

**Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)**



**A Dinâmica
Produtiva da
Agricultura
Sustentável**

Atena
Editora
Ano 2019

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)

A Dinâmica Produtiva da Agricultura Sustentável

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

D583 A dinâmica produtiva da agricultura sustentável [recurso eletrônico] /
Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. –
Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-639-3
DOI 10.22533/at.ed.393192309

1. Agricultura. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente
– Preservação. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario.
CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O livro “A Dinâmica Produtiva da Agricultura Sustentável” aborda uma publicação da Atena Editora, e apresenta, em seus 16 capítulos, trabalhos relacionados com preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável na atualidade do Brasil.

Este livro dedicado ao desenvolvimento sustentável, traz uma variedade de artigos que mostram diferentes estratégias aplicadas por diversas instituições de pesquisa na procura de soluções sustentáveis frente ao estresse salino, indução de aumento de brotações em frutíferas, drones no monitoramento remoto na cafeicultura, produção de mudas, uso de biogás, otimização de adubos químicos e irrigação. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área de agronomia, robótica, geoprocessamento de dados, educação ambiental, manejo da água, entre outros.

Estas aplicações e tecnologias visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país. Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na Preservação do Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área do desenvolvimento sustentável, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ADUBAÇÃO COM SILÍCIO NO PIMENTÃO CULTIVADO SOB ESTRESSE SALINO	
Raíra Andrade Pelvine Douglas José Marques	
DOI 10.22533/at.ed.3931923091	
CAPÍTULO 2	12
ALTERNATIVAS PARA INDUÇÃO DA BROTAÇÃO EM FRUTEIRAS DE CLIMA TEMPERADO	
Camilo André Pereira Contreras Sánchez Marlon Jocimar Rodrigues da Silva Daniel Callili Bruno Marcos de Paula Macedo Ronnie Tomaz Pereira Victoria Monteiro da Motta Leticia Silva Pereira Basílio Camila Vella Gomes Giovanni Marcello Angeli Gilli Coser Charles Yukihiro Watanabe Sarita Leonel Marco Antonio Tecchio	
DOI 10.22533/at.ed.3931923092	
CAPÍTULO 3	22
ANÁLISE DE PARÂMETROS DE VOOS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NA GERAÇÃO DE ORTOMOSAICO PARA CAFEICULTURA	
Luana Mendes Dos Santos Gabriel Araújo e Silva Ferraz Brenon Diennevan Souza Barbosa Marco Thulio Andrade Diogo Tubertini Maciel Diego Bedin Marin Alan Delon Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.3931923093	
CAPÍTULO 4	30
CRESCIMENTO DE PLANTAS DE EUCALIPTO SUBMETIDAS A DOSES DE GIBERELINA	
Fábio Santos Matos Camila Lariane Amaro Winy Kelly Lima Pires Victor Alves Amorim Victor Luiz Gonçalves Pereira Larissa Pacheco Borges	
DOI 10.22533/at.ed.3931923094	
CAPÍTULO 5	38
CUNICULTURA E MAXIMIZAÇÃO DA RENDA INTEGRADA DA PROPRIEDADE RURAL	
Ana Carolina Kohlrausch Klinger Diuly Bortoluzzi Falcone Geni Salete Pinto De Toledo	
DOI 10.22533/at.ed.3931923095	

