

ESTIMATIVA DE PESO DO MELÃO AMARELO ATRAVÉS DE VISÃO COMPUTACIONAL

L. G. Pinheiro Neto¹, R. R. Calixto², E. F. Marques Júnior³, F. G. N. Lopes⁴,
T. S. Cavalcante⁵, T. M. Almeida⁶

RESUMO: Estudou-se uma forma para estimar o peso dos frutos de melão amarelo por meio de técnicas de Visão Computacional (VC). A estimativa de peso foi baseada na correlação entre o peso real e a segmentação da área do melão. Para isso, a escala da imagem de entrada do melão foi determinada e, em seguida, um filtro de cores e segmentação por contornos foram aplicadas nessas imagens. Para a realização deste trabalho, foram utilizados 65 melões. Dentre estes, 45 frutos foram utilizados para gerar as equações de estimativa de peso, e o restante, 20 imagens de diferentes melões, para a realização dos testes. A melhor correlação obtida entre o peso e a área do melão foi de 0,969. Os resultados mostraram um erro médio de 0,143 (kg) e desvio padrão de 0,146 (kg), para a estimativa do peso do melão. Através de ajustes, nas técnicas implementadas, existe a possibilidade que o sistema proposto seja adaptado para dispositivos móveis ou em sistemas embarcados. Com isso, o sistema pode ser utilizado, como exemplo, para estimar o peso do melão antes da colheita do fruto.

PALAVRAS-CHAVE: *Cucumis melo* L., estimativa de peso, Processamento Digital de Imagens.

ESTIMATED WEIGHT OF YELLOW MELON THROUGH COMPUTER VISION

ABSTRACT: We studied a way to estimate the weight of yellow melon fruits by means of Computational Vision (VC) techniques. The weight estimate was based on the correlation between the actual weight and the segmentation of the melon area. For this, the input image scale of the melon was determined and then a color filter and contour segmentation were applied to these images. For this work, 65 melons were used. Among these, 45 fruits were used to

¹ Doutor, Professor efetivo do IFCE - Sobral, Ceará. Email: luis.neto@ifce.edu.br.

² Graduado em Mecatrônica industrial, IFCE - Sobral, Ceará. Email: reneripardo@gmail.com.

³ Cursando eletrotécnica, IFCE - Sobral, Ceará. Email: eliasfmj07@gmail.com.

⁴ Cursando Irrigação e Drenagem, IFCE - Sobral, Ceará. Email: gleicy.lopys@gmail.com.

⁵ Doutor, Professor efetivo do IFCE - Sobral, Ceará. Email: tariquesc@gmail.com.

⁶ Doutorando, Professor efetivo do IFCE - Sobral, Ceará. Email: thomaz.maia@ifce.edu.br.

generate the equations of weight estimation, and the remainder, 20 images of different melons, to perform the tests. The best correlation obtained between the weight and the melon area was 0.969. The results showed an average error of 0.143 (kg) and standard deviation of 0.146 (kg), for estimating the weight of the melon. Through adjustments, in the techniques implemented, it is possible that the proposed system is adapted for mobile devices or embedded systems. With this, the system can be used as an example to estimate the weight of the melon before harvesting the fruit.

KEYWORDS: *Cucumis melo* L., weight estimation, Digital Image Processing.

INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é dos frutos mais consumidos no mercado internacional e possui amplo cultivo por causa de seu alto valor econômico (MENON; RAO, 2014; SUN, et al., 2017). No Brasil, a produção de melões se concentra na região nordeste (NUNES et al., 2006). O Rio Grande do Norte e Ceará são os estados que se destacam na plantação de melões, principalmente o melão do tipo amarelo (MEDEIROS et al., 2014), que é o mais plantado.

Países em desenvolvimento, como o Brasil, tem a agricultura como um setor que constitui grande parte do poder econômico no país (SOHOO, 2008). Por este fato, empresas buscam investir em tecnologias que possam otimizar processos na indústria agrícola e também reduzir as pragas nas plantações de frutos (HUDDAR et al., 2012).

Geralmente, muitas dessas indústrias utilizam humanos para a inspeção da qualidade de frutos. Devido esta questão, a indústria agrícola necessita de tecnologias que possibilitam a automatização na definição dos atributos mínimos de qualidade do fruto.

