



Uso do mapa de atividades por cor através de biospeckle laser para detectar danos em morangos

Kevin B. S. Majarowsky, Juliana A. Fracarolli, Fernanda F. A. Pavarin

Resumo

O aspecto visual dos produtos agrícolas é fator primo para os consumidores na hora da compra. Produtos com defeitos e sem características apetitosas e saudáveis são logo descartados pelos consumidores na hora da escolha. Este trabalho teve por objetivo a análise de danos em produtos agrícolas através do método de Biospeckle Laser, que, além de ser um método não-destrutivo, coleta informações da superfície e da subsuperfície dos frutos. Os produtos utilizados na pesquisa foram abacate, abacaxi, ameixa, batata, cereja, kiwi, laranja, limão, maçã, mamão, manga, melão, morango, nectarina, pêssego, tomate e uva. Os métodos gráficos de Biospeckle Laser utilizados foram AVD (Absolute Value of Differences), GD (Generalized Differences), MHI (Motion History Image), SC (Speckle Contrast), SM (Speckle Mean) e SSD (Speckle Standard Deviation) e os filtros de captura de imagens usados foram Normal, GrayScale, Artificial Color, LASCA, MHI, Regions LASCA e Regions MHI utilizando-se o aplicativo Speckletool.

Palavras-chave Produtos agrícolas · Métodos gráficos · LASCA · Speckletool

Abstract

The visual aspect of agricultural products is a prime factor for consumers at the time of acquisition. Products with defects and without appetizing and healthy characteristics are soon discarded by consumers when choosing them. This work aimed to analyze damage to agricultural products using the Biospeckle Laser method, which, in addition to being a non-destructive method, collects information from the fruit's surface and subsurface. The products used in the research were avocado, pineapple, plum, potato, cherry, kiwi, orange, lemon, apple, papaya, mango, melon, strawberry, nectarine, peach, tomato and grape. The graphic methods of Biospeckle Laser used were AVD (Absolute Value of Differences), GD (Generalized Differences), MHI (Motion History Image), SC (Speckle Contrast), SM (Speckle Mean) and SSD (Speckle Standard Deviation) and the image capture filters used were Normal, GrayScale, Artificial Color, LASCA, MHI, Regions LASCA and Regions MHI using the Speckletool app.

Keywords Agricultural products · Graphic methods · LASCA · Speckletool

Introdução

O morango é uma das frutas mais apreciada pelos consumidores, devido seu sabor e aroma. Garante grande rentabilidade quando comparada a outros cultivos e é amplamente produzida por agriculturas familiares (ANTUNES & JUNIOR, 2007). Seu aspecto visual é de extrema importância e os consumidores acabam optando por morangos com características saudáveis e apetitosas, com uma cor vermelha, sem defeitos, de tamanho grande e uniforme. Essas características estão diretamente relacionadas com a área de tecnologia pós-colheita como colheita no tempo correto, transporte e manuseio adequados.

Técnicas de análise de imagens são muito eficientes no levantamento de informações acerca da qualidade superficial do fruto, como coloração, defeitos, padronização de tamanho e forma. Existem métodos que são capazes de carregar informações da superfície e da subsuperfície, como é o caso do BSL (Biospeckle Laser), que penetra alguns milímetros na amostra de tecidos biológicos.

O Biospeckle Laser é um fenômeno de interferência eletromagnética que observa remotamente mudanças em amostras biológicas. Quando um raio laser

irradia uma amostra biológica (fruta, sangue, semente), o padrão resultante de manchas muda com relação ao tempo (GOODMAN, 1975). O padrão variável de manchas é uma característica distintiva do material biológico e é chamado de biospeckle (ANSARI et al., 2012), enquanto as partes inorgânicas estão associadas a padrões estáticos (PANDISELVAM et al., 2020). Ele possui variadas aplicações nas áreas da medicina e da agricultura por se tratar de um processo simples de análise de dados para chegar a um resultado e por se tratar de um NDT (Teste Não-Destrutivo).

O uso destas informações de BSL com diferentes sistemas de aquisição de imagens fornece um tipo diferente de resultado referente à imagem analisada, como contorno da área, normalização da amostra, entre outros. Utilizando esses métodos, foi verificado se os mapas de cores gerados por estes conseguem distinguir regiões de corte na epiderme do morango e de outros frutos, que permitirá o desenvolvimento de novas tecnologias na área de pós-colheita para assegurar melhor qualidade dos frutos durante os estágios de produção e comercialização (BRAGA JUNIOR et al., 2016).



Materiais e Métodos

Os produtos agrícolas utilizados foram abacate, abacaxi, ameixa, batata, cereja, kiwi, laranja, limão, maçã, mamão, manga, melão, morango, nectarina, pêsego, tomate e uva. Os ensaios com esses produtos foram realizados no Laboratório de Óptica da Feagri (Faculdade de Engenharia Agrícola) da Unicamp (Universidade Estadual de Campinas). Foram utilizados um notebook, um emissor de laser da marca LaseLine, modelo IZI 638, de comprimento de onda 638nm e potência de 5mW, uma tenda difusora 80x80 com fundo branco e a webcam Logitech® c920. O laser foi alinhado horizontalmente de forma a iluminar toda a superfície do morango a ser analisada e a intensidade utilizada foi de 23mA. A sala estava totalmente escura e a webcam estava posicionada próxima ao fruto.

