crescimento, a qualidade da forragem e a capacidade de suporte da pastagem (ALVIM e BOTREL, 2001).

Como descrito por Barbosa *et al.* (2017), a aplicação de nitrogênio é realizada de forma desequilibrada em várias áreas de todo o país, com alguns espaços não recebendo a dose suficiente para um bom desenvolvimento, enquanto que outras recebem uma sobredose gerando desperdícios de insumos.

Uma das ferramentas utilizadas para analisar o IV e clorofila na pastagem são os VANTS (Veículo Aéreo Não Tripulado). De acordo com Jorge e Inamasu (2014), na agricultura de precisão tal equipamento vem mostrando grande eficiência no acompanhamento das lavouras, monitorando a produtividade, adubação, pragas entre outros.

Também Andrade (2016), complementa que a vantagem de utilizar os VANTS é que se podem fazer sobrevoos semanais, durante todo o dia e com baixo custo durante todo o ciclo da cultura.

O sistema de Sensoriamento Remoto (SR) tem como característica a obtenção de informações de um objeto sem ter contato físico com o mesmo, assim as imagens podem ser obtidas através dos VANTS, satélites, entre outros (SHIRATSUCHI *et al.*, 2014). O princípio base é a integração entre o alvo e a radiação eletromagnética (LINHARES, 2016). Uma das suas vantagens é que é capaz de detectar os diferentes níveis nutricionais na pastagem (JÚNIOR *et al.*, 2008). E gerar informações que acabam auxiliando na hora da recomendação de adubação (RISSINI, KAWAKAMI e GENÚ, 2015).

Conforme Ponzoni e Shimabukuro (2009), o objetivo da utilização do IV é explorar as propriedades espectrais da vegetação, especialmente nas regiões do visível e do infravermelho próximo.

Ballesteros *et al.* (2014), relatam que a utilização de VANTS com câmeras RGB (Red, Green, Blue) acoplada é uma alternativa com maior autonomia de uso e mais barata quando comparada a VANTS acoplada a câmera sensível ao espectro de infravermelho (IR-Infra Red).

O objetivo desse trabalho foi avaliar parâmetros vegetativos e suas correlações com índice MPRI gerado com imagens coletadas com VANT em pastagem sob diferentes doses de nitrogênio.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em uma área de pastagem Tifton 85, localizada no distrito de Espigão Azul, na cidade de Cascavel-PR com coordenadas geográficas, Latitude 24°49'02"S e Longitude 53°26'46"O, entre os meses de outubro e dezembro de 2019. Segundo Aparecido *et al.* (2016), o clima em todo o Oeste do Paraná na classificação Koppen-Geiger é Cfa (Clima temperado úmido com verão quente) e o solo da região é o Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013), com média anual de pluviosidade de 1822 mm (CLIMATE-DATA, 2019).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), onde consistiu em cinco faixas de 6 x 11 m cada, separadas por uma bordadura de 1 m de largura (Figura 1). Foi realizado um sorteio entre as faixas, sendo que cada uma recebeu doses diferentes de nitrogênio que foi aplicado sob forma de ureia (45% de N). As doses utilizadas foram: T1 (0 kg ha⁻¹), T2 (80 kg ha⁻¹), T3 (160 kg ha⁻¹), T4 (240 kg ha⁻¹) e T5 (320 kg ha⁻¹).

Figura 1 – Imagem da área do experimento.

