

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS INDIRETOS DE ESTIMATIVA DE ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR UTILIZANDO SENSORES RGB

MARCO A. SILVA¹, HÉLITON PANDORFI², GÉSSICA DE PAULA ALVES MARINHO³, GLEDSON L. P. DE ALMEIDA⁴, ALAN CEZAR BEZERRA⁵, MARCOS VINÍCIUS DA SILVA⁶

¹Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, marco.asilva2@ufrpe.br

² Prof. Doutor Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

³Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco

⁴ Prof. Doutor Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

⁵ Prof. Doutor Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

⁶ Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar metodologias indiretas de estimativa de índice de área foliar de modo não destrutivo e menos oneroso possibilitando ao pequeno e médio produtor o acesso a tecnologias para o acompanhamento de produções agrícolas inclusive o monitoramento do pasto. Para obtenção do índice de área foliar utilizou-se o app easy leaf area e imagens provenientes de veículos aéreo não tripulado (VANT) para realização de um modelo de regressão múltipla baseado nos índices de vegetação RGB aplicados na área (GLI, VARI, NGRDI). O experimento foi conduzido de agosto a setembro de 2019 (35 dias), na Fazenda experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada em Garanhuns-PE (latitude de 8° 58' S, longitude de 36° 27' W e altitude de 866 m). Foi utilizado um piquete de 50 m x 50 m, delimitado por cerca eletrificada, sob pastagem de *Brachiaria decumbens* e taxa de lotação de 3,2 UA ha⁻¹. Os períodos utilizados de ocupação e descanso do piquete foram de 7 e 28 dias, respectivamente. Apesar de ambos os métodos conseguirem expressar satisfatoriamente os índices de área foliar distribuídos em toda a área de pasto, entre as metodologias não houve o mesmo padrão de valores nos pontos de extração de dados, logo, faz-se necessário estudos aprofundados utilizando outros índices RGB ou outros fatores de ajustes agroclimáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto, Índices de vegetação, Agropecuária de precisão

COMPARISON OF INDIRECT METHODS FOR ESTIMATING LEAF AREA INDEX USING RGB SENSORS

ABSTRACT: This study was carried out with the objective of evaluating indirect methodologies for estimating leaf area index in a non-destructive and less costly way, allowing small and medium producers access to technologies for monitoring agricultural production, including pasture monitoring. To obtain the leaf area index, the easy leaf area app and images from unmanned aerial vehicles (UAV) were used to perform a multiple regression model based on the RGB vegetation indices applied in the area (GLI, VARI, NGRDI). The experiment was conducted from August to September 2019 (35 days), at the experimental farm of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), located in Garanhuns-PE (latitude of 8° 58' S, longitude of 36° 27' W and altitude of 866m). A 50 m x 50 m paddock was used, delimited by an electrified fence, under *Brachiaria decumbens* pasture and stocking

rate of 3.2 AU ha⁻¹. The picket occupation and rest periods used were 7 and 28 days, respectively. Although both methods can satisfactorily express the leaf area indices distributed throughout the pasture area, between the methodologies there was not the same pattern of values at the data extraction points, therefore, in-depth studies using other RGB indices are necessary. or other agroclimatic adjustment factors.

