

## **CLASSIFICAÇÃO DE LARANJAS POR MEIO DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS**

**LAURA DE LIMA RODRIGUES<sup>1</sup>, WESLEY ESDRAS SANTIAGO<sup>2</sup>, IAGO DE OLIVEIRA BASTOS<sup>1</sup>, LUCAS ALVES DIAS<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Discente em Bacharelado em Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, (38)99905-4345, laura.de.lima05@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor, Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – campus Unaí, wesley.santiago@ufvjm.edu.br

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Em 2009, o setor de citricultura no Brasil gerou um PIB de 6,5 bilhões de dólares, sendo que 29,8% de toda a produção de laranja nesse período refere-se ao consumo da fruta in natura. Considerando que o diâmetro equatorial da fruta é uma das características visuais intrínsecas mais importantes na padronização e classificação do produto para a escolha da embalagem no pós-colheita, o reconhecimento deste atributo se torna indispensável na cadeia de produção. Visando atender esta exigência de mercado, buscou-se por meio desta pesquisa desenvolver um sistema de análise e classificação de laranjas de acordo com o seu diâmetro equatorial utilizando a tecnologia de processamento digital de imagens. O sistema em desenvolvimento considera a medida do eixo transversal da fruta como parâmetro para escolher a embalagem mais apropriada e em qual melhor mercado se enquadra. Acredita-se que essa ferramenta possa facilitar o reconhecimento do diâmetro equatorial da laranja bem como auxiliar no processo de embalagem da fruta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Diâmetro equatorial, Processamento de imagens, Pós-colheita

### **CLASSIFICATION OF ORANGES THROUGH DIGITAL IMAGE PROCESSING**

**ABSTRACT:** In 2009, the citrus sector in Brazil generated a GDP of 6.5 billion dollars, being that 29.8% of all the orange production in this period refers to the consumption of the fruit in natura. Considering that the equatorial diameter of the fruit is one of the most important intrinsic visual characteristics in standardization and classification of the product to choose the packaging in the post-harvest, the recognition of this attribute becomes indispensable in the chain of production. Aiming to meet this market requirement, this research aimed to develop a system of analysis and classification of oranges according to their equatorial diameter using digital image processing technology. The system under development considers the measure of the transverse axis of the fruit as a parameter to choose the most appropriate packaging and in which best market it fits. It is believed that this tool can facilitate the recognition of the equatorial diameter of the orange as well as assist in the fruit packaging process.

**KEYWORDS:** Equatorial diameter, Image processing, Post-harvest

**INTRODUÇÃO:** Uma das frutas mais cultivadas e conhecida no mundo, a laranja (*Citrus sinensis*) é uma planta de origem asiática que desde sua introdução no território brasileiro têm se destacado pela promoção do crescimento socioeconômico, contribuindo com a balança comercial nacional e principalmente na geração de empregos diretos e indiretos na área rural.

Segundo relatório da Fundecitrus (Fundo de Defesa da Citricultura) a safra de laranja 2017/18 do principal parque citrícola do Brasil – que engloba 349 municípios de São Paulo e Minas Gerais – deverá ser de 364,47 milhões de caixas de 40,8 kg. Esta produção que é 14% maior que a média histórica dos últimos dez anos garantirá que o país mantenha a liderança mundial na produção de laranja, processamento de suco e exportação.

Enquanto as laranjas destinadas à indústria são avaliadas conforme teor de suco, acidez e brix, as destinadas ao consumo in natura têm como características desejáveis a estética e homogeneidade das frutas, pois a aparência do produto afeta consideravelmente a decisão do consumidor. Para atender o anseio de um mercado consumidor exigente e cada vez mais competitivo, o Grupo Brasileiro de Citros de Mesa desenvolveu a Norma de Classificação da Laranja (CEAGESP, 2000). Nesta norma é definido que as frutas sejam classificadas quanto à coloração, calibre (diâmetro equatorial da fruta) e intensidade de defeitos.

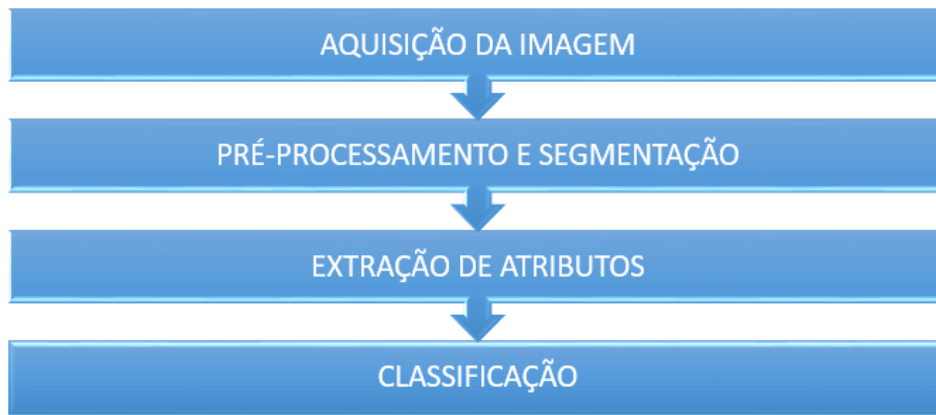
A tarefa de classificar e embalar as frutas conforme estabelecido pela norma pode ser feita de modo manual, entretanto tem como pontos negativos o aumento dos custos de produção por demandar várias pessoas aliado a possibilidade de erros durante o processo. Portanto, o uso de um método rápido, confiável e de baixo custo para classificação é altamente desejável (MIZUSHIMA e LU, 2013).