Os produtos foram limpos com água corrente e secos com papel toalha antes da captura das imagens.

A captura e o processamento dos vídeos e das imagens foram realizados da seguinte forma: foi realizada a captura de 128 frames dos produtos sem corte e dos produtos com o corte A e B (Figura 1) para cada um dos filtros de captura de imagens Artificial Color, GrayScale, Normal, LASCA, MHI, Regions LASCA e Regions MHI (Figura 2) através do aplicativo Speckletool (BRAGA JUNIOR et al., 2016). Esses frames eram tratados com o auxílio do aplicativo ImageJ, com objetivo de corte da imagem para a seleção da área do fruto de interesse a ser analisada, eliminando da imagem informações desnecessárias. Após o corte, as imagens foram transformadas em 8-bits e salvas como '.bmp'. Depois deste tratamento, as imagens estavam prontas para serem processadas pelo programa Octave, aplicando-se diversos métodos gráficos para o BSL.

Os métodos gráficos utilizados para o BSL para cada filtro de captura de imagens foram AVD (Absolute Value of Differences), GD (Generalized Differences), MHI (Motion History Image), SC (Speckle Contrast), SM (Speckle Mean) e SSD (Speckle Standard Deviation) (BRAGA JUNIOR et al., 2016), como mostrado na Figura 3.

Resultados e Discussão

Os resultados com o abacate foram muito promissores. Os melhores filtros foram LASCA e MHI, e os melhores métodos gráficos foram SM e SC, sendo possível visualizar os cortes (Figura 4).

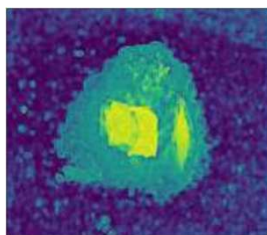


Figura 4 - Resultado com o abacate utilizando o filtro de captura de imagens MHI e o método gráfico SM.



Figura 1 - Foto da Ameixa com os cortes A (esquerda) e B (direita).

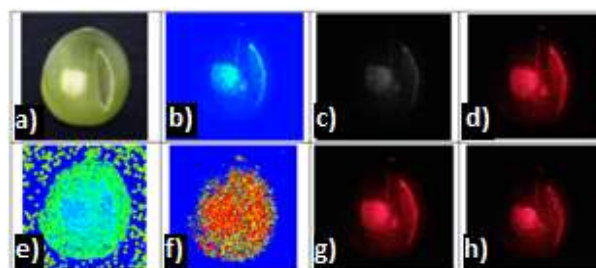


Figura 2 - (a) foto do Limão com corte, filtros de captura de imagens (b) Artificial Color, (c) GrayScale, (d) Normal, (e) LASCA, (f) MHI, (g) RegionsLASCA, (h) RegionsMHI.

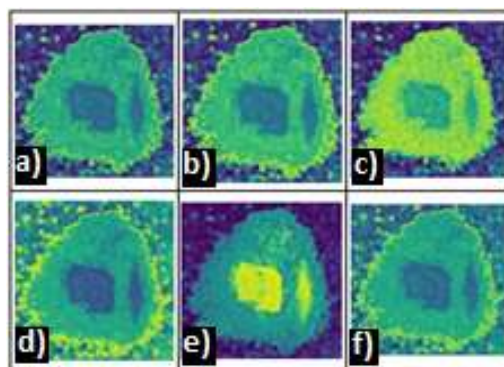


Figura 3 - Resultados do abacate utilizando-se o filtro de captura de imagens LASCA e os métodos gráficos (a) AVD, (b) GD, (c) MHI, (d) SC, (e) SM e (f) SSD.

No abacaxi nenhum dos dois cortes feitos puderam ser visualizados, independente do filtro ou do método gráfico utilizado (Figura 5).

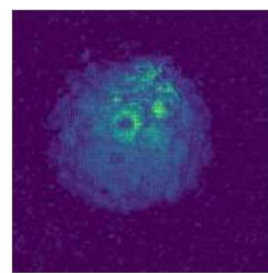


Figura 5 - Resultado com o abacaxi utilizando o filtro de captura de imagens GrayScale e o método gráfico AVD.



Os resultados com a ameixa variaram muito dependendo do processamento. Os melhores resultados vieram dos filtros LASCA e MHI, e o melhor método gráfico foi o SM, sendo possível visualizar os cortes (Figura 6).

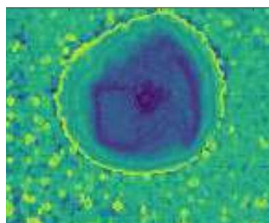


Figura 6 - Resultado com a ameixa utilizando o filtro de captura de imagens LASCA e o método gráfico SC.

