

## USO DE DADOS MULTI-SENSORES PARA O MONITORAMENTO AGRÍCOLA NO CERRADO: RESULTADOS PRELIMINARES

Edson Eyji Sano<sup>1</sup>, Édson Luis Bolfe<sup>2,3</sup>, Taya Cristo Parreiras<sup>3</sup>, Ieda Del'Arco Sanches<sup>4</sup>,  
Giovana Maranhão Bettiol<sup>1</sup>, Daniel Castro Victoria<sup>2</sup>, Luiz Eduardo Vicente<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, CEP: 73301-970, edson.sano@embrapa.br, giovana.bettiol@embrapa.br

<sup>2</sup>Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP, CEP: 13083-886, edson.bolfe@embrapa.br, daniel.victoria@embrapa.br

<sup>3</sup>Universidade de Campinas (UNICAMP), Instituto de Geociências, Campinas, SP, CEP: 13083-855, tayacristo1@gmail.com

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP, CEP: 12227-010, ieda.sanches@inpe.br

<sup>5</sup>Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, CEP: 13820-000, luiz.vicente@embrapa.br

### RESUMO

O monitoramento agrícola no Cerrado via imagens de satélite é dificultado, por exemplo, pela similaridade espectral de algumas culturas e diferenças nas datas de plantio. O objetivo desse estudo é analisar o potencial de dados orbitais multi-sensores para monitorar a produção agrícola nesse bioma. As imagens selecionadas para diferentes municípios foram: imagens harmonizadas dos satélites Landsat e Sentinel-2; mosaicos mensais do satélite PlanetScope; e imagens multiespectrais de resolução espacial moderada adquiridas pelos satélites Landsat, Sentinel-2 e CBERS-4A. As imagens foram convertidas em diferentes índices espectrais e atributos texturais que, juntamente com as bandas originais, foram utilizados como parâmetros de entrada para o classificador não-paramétrico *Random Forest* (RF), com suporte de dados de campo. Resultados preliminares indicam que as imagens multi-sensores classificadas pela técnica de RF são promissoras para o monitoramento da produção agrícola no Cerrado.

**Palavras-chave** — PlanetScope, HLS, CBERS-4A.

### ABSTRACT

*Monitoring agricultural production in the Cerrado via satellite images is hampered, for example, by the spectral similarity of some crops and differences in planting dates. The objective of this study is to analyze the potential of multi-sensor orbital data to monitor agricultural production in this biome. The following images from different municipalities were selected: harmonized Landsat and Sentinel-2 images; monthly mosaics of PlanetScope satellite; and moderate spatial resolution, multispectral images acquired by Landsat, Sentinel-2, and CBERS-4A satellites. The images were converted into different spectral indices and textural attributes, which, together with the original bands, were used as input parameters for the non-parametric Random Forest (RF) classifier, with the support of field data. Preliminary results indicate that multi-sensor images classified by the RF technique are promising for monitoring agricultural production in the Cerrado.*

**Key words** — PlanetScope, HLS, CBERS-4A.

### 1. INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado é conhecido pela sua elevada diversidade biológica e pela sua alta produção agrícola, notadamente de grãos (soja, milho, algodão e café), carne bovina e cana-de-açúcar. Aproximadamente 50% desse bioma apresenta cobertura vegetal nativa composta por formações campestres, savânicas e florestais em diferentes proporções, dependendo das condições de solo, clima e topografia [1]. A outra metade é ocupada por diferentes classes de uso de terras, notadamente pastagens cultivadas, culturas anuais, perenes e semi-perenes e silvicultura.

