

NÍVES DE SECAGEM DE FRUTOS DE CAFEIEIRO NO TERREIRO POR IMAGENS DE ARP

LUCAS SANTOS SANTANA¹, GABRIEL ARAÚJO E SILVA FERAZ², RAFAEL DE OLIVEIRA FARIA², JOSIANE MARIA DA SILVA³, MOZARTE SANTOS SANTANA⁴, ALDIR CARPES MARQUES FILHO²

¹ Doutor em Eng. Agrícola, Escola de Engenharia - Universidade Federal de Lavras (UFLA) 37200-000 – Lavras, MG

² Prof. Doutor, em Eng. Agrícola, Escola de Engenharia - Universidade Federal de Lavras (UFLA) 37200-000 – Lavras, MG

³ Eng. Florestal, Departamento de Ciências Florestais - Universidade Federal de Lavras (UFLA) 37200-000 – Lavras, MG

⁴ Doutor em Agroquímica, Instituto de Ciências Naturais - Universidade Federal de Lavras (UFLA) 37200-000 – Lavras, MG

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: A presença de grãos verdes e impurezas na secagem dos frutos de café favorecem a redução da qualidade da bebida. Técnicas convencionais para determinação da quantidade de grãos verdes e pretos são realizadas manualmente, o que pode ocasionar erros na estimativa. Este estudo objetivou-se identificar a quantidade de grãos verdes, vermelhos e pretos no terreiro de secagem por meio de classificação digital de imagens RGB obtidas por Aeronave Remotamente Pilotada ARP. Os dados foram obtidos pelo acompanhamento diário, da secagem dos frutos de café em terreiro de cimento, identificando frutos verdes, vermelhos e pretos. Em seguida foram realizadas as classificações de imagens de ARP por meio de segmentação. Os resultados apresentados caracterizam o terreiro de café até o quarto dia de secagem, isso ocorreu pela uniformidade de cores apresentadas após quatro dias de secagem. Destaca-se que o segmentador separa melhor as cores Verdes nas imagens de ARP, mas para aplicações em terreiros de café a separação das cores vermelhas são mais próximas da classificação real de campo.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura digital, Sensoriamento Remoto, Cafeicultura

DRYING LEVELS OF COFFEE FRUITS ON THE TERREIRO BY ARP IMAGES

ABSTRACT: Green beans' presence and impurities in drying favor the reduction of drink quality. Conventional techniques for determining green and black grains amount are performed manually, which can cause errors in the estimate. This study aimed to identify the amount of green, red and black grains in the drying yard through digital classification of RGB images obtained by Aircraft Remotely Piloted ARP. Data were obtained by daily monitoring coffee fruits drying on a cement patio, identifying green, red and black fruits. Then, classifications of ARP images were performed by segmentation. The results presented characterize the coffee yard until the fourth day of drying. This was due to color uniformity presented after four days of drying. Notably, the segmenter better separates the Green colors in the ARP images. Still, red color separation is closer to the real field classification for coffee-yard applications.

KEYWORDS: Digital agriculture, Remote sensing, Coffee farming

INTRODUÇÃO: O café até chegar ao consumidor final passa por vários processos afim de alcançar ótima qualidade de bebida. O principal fator é o grau de maturação dos frutos, pois colheita de frutas verdes ou acima da maturação ideal afetam a qualidade da bebida (ARBOLEDA et al., 2018). A identificação de cores dos frutos no terreiro de secagem pode antecipar inferências sobre a qualidade final de grãos do cafeeiro, essas informações podem ser utilizadas para direcionamento de precificação e separação em estágios posteriores de manejo (HINTGENS 2009). Tradicionalmente os graus de maturação dos frutos são mensurados pela identificação manual, que pode ser considerado um trabalho demorado e impreciso. Dessa forma, tecnologias automáticas de classificação e grãos em imagens pode contribuir com a assertividade desse tipo de determinação. Na agricultura o monitoramento realizado por trabalhadores em várias etapas é substituído ou apoiado por aplicações de sensores aéreos ou terrestres. Entre as tecnologias emergentes de agricultura 4.0 estão a aplicação de sensores remotos para o monitoramento de objetos na superfície (MARIN et al., 2021). Imagens obtidas por Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs) aliadas a técnicas de processamento digital contribuem para identificação de diversas características. Na separação de cores, técnicas de segmentação se destacam, esse processamento digital de imagens compreende limiares de cor, resultando em divisão por regiões (JANWALE and LOMTE 2017). A classificação de frutos no terreiro de secagem por meio de técnicas de classificação digital de imagens pode contribuir para agilidade nas tomadas de decisão do produtor. A partir do exposto com este estudo objetivou-se identificar a quantidade de grãos verdes, vermelhos e pretos no terreiro de secagem por meio de classificação digital de imagens obtidas por ARPs.

