

APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE COBERTURA VERDE EM PASTAGEM DE AZEVÉM

Marcos Corrêa Neves¹, Alfredo José Barreto Luiz², Naylor Bastiani Perez³, Alexandre Deibler⁴

¹Embrapa Meio Ambiente, marcos.neves@embrapa.br; ²Embrapa Meio Ambiente, alfredo.luiz@embrapa.br;

³Embrapa Pecuária Sul, naylor.perez@embrapa.br; ⁴Agronatura Consultoria e Assessoria, alexandre@agronatura-ca.com.br

RESUMO

Existe uma crescente oferta de imagens de altíssima resolução espacial, sobretudo a oferecida por plataformas aéreas que operam a baixa altura do solo, como as aeronaves remotamente pilotadas. As características específicas desses dados demandam o desenvolvimento de novos métodos e abordagens. A proposta do *Índice de Cobertura Verde* visa obter uma medida quantitativa para monitoramento de culturas agrícolas a partir de câmaras fotográficas convencionais, sem a necessidade de uma banda no infravermelho próximo. Este método utiliza a transformação para o espaço de cores *HSB* (matiz, saturação e brilho) para obter uma relação de pixels com matiz verdes por unidade de área, para aplicação em monitoramento de culturas agrícolas. Neste trabalho, realizamos uma avaliação da aplicação do *ICV* em uma área com pastagem de azevém. Como parâmetro para a avaliação foi comparado o resultado obtido com o índice de vegetação por diferença Normalizada (*NDVI*).

Palavras-chave — espaço de cor *HSB*, agricultura de precisão, aeronaves remotamente pilotadas.

ABSTRACT

There is a growing supply of ultra high spatial resolution images, especially those acquired by remotely piloted aircraft. The specific characteristics of these data require the development of new methods and approaches. The Green Coverage Index proposal aims to obtain a quantitative measure for monitoring agricultural crops from conventional photo cameras without the need for a near-infrared band. This method uses the transformation to the HSB color space (hue, saturation and brightness) to get a ratio of green pixels per total of pixels in a given area. This work evaluates the application of ICV in an area with ryegrass (Lolium multiflorum) pasture. The results obtained with the ICV method are compared with the Normalized Difference Vegetation Index information (NDVI).

Key words — *HSB color space, precision agriculture, remotely piloted aircrafts.*

1. INTRODUÇÃO

A popularização do uso de plataformas de aquisição de imagens a baixa altura do solo, em especial as aeronaves

remotamente pilotadas (*RPA*), vem aumentando a oferta de imagens de altíssima resolução e as possibilidades de seu uso em larga escala. A flexibilidade e o baixo custo de aquisição fazem com que este tipo de dado tenha alto potencial de emprego, sobretudo para a Agricultura de Precisão, que demanda grande quantidade de informação para identificar as variabilidades internas das parcelas agrícolas e o acompanhamento frequente dos sistemas produtivos (JORGE e INAMASU, 2014) [1].

A resolução espacial das imagens dos levantamentos em baixa altura chegam facilmente a poucos centímetros. Com este nível de resolução espacial uma folha de uma planta como o milho ou a bananeira têm feições na imagem compostas por vários pixels. Nesta situação, usar o valor de índice de vegetação por pixel deixa de fazer sentido, já que uma planta da cultura agrícola teriam vários valores de índices associados a ela. Assim, fica claro que diante das características dessas imagens existe a necessidade do desenvolvimento de novos métodos e abordagens para o aproveitamento pleno das suas potencialidades.

