

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA DISCRIMINAÇÃO DE ÁREAS DE *UROCHLOA SPP.* E *ANDROPOGON GAYANUS* NO CERRADO

AMANDA SANTOS VELOSO ESPINDOLA¹, EDSON EYJI SANO², MICHELLE SOUZA VILELA³ e JOÃO PAULO FREIRE ESPINDOLA ROMÃO⁴

¹Doutoranda em Agronomia, UnB, Brasília-DF, veloso.amanda@gmail.com

²Dr. em Ciência do Solo, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, edson.sano@embrapa.br

³Dra. em Agronomia, UnB, Brasília-DF, michellevilelaunb@gmail.com

⁴Engenheiro Agrônomo, UEG, Ipameri-GO, joaopaulo@ruralprojetosagro.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
7 a 10 de outubro de 2024

RESUMO: Dentre as espécies forrageiras mais utilizadas para criação de gado bovino no Cerrado, destacam-se a *Urochloa spp.* (sinônimo: *Brachiaria spp.*) e o *Andropogon gayanus*. Este trabalho apresenta uma proposta metodológica para discriminar áreas de *Urochloa* e *Andropogon* no Cerrado baseada em técnicas de processamento digital de imagens de satélite de última geração. A discriminação de espécies forrageiras para criação de bovinos é altamente relevante, pois cada espécie possui qualidade nutricional, susceptibilidade a pragas e doenças, adaptação às condições ambientais locais e crescimento e produtividade distintas, afetando, por exemplo, o tipo de manejo animal mais apropriado e a rentabilidade dos produtores. A proposta metodológica envolve três etapas: (i) mapeamento de pastagens cultivadas; (ii) seleção de imagens de satélites mais apropriadas; e (iii) processamento digital de imagens por meio de algoritmos baseados em aprendizagem de máquina. Neste artigo, são discutidos os detalhes mais importantes de cada uma dessas etapas. Como trabalho futuro, essa metodologia será aplicada em um município do Cerrado a ser selecionada com base no mapeamento disponível de pastagens cultivadas e em inspeção de campo.

PALAVRAS-CHAVE: Pastagens cultivadas, forrageiras, Random Forest, processamento digital de imagens.

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR DISCRIMINATING *UROCHLOA SPP.* AND *ANDROPOGON GAYANUS* AREAS IN THE CERRADO BIOME

ABSTRACT: Among the forage species commonly used for cattle raising in the Cerrado biome, we can highlight the *Urochloa spp.* (synonym: *Brachiaria spp.*) and *Andropogon gayanus*. This paper presents a methodological proposal to discriminate areas of *Urochloa* and *Andropogon* in the Cerrado based on state-of-the-art satellite image processing techniques. The discrimination of forage species for cattle raising is highly relevant, since each species has distinct nutritional quality, susceptibility to pests and diseases, adaptation to local environmental conditions, and distinct levels of growth and productivity, affecting, for example, the most appropriate pasture management type and the profitability of producers. The methodological proposal involves three steps: (i) mapping of cultivated pastures; (ii) selection of the most appropriate satellite images; and (iii) digital image processing through machine learning algorithms. In this paper, we discuss the most important details of each of these steps. As future work, this methodology will be applied in a municipality in the Cerrado to be selected based on the existing cultivated pasture map and field inspection.

KEYWORDS: Cultivated pastures, forage, Random Forest, digital image processing.

CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil é o principal exportador e o segundo maior produtor de carne bovina do mundo (USDA, 2024). Pastagens cultivadas cobrem aproximadamente 164 milhões de hectares em todo o país (MapBiomias, 2024). Cerca de 90% dos rebanhos bovinos nacionais são criados com base na alimentação a pasto (Jank et al., 2014). Essa prática permite uma produção animal com baixa relação

custo-benefício e com elevado potencial para sequestro de carbono, desde que as pastagens sejam submetidas a manejos adequados (Sollenberger et al., 2019).

Aproximadamente 51 milhões de hectares de pastagens cultivadas encontram-se no bioma Cerrado (MapBiomias, 2024), que ocupa uma área em torno de 204 milhões de hectares na porção central do Brasil. Dentre as principais espécies forrageiras encontradas neste bioma, destacam-se as espécies gramíneas africanas pertencentes ao gênero *Urochloa* spp., também conhecida como *Urochloa* spp. (Tesk et al., 2019). Essa espécie é conhecida por seu alto potencial de produção de biomassa e adaptação a climas tropicais e subtropicais e aos solos ácidos e de baixa fertilidade, tipicamente encontrados no bioma Cerrado. As folhas são longas e lanceoladas, com hábito de crescimento prostrado a ereto e, em condições plenas de capacidade produtiva, costumam cobrir a maior parte do terreno (Figura 1). Outra espécie encontrada com frequência no referido bioma é o *Andropogon gayanus*. Da mesma forma que a *Urochloa*, o *Andropogon* adapta-se bem a climas tropicais e subtropicais, podendo atingir alturas de 1,5 a 3 metros. As folhas são longas e finas, o sistema radicular costuma ser profundo e a propagação vegetativa é feita na forma de rizonas.



