

# Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume IV

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera  
Luciano Façanha Marques  
Organizadores



Pantanal Editora

2024

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**  
**Luciano Façanha Marques**  
Organizadores

# **Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais - Volume IV**



Pantanal Editora

2024

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Dr. Jorge González Aguilera e Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu  
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña  
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva  
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo  
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu  
Prof. Dr. Carlos Nick  
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos  
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva  
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. MSc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira  
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins  
Prof. Dr. Fábio Steiner  
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza  
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez  
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira  
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto  
Prof. MSc. João Camilo Sevilla  
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales  
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski  
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira  
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques  
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez  
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann  
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos  
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla  
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira  
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Profa. Dra. Patrícia Maurer  
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva  
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty  
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke  
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes  
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)  
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira  
Profa. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Instituição

OAB/PB  
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã  
UO (Cuba)  
IF SUDESTE MG  
Facultad de Medicina (Cuba)  
ISCM (Cuba)  
UFESSPA  
UEA  
UNEMAT  
UFV  
AJES  
UFGD  
UEMS  
IFPA  
UNICENTRO  
IFMT  
UFMG  
URCA  
ISEPAM-FAETEC  
IFG  
UEMS  
UFF  
(Colômbia)  
UNAM (Peru)  
IFRR  
UCG (México)  
Rede Municipal de Niterói (RJ)  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
SED Mato Grosso do Sul  
UEMA  
IFPR  
Tec-NM (México)  
Consultório em Santa Maria  
UFJF  
UEG  
FAQ  
UNAM (Peru)  
SEDUC/PA  
IFB  
IFPA  
UNIPAMPA  
IFB  
UO (Cuba)  
UFMS  
UFPI  
UFG  
UEMA  
IFB  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

Conselho Técnico Científico  
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior  
- Esp. Maurício Amormino Júnior  
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

**Catálogo na publicação**  
**Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

158

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume IV / Organização de Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera, Luciano Façanha Marques. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024.  
91p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-40-2

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756402>

1. Agronomia. 2. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Marques, Luciano Façanha (Organizador). IV. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Agronomia



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## **Apresentação**

Bem-vindos ao mundo fascinante das pesquisas agrárias e ambientais! É com grande entusiasmo que apresentamos o e-book “Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume IV”.

No decorrer dos capítulos deste e-book, são explorados os seguintes tópicos: Análise do NDVI da soja de plataformas orbitais de sensoriamento remoto; Exploração ilegal de plantas medicinais: um olhar sobre a biopirataria; Produtividade do manjeriço em resposta a diferentes doses de esterco caprino; Potencial bioestimulante do extrato de *Cocos nucifera* L. sobre a germinação de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.; Qualidade física do solo em diferentes sistemas de produção e épocas do ano; Potencial fisiológico e desempenho de mudas após armazenamento de sementes condicionadas de pimenteira; Perspectiva e potencial do uso da Cunhã no cenário brasileiro.

“Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume IV” é mais do que um simples livro; é um convite para explorar o futuro da agricultura e do meio ambiente. Esperamos que os leitores se inspirem e colaborem para moldar um futuro mais sustentável e próspero para todos.

Agradecemos aos autores por suas contribuições e esperamos que este e-book seja uma fonte valiosa de conhecimento para estudantes, pesquisadores e profissionais interessados nessas áreas vitais.

Boa leitura!

Os organizadores


## Sumário

<b>Apresentação</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 1</b>	<b>6</b>
Análise do NDVI da soja de plataformas orbitais de sensoriamento remoto	6
<b>Capítulo 2</b>	<b>18</b>
Exploração ilegal de plantas medicinais: um olhar sobre a biopirataria	18
<b>Capítulo 3</b>	<b>28</b>
Produtividade do manjeriço ( <i>Ocimum basilicum</i> L.) em resposta a diferentes doses de esterco caprino	28
<b>Capítulo 4</b>	<b>34</b>
Potencial bioestimulante do extrato de <i>Cocos nucifera</i> L. sobre a germinação de <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	34
<b>Capítulo 5</b>	<b>45</b>
Qualidade física do solo em diferentes sistemas de produção e épocas do ano	45
<b>Capítulo 6</b>	<b>57</b>
Potencial fisiológico e desempenho de mudas após armazenamento de sementes condicionadas de pimenteira	57
<b>Capítulo 7</b>	<b>66</b>
Perspectiva e potencial do uso da Cunhã no cenário brasileiro	66
<b>Capítulo 8</b>	<b>79</b>
Correlación entre variables bioquímicas y de rendimiento de híbridos de maíces amarillos cultivados en el Centro y Noroeste de México	79
<b>Índice Remissivo</b>	<b>90</b>
<b>Sobre os organizadores</b>	<b>91</b>


# Análise do NDVI da soja de plataformas orbitais de sensoriamento remoto<sup>1</sup>


Recebido em: 04/07/2024


Aceito em: 19/07/2024

 10.46420/9786585756402cap1

Paula Vitoria Crispim Franco 

Jorge Wilson Cortez 

Anamari Viegas de Araújo Motomiya 

Luiz Carlos Ferreira de Souza 

## INTRODUÇÃO

Os satélites de sensoriamento remoto de observação dos recursos terrestres, conhecidos como de observação da Terra (Florenzano, 2011) com sensores embarcados e possibilitaram a obtenção de imagens do globo terrestre, assim como, monitoramento da vegetação. Dentre esses satélites, pode-se destacar: o Landsat, Sentinel e mais recente a Planet.

O Landsat 1 foi lançado em 1972 (Florenzano, 2011) pela NASA. Foram lançados até hoje 8 satélites, sendo o LANDSAT-8 com o sensor OLI (*Operational Terra Imager*) com 15 m de resolução espacial na pancromática e de 30 m na multiespectral; e o sensor TIRS (*Thermal Infrared Sensor*), sendo todas as imagens ortoretificadas e em formato GeoTiff (Inpe, 2023).