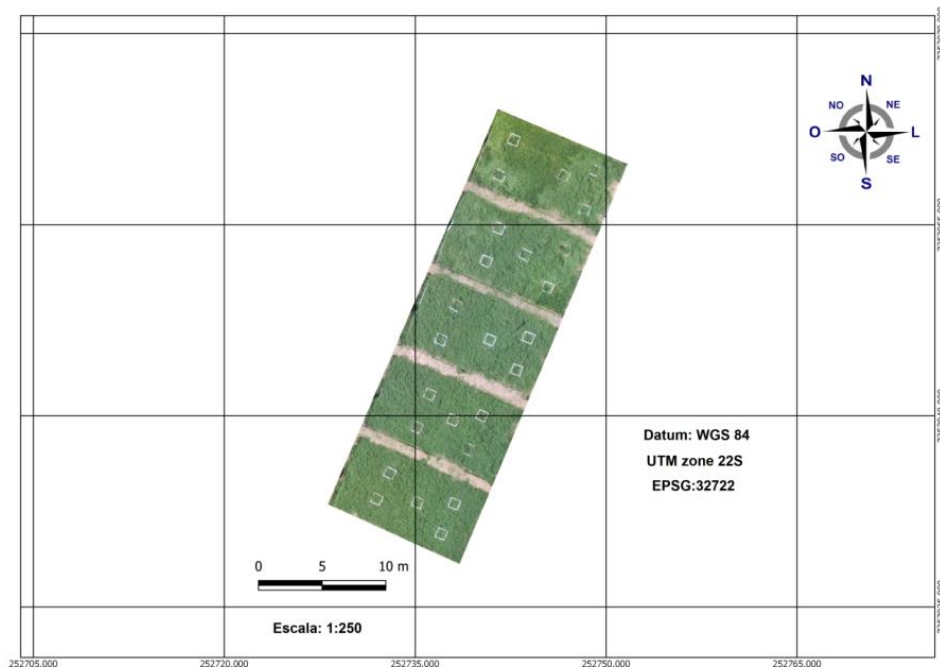


Fonte: Luan Quadros (2019).

Com o auxílio de uma roçadeira motorizada, foi realizado uma roçada na área a 3 cm de altura do solo para uniformização. Depois de realizado o corte nas plantas e a limpeza do local, houve a aplicação dos tratamentos (doses de nitrogênio) em cada faixa do experimento.

Após 60 dias da realização do corte das plantas, foram montados 25 quadrados com medida de 0,5 m² cada um e colocado cinco em cada faixa onde as análises foram todas realizadas dentro deles. Na mesma data iniciou a avaliação com a utilização do VANT Phantom 3 Advanced, da marca DJI, a partir de um planejamento de voo, utilizando o aplicativo Drone Deploy para mapeamento automatizado e obtenção das imagens. O voo foi realizado na altura de 20m, gerando pixel de 1 cm. Com as imagens capturadas pela câmera do VANT, gerou-se um ortomosaico (Figura 2) utilizando o Agisoft Photoscan (versão free trial).

Figura 2 - Ortomosaico gerado da área através das imagens obtidas com o auxílio do VANT.



Fonte: Luan Quadros (2020).

O índice de vegetação (IV) utilizado foi o MPRI (*Modified Photochemical Reflectance Index*), que representa a resposta espectral da vegetação na região do espectro visível. Ele avalia a diferença normalizada da resposta espectral nas bandas da região do verde e do vermelho, sendo independente de uma banda do infravermelho. O MPRI (Equação 1), foi calculado utilizando a ferramenta “*Calculadora Raster*”, do Software QGIS, versão 3.12.2, após as bandas RGB serem separadas utilizando o comando “*RGB Split Bands*”.

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

onde:

R_{GREEN} = reflectância na região do verde (nm)

R_{RED} = reflectância na região do vermelho (nm);

A estimativa dos teores de clorofila foram obtidos utilizando o clorofilômetro (ClorofiLOG) da Falker, no mesmo dia das imagens com o VANT. Com este aparelho é possível saber a quantidade de nitrogênio nas folhas, devido à proporção que este nutriente possui em relação à clorofila. Foram realizadas 10 leituras dentro de cada quadrado em cada faixa onde obteve-se a média representativa do teor de clorofila de cada uma.

Na mesma data, foram coletadas $\frac{1}{4}$ de matéria verde presente no interior do quadrado montado, onde utilizou-se como amostragens para quantificação de matéria verde (t ha^{-1}) e

posteriormente matéria seca ($t\ ha^{-1}$), com secagem em estufa de circulação forçada por um período de 48h, a 65°C, e pesadas em balança de precisão.

Após a coleta dos dados e geração das informações necessárias, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, posteriormente realizou-se análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2010).