O Índice de Cobertura Verde (*ICV*) foi proposto em Neves et al. (2017) [2] como uma medida local (não pontual) para ser utilizada em avaliação do desenvolvimento de culturas agrícolas. O método usa a transformação de uma imagem ortoretilhada do espaço de cores *RGB* para o *HSB* (*Hue*: matiz; *Saturation*: saturação e *Brightness*: brilho), para classificar os pixels de matiz verde e, em seguida, obter uma percentagem de pixels de matiz verde em uma determinada área. Uma vantagem desta proposta é a possibilidade de obter uma medida do desenvolvimento da cultura agrícola a partir de câmaras fotográficas comuns, com canais apenas no espectro visível. Outra vantagem é minimizar os efeitos da variação da geometria de visada (GALVÃO et al. 2001) [3], acentuadas nas imagens tomadas a baixa distância dos alvos, uma vez que o *ICV* não usa valores de reflectância dos alvos diretamente, e sim, a quantificação relativa de pixels classificados como “verdes”, derivado da componente *matiz* do espaço de cores *HSV* (NEVES et al, 2017) [2].

O objetivo deste trabalho é avaliar a informação fornecida pelo *ICV* em área com pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*). Como referência para a avaliação foi utilizado um índice de vegetação (*NDVI - Normalized Difference Vegetation Index*). O *NDVI* é um índice muito empregado em estudos relacionados à agricultura, mas que requer uma banda espectral no infravermelho próximo para ser calculado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A imagem multiespectral ortorretificada utilizada foi cedida pela empresa Agronatura. Esta imagem foi gerada pelo mosaico de fotografias aéreas, obtidas pelo sensor multiespectral RedEdge-M® (Figura 1), e processadas no aplicativo web ATLAS (www.micasense.com). O sobrevoo foi realizado sobre uma área submetida a um sistema Integrado Lavoura Pecuária (ILP), na fase pastagem, com azevém em campo, dentro da fazenda experimental da Embrapa Pecuária Sul, em Bagé, RS. O sensor foi montado em um RPA de asa fixa, operada pela Agronatura, em voo realizado no dia 17/10/2017. O sensor possui cinco bandas espectrais (Tabela 1). O pixel da imagem resultante do processamento corresponde a uma resolução espacial de aproximadamente 18 cm em solo.



Figura 1. Sensor multiespectral RedEdge-M®.

Foto: Naylor B. Perez.

Tabela 1. Características técnicas do sensor RedEdge-M®.

Banda	Comprimento de onda central (nm)	Largura da banda (nm)
1 - Azul	475	20
2 - Verde	560	20
3 - Vermelho	668	10
4 - Borda do vermelho	717	10
5 - Infravermelho próximo	840	40

O *ICV* expressa a proporção de pixels classificados como verdes em relação ao número total de pixels em uma área quadrada com $n \times n$ pixels. Nesta avaliação foi utilizado n equivalente a 10 pixels, que corresponde a cerca de 1,8 metros em solo. O diagrama do processo para a geração do *ICV* é replicado na Figura 2 (NEVES et al, 2017) [2].

Para a avaliação do comportamento do *ICV*, foi realizada uma comparação entre os valores do *ICV* em 1.000 pontos sorteados dentro da área e comparados com valores de índice de vegetação (*NDVI*). Como o valor do *ICV*, é uma medida não pontual, com a abrangência definida por $n = 10$ (neste caso 100 pixels), foi utilizado para o cálculo do *NDVI* um valor médio, considerando os pixels dentro de um círculo de 1 m de raio, ao redor de cada ponto sorteado, cerca de 90 medidas de pontos vizinhos.

Para evitar o efeito de borda na avaliação, foram excluídos dos sorteio dos pontos uma faixa de 6 pixels

próximos ao limite da área com azevém (linha amarela na Figura 3).

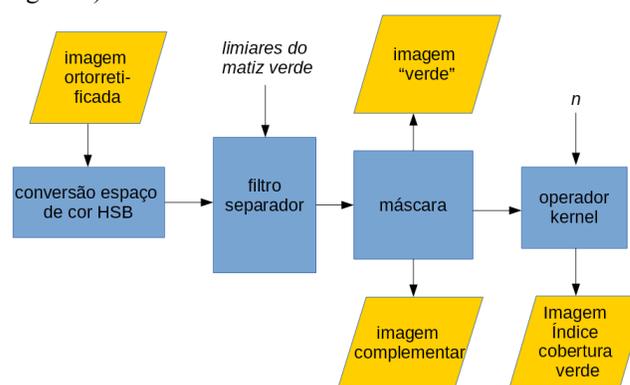


Figura 2. Diagrama do método para a geração do *ICV*.

