

COMPLEXO MULTI SENSOR DE MEDIDA DE DOSSEL DE PLANTAL.M. Rabello^{1,*}, R.Y. Inamasu¹, E. A. Speranza²¹ Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, São Paulo² Embrapa Informática Agropecuária, Av. André Tosello, 209, 13083-886, Campinas, São Paulo

* Autor correspondente, e-mail: ladislau.rabello@embrapa.br

Resumo: O NDVI ou Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*) é muito usado em agricultura de precisão para analisar as condições das plantas e para medir a intensidade da atividade de clorofila. A intensidade de clorofila na planta pode nos dizer em que condições elas se encontram, possibilitando estudar a variação espacial, mapear o vigor das plantas melhorando a amostragem de campo. Este trabalho visa apresentar um sistema composto de 4 sensores ativos de medida de dossel com armazenamento dos dados de leitura georreferenciados, possibilitando assim a medida de várias linhas de plantio, com a finalidade de geração de mapas de índice de vegetação, NDVI e NDRE (*Normalized Difference Red Edge Index*).

Palavras-chave: cropcircle, ndvi, ndre, sensor, agricultura de precisão.**MULTI SENSOR PLANT CANOPY MEASUREMENT COMPLEX**

Abstract: The NDVI or Normalized Difference Vegetation Index is widely used in precision agriculture to analyze plant conditions and to measure the intensity of chlorophyll activity. The chlorophyll intensity in the plant can tell us under what conditions they are, making it possible to study the spatial variation, to map the vigor of the plants, improving field sampling. This work aims to present a system composed of 4 active canopy measurement sensors with storage of georeferenced reading data, thus enabling the measurement of several planting lines, with the purpose of generating vegetation index maps, NDVI and NDRE (*Normalized Difference Red Edge Index*).

Keywords: cropcircle, ndvi, ndre, sensor, precision agriculture.**1. Introdução**

No Brasil, a agricultura de precisão – AP teve início nos anos 90, por meio de receptores agrícolas GNSS (*Global Navigation Satellite System* - Sistema de Navegação Global por Satélite). Desde então novos equipamentos foram criados para obtenção de dados georreferenciados para utilização na agricultura. Os conceitos de AP surgiram em desenvolvimento de projetos vinculados a produção agrícola no ano de 2000. As indústrias de máquinas inovam, com sistemas georreferenciados, colhedoras com monitores de rendimento, piloto automático, posicionadores por barras de luz, sistemas destinados a fertilizantes, entre outros (INAMASU et al., 2011; INAMASU e BERNARDI, 2014).

O Laboratório de Referência Nacional Agricultura de Precisão - LANAPRE da Embrapa Instrumentação é utilizado para pesquisar e desenvolver equipamentos, sensores, componentes mecânicos e eletrônica embarcada. O LANAPRE possui o equipamento Crop Circle ACS-430 e vem desenvolvendo pesquisas com estes sensores de NDVI (índice de vegetação da diferença normalizada). Estes sensores são capazes de quantificar variações analisando a refletância das plantas de acordo com o espectro visível, no vermelho e infravermelho próximo, podendo medir a clorofila e biomassa (AMARAL, ROSA & MOLIN, 2012). Onde o nitrogênio (N) é o nutriente mais restringente para produtividade de culturas. A equação do índice de vegetação utilizado no monitoramento de culturas se compõe da seguinte maneira, equação 01, (HOLLAND, 2018):

$$NDVI = \frac{(R_{NIR} - R_R)}{(R_{NIR} + R_R)} \quad \text{eq. (1)}$$

O NDVI é computado realizando aritmética de canais espectrais dos sensores, na maioria dos casos provenientes de satélites. A figura 1 ilustra as faixas do espectro eletromagnético na qual existe absorção pela vegetação.

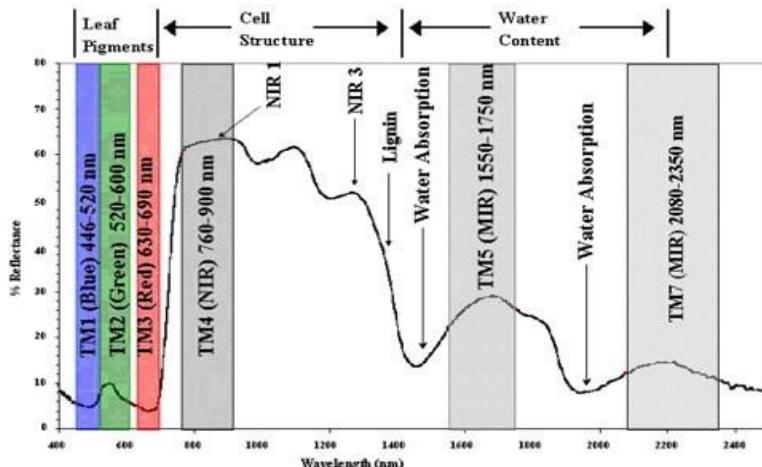


Figura 1. Espectro magnético referente a absorção de plantas.

