



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO MAPEAMENTO E ATUALIZAÇÃO DO CULTIVO DE CAFÉ

Eduarda da S. TRINDADE¹; André Augusto da S. MARQUES²; Rian A. V. AVELINO³; Alice V. MARQUES⁴; Willian J. GOMES⁵; Allan A. PEREIRA⁶.

RESUMO

A cafeicultura demanda o mapeamento e monitoramento de suas áreas para melhor compreensão de sua ocupação e dinâmica. Este estudo propõe uma metodologia para atualizar a base de dados sobre o cultivo de café e avaliar a acurácia do mapeamento da dinâmica cafeeira em Nova Resende, MG. Foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2 e os índices de vegetação. A classificação das áreas de café foi realizada com o *Random Forest* na plataforma Google Earth Engine. Em 2021, a área plantada de café em Nova Resende aumentou 5,6% em relação a 2017. Os resultados se mostraram promissores, com um índice Kappa acima de 0,9. As técnicas de detecção apresentaram uma resposta espectral diferente entre cafezais e áreas de florestas, proporcionando uma maior acurácia. O algoritmo *Random Forest* se mostrou robusto e de fácil aplicação.

Palavras-chave: Mapeamento de café; Machine learning; Mudanças do uso do solo.

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade de expressiva relevância no cenário nacional e internacional. Diante da importância desta *commodity*, o mapeamento dos plantios são necessários para melhor entendimento da ocupação e dinâmica da cafeicultura.

A classificação automática de imagens de satélite, por meio de Inteligência Artificial é um método promissor para o mapeamento de áreas cultivadas. Contudo, até o momento, a literatura publicada sobre o mapeamento de áreas de café tem sido limitada. Para Hunt et al. (2020), isto se deve em parte à complexidade e variedade dos sistemas de produção de café.

O Aprendizado de Máquina é uma área da Inteligência Artificial que cria algoritmos para analisar dados automaticamente, aprimorando-se com base no conhecimento prévio e no feedback do processo (CHO, 2020; WEI et al., 2019).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo propor uma metodologia de atualização da base de dados sobre cultivo de café e avaliar a acurácia do mapeamento de crescimento e redução da atividade cafeeira entre 2017 e 2021 no município de Nova Resende, MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Nova Resende está situado no sudoeste do estado de Minas Gerais, Brasil.

¹Discente Eng. Agrônômica - IFSULDEMINAS *Campus* Muzambinho. E-mail: eduardasilvatrindade@gmail.com

²Discente Eng. Agrônômica - IFSULDEMINAS *Campus* Muzambinho. E-mail: andre.4ugusto.12@gmail.com

³Discente Eng. Agrônômica - IFSULDEMINAS *Campus* Muzambinho. E-mail: rian.vianaav@gmail.com

⁴Discente Eng. Agrônômica - IFSULDEMINAS *Campus* Muzambinho. E-mail: alicevilela42@gmail.com

⁵Discente Eng. Agrônômica - IFSULDEMINAS *Campus* Muzambinho. E-mail: willian.gomes.agro@gmail.com

⁶Prof. Orientador - IFSULDEMINAS *Campus* Muzambinho. E-mail: allan.pereira@ifsuldeminas.edu.br

A base de dados que foi utilizada é a base oficial da CONAB. Estes dados foram gerados pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG).

Para atualização da base de dados utilizou-se as imagens do satélite Sentinel-2. Neste estudo, utilizou-se 3 índices, sendo o NDVI, EVI e SAVI. Para a criação do mapa atualizado para 2021 das áreas de café, um código de classificação utilizando o algoritmo de aprendizado de máquina *Random Forest* (LIU; WANG; ZHANG, 2012) foi implementado no Google Earth Engine.

Para a validação utilizou-se 30% das amostras coletadas nas diferentes classes, gerando a matriz de erros e a partir desta, calculou-se a Acurácia Global: proporção de predições corretas (tanto positivas quanto negativas) em relação ao total de casos analisados; a Acurácia do Usuário: reflete a probabilidade de que uma classe prevista corresponda à sua classificação real no terreno; a Acurácia do Produtor: indica a probabilidade de que uma classe real no terreno seja corretamente identificada e o Coeficiente Kappa: é uma medida de concordância entre duas classificações que leva em consideração a possibilidade de o acordo ocorrer ao acaso.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados oficiais, em 2017 o município de Nova Resende possuía uma área de 13.317 ha de lavouras de café. Nos resultados obtidos neste estudo, a área em lavouras cafeeiras do ano de 2021 foi de 14.068 ha, o que representa um aumento de 5,6 % (751 ha) referente a área em lavouras em 2017 (Figura 1).