O satélite Sentinel 2A e 2B, foram lançados em 2015 e 2017, respectivamente, primeiro satélite óptico a ser operado pela ESA (Agência Espacial Europeia) tendo como sensores o SAR (*Synthetic Aperture Satellite*) e MSI (*Multispectral Imager*) que possui 13 bandas espectrais, variando de 443 a 2190 nm, com resolução espacial de 10 m para as bandas do visível, 20 m para o infravermelho e 60 m para as bandas de correção atmosférica (Embrapa, 2023)

A Planet tem duas constelações com mais de 150 satélites, sendo o Dove mais antigo lançado em 2015 (Planet Labs Pbc., 2023) com imagens diárias da Terra. A constelação PlanetScope possui o sensor SD – Super Dove que apresenta as bandas do visível mais infravermelho, com resolução espacial de 3,0 m, resolução radiométrica de 12 bits e período de revisita diário (Planet Labs, 2022). As imagens podem ser obtidas no nível 3B sendo ortoretificadas e corrigidas.

Assim, os satélites artificiais permitem o monitoramento do dossel das culturas, sendo está uma das técnicas de manejo importantes para acompanhamento da produção agrícola (Kasimati et al., 2023). Por meio de mapas ou imagens pode ser feito o monitoramento da vegetação, avaliar saúde e vigor da plantação (Kasimati et al., 2023), por meio do cálculo de índices de vegetação (IV).

---

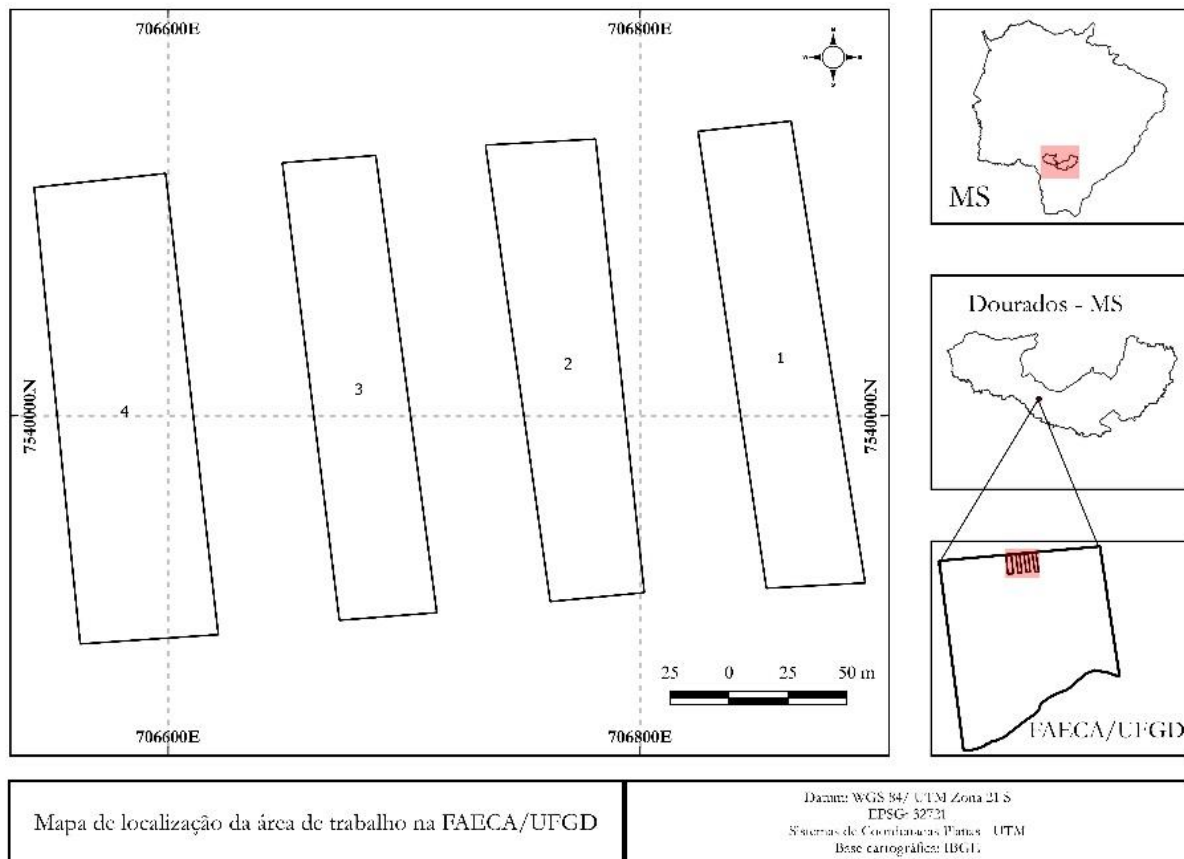
<sup>1</sup> Parte do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Agrícola na UFGD do primeiro autor. Parte do trabalho de PIBIC do primeiro autor com apoio da FUNDECT-MS.

Portanto, objetivou-se avaliar os dados do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) da cultura soja de uma área experimental na safra de verão 2023/2024, obtidos das plataformas Sentinel 2, Landsat 8-9 e Planet.

## MATERIAL E MÉTODOS

As imagens da área foram obtidas de plataformas gratuitas que fornecem dados de diversos sensores multiespectrais. A área utilizada para este trabalho possui 3,55 ha, e consta de parte do experimento de mais de 15 anos com sistemas de culturas de soja e milho no verão e rotação de culturas no inverno, sendo que para este trabalho utilizou-se apenas a área que continham de maneira contínua a cultura da soja da safra 2023/2024.

