

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura e Pecuária*

Eventos Técnicos & Científicos

3

Junho, 2024

RESUMOS EXPANDIDOS

39^a Reunião de Pesquisa de Soja

**26 e 27 de junho de 2024
Londrina, PR**

*Embrapa Soja
Londrina, PR
2024*

Embrapa Soja

Rodovia Carlos João Strass, acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta
Caixa Postal 231, CEP 86001-970, Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000
Fax: (43) 3371 6100
www.embrapa.br/soja
<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

Comitê de Publicações da Embrapa Soja

Presidente: *Adeney de Freitas Bueno*

Secretário-executivo: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Fernando Augusto Henning, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Leandro Eugênio Cardamone Diniz, Maria Cristina Neves de Oliveira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Edição executiva: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*

Normalização: *Valéria de Fátima Cardoso*

Diagramação: *Marisa Yuri Horikawa*

Organização da publicação: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite, Claudine Dinali Santos Seixas*

1ª edição

Publicação digital: PDF

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Embrapa.

É de responsabilidade dos autores a declaração afirmando que seu trabalho encontra-se em conformidade com as exigências da Lei nº 13.123/2015, que trata do acesso ao Patrimônio Genético e ao Conhecimento Tradicional Associado.

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Soja

Reunião de Pesquisa de Soja (39. : 2024 : Londrina, PR).

Resumos expandidos 39ª Reunião de Pesquisa de Soja, Londrina, PR, 26 e 27 de junho de 2024

-- Londrina : Embrapa Soja, 2024.

PDF (195 p.) -- (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Soja, ISSN 0000-0000 ; 3).

1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Título. II. Série.

CDD (21. ed.) 633.34072

LANDSAT NEXT: NOVA PLATAFORMA ORBITAL PARA MONITORAMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA

CRUSIOL, L. G. T.⁽¹⁾; SIBALDELLI, R. N. R.⁽¹⁾; NANNI, M. R.⁽²⁾; GONÇALVES, J. V. F.⁽²⁾; FURLANETTO, R. H.⁽³⁾; GONÇALVES, S. L.⁽¹⁾; MORAES, L. A. C.⁽¹⁾; FOLONI, J. S. S.⁽¹⁾; MERTZ-HENNING, L. M.⁽¹⁾; NEPOMUCENO, A. L.⁽¹⁾; NEUMAIER, N.⁽¹⁾; FARIAS, J. R. B.⁽¹⁾

⁽¹⁾Embrapa Soja, Londrina, PR; ⁽²⁾Universidade Estadual de Maringá; ⁽³⁾University of Florida.

Introdução

O uso de imagens de satélite contribui para a rápida aquisição de informações sobre as condições de desenvolvimento das lavouras a partir da interação entre a radiação eletromagnética ⇔ planta ⇔ sensor, em função da variabilidade agrícola em uma área. Entretanto, existe um *trade-off* entre as resoluções temporal, espacial e espectral dos sensores operados em nível orbital, aéreo e de campo. Embora dados coletados em nível orbital (satélite) permitam o monitoramento em ampla escala territorial, esses dados possuem tempo de revisita estático quando comparados aos dados coletados em nível aéreo, por meio de sensores acoplados a veículo aéreo não tripulado (VANT), além de coletarem as informações espectrais em contido número de bandas espectrais, comparados aos sensores hiperespectrais operados em nível de campo (Crusiol et al., 2024).

A recém anunciada missão Landsat Next (NASA, 2024), constelação constituída por três satélites idênticos operando de forma sincronizada, possui elevado potencial para otimizar o monitoramento agrícola por meio de maiores resoluções temporal, espacial e, sobretudo, espectral, fornecendo maior frequência de imageamento, melhor detalhamento da superfície terrestre e ampla abrangência em comprimentos de onda com reconhecida contribuição para avaliações de lavouras.

Especificamente, as bandas espectrais do Landsat Next no espectro visível (Vis) e infravermelho de ondas curtas (SWIR) apresentam potencial para auxiliar no monitoramento de lavouras de soja sob diferentes condições de disponibilidade hídrica, um dos fatores mais limitantes às máximas produtividades. No Brasil, a ocorrência de períodos de déficit hídrico na cultura da soja é um dos principais responsáveis por episódios de insucesso e frustrações da atividade agrícola, com elevada variabilidade espaço-temporal, e impactos negativos na economia nacional e segurança alimentar global (Farias et al., 2023).

Diante da necessidade de constante aprimoramento dos modelos de estimativa da produtividade de soja, e considerando a previsão de lançamento do satélite Landsat Next para o ano de 2030, dados hiperespectrais coletados em nível de campo possuem papel crucial no planejamento estratégico de programas de monitoramento agrícola por meio de dados orbitais, dada a possibilidade de modelagem e validação antecipadas, encurtando o processo analítico após o lançamento do satélite. Assim, o objetivo do trabalho é avaliar a contribuição das bandas espectrais do satélite Landsat Next para o monitoramento da produtividade da soja sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica.

