

## ANÁLISE DE IMAGENS PARA SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE FRUTOS DE TOMATEIRO (*Solanum lycopersicum*)

**FRACAROLLI, J.A.<sup>1</sup>; OLIVEIRA, I, N.<sup>2</sup>; DAL FABBRO, I.M.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Engo Agrícola, Prof. Doutor, Depto. De Tecnologia Pós-Colheita, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas – SP

<sup>2</sup> Engo Agrícola, Mestrando em Água e Solo, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas-SP, Fone (019) 99964-9493, ingrid.nehmi@gmail.com

<sup>3</sup> Engo Agrícola, Prof. Doutor, Depto. Máquinas Agrícolas, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas - SP

Apresentado no

XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016

24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** Técnicas ópticas e a análise de imagens vêm sendo utilizadas e desenvolvidas para aplicações em diversas áreas. As técnicas ópticas se caracterizam como métodos robustos, de baixo custo, não invasivos e não destrutivos para avaliação tanto de materiais quanto de produtos agrícolas, passando até por aplicações na área da saúde humana. Neste trabalho foi executado o mapeamento da coloração dos frutos de tomateiro. O objetivo deste projeto é criar algoritmos para a classificação e seleção de frutos, que apresentem diferentes colorações de casca. Dessa forma é possível observar frutos com irregularidades superficiais, danos mecânicos, além de outros fatores que são empregados na classificação e são indicativos da qualidade do alimento. Os ensaios foram realizados no laboratório de óptica da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI/UNICAMP). Foram utilizadas uma fonte de luz difusa, câmera fotográfica CCD, computador, mesa óptica, frutos de tomateiro e o software livre ImageJ onde foram desenvolvidos macros computacionais. A partir deste experimento foi possível comprovar, a

partir de métodos não invasivos, a seleção de tomates de acordo com sua maturidade, podendo facilmente ser aplicado em indústrias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processamento de imagens; algoritmo; maturidade.

## **ANALYSIS OF IMAGES FOR SELECTION AND CLASSIFICATION OF TOMATO FRUITS (*Solanum lycopersicum*)**

**ABSTRACT:** Optical techniques and image analysis have been used and developed for applications in various fields. Optical techniques are characterized as robust methods, inexpensive, non-invasive and non-destructive evaluation for both material and agricultural products, going up by applications in the area of human health. This work was carried out to map the color of tomato fruits. The objective of this project is to create algorithms for classification and selection of fruits, which have different shell colors. This way you can see fruit with surface irregularities, mechanical damage, and other factors that are employed in the standings and are indicative of the quality of the food. Assays were performed in optical laboratory at the School of Agricultural Engineering at the University of Campinas (FEAGRI/UNICAMP). A source of diffuse light was used, CCD camera, computer, optical table, tomato fruit and free software ImageJ where computational macros were developed. From this experiment it was possible to prove, from non-invasive methods, the selection of tomatoes according to their maturity and can easily be applied in industries.

**KEYWORDS:** Image processing; algorithm; maturity.

### **INTRODUÇÃO**

A classificação dos frutos hoje é feita baseada em padrões e manuais, no Brasil expedido pelo CEASA (CEASA, 2003). Sendo que durante a ontogenia, os frutos passam por mudanças importantes em suas características. Estas mudanças podem ser observadas para os

parâmetros que indicam a maturidade dos frutos, tais como Total de sólidos solúveis (SST), pH, acidez total titulável (ATT), clorofila, peso, diâmetro e módulo de elasticidade, sendo estes parâmetros necessitam de ensaios destrutivos para ocorrerem. A característica que mais influencia o julgamento do consumidor quanto ao grau de maturação é a cor da pele, por ser uma característica visível a olho nu quando o consumidor está no mercado, sendo esta uma característica também utilizada como um indicador do tempo de colheita. As alterações de cor estão associadas a alterações físicas e químicas durante o processo de amadurecimento.

