

SENSORES REMOTOS PROXIMAIS DEDICADOS E IMAGENS ORBITAIS PARA DETERMINAÇÃO DE BIOMASSA EM CANA-DE-AÇÚCAR

*Fabricio T. R. de Oliveira, Gustavo Portz, José Paulo Molin
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, SP*

1. Introdução e Objetivos

O Nitrogênio (N) é um dos nutrientes exigidos em maior quantidade pelas plantas, sendo este afetado por uma dinâmica complexa entre solo, planta e atmosfera, tornando-se o manejo adequado da adubação nitrogenada um dos mais desafiadores (Raij, 1991). A biomassa acumulada pela planta é um dos fortes indicativos de deficiência ou suficiência de N no solo, pois integra os parâmetros de solo como pH, matéria orgânica, taxa de mineralização de N, umidade entre outros, diretamente relacionados a dinâmica do N. Esse comportamento do N nas plantas indicado indiretamente pela clorofila e biomassa motiva vários estudos conduzidos para avaliar o status do nutriente na planta, de forma indireta, por meio de equipamentos como clorofilômetros e sensores ópticos (Frasson et al., 2007; Povh et al., 2007).

Dentre as tecnologias empregadas na mensuração espacializada de vegetação, destaca-se o Sensoriamento Remoto (SR), definido por Molin (2003) como a técnica de se observar ou coletar dados de corpos ou áreas sem o contato físico. A região do espectro eletromagnético que desperta maior interesse por parte do SR é a que se estende da faixa do visível até a do infra-vermelho, com as quais se calculam a maioria dos Índices de Vegetação definidos como sendo a combinação de dados de duas ou mais bandas espectrais, selecionadas com o objetivo de determinar parâmetros da vegetação (Frasson et al., 2007). Regiões das lavouras com plantas mais bem nutridas em N apresentam maiores acúmulos de biomassa e teor de clorofila em comparação com regiões de solo pobre quanto ao elemento, sendo os Índices de Vegetação capazes de reconhecer estas diferenças, podendo servir de base à aplicação desse fertilizante em taxas variáveis espacialmente.

A aquisição de dados via SR pode se dar de diversas formas (orbital, sub-orbital e terrestre). Atualmente se encontram disponíveis no mercado uma vasta gama de opções de sensores. Por outro lado, diversas culturas podem ser diagnosticadas através do uso de SR, dentre as quais a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), que apresenta grande importância na economia brasileira. Desse modo, este trabalho tem por objetivo realizar um estudo comparativo entre diferentes sensores proximais e orbitais, verificando sua eficácia na mensuração de biomassa de cana-de-açúcar.

2. Material e métodos

Neste estudo, foram utilizados dados coletados em dois talhões comerciais de produção de cana-de-açúcar, cedidos pela Usina São Martinho, localizados no município de Guataporá, na região de Ribeirão Preto, SP. O clima dessa região é descrito como Tropical (Aw), com inverno seco, e os tipos de solo predominantes na região são os Latossolos Vermelhos e os Nitossolos Vermelhos. O talhão Alvorada conta com 6,43 ha, e o talhão Aparecida com 5,93 ha, totalizando 12,36 ha estudados. Nas áreas em questão, foram distribuídos aleatoriamente 60 pontos de amostragem (30 em cada área), nos quais foram coletadas amostras de solo (laboratorial) e planta (altura de colmos, número de colmos, biomassa e índice SPAD) em um

buffer de 5 m em torno de cada ponto, no período entre Dezembro de 2011 e Janeiro de 2012. Esses dados, por serem amostrados e reais, serviram de parâmetros para a comparação e validação de diferentes sensores ópticos proximais e um sensor orbital.

Neste período, ambas as áreas estudadas foram escaneadas em área total com três Sensores Ópticos Proximais Ativos de alta resolução, de diferentes fabricantes: Crop Circle® (Holland Scientific), GreenSeeker® (Ntech Industries - Trimble) e N-Sensor (Yara), montados em veículos agrícolas. Também se utilizou uma imagem orbital do sensor LISS-III, embarcado no satélite IRS-P6 Resourcesat-1, e disponibilizada ao público gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para todos os sensores estimou-se a biomassa através do NDVI (Rouse et al. 1973), exceto o N-Sensor, que trabalha com um índice próprio definido pelo fabricante, porém com o mesmo objetivo.

