

ESTIMATIVA DE VIGOR VEGETATIVO EM EXPERIMENTOS DE CAPIM *CYNODON* COM O USO DE VANT*

Data de aceite: 15/12/2021

Marcos Cicarini Hott

Ricardo Guimarães Andrade

Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

Flávio Rodrigo Gandolfi Benites

Tecnologias de levantamento aerofotogramétrico com veículos aéreos não tripulados (VANT) geram inúmeras aplicações fundiárias, e, especialmente, na agropecuária, sejam ao nível produtivo ou em pesquisas de base. A rapidez, eficiência e precisão na geração de dados, informações, vetorização de alinhamentos e imagens da cobertura das terras permitem a execução de trabalhos de campo com excelente qualidade a um custo que demanda avaliação em termos de locação, para um número pequeno de trabalhos, ou aquisição do equipamento, frente a um volume grande de glebas a serem avaliadas. Diante das novas tecnologias em sensoriamento remoto e geoprocessamento, essa categoria de VANT's de pequeno porte com câmeras e sensores multiespectrais facilita levantamentos aéreos visando detectar diversos aspectos biofísicos com periodicidade definida pelo usuário e de acordo com o ciclo fenológico (ANDERSON; GASTON, 2013). O trabalho de

seleção genética, fenotipagem e a mensuração de parâmetros agronômicos em forrageiras, podem ser apoiados por aerolevantamentos a partir de sensores do VANT, comparando-se os dados de campo ao nível do terreno e resultantes dos sobrevôos. A base para as análises e ensaios de campo, com os sobrevôos, são levantamentos de pontos de controle com GPS geodésico, visando boa precisão e definição das transformações no SIG (Sistema de Informações Geográficas) para estimativas nas parcelas de *Cynodon*. Nestes ensaios foram utilizados os seguintes índices de vegetação, cujas equações estão a seguir:

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + \rho_{red}} \quad (1) \quad VARI = \frac{\rho_{green} - \rho_{red}}{\rho_{green} + \rho_{red} - \rho_{blue}} \quad (2) \quad GLI = \frac{(2\rho_{green} - \rho_{red} - \rho_{blue})}{(2\rho_{green} + \rho_{red} + \rho_{blue})} \quad (3)$$

$$CI_{green} = \left(\frac{\rho_{nir}}{\rho_{green}} \right) - 1 \quad (4) \quad NDRE = \frac{\rho_{nir} - \rho_{rededge}}{\rho_{nir} + \rho_{rededge}} \quad (5)$$

Em que P_{Green} , P_{Red} , P_{blue} , $P_{rededge}$ e P_{nir} são as bandas espectrais referentes aos canais do verde (*Green*), vermelho (*Red*), azul (*Blue*), infravermelho (NIR) e borda do vermelho (*Red Edge*), respectivamente.

O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) (Rouse et al., 1973), VARI (*Visible Atmospherically Resistant*) (GITELSON et al., 2002), GLI (*Green Leaf Index*) (HUNT JR. et al., 2013), CI_{green} (*Green Chlorophyl Index*) e NDRE (*Normalized Difference Red Edge*) (GITELSON et al., 2003) foram utilizados como forma de obter-

se o mapas que indiquem os estresses pertinentes à problemas de sanidade, deficiência mineral, infestações de pragas, dentre outros, em diversos tratamentos experimentais aplicados aos clones de *Cynodon* pertencentes ao programa de melhoramento genético da Embrapa. Informações dos índices de vegetação e volume de forragem conjugadas originaram um método para estimar-se a condição do vigor das forrageiras, denominado i-Health&Height-Plants, visando congrega a resposta espectral com a altura ou volume das plantas. Foram realizados testes no Campo Experimental José Henrique Bruschi, em Coronel Pacheco (MG), a partir de plano de voo para o VANT Inspire 1, visando alta precisão com o uso de pontos de controle coletados através de GPS geodésico. Por meio de câmera multiespectral foram realizados ensaios com o VARI, GLI, Clgreen, NDVI e NDRE. Foi empregada metodologia em experimento pertencente ao programa de melhoramento genético do gênero *Cynodon*, instalado em blocos aumentados de Federer. O experimento em blocos aumentados foi constituído por 8 blocos, avaliando-se em cada bloco 48 tratamentos não comuns e duas testemunhas (tratamentos comuns Tifton 85 e Grama Estrela Roxa), com excessão do último bloco que foi constituído de 47 tratamentos não comuns mais os dois tratamentos comuns, totalizando 399 parcelas. No momento do corte do experimento, foram dadas notas relacionadas ao vigor das parcelas, foi mensurada a altura, além do peso de matéria verde de cada parcela.