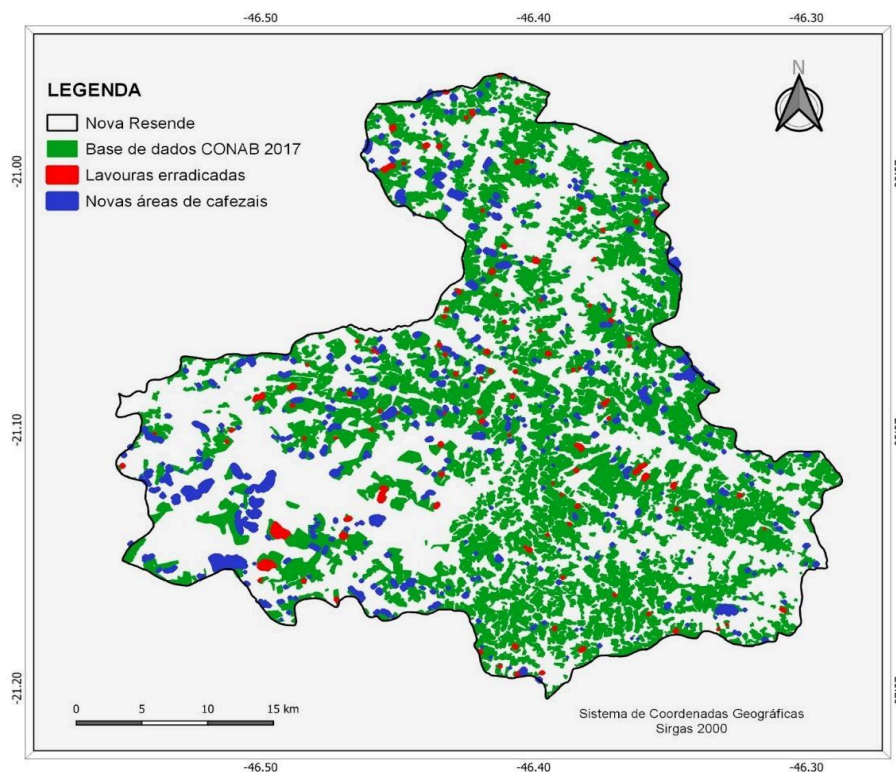


Figura 1: Mapeamento de café em Nova Resende. Fonte: o autor

Neste estudo, optou-se por uma abordagem de detecção de mudanças. Partimos de uma base de dados confiável, validada em campo pela EMATER-MG, para propor um método de atualização. Sendo assim, as variáveis de entrada do modelo foram as bandas do espectro solar do sensor Sentinel-2, índices espectrais derivados dessas bandas, e as diferenças dos valores das bandas e dos índices no período entre 2017 e 2021 e o índice tau (tendência).

Os resultados das métricas de acurácia indicam uma excelente concordância entre as previsões e as observações reais. A Acurácia Global do modelo foi de 99,28% e a estatística Kappa apresentou um valor de 0,991. Além disso, a análise da Acurácia do Usuário e a Acurácia do Produtor tiveram resultados próximos ou iguais a 1 para todas as classes.

Apesar dos bons resultados indicados no processo de validação, é possível verificar a presença de alguns erros (Figura 2). Esse erro é comum nos estudos de classificação de cafezais utilizando sensoriamento remoto, devido a semelhança espectral (SARMIENTO et al., 2014). No entanto, no presente estudo esse erro é minimizado, uma vez que, como processamento pós classificatório, as áreas de café sem mudança são mascaradas com o mapa de 2017.

