

## **Dinâmica espectral da cana-de-açúcar a partir do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)**

**ALINE TRAVASSOS CARDOSO 1<sup>1</sup>, GISLAINE COSTA de MENDONÇA 2<sup>2</sup>, FELIPE DEL MASSA MARTINS 3<sup>3</sup>, THAÍS RAYANE GOMES DA SILVA 4<sup>4</sup>, TERESA CRISTINA PISSARRA TARLÉ 5<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Graduanda em Eng. Agrônoma, Depto. De Engenharia Rural, FCAV/Unesp, Jaboticabal/SP, at.cardoso@unesp.br

<sup>2</sup> Bióloga, Doutoranda em Agronomia, Depto. de Engenharia Rural, FCAV/Unesp, Jaboticabal/SP

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Depto. Engenharia e Ciências Exatas, FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP.

<sup>4</sup> Eng. Agrônoma, Doutoranda em Agronomia, Depto. Engenharia e Ciências Exatas, FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP

<sup>5</sup> Eng. Agrônoma, Profª. Assist. Drª. Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP

Apresentado no  
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023  
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

**RESUMO:** O uso de tecnologias de sensoriamento remoto para auxiliar na condução do sistema de produção da cultura de cana-de-açúcar é importante para monitoramento e possíveis manejos. Dentre essas tecnologias se destaca o uso de índices de vegetação, como o NDVI. Objetivou-se, neste estudo, analisar a variabilidade espacial da cultura da cana de açúcar e relacioná-la com o índice espectral de vegetação (NDVI). Os dados de NDVI foram coletados na plataforma SatVeg da Embrapa. Os mapas de variabilidade espacial foram elaborados no sistema de informação geográfica (SIG). A imagem do satélite Landsat 8 OLI/TIRS órbita 222 e ponto 074 utilizada neste estudo em relação ao NDVI apresentou alta aplicação para observar a variabilidade espacial e temporal da cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** sensoriamento, reflectancia, fertilidade

### **Spectral dynamics of sugarcane from the normalized difference vegetation index (NDVI)**

**ABSTRACT:** The use of remote sensing technologies to help manage the sugarcane production system is important for monitoring and possible management. Among these technologies, the use of vegetation indices, such as the NDVI, stands out. The aim of this study was to analyze the spatial and temporal variability of the sugarcane crop and relate it to the spectral vegetation index (NDVI). The NDVI data were collected on Embrapa's SatVeg platform. The spatial variability maps were prepared using the geographic information system (GIS). The Landsat 8 OLI/TIRS satellite image orbit 222 and point 074 used in this study in relation to the NDVI showed high application to observe the spatial and temporal variability of the crop.

**KEYWORDS:** sensing, reflectance, fertility

**INTRODUÇÃO:** A cultura da cana de açúcar (*Saccharum officinarum L.*) é uma das mais importantes no mundo, por conta de seus produtos, como açúcar e álcool, além da produção de derivados artesanais e geração de energia através do bagaço. Valorizando os pequenos produtores, serve como fonte de renda na produção de derivados artesanais, como cachaça, rapadura, açúcar mascavo, caldo de cana e melado. Um setor que vem crescendo muito é o sucroalcooleiro brasileiro, principalmente por conta do mercado internacional de etanol, que expandiu muito a partir da crescente escassez do petróleo. Outro produto que vem crescendo muito é a biomassa gerada através do bagaço de cana de açúcar, possibilitando a cogeração de energia elétrica em indústrias. Setor que traz benefícios para um desenvolvimento sustentável (EMBRAPA, 2019). Na área de geomática ocorre a integração dos meios utilizados para a aquisição e gestão de dados espaciais no uso de serviços de tecnologia e informação. Aliado a essa ciência, a agricultura de precisão faz uso de práticas agrícolas com base nestas tecnologias para o tratamento da variabilidade espacial (HELFER et al., 2019). Inicia-se na coleta dos dados, análises e interpretação dessas informações, geração das recomendações, aplicação no campo e avaliação dos resultados (GEBBERS; ADAMCHUK, 2010), para a melhor tomada de decisão no manejo agrícola. Para auxiliar no processo de compreensão da fertilidade do solo, as técnicas de agricultura de precisão com o auxílio do sensoriamento remoto (ARANTES et al., 2019) como por exemplo, a análise de índice de reflectância por diferença normalizada, termo em inglês, *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) têm sido muito utilizadas. Este índice pode ser analisado por meio da interpretação de imagens de sensores remotos e, em particular, por valores obtidos em séries temporais, que permitem avaliar a variação da área verde em certo período. A correlação da fertilidade com o NDVI pode ser uma ferramenta vantajosa para analisar a variabilidade de rendimento verificada e aperfeiçoar o manejo em áreas agrícolas por meio de um gerenciamento agrícola que leve em consideração informações específicas e precisas de solo e de culturas (FERRONATO et al., 2019).