Como os parâmetros da norma de classificação da laranja são aspectos relacionados a sua morfologia, um sistema baseado em técnicas de processamento de imagens pode facilmente desempenhar a tarefa de classificação (OMID et al., 2010; JHAWAR, 2014). Assim, este trabalho foi desenvolvido no intuito de implementar e testar um algoritmo para classificação de laranjas utilizando informações acerca do calibre.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Laranjas do tipo pêra foram adquiridas no comércio local, armazenadas em sacolas plásticas e transportadas até o Laboratório de Máquinas Agrícolas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – Campus Unaí (LMA – UFVJM).

As frutas foram limpas, selecionadas manualmente quanto ao aspecto visual e em seguida distribuídas em três grupos (pequeno, médio e grande) conforme o seu diâmetro equatorial (calibre), mensurado por meio de um paquímetro. Posteriormente as laranjas foram inseridas numa estrutura retangular (22,6cm x 14cm) que suportava numa altura fixa de 20cm uma webcam (*Genius*, Modelo FaceCam 322) utilizada para capturar as imagens e transmiti-las para um computador onde eram armazenadas no espaço de cores RGB com 24 bits, resolução de 640 x 480 pixels e formato de arquivo JPEG.

Conforme mostra a Figura 1, o sistema de classificação proposto considera as etapas de aquisição da imagem, pré-processamento para padronização da informação, extração de informações de interesse e classificação. Durante o pré-processamento, componentes da imagem que não são laranjas (informações de fundo e qualquer material indesejado) são removidas por meio da segmentação utilizando a limiarização por Otsu (Otsu 1979). Para a extração de informações de interesse foi utilizada uma função que calcula o total de pixels pertencentes a área definida de interesse na imagem. A etapa final de classificação foi feita utilizando a teoria de conjuntos.



A programação e análise de imagens foi num computador Intel Core 2 CPU, 2.13 GHz e 2 Gb Ram, rodando sistema operacional Windows. As operações de processamento de imagem foram desenvolvidas no ambiente de programação do Matlab 9.0 R2011 (Mathworks) por meio do uso da Toolbox de Processamento de Imagens. O desempenho do algoritmo proposto foi avaliado através da exatidão global, precisão de usuário e precisão de produtor.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O processo de aquisição resultou em 110 imagens de laranjas pertencentes as três classes, destas 23 foram selecionadas como amostras para treinamento (construção do modelo de classificação) e as demais 87 destinadas para teste, isto é, para avaliar o desempenho do classificador.

Considerando as informações do conjunto de teste e o tipo de classificador adotado (teoria clássica de conjuntos), a equação do classificador foi definida como mostra a equação 1:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Grande} = \{ \text{area} \in \mathbf{R}; \text{area} \geq 114070 \}; \\ \text{Média} = \{ \text{area} \in \mathbf{R}; 66203 > \text{area} > 114070 \}; \\ \text{Pequena} = \{ \text{area} \in \mathbf{R}; \text{area} \leq 66203 \}; \end{array} \right.$$

EQUAÇÃO 1

**TABELA 1.** Resultados da análise de desempenho de produtor e usuário para cada classe

Classe	Precisão de Produtor (%)	Precisão de Usuário (%)
Pequena	61	100
Média	8	78
Grande	0	35
Exatidão Global		75,4%

Para as imagens capturadas neste experimento, observou-se durante a avaliação do método

proposto que em várias imagens ocorreu uma alta taxa de falsos negativo, causados por pouca disponibilidade de parâmetros, principalmente os tamanhos grandes e médios. Futuramente tais parâmetros podem ser melhorados para uma maior eficiência de resultado. O algoritmo mostrou que a um número significativo de verdadeiros positivos, com resultados referentes à classe pequena com 100%, mas para as demais classes há a necessidade de melhorias para efetivar dados gerados mais confiáveis.

O algoritmo mostrou uma alta eficiência na classificação com grande otimização de tempo em processamento das imagens, com valor inferior a 1 segundo para cerca de 90 imagens. O melhor resultado obtido no processamento esta ligado ao banco de dados ser reduzido, favorecendo a classe pequena, em segundo a média e desfavorecendo a classe grande.

**CONCLUSÕES:** Os resultados obtidos demonstram que o algoritmo é bastante promissor, com resposta em tempo hábil e apresentando taxa de acertos bem razoável. Com melhorias na etapa de pré-processamento como a inclusão de novos parâmetros como cor e textura, acredita-se que a taxa de acertos melhore.

## **REFERÊNCIAS**

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MELHORIA DOS PADRÕES COMERCIAIS E DE EMBALAGENS DE HORTIGRANJEIROS. Norma de classificação de laranja. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura CQH/Ceagesp, 2000. (CQH Documentos, jun. 2000)

JHAWAR, J. Orange Sorting by Applying Pattern Recognition on Colour Image. *Procedia Computer Science* 78 ( 2016 ) 691 – 697

MIZUSHIMA, A., LU, R. An image segmentation method for apple sorting and grading using support vector machine and Otsu's method. *Computers and Electronics in Agriculture* 94 (2013) 29–37

OMID, M., KHOJASTEHNAZHAND, M., TABATABAEEFAR, A. Estimating volume and mass of citrus fruits by image processing technique. *Journal of Food Engineering* 100 (2010) 315–321

OTSU, N. A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Trans. Sys., Man., Cyber.* 9: 62-66, 1979.

**AGRADECIMENTOS:** A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) por concederem recursos para execução desta pesquisa e participação no evento.