(A)



(B)

Figura 1. Fotografia panorâmica de campo mostrando áreas cobertas com forrageiras do tipo *Urochloa* spp. nos campos experimentais da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, Mato Grosso do Sul (A) e *Andropogon gayanus* no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul (B). Fotos: E. Sano.

A maioria dos trabalhos envolvendo análise de dados de sensoriamento remoto de recursos terrestres tem focado no mapeamento de áreas ocupadas com pastagens cultivadas em diferentes escalas. Este é o caso, por exemplo, do mapeamento anual de uso e cobertura de terras do Brasil que vem sendo disponibilizado pelo Projeto MapBiomias (MapBiomias, 2024). Recentemente, a Universidade Federal de Goiás (UFG), por meio do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG), disponibilizou o mapa de pastagens degradadas do Brasil, considerando-

se três classes de degradação: nula, intermediária e severa (UFG, 2022). Desde o esforço pioneiro dispendido por Assad et al. (1991), não tem sido conduzido nenhum trabalho de discriminação de espécies forrageiras no bioma Cerrado utilizando-se de imagens de sensoriamento remoto. Apesar dessa escassez de publicações, o mapeamento de espécies forrageiras em áreas de pastagens cultivadas é altamente relevante para subsidiar políticas públicas de boas práticas de manejo animal, pois cada espécie forrageira possui características distintas em termos de qualidade nutricional, susceptibilidade a pragas e doenças e adaptação às condições ambientais locais, dentre outros aspectos. Dentro deste contexto, o objetivo deste estudo é apresentar uma proposta metodológica para discriminar áreas de *Urochloa* e *Andropogon* no Cerrado baseada em técnicas de processamento digital de imagens de satélite de última geração.

DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

A Figura 2 mostra as principais etapas da proposta metodológica para discriminar áreas de pastagens cultivadas ocupadas por *Urochloa* e *Andropogon* no Cerrado. A proposta é basicamente constituída por três etapas, as quais serão discutidas a seguir: (i) uso de um mapa de pastagens cultivadas disponível na área de estudo ou confecção do próprio mapa; (ii) seleção de imagens de satélites mais apropriadas; e (iii) processamento digital de imagens por meio de algoritmos baseados em aprendizagem de máquina.