Esta área está localizada na FAECA – Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD no município de Dourados, MS. O local situa-se em latitude de 22° 14' S, longitude de 54° 59' W e altitude de 434 m. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. O solo da área é um Latossolo Vermelho distroférico (Santos et al., 2018) com teor médio de 60 % de argila (Figura 1). A área possui altitude média de 406,45 m, variando de 403,6 a 408,59 m; e declividade média de 1,67%, variando de 0,24 a 3,15%.



**Figura 1.** Localização da área de estudo. Fonte: Autor (2024).



O sistema utilizado na área é de semeadura na palha, com soja verão e rotação de culturas no inverno. As parcelas observadas estavam com soja, que foi semeada em 20 de outubro de 2023.

As imagens orbitais para a determinação dos índices de vegetação (IV) foram obtidas por meio de plataforma gratuita do instrumento imageador selecionado: Sentinel-2A, Landsat 8-9 e Planet (Planet Labs, 2022). Foram selecionadas uma imagem por mês, de outubro de 2023 a março de 2024, a fim de compreender o período de cultivo de verão.

As imagens 2A do satélite Sentinel-2 do sensor MSI – *Multispectral Imager*, são corrigidas atmosféricamente, com uma resolução espacial de 10 m pixels e um tempo de revisita de 5 dias tendo suas imagens com 12 bits. As imagens foram baixadas da Plataforma Sentinel Hub (2023). As imagens foram nas datas: 15/10/2023; 04/11/2023; 24/12/2023; 08/01/2024; 02/02/2024 e 13/03/2024.

As imagens do Landsat 8-9 L2 obtidas do sensor OLI – *Operation Land Imager* são corrigidas atmosféricamente, com uma resolução espacial de 30 m (banda multiespectral) de pixels e um tempo de revisita de 16 dias, sendo baixados da Plataforma Sentinel Hub (Eo Browser, 2024). As imagens do LANDSAT-8 são ortorretificadas e todos os produtos do catálogo estão em formato GeoTIFF. As imagens foram nas datas: 17/10/2023; 10/11/2023; 28/12/2023; 29/01/2024; 06/02/2024 e 01/03/2024.

As imagens da Plataforma Planet foram baixadas do sensor Super Dove (PSB.SD) que possui órbita de 475-525 km, 98° inclinação, revisita diária e suas imagens com 12 bits na projeção WGS84 Web Mercator (EPSG:3857) (Planet Labs, 2022). As imagens do sensor Super Dove (PSB.SD) com nível de correção 3B possuem quatro bandas (RGB e NIR) sendo ortorretificado, com reflectância da superfície (SR), segundo Planet Labs (2022). As imagens foram baixadas da plataforma Planet (<https://www.planet.com/>) por meio de cadastro no Programa de “*Education and Research (E&R) Program*” que permite aos professores vinculados a instituições uma cota de downloads mensais. As imagens foram nas datas: 15/10/2023; 08/11/2023; 28/12/2023; 07/01/2024; 04/02/2024 e 12/03/2024.

As bandas espectrais coletadas e suas informações estão na Tabela 1.

**Tabela 1.** Dados de ordem das bandas.

Resolução (m)	Banda	Nome da banda	Largura da faixa (nm)
<b>Sentinel 2</b>			
10	B4	Vermelho (Red - R)	665
	B8	Infravermelho Próximo (NIR)	842
<b>Landsat 8-9</b>			
30	B4	Vermelho (Red - R)	640-690
	B5	Infravermelho Próximo (NIR)	850-880
<b>Planet</b>			
3	B3	Vermelho (Red - R)	650-680
	B4	Infravermelho Próximo (NIR)	845-885

Com as imagens foi seguido o processamento no software livre e gratuito o QGIS Desktop 3.16.4. (Qgis.Org, 2022) sendo utilizado o complemento Calculadora Raster, algoritmo com a capacidade de realizar os cálculos referentes às expressões matemáticas. O NDVI foi calculado seguindo a equação 1, conforme Rouse et al. (1973).

$$\text{NDVI} = \text{Nir} - \text{Red} / \text{Nir} + \text{Red} \quad (1)$$

em que, Nir - Infravermelho próximo, Red - vermelho.

Após a geração do NDVI do Sentinel e Landsat, estes foram reprojatados para uma grade comum de 3 x 3 m, a fim de padronizar os pixels igual a imagem Planet.

As imagens dos imageadores, passaram pelo processo de vetorização, recorte e a simbologia na camada vetorial. Para comparação dos mapas entre os imageadores foi feito a reclassificação dos mapas com base nas classes de: Classe 1 de -1,0 a 0,20; Classe 2 de 0,20 a 0,40; Classe 3 de 0,40 a 0,60; Classe 4 de 0,60 a 0,80; e Classe 5 de 0,80 a 1,0 (Chedid et al., 2024). Na etapa de finalização dos mapas do índice de vegetação utilizou-se a simbologia graduado e o gradiente de cores escolhido sendo o Red-Yellow-Green.

Os dados descritivos do NDVI foram obtidos da ferramenta “Mostrar resumo estatístico” do QGIS.

