

# OlivesApp: Aplicativo de Classificação do Índice de Maturação de Azeitonas através do YOLOv8

Diogo da Silva Alvino\*, Jhon Randler dos Santos Belarmino\*, Warley M. Valente Junior\*, Elton Rafael Alves\*, Aline Santana Oliveira Valente\*, Cleiton Antônio Nunes†, Amanda Carolina Souza Andrade Anconi†

diogo.alvino@unifesspa.edu.br, jhon.randler@unifesspa.edu.br, wmvj@unifesspa.edu.br, eltonalves@unifesspa.edu.br  
asoliveirav@gmail.com, cleiton.nunes@ufla.br, quimica.amandasouza@gmail.com

\*Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - Marabá - Pará - Brasil

†Universidade Federal de Lavras - Lavras - Minas Gerais - Brasil

## ABSTRACT

This work presents the development of an application designed to detect and classify the ripeness index of olives using YOLOv8. The main objective is to provide a practical and accessible solution for olive growers and researchers, facilitating analysis and decision-making related to olive harvesting and cultivation. The application employs image processing algorithms to identify specific characteristics of olives in digital images, classifying their ripeness quickly and efficiently. The results indicate that the application has great potential to optimize production processes and improve the quality of olives and olive oil.

## KEYWORDS

Azeitonas, Índice de maturidade, YOLOv8, Visão computacional

## 1 INTRODUÇÃO

O azeite de oliva é um óleo extraído de azeitonas por processos exclusivamente mecânicos. Este alimento é um dos produtos agrícolas de maior valor agregado, sendo amplamente apreciado por suas propriedades sensoriais e nutricionais.

Diversos estudos mostraram o papel do azeite de oliva na promoção da saúde [7] associando seus benefícios ao ótimo equilíbrio entre ácidos graxos saturados e insaturados, bem como à presença de componentes minoritários, como polifenóis e tocoferóis que conferem, ainda, as características sensoriais do produto [6, 8].

A concentração destes componentes químicos, bem como a quantidade de óleo nas azeitonas, sofre variações importantes durante o processo de maturação do fruto. Assim, a avaliação do estágio de maturação das azeitonas que serão empregadas na obtenção do azeite é fundamental para assegurar tanto a qualidade do produto como o bom rendimento da extração [2].

Durante o amadurecimento ocorrem alterações na coloração das azeitonas [5]. Essas alterações podem ser avaliadas pelo índice de maturação (IM). O método comumente usado para a determinar o IM é baseado na inspeção visual da cor da pele e da polpa das azeitonas. Neste método, os frutos são individualmente categorizados em oito classes que variam de 0 a 7, sendo que 0 representa uma coloração verde intensa na pele e 7 representa pele e polpa

com coloração completamente violeta. As classes intermediárias são representadas pela presença de manchas arroxeadas que aparecem em proporções crescentes na pele e, a partir da classe 4, na polpa [2]. O IM é dado pelo somatório da multiplicação do número de cada classe pela quantidade de azeitonas nessa classe, dividido pelo total de frutos analisados [3]

Apesar da utilidade deste método, sua aplicação é extremamente trabalhosa e sua principal desvantagem está na baixa precisão decorrente da subjetividade do analista na diferenciação da cor dos frutos. Desta forma, um método rápido, simples e preciso para a determinação do IM das azeitonas é essencial para que o produtor tenha uma expectativa do rendimento e da qualidade do azeite extraído.

Na área de visão computacional, muito se fala sobre a detecção de objetos, visto que uma das suas principais propriedades é a localização de objetos em uma imagem. Além de identificar, a detecção de objetos pode fornecer a posição, classificar, e informar qual o objeto presente em determinada imagem. Veículos autônomos, radares, vigilância por vídeo, são algumas das inúmeras aplicações que envolvem a detecção de objetos em tempo real, com isso, surge a necessidade de diversos algoritmos de detecção de objetos [4].