O monitoramento da dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura de terras no Cerrado tem sido realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e demais instituições parceiras, por meio do Projeto TerraClass Cerrado [2]. O monitoramento agrícola do bioma Cerrado é bastante desafiador em função da cobertura persistente de nuvens durante a estação chuvosa, similaridade espectral entre algumas classes de uso e cobertura vegetal, adoção de diferentes datas de plantio por parte dos produtores rurais, além do uso cada vez mais intensivo de sistemas de integração lavoura-pecuária [3]. Dentre esses desafios, incluem-se a identificação de áreas com duas safras dentro de um mesmo calendário agrícola e a classificação de pastagens cultivadas em diferentes níveis de degradação.

A combinação de imagens provenientes de diferentes sistemas sensores, denominados nesse estudo de dados multi-sensores, pode contribuir na melhoria da acurácia do monitoramento agrícola. Dentre as vantagens dessa combinação, destaca-se a maior periodicidade de aquisição de imagens, um fator crucial quando se trata de monitoramento de culturas agrícolas anuais de sequeiro. Dessa forma, o objetivo deste estudo é analisar o potencial de dados orbitais multi-sensores para monitorar a produção agrícola em diferentes regiões do Cerrado.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

As áreas de estudo selecionadas correspondem aos municípios de Barreiras/BA, Goiatuba/GO, Campo Grande/MS e Sorriso/MT (**Figura 1**). Tais áreas foram selecionadas por

serem representativas de fronteiras agrícolas novas ou consolidadas do bioma Cerrado em termos de produção extensiva de grãos, notadamente soja, milho (plantado como 2ª safra), algodão, café irrigado e cana-de-açúcar, além da pecuária de corte [4].

Para o município de Barreiras, foi selecionada uma área com cerca de 366.000 ha, que é representativa do município em termos de plantio de grãos, conhecida como Anel da Soja e delimitada pelas rodovias BR-242, BA-459 e BA-460. Foram selecionadas 7 cenas do satélite Landsat 8 OLI do período de outubro de 2021 a março de 2022; 28 cenas harmonizadas do satélite Sentinel-2 MSI convertidas para reflectância de superfície e reamostradas para 30 m no sistema de referência global do Sentinel-2 (HLS S30); e 6 imagens harmonizadas do satélite Landsat 8 OLI convertidas para reflectância de superfície e reamostradas para 30 m no sistema de referência global do Sentinel-2 (HLS L30). Maiores detalhes sobre os produtos denominados de Harmonized Landsat Sentinel-2 (HLS) podem ser encontrados em Claverie et al. [5].

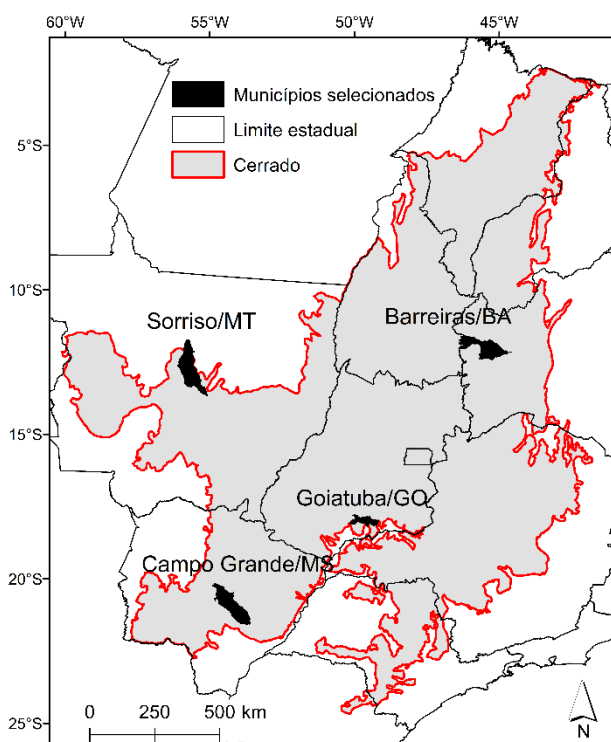


Figura 1. Localização das áreas de estudo nos seus respectivos estados da Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.