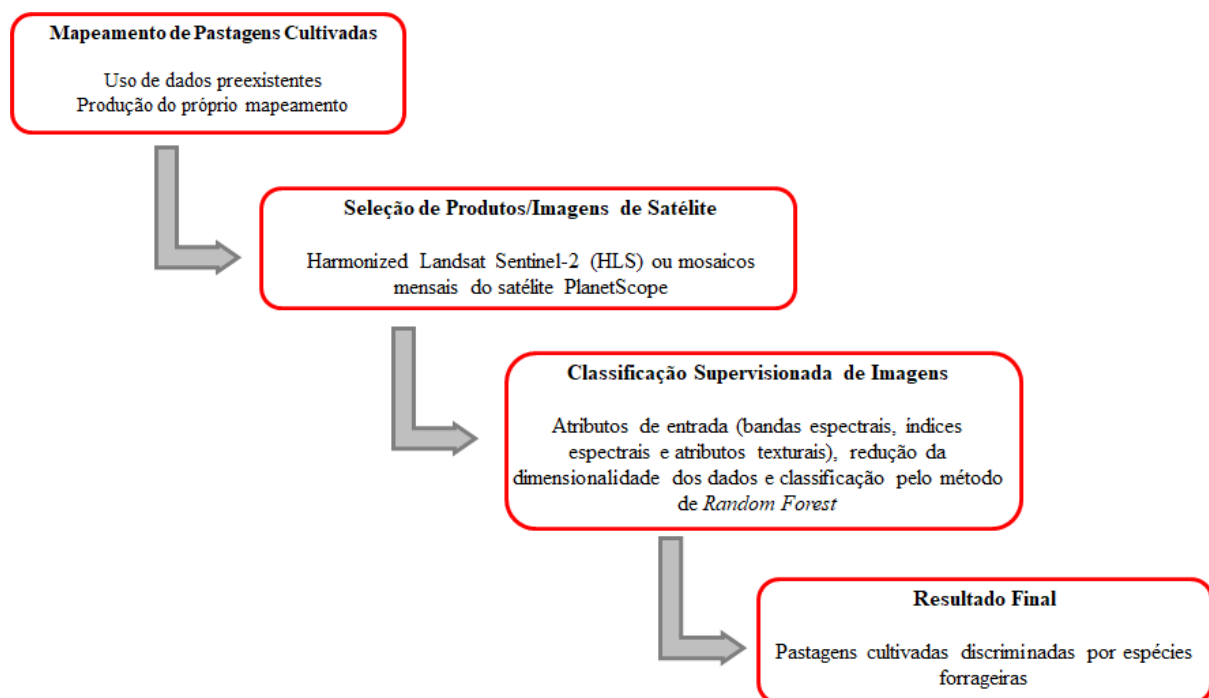


Figura 2. Fluxograma das principais etapas da proposta metodológica para discriminar áreas de pastagens cultivadas ocupadas com *Urochloa* e *Andropogon* no Cerrado.

A primeira etapa refere-se ao uso de um mapeamento preexistente de pastagens cultivadas da área de estudo. Para áreas de estudo relativamente extensas (por exemplo, em escala municipal), podem-se utilizar mapeamentos já disponíveis como são os casos dos mapas anuais de uso e cobertura da terra do Brasil, produzidos pelo Projeto MapBiomias desde 1985 (Souza Jr. et al. 2020). Esses mapas, disponibilizados no formato *raster*, são compostos por diversas classes antrópicas e de vegetação nativa, incluindo-se a classe pastagens cultivada. Os mapas são produzidos a partir de processamento na nuvem de mosaicos anuais de imagens de satélite da família Landsat com resolução espacial de 30 metros, os quais são classificados por meio do classificador supervisionado *Random Forest* (RF). Os produtos estão disponíveis para *download* na plataforma Google Earth Engine. Outra

alternativa é o uso de dados do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizado aproximadamente a cada 10 anos. O último censo foi realizado em 2017 (IBGE, 2017). Os dados são disponibilizados em formato tabular e em escala municipal. Convém ressaltar que esses mapas possuem escala regional ou municipal, isto é, não são recomendados para áreas pouco extensas (por exemplo, em escala de microbacias hidrográficas). Nestes casos, é necessária a elaboração de mapa próprio de pastagens cultivadas da área de estudo, utilizando-se de procedimentos convencionais de interpretação visual ou classificação automática de imagens de satélite. Essa fase deve contar com suporte de dados de treinamento e validação no campo ou obtidos com imagens de sensoriamento remoto de melhor resolução espacial.

A segunda etapa é a seleção de imagens de satélite mais apropriadas para discriminar *Urochloa* de *Andropogon*. Os autores sugerem o uso dos produtos disponibilizados pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), denominados de Harmonized Landsat Sentinel (HLS) (Claverie et al., 2018). Tratam-se de produtos que combinam imagens adquiridas pelos satélites Landsat 8, Landsat 9 e Sentinel-2, visando a obtenção de produtos harmonizados, isto é, com correção atmosférica, geométrica e radiométrica, e com maior frequência temporal: 2-3 dias, em comparação com a periodicidade de 16 dias da série Landsat ou 10 dias do satélite Sentinel-2. Atualmente, os produtos são disponibilizados de forma operacional com resolução de 30 metros, no entanto, a expectativa é a de que, em breve, os produtos HLS sejam globalmente disponibilizados com a resolução de 10 metros do Sentinel-2. Outra recomendação é o uso de mosaicos mensais da constelação de mais 200 nanosatélites PlanetScope com resolução espacial de 4,7 metros, disponibilizados a partir de 2020 para regiões tropicais pela Iniciativa Internacional de Clima e Florestas da Noruega (NCIFI, 2021). Por causa da periodicidade quase diária desses nanosatélites, esses mosaicos mensais apresentam baixa probabilidade de contaminação por cobertura de nuvens.

As imagens adquiridas por qualquer um dos satélites selecionados podem ser classificadas de forma automática por meio de classificadores supervisionados e não paramétricos de aprendizagem de máquina. Classificação supervisionada indica que os usuários precisam treinar os algoritmos por meio da indicação de áreas de treinamento obtidos no campo ou com imagens com melhor nível de detalhamento, enquanto a classificação não paramétrica indica que as imagens não precisam obedecer ao princípio da normalidade dos dados. Estudos anteriores têm mostrado que, dentre os principais classificadores de aprendizagem de máquina, o RF tem apresentado desempenho superior em relação aos demais classificadores como o *Support Vector Machine*. Neste artigo, os classificadores de aprendizagem profunda (e.g., Tensor Flow e U-Net) não serão discutidos por causa da alta demanda computacional e a sua atual indisponibilidade nos principais sistemas de processamento de imagens comerciais ou gratuitos mais populares.