O framework YOLO (*You Only Look Once*) tem se destacado no que diz respeito a detecção de objetos, por permitir a identificação confiável e rápida de objetos em imagens, devido a sua precisão e velocidade. YOLOv8 é a versão mais recente dessa estrutura, criada pela Ultralytics em janeiro de 2023, esse framework funciona dividindo uma imagem em uma grade de regiões menores e, em seguida, prevendo uma caixa delimitadora para cada objeto presente em cada uma dessas regiões menores [1], cada uma responsável por prever uma caixa delimitadora para cada objeto presente. Essas caixas delimitadoras são representadas por um vetor que contém as coordenadas da caixa delimitadora e as probabilidades de classe para cada objeto presente na caixa delimitadora.

Considerando a demanda por uma solução eficaz para a determinação do IM das azeitonas e os benefícios que o YOLOv8 traz na detecção de objetos, este trabalho propõe a classificação rápida e precisa do IM das azeitonas utilizando o YOLOv8. Visando superar as limitações do método tradicional baseado na inspeção visual, esse sistema pode contribuir de maneira significativa para melhorar a qualidade e o rendimento da produção de azeite de oliva. Com isso, os olivicultores terão uma ferramenta eficaz para monitorar o amadurecimento das azeitonas e tomar decisões fundamentais durante o processo de colheita.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: A subseção 2.2 descreve a arquitetura geral do aplicativo e detalhes

In: XXII Workshop de Ferramentas e Aplicações (WFA 2024). Anais Estendidos do XXX Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (WFA'2024). Juiz de Fora/MG, Brazil. Porto Alegre: Brazilian Computer Society, 2024.

© 2024 SBC – Sociedade Brasileira de Computação.

ISSN 2596-1683

tecnológicos das camadas de *front-end* e *back-end*. Nas subseções 2.3 e 2.4 são apresentados os fluxos de interações e as principais funcionalidades da ferramenta, respectivamente. Por fim, a conclusão e trabalhos futuros são apresentados na Seção 3.

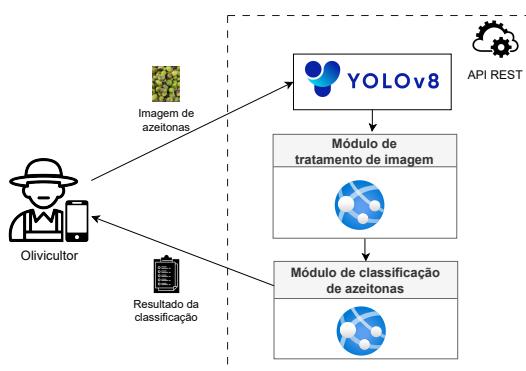
## 2 APlicativo DE CLASSIFICAÇÃO

### 2.1 Metas do Aplicativo

O OlivesApp tem como objetivo principal aumentar a eficiência do processo de classificação do índice de maturação das azeitonas de modo a permitir aos olivicultores tomarem decisões mais precisas durante a colheita. Para atingir esse objetivo, o aplicativo oferece funcionalidades como: (1) captura de imagens de azeitonas pela câmera do smartphone e por meio do espaço de armazenamento local; (2) cadastro de novos lotes de imagens de azeitonas; (3) definição de padrões de cores das azeitonas; (4) classificação e ilustração do índice de maturação do lote de azeitonas; e (5) armazenamento local dos resultados coletados para posterior análise. Todas estas funcionalidades são acessíveis via uma interface intuitiva destinada a olivicultores e pesquisadores da área. Como benefício, o aplicativo permite que o olivicultor faça uma determinação mais exata do índice de maturação de azeitonas, já que atualmente ele é determinado visualmente e consequentemente suscetível a erros. Outro benefício é garantir decisões mais acertadas no processo de colheita das azeitonas, pois o olivicultor precisa decidir se as azeitonas de uma determinada área devem ser colhidas ou não, pois há um nível de maturação considerado "ideal" para colher, o qual resultaria em um azeite de melhor qualidade.

### 2.2 Arquitetura Proposta

De acordo com a Figura 1, o modelo arquitetural Cliente-Servidor foi selecionado para o desenvolvimento do aplicativo, levando em consideração sua eficiência e escalabilidade. Esta abordagem permite que o aplicativo OlivesApp mantenha uma interface de usuário leve e responsiva, enquanto o servidor (API REST) lida com o processamento mais intensivo para tratamento da imagem e classificação das azeitonas, além do armazenamento dos resultados da classificação.



