

USO DE IMAGENS DIGITAIS PARA CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

Valnyr Vasconcelos Lira¹

Arlindo Garcia de Sá Barreto Neto²

Mário Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata³

Valoração e Economia ambiental Agroecologia e Produção Agrícola Sustentável TI Verde

Resumo

Com a evolução das técnicas de cultivo, a produção mundial de frutas e hortaliças vem apresentando um crescimento contínuo. Apesar do aumento da produção, uma parcela significativa dos produtos colhidos é perdida principalmente na pós-colheita por fatores diversos, como manuseio, transporte e conservação inadequadas, falta de seleção e classificação, embalagens mal dimensionadas, entre outros. Um outro fator que merece a devida atenção é a exigência dos consumidores por produtos frescos e de boa qualidade, fato que vem aumentando principalmente devido a questões de segurança e higiene alimentar. De forma geral, a qualidade de frutas e hortaliças geralmente é avaliada pelos seguintes parâmetros: tamanho, forma, massa, cor, firmeza, maturação, ausência de contusões e patologias. Sendo assim, é necessário que técnicas de seleção e classificação de frutas e hortaliças com base nestes parâmetros sejam desenvolvidas e aprimoradas, seja para atender a requisitos dos consumidores, seja para agregar valor aos produtos. Portanto, tendo em vista esta necessidade, apresentamos neste artigo uma forma de estimar a massa de mangas da variedade *Mangifera indica* L., 'Tommy Atkins' a partir de imagens adquiridas com uma câmera digital e processadas no Matlab.

Palavras-chave: Estimação; Seleção; Processamento digital; Mangas.

¹Prof. M.Sc., IFPB – Campus Esperança e Aluno do Curso de Doutorado em Recursos Naturais, UFCG/CTRN valnyr@ifpb.edu.br.

²Prof. D.Sc., IFPB – Campus Esperança, arlindo@ifpb.edu.br.

³Prof. D.Sc., UFCG/CTRN, mcavalcantimata@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A seleção e a classificação de frutas são processos disjuntos, mas complementares, consistindo de um conjunto de tarefas, iniciadas pela separação daqueles frutos que apresentam anomalias diversas, como formas irregulares, cor e/ou tamanho discrepantes, aderências ou irregularidades superficiais expressivas, marcas da ação nociva de insetos e pragas ou mesmo, a presença de corpos estranhos ao fruto. Feito isso, o produto pode ainda apresentar variações em suas propriedades que venham a prejudicar sua qualidade e conseqüentemente, o seu valor de mercado. Para conseguir uma maior uniformidade de propriedades, o produto pode ser classificado por massa, tamanho, forma e cor, segundo normas específicas ou padrões comerciais (CARVALHO, 2015).

A qualidade de frutas e vegetais é frequentemente referida pelo tamanho, forma, massa, firmeza, cor e contusões a partir das quais podem ser selecionadas e classificadas. No entanto, a implementação de tecnologia pela pequena e média empresa para avaliar essa qualidade é inviável, devido aos altos custos de software, equipamentos e custos operacionais (LINO, SANCHES & FABBRO, 2008).

A aparência é um atributo de qualidade sensorial muito importante de frutas e vegetais, que pode influenciar não só o valor de mercado, a escolha e preferência do consumidor, mas também sua qualidade interna em alguma extensão (ZHANG et al., 2014).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a utilização de imagens de mangas para inferir o tamanho das amostras e possibilitar sua classificação por meio deste atributo.

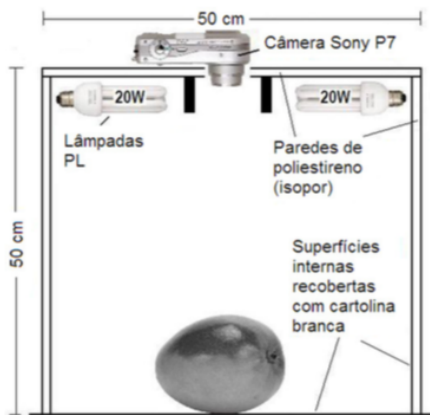
METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado no município de Campina Grande – PB, utilizando como amostras para análise, um lote com 96 mangas da variedade *Mangifera indica L.*, 'Tommy Atkins', adquirido na feira livre da cidade, as quais foram lavadas com água e sabão neutro, e após secas, armazenadas em caixas plásticas para processamento posterior. Mangas com problemas graves, como por exemplo, podres, danificadas, entre outros, foram descartadas.