A coloração de frutos e vegetais é relacionada com a quantidade dos pigmentos, clorofila e carotenoides presentes em cloroplastos e cromoplastos e compostos fenólicos nos vacúolos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A complexidade e quantidade de frutos a serem analisados e implementação de novas soluções, cada vez mais estão sendo utilizadas técnicas informatizadas (ZABOROWICZ et al., 2011). Diversas são as técnicas que podem ser utilizadas para avaliação da maturidade como redes neurais (BONIECKI et al., 2009 ;NOWAKOWSKI et al., 2011); ZABOROWICZ et al., 2013) e outros métodos não destrutivos (VALERO et al., 2004) como análise do conteúdo de clorofila para indicador de maturidade, Zdunek and Herppich (2012) analisaram a relação entre a atividade do laser biospeckle e o conteúdo de clorofila em maçãs.

Análises destrutivas ainda são soluções para alguns tipos de análises para indicação de maturidade dos frutos e estágio de colheita. O módulo de elasticidade é um método que relaciona a resistência da fruta ao transporte, manuseamento e armazenamento ainda muito utilizado (ZDUNEK; KURENDA, 2013).

O objetivo deste experimento é modelar um programa para avaliação do fruto de tomate quanto sua cor e classe de tamanho, de acordo com os padrões estabelecidos no Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado no Laboratório de Óptica da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp (FEAGRI/UNICAMP), na cidade de Campinas-SP, Brasil. O algoritmo foi calibrado inicialmente com 6 esferas de isopor coloridas, nas cores RGB (2 azuis, 2 verdes e 2 vermelhas), conforme a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Os frutos foram colocados sobre uma folha de papel preta com a câmera CCD posicionada a 90° acima do objeto em um tripé, conectada ao PC (FIGURA 1). O software ImageJ processou as imagens gerando um histograma por meio da função ‘*Color Histogram*’ e os valores médios das cores foram obtidos na tabela gerada ‘*Results*’.

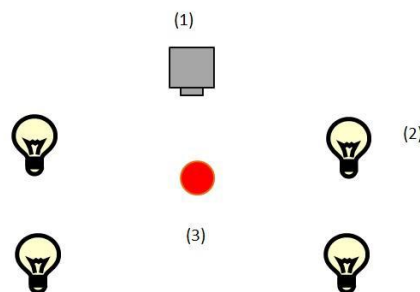


FIGURA 1. Arranjo experimental para caracterização de forma, classe e cor da câmera CCD (1), das luzes difusas (2) e tomate analisado (3)

Para o experimento foram utilizadas 15 frutas frescas compradas em um mercado local, em diferentes estágios de maturação, duas diferentes Classes. Foram obtidas as coordenadas do fruto na imagem na primeira parte do programa. Então a rotina seleciona uma elipse com dimensões 25% menor que o fruto, tanto na largura quanto na altura, denominada de Região de Interesse (RDI), determinando-se a média dos tons de verde na RDI. Esse procedimento foi adaptado de Lino, Sanches e Nakano Neto (2012). O programa repete a classificação para cada uma das imagens contidas em uma pasta, criando uma tabela que apresenta o nome da imagem, a classe e a cor do tomate.

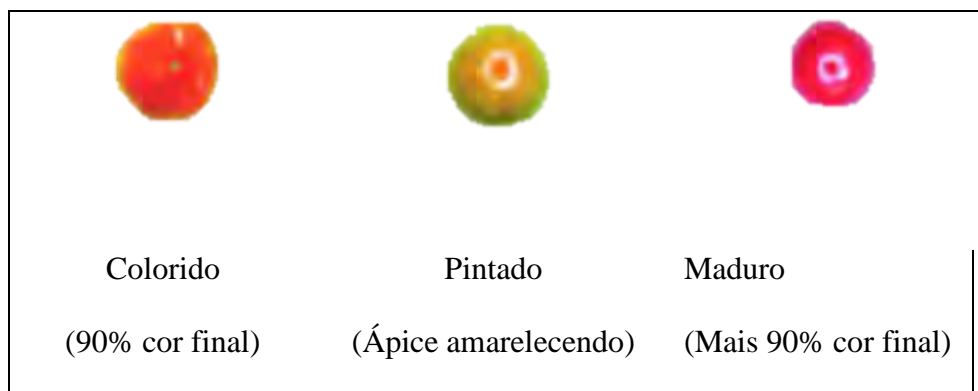


FIGURA 2. Classificação por classe de cor

TABELA 1. Classificação por classe de diâmetro equatorial (mm) (FONTE: CEASA (2013))