MATERIAL E MÉTODOS: O terreiro de secagem de café na qual foi conduzido o estudo corresponde a uma área de 120 m², convencional para secagem de café em estação de pouca chuva, constituído em concreto com capacidade para aproximadamente 100 sacas de 60 kg em camada de 0.1 m (Figura 1a). O equipamento para coleta de dados multiespectrais a ser utilizado no estudo é uma ARP modelo Modelo DJI MATRICE 100 (Figura 1b).

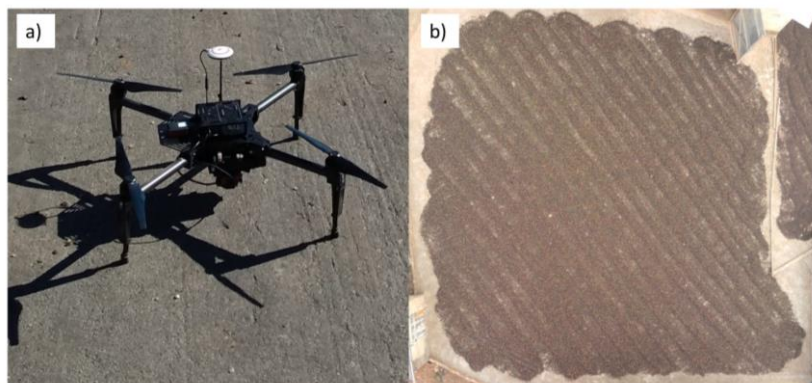


FIGURA 1. a) Aeronave Remotamente Pilota DJI Matrice 100, b) Terreiro de secagem.

A Sequoia possui uma câmera RGB de alta resolução com um sensor de 4608×3456 pixels, um tamanho de pixel de $1,34 \mu\text{m}$ e uma distância focal de $4,88 \text{ mm}$; a distância de amostragem do solo (GSD) é de $1,9 \text{ cm}$ a 70 m de altura acima do nível do solo (AGL). As imagens foram coletadas em voos diários as 12:00h durante todo o processo de secagem de café no terreiro, totalizando oitos dias de monitoramento e 27 voos realizados. A altura de 15 m de altura do solo. Coletas manuais foram realizadas para validação dos dados, nessa etapa foram coletados 200 g de grãos em seis pontos aleatórios na área. Assim, os grãos foram mensurados e divididos em (verde, maduro e seco). O processamento digital das imagens foi realizado utilizando técnica de segmentação, sobre a imagem foi o crescimento de regiões adaptado ao matiz, onde os parâmetros de entrada do segmentador foram o limiar de

similaridade e o tamanho mínimo de área. Na metodologia utilizada, cada região possui um atributo numérico que a caracteriza, sendo que todo pixel vizinho a esta região é aspirante a pertencê-la, desde que a diferença do valor do atributo deste pixel e da região seja inferior ao limiar de similaridade estipulado. Se esta diferença for menor ou igual a este limiar, o pixel é agregado à região. Desse foram realizadas comparações de validação sobre a quantidade em porcentagem identificada nas imagens comparando com as contagens manuais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A aplicação de segmentação em imagens RGB são demonstradas na Figura 2. Observa-se a capacidade de separação da segmentação de cores, a evolução de variações de cores pode ser separada de forma clara.

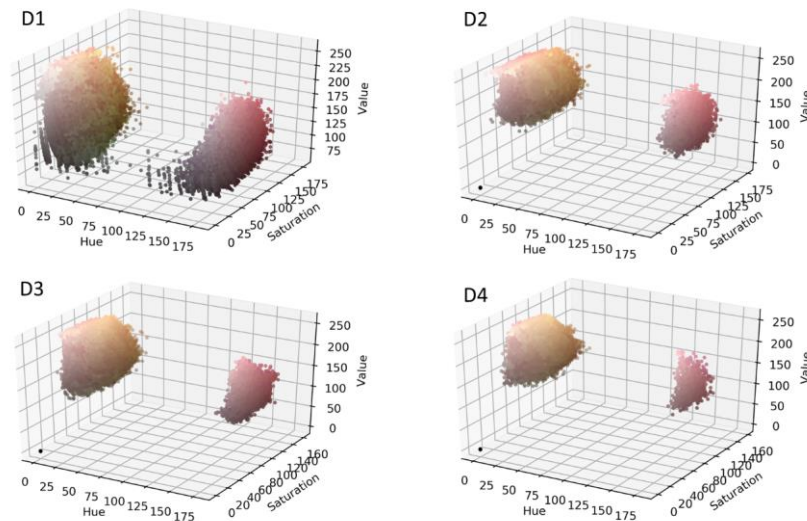


FIGURA 2. Classificação de frutos no terreiro por segmentação de cores.