CAPÍTULO 6	44
DESERTIFICAÇÃO EM GILBUÉS – PI: DEGRADAÇÃO DOS SOLOS, IMPACTOS ECONÔMICOS E SOCIOAMBIENTAIS	
Dalton Melo Macambira	
Maria do Socorro Lira Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.3931923096	
CAPÍTULO 7	56
IMPACTOS AMBIENTAIS RESULTANTES DA MINERAÇÃO E DA INDÚSTRIA CERAMISTA NO VALE DO RIO TIJUCAS - SANTA CATARINA	
Annemara Faustino	
José Francisco Hilbert	
Odacira Nunes	
Rafael Francisco Cardoso	
Juarês José Aumond	
DOI 10.22533/at.ed.3931923097	
CAPÍTULO 8	69
MEIO AMBIENTE E HISTÓRIA: CAPÍTULOS DA MATA ATLÂNTICA NA BAHIA ESCRITOS ENTRE MACHADOS E SERRAS	
Marcos Vinícius Andrade Lima	
Natane Brito Araújo	
Marjorie Cseko Nolasco	
DOI 10.22533/at.ed.3931923098	
CAPÍTULO 9	81
PERSPECTIVAS PARA A (RE)PRODUÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR À LUZ DO DESENVOLVIMENTO RURAL: POSSIBILIDADES PARA O ESPAÇO RURAL DO ESTADO DA BAHIA	
Marcio Rodrigo Caetano de Azevedo Lopes	
Ivna Herbênia da Silva Souza	
Sidney dos Santos Souza	
Mila Fiuza Wanderley Rocha	
Márcia Gonçalves Bezerra	
DOI 10.22533/at.ed.3931923099	
CAPÍTULO 10	89
PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS DE BOVINOCULTURA LEITEIRA POR MEIO DA CODIGESTÃO COM MACRÓFITAS DA ESPÉCIE <i>SALVINIA</i>	
Leonardo Pereira Lins	
Laercio Mantovani Frare	
Paulo Rodrigo Stival Bittencourt	
Thiago Edwiges	
Eduardo Eyng	
Jéssica Yuki de Lima Mito	
DOI 10.22533/at.ed.39319230910	
CAPÍTULO 11	98
PRODUTIVIDADE DA SOJA SUBMETIDA A DIFERENTES FONTES DE MAGNÉSIO VIA FOLIAR	
Gabriel Henrique de Aguiar Lopes	
Lucas Ferreira Ramos	
André Luis Menezes Sales	
Vinicius Gabriel Valente Smerine	
Alexandre Daniel de Souza Júnior	
Rodrigo Merighi Bega	

DOI 10.22533/at.ed.39319230911

CAPÍTULO 12	106
RECOMENDAÇÃO DE IRRIGAÇÃO DE MUDAS DE PINHÃO MANSO	
Fábio Santos Matos	
Camila Lariane Amaro	
Liana Verônica Rossato	
Diego Braga de Oliveira	
Lino Carlos Borges Filho	
DOI 10.22533/at.ed.39319230912	
CAPÍTULO 13	115
SÉRIES TEMPORAIS DE NDVI E SAVI EM ÁREA DE CULTIVO CONVENCIONAL DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Thayná Loritz Lopes Ferreira de Araujo e Silva	
Gustavo Henrique Mendes Brito	
Mylena Marques Dorneles	
Maurício Oliveira Barros	
Ivandro José De Freitas Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.39319230913	
CAPÍTULO 14	123
SILICATO DE CALCIO COMO AMENIZADOR DE ESTRESSE SALINO EM PLANTAS DE PIMENTÃO	
Raíra Andrade Pelvine	
Douglas José Marques	
DOI 10.22533/at.ed.39319230914	
CAPÍTULO 15	134
USO DE PESTICIDAS NA AGRICULTURA: IMPACTOS E CAMINHO A SEGUIR	
Taliane Maria da Silva Teófilo	
Tatiane Severo Silva	
Tiago da Silva Teófilo	
Maria Vivianne Freitas Gomes de Miranda	
DOI 10.22533/at.ed.39319230915	
CAPÍTULO 16	140
UTILIZAÇÃO DE AERONAVE REMOAMENTE PILOTADA PARA MAPEAMENTO DE USO DE SOLO EM UMA ÁREA DE CAFEEIROS	
Luana Mendes Dos Santos	
Gabriel Araújo e Silva Ferraz	
Brenon Diennevan Souza Barbosa	
Letícia Aparecida Gonçalves Xavier	
Sthéfany Airane Dos Santos	
Diogo Tubertini Maciel	
Lucas Santos Santana	
DOI 10.22533/at.ed.39319230916	
SOBRE OS ORGANIZADORES	145
ÍNDICE REMISSIVO	146

SÉRIES TEMPORAIS DE NDVI E SAVI EM ÁREA DE CULTIVO CONVENCIONAL DE CANA-DE-AÇÚCAR

Thayná Loritz Lopes Ferreira de Araujo e Silva

Faculdade Evangélica de
Goianésia – Curso de Agronomia
Goianésia – Goiás

Gustavo Henrique Mendes Brito

Faculdade Evangélica de
Goianésia – Curso de Agronomia
Goianésia – Goiás

Mylena Marques Dorneles

Faculdade Evangélica de
Goianésia – Curso de Agronomia
Goianésia – Goiás

Maurício Oliveira Barros

Faculdade Evangélica
de Goianésia – Curso de Agronomia
Goianésia – Goiás

Ivandro José De Freitas Rocha

Faculdade Evangélica
de Goianésia – Curso de Agronomia
Goianésia – Goiás

RESUMO: Os índices de vegetação estão relacionados com parâmetros biofísicos da cobertura vegetal e possibilitam caracterizar fatores como índices de área foliar, biomassa, radiação fotossinteticamente ativa absorvida, produtividade, podendo também minimizar os efeitos da iluminação da cena e declividade na