O objetivo deste trabalho é estabelecer um estudo de viabilidade técnica da plataforma de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) para estimativa da correlação da produção de matéria verde, altura do dossel forrageiro e do vigor das parcelas do gênero *Cynodon*, usando volume e vigor pelo método i-Health&Height-Plants, por índice NDRE e modelo de terreno e superfície (MDT). Foram utilizadas câmeras de imageamento na faixa do visível (RGB), borda do vermelho (RedEdge) e infravermelho próximo (NIR) para monitoramento contínuo do experimento de *Cynodon* conduzido no Campo Experimental José Henrique Bruschi (CEJHB) na cidade de Coronel Pacheco-MG. Há procedimento padrão na execução dos levantamentos, com o planejamento de voo na área equivalente e adjacências, em decorrência da necessidade de informações fora dos limites da área de interesse, além de serem necessários o estabelecimento de uma série de parâmetros quanto à configuração do sistema utilizado para o VANT (Figura 1).



Figura 1 – Etapa de planejamento do voo com VANT na área experimental e visualização do ambiente de configuração.

Após o processamento das imagens, por estereoscopia de imagens, e reamostradas para 15 cm, obteve-se o MDT com a estimativa altimétrica e volumétrica das parcelas (Figura 2A). Selecionou-se o NDRE como o índice de vegetação mais adequado às estimativas do vigor, frente aos outros índices testados (Figura 2B). A partir das correlações entre a classificação do peso verde dos clones das parcelas do capim *Cynodon*, nota atribuída, NDRE e volume estabeleceu-se um multicritério para a reunião dos clones com melhor pontuação.

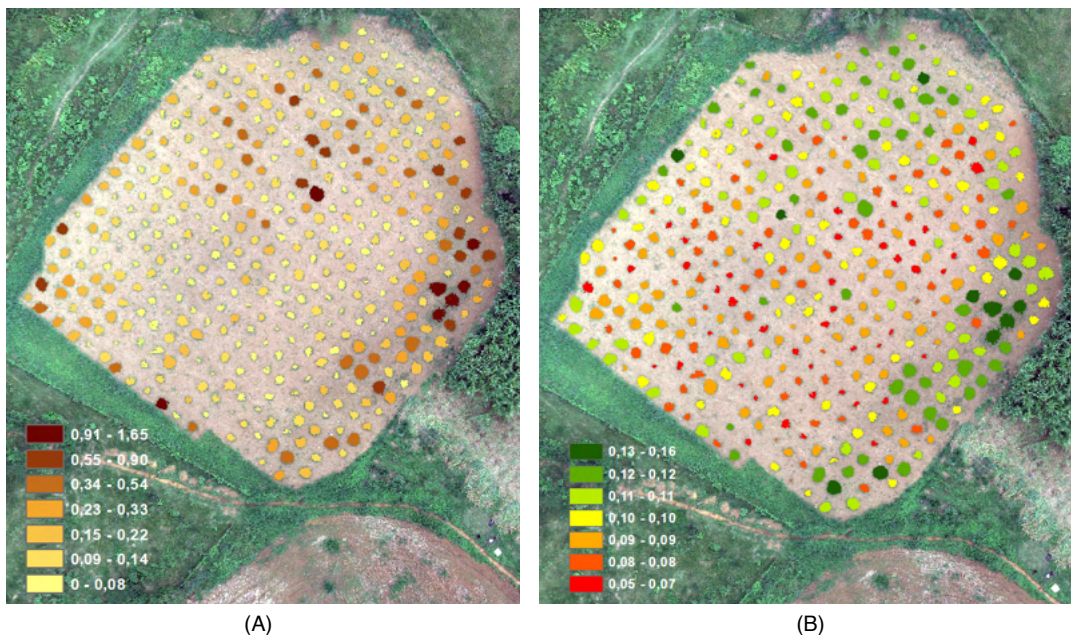


Figura 2 – MDT (volume em m³) das áreas com experimentos (A) e NDRE das áreas com experimentos (B)

O NDRE não possibilitou por si só uma boa correlação com as notas e peso verde, conforme os dados da Tabela 1 (notas atribuídas estão em parênteses e a letra T representa a testemunha, a qual é o capim Tifton 85 cv). Nota-se que sem a totalidade dos parâmetros, o qual incluiria a informação volumétrica (MDT), as parcelas de Tifton surgem nesta classificação, mesmo sendo o capim testemunha, usado para efeito de comparação com os tratamentos aplicados às forrageiras no melhoramento genético. Assim, com o uso do multicritério, o qual preconiza o cruzamento de várias camadas de informações, obteve-se uma melhor correlação, e, por conseguinte, a seleção mais adequada dessas forrageiras (Tabela 2). Na Figura 3, a distribuição geográfica das parcelas com os resultados do método empregado, assim como a posição das forrageiras na classificação adotada, considerando as 12 melhores ranqueadas.