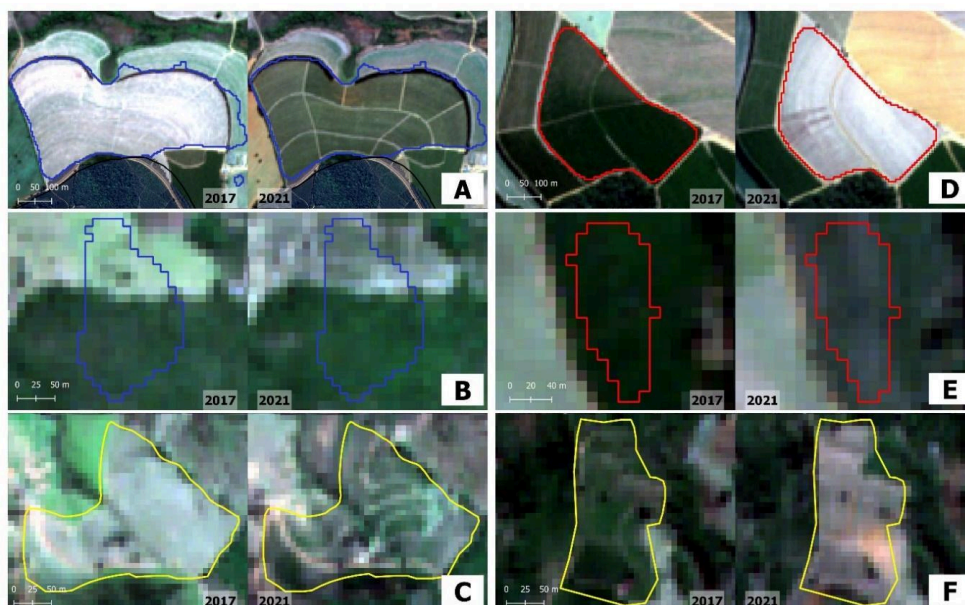


Figura 2: (A): Acerto na classificação: aumento. (B) Erro de comissão em aumento: confusão espectral com floresta nativa. (C) Erro de omissão: aumento de cafezal não mapeado. (D) Acerto na classificação: Café erradicado. (E) Erro de comissão da classe erradicado. (F) Erro de omissão: lavoura erradicada não mapeada. Fonte: O autor.

4. CONCLUSÃO

As técnicas de detecção de mudanças neste estudo apresentam uma resposta espectral diferente entre cafezais e áreas de florestas, proporcionando uma maior acurácia. O *Random Forest*, algoritmo amplamente utilizado em classificação do uso do solo, se mostrou robusto e de fácil aplicação, uma vez que os parâmetros são mais simples que outros classificadores de inteligência artificial.

AGRADECIMENTOS

Ao IFSULDEMINAS – *Campus* Muzambinho pelo apoio financeiro de bolsa através do Programa Institucional Unificado de Bolsas (Edital 20/2023) e ao GEGAM.

REFERÊNCIAS

CHO, S.; VASARHELYI, M. A.; SUN, T. S.; ZHANG, C. A. Learning from Machine Learning in Accounting and Assurance. **Journal Of Emerging Technologies In Accounting**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 1 mar. 2020.

HUNT, D. A.; TABOR, K.; HEWSON, J. H.; WOOD, M. A.; REYMONDIN, L.; KOENIG, K.; SCHMITT-HARSH, M.; FOLLETT, F. Review of remote sensing methods to map coffee production systems. **Remote Sensing**, v. 12, n. 12, p. 2041, 2020

LIU, Y; WANG, Y; ZHANG, J. New machine learning algorithm: Random forest. In: Information Computing and Applications: Third International Conference, ICICA 2012, Chengde, China, September 14-16, 2012. Proceedings 3. Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 246-252.

SARMIENTO, C. M.; RAMIREZ, G. M.; COLTRI, P. P; SILVA, L. F. F.; NASSUR, O. A. C.; SOARES, J. F. Comparação de classificadores supervisionados na discriminação de áreas cafeeiras em Campos Gerais-Minas Gerais. **Coffee Science**, v. 9 n. 4, p. 546–57. 2014.

WEI, J.; CHU, X.; SUN, X. Y.; XU, K.; DENG, H. X; CHEN, J.; WEI, Z.; LEI, M. Machine learning in materials science. **Infomat**, v. 1, n. 3, p. 338-358, set. 2019