superfície que influenciam na reflectância da vegetação. Deste modo, o objetivo com este trabalho foi monitorar uma área comercial de 182 ha da cultura de cana-de-açúcar em cultivo convencional, que está inserida no município de Vila Propício, Goiás. Foram utilizadas imagens Landsat 8 Sensor OLI na órbita 222-71 durante o período de crescimento e desenvolvimento da cultura. Estas imagens foram convertidas em reflectância e gerados índices de NDVI e SAVI a cada 16 dias a partir do transplântio da cultura realizado no mês de fevereiro, possibilitando o monitoramento da área de acordo com as fases de desenvolvimento fenológico. Foi apresentado valores médios de NDVI maiores que os valores médios de SAVI, até os 275 dias após o plantio; depois disso ambos apresentaram valores médios idênticos. Concluiu-se que o SAVI apresentou melhores resultados na fase de brotação, na fase de perfilhamento ocorreu um aumento nos índices NDVI e SAVI, e na fase de crescimento vegetativo houve redução para em ambos.

PALAVRA-CHAVE: sensoriamento remoto, monitoramento, *Saccharum officinarum*

NDVI AND SAVI TIME SERIES IN CONVENTIONAL SUGARCANE CULTIVATION AREA

ABSTRACT: The vegetation indices are related to biophysical parameters of the vegetation cover and allow to characterize factors such as foliar area indexes, biomass, photosynthetically active radiation absorbed, productivity, and also to minimize the effects of scene illumination and surface slope that influence vegetation reflectance. The objective of this work was to monitor a commercial area of 182 ha of conventional sugarcane cultivation, which is located in Vila Propício municipality, Goiás. Landsat 8 Sensor OLI images were used in orbit 222- 71 during the period of growth and development the crop. These images were converted to reflectance and NDVI and SAVI indexes were generated every 16 days from the transplanting of the crop in the month on February, allowing the monitoring of the area according to the phenological development phases. Mean values of NDVI were higher than the mean values of SAVI, up to 275 days after planting; after that both presented identical mean values. It was concluded that the SAVI presented better results at budding stage, in the tillering phase there was an increase in the NDVI and SAVI rates, and in the vegetative growth phase there was a reduction for both.

KEYWORDS: Remote Sensing, monitoring, *Saccharum officinarum*

1 | INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das culturas mais importantes para o agronegócio brasileiro, ficando atrás somente de soja e milho em área plantada. O Brasil foi em 2018 o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, em 2016 a área plantada da cultura era de 10,5 milhões de hectares, correspondendo a 13,5% de toda área agrícola do país. (CONAB, 2018; IBGE, 2017).

A grande produção nacional de cana-de-açúcar demonstra o potencial produtivo da cultura e das agroindústrias sucroalcooleiras, com a alta produção de etanol e açúcar, além disso a geração de energia elétrica a partir dos resíduos da cana-de-açúcar contribui para redução de custos e uma produção mais eficiente e sustentável. Apesar de seu grande potencial a cana-de-açúcar é exigente em relação as condições do solo, pois sua boa produtividade depende de solos com boa fertilidade, profundos, argilosos, boa retenção hídrica e pH entre 6,0 e 6,5 (ZANZARINI et al., 2013; CONAB, 2018).

Por tais motivos tem-se adotado tecnologias avançadas com objetivo de manter elevados índices de produtividade, sendo o sensoriamento remoto uma das tecnologias utilizadas desde o monitoramento de áreas, comportamento da cultura durante o seu ciclo, balanço energético, estimativa de produtividade, entre outras aplicações (MACHADO et al., 2014; ANDRADE et al., 2014).

O sucesso da utilização do sensoriamento remoto em áreas canavieiras, bem como outras espécies vegetais se dá devido a interação da vegetação com a

energia proveniente do sol, em que parte desta energia é absorvida pela vegetação, parte é refletida ou transmitida, sendo a energia refletida captada pelos sensores e disponibilizadas como imagens que possibilitam detectar as diferenças relacionadas à densidade da cobertura vegetal, estimar a biomassa, monitorar o crescimento, estresse hídrico, vigor das plantas, e até mesmo avaliar o estágio fenológico (SILVA et al., 2012; BRANDÃO et al., 2008).

