

TOMATEID: ASPECTOS QUE NORTEIAM O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA A CLASSIFICAÇÃO INTELIGENTE DO TOMATE INDUSTRIAL

**MARIA GLÁUCIA DOURADO FURQUIM¹, ALERRANDER IVATA PEREIRA²,
DANIELA CABRAL DE OLIVEIRA³, JOSEVALDO MOREIRA⁴, HELDER
OLIVEIRA GOMES DE SOUZA⁵, ZEUXIS ROSA EVANGELISTA⁶**

¹ Administradora, Docente, Doutora em Agronegócio, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Iporá, Iporá - GO, maria.furquim@ifgoiano.edu.br.

² Graduando em Engenharia Agrônômica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Iporá, Iporá - GO.

³ Graduada em Sistema de Informação, Docente, Doutora em Engenharia Mecânica, Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Alto Araguaia.

⁴ Graduando em Ciências da Computação, Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Rondonópolis.

⁵ Graduando em Ciências da Computação, Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT, Campus de Alto Araguaia.

⁶ Engenheiro Agrônomo, Docente, Doutor em Agronomia, Universidade Estadual de Goiás - Unidade Universitária de Palmeiras de Goiás

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: A presente proposta consiste em apresentar os aspectos que norteiam o desenvolvimento de um sistema para a classificação de tomates destinados ao processamento por meio da utilização de *machine learning*, auxiliando no processo de classificação e precificação dos frutos. Em termos gerais, *machine learning* ou aprendizado de máquinas, é um campo da inteligência artificial que utiliza algoritmos para processar dados de entrada e, com base em critérios definidos, gerar saídas de forma autônoma. Para tanto, foi realizado levantamento de dados junto a atores que atuam na referida cadeia, bem como utilizada a ferramenta de gestão denominada *benchmarking genérico* para identificar aplicações que corroborassem com o aprimoramento do escopo do protótipo. Posteriormente, definiu-se acoplar um sensor de imagem baseado em sistema de inteligência artificial que permite classificação e extração de características físicas de produtos diversos, para fins de teste considerando o que determina a Portaria nº 278 do MAPA. A aplicação apresenta nível de maturidade tecnológica TRL 3, comprovando a viabilidade técnica em ambiente controlado.

PALAVRAS-CHAVE: machine learning, tomaticultura, planejamento fabril

TOMATEID: SYSTEM FOR THE INTELLIGENT CLASSIFICATION OF INDUSTRIAL TOMATOES

ABSTRACT: This proposal consists of presenting the aspects that guide the development of a system for classifying tomatoes intended for processing using machine learning, assisting in the process of classifying and pricing the fruits. In general terms, machine learning or machine learning is a field of artificial intelligence that uses algorithms to process input data and, based on defined criteria, generate outputs autonomously. To this end, data was collected from actors working in that chain, as well as a management tool called generic benchmarking being used to identify applications that would corroborate the improvement of the scope of the prototype. Subsequently, it was decided to attach an image sensor based on an artificial intelligence system

that allows classification and extraction of physical characteristics of different products, for testing purposes considering what determines MAPA Ordinance nº 278. The application has a technological maturity level of TRL 3, proving its technical feasibility.