Conforme pode ser observado na Figura 2 a maior intensidade de cores se estabeleceu no primeiro dia de levantamento, essa característica se dá pela redução da umidade ao longo do dia. Diante disso pode inferir que quanto antes acontecer a realização do monitoramento melhor para a segmentação realizar a distinção de cores. Em aplicações do uso de segmentadores na agricultura Cruilhas et al., 2018 concluíram que a faixa do verde é a mais assertiva quando se trata de segmentação em imagens RGB. Isso explica o desempenho do segmentador de cores no terreiro de café. Os resultados em porcentagem de cores de frutos entre as coletas manuais e os resultados do segmentador são apresentados na Figura 3.

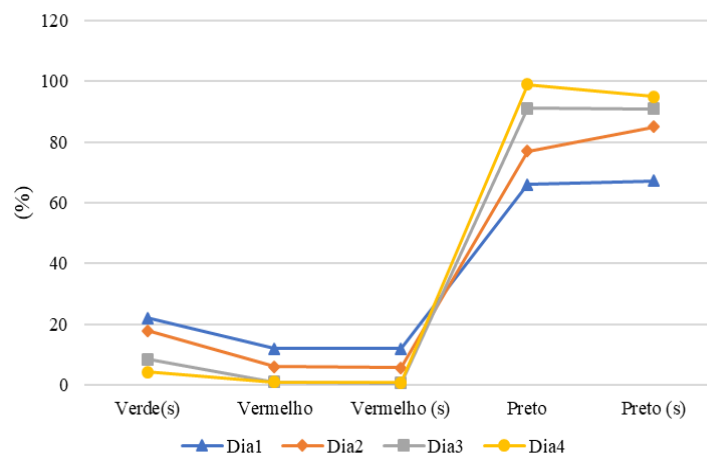


FIGURA 3. Comparação entre os dias de monitoramento, coletas manuais e resultados do segmentador de cores (s).

Ao longo dos dias os segmentadores, de forma geral, reduziram a quantidade de identificação das cores em vermelho, essa característica pode estar ligada com o tom escuro dessa sendo confundida com as cores pretas dos grãos secos. O comparativo apresentado na Figura 3 demonstra que ao longo dos dias a diferenciação do vermelho foi o mais assertivo entre as demais cores. Ao contrário dos resultados apresentados na Figura 2 na qual o verde obteve o maior desempenho, na análise comparativa o vermelho se destacou. Mês com dificuldade em diferenciar o vermelho o segmentador considera o que seria realmente separado a olho nu, o que torna um importante resultado para essa análise. Analisando a figura 3 um ponto importante a se destacar é a diferença de identificação do Dia2, destoando significativamente os tons de preto. Nesse ponto o segmentador confunde as cores devido a alta perda de água no primeiro dia de secagem. Segundo Inocêncio et al., (2020) A conversão das imagens coloridas em imagens em tons de cinza gera uma perda de informação muito severa, que contribui para a dificuldade em se obter sistemas automáticos eficazes.

CONCLUSÕES: Nos 4 primeiros dias de secagem de frutos de café no terreiro foi possível realizar a separação das cores em imagens RGB. Destaca-se que o segmentador separa melhor as cores Verdes nas imagens de ARP, mas para aplicações em terreiros de café a separação das cores vermelhas são mais próximas da classificação real de campo.

AGRADECIMENTOS: Embrapa Café – Consórcio Pesquisa Café, projeto (no 10.18.20.041.00.00), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Universidade Federal de Lavras (UFLA).

REFERÊNCIAS: CRULHAS, Joao Pedro Rubira et al. Blank Spots Identification on Plantations. IEEE Latin America Transactions, v. 16, n. 8, p. 2115-2121, 2018.
MARIN, D. B. et al. Detecting coffee leaf rust with UAV-based vegetation indices and decision tree machine learning models. Computers and Electronics in Agriculture, v. 190, p. 106476, 2021.
ARBOLEDA, E. R.; FAJARDO, A. C.; MEDINA, R. P. An image processing technique for coffee black beans identification. In: 2018 IEEE International Conference on Innovative Research and Development (ICIRD). IEEE, 2018. p. 1-5.
HINTGENS, J. N. Coffee: growing, processing, sustainable production. Weinheim: 2^o edition, 2009. 1040 p.
LOMTE, S. S.; JANWALE, A. P. Plant leaves image segmentation techniques: a review. Artic Int J Comput Sci Eng, v. 5, p. 147-150, 2017.
INOCÊNCIO, M. V. et al. Equalização e segmentação de imagens usando informações de cores. In: Colloquium Exactarum. 2020.