**Figure 1: Arquitetura da aplicação**

O processo inicia com o olivicultor usando um aplicativo móvel para capturar e enviar uma imagem das azeitonas. Essa imagem é

transmitida para uma API REST desenvolvida especificamente para o processamento. A API utiliza o YOLOv8 para identificar azeitonas na imagem, gerando uma máscara que identifica a localização da azeitona na imagem. Após essa etapa, o módulo de tratamento de imagem é executado, utilizando a máscara gerada pelo YOLOv8 para remover o fundo da imagem original e deixando apenas as azeitonas sobre um fundo branco. Com isso, a imagem das azeitonas com fundo branco é analisada pelo módulo de classificação de azeitonas, que irá categorizar as azeitonas e retornar para o aplicativo móvel do olivicultor o resultado da classificação.

Os três principais módulos do aplicativo são descritos a seguir:

- **YOLOv8:** está sendo utilizado para detectar azeitonas na imagem enviada pelo usuário. Quando o usuário envia uma imagem, o YOLO irá realizar todo o processamento da imagem para que seja gerado uma máscara da azeitona na imagem enviada. Ou seja, o YOLO irá entregar o resultado da sua detecção com uma imagem de fundo preto, e apenas a azeitona detectada em branco.
- **Módulo de tratamento de imagem:** é responsável por ajustar a imagem enviada pelo usuário para a forma que o módulo de classificação necessita para entregar um resultado preciso. Com a máscara gerada pelo YOLO, esse módulo irá fazer com que a máscara sobreponha a imagem original enviada pelo usuário. Assim, após essa sobreposição o módulo recorta a azeitona da imagem original, gerando uma imagem apenas da azeitona com o fundo branco. Assim, o módulo de classificação poderá analisar cada pixel da azeitona sem o risco de ter impacto por conta das cores de fundo da imagem.
- **Módulo de classificação de azeitonas:** realiza a análise da imagem da azeitona com fundo branco para determinar a classe de maturação da azeitona. Utilizando padrões de cores predefinidos, ele calcula a porcentagem de pixels em cada cor padrão e classifica a azeitona em uma das 8 classes de maturação. O resultado final é uma classificação detalhada que inclui a distribuição percentual das diferentes classes de azeitonas na imagem analisada.

**2.2.1 Tecnologias da camada front-end.** O front-end da aplicação foi todo desenvolvido em Flutter, um framework para criar interfaces de usuário (UI) atraentes e nativas para aplicativos móveis (iOS e Android), bem como para aplicações web e desktop. O flutter utiliza a linguagem de programação Dart e oferece uma rica coleção de widgets personalizáveis para construir interfaces de usuário (UI) atraentes e responsivas.

**2.2.2 Tecnologias da camada back-end.** Toda a codificação do back-end da aplicação foi feita em Python devido sua ampla gama de bibliotecas, oferecendo suporte para bibliotecas de aprendizagem de máquina e visão computacional, e também para criação de APIs. A criação de endpoints da API e manipulação de requisições HTTP foi feita com Flask. Atualmente o Flask gerencia as rotas, recepciona os dados JSON enviados pelo usuário (como padrões de cores e imagens) e devolve respostas JSON após o processamento. Além disso, também controla a execução do servidor web, tornando a API acessível aos dispositivos móveis ou outros clientes.

O YOLOv8 é utilizado para a detecção de azeitonas em imagens. O YOLO é um modelo de detecção de objetos em tempo real que

é rápido e preciso, ideal para a tarefa de identificar azeitonas nas imagens. No projeto ele está sendo utilizado para detectar azeitonas nas imagens enviadas. Ele processa a imagem e gera binárias que são utilizadas para isolar a azeitona do restante da imagem.

Ainda no back-end, o NumPy, uma biblioteca fundamental para computação científica em Python, foi essencial para o desenvolvimento deste projeto devido às suas capacidades de manipulação de *arrays* e operações matemáticas eficientes. O NumPy permite a conversão rápida de dados de imagem para *arrays*, facilitando operações como cálculo de distâncias e manipulação de pixels. No projeto do aplicativo, o NumPy é usado para transformar as imagens em matrizes numéricas, realizando cálculos necessários para o processamento de imagem e classificação de azeitonas.