Dentre as tecnologias no mercado existem os sistemas de Visão Computacional (VC), que podem ser uma alternativa para automatizar os processos de classificação dos frutos por meio da avaliação dos atributos de peso, tamanho, tipo de defeito, teores de açúcares, firmeza da polpa e dentre outras de forma não destrutiva.

Os sistemas de VC utilizam técnicas de processamento de imagens que são capazes de extrair atributos como, por exemplo, de cor, textura de objetos presentes em imagem. Na literatura, é possível encontrar trabalhos que utilizam técnicas de VC para determinar, como exemplo, o volume de melancias (KOC, 2007). Já para o melão não é comum encontrar trabalhos na literatura que utilizam técnicas de VC para estimar a qualidade do fruto.

Neste contexto, objetivo deste trabalho foi estimar o peso dos frutos de melão amarelo

utilizando técnicas de VC.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os melões utilizados neste trabalho são do tipo amarelo. Estes frutos foram colhidos na fazenda Itauêira Agropecuária Ltda. e transportados para a cidade Sobral Ceará, onde foi realizada a captura das imagens. O critério de qualidade observados na colheita era que todos os frutos estivessem prontos para consumo. As imagens dos melões foram realizadas no laboratório de tecido vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). O sistema proposto, neste trabalho, foi desenvolvido em linguagem de programação C++.

Para a aquisição das imagens, foi utilizado uma câmera Nikon D3100, configurada em modo automático. Para a iluminação das imagens foi utilizada lâmpadas fluorescentes comuns de laboratório. As escalas das imagens foram definidas através de uma régua graduada ao lado de cada imagem de entrada do melão.

A Figura 1a ilustra um exemplo de posição para a captura das imagens dos melões. Para o processamento da imagem do melão primeiramente foi necessário determinar a área do pixel, A_{pixel} , da Figura 1a, em centímetros quadrados (cm^2).

Essa área pode ser determinada através do posicionamento, manualmente, de dois pontos (p_x, p_y) e (q_x, q_y) na régua, equivalente a um centímetro (cm). Definidos os pontos, em seguida utiliza-se a distância euclidiana entre os mesmos.

$$A_{\text{pixel}} = \left(\frac{1}{\sqrt{(p_x - q_x)^2 + (p_y - q_y)^2}} \right) (\text{cm}^2) \quad (1)$$

A próxima etapa está no filtro de cores. Os melões utilizados neste trabalho têm como cor predominante o amarelo. Com base nessa característica do fruto foi possível distinguir o melão, em uma imagem, através da aplicação de um filtro que deixe passar apenas faixas de cores do amarelo.

O filtro de cores (F_{cores}) foi feito baseado no sistema de cores RGB (Red, Green e Blue). A Figura 2b ilustra a aplicação do Filtro na Figura 1a, como exemplo, que possui os canais R, G e B. A Equação 2 mostra o cálculo do filtro.

$$F_{\text{cores}} = 2R - G - B \quad (2)$$

Após o filtro, utiliza-se uma limiarização. A limiarização de imagens pode ser entendida como sendo um método que consiste em separar regiões de interesse de regiões classificadas como fundo da imagem ou outras quaisquer (WANG, et al., 2017). Dentre as várias técnicas de limiarização, existe a segmentação de imagens por limiarização de Otsu (Otsu, 1979). A aplicação deste método é ilustrada na Figura 1b.

Analisando a Figura 1b, percebe-se que alguns pixels do melão foram considerados como fundo da imagem. Este fato ocorre bastante em regiões dos melões que possuem manchas. Essas manchas podem ser de origem natural do fruto ou até mesmo causada pelo transporte do fruto na indústria. Algumas dessas manchas são defeitos conhecidos como queimaduras, deformações, barriga branca e outras. Com isso, este trabalho propõe a segmentação final do melão através de contornos. A Figura 1c ilustra o resultado.

Percebe-se na Figura 4 que o contorno mais externo do melão possui uma área ($A_{\text{melão}}$), em pixels, interna maior que todos os outros contornos. A Figura 1d ilustra a segmentação do fruto pelo a maior contorno da Figura 1c.