A interação das plantas com a radiação eletromagnética é dada principalmente pelas folhas, órgãos compostos por diferentes tecidos, estruturas e suas células compostas por água, solutos e organelas. Nas folhas estão presentes os pigmentos fotossintetizantes (clorofilas, xantofilas e carotenos), responsáveis pela absorção da radiação eletromagnética na região do espectro eletromagnético na faixa do visível ($0,40\mu\text{m}$ a $0,72\mu\text{m}$). A faixa do infravermelho é dividida em infravermelho próximo ($0,72\mu\text{m}$ a $1,1\mu\text{m}$) e infravermelho médio ($1,1\mu\text{m}$ a $2,5\mu\text{m}$), nessas faixas ocorre menor absorção da radiação eletromagnética e maior refletância na região do espectro (PONZONI et al., 2012).

Para explorar estas interações são utilizados os índices de vegetação que normalmente combinam dados das bandas espectrais nas faixas do visível e infravermelho próximo do espectro eletromagnético. Na faixa do visível os pigmentos predominantes absorvem radiação na região do azul ($0,445\mu\text{m}$) e do vermelho ($0,645\mu\text{m}$), tendo baixa refletância, os pigmentos encontrados no cloroplasto absorvem e transformam esta energia radiante em calor ou compostos orgânicos produzidos a partir do processo de fotossíntese. Por outro lado, na faixa do infravermelho próximo ($0,72\mu\text{m}$ – $1,1\mu\text{m}$) a refletância é quase constante, na faixa do infravermelho médio ($1,1\mu\text{m}$ – $3,2\mu\text{m}$), sendo sensível ao teor de umidade presente nas folhas (PONZONI et al., 2012).

Entre os diversos índices de vegetação propostos destacam-se o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), proposto por ROUSE et al. (1973) e o Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), proposto por HUETE (1988). O NDVI é calculado pela diferença entre o vermelho (visível) e o infravermelho próximo dividido por sua soma, apresenta forte correlação com crescimento de culturas e varia de -1 a +1. O SAVI é uma adaptação do NDVI com o objetivo de minimizar os efeitos do solo no sinal da vegetação a partir da aplicação da constante L. (ZANZARINI et al., 2013; REGO et al., 2012; RAMOS et al., 2010; BIRTH; BENVENUTI, 2005; SILVA et al., 2015).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em uma área de cultivo comercial de cana-de-açúcar da empresa Jalles Machado, no município de Vila Propício, Goiás. A fazenda está localizada entre as coordenadas geográficas de $15^{\circ}18'29''$ S, $48^{\circ}53'41''$ W, (Figura 1), possui 182,41 hectares cultivados com as variedades CTC9003 e

CTC15, altitude média de 640 m, com clima da região tropical úmido, invernos secos, verões chuvosos e temperatura variando em torno dos 20° C a 25°C.