As imagens adquiridas pelas bandas espectrais originais do satélite selecionado podem ser convertidas ainda para índices de vegetação e atributos texturais. Existem diversos índices de vegetação propostos na literatura, tais como o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), o índice de vegetação realçado (EVI) e o índice de reflectância da senescência da planta (PSRI). Esses índices realçam áreas nas imagens cobertas parcialmente ou totalmente com vegetação verde, baseada na relação entre a alta resposta espectral da vegetação na faixa do infravermelho próximo e a alta absorção na faixa espectral do vermelho. Espera-se ainda que os atributos texturais derivados do Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) (Haralick et al., 1973) constituam-se em parâmetros de entrada importantes no procedimento de classificação de imagens, uma vez que há nas diferenças marcantes nas estruturas dos dosséis da *Urochloa* e do *Andropogon*. Exemplos de atributos texturais são a assimetria, contraste, entropia e homogeneidade. No entanto, ao agrupar as bandas espectrais do satélite com os índices de vegetação e com os atributos texturais, têm-se um número excessivamente grande de parâmetros de entrada da classificação por aprendizagem de máquina, demandando sobremaneira o tempo computacional de processamento. Uma possível solução para reduzir essa demanda computacional é utilizar os atributos que forem considerados mais importantes pelo classificador durante a fase de treinamento. Outra alternativa é o uso da técnica de componentes principais para reduzir a dimensionalidade de dados.

CONCLUSÕES

Este artigo apresenta uma proposta metodológica baseada em imagens de satélite para discriminar áreas ocupadas pelas espécies forrageiras *Urochloa* e *Andropogon* em pastagens cultivadas no bioma Cerrado. Para áreas de estudo relativamente extensas, recomenda-se o uso dos produtos HLS ou os mosaicos mensais do satélite PlanetScope. Além das imagens adquiridas pelas bandas multiespectrais, recomenda-se a conversão dessas imagens em índices espectrais e atributos texturais para serem utilizados como parâmetros de entrada do classificador baseado em aprendizagem de máquina. Por causa da elevada sazonalidade climática do Cerrado, recomenda-se ainda o uso de imagens adquiridas pelo menos nas estações seca e chuvosa. Esta proposta metodológica será testada em um município do Cerrado a ser selecionada com base no mapa de pastagens cultivadas disponibilizado pelo Projeto MapBiomias, complementado com inspeção de campo.

REFERÊNCIAS

- Assad, E. D., Madeira Neto, J. S., Moreira, L. (1991). Uso de padrões radiométricos para separação de quatro espécies de gramíneas em condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 10, p. 1635-1633.
- Claverie, M., Ju, J., Masek, J. G., Dungan, J. L., Vermote, E. F., Roger, J. C., Skakun, S. V.; Justice, C. (2018). The Harmonized Landsat and Sentinel-2 surface reflectance data set. **Remote Sensing of Environment**, v. 219, p. 145-161.
- Haralick, R. M., Shanmugam, K., Dinstein, I. H. (1973). Textural features for image classification. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, v. 3, p. 610–621.
- IBGE. (2017). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. IBGE, Rio de Janeiro, RJ.
- Jank, L., Barrios, S.C., Valle, C.B., Simeão, R.M., Alves, G.F. (2014). The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop Pasture Science**, v. 65, n. 11, p. 1132-1137.
- MapBiomias. (2024). **MapBiomias v. 8.0**. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomias.org/en/#>>. Acesso em: 29 jul. 2024.
- NICFI. (2021). Norway's International Climate and Forest Initiative. **Standing with the World's Tropical Forests**. Disponível em: <<https://www.nicfi.no/>>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- Sollenberger, L.E., Kohmann, M.M., Dubeux Jr., J.C.B., Silveira, M.L. (2019). Grassland management affects delivery of regulating and supporting ecosystem services. **Crop Science**, v. 59, p. 1–19.
- Souza Jr., C. M., Shimbo, J. Z., Rosa, M. R., Parente, L. L., Alencar, A. A. et al. (2020). Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, 2735.
- Tesk, C.R.M., Cavalli, J., Pina, D.S., Pereira, D.H., Pedreira, C.G.S., Jank, L.; Sollenberger, L.E., Pedreira, B.C. (2020). Herbage responses of Tamani and Quênia guinea grasses to grazing intensity. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 3, p. 2081-2091.
- UFG. (2022). Universidade Federal de Goiás/Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG). **Atlas das Pastagens**. Disponível em: <<https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>>. Acesso em: 25 jul. 2024.
- USDA (2024). United States Department of Agriculture. **Livestock and poultry: World markets and trade**. Foreign Agricultural Service, Washington, DC, EUA.