

USO DE IMAGENS DIGITAIS COMO INDICADOR DE QUALIDADE DE TOMATES

THAINARA R. DA SILVA ¹, THAÍSA B. BELLO ², PEDRO L. B. G. FERNANDES ³,
CAMILA K. DE QUEIROZ ⁴, ANDERSON G. COSTA ⁵

¹Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, Instituto de Tecnologia, UFRRJ, Seropédica– RJ, (21) 2681.4611, thainararebelo3@gmail.com.

²Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica –RJ.

³Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica –RJ.

⁴Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica –RJ.

⁵Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica –RJ.

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

RESUMO: A quantificação numérica das imagens permite a classificação de objetos em categorias por meio do reconhecimento de padrões de tamanho, forma, cor e textura. Devido ao amplo consumo mundial de tomates, é grande a demanda por tecnologias que possibilitem a otimização do controle de inspeção da qualidade dos frutos. Diante disso, objetivou-se com este trabalho diferenciar estádios de maturação de tomates de mesa a partir de imagens digitais obtidas por uma câmera CCD e pela técnica do biospeckle laser. Para a realização do experimento foram utilizados 30 tomates, em 3 estádios de maturação, sendo 10 frutos maduros, 10 semi-maduros e 10 verdes. As imagens digitais provenientes da câmera CCD foram utilizadas para mensurar o nível de vermelho (R), verde (G) e azul (B). A técnica do biospeckle laser foi utilizada para mensurar a atividade biológica a partir da refletância do laser incidido no epicarpo dos frutos. O teste de Tukey foi utilizado para avaliar a diferença das médias entre os estádios de maturação. A análise das imagens digitais demonstrou que o nível de vermelho é capaz de diferenciar os 3 estádios de maturação, enquanto que, a atividade mensurada pelo biospeckle laser permitiu diferenciar os tomates maduros e verdes.

PALAVRAS-CHAVE: Biospeckle laser, RGB, maturação.

USE OF DIGITAL IMAGES AS A TOMATO QUALITY INDICATOR

ABSTRACT: The numerical quantification of the images allows the classification of objects into categories through the recognition of patterns by size, shape, colour and texture. Due to the global consumption of tomatoes, the demand for technologies that optimize the control of fruit quality inspection is great. Therefore, the objective of this work was to differentiate maturation stages of table tomatoes from digital images obtained by a CCD camera and by the laser biospeckle technique. For the experiment, 30 tomatoes were used in 3 maturation stages. 10 ripe fruits, 10 semi-ripe and 10 unripe. Digital images from the CCD camera were used to

measure the level of red (R), green (G) and blue (B). The biospeckle laser technique was used to measure the biological activity from the laser reflectance of the fruit epicarp. The Tukey test was used to evaluate the difference of the means between stages of maturation. The analysis of the digital images presented that the red level is capable of differentiating the three stages of maturation, while the activity measured by the biospeckle laser allowed of differentiating mature and unripe tomatos.

KEYWORDS: Biospeckle laser, RGB colour, maturation.

INTRODUÇÃO: O tomate é o produto olerícola de maior difusão de uso no mundo, sendo assim, deve ser apresentado com a qualidade adequada, a qual está ligada ao estágio de maturação do fruto. No Brasil, grande parte das inspeções de tomates são realizadas através da classificação visual dos frutos, utilizando a base de padronizações de referências do Centro de Qualidade em Horticultura (CEAGESP, 2006). Todavia, esse método de inspeção pode gerar uma classificação imprecisa, acarretando em prejuízos para indústria. O uso da visão artificial por meio da utilização de imagens digitais é uma demanda potencial para automatizar a inspeção de frutos. A associação da cor com os padrões de imagens RGB pode resultar em uma classificação rápida, precisa e de forma não destrutiva (RODRIGUES et al., 2013). A técnica conhecida como biospeckle laser, baseia-se em um fenômeno ótico de interferência que ocorre quando um feixe de luz coerente incide sobre uma superfície de um material onde há ocorrência de atividade ligada a um fator biológico, em um intervalo de tempo. Esta atividade biológica está associada a parâmetros físicos, químicos e fisiológicos e pode ser quantificada por meio do cálculo das médias dos valores absolutos (CARDOSO e BRAGA, 2014). A utilização das imagens do biospeckle aplicadas como ferramenta de análise, vem apresentando sucesso na avaliação de qualidade de frutos (COSTA et al., 2015; ZUDNEK et al., 2014). Diante disso, objetivou-se com esse trabalho, diferenciar três estádios de maturação de tomates de mesa a partir de imagens digitais RGB, obtidas por uma câmera CCD e pelas imagens provenientes da aplicação da técnica do biospeckle laser.