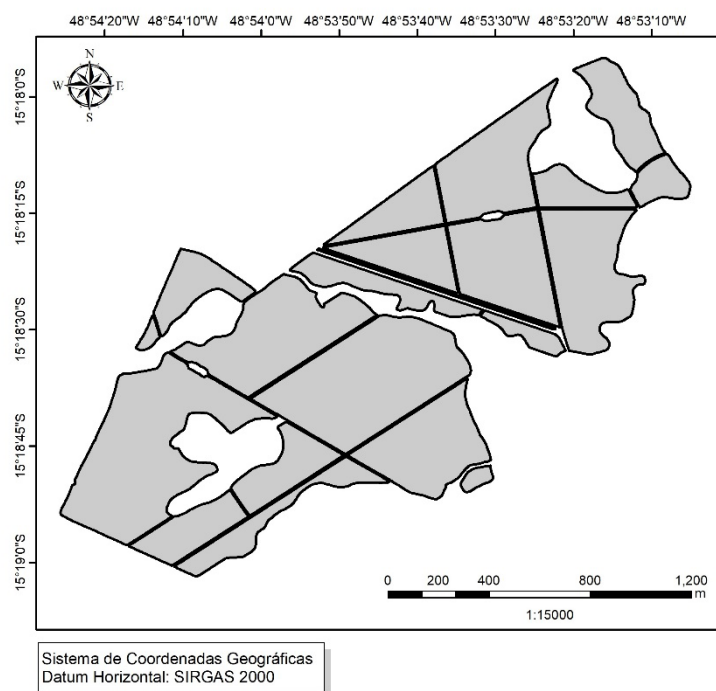


FIGURA 1. Área de cultivo de cana-de-açúcar

Para o monitoramento da área foram utilizadas imagens captadas pelo sensor OLI do satélite Landsat 8, órbita 222, ponto 71, sendo adotada a primeira imagem disponível após o período de transplântio da cultura (02/02/2016 a 09/02/2016). Todas as imagens obtidas passaram por um refinamento para definir quais cenas foram utilizadas em função da visibilidade (atmosfera livre de presença de nuvens), qualidade do imageamento do sensor (sem ruídos) e homogeneidade do período de captura da cena. Em cada cena previamente selecionada realizou-se transformação dos números digitais (ND) das bandas do vermelho (banda 4) e infravermelho próximo (banda 5) em reflectância de acordo com a metodologia de calibração radiométrica do satélite Landsat 8 e disponível no seu guia.

O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e o índice de vegetação ajustado para o solo (SAVI) foram realizados de acordo com as metodologias propostas por Rouse et al., (1973) e por Huete (1988). Para descrição e análise dos índices de vegetação foram construídas séries temporais utilizando imagens coletadas entre os meses de fevereiro e dezembro do ano de 2016 que compreendem as fases de desenvolvimento da cana conforme estabelecido por Gascho e Shih (1983). Este procedimento permitiu a extração dos valores máximo, mínimo e médio dos índices NDVI e SAVI. A análise entre os diferentes índices de vegetação foi realizada separando os pontos em que a cultura da cana apresentou padrões semelhantes, principalmente, quanto à época do transplântio, o desenvolvimento e a época da

colheita.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil temporal dos índices de vegetação NDVI e SAVI foram construídos até a fase de desenvolvimento vegetativo da cultura, e permitiu identificar em linhas gerais que o NDVI sempre apresentou valores médios maiores que os SAVI até em torno de 275 DAP (dias após o plantio) (Figura 2). Borato e Gomide (2013) também encontraram comportamento semelhante na comparação entre NDVI e SAVI quando caracterizaram a cobertura vegetal ao norte de Minas gerais. Ribeiro et al. (2015) analisaram o perfil temporal das variações de parâmetros biofísicos da cana-de-açúcar no município de Jaíba-MG e identificaram valores médios de NDVI superiores aos valores médios do SAVI.

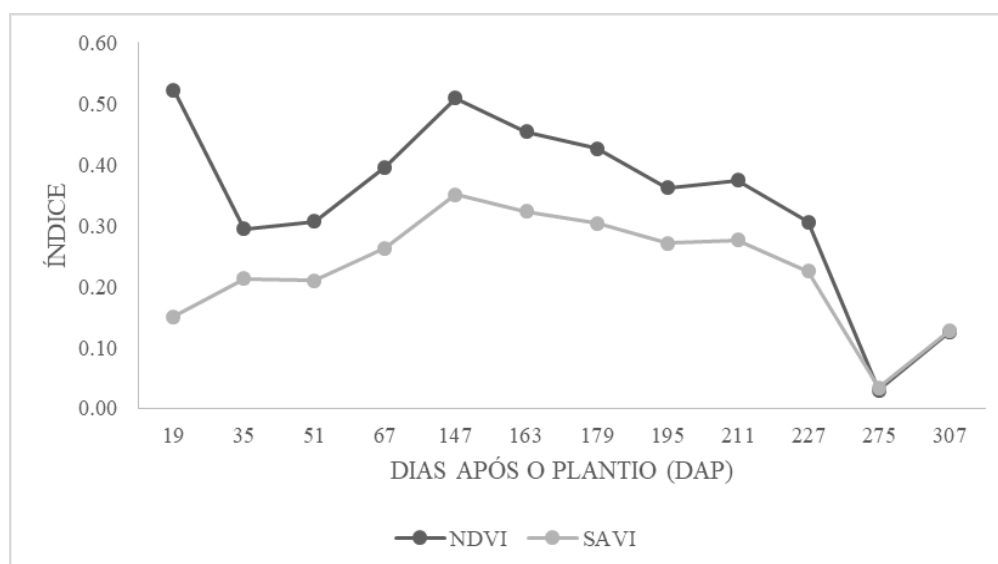


FIGURA 2. Perfil temporal dos índices de vegetação SAVI e NDVI na cultura de cana-de-açúcar