Para o município de Goiatuba, foram selecionados mosaicos mensais (outubro a abril de 2022) do satélite PlanetScope normalizados e convertidos para reflectância de superfície e disponíveis para *download* na plataforma Google Earth Engine. Esses mosaicos foram elaborados por uma iniciativa da Noruega denominada de *Norway's International Climate & Forest Initiative* [7] com resolução espacial de 4,7 m

e quatro bandas espectrais nas faixas do azul, verde, vermelho e infravermelho próximo. Duas campanhas de campo foram realizadas nesse município, uma em outubro de 2021 para identificar as principais classes de uso e cobertura de terras do município e outra em abril de 2022 para identificar áreas de plantio de 2ª safra.

Os municípios de Campo Grande e Sorriso foram selecionados para enfatizar a análise de imagens multiespectrais adquiridas pelo satélite sino-brasileiro CBERS-4A MUX, fusionadas com a banda pancromática e complementadas com outros satélites ópticos, notadamente o Landsat 8/9 e o Sentinel-2. O interesse maior em Sorriso é analisar a possibilidade de discriminar áreas de plantio de grãos, notadamente soja, com e sem integração com a Brachiaria, enquanto o interesse maior para o município de Campo Grande foi classificar as pastagens cultivadas desse município em quatro classes de degradação: 0 = sem degradação; 1 = baixa degradação; 2 = média degradação; e 3 = alta degradação.

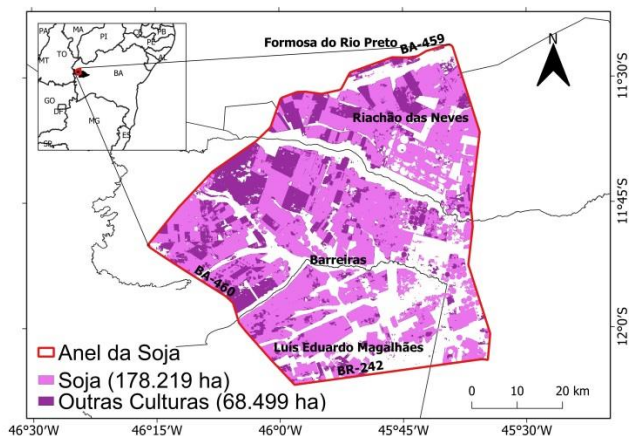
As cenas dos municípios de Campo Grande e Sorriso estão em pleno processamento para produção de diferentes índices espectrais, notadamente o NDVI e o NDWI, além dos diferentes atributos texturais como entropia, homogeneidade, variância e contraste, por meio da aplicação da técnica conhecida como *Gray-Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) [8]. Dados radiométricos (bandas espectrais individuais), índices espectrais e atributos texturais serão novamente utilizados como atributos de entrada para o classificador RF. Amostras de verdade terrestre foram obtidas nesses dois municípios em junho e setembro de 2022, respectivamente, para subsidiar essa etapa de classificação não-paramétrica.

Os dados de campo relativos às coordenadas geográficas (latitude e longitude), classe predominante de uso e cobertura de terras e fotografias panorâmicas, obtidos nas quatro áreas de estudo no período de outubro/2021 a setembro/2022, foram adquiridos com o aplicativo móvel AgroTag da Embrapa Meio Ambiente [9].

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da classificação RF do Anel da Soja em três níveis hierárquicos, envolvendo as bandas espectrais e os correspondentes índices espectrais dos produtos HLS S30, HLS L30 e Landsat 8 indicaram que, no primeiro nível hierárquico de classificação (áreas agrícolas e áreas naturais), os dados derivados de HLS S30 e Landsat 8 apresentaram acurácias similares (acurácia global = 0,959). No nível 2 (separação entre culturas anuais, culturas perenes e pastagens cultivadas), dados do HLS e Landsat 8 convertidos para índices espectrais alcançaram acurácias globais superiores a 0,93. No nível 3 (separação entre soja e outras culturas anuais), os dados do HLS (bandas espectrais + índices espectrais) apresentaram a acurácia mais alta (acurácia global = 0,913). Na área de estudo, foram mapeados 178.219 ha de soja e 68.499 ha de outras culturas anuais (Figura 2). Discussões mais detalhadas

sobre o desempenho desses dados multi-sensores podem ser encontrados em Parreiras et al. [10].