Como exemplo, as aplicações dos cálculos de NDVI na agricultura podem ser:

- Monitoramento de lavouras
- Detecção de efeitos de secas
- Detecção de danos provocados por pragas
- Estimativas de produtividade agrícola
- Modelização hidrológica
- Mapeamento de áreas agrícolas.

De acordo com a equação 01, a vegetação, quanto mais ativa, mais absorve a luz solar no espectro da luz vermelha, na realização do trabalho da clorofila nos tecidos vegetais (baixa intensidade de luz vermelha). Da mesma forma, as estruturas celulares das folhas provocam uma forte reflexão da luz solar na região do infravermelho próximo (alta intensidade de luz infravermelho)

Assim, área de forte atividade de clorofila:

- iv. Numerador : infravermelho(alto) – vermelho(baixo) = valor resultante alto;
- v. denominador : infravermelho(alto) + vermelho(baixo) = valor resultante alto;
- vi. Resultado : NDVI = sobe em direção a 1.

Para área de baixa atividade de clorofila:

5. Numerador : infravermelho (baixo) – vermelho (alto) = Valor resultante baixo
6. Denominador: infravermelho (baixo) + vermelho (alto) = Valor resultante alto
7. Resultado : NDVI = desce em direção a -1 .

2. Materiais e Métodos

Na figura 2 é ilustrado a montagem do sensor ACS-430, montado a uma altura h acima de um alvo plano. A largura do feixe de luz projetado quando montado a uma altura h acima de um alvo é definido pela equação 02:

$$w = 2 \cdot h \cdot \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

eq. 02;

onde:

w = largura do feixe projetado;

h = altura do sensor acima do alvo;

θ = é o FOV (Field-of-view = campo de visão) angular em graus (45° para o sensor ACS-430)

Como θ é definido como aproximadamente 45° para o sensor ACS-430 a equação 02 é resolvida da seguinte forma:

$$w = 0,82 * h; \quad \text{eq. 02;}$$

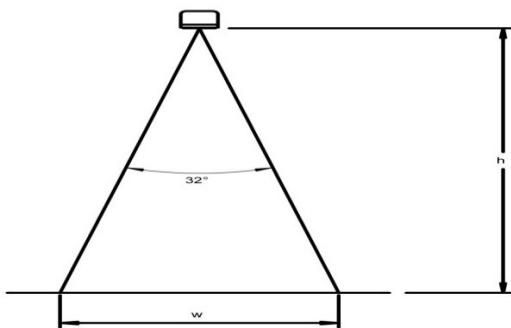


Figura 2. Montagem do sensor ACS430.

Montagem do sensor na máquina.

A montagem dos sensores na máquina obedece o diagrama ilustrado na figura 3.

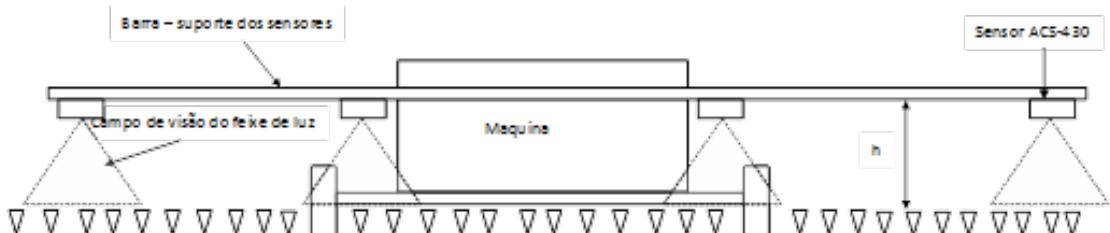


Figura 3. Diagrama de montagem dos sensores junto a máquina.

Uma barra foi colocada a frente da máquina, servindo como sustentação de 4 sensores ACS-430.