KEYWORDS: machine learning, tomaticulture, factory planning

INTRODUÇÃO: Atualmente, o uso de tecnologias é considerado um fator de suporte importante para a tomada de decisão e condução dos negócios agrícolas. Essas ferramentas tecnológicas fornecem informações valiosas que auxiliam diversos atores ao longo da cadeia produtiva em suas atividades, principalmente com respeito à classificação dos frutos com relação a parâmetros de interesse na precificação dos mesmos. Precificação essa, de extrema relevância para os produtores e para a indústria no momento da negociação. De acordo com Massruhá *et al.* (2020), a agricultura digital envolve a integração de tecnologias digitais em todas as etapas da cadeia de valor, buscando obter vantagens competitivas e benefícios socioambientais. Sob esse prisma, considerando que o Brasil ocupa uma posição de destaque como um dos maiores produtores mundiais de tomate, tanto para processamento como para consumo fresco, e que essa hortaliça é a segunda mais importante em termos econômicos no país, torna-se crucial o desenvolvimento de tecnologias com foco na otimização de recursos e processos nos diferentes estágios da cadeia produtiva. Na tomaticultura, a classificação do produto está associada a características qualitativas e quantitativas que podem ser medidas por meio de critérios técnicos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Portaria nº 278 de 30 de novembro de 1988. Essa portaria estabelece as características de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do tomate destinado à indústria. A classificação do tomate recebido na agroindústria é feita por amostragem, de forma a avaliar os defeitos existentes nos frutos que intervêm na qualidade exigida para a precificação da carga. Segundo determina o MAPA, no tomate transportado a granel, devem ser retiradas, no decorrer do processo de descarga, pelo menos 4 (quatro) subamostras de 5 (cinco) quilogramas cada uma, correspondendo ao peso aproximado de um engradado, o que gera grande dispersão dos dados. Neste sentido, o presente estudo visa apresentar os aspectos que norteiam o desenvolvimento de um protótipo em bancada de teste que simule os equipamentos utilizados em ambiente de campo, visando aprimorar o processo de classificação dos tomates.

MATERIAL E MÉTODOS: A presente proposta consiste em uma pesquisa aplicada, o que segundo Zanella (2013) está voltada para a aplicação imediata em uma determinada realidade, à luz de descobertas científicas acerca do tema, ou seja, apresenta solução para um problema concreto. Para tanto, foi realizado um *benchmarking genérico*, para identificar ferramentas similares que sirvam de “referência” no processo de aprimoramento do escopo do protótipo da aplicação. Com esse propósito, foi realizada pesquisa exploratória em sites e plataformas digitais acerca de ferramentas tecnológicas para esse fim, de forma a identificar os principais concorrentes, assim como subsidiar o refinamento da proposta. Posteriormente, definiu-se testar um sensor de imagem, baseado em sistema de inteligência artificial que permite classificação e extração de características físicas de produtos diversos. Este sensor será acoplado em uma esteira transportadora inclinada do tipo talisca. Modelo este, utilizado em máquinas colhedoras de tomate. Também será acrescentado na esteira três microprocessadores do tipo Raspberry PI com câmera, duas câmeras no espectro visível e uma câmera para o espectro Infra Vermelho. Este sistema, sensor e câmeras, permitirá a obtenção automática de parâmetros como: tamanho, cor, nível de manchas e tamanho de tomates, e para obtenção de imagens, tanto no espectro visível, quanto no Infra Vermelho. Todo esse conjunto de informações possibilitará a criação de um banco de dados de referência para treinamento de IA e classificação dos frutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O escopo deste trabalho decorre de demandas apontadas por atores presentes na cadeia produtiva do tomate industrial, tais como representantes da indústria e pesquisadores da área que reforçaram a importância de otimizar o processo de classificação automática com a incorporação da identificação dos tipos de defeitos. Posteriormente realizou-se uma pesquisa em sites e demais mídias digitais para identificar as soluções disponibilizadas no mercado voltadas para a classificação do tomate industrial em campo, cujas características funcionais fossem análogas a ferramenta a ser desenvolvida, estando os resultados do levantamento expostos no Quadro 1.

Quadro 1 – Levantamento de aplicações disponíveis no mercado.

Aplicação	Descrição
Classifica Tomate	Classifica e seleciona tomates de mesa de acordo com o Formato (Caqui, Saladete, Santa Cruz ou Italiano), Classe (0, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ou 100), Cor (Maduro, Imaturo, Pintado ou Colorido) e presença ou não de Defeitos.
Trapview	Monitora a qualidade do tomate enquanto as plantas ainda estão crescendo, possibilitando gerenciar a qualidade (risco principal sendo o conteúdo de objetos estranhos) muito antes de o tomate ser entregue à indústria.
Irrigas®	Auxilia o agricultor no manejo diário da água de irrigação e pode ser utilizado para diferentes espécies de hortaliças, em diversos tipos de solos e sistemas de irrigação.
Di@gnoPlant Tomate	Permite identificar visualmente uma centena de doenças e pragas neste solanáceas, campo aberto e sob abrigo.