### 2.3 Fluxograma da aplicação

A Figura 2 apresenta todo o fluxograma da proposta, deixando claro os principais pontos de inserção de dados, validações, detecção de objetos, resultados, etc. Cada etapa é de extrema importância para o funcionamento correto do aplicativo, visando um fluxo simples e bem validado.

Analizando a Figura 2, o fluxo de utilização da principal funcionalidade do aplicativo está dividido da seguinte maneira:

- *Evento Inicial*: Nesta etapa o usuário acessa o menu principal do aplicativo.
- *Nova Amostragem*: O fluxo de nova amostragem se trata da principal funcionalidade da plataforma, onde o usuário pode cadastrar um lote para verificar o índice de maturação do mesmo.
- *Preenchimento de dados*: Nessa etapa o usuário deve preencher os dados solicitados após clicar na opção de nova amostragem, como nome do lote, quantidade de amostras, padrões de cores, etc. Importante lembrar que esses dados estão sendo validados, ou seja, se faltar alguma informação obrigatória o usuário não conseguirá prosseguir com o cadastro do lote. Caso contrário, o botão de iniciar será liberado para dar continuidade com o cadastro.
- *Seleção de imagens*: O usuário deverá selecionar as imagens das azeitonas que irão compor o lote cadastrado, onde o aplicativo irá validar se a quantidade de imagens inseridas é a mesma quantidade de amostras informadas no cadastro. Desse modo, caso seja informado que o lote é formado por 15 amostras, o usuário deve realizar o upload de 15 imagens de azeitonas.
- *Reconhecimento da IA (YOLOv8)*: Nessa fase o aplicativo irá trabalhar em volta das imagens inseridas, onde cada uma das amostras passará pela detecção de objetos visando um "refinamento" da imagem para que o algoritmo de classificação funcione corretamente.
- *Classificar a maturação do lote*: Com todas as imagens tratadas pelo YOLOv8, o aplicativo irá passar cada uma das imagens pelo algoritmo de classificação de índice de maturação e armazenar os resultados de todo o lote em uma lista.
- *Entrega dos resultados*: Por fim, a lista contendo dados como índice de maturação do lote e percentual de cada classificação será apresentada ao usuário, onde o mesmo poderá visualizar e analisar as informações do lote cadastrado.

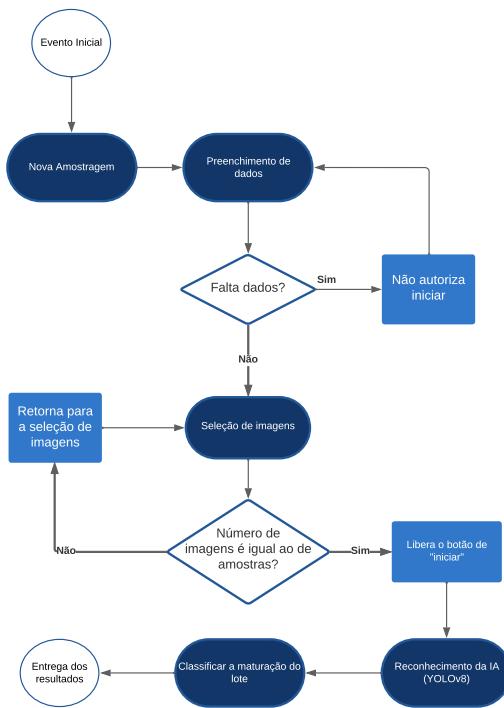


Figure 2: Fluxograma da aplicação

### 2.4 Principais Funcionalidades

A Figura 3 ilustra as principais interfaces do aplicativo OlivesApp. Para detalhes, é possível visualizar as interações por meio do seguinte link: <https://youtu.be/DpYgObAVmgo>.