Para o processamento das bandas espectrais e a geração dos índices *ICV* e *NDVI* foi utilizado o sistema de informação geográfica *QGIS 2.18*. O diagrama de dispersão e o cálculo do coeficiente de correlação *Pearson*, usados na avaliação do *ICV*, foram realizados no software estatístico R.

3. RESULTADOS

A Figura 3 apresenta uma composição colorida relativa a área estudada, canais *RGB* associados respectivamente as bandas 3, 2, 1 do sensor RedEdge-M®. Nesta imagem é possível perceber que existe variações na quantidade de biomassa, deixando o solo mais ou menos exposto em diferentes áreas da parcela.



Figura 3: Composição colorida *RGB* (associadas às bandas 3, 2 e 1, respectivamente) e limite da pastagem em amarelo.

O resultado do processo de seleção dos pixels de matiz verde da imagem gerou a imagem *máscara* apresentada na Figura 4, onde os pixels de matiz verde estão representados em branco e os pixels restantes, de todas as demais matizes, na cor negra.

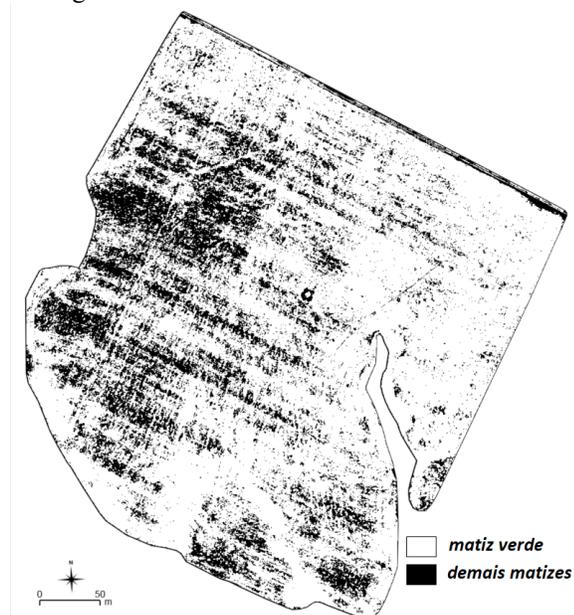


Figura 4: Pixels de matiz verde (classificados em branco).

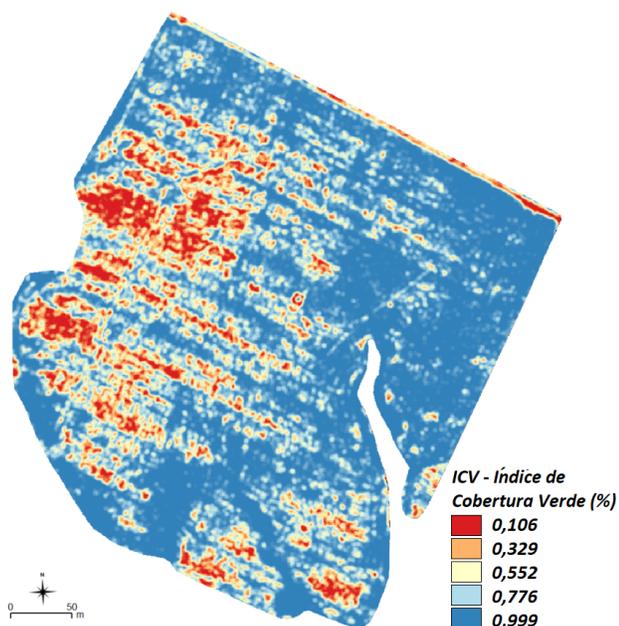


Figura 5: Mapeamento do Índice de Cobertura Verde.

