



# Classificação Automática de Frutas e Vegetais com YOLOv8 para Balanças Inteligentes em Supermercados

Disciplina: Visão Computacional | Professor: Rigel Fernandes | Instituição: IBMEC

Autores: Daniel Lloyd, Thiago Borsoni, Bernardo Pinto



# Motivação: O Desafio do Varejo Moderno

## Contexto Atual

Balanças de autoatendimento em supermercados dependem de processos manuais lentos e propensos a erros

- Cliente busca produto em lista extensa
- Digitação incorreta de códigos
- Filas e tempo de espera elevado
- Perdas por classificação errada

## Solução Inteligente

Visão computacional e deep learning transformam a experiência de compra

- Reconhecimento automático instantâneo
- Redução de erros humanos
- Agilidade no atendimento
- Melhor experiência do cliente





# Descrição do Problema



## Classificação Multi-Classe

Reconhecer diferentes tipos de frutas e vegetais automaticamente



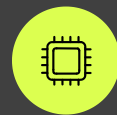
## Sacolas Plásticas

Detectar itens com e sem embalagem transparente ou colorida



## Latência Crítica

Resposta em tempo real para não atrasar o atendimento



## Hardware Limitado

Executar em dispositivos de borda com recursos restritos

# Base de Dados e Preparação

## Dataset Original

*Fruits & Vegetable Detection for YOLOv4*

- Originalmente para detecção de objetos
- Adaptado para classificação
- Rótulos extraídos via regex dos nomes dos arquivos
- Atributo binário "Bag" criado

## Taxonomias Criadas

**8 classes** sem considerar sacola

**14 classes** com variações:

- 6 frutas: with\_bag e without\_bag
- Raspberry e blackberries: apenas sem sacola

01

---

### Extração de Rótulos

Regex aplicado aos nomes dos arquivos

02

---

### Criação de Estrutura

Pastas dataset/train e dataset/val organizadas

03

---

### Divisão Estratificada

70% treino | 30% validação



# Esforços de Desenvolvimento

## Adaptação do Dataset

Conversão de formato de detecção para classificação com scripts personalizados

## Automação de Pipeline

Criação automática de estrutura de pastas por classe para treino e validação

## Fine-Tuning YOLOv8s

Modelo yolov8s-cls.pt | Imagens 224×224 | Batch size 16 | GPU/CUDA

## Métricas Completas

Pipeline de avaliação com accuracy, precision, recall, F1 e matriz de confusão

📌 **Desafios:** Formato original complexo, classes desbalanceadas, ajuste fino de hiperparâmetros