Utilizando o Microsoft Excel, foram realizadas análises de correlação de Pearson (r) entre o MPRI e cada um dos parâmetros produtivos. Ele mostra o grau de relação existente entre duas variáveis e vai de -1 a 1. Para realizar a classificação do coeficiente de correlação de Pearson, Dancey e Reidy (2006) apontam que tanto para o resultado positivo ou negativo, o $r = 0,10$ até $0,30$ é uma correlação fraca, $r = 0,40$ até $0,6$ é considerada como moderado e $r = 0,70$ até 1 é considerado como uma correlação forte.

Resultados e Discussão

O resultado do teste de comparação de médias para os parâmetros avaliados no experimento estão apresentados na tabela 1. Pode-se observar que houve efeito das doses de N na pastagem Tifton, em relação à massa verde, massa seca, teor médio de clorofila e o índice de vegetação (MPRI).

Tabela 1 - Média da massa verde (t), massa seca (t), o teor de clorofila e o índice de vegetação (MPRI) na pastagem Tifton com diferentes doses de nitrogênio.

Tratamentos	Massa Verde ($t\ ha^{-1}$)	Massa Seca ($t\ ha^{-1}$)	Clorofila	MPRI
T ₁ – 0	32,80a	8,48ab	27,02a	0,124a
T ₂ – 80	28,48a	7,52a	27,48a	0,121a
T ₃ – 160	49,04bc	10,64ab	34,02b	0,131a
T ₄ – 240	40,24ab	8,96ab	33,12b	0,127a
T ₅ – 320	57,44c	11,68b	35,80b	0,126a
CV%	20,57	19,54	7,03	8,61
DMS	16,19	3,49	4,19	0,020

CV = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa. *Médias, seguidas da mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação à massa verde produzida, os tratamentos T3 e T5 foram semelhantes entre si e obtiveram os melhores resultados, onde o T3 com $160\ kg\ ha^{-1}$ de N aplicado, teve produção de $49,04\ t\ ha^{-1}$, já o T5 com $320\ kg\ ha^{-1}$ de N aplicado, teve produção de $57,44\ t\ ha^{-1}$. Comparado com o experimento de Castagnara *et al.* (2011), avaliaram forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada e constataram que, com o aumento das doses de N, ou seja, a cada $40\ kg\ ha^{-1}$ de nitrogênio aplicado, houve um incremento de $4,6\ t\ ha^{-1}$

Quanto à massa de matéria seca produzida, atingiu um maior percentual (11,68 t) na dose de 320 kg ha⁻¹, onde somente o T2 e T5 não foram semelhantes entre si. Com a aplicação das doses de nitrogênio, ocorreu influência em relação à quantidade de massa seca produzida. Em 2012, Cabral *et al.* (2012), trabalharam com *Brachiaria brizantha* cv. *Xaraés* submetida a diferentes doses de nitrogênio e constataram que com o aumento das doses de N no capim *Xaraés*, elevou-se a produção de peso seco/ha. Também Fagundes *et al.* (2005), avaliaram *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio, onde observaram que houve um incremento de produção de matéria seca proporcional as doses de nitrogênio aplicadas sendo que a maior produção foi de 10 t ha⁻¹ por ano, com a dosagem de 300 kg ha⁻¹ de N.

Ao contrário dos trabalhos anteriores, Froehlich *et al.* (2019), ao trabalharem *Brachiaria brizantha* cv. *BRS PAIAGUÁS* verificaram que com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas, em alguns tratamentos ocorreram à redução da porcentagem de matéria seca da forrageira, onde o menor valor (23,56%) foi encontrado na dose de N de 150 kg ha⁻¹.