MATERIAL E MÉTODOS: Para a realização do experimento foram adquiridos 30 tomates no varejo, sendo 10 frutos maduros, 10 frutos pintados e 10 frutos verdes, selecionados a partir da inspeção visual, com base na classificação estabelecida pelo Centro de Qualidade em Horticultura (CEAGESP, 2006). Foi avaliada a atividade biológica, pela técnica do biospeckle laser, e os valores de vermelho, verde e azul das imagens digitais de cada tomate, em cada estágio de maturação. O aparato para a aquisição das imagens do biospeckle laser, foi constituído de um microscópio portátil, um computador, um laser de He-Ne de 50 mW, suportes móveis e um jogo de lentes e filtros redutores de intensidade. O microscópio foi posicionado de modo que pudesse ser capturada a refletância do laser após ser incidida na amostra, gerando assim o padrão do biospeckle. O software Speckle Tools (GODINHO et al., 2012) foi utilizado para realizar a aquisição das imagens coletadas pelo microscópio portátil. Em cada sessão de iluminação, foram coletadas 128 imagens sucessivas de 8 bits relativas aos padrões de biospeckle em intervalos de 0,08s, com a frequência de amostragem limitadas entre 0 a 12,50 Hz. Para a quantificação das variações de intensidades do padrão do biospeckle, foi utilizado o algoritmo das Diferenças dos Valores Absolutos - AVD (CARDOSO e BRAGA, 2014). Para obtenção das imagens digitais foi utilizada uma câmera digital CCD, com capacidade de aquisição na região espectral do visível. A câmera digital foi configurada com Zoom Máximo de 3x, White Balance no automático e ISO no automático. Para a aquisição das imagens

digitais, foi utilizado um estúdio de fotografia para pequenos objetos, no qual cada tomate foi posicionado a uma altura de 0,100 m da base do estúdio. A câmera digital foi posicionada em um tripé, com altura de 0,170 m e a uma distância de 0,225 m do tomate. Não houve alteração na conformação do esquema durante a aquisição de todas as imagens.



FIGURA 1. Configuração para a aquisição das imagens do biospeckle laser (a) e imagens digitais (b).

As imagens foram obtidas no sistema de cores aditivas RGB e armazenadas em formato JPEG. A partir disso, foi efetuado um processo de segmentação da imagem, para a eliminação do fundo, realçando apenas o tomate. Utilizou-se o filtro Gaussiano para eliminação de ruídos. O limiar para a separação do fundo da imagem e do tomate foi obtido pelo método de Otsu, que binariza a imagem atribuindo apenas um entre dois valores possíveis para cada pixel, branco ou preto. A imagem final foi resultado da operação de adição entre a imagem filtrada e a imagem binarizada. Após o processamento das imagens, foi obtido o nível de intensidade médio da banda vermelha (R), verde (G) e azul (B) das imagens RGB por meio do software livre ImageJ.

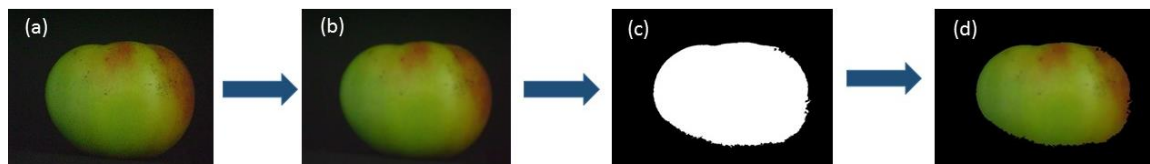


FIGURA 2. Processamento das imagens, sendo: imagem real (a); filtro gaussiano (b); binarização (c) e imagem final (d).

Para análise da variância de cada banda RGB e atividade biológica foram considerados 3 tratamentos (verde, pintado e maduro) e 10 repetições dispostos em um delineamento inteiramente casualizado. A comparação entre as médias dos tratamentos foi realizada pelo Teste de Tukey a 0.05 de significância

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Ao analisar as imagens digitais RGB foi possível constatar que a intensidade da banda vermelha foi o parâmetro indicado para distinguir os três estádios de maturação avaliados. A intensidade da banda verde permitiu distinção de dois estádios, enquanto a intensidade da banda azul não permitiu a distinção dos estádios de maturação (Figura 3a). Já a análise a partir das imagens provenientes da técnica do biospeckle laser, permitiu observar o aumento da atividade biológica ao longo da maturação dos frutos, sendo possível a distinção dos estádios verde e maduro (Figura 3b).