# Arquitetura e Metodologia

## Pipeline YOLOv8s em Modo Classificação



### Entrada

Imagem da balança



### Pré-processamento

Resize 224×224 | Normalização



### YOLOv8s

Backbone + Classificador



### Saída

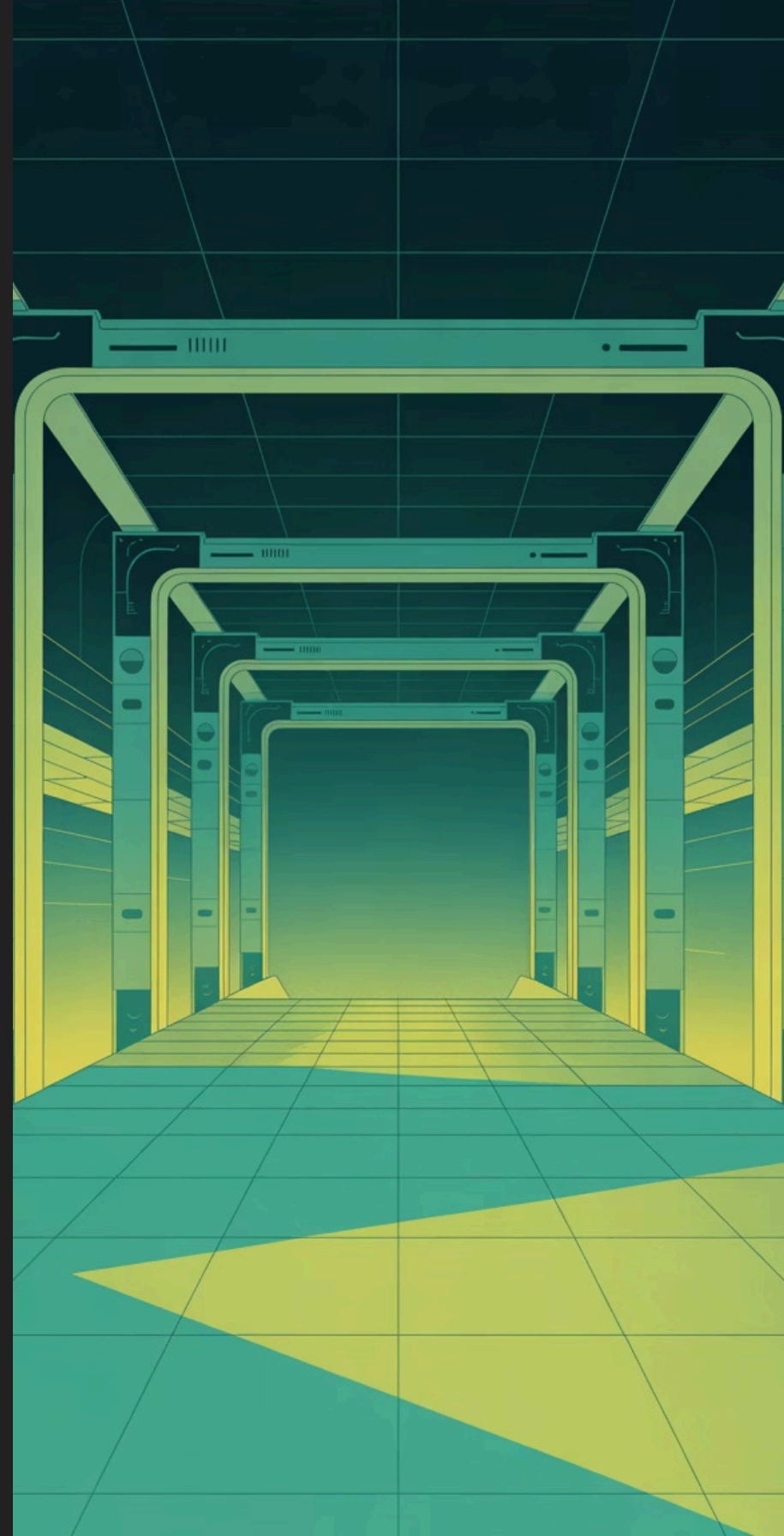
Classe predita

### YOLOv8 Classificação

- Balanceamento entre precisão e velocidade
- Otimizado para edge devices

### Aceleração GPU

- CUDA para treinamento rápido
- Processamento em lote eficiente



# Resultados Quantitativos

# 100%

Acurácia perfeita em ambas configurações

8 Classes sem considerar Sacola

# 100%

Accuracy

14 Classes (Com/Sem Sacola)

# 100%

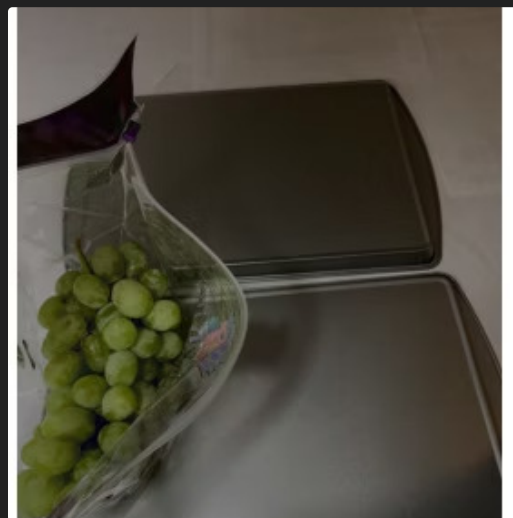
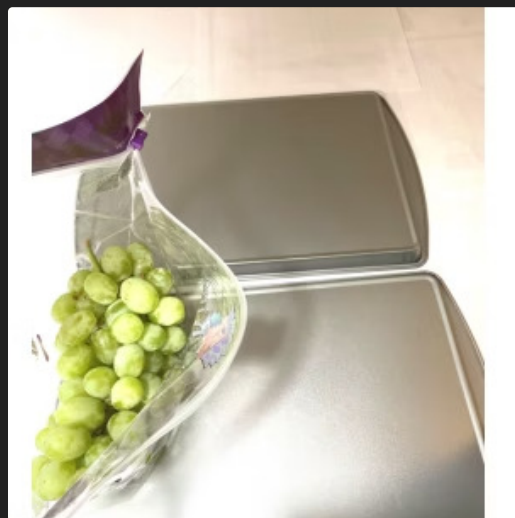
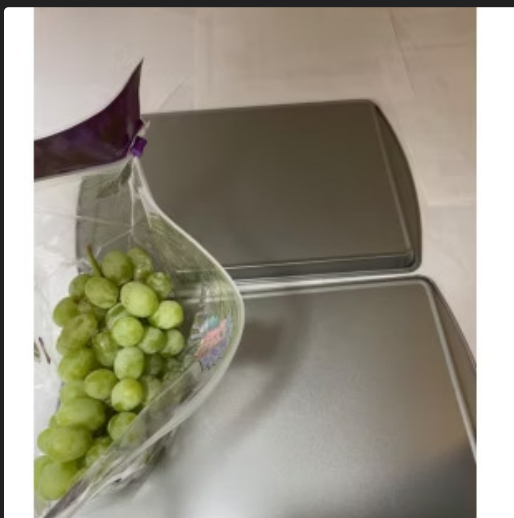
Accuracy

☐ **Matriz de Confusão:** Perfeitamente diagonal em ambas configurações, sem erros de classificação



# Resultados Qualitativos

## Exemplos de Classificação Correta



### Sacolas Transparentes

Reconhecimento preciso mesmo com plástico claro sobre o produto

### Sacolas Coloridas

Classificação correta com embalagens azuis, pretas e escuras

### Oclusões Parciais

Modelo mantém previsões mesmo com objetos sobrepostos





# Testes de Robustez e Performance

## Stress Test Visual

Versões da mesma imagem com variações extremas:

- **Bright:** Iluminação intensa aumentada
- **Dark:** Escurecimento significativo
- **Oclusão:** Bloco preto cobrindo parte da fruta

**Resultado:** Classe correta mantida em todos os cenários

## Métricas Técnicas

### Latência

~193 ms

por imagem em GPU

### Tamanho

9,81 MB

Modelo final compacto