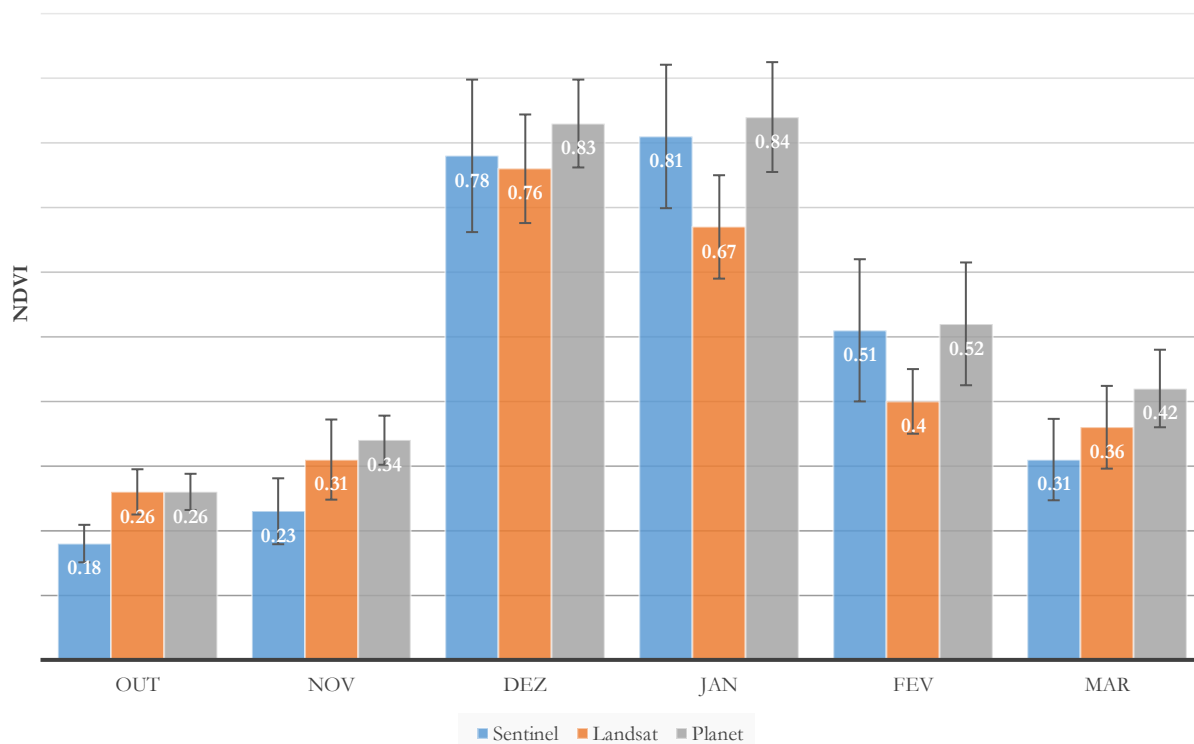
Foi feito a criação de um geodatabase no nível da célula (3x3 m) que contém as coordenadas do centroide e os valores médios de NDVI de todos os imageadores que permitiu a análise de correlação de Pearson para investigar as relações entre os dados NDVI de todos os sensores para as datas de medição selecionadas. Valores de “r” da correlação > 0,50 serão considerados como exibindo uma relação moderada a forte.

Com os mapas classificados conforme Chedid et al. (2024) foi realizado a Reclassificação por Tabela, que permitiu a realização do cálculo de área (comando r.report) e o cálculo do índice Kappa (comando r.kappa) conforme Cohen (1960) de cada data, tendo como referência o NDVI da imagem Planet

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de média e desvio padrão do NDVI da soja avaliado na safra 2023/24, da área em estudo, indica que ocorreu aumento do valor do NDVI, principalmente nos meses de dezembro e janeiro (Figura 2). Pelas barras de desvio padrão, da Figura 2, pode-se verificar as diferenças entre as plataformas Sentinel, Landsat e Planet, sendo que para outubro de 2023 o valor do NDVI foi menor com os dados do Sentinel. Em novembro de 2023 verifica-se diferença entre Sentinel e Planet sendo maior para o segundo. Em dezembro de 2023 não houve diferença entre os dados das plataformas. Em janeiro de 2024 os dados de NDVI do Landsat diferiam do Planet. Já em fevereiro e março de 2024, final do ciclo

da cultura e colheita, não apresentaram diferença entre os valores de NDVI. Assim, verifica-se pequenas diferenças entre os valores de NDVI entre as plataformas, sendo a de maior relevância a do mês de janeiro/2024 entre os dados Planet e Landsat.



**Figura 2.** Média e barras de desvio padrão do NDVI da soja. Fonte: Autor (2024).

Os dados de mínimo, máximo e coeficiente de variação dos dados de NDVI da cultura da soja na safra 2023 e 2024 indicam que nos meses com menor cobertura vegetal do solo e com diminuição do vigor vegetativo da planta, os dados da plataforma Landsat apresentaram valores mínimos maiores em relação às demais (Tabela 2). Os dados do coeficiente de variação (CV) foram na maioria entre 10% a 20%, sendo classificados como médio (entre 10 e 20%), e apenas para a data de 28/12, com os dados Planet, apresentou valor baixo (< 10%), conforme explica Pimentel Gomes (2009). Assim, os dados utilizados podem ser considerados como homogêneos.

**Tabela 2.** Estatística descritiva e correlação de Pearson do índice de vegetação NDVI.

Estatística descritiva						
	2023			2024		
	Sentinel 2					
	15/10	04/11	24/12	08/01	02/02	13/03
Mín	0,12	0,15	0,29	0,27	0,19	0,16
Máx	0,43	0,54	0,91	0,92	0,73	0,54
CV <sup>1</sup>	16,11	22,17	6,11	15,17	16,11	15,17
	Landsat 8-9					
	17/10	10/11	28/12	29/01	06/02	01/03
Mín	0,22	0,26	0,47	0,45	0,32	0,28

Máx	0,45	0,65	0,89	0,79	0,54	0,61
CV <sup>1</sup>	13,46	20,00	11,05	11,94	12,50	17,78
Planet						
	<b>15/10</b>	<b>08/11</b>	<b>28/12</b>	<b>07/01</b>	<b>04/02</b>	<b>12/03</b>
Mín	0,17	0,26	0,52	0,43	0,29	0,27
Máx	0,41	0,58	0,94	0,93	0,74	0,63
CV <sup>1</sup>	10,77	11,18	8,19	10,12	18,27	14,29
<b>Correlação de Person</b>						
<b>Índices</b>	<b>Parâmetros</b>					
	Sentinel	Landsat	Sentinel x Landsat			
<b>Outubro de 2023</b>						
Planet	0,74**	0,61**	0,70**			
<b>Novembro de 2023</b>						
Planet	0,81**	0,71**	0,68**			
<b>Dezembro de 2023</b>						
Planet	0,81**	0,55**	0,40**			
<b>Janeiro de 2024</b>						
Planet	0,82**	0,54**	0,57**			
<b>Fevereiro de 2024</b>						
Planet	0,95**	0,87**	0,82**			
<b>Março de 2024</b>						
Planet	0,90**	0,38**	0,38**			

(<sup>1</sup>) CV (%): coeficiente de variação. Min: valor mínimo; Max: valor máximo. Fonte: Autor (2024).