Para as médias do teor de clorofila avaliado, os tratamentos (T3, T4 e T5) foram semelhantes entre si e obtiveram as melhores médias. Pode-se concluir que a dosagem de N aplicada, também influenciou no teor de clorofila avaliado, onde a maior dosagem de N (300 kg ha⁻¹) obteve a melhor média (35,80) de clorofila. Em comparação ao experimento de Reis *et al.* (2006), onde analisaram o teor de clorofila no cafeeiro em diferentes doses de N utilizando o medidor portátil de clorofila, também concluíram que com a maior dosagem (350 kg ha⁻¹ de N), resultou no maior valor da leitura de clorofila, com 61,95. Em 2013, Silva Júnior *et al.* (2013), utilizaram o clorofilômetro portátil para a detecção do teor de nitrogênio em *Brachiaria decumbens*, e concluíram que houve aumento gradativo dos valores de clorofila com o aumento das doses de N.

Em relação ao índice de vegetação (MPRI) avaliado, estatisticamente todos os tratamentos foram semelhantes entre si. Barbosa (2019), avaliando o manejo de adubação nitrogenada por índice de vegetação (NDVI) em aveia-branca, também verificou semelhança entre os tratamentos.

Na Tabela 2 encontra-se o resultado da análise de correlação linear de Pearson, entre parâmetros pesquisados no estudo e o índice MPRI.

Tabela 2 - Correlação linear de Pearson

Correlação de Pearson	R
Clorofila x MPRI	0,28
Massa Verde x MPRI	0,13
Massa Seca x MPRI	0,05

O coeficiente de correlação linear de Pearson para os parâmetros Clorofila e MPRI foi positivo (0,28), apresentando correlação fraca, segundo a classificação de Dancey e Reidy (2006), indicando que os valores do teor de clorofila são diretamente proporcionais aos valores de MPRI. Em 2019, Rodrigues *et al.* (2019), analisaram índices de vegetação e clorofila em duas áreas de café arábica (*Coffea arabica*), e observaram que houve correlação positiva entre o índice de clorofila e os índices (NDVI, NDRE), onde em uma das áreas do experimento, os valores foram muito baixos, variando de 0,064 a 0,018, já na outra área, os valores foram classificados como moderados, variando entre 0,48 a 0,464.

Para correlação entre Massa verde e MPRI, a correlação linear de Pearson foi positiva (0,13), porém fraca.

A correlação entre Massa seca e MPRI, apresentou coeficiente de correlação linear de Pearson positivo (0,05), porém mais fraca por estar mais próximo de zero. Ao contrario, Abrahão *et al.* (2009), ao analisarem o índice de vegetação em capim-Tanzânia, com diferentes doses de nitrogênio, observaram uma correlação maior entre os dois parâmetros avaliados, sendo classificada como moderada positiva (0,66) entre o índice de vegetação (NDVI) e a massa seca do capim-Tanzânia.

Conclusão

Com base nos resultados desse trabalho, o tratamento T5 com a maior dosagem (320 kg ha⁻¹ de N) obteve melhor desempenho em relação à massa verde, massa seca e teor de clorofila, assim mostrando a importância que o nitrogênio tem para a cultura.

Todas correlações entre os dados vegetativos e MPRI apresentaram valores positivos, porém foram baixas, sendo que o maior resultado (0,28) foi obtido entre a correlação de clorofila e MPRI.

Referências

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

AGISOFT PHOTOSCAN. Disponível em: < <https://www.agisoft.com>>. Acesso em: 15 out. 2019.

ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A. Efeitos de doses de nitrogênio na produção de leite de vacas em pastagem de coast-cross. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 577-583, 2001.

ANDRADE, R. DE O. Drones sobre o campo. **Avanços tecnológicos ampliam as possibilidades do uso de aeronaves não tripuladas na agricultura**. São Paulo, SP, 2016. Disponível em: < <https://revistapesquisa.fapesp.br/2016/01/12/drones-sobre-o-campo/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S.; JOHANN, J. A. Koppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the state of Paraná, Brasil. **Ciência e agrotecnologia**, 2016.

BALLESTEROS, R.; HERNÁNDEZ, D.; ORTEGA, J. F.; MORENO, M. A. Applications of georeferenced highresolution images obtained with unmanned aerial vehicles. Part II: application to maize and onion crops of a semi-arid region in Spain. **Precision Agriculture**, v. 15, n. 6, p. 593-614, 2014.

BARBOSA, J. D. A. **Manejo da adubação nitrogenada por índices espectrais em aveia-branca**. 2019.