**Viabilidade para Edge:** Modelo leve e rápido o suficiente para dispositivos embarcados



# Limitações e Ameaças à Validade



## Dataset Homogêneo

Cenário controlado: mesmo fundo, mesma câmera, condições similares



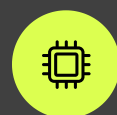
## Classes Desbalanceadas

Raspberry e blackberries com menos exemplos, apenas sem sacola



## Dependência de Rótulos

Padrões no nome do arquivo podem conter ruído de rotulação



## Validação Limitada

Testes apenas em GPU, sem validação cruzada ou hardware real de borda

Resultados promissores, mas generalização para cenários reais requer validação adicional



# Conclusões

## Acurácia Perfeita

YOLOv8s atingiu **100% de acurácia** nas configurações de 8 e 14 classes

## Viável para Produção

Modelo **leve (9,81 MB)** e **rápido (~193 ms)** para balanças inteligentes

## Robustez Comprovada

Resistência a variações de iluminação e oclusões dentro do escopo testado

## Potencial Transformador

Sistema capaz de revolucionar a experiência de autoatendimento em supermercados

# Trabalhos Futuros



## Expansão do Dataset

Fotos de diferentes supermercados, câmeras e condições de luz variadas



## Cenários Complexos

Frutas danificadas, múltiplos itens, fundos diversos e situações reais de uso



## Validação Cross-Dataset

Avaliar generalização em outros datasets públicos e privados



## Hardware de Borda Real

Testes em Raspberry Pi, NVIDIA Jetson e outros dispositivos embarcados



## Detecção + Classificação

Modelos para cenas com vários itens simultaneamente na balança



## Técnicas Avançadas

Data augmentation e balanceamento para reduzir overfitting e melhorar robustez