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área está localizada em Itumbiara, região Sul de Goiás, na bacia do Rio Paranaíba (Figura 1). Município que possui extensão de 2 462,9km<sup>2</sup> e situa-se a 443 metros de altitude do nível médio dos mares (IBGE Itumbiara, 2019). Para a coleta de dados do NDVI, foi selecionada uma área experimental onde já foi realizado um experimento do projeto geral, e foi realizada a coleta de dados de solo e da cultura durante 4 anos de experimentação, 2009 a 2017. A cultura escolhida foi a cana de açúcar (cultivar: SP81-3250) com rotação de cultura em duas das glebas. O manejo da fertilidade do solo foi realizado durante as operações de plantio, onde foram aplicadas formulações com ureia ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO), fosfato monoamônico (MAP) e cloreto de potássio (KCl), obedecendo a recomendação de adubação obtida por meio das análises de fertilidade do solo. Aplicou-se anualmente nas soqueiras, por meio de adubação de cobertura, formulações a base de nitrato de amônio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) e cloreto de potássio (KCl). Todas as análises das amostras de solo coletadas durante 4 anos foram caracterizadas de acordo com a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997;1999). As imagens foram obtidas pelo satélite Landsat 8 OLI/TIRS do ano de 2000 até 2021, órbita 222 e ponto 074. As imagens foram obtidas da plataforma SATVeg da EMBRAPA, e foram realizadas as correções geométricas e atmosféricas. A validação da classificação ocorreu em cada ponto que foi coletado a amostra de solo. Cada ponto foi georreferenciado no programa Google Earth Pro, e inseridos na plataforma digital do SatVeg para a coleta de dados das séries temporais de 2009 a 2017, e de acordo com a área de cada gleba. Os dados de fertilidade e NDVI foram submetidos à análise estatística descritiva e posteriormente para obter o coeficiente de correlação de Pearson através de pacotes estatísticos no programa R.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Conhecer a composição e disposição dos nutrientes que compõem o solo é fundamental para indicar os focos com déficit e promover a correção dos nutrientes adequadamente. A variabilidade espacial dos atributos de fertilidade é um fator intrínseco a estrutura e composição do solo e o seu mapeamento é fundamental para um manejo eficiente e racional em qualquer sistema de produção de vegetal. As análises de solo apresentaram indicadores da disponibilidade de nutrientes que auxiliam na avaliação da fertilidade, do estresse ou outros problemas que impeça o desenvolvimento da cana de açúcar. Contudo, os custos e a dificuldade em se obter muitas amostragem e análise de nutrientes pode ser um inconveniente no manejo da fertilidade no campo. Compreender a relação entre as assinaturas espectrais como as obtidas através do NDVI e as taxas de fertilidade do solo no campo fundamental para determinar a variabilidade espacial da fertilidade e otimizar a tomada de decisão para o manejo da cana com base no sensoriamento. Na análise da correlação entre os atributos de fertilidade e os valores de NDVI, os teores de Ferro, fósforo e Enxofre foram os mais expressivos. A correlação entre os atributos do solo como V%, pH e P também tiveram valor significativos (Figura 2). O pH do solo variavam de 4,8 a 6,8, as amostras encontram-se com pH classificados como bom e alto, com valores entre 5,5 e 7,0. A diferença do valor de pH entres os anos ocorre tendo em vista a correção do solo por calagem, ocasionando o aumento do pH para 5,10 e 6,10, justificando os valores correlacionados com o NDVI. A saturação por bases (V%) reflete a porcentagem dos pontos de troca de cátions no potencial do complexo coloidal do solo, diferenciando os solos considerados férteis (V% > 50) de solos de menor fertilidade (V% < 50). As análises de saturação por bases (V%) demonstram que as amostras de solo apresentaram resultados 45 até 85%, indicando solos férteis com boa condição para o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar. O ferro é importante na classificação dos solos e nas suas propriedades químicas, como por exemplo a adsorção específica. Ele apresentar diferentes formas da quais podem interferir na quantidade de energia eletromagnética refletida (TANAKA; MASCARENHAS, 2006; NAKA, 2019).