Com base nos dados de NDVI das plataformas estudadas observou-se que existe correlação positiva entre todas (Tabela 2). Maiores valores de correlação são observados na relação Planet e Sentinel. Esse fato pode estar associado pela maior proximidade da resolução espacial destas plataformas, sendo o Planet com resolução espacial de 3 m e o Sentinel com 10 m. enquanto a Landsat tem 30 m de resolução espacial.

O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) foi classificado de acordo com Ferreira (2018). As correlações muito fortes ( $>0,9$ ) foram encontradas no mês de fevereiro/24 e março/24 na relação Planet versus Sentinel e as correlações fortes (0,7 a 0,9) para as demais datas (Tabela 2). As correlações entre Planet versus Landsat teve melhor valor (correlação forte) apenas no mês de fevereiro/24. O mesmo resultado ocorreu na correlação entre Sentinel versus Landsat com correlação forte apenas no mês de fevereiro/24. As demais datas, na correlação entre Sentinel versus Landsat, tiveram correlação menores, sendo de 0,4 a 0,7 como moderada ou de 0,2 a 0,4 como fraca.

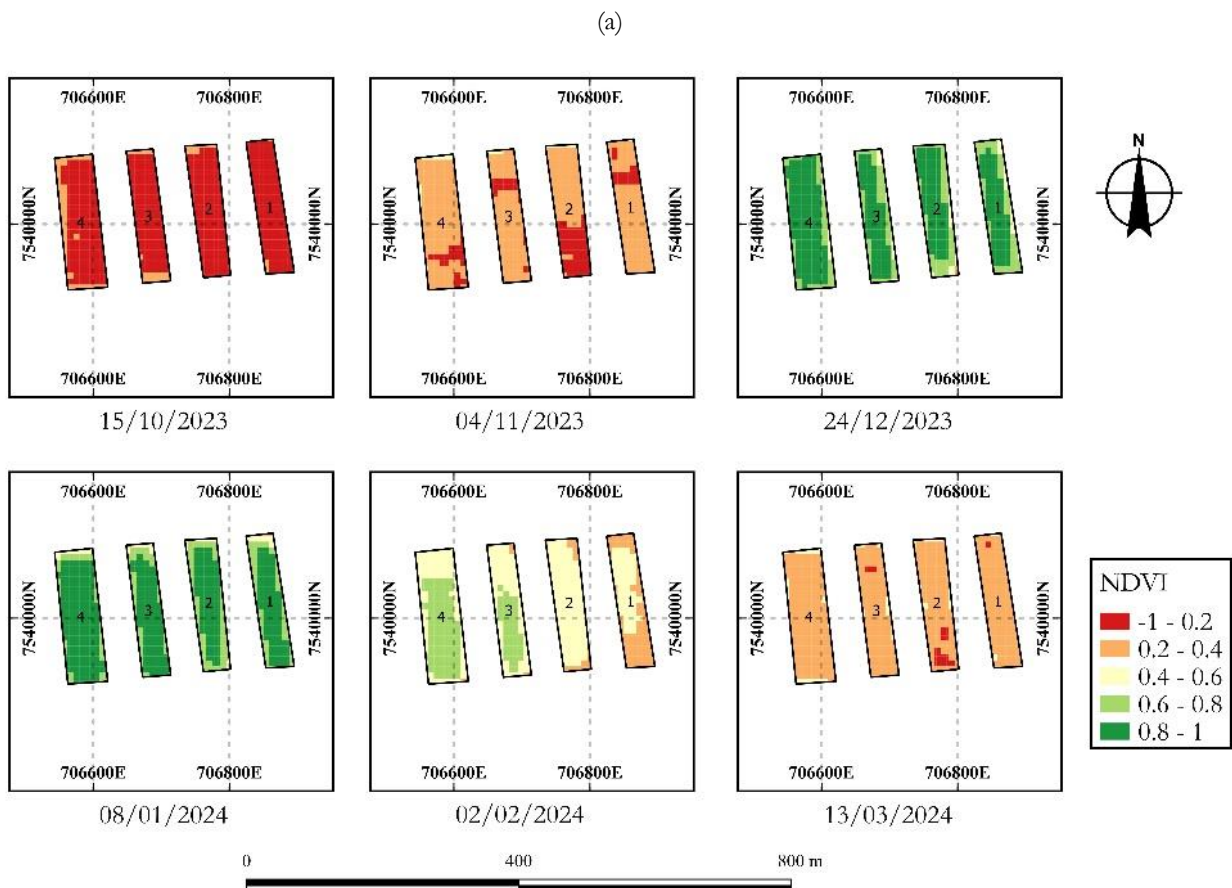
Desse modo, com os valores da correlação (Tabela 2) dos dados de NDVI obtidos das três plataformas, pode-se afirmar que existe uma similaridade dos dados entre os dados Planet e Sentinel, e menor com o Landsat.