As maiores variações entre os índices de vegetação NDVI e SAVI foram observadas na transição da fase de perfilhamento para a fase de desenvolvimento dos colmos aos 147 DAP. Segundo Ribeiro et al. (2015), Simões et al. (2009), Frasson, et al. (2007) as maiores variações dos valores médios de NDVI e SAVI ocorrem nas fases de desenvolvimento vegetativo e maturação, o comportamento espectral da cultura acompanha a evolução temporal de variáveis agronômicas, fato que demonstra a potencialidade do sensoriamento remoto na detecção de dados para monitorar as condições de produção de culturas agrícolas.

Durante a fase de brotação (0 a 30 DAP) só estava disponível uma imagem da área de estudo e o valor médio para o período de 19 DAP foi de 0,52 para o NDVI e 0,15 para o SAVI. Possivelmente esta diferença ocorreu devido a influência do solo exposto nas fases iniciais e destacados pelo SAVI. Segundo Gilabert et al., (2002)

e Eastman (2006) o SAVI minimiza os efeitos da reflectância do solo devido ao fator de ajuste da densidade da vegetação. Durante a fase de perfilhamento (40 – 120 DAP) o NDVI e SAVI apresentaram valores médios bem próximos, com 0,31 e 0,21, respectivamente. Além disso, foi observado que os valores dos índices cresceram durante toda a fase de perfilhamento. Os valores máximos dos índices foram apresentados na transição da fase de perfilhamento para o crescimento vegetativo em torno de 147 DAP. Frasson, et al. (2007) ao analisar a variabilidade temporal do NDVI em diferentes variedades de cana-de-açúcar observou que os valores de NDVI foram consideravelmente maiores no início do período vegetativo.

Durante o crescimento vegetativo (120 – 360 DAP) ambos índices decresceram até em torno de 275 DAP, e apresentando valores médios de 0,37 para o NDVI e 0,27 para o SAVI. Analisando perfis temporais NDVI em áreas de cana em São Paulo, Gonçalves et. al. (2013) também verificaram padrões semelhantes durante a fase de crescimento vegetativo utilizando o sensor AVHRR / NOAA e MODIS. Simões et al. (2009) observou em uma área de cana-de-açúcar comercial que durante a fase de crescimento vegetativo o índice de NDVI teve um aumento significativo, posteriormente, na fase de maturação teve uma estabilização do índice seguido de um decréscimo em virtude da maior presença de palha. Ramme et. al. (2010) analisaram perfis temporais NDVI MODIS em uma área de cana-soca de maturação tardia e também identificaram mudanças fenológicas na cultura da cana-de-açúcar por intermédio dos perfis temporais. A partir de 275 DAP os valores de NDVI e SAVI apresentaram crescimento e valores médios idênticos.

4 | CONCLUSÃO

É possível caracterizar o comportamento e desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar utilizando imagens provenientes do monitoramento remoto e uso dos índices de vegetação NDVI e SAVI. Os índices de vegetação NDVI e SAVI apresentaram valores crescentes durante toda a fase de perfilhamento da cultura e diminuição dos índices a partir da fase inicial de maturação, quando a cultura apresenta um maior número de folhas secas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. G.; SEDIYAMA, G.; SOARES, V. P.; GLERIANI, J. M.; MENEZES, S. J. M. C. **Estimativa da produtividade da cana-de-açúcar utilizando o Sebal e imagens Landsat**. Revista brasileira de agrometeorologia, v.29, n.3, p. 433 - 442, 2014.

BENVENUTI, F.A. **Relação de índices espectrais de vegetação com a produtividade da cana-de-açúcar e atributos edáficos**. 2005. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade De Engenharia Agrícola, Faculdade Estadual De Campinas, Campinas.

BIRTH, G. S.; MCVEY, G. **Measuring the colour of growing turf with a reflectance spectrophotometer**. Agronomy Journal, v. 60, n. 6, p. 640-643, 1968.

