DETECÇÃO DE FRUTOS DE CACAU EM IMAGENS

Samira Santos de Oliveira[1]; Mariana Rodrigues de Araujo Freitas[2]; Liniker Fernandes da Silva[3]; Luis Carlos de Freitas[4]

[1] Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, 710 - Centro, Cruz das Almas -BA, Brasil. E-mail: samiradeoliveira84@gmail.com
[2] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: 2026m0219@uesb.edu.br
[3] Doutor em Ciência Florestal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, 710 - Centro, Cruz das Almas -BA, Brasil. E-mail: liniker@ufrb.edu.br
[4] Doutor em Ciência Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: luisfreitas@uesb.edu.br

RESUMO

A cultura do cacau possui grande importância econômica e social, especialmente na Bahia, principal produtora nacional. A necessidade de métodos mais eficientes para estimar a produção tem impulsionado o uso de técnicas de visão computacional, como a detecção de objetos. Este trabalho teve como objetivo treinar um modelo baseado na arquitetura YOLOv8 para identificar frutos de cacau. O banco de dados foi composto por 96 imagens, anotadas na plataforma *Roboflow*. O modelo YOLOv8-*small* foi treinado por 200 épocas, e as curvas de perda indicaram aprendizado consistente, com redução progressiva das funções de custo e ausência de indícios de *overfitting* ou *underfitting*. A avaliação do desempenho foi realizada no conjunto de teste por meio das métricas Precisão e *Recall*. O modelo apresentou precisão de 0,899 e *recall* de 0,841, demonstrando equilíbrio entre detecções corretas e capacidade de localizar a maior parte dos frutos presentes nas imagens. Os valores de mAP50 (0,770) e mAP50–95 (0,535) confirmam desempenho adequado para aplicações reais de detecção de objetos. Os resultados demonstram que o modelo YOLOv8 é capaz de identificar frutos de cacau com elevada precisão, evidenciando potencial para aplicações práticas de monitoramento da cultura e apoio à tomada de decisão por produtores e técnicos.

Palavras-chave: Yolo, Visão Computacional, quantificação da produção.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do cacau (*Theobroma cacao* L.) possui grande relevância econômica, social e ambiental, destacando-se como uma das principais cadeias produtivas tropicais. As amêndoas do cacaueiro constituem matéria-prima essencial para a fabricação de chocolate e diversos produtos alimentícios, cosméticos e farmacêuticos, movimentando um setor expressivo em escala global (ICCO, 2023). No Brasil, a Bahia

lidera na produção, reunindo milhares de produtores, em sua maioria agricultores familiares, e concentrando extensas áreas cultivadas. (BAHIA, 2024a; BAHIA, 2024b).

Com os avanços tecnológicos, novas abordagens vêm sendo incorporadas ao monitoramento e à quantificação da produção, incluindo técnicas de agricultura de precisão, sensoriamento remoto e análise de imagens (BASSOI, 2024). Entre essas ferramentas, destaca-se a detecção de objetos, capaz de identificar características visuais relevantes e auxiliar na estimativa de frutos. Embora existam estudos para espécies de *Citrus spp.*, pesquisas envolvendo frutos de cacau se concentram principalmente na análise das amêndoas e na identificação de doenças, o que motiva o desenvolvimento de modelos, como o YOLO, reconhecido por sua rapidez e precisão (BOCHKOVSKIY et al., 2020). Assim, este trabalho teve como objetivo treinar uma Rede Neural Artificial utilizando o YOLO v8 para detectar e contar frutos de cacau em imagens coletadas na região de Valença, Bahia.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Valença, localizado na região nordeste do Brasil, onde foram coletadas imagens de áreas de cultivo de cacau. O banco de dados utilizado para o treinamento do modelo foi composto por 96 imagens, registradas entre os anos de 2025 e 2026, em diferentes horários do dia, contemplando condições de céu ensolarado e nublado. As imagens foram anotadas na plataforma *Roboflow* (DWYER et al., 2026), utilizando uma única classe denominada Cacau. O banco de dados foi dividido em 70% para treinamento, 15% para teste e 15% para validação.

O treinamento foi realizado utilizando a versão 8 YOLO (YOLOv8-*small*), configurada para 200 iterações. Foram analisadas as curvas da função de perda para verificar a estabilidade do ajuste nas diferentes épocas. A avaliação das inferências foi conduzida por meio das métricas de Precisão e *Recall*, que expressam, respectivamente, a proporção de detecções corretas e a capacidade do modelo em identificar os objetos presentes nas imagens.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo das 200 épocas de treinamento, observou-se redução progressiva das funções de perda no conjunto de treinamento e validação, indicando aprendizado consistente do modelo. A maior queda ocorreu nas primeiras épocas, seguida de estabilização das curvas, sugerindo convergência do processo de treinamento, conforme a figura 1.