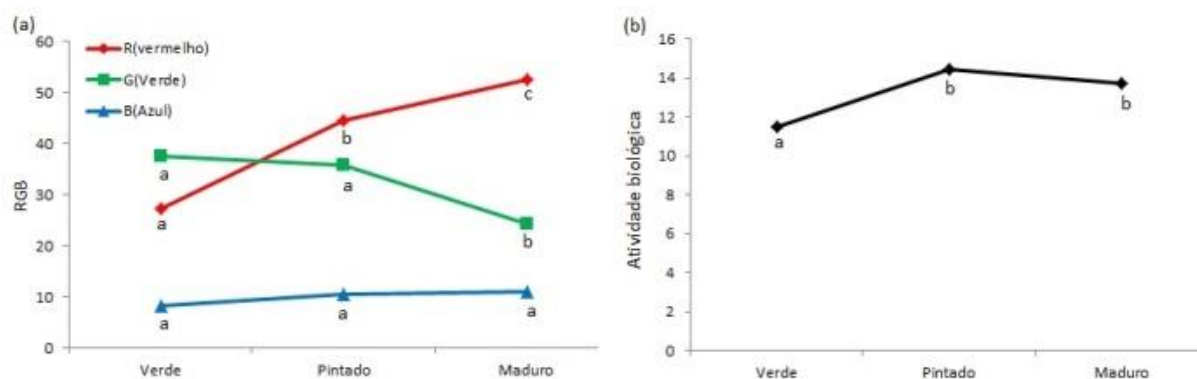


FIGURA 3. Comparação entre as médias da intensidade de cores RGB (a) e da atividade biológica mensurada pelo biospeckle laser (b). Teste de Tukey à 0.05 de significância.

A aplicação das imagens RGB na análise de maturação de frutos vem apresentando resultados expressivos em diversas pesquisas (WU e SUN, 2013). Em especial, a possibilidade de distinção da maturação pela banda vermelha se apresenta como um resultado promissor, visto que a intensidade da cor vermelha no tomate é um indicador utilizado por órgãos de controle de qualidade (CEAGESP, 2006). Em relação ao biospeckle laser, Zudnek et al. (2014), associaram o aumento da atividade biológica com as alterações físicas e químicas durante a maturação de frutos de macaúba. Essas alterações, como redução da firmeza da polpa, diminuição do nível de clorofila e degradação do amido, modificam as estruturas celulares dos frutos permitindo o aumento do espalhamento da luz laser refletida e conseqüentemente a elevação da atividade biológica quantificada.

CONCLUSÕES: A partir da análise da intensidade média da banda vermelha, foi possível diferenciar três estádios de maturação de tomates de mesa (verde, pintado e maduro) através do uso de imagens digitais RGB. Além disso, foi possível observar o aumento da atividade biológica pelo biospeckle laser ao longo da maturação dos frutos, diferenciando os estádios verde e maduro.

REFERÊNCIAS: CARDOSO, R. R.; BRAGA, R. A. Enhancement of the robustness on dynamic speckle laser numerical analysis. **Optics and Lasers in Engineering**, v. 63, p. 19-24, 2014.

CEAGESP – Centro de qualidade em horticultura (2006). Classificação do tomate. ABH. São Paulo.

COSTA, A. G. (2015). Identificação da maturação de frutos da macaúba por meio de características óticas. **Tese**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG. 139p. 2015.

GODINHO, R. P.; SILVA, M. M.; NOZELA, J. R.; BRAGA, R. A. Online biospeckle assessment without loss of definition and resolution by motion history image. **Optics and Lasers in Engineering**, v. 50, p. 366-372, 2012.

RODRIGUES, J. C; FILHO, J. M. L; JORGE, L. A. C. Análise de qualidade de frutas por imagens multiespectrais. **Revista Científica Eletrônica UNISEB**, Ribeirão Preto, v.1, n.1, p.91-110, jan./jun.2013.

WU, D.; SUN, D.W. Colour measurements by computer vision for food quality control—A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 29, n. 1, p. 5-20, 2013.

ZUDNEK, A.; ADAMIAK, A.; PIECZYWEK, P. M.; KURNDA, A. The biospeckle method for the investigation of agricultural crops: A review. **Optics and Lasers in Engineering**, v. 52, p. 276-285, 2014.