

ANÁLISE DA QUALIDADE DE GRÃOS DE CAFÉ USANDO REDES NEURAIS CONVOLUCIONAIS E TÉCNICAS COMO ENSEMBLE

Marcus REIS¹; Pedro MOISES²

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas – Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba (UFV-CRP)
Rodovia MG 230, Km 7, Caixa Postal 22 – 38.810-000 – Rio Paranaíba – MG – Brasil
ODS 2 – Fome zero e agricultura sustentável

Pesquisa

Introdução

O Brasil é o maior exportador de café do mundo, com um faturamento que ultrapassou R\$ 50 bilhões em 2022 [1]. Tradicionalmente, a avaliação da qualidade é realizada por meio da inspeção manual, um processo lento, de escala limitada e suscetível a erros humanos e inconsistências [2]. A inteligência artificial, especificamente as Redes Neurais Convolucionais (CNNs), surge como uma solução promissora para automatizar e otimizar o controle de qualidade [3].

Objetivos

- Avaliar arquiteturas de CNNs para classificar grãos de café (premium vs. defeituoso).
- Implementar um modelo *ensemble* combinando as melhores arquiteturas para aprimorar a precisão.
- Comparar os resultados para determinar a abordagem mais robusta e confiável.

Material e Métodos ou Metodologia

Dataset: USK-Coffee [4], focado na classificação binária (premium vs. defeituoso). **Divisão:** 60/20/20

Arquiteturas: AlexNet, ResNet-18/50, VGG16/19 e EfficientNet-B1.

Modelo Ensemble: Combinação dos 5 melhores modelos individuais via votação majoritária, como mostrado na Figura 1.

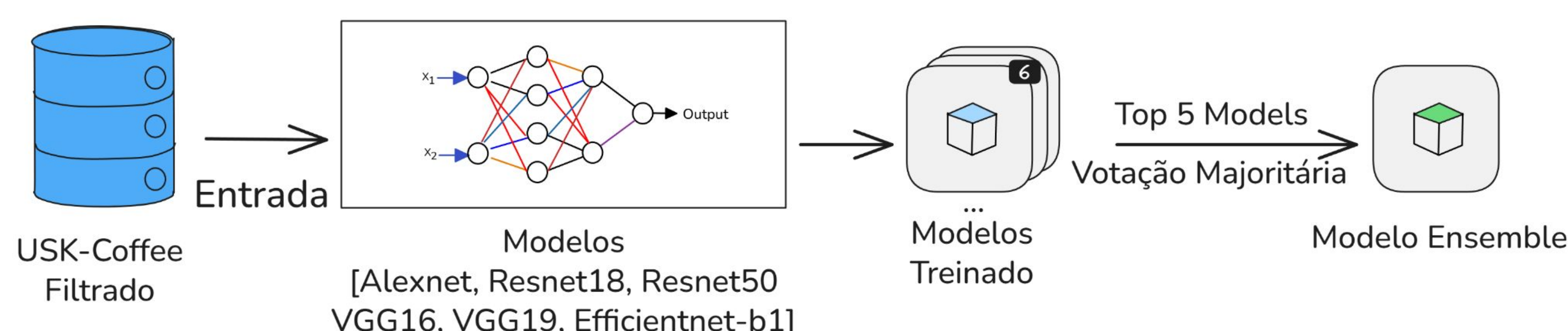


Figura 1. Metodologia Geral

Apoio Financeiro

Resultados e/ou Ações Desenvolvidas

- **Melhor Modelo Individual:** EfficientNet-B1, com acurácia de teste de 0.9375.
- **Modelo Ensemble:** O modelo *ensemble* superou todos os modelos individuais, alcançando a maior acurácia (0.9412) e o maior recall (0.9450) como mostrado na Tabela 1.

Model	Validation Acc.	Test Acc.	F1-Score	Precision	Recall
AlexNet	0.9613	0.9087	0.9237	0.9248	0.9225
ResNet-18	0.9825	0.8712	0.8702	0.8840	0.8713
ResNet-50	0.9850	0.9038	0.9153	0.9072	0.9038
VGG16	0.9812	0.9287	0.9382	0.9288	0.9287
VGG19	0.9825	0.9175	0.9212	0.9175	0.9175
EfficientNet-B1	0.9825	0.9375	0.9375	0.9375	0.9375
Ensemble	0.9862	0.9412	0.9414	0.9380	0.9450

Tabela 1. Comparação de Performance entre os modelos.

Conclusões

O estudo confirma que CNNs são eficazes para a classificação de grãos de café.

A principal contribuição é a demonstração de que a abordagem *ensemble* é superior, resultando em um classificador mais preciso e confiável ao mitigar vieses individuais.

Esta estratégia é um caminho promissor para a automação do controle de qualidade na cafeicultura.

Bibliografia

- [1] CAVATON, T. F. Faturamento das lavouras dos Cafés do Brasil alcança, a R\$ 56 bilhões em 2022. 2023.
- [2] WANG, P. et al. Deep convolutional neural network for coffee bean inspection. *Sensors and Materials*, v. 33, n. 7, p. 2299–2310, 2021.
- [3] ESGARIO, J. G. M. et al. An app to assist farmers in the identification of diseases and pests of coffee leaves using deep learning. *Information Processing in Agriculture*, v. 9, n. 1, p. 38–47, 2022.
- [4] FEBRIANA, A. et al. Usk-coffee dataset: a multi-class green arabica coffee bean dataset for deep learning.