Neste trabalho não foi utilizado um quadro de referência no solo, que permitisse a calibração dos limiares da matiz de cor verde no espaço de cores *HSB*, para diferentes condições. Isto prejudica a comparação futura com outros levantamentos. Permite, no entanto, a diferenciação de áreas

dentro do mesmo levantamento e a comparação relativa com o *NDVI*, utilizando a banda no infravermelho próximo disponível no sensor embarcado neste voo.

A imagem apresentada na Figura 5 é o resultado final, após a aplicação do operador *Kernel*, onde o valor de cada célula corresponde ao *ICV* no local.

Na Figura 6 é apresentado o mapa expressando o índice de vegetação (*NDVI*) para a área usando as bandas 3 e 5 do mesmo sensor (vermelho e infravermelho próximo, respectivamente), utilizado para a avaliação do comportamento do *ICV*.

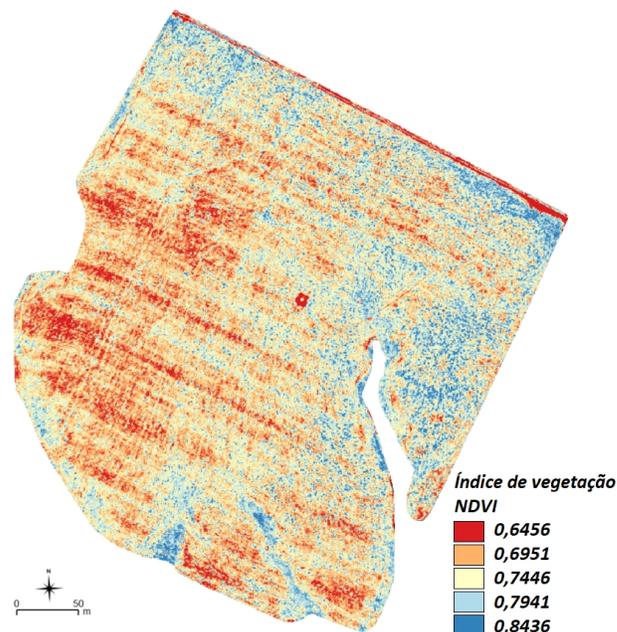


Figura 6. Mapeamento do índice de vegetação (NDVI).

A Figura 7 apresenta o gráfico de dispersão entre valores de *ICV* e o *NDVI* médio no entorno dos pontos. A utilização de valores médios para o *NDVI* é necessária para permitir a comparação com o *ICV*, onde o valor de cada pixel é afetado por sua vizinhança devida a utilização do operador *Kernel*.

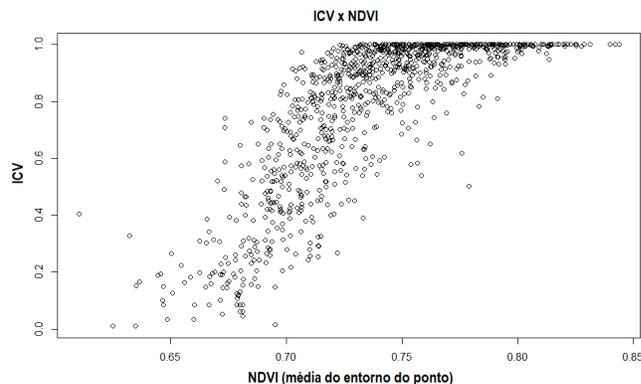


Figura 7: Gráfico de dispersão entre o ICV e o NDVI (média dos valores dos pixels vizinhos).

4. DISCUSSÃO

O mapeamento do *ICV* (Figura 5) mostra que as áreas com menor cobertura vegetal foram realçadas, sobretudo quando comparada à imagem composição colorida (Figura 3). No entanto, há pouca distinção entre áreas com maior biomassa, que pode ser observado comparando com o mapa *NDVI* (Figura 6). Esta limitação deriva do efeito de saturação do *ICV*, que ocorre a medida que o solo é encoberto pelas folhas, e haja um forte predomínio da matiz verde em uma região da imagem.

