

Engenharia Agrícola

## **APRENDIZADO DE MÁQUINA NA CAFEICULTURA: PREDIÇÃO DO ENFOLHAMENTO A PARTIR DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO E VARIÁVEIS BIOFÍSICAS VIA RPA**

Augusto Ávila de Castro - 12º módulo de Agronomia, UFLA, bolsista PIBIC/CNPq.

Gabriel Araújo e Silva Ferraz - Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA; Bolsista de produtividade CNPq; Orientador. - Orientador(a)

Mirian de Lourdes Oliveira - Pós – Doutoranda do Departamento de Engenharia Agrícola, Escola de Engenharia, UFLA; Coorientador (a).

### **Resumo**

Na cafeicultura, o enfolhamento é um indicador essencial para monitoramento de doenças e previsão de produtividade. O monitoramento em tempo real e preciso desta variável é fundamental para a tomada de decisões. Índices de Vegetação (IV's) e variáveis biofísicas obtidas por meio de imagens via aeronaves remotamente pilotadas (RPA), combinadas com algoritmos de aprendizado de máquina, como o Random Forest (RF), podem avaliar com maior precisão o enfolhamento. O objetivo deste estudo foi estimar indiretamente o enfolhamento por meio de um modelo de RF, utilizando parâmetros biofísicos (altura de planta, diâmetro de copa, Índice de Área foliar) e IV's (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI e Green Leaf Index - GLI), como preditores e verificar suas importâncias para o modelo. O experimento foi realizado em uma lavoura cafeeira localizada no campus da Universidade Federal de Lavras. Foi utilizado a RPA 3DR SOLO equipada com uma câmera multiespectral Parrot Sequoia, para o imageamento da área. Após a coleta de imagens e processamento das mesmas, através do software PIX4D Mapper, os atributos biofísicos e índices espectrais foram extraídos utilizando o programa QGIS. Adicionalmente, o enfolhamento foi estimado por meio de uma escala visual diagramática de 5 classes acerca do percentual de folhas na planta. O modelo foi implementado em RStudio por meio dos pacotes Ranger e Caret. Os dados coletados foram divididos em 80% para treino e 20% para teste. Sobre o conjunto de treino, realizou-se validação cruzada repetida (10 folds x 3 repetições) para seleção dos hiperparâmetros, via busca em grade. Em seguida, o modelo final foi ajustado e avaliado no conjunto de teste. O desempenho foi quantificado pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e pela raiz do erro quadrado médio (RMSE). A importância das variáveis foi calculada por permutação baseada em RMSE, com 10 repetições para estabilização. O modelo apresentou um  $R^2$  de 0,76 e RMSE de 13% e as variáveis de maior importância para predição quando permutadas foram: o NDVI (48%), seguido pelo GLI (24%) e o mês de coleta (17%). As variáveis estruturais apresentaram contribuições menores. Os resultados sugerem que o uso de imagens obtidas por RPA combinados com o aprendizado de máquina têm um grande potencial para a estimativa de enfolhamento. Os índices de vegetação são ótimos preditores, uma vez que conseguem refletir o estado fisiológico do dossel, principalmente em situações marcadas pela sazonalidade.

Palavras-Chave: Agricultura de Precisão, Cafeicultura de Precisão, Modelagem Preditiva.

Instituição de Fomento: UFLA, CNPq (projeto nº 32/2023; processo 175359/2023-7) e FAPEMIG (projeto APQ-00661-22), NESA.

Link do pitch: <https://youtu.be/uNO0h26f5UY>