Material e Métodos

Dados hiperespectrais foram coletados nas safras 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019 em experimento instalado nos campos experimentais da Embrapa Soja, com delineamento experimental de blocos ao acaso com parcela subdividida com quatro tratamentos e quatro repetições. Nas parcelas foram distribuídas quatro condições hídricas: irrigado (recebendo irrigação, com potencial matricial do solo entre -0,03 e -0,05 Mpa), não irrigado (recebendo apenas águas de chuva), déficit hídrico no período vegetativo e déficit hídrico no período reprodutivo. A indução do déficit

hídrico ocorreu por meio de abrigos móveis programados para fecharem sempre que volumes de chuva superiores a 0,1 mm fossem registrados pela estação meteorológica localizada dentro da área experimental. Nas subparcelas foram distribuídos 5 genótipos de soja com diferentes respostas à disponibilidade hídrica, sendo avaliados dez genótipos nas três safras estudadas.

A reflectância foliar de plantas de soja foi coletada, nas três safras avaliadas, no estágio de desenvolvimento R5 (Neumaier et al., 2020), no terceiro trifólio completamente expandido a partir do topo do dossel por meio do espectrorradiômetro FieldSpec 3 Jr (*Analytical Spectral Devices*, Boulder, CO, USA), com resolução espectral de 3 nm entre 350 e 1400 nm e 30 nm entre 1400 e 2500 nm, disponibilizando a resposta hiperespectral em 2151 bandas espectrais. Os dados obtidos foram reamostrados para as bandas espectrais do Landsat Next (NASA, 2024). Foram consideradas, com exceção da banda 2, 16 bandas espectrais com resolução espacial de 10 e 20 metros.

Os dados obtidos ($n = 224$) foram divididos em subconjuntos de calibração (75%) e validação (25%) e submetidos à duas metodologias de modelagem: modelagem espectral por Regressão por Mínimos Quadrados Parciais (PLSR - *Partial Least Squares Regression*) para estimativa da produtividade da soja, utilizando simultaneamente as 16 bandas espectrais; e estimativa da produtividade de soja por índices de vegetação, calculados a partir das bandas espectrais do Landsat Next conforme Crusiol et al. (2022). Foram utilizados os índices NDVI, NDRE e NDWI. Os modelos foram desenvolvidos no subconjunto de calibração e testados no subconjunto de validação, sendo avaliados pelo coeficiente de determinação (R^2) da regressão linear entre os valores observados e estimados.

Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta a correlação entre valores de produtividade observados e estimados a partir da modelagem PLSR, com uso das 16 bandas espectrais do satélite Landsat Next, e a partir dos índices de vegetação NDVI, NDRE e NDWI.

Evidencia-se a contribuição das bandas espectrais utilizadas na modelagem PLSR para a estimativa da produtividade da soja em relação aos tradicionais índices de vegetação. O NDVI apresentou o pior desempenho, com $R^2 = 0,22$, seguido do NDRE, com $R^2 = 0,27$ e NDWI, com $R^2 = 0,37$. A maior assertividade do NDWI em relação aos demais índices está associada à relação direta existente entre a reflectância no espectro SWIR com o conteúdo de água nas folhas de soja, característica muito dependente das condições de disponibilidade hídrica das plantas em campo.

A modelagem PLSR, a partir do uso conjunto de 16 bandas espectrais, apresentou $R^2 = 0,75$, reforçando a maior assertividade dessa metodologia em relação aos índices de vegetação e destacando que bandas espectrais analisadas em conjunto apresentam contribuição superior para a modelagem da variabilidade dos valores de produtividade da soja.

Conclusão

As bandas espectrais do satélite Landsat Next, analisadas em conjunto sob a modelagem PLSR, apresentaram ampla contribuição para modelagem da produtividade da soja sob déficit hídrico, com $R^2 = 0,75$, ao passo que tradicionais índices de vegetação demonstraram contida contribuição para tal estimativa.

Tais resultados são de grande valia para a elaboração de um planejamento a longo prazo com o objetivo de desenvolver modelos preditivos de variáveis de interesse agrônomo de forma antecipada ao lançamento dos satélites, maximizando o potencial de utilização das imagens tão logo quanto forem disponibilizadas, traduzindo informações estratégicas ágeis em prol da sojicultura brasileira.