**Figura 2. Resultado da classificação digital de imagens multi-sensor para a região do Anel da Soja/BA no calendário agrícola 2021/2022, discriminando áreas plantadas com soja de outras culturas agrícolas anuais.**

Na campanha de campo de abril de 2022 no município de Goiatuba/GO, foram revisitados 62 pontos de amostragens que foram identificados como culturas anuais ou solo exposto em outubro de 2021. Conforme mostrado na **Figura 3**, mais da metade desses pontos (35 pontos) estavam sendo cultivados com milho de 2ª safra. O plantio de milho nesse período do ano parece ser uma prática comum não só no município de Goiatuba, mas também em outros municípios de Goiás ou mesmo de outros estados. De fato, de acordo com a previsão de safras da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) para o calendário

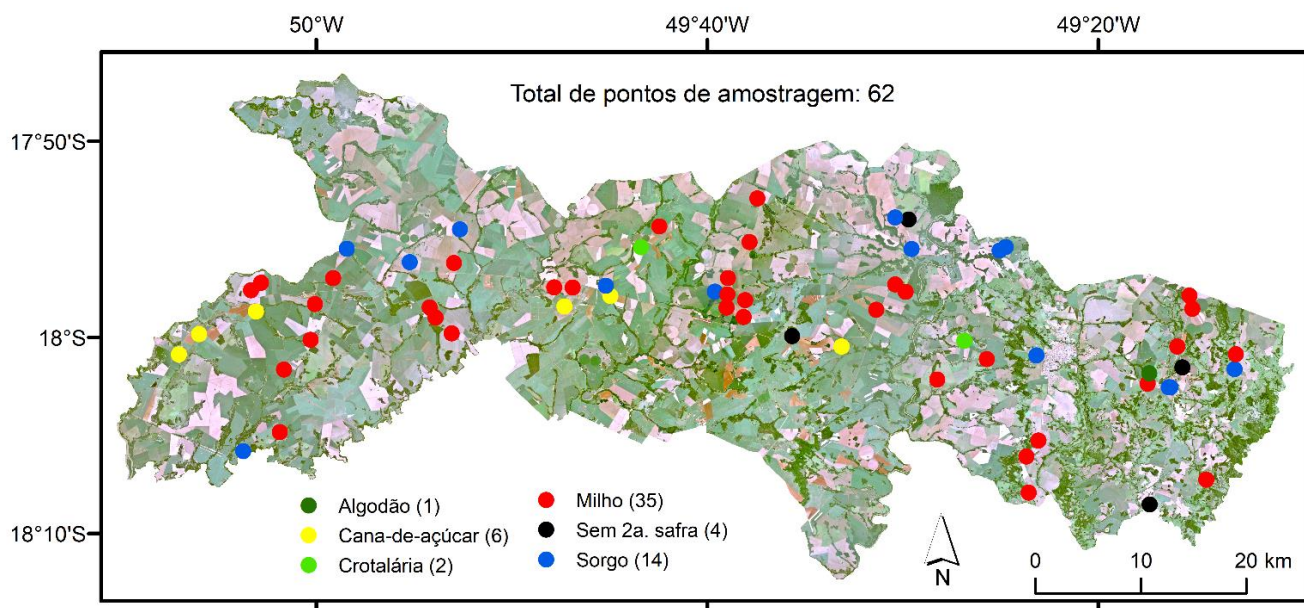
agrícola de 2021/22, foram plantados cerca de 1.740.000 hectares de milho 2ª safra, quase 10 vezes mais que o plantio de milho 1ª safra, que foi de 179.600 ha [11]. Para o estado de Mato Grosso, essa proporção foi de mais de 100 vezes (6.485.300 ha de milho 2ª safra e 62.100 ha de milho 1ª safra).