KEYWORDS: remote sensing, vegetation índices, precision agriculture

INTRODUÇÃO: A agropecuária de precisão é uma forma de gestão eficiente, que visa analisar de forma conjunta todos os fatores que contribuem para variabilidade da produção. A FAO enfatiza a importância da utilização de sensores e outras ferramentas digitais, pois, essas ferramentas podem ser associadas a outras tecnologias, como o caso do monitoramento do bem-estar animal e do monitoramento da área de pasto, utilizando sensores acoplados a satélites e VANT's (KLERKX et al., 2019). A área foliar é um importante parâmetro por estar relacionado a taxas de crescimento e fotossíntese. Diante disso o estudo foi realizado com o objetivo de avaliar metodologias indiretas de estimativa de índice de área foliar de modo não destrutivo e de forma mais prática possibilitando ao pequeno e médio produtor o acesso a tecnologias para o acompanhamento de produções agrícolas inclusive o monitoramento do pasto.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado no período compreendido entre 01 de agosto de 2019 a 06 de setembro de 2019 na Fazenda experimental da UFRPE, localizada em Garanhuns-PE. O clima da região é do tipo mesotérmico (Csa), com chuvas de outono e inverno segundo a classificação de Köppen. De acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos o solo do local foi classificado como Latossolo Amarelo. Foram utilizadas quatro vacas Girolando com taxa de lotação de 3,2 UA ha⁻¹. A área do piquete analisado foi de 50 m x 50 m, sob pastagem de *Brachiaria decumbens* utilizando pastejo rotacionado. Os períodos utilizados de ocupação e descanso do piquete de pastejo, foram de 7 e 28 dias, respectivamente. Na área foram realizadas as coletas em 32 pontos, analisando um ciclo de 35 dias. Para obtenção do índice de área foliar (IAF) foram utilizadas duas metodologias, a recomendada por (EASLON E BLOOM, 2014) utilizando o aplicativo Easy Leaf Area Free e a outra com o emprego de imagens provenientes de veículos aéreo não tripulado (VANT), utilizando os índices de vegetação Normalized Green Red Difference Index (NGRDI), o Green Leaf Index (GLI) e Visible Atmospherically Resistent Index (VARI), para obtenção de um modelo de regressão linear múltipla de modo a ser obtido o IAF no espectro do visível (RGB).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para realização do índice de área foliar ajustado para região do visível (IAF ajustado), foi necessário utilizar um modelo de regressão linear múltipla sendo as variáveis preditivas os índices de vegetação na região do visível (VARI, GLI e NGRDI). A Tabela 1 apresenta a análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão. Verificou-se que o modelo de regressão linear múltipla atendeu aos critérios de estabelecimento da relação funcional, admitindo-se que as variáveis preditivas apresentaram valor-p < 0,05, apesar do valor-p encontrado para o índice NGRDI ser de 0,055, porém, pela importância do índice para o ajuste sobre a interferência de luminosidade, optou-se pela sua manutenção no modelo gerado verificando sua representação diante da realidade em campo.

Tabela 1. Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão.

Análise de Variância					
Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	Valor-P
Regressão	3,000	88,015	29,339	183,890	0,000
NGRDI	1,000	0,593	0,593	3,720	0,055
GLI	1,000	3,256	3,256	20,410	0,000
VARI	1,000	2,500	2,500	15,670	0,000
Erro	219,000	34,941	0,160		
Total	222,000	122,956			

A equação gerada apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,716, o que viabilizou seu emprego na determinação do índice de área foliar ajustado (Eq. 1).

$$IAF = 1,2402 - 6,07 * NGRDI + 2,601 * GLI + 9,10 * VARI \quad (1)$$

A equação 1 foi aplicada na imagem obtida no campo para verificação do índice de área foliar que gerou os produtos apresentados na Figura 1.

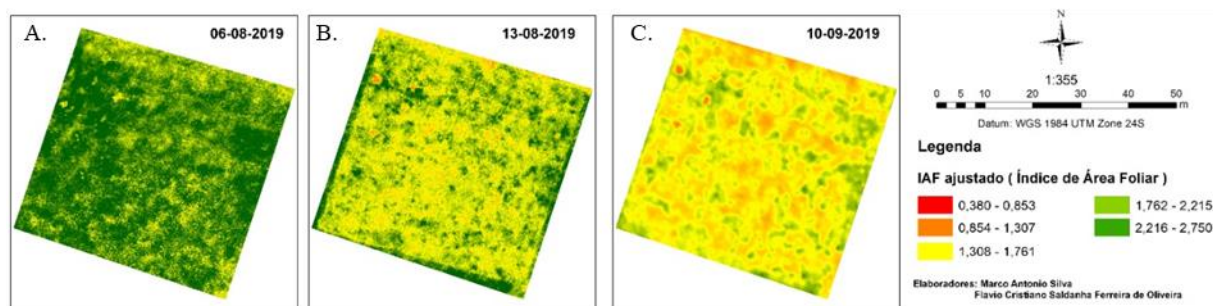


FIGURA 1. Equação de ajuste para o índice de área foliar (IAF) ajustado para a região do visível (RGB); IAF ajustado antes da entrada dos animais(A), IAF ajustado após a saída dos animais (B), IAF ajustado após o período de descanso do pasto (C).