- BORATTO, I. M. de; GOMIDE, R. L. **Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI E IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 - 18 abril 2013, INPE, 7345 - 7352.
- BRANDÃO, Z. N.; BEZERRA, M. V. C.; FREIRE, E. C.; SILVA, B. B. **Agricultura de precisão para gerenciamento do algodão**. In: AZEVÊDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. O agronegócio do algodão no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 1309 p. cap. 20. v.2.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira cana-de-açúcar**, v. 4 - Safra 2017/18, n. 4 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-73, abril 2018.
- EASTMAN, J.R.; ANDES, I.; **Guide to GIS and Image Processing**. Clark Laboratory. Clark university. Worcester/MA. USA. 2006. 284p.
- FRASSON, F. R., MOLIN, J.P., POVH, F. P., SALVI, J. V.; **Comportamento temporal do NDVI Mensurado com sensor óptico ativo para diferentes variedades de cana-de-açúcar**. BioEng, Campinas, 1 (3): 237-244, set/dez., 2007.
- GASCHO, G. J.; SHIH, S. F.; **Sugarcane**. In: Teare, I. D.; Peet, M. M. (ed.). Crop-Waterrelations. New York: Wiley-Interscience, 1983. p.445-479.
- GILABERT, M. A; GONZÁLEZ-PIQUERAS; J; GARCÍA-HARO, F.J; MELIA, J. A; **Generalized soil-adjusted vegetation index**. Remote Sensing of Environment, v. 82. p. 303–310. 2002.
- GONÇALVES, R. R. do V.; ZULLO, Junior J.; MARQUEZINI, O.; AMARAL, B. do F.; SOUSA, E. P. M. de; ROMANI, L. A. S. **Análise da relação entre os perfis de NDVI obtidos dos sensores AVHRR/NOAA e MODIS nas áreas produtoras de cana-de-açúcar em São Paulo**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, 0640 – 0647.
- HUETE, A. R. **A soil-adjusted vegetation index (SAVI)**. Remote Sensing of Environment, v. 25, p. 295-309. 1988.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **A geografia da cana-de-açúcar – Dinâmica territorial da produção agropecuária**. Rio de Janeiro, 2017. 172p.
- MACHADO, C. C.; SILVA, B. B.; ALBUQUERQUE, M. B.; GALVÍNIO, J. D. **Estimativa do balanço de energia utilizando imagens TM– Landsat 5 e o algoritmo Sebal no litoral sul de Pernambuco**. Revista brasileira de agrometeorologia, v.29, n.1, p.55-67, 2014.
- MCBRATNEY, A. B.; WHELAN, B. M.; ANCEV, T.; BOUMA, J. **Future directions of precision agriculture**. Precision Agriculture, v. 6, n. 1, p. 1-17, 2005.
- OLIVEIRA, T. C; FERREIRA, E.; DANTAS, A. A. A. **Temporal variation of normalized difference vegetation index (NDVI) and calculation of the crop coefficient (Kc) from NDVI in areas cultivated with irrigated soybean**. Ciência Rural, v. 46, p. 1683-1688, 2016.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2012. 159 p.
- RAMME, F. L. P.; LAMPARELLI, R. A. C.; ROCHA, J. V. **Perfis temporais NDVI MODIS, na cana-soca, de maturação tardia**. Engenharia agrícola, v.30, n.3, p.408-494, 2010.
- RAMOS, R. R. D.; LOPES, H. L.; JUNIOR, J.C.F.M.; CANDEIAS, A.L.B. **aplicação do índice da vegetação por diferença normalizada (ndvi) na avaliação de áreas degradadas e potenciais**

para unidades de conservação. In:III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Anais... Recife - PE,27-30 de julho de 2010 p. 001 – 006.

RÊGO, S. C. A.; LIMA, P. P. S.; LIMA, M. N. S.; MONTEIRO, T. R. R. **Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI no município de São Domingos do Cariri-PB.** Revista Geonorte, v. 2, n. 4, p. 1217-1229, 2012.

RIBEIRO, R. B.; FILGUEIRAS, R.; RAMOS, M. C. A.; NASCIMENTO, C. R. **Análise temporal das variações de parâmetros biofísicos da cana-de-açúcar em Jaíba – MG.** Nativa, v.03, n.03, p.150-155, 2015.

RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da cana-de-açúcar.** Botucatu: UNESP, 1995. 100p. (Apostila).

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS.** In: EARTH RESOURCE TECHNOLOGY SATELLITE-1 SYMPOSIUM, 3., 1973, Washington. Proceedings... v. 1, p.309-317, 1973.