Para a aquisição das imagens das mangas foi utilizado o aparato apresentado na Figura 1a, que consiste numa caixa de madeira de dimensões 50cm x 50cm x 50cm, com

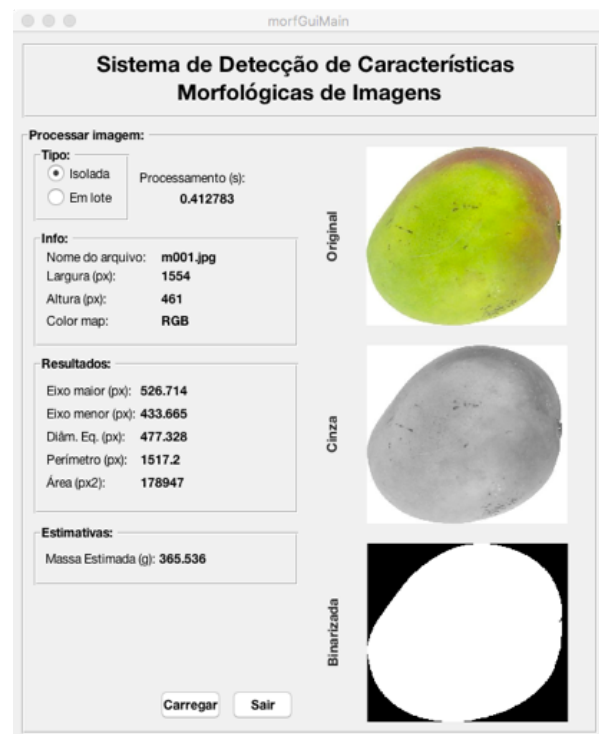
as paredes internas revestidas com cartolina branca. Para iluminação do objeto sob análise (manga) foram utilizadas duas lâmpadas PL de 20W, e para aquisição das imagens, foi utilizada uma câmera digital.

De posse do banco de dados com as imagens das mangas e suas características físicas medidas manualmente, o passo seguinte foi realizar o processamento das imagens. Para este propósito foi utilizado o *Image Processing Toolbox* do Matlab (MATHWORKS, 2013) através do aplicativo desenvolvido apresentado na Figura 1b, onde as medidas físicas das amostras são obtidas por processamento digital das imagens.



a) Caixa de aquisição de imagens.

Fonte: (BORGES, 2011).



b) Aplicativo de processamento de imagens. Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 1: Sistema para aquisição e processamento das imagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise do conjunto de imagens, e com seus dados salvos numa planilha, foi utilizado o software XLSTAT versão 2018.5 no Microsoft Excel para Mac, versão 16.16.1, para realização de análises estatísticas.

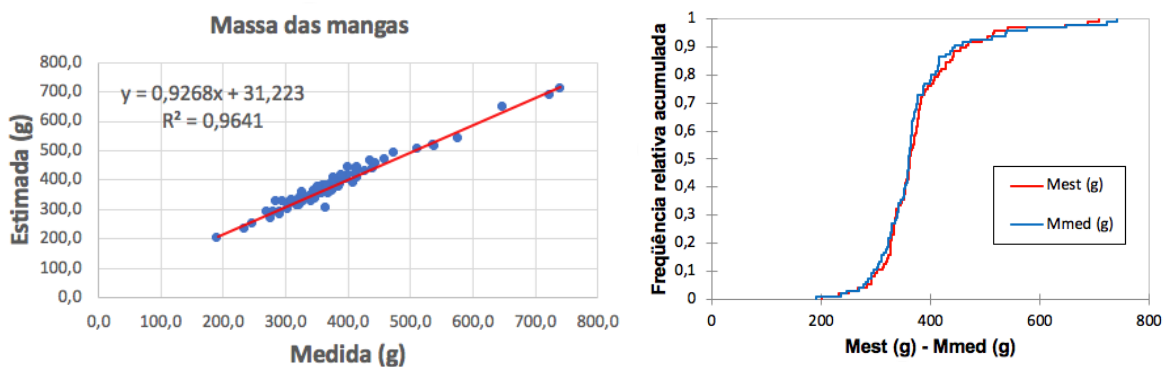
Como o objetivo principal é a estimação da massa de mangas a partir de imagens, o conjunto de dados foi dividido em duas partes, sendo a primeira (contendo imagens das primeiras 48 mangas) utilizadas para determinar uma equação que correlacione as medidas da imagem com a massa da manga, enquanto a segunda (contendo imagens das 48 mangas restantes) foi utilizada como conjunto de teste para validação.