Na Figura 3a, as imagens das azeitonas são inseridas pelo olivicultor, sendo que neste cenário foram selecionadas quatro imagens sendo duas pertencentes a mesma classe e as duas restantes a classes distintas. De acordo com a Figura 3b o olivicultor insere os dados referente ao lote que deseja cadastrar, onde o campo "Nome do lote", corresponde a uma identificação para a classificação do lote de amostras; "Nº de amostras", refere-se a quantidade de amostras que o lote possui (o número de imagens enviadas deve ser o mesmo); "Padrão de Cor", refere-se ao padrão de classificação usado para aquele lote (no aplicativo é possível definir a cor que representa um verde escuro, por exemplo); por fim o campo "Informações" destinado para anotações extras sobre o lote. Nas Figuras 3c e 3d é gerado o resultado do lote cadastrado com todos os detalhes incluindo o valor para o "Índice de Maturação" que neste exemplo corresponde ao valor "3", pois foram identificadas três classes distintas de IM para a amostra das azeitonas. A seguir é ilustrado uma tabela com todas as possíveis classes de IM, respectiva imagem representativa, percentual de acordo com o número de amostras, e a quantidade exata. Para este exemplo, o aplicativo revela que uma azeitona pertence a classe 1 (cor totalmente verde), uma azeitona pertence a classe 3 (cor < 1/2) e duas azeitonas pertencem a classe 4 (cor > 1/2), sendo que as duas ultimas classes são classificadas como azeitonas mistas.

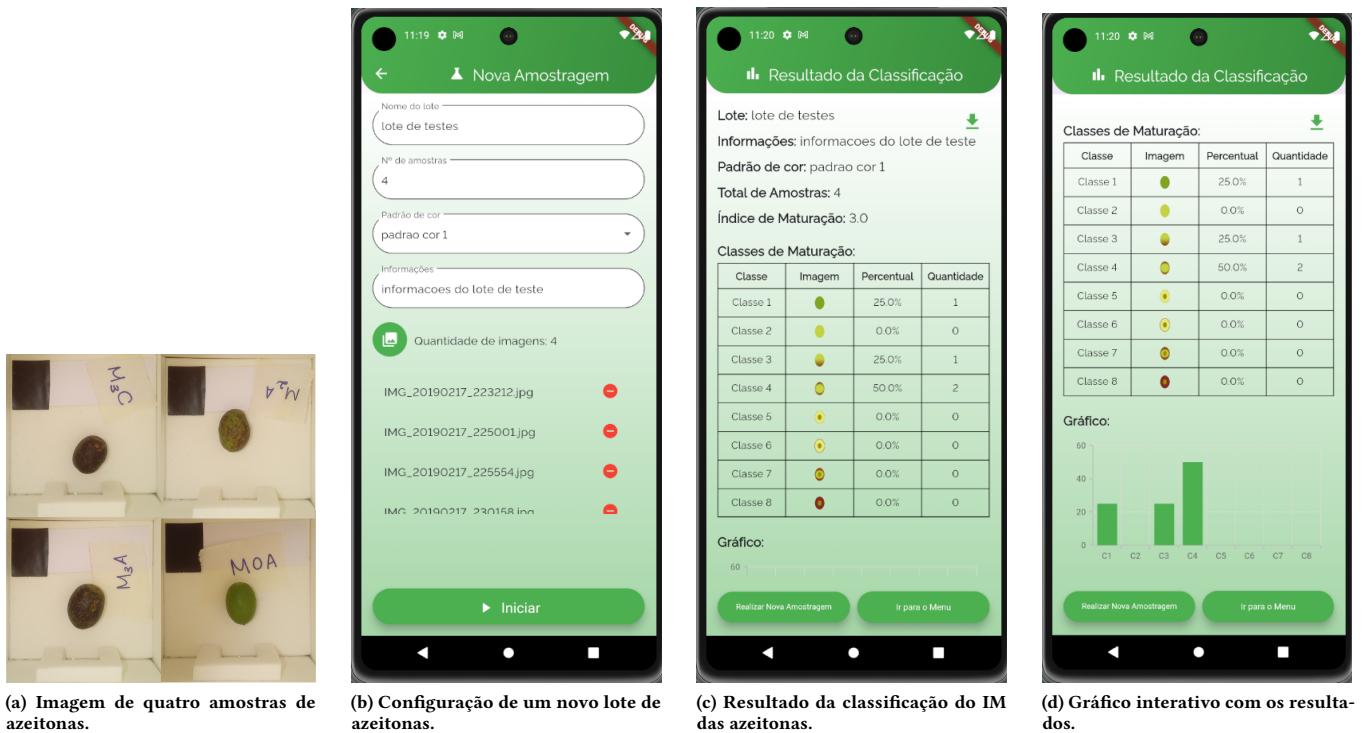


Figure 3: Funcionalidades do OlivesApp.