Dos 99 pontos visitados em campo no município de Campo Grande/MS, correspondentes a áreas de pastagens cultivadas com *Brachiaria*, *Andropogon* e *Panicum*, a maioria (38%) apresentou uma degradação média (**Figura 4**). As duas classes extremas, isto é, sem degradação e alta degradação, corresponderam a 16% e 22% das pastagens, respectivamente. Segundo dados do IBGE [12], há um predomínio de Latossolos nas porções mais ao sul e oeste do município, enquanto na porção mais ao norte e leste do município, predominam os Neossolos Quartzarênicos. Regra geral, as pastagens com média e alta degradação localizam-se em Neossolos Quartzarênicos, enquanto os solos sem e com baixa degradação localizam-se em Latossolos.

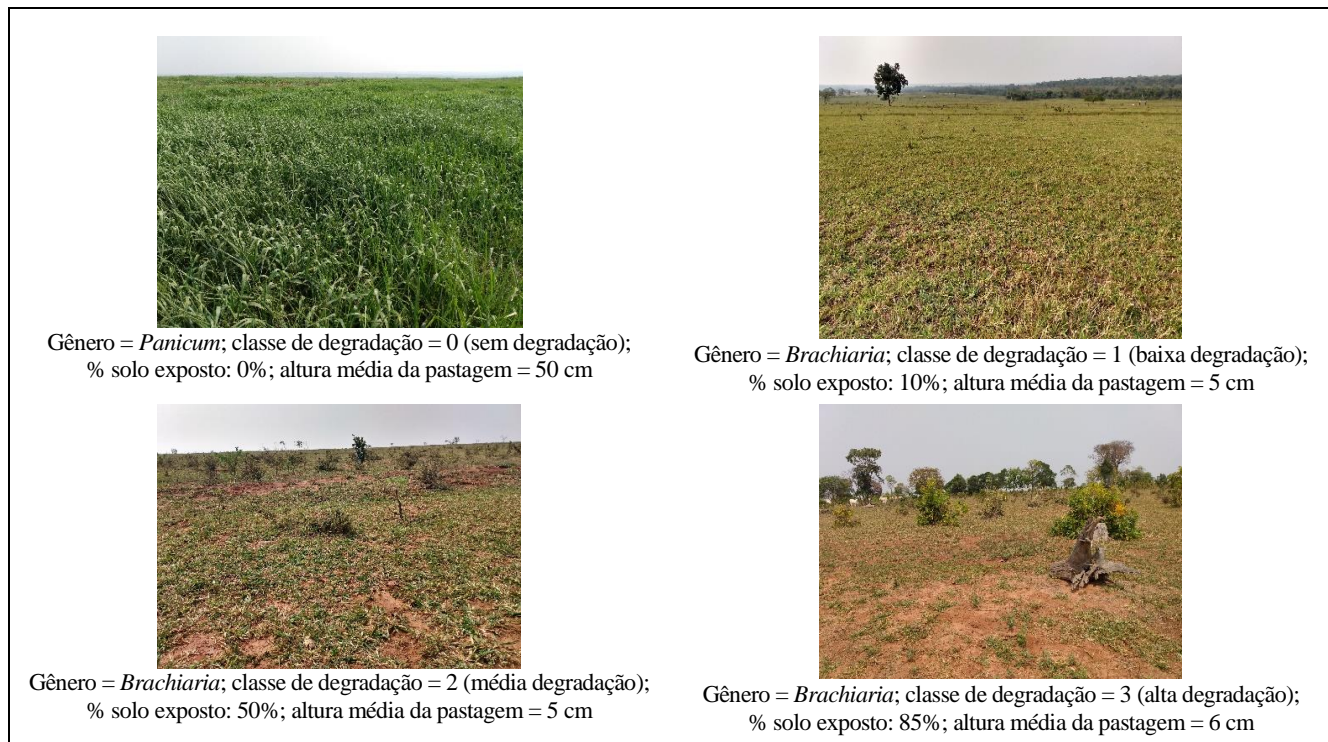
As imagens de satélite de Sorriso/MT e Campo Grande/MS estão sendo processadas e os resultados finais serão publicados e apresentando em outras oportunidades.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados desse estudo, ainda que em caráter preliminar, apresentaram evidências promissoras sobre o uso de dados multi-sensores para o monitoramento agrícola de culturas anuais e para a discriminação de diferentes níveis de degradação em pastagens cultivadas do Cerrado.