Aplicando a regressão linear, foi obtida a seguinte equação para estimação da massa das mangas (em gramas - g) a partir das variáveis métricas obtidas pelo Matlab a partir das imagens (em *pixels* - px):

$$M_{est}(g) = 158,4 - 2,2C_{px} - 2,0L_{px} + 3,6D_{px} - 0,14P_{px} + 0,004A_{px^2} \quad (1)$$

onde: C é o comprimento (eixo maior), L é a largura (eixo menor), D é o diâmetro equivalente, P é o perímetro e A é a área, respectivamente.

A partir da Equação (1) as massas estimadas para todo o conjunto de dados foram calculadas, e logo após, foi realizada sua comparação com os valores de massa medidos. Na Figura 2a é apresentada a relação entre a massa medida e a massa estimada pela Equação (1).



a) Regressão M_{med} x M_{est} . Fonte: Autoria própria, 2019.

b) Distribuições acumuladas. Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 2: Resultados estatísticos.

Para verificar que a massa estimada a partir das imagens pode ser utilizada como uma estimativa válida da massa medida, foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov e de Mann-Whitney. Como o p -valor calculado para ambos os testes é maior que o nível de significância $\alpha = 0,05$, não rejeita-se a hipótese nula H_0 . Neste caso, para o

teste de Kolmogorov-Smirnov, a distribuição das duas amostras é a mesma, enquanto que para o teste de Mann-Whitney, a diferença da posição entre as amostras é igual a 0. Na Figura 2b são apresentadas as distribuições acumuladas para as séries medida e estimada, onde é possível ver a similaridade entre os dois conjuntos de dados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi avaliado um aplicativo desenvolvido no Matlab para detectar características morfológicas de mangas a partir de imagens adquiridas com uma câmera digital. Várias medidas das imagens foram obtidas, como por exemplo, comprimento, largura, diâmetro equivalente, área e perímetro.

Análises estatísticas para o conjunto de dados medidos, assim como para o conjunto de dados obtidos a partir das imagens das mangas, foram realizadas. Foi verificada a viabilidade de utilizar as medidas das imagens como meio de inferir a massa das mangas.

Como este estudo utilizou imagens adquiridas e sua análise posterior, numa metodologia *offline*, para continuação deste trabalho, pretende-se automatizar o processo de captura das imagens, de forma a realizar a estimação das massas das mangas *online* ou em tempo real, com a possibilidade de integração com uma esteira de seleção/classificação de produtos.

REFERÊNCIAS

- BORGES, F. F. Fusão de sensores de baixo custo aplicada à seleção e classificação automatizada de mangas para exportação, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2011.
- CARVALHO, J. N. Seleção e classificação inteligente de mangas por análise de imagens, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2015.
- LINO, A. C. L., SANCHES, J. & FABBRO, I. M. D. Image processing techniques for lemons and tomatoes classification, *Bragantia* 67(3): 785–789, 2008.
- MATHWORKS, T. Matlab 2013a - The Language of Technical Computing, 2013.
- ZHANG, B., HUANG, W., LI, J., ZHAO, C., FAN, S., WU, J. and LIU, C. Principles, developments and applications of computer vision for external quality inspection of fruits and vegetables: A review, *Food Research International* 62: 326–343, 2014