Os mapas de NDVI da soja obtidos com os dados das imagens das plataformas Sentinel, Landsat e Planet estão apresentados nas Figuras 3. Os dados de NDVI estão distribuídos nas Classes: 1 de -1,0 a

0,20; Classe 2 de 0,20 a 0,40; Classe 3 de 0,40 a 0,60; Classe 4 de 0,60 a 0,80; e Classe 5 de 0,80 a 1,0, (Chedid et al., 2024)

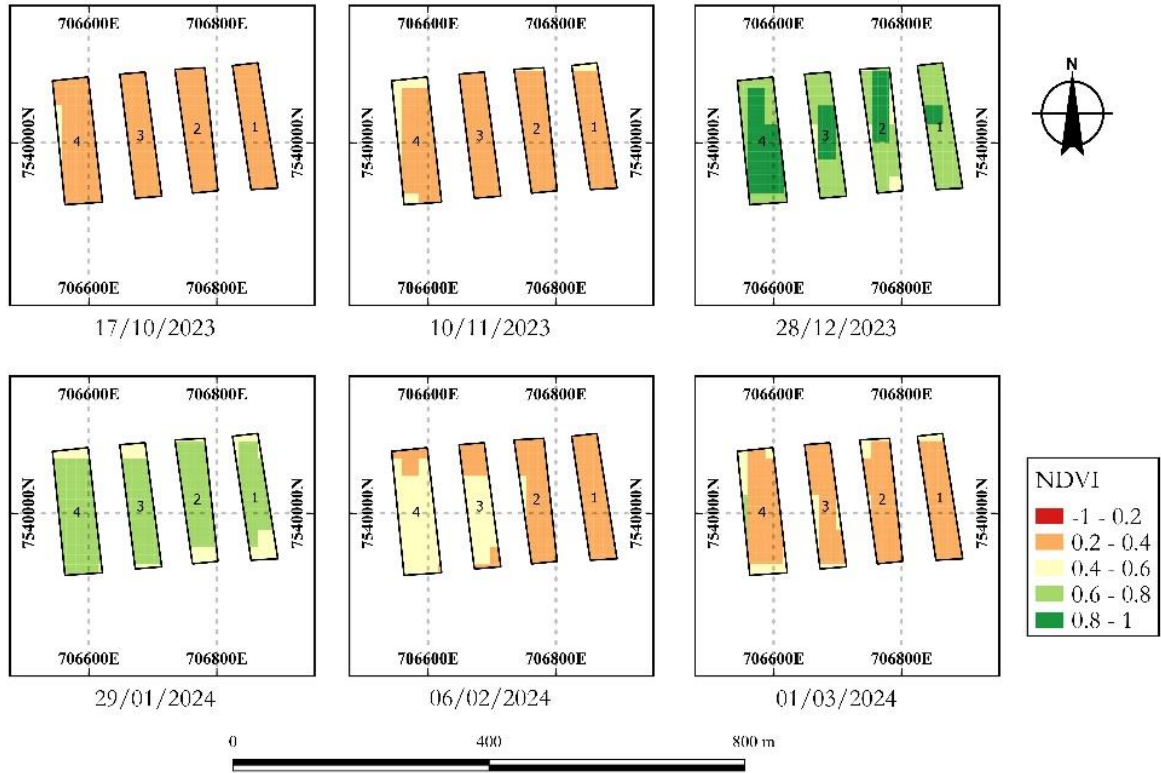
Os meses de outubro e novembro de 2023 (Figuras 3) tiveram dados de NDVI que indicam a presença de solo exposto e de palhada (NDVI<0,2) e início de desenvolvimento da cultura da soja (NDVI de 0,2 a 0,4). Pode-se verificar maior diferença entre os dados do NDVI da plataforma Sentinel (Figuras 3a) com a Planet e Landsat (Figuras 3c) no mês de outubro de 2024, em que 3,19 ha da área (Tabela 3), ficou na classe 1 de <0,2 do NDVI. Que possivelmente pode ser explicado pelas pequenas diferenças dos comprimentos de ondas captados entre os sensores.

Os meses de dezembro de 2023 e janeiro de 2024 (Figuras 3) representam os meses que a planta de soja atinge o pico de atividade fotossintética, em que se predomina as classes 4 de 0,60 a 0,80 e Classe 5 de 0,80 a 1,0, (Chedid et al., 2024). No mês de dezembro de 2024, o NDVI obtido com os dados da imagem da plataforma Landsat (Figuras 3b) teve a menor área (1,35 ha) na classe 5. E no mês de janeiro de 2024 o NDVI com os dados da imagem da plataforma Landsat não teve nenhum valor de área na Classe 5. Mostrando aqui uma maior discrepância dos dados de NDVI do Landsat frente às plataformas Sentinel e Planet.