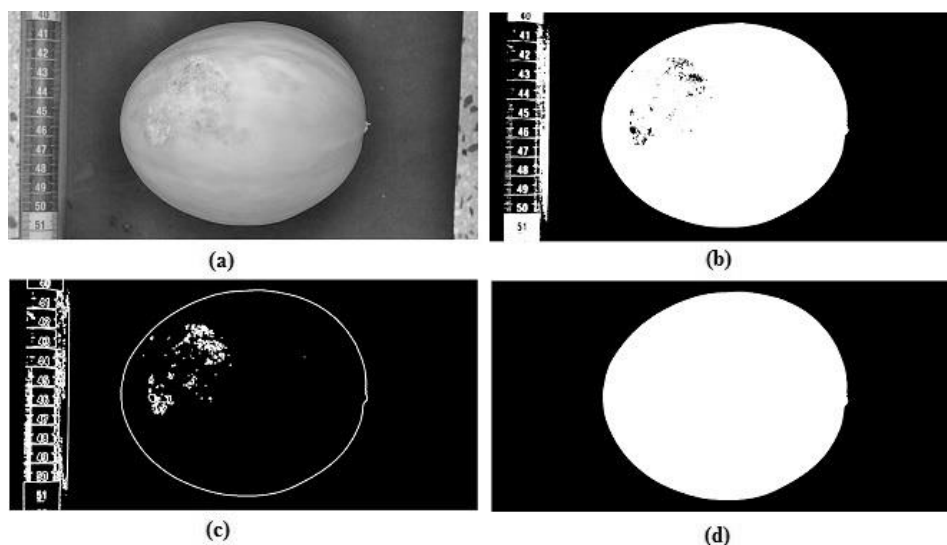


Figura 1. Etapas para a detecção do melão na imagem, (a) imagem de entrada, (b) filtragem de cores, (c) contornos e (d) segmentação final do melão.

RESULTADOS E DISCURSSÕES

Para os resultados foram capturadas 65 imagens de frutos de melões do tipo amarelo. São utilizadas uma imagem por fruto (Figura 1a). Posteriormente, técnicas de VC são descritas para determinar o valor de $A_{\text{melão}}$ para cada imagem processada.

As equações para a estimativa do peso foram calculadas por meio de análise do peso real (kg), medido por balança comercial, e o valor de $A_{\text{melão}}$ para cada melão. Uma regressão linear simples pode ser feita para gerar uma equação que descreva a correlação entre o peso real e a área do fruto.

São utilizadas 45 imagens de diferentes melões para determinar essa equação. A Figura 2 ilustra um exemplo da regressão linear para as imagens processadas a partir da Figura 1d.

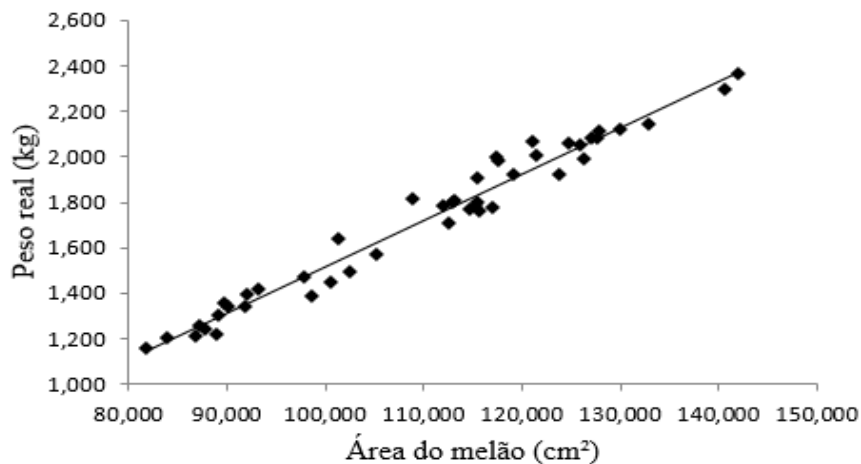


Figura 2. Melões distribuídos (quadrados pretos) em torno da reta.

O peso estimado (P_{est_1}) tem valor que representa a regressão linear feita com os dados da Figura 2.

$$P_{\text{est}_1} = 0,0204A_{\text{melão}} - 0,5196 \text{ (kg)} \quad (3)$$

O coeficiente de determinação (R^2), correlação entre o peso real e $A_{\text{melão}}$ dos dados da Equação 3, obteve um valor de 0,969. O valor de R^2 foi satisfatório, indicando boa correlação entre o peso e a área do fruto.