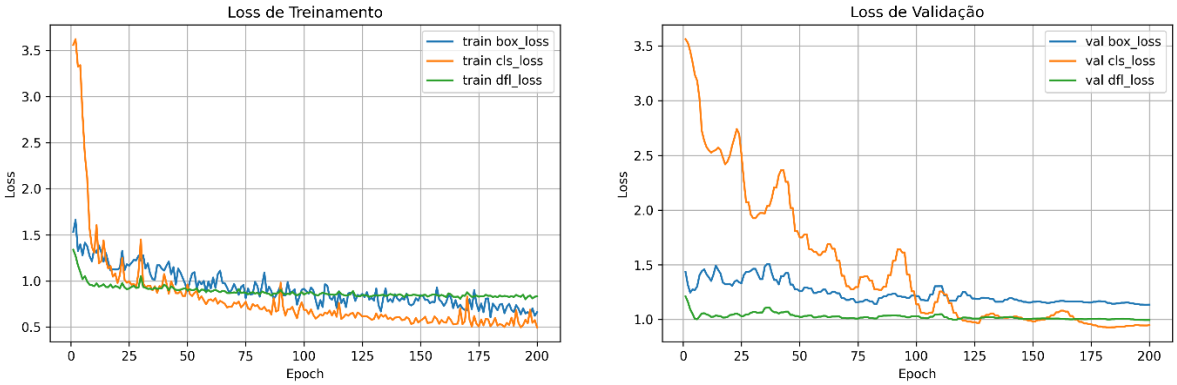


FIGURA 1 - Métricas da função de perda do treinamento e validação do modelo YOLOv8 para detecção de frutos de cacau.

A manutenção de valores reduzidos de perda no conjunto de validação, sem aumento expressivo ao longo das épocas, indica ausência de *overfitting*, enquanto a redução contínua das perdas demonstra que o modelo não apresentou comportamento compatível com *underfitting*.

No conjunto de teste, o modelo apresentou precisão de 0,899 e *recall* de 0,841 (TABELA 1), demonstrando equilíbrio entre detecções corretas e redução de falsas detecções. O elevado valor de precisão indica que o modelo foi eficiente em identificar corretamente os frutos, enquanto o recall evidencia boa capacidade de localizar a maior parte dos frutos presentes nas imagens. As métricas mAP50 e mAP50-95 confirmam desempenho adequado para aplicações reais de detecção de objetos.

TABELA 1 - Métricas de desempenho do modelo YOLOv8 no conjunto de teste para detecção de frutos de cacau

Métrica	Valor
Precisão	0,899
Recall	0,841
mAP50	0,770
mAP50-95	0,535

4. CONCLUSÃO

O modelo baseado na arquitetura YOLOv8 apresentou desempenho satisfatório na identificação automática de frutos de cacau em imagens obtidas em condições reais de campo. As curvas de treinamento indicaram convergência do modelo, sem evidências de *underfitting* ou *overfitting*, demonstrando a capacidade da rede neural em aprender padrões representativos do banco de dados utilizado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHIA. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura. **Panorama da agricultura, pecuária, pesca e aquicultura da Bahia: destaques 2023**. Salvador: SEAGRI, 2024a. Disponível em: https://portaldaagropecuaria.uefs.br/dashboard/agropecuaria/agricultura. Acesso em: 9 jun. 2026.

BAHIA. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura (SEAGRI). **Portal da Agropecuária da Bahia (PortAgro): agricultura – cacau (em amêndoa)**. Desenvolvido em parceria com a Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Salvador, 2024b. Disponível em: https://portaldaagropecuaria.uefs.br/dashboard/agropecuaria/agricultura. Acesso em: 9 jun. 2026.

BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. de C.; VAZ, C. M. P.; PIRES, J. L. F.; GEBLER, L.; JORGE, L. A. de C.; INAMASU, R. Y. (ed.). **Agricultura de Precisão**: Um Novo Olhar na Era Digital. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2024. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1169415/agricultura-de-precisao-um-novo-olhar-na-era-digital. Acesso em: 9 jun. 2026

BOCHKOVSKIY, A.; WANG, C.Y.; LIAO, H.Y.M. YOLOv4: **Optimal Speed and Accuracy of Object Detection**. Arxiv, v.2004, p.10934, 2020. Disponível em: https://arxiv.org/pdf/2004.10934. Acesso em: 5 jun. 2026.

DWYER, B.; NELSON, J.; HANSEN, T.; SOLAWETZ, J. ***Roboflow*** (Version 1.0) [Software], 2026. Disponível em: https://roboflow.com. Acesso em: 4 mai. 2026.

ICCO – INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. **Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics**. Abidjan: ICCO, 2023. Disponível em: https://www.icco.org/november-2023-quarterly-bulletin-of-cocoa-statistics/. Acesso em: 12 mai. 2026.

6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).