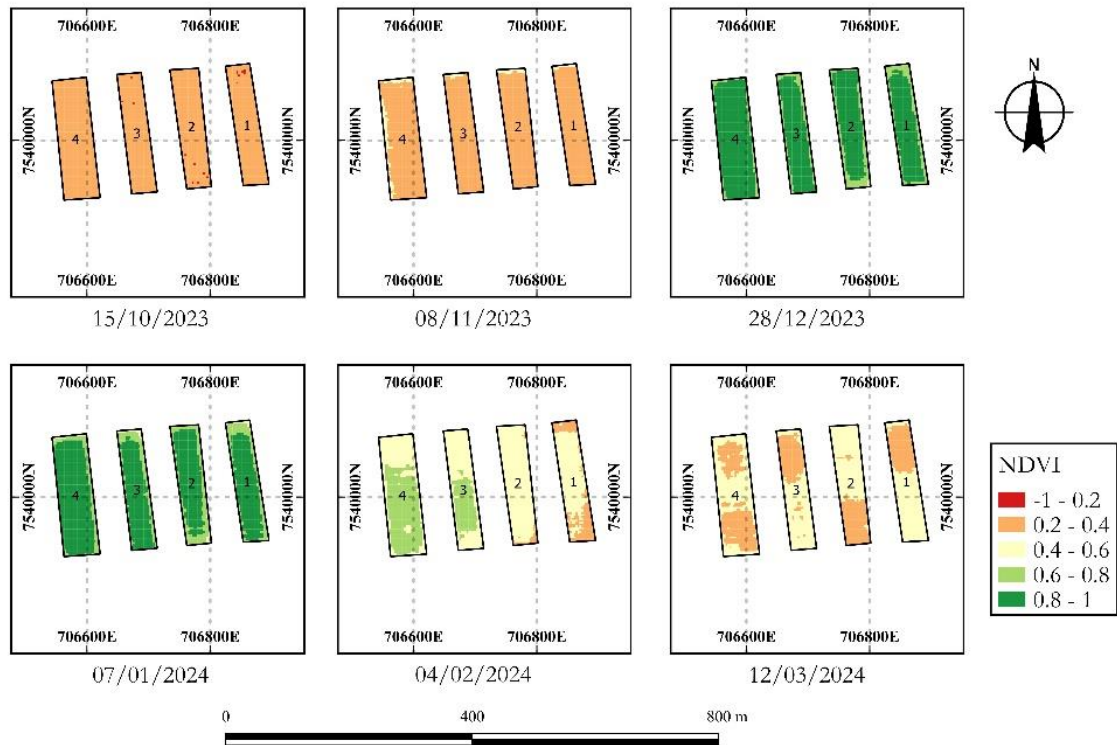


**Figura 3.** Índice de vegetação NDVI da soja, com imagens Sentinel (a), Landsat (b) e Planet (c). Fonte: Autor (2024).

(b)



(c)



**Figura 3 (continuação).** Índice de vegetação NDVI da soja, com imagens Sentinel (a), Landsat (b) e Planet (c). Fonte: Autor (2024).

**Tabela 3.** Área (ha) das classes do índice de vegetação NDVI nas plataformas. Fonte: Autor (2024).

Classe	2023			2024		
	Sentinel 2					
	15/10	04/11	24/12	08/01	02/02	13/03
1	3,19	0,65	--	--	--	0,09
2	0,36	2,81	0,01	0,01	0,55	3,27
3	0,01	0,08	0,21	0,14	2,03	0,18
4	--	--	1,01	0,89	0,96	--
5	--	--	2,32	2,50	--	--
Landsat 8-9						
	17/10	10/11	28/12	29/01	06/02	01/03
1	--	--	--	--	--	--
2	3,49	3,28	--	--	2,02	3,06
3	0,07	0,27	0,16	0,54	1,53	0,43
4	--	0,01	2,04	3,01	--	0,05
5	--	--	1,35	--	--	--
Planet						
	15/10	08/11	28/12	07/01	04/02	12/03
1	0,01	--	--	--	--	--
2	3,52	3,35	--	--	0,29	1,38
3	0,01	0,18	0,01	0,07	2,30	2,15
4	--	--	0,71	0,81	0,93	0,01
5	--	--	2,82	2,65	--	--

Batistella et al. (2023) ao comparar os sensores Modis e MSI (*Multispectral Instrument* do Sentinel) perceberam que o sensor MSI integrado aos algoritmos de aprendizado de máquina estima com precisão a produtividade das culturas e que os índices de vegetação com datas de imagem correspondentes à maturação da cultura tiveram maior grau de importância na previsão. Observa-se assim que as diferenças entre sensores é uma ocorrência, como observado a diferença do Landsat para Planet e Sentinel

O uso do NDVI para estimativa da produtividade tem sido utilizado e Andrade et al. (2022) afirmam que os estádios de desenvolvimento V5-V6 e R2 da soja mostrou-se promissor na previsão da produtividade de grãos de soja com o uso dos dados do Landsat e Sentinel 2. Os estádios de V5-V6 e R2 neste trabalho, justamente se coadunam com o mês de dezembro e janeiro, em que se observa o NDVI na faixa de 0,6 a 0,8 e maior que 0,8. O que demonstra a potencialidade do NDVI, para monitoramento e previsão de produtividades.

A análise dos dados do NDVI por meio do índice de concordância Kappa é amplamente utilizada para avaliar a concordância entre observações, especialmente se tratando de dados espaciais (Tabela 4).

**Tabela 4.** Cálculo do Kappa para a relação do NDVI Planet versus Sentinel e Landsat. Fonte: Autor (2024).

Índices	Parâmetros	
	Kappa	Acertos (%)
<b>Outubro de 2023</b>		
NDVI Planet x NDVI Sentinel	0,00	10,34
NDVI Planet x NDVI Landsat	0,03	97,27
<b>Novembro de 2023</b>		
NDVI Planet x NDVI Sentinel	0,11	79,39
NDVI Planet x NDVI Landsat	0,48	94,01
<b>Dezembro de 2023</b>		
NDVI Planet x NDVI Sentinel	0,47	79,21
NDVI Planet x NDVI Landsat	0,15	50,99
<b>Janeiro de 2024</b>		
NDVI Planet x NDVI Sentinel	0,49	79,95
NDVI Planet x NDVI Landsat	-0,03	15,80
<b>Fevereiro de 2024</b>		
NDVI Planet x NDVI Sentinel	0,71	84,41
NDVI Planet x NDVI Landsat	-0,12	24,59
<b>Março de 2024</b>		
NDVI Planet x NDVI Sentinel	0,03	41,05
NDVI Planet x NDVI Landsat	0,10	47,57

Os dados para o NDVI da soja da análise entre Planet versus Sentinel e Planet versus Landsat foram menores para o Landsat na maioria das datas (Tabela 4), principalmente dezembro e janeiro em que se atinge o ponto de máxima atividade fotossintética da planta. Isso indica que os dados de NDVI calculados a partir do Landsat não indicou a mesma observação das outras duas plataformas.