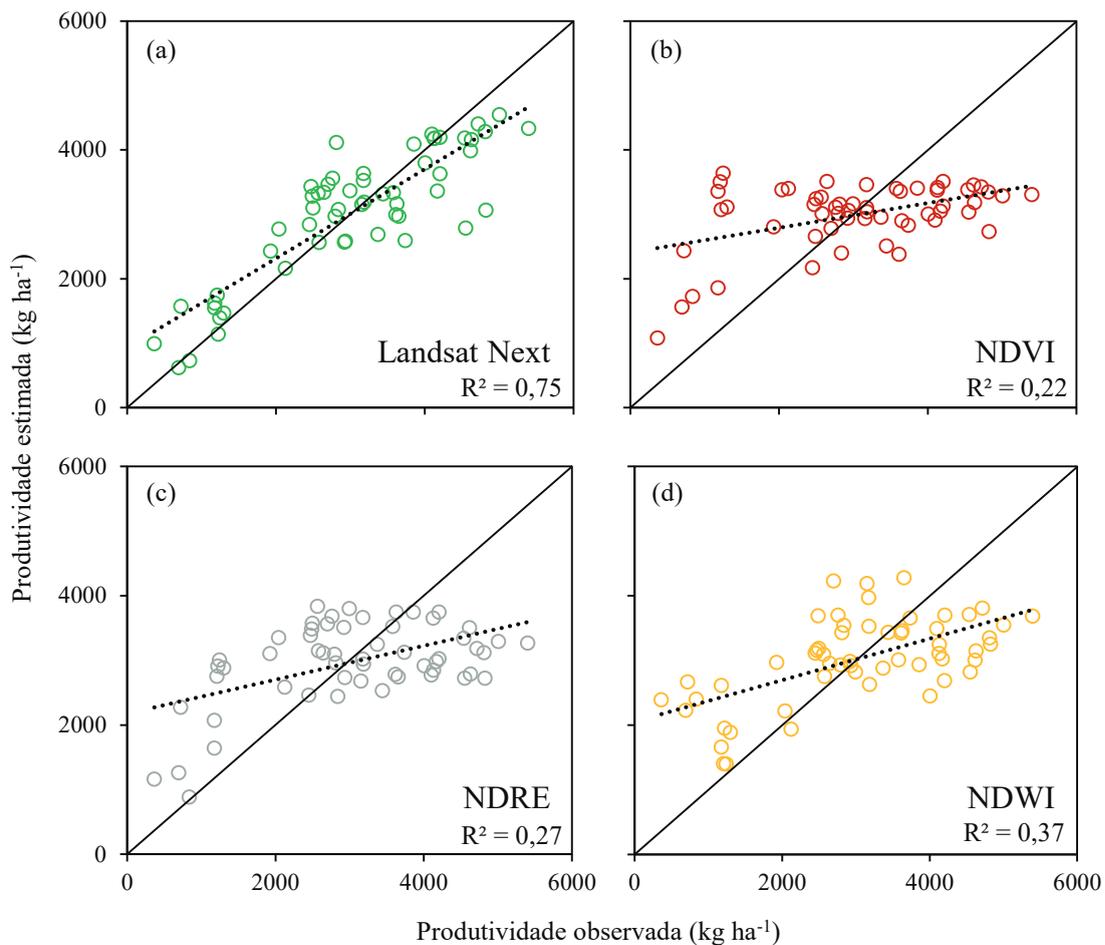


Figura 1. Correlação entre produtividade da soja (kg ha^{-1}) observada e estimada por modelagem PLSR, utilizando 16 bandas espectrais do satélite Landsat Next (a), e pelos índices de vegetação NDVI (b), NDRE (c) e NDWI (d).

Referências

CRUSIOL, L. G. T.; SIBALDELLI, R. N. R.; NANNI, M. R.; FRANCHINI, J. C.; FARIAS, J. R. B. **Conceitos e definições de Sensoriamento Remoto para monitoramento da soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2024. 45 p. (Embrapa Soja. Documentos, 461).

CRUSIOL, L. G. T.; SUN, L.; SIBALDELLI, R. N. R.; JUNIOR, V. F.; FURLANETI, W. X.; CHEN, R.; SUN, Z.; WUYUN, D.; CHEN, Z.; NANNI, M. R.; FURLANETTO, R. H.; CEZAR, E.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Strategies for monitoring within-field soybean yield using Sentinel-2 Vis-NIR-SWIR spectral bands and machine learning regression methods. **Precision Agriculture**, v. 23, 1093-1123, 2022.

FARIAS, J. R. B.; MONTEIRO, J. E. B. A.; VICTORIA, D. C.; SIBALDELLI, R. N. R.; CRUSIOL, L. G. T.; GONÇALVES, S. L. Zoneamento agrícola de risco climático da soja para seis classes de água disponível no solo (ZARC Soja - 06 AdS). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 38., 2023, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2023. (Embrapa Soja. Eventos técnicos & científicos, 1).

NASA - National Aeronautics and Space Administration. **A New and Revolutionary Landsat Mission.** 2024. Disponível em: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-next/>. Acesso em: 01 abr. 2024.

NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; MERTZ-HENNING, L. M.; FOLONI, J. S. S.; MORAES, L. A. C.; GONÇALVES, S. L. Ecofisiologia da soja. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed.). **Tecnologias de produção de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 33-54. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).