O VANT permitiu, em uma primeira abordagem, uma rápida e eficiente captura de informações por sensoriamento remoto das parcelas em campo, e, por meio da metodologia i-Health&Height-Plants, estabeleceu-se um padrão nas estimativas de parâmetros de cunho agrônomo em melhoramento genético de clones de capim *Cynodon*. Isto pode contribuir sobremaneira, por exemplo, na fenotipagem de alto rendimento em programas de melhoramento de plantas. Esta, provavelmente, se constitui em uma nova fronteira do conhecimento para aplicações em levantamentos aerofotogramétricos e de extração de parâmetros biofísicos em lavouras, aspectos fitossanitários e antecipação de estresses

que possam ocorrer do ponto de vista hídrico, mineral, nutricional ou entomológico. As aplicações em infraestrutura e mapeamento exploratório irão surgir à medida em que o VANT se popularizar no meio acadêmico e rural.

Ranking das parcelas selecionadas pelo índice de vegetação NDRE

Classificação	Nº Parcela	Peso verde (kg)	Classificação	Nº Parcela	Peso verde (kg)
1º	385 (4) (T)	1,38	7º	309 (4) (T)	1,45
2º	68 (5) (T)	3,6	8º	265 (5)	2,68
3º	270 (4) (T)	2,04	9º	269 (5)	3,10
4º	305 (4,5)	2,44	10º	268 (5)	2,64
5º	206 (4)	1,60	11º	31 (5)	3,45
6º	213 (3,5)(T)	1,38	12º	148 (4,5)	2,52

Tabela 1 – NDRE para as forragens nas parcelas do experimento.

Aferição do peso verde das plantas a partir do ranking das doze melhores parcelas de *Cynodon spp.* selecionadas pelo método i-Health&Height-Plants

Classificação	Nº Parcela	Peso verde (kg)	Classificação	Nº Parcela	Peso verde (kg)
1º	269 (5)	3,10	7º	3 (3)	1,71
2º	305 (4,5)	2,44	8º	319 (5)	1,50
3º	277 (5)	2,44	9º	343 (4)	1,80
4º	268 (5)	2,64	10º	341 (4)	1,28
5º	265 (5)	2,68	11º	86 (4)	1,60
6º	342 (4)	1,30	12º	266 (4,5)	1,50

Tabela 2 – Peso verde das forragens nas parcelas do experimento.

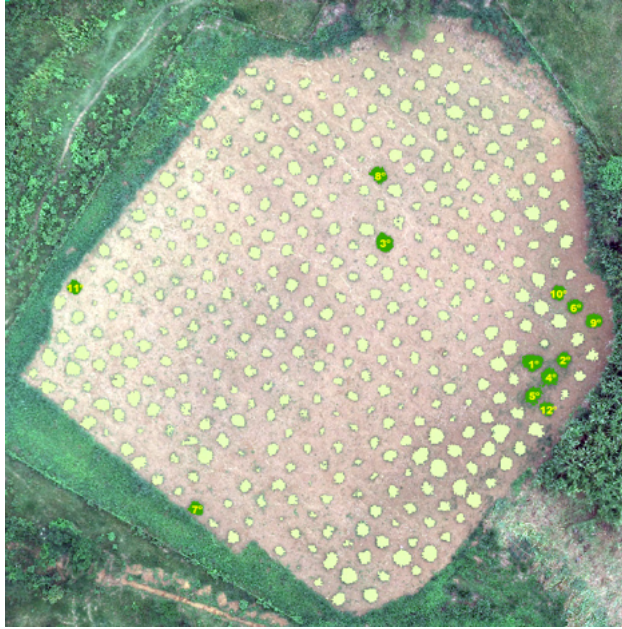


Figura 3 – Resultado final com a composição NDRE e MDT, seleção teste por VANT das melhores forragens nas parcelas.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, K.; GASTON, K. J. Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 11, n. 3, p. 138-146, 2013.

GITELSON, A. A.; STARK, R.; GRITS, U.; RUNDQUIST, D.; KAUFMAN, Y.; DERRY, D. Vegetation and soil lines in visible spectral space: a concept and technique for remote estimation of vegetation fraction. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n. 13, p. 2537-2562, 2002.

GITELSON, A.A.; GRITZ, Y.; MERZLYAK, M.N. Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. **Journal of Plant Physiology**.v. 160, p. 271-282, 2003.

*HOTT, M. C., ANDRADE, R. G., MAGALHAES JUNIOR, W. C. P., BENITES, F. R. G. Uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) para estimativa de vigor e de correlações agrônomicas em genótipos de capim Cynodon. In: SILVA, H. C. Engenharia Sanitária e Ambiental. Ponta Grossa: ATENA Editora, 2019. 235-244.

HUNT JR., E. R.; DORAISWAMY, P. C.; MCMURTREY, J. E.; DAUGHTRY, C. S. T.; PERRY, E. M. A visible band index for remote sensing leaf chlorophyll content at the canopy scale. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 21, p. 103-112, 2013.

ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: Earth resources technology satellite-1 Symposium, 3., 1973, Greenbelt. **Proceedings...**Greenbelt: NASA SP-351 I, 1973. p. 309-317.