Os resultados confirmam a viabilidade de se testar um sensor habilitado para uso industrial embarcado em um protótipo de bancada em formato de esteira, bem como utilizar um sistema de obtenção de imagens, o que permitirá duas possibilidades de implementação e desenvolvimento tecnológico, contribuindo com o processo de classificação do tomate industrial a campo contemplando diferentes aspectos. Ademais, verificou-se que algumas aplicações fazem a classificação por cor o que remete ao estágio de maturação do fruto, sem, contudo, considerar os tipos de defeito.

Ao considerar o nível de maturidade tecnológica, a aplicação apresenta TRL 3, isso significa que o sistema foi demonstrado em ambiente de laboratório e sua viabilidade técnica foi comprovada em um contexto controlado. No entanto, ainda são necessários testes adicionais em ambiente de campo e integração com sistemas industriais. Todavia, o desenvolvimento da aplicação consiste em um processo complexo que envolve uma combinação de tecnologias e considerações práticas. Os resultados obtidos até o momento demonstram o potencial dessa abordagem para melhorar a eficiência e qualidade do processo de classificação, o que alinha ao modelo de manufatura inteligente (*smart manufacturing*) adotado por agroindústrias do setor, que coaduna com o que preconiza a Gestão 4.0 e o Agro 5.0.

Cabe destacar que a problemática associada com perdas pós-colheita decorre da alta perecibilidade do fruto, de atrasos na colheita, transporte ou descarregamento, ou ainda, quando os frutos são colhidos com níveis diferentes de maturação. Tais condições impactam no planejamento industrial, posto que, o tempo de espera implica na aplicação de descontos que refletem diretamente no valor pago da carga, além de impactar na qualidade do fruto (Nascimento, 2021).

Para o produtor e para a indústria estes fatores são prejudiciais, pois são mensurados o peso dos frutos, depois esperar no pátio e conduzida a drenagem por uma hora, há a aferição pela indústria dos defeitos graves que restringem o rendimento da polpa, diminuindo a quantidade de qualidade dos frutos recebidos (Moura, 2017). Nesse sentido, a adoção e desenvolvimento de uma aplicação que auxilia na classificação do fruto na lavoura tende a corroborar com o

planejamento e tomada de decisão, reforçando a eficiência e competitividade na atual conjuntura que a cadeia do fruto destinada para processamento industrial apresenta.

CONCLUSÕES: Os resultados sinalizam a viabilidade técnica do sistema proposto, considerando o atual modelo adotado nas indústrias de atomatados para classificação e precificação do fruto. As próximas etapas consistem na realização de testes em outros ambientes e na migração dos dados em tempo real para um sistema multiplataforma.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) / Processo: 408832/2023-1 e ao Centro de Excelência em Agricultura Exponencial (CEAGRE) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS:

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Abastecimento. Comissão Técnica de Normas e Padrões. Portaria nº 278 de 30 nov. 1988. **Norma de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do tomate para indústria.** Brasília, 1989. 11 p.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; EVANGELISTA, S. R. M. **A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente.** In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. Agricultura Digital: Pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. – Brasília, DF: Embrapa, 2020.

MOURA, L. E. de. **Avaliação da Qualidade do Tomate Industrial do Campo ao Processamento.** 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Olericultura) - Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Goiás, 2017. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_9/2021-09-11-09-58-27Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20qualidade%20do%20tomate%20Industrial%20do%20Campo%20ao%20Processamento_Luis%20Eduardo%20de%20Moura.pdf.

NASCIMENTO, M. C. Cartilha Para **Classificação De Tomates Para Processamento Industrial.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Goiás, 2021.