**Figura 3. Mosaico de imagens do PlanetScope de março de 2022 do município de Goiatuba/GO com identificação de 62 pontos visitados em campo em abril de 2022, correspondente à época de crescimento vegetativo de plantios de 2ª safra. Número entre parênteses na legenda do mapa corresponde ao total de plantios encontrados por cada classe de uso da terra.**



**Figura 4. Exemplo de fotografias panorâmicas de campo ilustrando as pastagens do município de Campo Grande/MS com quatro níveis de degradação. A porcentagem de solo exposto foi estimada visualmente no campo.**

## 5. AGRADECIMENTOS

A presente pesquisa está sendo realizada com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - processo 2019/26222-6) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Processo 406494/2018-5).

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] A. Alencar, J. Z. Shimbo, F. Lenti, C. B. Marques, B. Zimbres, M. Rosa, et al. Mapping three decades of changes in the Brazilian savanna native vegetation using Landsat data processed in the Google Earth Engine platform. *Remote Sensing*, 12:924, 2020.
- [2] INPE. TerraClass Cerrado. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/projetos/terraclass-cerrado>>. Acesso em: 04 out. 2022.
- [3] E. E. Sano, R. Rosa, J. R. Brito, L. G. Ferreira. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 166:113–124, 2010.
- [4] E. Bolfe, E. Sano, S. Campos (eds.). *Dinâmica Agrícola no Cerrado*. Embrapa, Brasília, DF, v. 1, 308 p., 2020.
- [5] M. Claverie, J. Ju, J. G. Masek, J. L. Dungan, E. F. Vermote, J. C. Roger, S. V. Skakun, C. Justice. The Harmonized Landsat and Sentinel-2 surface reflectance data set. *Remote Sensing of Environment*, 219:145-161, 2018.
- [6] L. Breiman. Random Forests. *Machine Learning*, 45:5-32, 2001.
- [7] NICFI. Norway's International Climate and Forest Initiative. Standing with the World's tropical forests. Disponível em: <<https://www.nicfi.no/>>. Acesso em: 30 set. 2022.
- [8] M. Hall-Beyer. *GLCM texture: A tutorial v. 1.0 through 2.7*. Disponível em: <<https://prism.ucalgary.ca/handle/1880/51900>>. Acesso em: 04 out. 2022.
- [9] L. Araújo, L. Vicente, C. Manzato, L. Skorupa, D. Victoria, A. Soares. AgroTag. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19, Santos, SP. *Anais...* INPE, São José dos Campos, SP, p. 451-454, 2019.
- [10] T. C. Parreiras, E. L. Bolfe, M. E. D. Chaves, I. D. Sanches, E. E. Sano, D. C. Victoria, G. M. Bettiol, L. E. Vicente. Hierarchical classification of soybean in the Brazilian savana based on Harmonized Landsat Sentinel data. *Remote Sensing*, 14: 3736, 2022.
- [11] CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Safra brasileira de grãos*. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 04 out. 2022.
- [12] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual Técnico de Pedologia*. IBGE, Rio de Janeiro, RJ, 2ª ed., 2007.