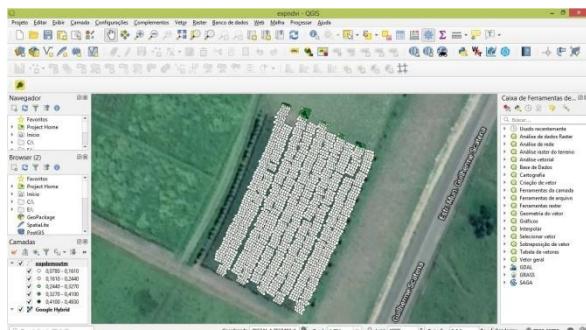
A distribuição dos sensores é de aproximadamente 1,5 m de cada um, sendo 4,5 metros entre sensores das extremidades ao comprimento da barra. Este cálculo é estimativo, pois dependerá da altura (h) de posição da barra com a máquina.

Um sistema GPS foi colocado junto a máquina para poder georreferenciar os sensores, Topcon Hiper AG. Para a coleta e armazenamento de dados foi utilizado um sistema computacional da Intel, *Intel desktop board*, modelo NUC DC3217IYE, core i3, 3 portas usb, 2 portas hdmi, porta ethernet, 16GB de memória e um programa computacional desenvolvido para controle de aquisição e armazenamento dos dados em linguagem C.

3. Resultados e Discussão

O sistema foi montado e testado em uma área do campo experimental da Embrapa Instrumentação, localizado no município de São Carlos-SP na rodovia municipal Guilherme Scatena km 5, onde se localiza o LANAPRE.

O equipamento foi testado em uma área de 400 metros quadrados em preparação para plantio de milho, o solo encontrava-se descoberto mas com área delimitadora em volta com vegetação de pastagem, o que dificultou de certa maneira a variação espacial dos valores de NDVI e NDRE aquisitados, na figura 4 é representado a distribuição dos pontos coletados, figura 4(a) valores NDVI, figura 4(b) valores NDRE.



(a)



(b)

Figura 4. (a) distribuição de pontos NDVI, (b) distribuição de pontos NDRE.

Mesmo com as poucas variações de valores tanto de NDVI como NDRE é possível ver as variações em alguns pontos que foram coletados fora da área de teste.

4. Conclusões

Mesmo não havendo as variações dos pontos coletados o sistema mostrou-se robusto em aplicações de campo coletando de forma ótima os valores e armazenamento de dados, possibilitando a geração de mapas para futuros atos de gerenciamento de zonas de manejo no que se refere aos valores de NDVI e NDRE com a produção de clorofila na atuação das necessidades das plantas, tais como falta de um determinado nutriente.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Embrapa Instrumentação pelo uso do LANAPRE e infraestrutura do mesmo bem como ao Projeto de Agricultura de Precisão sob a Coordenação do Dr. Ricardo Inamasu, também pelo apoio a montagem do sistema, Ao Sr. Pedro Bonfim, pelas discussões agronômicas e auxílio no manuseio das máquinas agrícolas, ao Dr. Eduardo Speranza pelo auxílio com a montagem dos mapas.

Referências

- MACHADO, H. M. *Determinação da biomassa de cana-de-açucar considerando a variação espacial de dados espectrais do satélite LANDSAT 7 – ETM+2003*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)– Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- INAMASU, R. Y., A. C. C. BERNARDI, C. M. P. VAZ, J. M. NAIME, L. R. QUEIROS, A. V. RESENDE, M. F. VILELA, L. A. C. JORGE, L. H. BASSOI, N. B. PEREZ, E. P. FRAGALLE. Agricultura de precisão para a sustentabilidade de sistemas produtivos do agronegócio brasileiro. In: INAMASU, R. Y., J.M. NAIME, A. V. RESENDE, L. H. BASSOI, A. C. C. BERNARDI (Ed.). Agricultura de precisão: um novo olhar. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011. p. 14-26.
- INAMASU, R.Y., A. C. C. BERNARDI, Agricultura de Precisão, In: INAMASU, R. Y., J.M. NAIME, A. V. RESENDE, L. H. BASSOI, A. C. C. BERNARDI (Ed.). Agricultura de Precisão:

Resultados de um Novo Olhar. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2014. p. 21-33
HOLLAND, Crop Circle ACS-430 active crop canopy sensor. Holland Scientific, Lincoln, NE,
EUA. 2018.

AMARAL, L.C., ROSA, H.J.A., MOLIN, J.P., Comparação entre sensores de NDVI em cana-de-açucar, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO – ConBAP, 2012, Ribeirão Preto-SP, 24-26 Setembro 2012.