## 2.5 Do tipo de licença e perspectivas criadas pelo Aplicativo

Atualmente o OlivesApp está em processo de registro de software junto ao INPE (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) e encontra-se licenciado como software gratuito (sem acesso ao código fonte) para fins de validação das interfaces e da experiência de uso junto aos olivicultores e pesquisadores interessados. A perspectiva é que seja comercializado como um software freemium com assinatura premium, ou seja, oferecemos uma versão básica do aplicativo gratuitamente com funcionalidades essenciais como, cadastro de até cinco lotes de imagens de azeitonas, configuração do padrão de cor, capacidade de classificar até cinco azeitonas em uma só imagem e armazenamento dos resultados diretamente no smartphone. Para funcionalidades avançadas que corresponde a assinatura premium, o aplicativo permite classificar quantidade indeterminada de azeitonas em uma só imagem, fazer captura diretamente da câmera do smartphone, opção de classificação off-line, além de todas as funções previamente listadas para a versão básica sem qualquer restrição.

## 3 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve por objetivo apresentar o OlivesApp, aplicativo para detecção e classificação do IM de azeitonas através do YOLOv8 e algoritmos de tratamento de imagem e classificação das azeitonas. Os resultados alcançados mostram que o aplicativo é promissor como produto final para apoiar olivicultores e

pesquisadores, utilizando tecnologias avançadas de visão computacional e aprendizado de máquina.

Das limitações do trabalho, além da quantidade limitada de olivicultores, destacamos que por tratar-se de um protótipo, ainda não foi possível disponibilizar para download. Como trabalhos futuros, planejamos realizar avaliação de usabilidade junto aos potenciais usuários e parcerias com as associações dos olivicultores de todas as regiões do país para a implementação da proposta e assim atingir o impacto pretendido com a solução.

## REFERENCES

- [1] Dawood Ahmed, Ranjan Sapkota, Martin Churuvija, and Manoj Karkee. 2023. Machine Vision-Based Crop-Load Estimation Using YOLOv8. *arXiv preprint arXiv:2304.13282* (2023).
- [2] Gabriel Beltrán, Carmen del Río, Sebastián Sánchez, and Leopoldo Martínez. 2004. Seasonal changes in olive fruit characteristics and oil accumulation during ripening process. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84, 13 (2004), 1783–1790.
- [3] Dimitrios Boskou. 2006. *Olive oil: chemistry and technology*. AOCS Publishing.
- [4] Danilo de Milano and Luciano Barrozo Honorato. 2014. Visão computacional. *UNICAMP Universidade Estadual de Campinas FT Faculdade de Tecnologia* (2014).
- [5] A. F. da Silva L. F. O.; Rombaldi C. V.; Pereira L. V.; Moura P. H. A. Gonçalves, E. D.; Oliveira. 2014. Aspectos agronômicos que influenciam na elaboração de azeitona de oliva de qualidade. *Informe Agropecuário* 35, 282 (2014), 13–21.
- [6] Aida Lazzez, Enzo Perri, Maria Anna Caravita, Mohcen Khelif, and Moncef Cossentini. 2008. Influence of olive maturity stage and geographical origin on some minor components in virgin olive oil of the Chemlali variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56, 3 (2008), 982–988.
- [7] Erminio Monteleone, Gabriella Caporale, Angela Carlucci, and Ella Pagliarini. 1998. Optimisation of extra virgin olive oil quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 77, 1 (1998), 31–37.
- [8] Elena M Yubero-Serrano, Javier Lopez-Moreno, Francisco Gomez-Delgado, and Jose Lopez-Miranda. 2019. Extra virgin olive oil: More than a healthy fat. *European journal of clinical nutrition* 72, Suppl 1 (2019), 8–17.