A partir dos dados obtidos pelos sensores testados, e pelas amostragens, foram produzidos mapas para ambas as áreas. Por fim realizou-se uma análise pixel a pixel, através da correlação linear de Pearson, de modo a verificar a correlação entre os mapas de biomassa obtidos pelos sensores. Os dados foram processados e analisados em planilha eletrônica e no software ArcGIS 9.3® (ESRI).

3. Resultados

Todos os atributos de planta e os dados de sensores foram interpolados em ambas as áreas pelo método do Inverso da Distância Ponderada, de modo a gerar os mapas que foram então comparados entre si (Figuras 1 e 2).

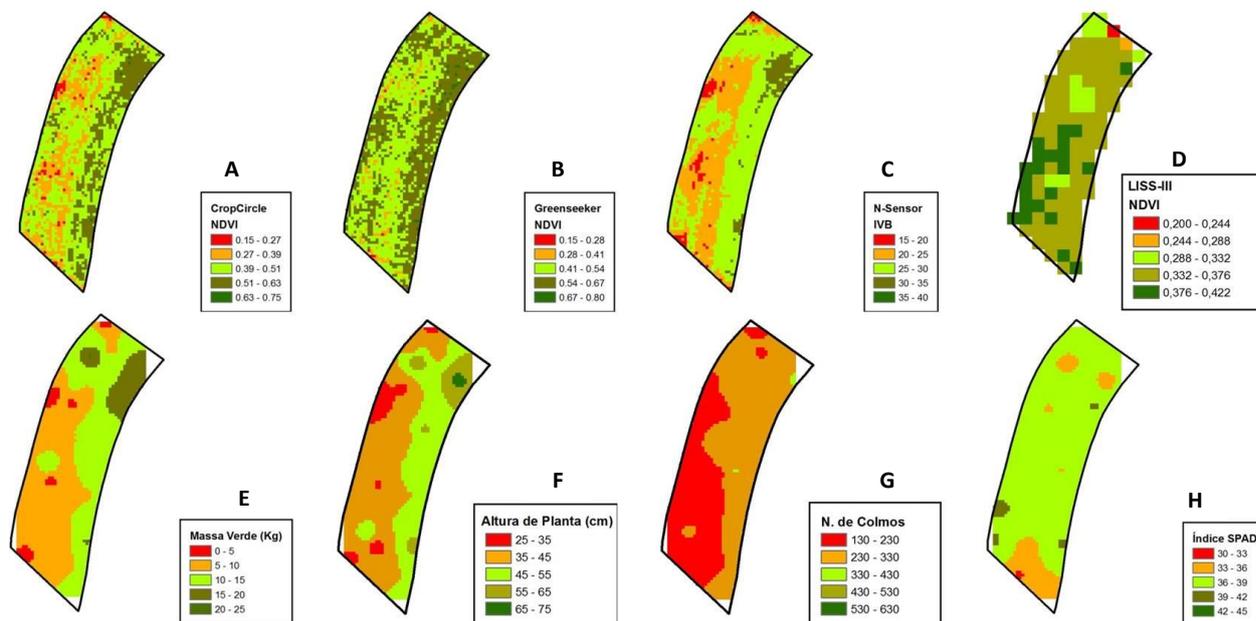


Figura 1: Talhão Alvorada - na primeira linha, mapas de biomassa obtidos pelos sensores: CropCircle (A), Greenseeker (B), N-Sensor (C) e LISS-III (D). Na segunda linha, mapas gerados a partir dos dados de amostragem de plantas: biomassa (E), altura de plantas (F), n. de colmos (G) e índice SPAD (H).