Em outro estudo SABZI et al. (2013), obtiveram valores de R^2 de 0,94 e 0,92, neste trabalho foi estimada a massa de laranjas. Em outra aplicação foi obtido R^2 de 0,97, correlação entre o volume de romã por meio de VC e por paquímetro (ARENDSE et al., 2016).

Para a estimativa do peso foram utilizadas 20 imagens de melões que não foram utilizadas para o desenvolvimento das Equação 3. Esses melões têm seus valores de $A_{\text{melão}}$ extraídos e posteriormente o peso estimado, através de P_{est_1} .

Os resultados para a estimativa do peso podem ser analisados a partir

da Tabela I. Pode-se considerar que os valores de erros de desvio padrão e médio são considerados satisfatórios devido a simplicidade dos métodos. Esses valores podem ser minimizados a partir de um preciso posicionamento dos pontos determinados na régua contida na imagem de entrada do fruto.

Tabela 1. Erros para estimativa do peso.

Peso estimado	Mínimo (kg)	Médio (kg)	Máximo (kg)	Desvio Padrão (kg)
P _{est_1}	0,005	0,143	0,551	0,146

CONCLUSÃO

Utilizando técnicas de VC foi possível estimar o peso de melões de tipo amarelo. Isso foi feita apenas com a correlação e o peso real e a área do fruto.

Para trabalhos futuros se pretende desenvolver novas técnicas para que o fruto possa ser detectado em diversos tipos de ambientes. Também se pretende estudar uma forma para minimizar o erro médio e desvio padrão para a estima de peso do fruto.

AGRADECIMENTOS

À fazenda Itaueira Agropecuária Ltda. e a Agrícola Famosa pelo fornecimento dos melões. Ao Instituto Federal do Ceará por ceder equipamentos e espaço para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

MENON, S. V.; RAO, T. V. Health-promoting components and related enzyme activities of muskmelon fruit during its development and ripening. *Journal of Food Biochemistry*, v.38, p.415-423, 2014.

NUNES, G. H. S.; MADEIROS, A. E. S.; GRANGEIRO, L. C.; SANTOS, G. M.; JÚNIOR, R. S. Estabilidade fenotípica de híbridos de melão amarelo avaliados no Pólo Agrícola Mossoró-Assu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.1369-1376, 2006.

MEDEIROS, J. F. D.; TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. D. S.; SOUZA, M. S. D. M.; SOUZA, R. O. D. Management strategies of saline water on morphometric characteristics of melon cultivars. *Engenharia Agrícola*, v.34, p.649-659, 2014.

SOHOO, S. ICT initiative of SAARC agriculture centre in the SAARC region. In: Computer Science and Information Technology, 2008. ICCSIT'08. International Conference on. IEEE, 2008. p. 923-929.

HUDDAR, S. R.; GOWRI, S.; KEERTHANA, K.; VASANTHI, S.; RUPANAGUDI, S. R. Novel algorithm for segmentation and automatic identification of pests on plants using image processing. In: Computing Communication & Networking Technologies (ICCCNT), 2012 Third International Conference on. IEEE, 2012. p. 1-5.

KOC, A. B. Determination of watermelon volume using ellipsoid approximation and image processing. *Postharvest Biology and Technology*, v.45, p.366-371, 2007.

WANG, C.; TANG, Y.; ZOU, X.; SITU, W.; FENG, W. A robust fruit image segmentation algorithm against varying illumination for vision system of fruit harvesting robot. *Optik-International Journal for Light and Electron Optics*, v.131, p.626-631, 2017.

OTSU, N. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, v.9, p.62-66, 1979.

SABZI, S.; JAVADIKIA, P.; RABANI, H.; ADELKHANI, A. Mass modeling of Bam orange with ANFIS and SPSS methods for using in machine vision. *Measurement*, v.46, p.3333-3341, 2013.

ARENDSE, E.; FAWOLE, O. A.; MAGWAZA, L. S.; OPARA, U. L. Non-destructive characterization and volume estimation of pomegranate fruit external and internal morphological fractions using X-ray computed tomography. *Journal of Food Engineering*, v.186, p.42-49, 2016.