As imagens correspondentes aos meses de estudo (Figura 1) obtiveram valores máximos e mínimos na ordem de 2,750 e 0,380, respectivamente. Esses valores apresentaram coerência ao IAF obtido no campo, onde houveram valores de máximo e mínimo na ordem de 3,600 e 0,600, também foi possível verificar conformidade na distribuição dos valores referente a cada ponto de coleta corroborando com os achados de (TECH et al., 2018). A variação do IAF antes da entrada dos animais e após a saída dos animais do piquete, nos valores de 3,600 e 0,600, se aproximaram dos encontrados por (PEDREIRA et al., 2007) utilizando *Brachiaria brizantha* submetido a estratégias de pastejo rotacionado, apresentando os valores de entrada de 3,600 e de saída de 0,690. Com relação ao comportamento dos dados obtidos pelos dois métodos (Figura 2), apesar de apresentarem informações coerentes possibilitando mensurar a área foliar, os métodos obtiveram uma correlação moderada quando a vegetação estava mais densa e verde (saudável) chegando ao coeficiente de determinação $r^2 = 59,3\%$ ajustado a um modelo cúbico.

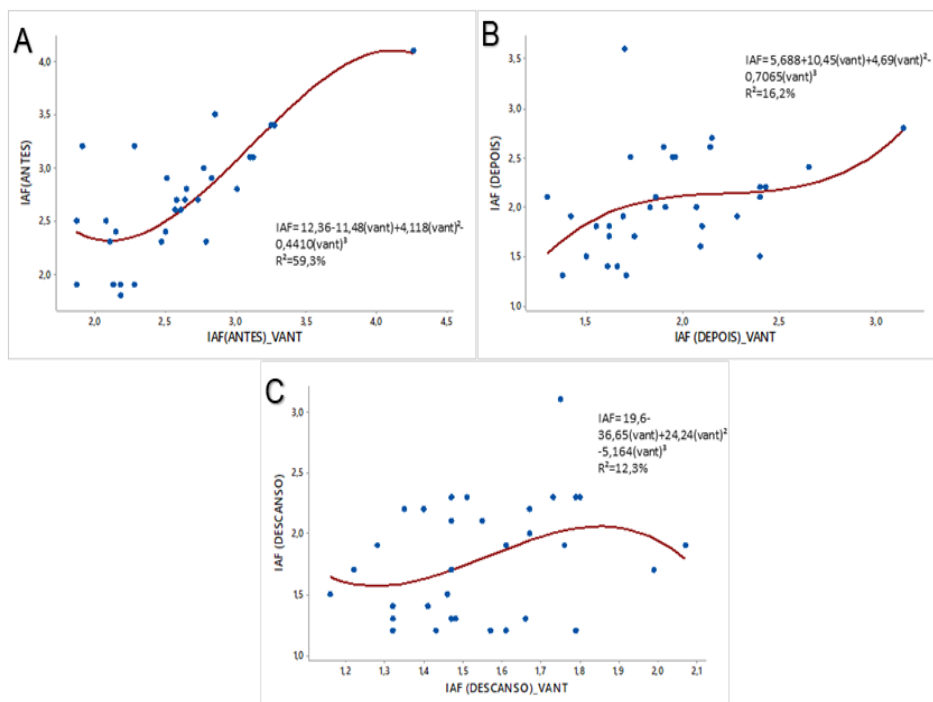


FIGURA 2. Gráfico de dispersão das variáveis Índice de Área Foliar (IAF) utilizando o Easy Leaf Area e o IAF ajustado encontrado utilizando o VANT (A) antes da entrada dos animais, (B) após a saída dos animais e (C) após o período de descanso da área de pasto.

CONCLUSÕES: Apesar de ambos os métodos conseguirem expressar satisfatoriamente os índices de área foliar distribuídos em toda a área de pasto, entre as metodologias não houve o mesmo padrão de valores nos pontos de extração de dados, logo, faz-se necessário estudos aprofundados utilizando outros índices RGB ou outros fatores de ajustes agroclimáticos.

AGRADECIMENTOS: A Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao PPG em Engenharia Agrícola (PGEA) e ao Grupo de Pesquisa em Ambiência (GPESA/UFRPE), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS: EASLON, HSIEN M; BLOOM, ARNOLD J. Easy Leaf Area: Automated digital image analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. Applications in plant Sciences. V. 2, n.7, 2014.

KLERKX, L., JAKKU, E., & LABARTHE, P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, v.90, 2019.

PEDREIRA, B.C., PEDREIRA, C.G.S., SILVA, S.C.D., Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, V.42, n. 2, p. 281-287, 2007.

TECH, A.R. B.; SILVA, A. L. C.; MEIRA, L. A.; OLIVEIRA, M.E.; PEREIRA, L.E. T. Methods of image acquisition and software development for leaf area measurements in pastures. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 153, p. 278-284, 2018.