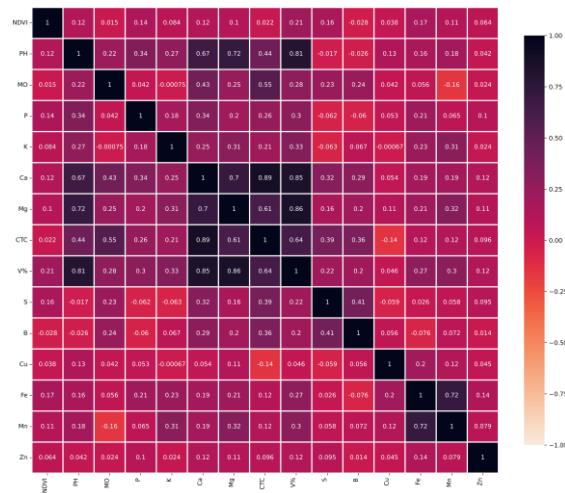


FIGURA 2. Correlação Fertilidade do Solo e NDVI.

**CONCLUSÕES:** A estrutura espacial dos dados dos atributos do solo e do NDVI apresentaram forte correlação. A fertilidade do solo, que por sua impacta no desenvolvimento da planta pode ser analisado pelo índice de vegetação (NDVI), onde a clorofila, principal componente da espectral da planta, tem interação direta com a reflectância, e os valores

obtidos a partir disso são lidos matematicamente e facilitando uma maior identificação de problemas ou não em lavouras para um melhor manejo. A tecnologia de sensoriamento remoto, na análise do NDVI, apresenta um alto potencial para definir políticas de manejo e do uso do solo e aprimorar o planejamento da condução do sistema de produção da cultura de cana-de-açúcar.

**AGRADECIMENTOS:** Agradeço ao grupo Polus por apoiar o projeto e ao Cnpq por fornecer a bolsa.

#### **REFERÊNCIAS:**

ARANTES BHT, ARANTES LT, COSTA EM, VENTURA MVA. DRONE APLICADO NA AGRICULTURA DIGITAL. IPÊ AGRONOMIC JOURNAL, 3:14-18, 2019.

DE ALCÂNTARA, ENNER HERENIO; STECH, JOSÉ LUIZ. DESENVOLVIMENTO DE MODELO CONCEITUAL TERMODINÂMICO PARA O RESERVATÓRIO HIDRELÉTRICO DE ITUMBIARA BASEADO EM DADOS DE SATÉLITE E TELEMÉTRICOS. AMBIENTE & ÁGUA-AN INTERDISCIPLINARY JOURNAL OF APPLIED SCIENCE, V. 6, N. 2, P. 157-178, 2011.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM SOLOS (1999). SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. BRASÍLIA, DF: EMBRAPA PRODUÇÃO DE INFORMAÇÃO. 412 P.

FERRONATO, NAVARRO; TORRETTA, VINCENZO. **MÁ GESTÃO DE RESÍDUOS EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO: UMA REVISÃO DAS QUESTÕES GLOBAIS.** REVISTA INTERNACIONAL DE PESQUISA AMBIENTAL E SAÚDE PÚBLICA, V. 16, N. 6, PÁG. 1060, 2019.

GEBBERS, ROBIN; ADAMCHUK, VIACHESLAV I. **AGRICULTURA DE PRECISÃO E SEGURANÇA ALIMENTAR.** CIÊNCIA, V. 327, N. 5967, PÁG. 828-831, 2010.

HELPER G.; MARTINI B.; SANTOS R.; COSTA A.; BARBOSA J. TELLUS: UM MODELO COMPUTACIONAL PARA A PREDIÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO NA AGRICULTURA DE PRECISÃO. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA (SBCUP). ANAIS DO XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA. PORTO ALEGRE: SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. 2010. ISSN:2595-6183.

IBGE ITUMBIARA. 2019. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://CIDADES.IBGE.GOV.BR/BRASIL/GO/ITUMBIARA/PANORAMA](https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/itumbiara/panorama). ACESSO EM: 17/10/2022

NAKA, JESSICA TIOSSI. **CORRELAÇÃO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA COM PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO PARA APLICAÇÕES EM AGRICULTURA DE PRECISÃO.** 2019. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO. UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ.