

DEEP-LEARNING PARA DETECÇÃO E CONTAGEM DE FRUTOS EM MACIEIRAS

Peterson Wiggers, Nicole Vieira Pedroso, Daiana Petry Rufato

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva da maçã é considerada uma das cadeias produtivas mais organizadas, dentro do agronegócio, pois as necessidades dos produtores têm sido alinhadas com as inovações (CRUZ, 2012). O uso de inteligência artificial e visão computacional na agricultura tem crescido, impulsionando a automação e aumentando a eficiência produtiva (Santos et al., 2025). Dentre os anseios de vários atores relacionados ao setor da pomicultura, tais como empresas, associações e órgãos governamentais, está a previsibilidade de produtividade de pomares de modo a subsidiar o processo de tomada de decisão dos agentes em cada elo da cadeia, bem como proporcionar subsídios para o processo de formação de preço do produto. Na pomicultura, a estimativa de safra ainda é majoritariamente manual, sujeita a erros, variações ambientais e alto custo.

Nesse sentido, a detecção automática de frutas está entre as aplicações cruciais da visão computacional na agricultura, particularmente para estimar produtividades. Ao identificar e contar com precisão as frutas em pomares, a visão computacional pode ajudar os agricultores a planejar as necessidades de mão de obra, otimizar os cronogramas de colheita e alocar recursos de forma mais eficiente e sustentável. Modelos baseados em redes neurais convolucionais (CNNs), como o Yolo (you only look once), vêm obtendo bons resultados na detecção em tempo real e têm sido adaptados para a contagem de frutos (Santos et al., 2020). Dentro deste contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um modelo computacional para detecção, rastreamento e contagem de maçãs, a partir de vídeos obtidos com câmeras monoculares, utilizando Yolo v8, visando previsão, escalabilidade e sustentabilidade no momento da colheita em pomares de macieiras.

DESENVOLVIMENTO

O primeiro passo da metodologia foi construir um dataset de imagens de macieiras que pudessem ser usadas para o treinamento e para os testes do modelo de detecção de frutas. Coletaram-se 641 imagens em diferentes condições de luz, ângulos e distâncias, utilizando câmera monocular. Os pomares possuíam diferentes cultivares de macieiras (maçãs vermelhas e verdes) e diferentes sistemas de condução, a fim de simular diferentes realidades de propriedades. Cada fruto visível nas imagens foi delimitado por bounding boxes na plataforma roboflow, totalizando 22.916 delimitações. Criaram-se duas versões do dataset: uma original e outra com aumento de dados (data augmentation) para ampliar a variabilidade e reduzir sobreajuste. Após o processo, o conjunto expandiu-se para 1.723 imagens. 80% das imagens foram utilizadas para treinamento, 15% para validação e 5% para testes do modelo. O modelo yolo foi treinado em duas versões para comparação de desempenho. A contagem automatizada foi implementada com o rastreamento integrado da yolo v8, utilizando bot-sort, permitindo identificar e acompanhar frutos ao longo dos frames, evitando duplicidades e aumentando a precisão da estimativa final.

RESULTADOS

O modelo com data augmentation (Figura 1) apresentou desempenho superior em quase todas as métricas. No conjunto de teste, alcançou 92,21% de precisão, 82,67% de revocação e

f1-score de 87,18%, contra 92,26%, 79,58% e 85,45% respectivamente no modelo sem aumento. O $\text{map}@50$ atingiu 90,14% (vs. 88,36%) e o $\text{map}@50-95$, mais rigoroso, chegou a 64,68% (vs. 60,95%). Esses resultados mostram que o aumento de dados melhorou a capacidade de detecção e a generalização, principalmente em imagens não vistas, reforçando a robustez do pipeline proposto. Na validação com rastreamento, o uso do bot-sort resultou em 355 detecções com o limiar inicial de 10 frames, reduzindo para 344 detecções (valor idêntico à contagem realizada manualmente no vídeo) após ajuste do parâmetro, evidenciando a importância do rastreamento para eliminar duplicidades e alinhar a estimativa automatizada à contagem real.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo desenvolvido, combinando yolo v8 e bot-sort, mostrou-se eficiente para detecção e contagem automatizada de maçãs em campo, reduzindo problemas como contagem duplicada e falhas de detecção. A aplicação de data augmentation se destacou como um fator relevante para ganhos de desempenho e maior robustez frente a variações visuais. Os resultados obtidos indicam potencial para utilização em estimativas de safra mais precisas e escaláveis, contribuindo para a agricultura digital sustentável e abrindo caminho para futuras integrações com sistemas de previsão dinâmica de produtividade. Os resultados indicam ainda potencial de impacto importante, estando diretamente relacionados com o ODS 9 e 12, promovendo a industrialização sustentável, fomentando a inovação e garantindo padrões de produção sustentáveis.

Palavras-chave: Agricultura de Precisão, Previsão de Safra, Gestão Agrícola, Detecção de Frutos, Detecção de doenças, Sustentabilidade

ILUSTRAÇÕES



Figura 1. Detecções de frutas realizadas pelo modelo de deep learning desenvolvido com data augmentation.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, M. R. Produção Integrada de Maçã (PIM) – Processo Inovador na Cadeia Produtiva da Maçã Brasileira. Revista de Administração e Inovação, São Paulo, V. 9, n.3, p. 213-230, Jul/Set. 2012.

SANTOS, T. TEIXEIRA ET AL. Visão computacional aplicada na agricultura. in: MASSRUHÁ, S. M. F. S. et al. (ORG.). Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília, DF: EMBRAPA, 2020. p. 146–165. Disponível em: <HTTPS://WWW.ALICE.CNPTIA.EMBRAPA.BR/ALICE/BITSTREAM/DOC/1126261/1/LV-AGRICULTURA-DIGITAL-2020-CAP6.PDF>. ACESSO EM: 14 JUL. 2025.

SANTOS, THIAGO T. Detecção, segmentação e rastreamento de uvas usando redes neurais profundas e associação tridimensional. Campinas SP: EDITORA, 2020.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Peterson Wiggers

MODALIDADE DE BOLSA: PIBIC/CNPq (IC)

VIGÊNCIA: 01/09/2024 a 31/08/2025 – Total: 12 meses

ORIENTADOR(A): Daiana Petry Rufato

CENTRO DE ENSINO: CAV

DEPARTAMENTO: Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Outra/Ciências Ambientais

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Visão Computacional Aplicada à Fruticultura: desenvolvimento de ferramenta computacional para detectar, contar e estimar peso de frutos de macieira

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: PVAV143-2024.