Classe	Diâmetro Equatorial (mm)
0	Menor que 40
40	Maior ou igual a 40 até 50
50	Maior ou igual a 50 até 60
60	Maior ou igual a 60 até 70
70	Maior ou igual a 70 até 80
80	Maior ou igual a 80 até 90
90	Maior ou igual a 90 até 100
100	Maior que 100

A partir das fotos os frutos foram avaliados e classificados de acordo com a Classe e diâmetro equatorial (TABELA 1) e classificação por cor (FIGURA 2).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a classificação de cor em tomates, foram obtidas as imagens, posteriormente as imagens foram cortadas em sua região de interesse, por meio do programa.

Do estudo com as esferas de isopor foram obtidos os resultados através do comando Color Profiler do programa ImageJ. Cada esfera teve uma Região de Interesse selecionada através da macro, que foi constante para todas as esferas.

Na FIGURA 3 é possível observar o resultado da classificação dos tomates através do programa, onde se encontra a tabela com o Nome da imagem na primeira coluna, a Classe na segunda coluna e a Cor na terceira coluna. Os quatro primeiros tomates e o sexto foram

classificados como Pintados. O quinto, o sétimo e o décimo quarto tomates foram classificados como Colorido, já os tomates do oitavo ao décimo terceiro e o décimo quinto foram classificados como Maduro.

Na caracterização por classe de tamanho a maioria dos tomates ficou classificado como classe 40 e alguns como classe 50 (sétimo ao décimo, décimo terceiro e décimo quarto tomates).



Nome	Classe	Cor
IMG_0550.jpg	40	Pintado
IMG_0551.jpg	40	Pintado
IMG_0552.jpg	40	Pintado
IMG_0553.jpg	40	Pintado
IMG_0554.jpg	40	Colorido
IMG_0555.jpg	40	Pintado
IMG_0556.jpg	50	Colorido
IMG_0557.jpg	50	Maduro
IMG_0558.jpg	50	Maduro
IMG_0559.jpg	50	Maduro
IMG_0560.jpg	40	Maduro
IMG_0561.jpg	40	Maduro
IMG_0562.jpg	50	Maduro
IMG_0563.jpg	50	Colorido
IMG_0564.jpg	40	Maduro

FIGURA 3. Resultado do programa para classificação de tomates

## CONCLUSÃO

O estudo comprovou a viabilidade de métodos não destrutivos na análise de frutos de tomateiro, com baixo custo e possível implementação para produtores e mercados que

trabalham com produtos hortifrúti para a classificação quanto a classe de tamanho e classe de cor.

## REFERÊNCIAS

BONIECKI, P. et al. **Neural Image Analysis of Maturity Stage during Composting of Sewage Sludge.** IEEE, mar. 2009Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5190604>>. Acesso em: 14 mar. 2016

CEASA. **Normas de Classificação para o Tomate.** São Paulo: CEASA, 2003.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio.** Lavras: UFLA, 2005.

NOWAKOWSKI, K. et al. **Identification process of corn and barley kernel damages using neural image analysis** (T. Zhang, Ed.)15 abr. 2011Disponível em: <<http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=1267033>>. Acesso em: 14 mar. 2016

VALERO, C. et al. Selection Models for the Internal Quality of Fruit, based on Time Domain Laser Reflectance Spectroscopy. **Biosystems Engineering**, v. 88, n. 3, p. 313–323, 2004.

ZABOROWICZ, M. et al. **Use of artificial neural networks in the identification and classification of tomatoes.** (Y. Wang, X. Yi, Eds.)19 jul. 2013Disponível em: <<http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?doi=10.1117/12.2030696>>. Acesso em: 14 mar. 2016

ZABOROWICZ, M.; KOSZELA, K.; BONIECKI, P. THE CONCEPT OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS APPLICATION IN THE PROCESS OF EVALUATION OF THE

QUALITY OF TOMATOES. **Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering**, v. 56, n. 1, p. 145–147, 2011.

ZDUNEK, A.; KURENDA, A. Determination of the Elastic Properties of Tomato Fruit Cells with an Atomic Force Microscope. **Sensors**, v. 13, n. 9, p. 12175–12191, 11 set. 2013.