BARBOSA, T. K. M.; FIORIO, P. R.; TAKUSHI, M. R. H.; GADY, A. P. B.; SANCHEZ, M. A. R.; GARCIA, A. C.; MENDONÇA, F. C. **Uso de leituras espectrais foliares como ferramenta para análise de adubação nitrogenada em pastagem**, 2017.

CABRAL, W. B.; SOUZA, A. L. D.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F. L. B.; SANTOS, J. N. D.; CARVALHO, M. V. P. D. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 846-855, 2012.

CASTAGNARA, D. D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; DE OLIVEIRA, P. S. R. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1637-1647, 2011.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima Cascavel**, 2019. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/cascavel-5965/>>. Acesso em: 15 out. 2019.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia**. Usando SPSS para Window. Porto Alegre, Artmed, 2006.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), 2014.

DRONE DEPLOY. Disponível em: < <https://www.dronedeploy.com/>>. Acesso em: 15 out. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – 3ed. Ver. Ampl, Brasília, DF: EMBRAPA, 2013.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M. D.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D. D.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V. D.; MARTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

FERREIRA, D. F. Sistema de análises estatísticas – Sisvar 5.6. **Lavras: Universidade Federal de Lavras**, 2010.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. D. **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)**. 2009.

FROEHLICH, G. C.; VENDRUSCOLO, M. C.; ALVES, D. S.; MEXIA, A. A. Produtividade de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás em diferentes doses de nitrogênio. **Campo Digital**, v. 14, n. 1, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017**. Disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21905-censo-agro-2017-resultados-preliminares-mostram-queda-de-2-0-no-numero-de-estabelecimentos-e-alta-de-5-na-area-total/>>. Acesso em: 02 set. 2019.

JORGE, L. D. C.; INAMASU, R. Y. **Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão**. 2014. Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro científico (ALICE).

JÚNIOR, M. C. D. S.; PINTO, F. D. A. D. C.; FONSECA, D. M. D.; QUEIROZ, D. M. D.; MACIEL, B. F. U. Detecção do efeito da adubação nitrogenada em *Brachiaria decumbens* Stapf. utilizando um sistema de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 411-419, 2008.

LINHARES, M. M. A. **Uso de veículo aéreo não tripulado na determinação de índice de vegetação em área de pastagem em Nova Mutum-MT**. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás. Goiânia.

NOGUEIRA, S. F. **A pecuária extensiva e o panorama da degradação de pastagens no Brasil**. Pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite. *Jornal Dia de Campo*, 2013. Disponível em: < <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=28010&secao=Artigos%20Especiais/>> Acesso em: 27 set. 2019.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos: Ed. Parêntese, 2009.

QGIS. Disponível em: < https://www.qgis.org/pt_BR/site/>. Acesso em: 2 mar. 2020.

REIS, A. R. D.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, v. 65, n. 1, p. 163-171, 2006.

RISSINI, A. L. L.; KAWAKAMI, J.; GENÚ, A. M. Índice de vegetação por diferença normalizada e produtividade de cultivares de trigo submetidas a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, p. 1703-1713, 2015.

RODRIGUES, G. C.; GREGO, C. R.; LUCHIARI, A.; SPERANZA, E. A. Caracterização espacial de índices de vegetação e índice relativo de clorofila em áreas de produção de cafés especiais no sul de Minas Gerais. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2019.

SHIRATSUCHI, L. S.; BRANDÃO, Z. N.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. D. C.; DUCATI, J. R.; DE OLIVEIRA, R. P.; VILELA, M. D. F. **Sensoriamento remoto: conceitos básicos e aplicações na agricultura de precisão**. Embrapa Territorial-Capítulo em livro científico (ALICE), 2014.

SILVA JÚNIOR, M. C.; PINTO, F. D. A. D. C.; QUEIROZ, D. M. D.; SENA JÚNIOR, D. G.; SANTOS, N. T. Utilização de um clorofilômetro portátil na detecção do teor de nitrogênio em *Brachiaria decumbens*. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 21, n. 4, p. 340, 2013.