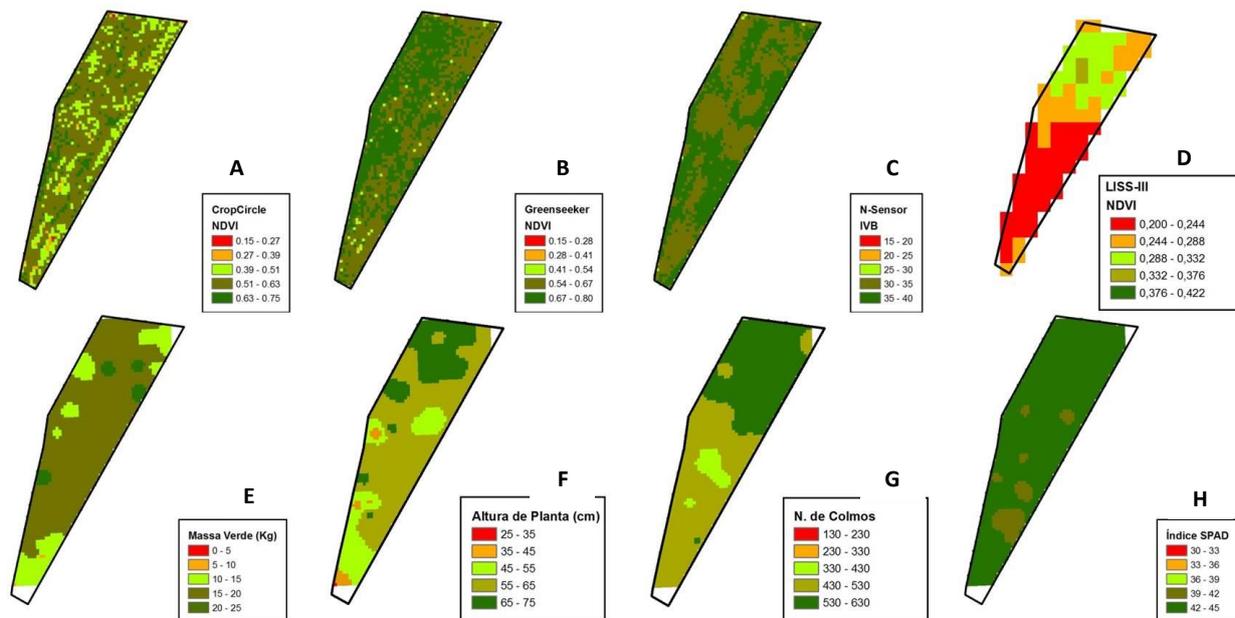


Figura 2: Talhão Aparecida - na primeira linha, mapas de biomassa obtidos pelos sensores: CropCircle (A), GreenSeeker (B), N-Sensor (C) e LIIS-III (D). Na segunda linha, mapas gerados a partir dos dados de amostragem de plantas: biomassa (E), altura de plantas (F), n. de colmos (G) e índice SPAD (H).

Visualmente há uma boa relação entre os mapas gerados pelos sensores terrestres entre si e entre e os atributos de planta, em especial no caso da biomassa, e principalmente no talhão que apresenta maior heterogeneidade (Alvorada). O mesmo entretanto não se repete para o sensor orbital. Realizou-se também a correlação de Pearson entre os mapas interpolados para ambas as áreas (Tabela 1).

Tabela 1. Correlação de Pearson entre os dados obtidos com os diferentes sensores

Talhão Alvorada					Talhão Aparecida				
PEARSON	CropCircle	GreenSeeker	N-Sensor	LIIS-III	PEARSON	CropCircle	GreenSeeker	N-Sensor	LIIS-III
CropCircle					CropCircle				
GreenSeeker	0.470				GreenSeeker	0.331			
N-Sensor	0.721	0.507			N-Sensor	0.334	0.335		
LIIS-III	0.154	0.087	0.242		LIIS-III	0.160	0.181	0.017	
MassaVerde	0.557	0.391	0.646	0.263	MassaVerde	0.312	0.245	0.355	0.209
Altura	0.593	0.425	0.691	0.258	Altura	0.161	0.225	0.113	0.495
N. de Colmos	0.581	0.390	0.687	0.369	N. de Colmos	0.036	0.020	0.103	0.809
SPAD	0.079	0.171	0.045	0.054	SPAD	0.108	0.059	0.098	0.509

Apesar dos valores de correlação relativamente baixos, verifica-se tendências de semelhanças dos sensores proximais entre si e entre os atributos de planta, o que não se observa com o orbital.

4. Conclusões

Os sensores proximais ativos testados foram eficientes na mensuração da biomassa vegetal, apresentando boa correlação entre si e com os atributos de planta, o que não se repete com o sensor orbital.

5. Referências Bibliográficas

Frasson, F. R. Molin, J. P.; Salvi, J. V.; Povh, F. P.; Garcial, M. A. L. Utilização de sensor ótico ativo no diagnóstico de falhas de plantio em cana-de-açúcar. STAB, Piracicaba, v.26, n.2, p.34-37, 2007.
Molin, J. P. Agricultura de Precisão: o gerenciamento da variabilidade. Piracicaba, São Paulo, 83p, 2003.
Raij, B. Van. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres. 343p, 1991.
Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTs. In: ERTS SYMPOSIUM, 3., 1973, Washington, DC. Proceedings ... Washington, DC: NASA, 1973. v. 1, p. 309-317.