Analisando o mês de outubro de 2023 o índice Kappa teve uma classificação fraca (próximo a zero) (Tabela 4), conforme pode-se interpretar por Landis e Koch (1997) que sugere os valores do coeficiente de Kappa maiores do que 0,80 representam concordância “quase perfeita”; entre 0,60 e 0,80, “substancial”; entre 0,40 e 0,60, “moderada”; e abaixo de 0,40 representam concordância “fraca”. Os melhores valores do índice Kappa foram nos meses de dezembro/23, janeiro/24 e fevereiro/24, sendo moderada e substancial, na relação Planet versus Sentinel. Portanto, verifica-se maior semelhança dos dados obtidos com a plataforma Planet e a Sentinel.

## CONCLUSÕES

Os dados médios de NDVI da soja avaliado na safra 2023/24 apresenta maior valor, principalmente nos meses de dezembro e janeiro

Os dados do NDVI para as plataformas Planet, Sentinel 2 e Landsat 8-9 apresentam correlação positiva.



O índice de NDVI da soja obtido pelas imagens das plataformas Planet e Sentinel 2 apresentam maior similaridade do que quando comparado com os dados da plataforma Landsat 8-9.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento de Ensino, Ciência e Tecnologia do MS - FUNDECT, uma vez que este trabalho recebeu apoio da FUNDECT, no âmbito da Chamada Especial Fundect 07/2023 – PIBIC-Fundect.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, T. G., Andrade Junior, A. S. D., Souza, M. O., Lopes, J. W. B., & Vieira, P. F. D. M. J. (2022). Soybean yield prediction using remote sensing in southwestern Piauí State, Brazil. *Revista Caatinga*, 35, 105–116.
- Batistella, D., Modolo, A. J., Campos, J. R. Da R. (2023). Comparative analysis of orbital sensors in soybean yield estimation by the random forest algorithm. *Ciência e Agrotecnologia*, 47, e002423.
- Chedid, V., Cortez, J. W. & Arcoverde, S. N. S. (2024). Monitoring the vegetative state of coffee using vegetation indices. *Engenharia Agrícola*, 44, e20220212.
- Cohen, J. (1960). A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46.
- Embrapa. (2023). *Satélites de monitoramento: Sentinel*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/satelites-de-monitoramento/missoes/sentinel>>. Acesso em 13 de março de 2023.
- EO Browser. (2024). *Sinergise Ltd*. Disponível em: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>. Acesso em 09 de maio de 2024.
- Ferreira, P. V. (2018). *Regressão e correlação*. In: Ferreira, P. V. Estatística Experimental aplicada às ciências agrárias. 1 ed. Viçosa: Editora UFV.p. 189 - 217.
- Florenzano, T. G. (2011). *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. São Paulo: Oficina de Texto. 128p.
- Inpe – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2023). *Landsat*. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>> Acesso em 13 de março de 2023.
- Kasimati, A., Psiroukis, V., Darra, N., Kalogrias, A., Kalivas, D., Taylor, J.A. & Fountas, S. (2023). Investigation of the similarities between NDVI maps from different proximal and remote sensing platforms in explaining vineyard variability. *Precision Agriculture*, 24, 1220-1240.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1997). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174.
- Pimentel Gomes, F. (2009). *Curso de estatística experimental*. 15. ed. Piracicaba: FEALQ. 451 p.
- Planet Labs. (2022). *Planet Imagery Product Specification*. 101p.


- Planet Labs Pbc. (2023). *Planet*. Disponível em: <<https://www.planet.com> > Acesso em 13 de março de 2023.
- Qgis.Org. (2022). *QGIS Geographic Information System*. QGIS Association. Disponível em: [https://qgis.org/pt\\_BR/site/index.html](https://qgis.org/pt_BR/site/index.html) . Acesso em: 10 de agosto de 2022.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., Deering, D. W., & Harlan, J. C. (1973). Monitoring the Vernal Advancement of Retrogradation (Green Wave Effect) of Natural Vegetation. *Greenbelt*, Maryland, USA: NASA/GSFC. 390 p.
- Santos, H. B., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C. Dos, Oliveira, V. A. De, Lumbreras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A. De, Araujo Filho, J. C. De, Oliveira, J. B. De, & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, DF: Embrapa. 356 p.
- Sentinel Hub (2023). *Cloud api for satellite imagery*, Sinergise Ltd. Disponível em: <https://www.sentinel-hub.com> Acesso em: 24 de outubro de 2023

## Índice Remissivo

	<b>A</b>	Medicinal, 26
Adubação orgânica, 32, 77		
	<b>B</b>	patrimônio, 19, 23, 25
Biopirataria, 19, 22, 25		Pearson, 9, 10, 11, 84, 85, 87, 90
	<b>C</b>	Planet, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
Caatinga, 16, 21, 22, 26, 27, 33, 41, 44, 74		Plantas medicinais, 26, 27
<i>Capsicum frutescens</i> , 57		Potencial fisiológico, 4, 57
Condutividade elétrica, 37		Produtividade, 4, 28
	<b>D</b>	Proteínas, 71
Dosagem de esterco, 31		
	<b>K</b>	<b>R</b>
Kappa, 9, 14, 15		Recursos, 22, 23, 79
	<b>L</b>	
Landsat, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16		<b>S</b>
	<b>M</b>	Sentinel, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
Manjeriço, 32		
		<b>T</b>
		Tecnologia, 16, 26, 29, 46, 65
		<b>V</b>
		Variables, 83
		Vigor, 42

## Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós-Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 237 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 131 resumos simples/expandidos, 86 organizações de e-books, 53 capítulos de e-

books. É editor chefe da Pantanal editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 23 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto II na UEMA em Balsas. Contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com).



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 141 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 61 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora, e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: [j51173@yahoo.com](mailto:j51173@yahoo.com)



  **Luciano Façanha Marques**

Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE (1997). Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2006). Mestre em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2009). Doutor em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2012). Professor Adjunto IV, Universidade Estadual do Maranhão. Contato: [lucianomarques@professor.uema.br](mailto:lucianomarques@professor.uema.br)



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)