A relação direta entre o *ICV* e o *NDVI*, pode ser visualizada no gráfico de dispersão da Figura 7. O coeficiente de correlação de *Pearson* obtido para a amostra de 1.000 pontos, mostra uma forte relação (0,79). O efeito da saturação do *ICV*, também pode ser visualizado neste gráfico, ocorrendo para pontos com o *NDVI* maior que 0,72.

A utilização de placas de referência em solo para a definição dos limiares para a matiz verde (como previsto no método), permitiria a comparação entre levantamentos distintos. Como elas não foram utilizadas na aquisição das imagens, a análise fica restrita a comparação entre áreas no mesmo levantamento e com medidas relativas. A Figura 8 reproduzida de Luiz e Neves (2017) [4], mostra o emprego de placas de referência para a classificação de pixels de matiz verde, em um estudo específico com o capim-annoni, em vaso (*Eragrostis plana* Nees).

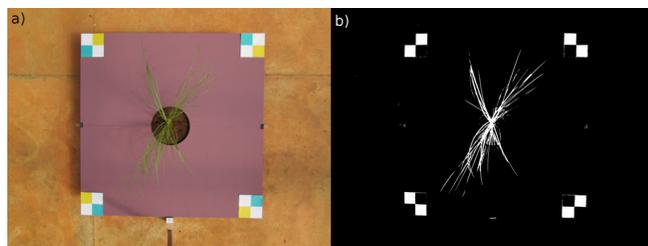


Figura 8. a) Imagem RGB com quadro de referência; b) Imagem mascara com os pixels “verdes” selecionados.

Pretende-se realizar trabalhos futuros comparando o *ICV* com medidas diretas da biomassa, obtidas simultaneamente à aquisição das imagens, e com o uso de quadros de referência para ajustar os limiares da matiz verde e verificar se é possível estabelecer relações com a biomassa.

5. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados indicam que o *ICV*, obtido a partir de bandas do visível, tem potencial para o uso em monitoramento do desenvolvimento das culturas agrícolas, como o azevém. O método realça as áreas com menor biomassa e permite obter medidas quantitativas de diferentes áreas de uma parcela.

O problema da saturação do índice *ICV* nas áreas com maior cobertura vegetal era esperado devido a lógica de construção do índice e foi confirmado nesta avaliação. Este comportamento faz que a expectativa de utilização do *ICV* seja direcionada à monocultivos, onde ocorram situações com biomassa pouco densa, com exposição parcial do solo em visadas aéreas, próximas ao nadir. Nas fases iniciais das culturas, o *ICV* permite identificar falhas no plantio e problemas na brotação; e em estágios mais avançados do cultivo, indicando áreas com pouco desenvolvimento, devido a problemas localizados como baixa fertilidade e compactação do solo, ocorrência de pragas e doenças, por exemplo. Como limitação, a saturação da estimativa do *ICV* não permite a distinção da biomassa entre áreas com maior cobertura de folhas.

Há necessidade de estudos complementares para confirmar se é possível comparar os valores entre levantamentos distintos e se é possível estimar a biomassa em determinadas fases de uma cultura específica.

6. REFERÊNCIAS

- [1] JORGE, L. A. de C.; INAMASU, R. Y. Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em Agricultura de Precisão. *Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar*. Brasília: Embrapa, 2014. p. 596.
- [2] NEVES, M. C.; NEVES JÚNIOR, O. R.; LUIZ, A. J. B. Índice de cobertura verde para imagens de altíssima resolução. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, v.18., 2017, Santos. Anais... Santos: Inpe, 2017.
- [3] GALVÃO, L. S. *et al.* Efeitos da geometria de visada sobre a determinação de índices de vegetação. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, v. 10, p. 1403–1409, 2001.
- [4] LUIZ, A.J.B.; NEVES, M.C. *Sensoriamento remoto proximal na pesquisa agropecuária: passos iniciais*. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, v.19., 2019, Santos. Anais... Santos: Inpe, 2019 (no prelo).