SILVA, H. A.; PIMENTEL, R. M. M.; GALVÍNCIO, J. D. **Conceitos Básicos: princípios físicos em sensoriamento remoto.** In: GALVÍNCIO, J. D. Sensoriamento Remoto e Análise Ambiental. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2012, 13-19 p.

SILVA, M. V. R.; CHAVES, J. M.; VASONCELOS, R. N.; DUVERGER, S. G. **Aplicação do índice de vegetação ajustado ao solo – SAVI para a identificação de fragmentos de caatinga em cultivos de *Agave sisalana* perrine na região semiárida do Brasil.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 17, 2015, João Pessoa. Anais... João Pessoa: INPE,2015. p.5850-5857.

SIMÕES, M.S.; ROCHA, J.V.; LAMPARELLI, R.A.C. **Orbital spectral variables, growth analysis and sugarcane yield.** Scientia Agricola, Piracicaba, v. 66, n. 4, p. 451-461, 2009.

ZANZARINI, F.V.; PISSARRA, T.C.T; BRANDÃO, F.J.C; TEIXEIRA, D. D. B; **Correlação espacial do índice de vegetação (NDVI) de imagem Landsat/ETM+ com atributos do solo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.6, p.608-614, 2013.

SOBRE OS ORGANIZADORES

JORGE GONZÁLEZAGUILERA: Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

ALAN MARIO ZUFFO: Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácido giberélico 15, 30, 32, 35

Adubação foliar 98, 99, 104

Agricultura familiar 43, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88

Água 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 16, 32, 49, 52, 53, 64, 87, 93, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 117, 123, 124, 125, 126, 128, 131, 136

B

Bahia 52, 69, 71, 75, 76, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88

Biocombustível 106

Biomassa total 30, 33, 34, 35, 109, 110, 111

C

Café 23, 24, 140, 142, 144

Capsicum Annuum L 1, 2, 123, 124

Cerâmica 56, 58, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67

Coelhos 38, 39, 40, 41, 42, 43

Controle 3, 6, 20, 64, 78, 102, 103, 125, 128, 134, 135, 136, 137, 142, 145

D

Degradação ambiental 44, 45, 49, 50, 55, 59, 60, 63, 66, 67, 70, 76

Desenvolvimento regional 56

Desenvolvimento rural 40, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88

Desenvolvimento sustentável 31, 42, 44, 53, 55, 83, 87, 88

Drone 23

E

Estresse salino 1, 3, 9, 11, 123, 125, 131, 132

Exploração Madeireira 69, 74, 79

F

Frutas 13, 14

G

Governança Participativa 69

H

Hidrolato 13, 18, 19

História agrária 69, 80

I

Impactos ambientais e socioeconômicos 56, 57

Ingredientes alternativos 38, 40

J

Jatropha curcas 36, 106, 107, 113, 114

M

Manejo 3, 10, 11, 16, 20, 21, 23, 32, 35, 77, 91, 99, 100, 125, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 145

Metano 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96

MIP 134, 135, 136, 137

Monitoramento 24, 115, 116, 118, 120, 136, 143

N

Natureza 2, 44, 46, 47, 48, 52, 53, 54, 124

Nutrição de plantas 1, 3, 98, 123, 125

P

Pau d'algo 13, 18, 19, 21

Plantas aquáticas 90, 91, 95

Potencial energético 89, 90, 91, 107

Pragas 17, 134, 135, 136, 137, 138

Produtividade 2, 3, 4, 6, 10, 19, 23, 29, 31, 35, 49, 81, 82, 85, 90, 98, 99, 100, 102, 103, 108, 115, 116, 120, 124, 125, 126, 128, 132, 135

Q

Quebra de dormência 13, 16, 17, 20

R

Reguladores vegetais 30, 32

S

Saccharum Officinarum 115, 116

Sensoriamento remoto 54, 115, 116, 119, 121, 122, 141

Silicato de Cálcio 1, 4, 10, 123, 126, 132

Silício 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 123, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132

Sistemas de aeronaves não tripuladas 23, 141

Sobreposição 22, 23, 24, 25, 26, 27

Sociedade 10, 44, 46, 47, 48, 53, 54, 62, 63, 69, 77, 79, 132

Solanaceae 1, 2, 123, 124

Sustentabilidade 3, 38, 39, 47, 62, 81, 85, 88, 125, 136

T

Terras Agrícolas 49, 134, 135

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-639-3