Os resultados com a batata variaram muito dependendo do processamento. Nenhum dos métodos de processamento foi eficaz para identificar o corte A.. Já para o corte B, os resultados foram melhores, sendo o Artificial Color o melhor filtro e AVD, GD, MHI e SSD os melhores métodos gráficos (Figura 7).

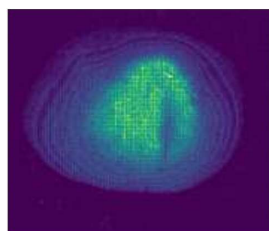


Figura 7 - Resultado com a batata utilizando o filtro de captura de imagens Artificial Color e o método gráfico GD.

Os resultados com a cereja não foram satisfatórios. Os únicos filtros que mostraram o corte, mesmo que pouco visível, foram Artificial Color, RegionsLASCA e RegionsMHI utilizando o método gráfico SM (Figura 8).



Figura 8 - Resultado com a cereja utilizando o filtro de captura de imagens RegionsLASCA e o método gráfico SM.

Os resultados com o kiwi variaram muito dependendo do processamento. Para o corte A, o melhor filtro foi o RegionsMHI e o melhor método gráfico foi o SM. Já para o corte B, o melhor filtro foi o Artificial Color, e o melhor método gráfico foi o SM, sendo possível visualizar o corte (Figura 9).

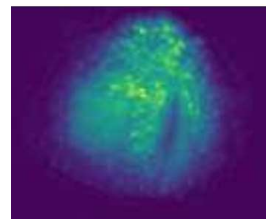


Figura 9 - Resultado com o kiwi utilizando o filtro de captura de imagens RegionsMHI e o método gráfico SM.

Os resultados com a laranja variaram muito dependendo do processamento. Para o corte A, o melhor filtro foi o GrayScale e o melhor método gráfico foi o SM. Já para o corte B, os resultados foram muito bons para todos os processamentos, com exceção do método gráfico SC utilizando os filtros Normal e RegionsLASCA (Figura 10).

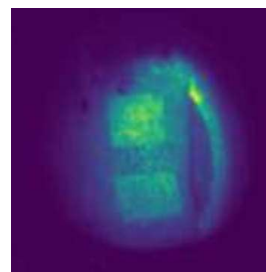


Figura 10 - Resultado com a laranja utilizando o filtro de captura de imagens GrayScale e o método gráfico SM.

Os resultados com o limão variaram muito dependendo do processamento. Os cortes foram identificados caracterizando bons resultados utilizando quase todos os filtros, com exceção do GrayScale e do Normal, e o melhor método gráfico foi o SM (Figura 11).

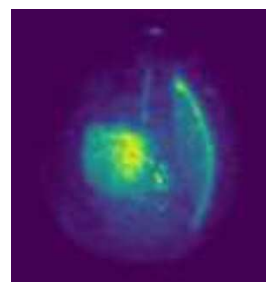


Figura 11 - Resultado com o limão utilizando o filtro de captura de imagens RegionsMHI e o método gráfico SM.

Os resultados com o mamão foram pouco satisfatórios. Para os filtros LASCA e MHI, o corte A não foi visível, enquanto que em todos os outros filtros, o único método gráfico no qual o corte foi visível foi o SM. Para o corte B, os melhores filtros foram GrayScale e RegionsLASCA, e os melhores métodos gráficos foram AVD e SSD (Figura 12).

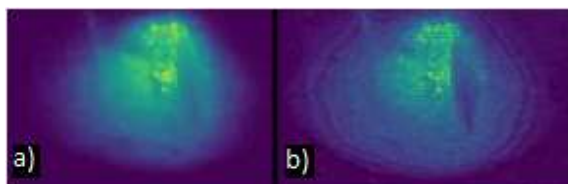


Figura 12 - Resultados com o mamão utilizando o filtro de captura de imagens RegionsLASCA e os métodos gráficos (a) SM e (b) SSD.

Os melhores filtros para a manga foram LASCA e MHI, e o melhor método gráfico foi o SM (Figura 13).

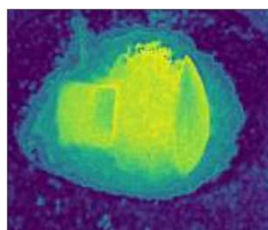


Figura 13 - Resultado com a manga utilizando o filtro de captura de imagens MHI e o método gráfico SM.

O corte A no melão não foi visível em nenhum método de processamento. Já o corte B foi visível, sendo o Artificial Color o melhor filtro e AVD, GD SM e SSD os melhores métodos gráficos (Figura 14).

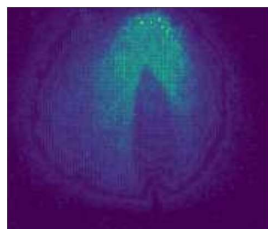


Figura 14 - Resultado com o melão utilizando o filtro de captura de imagens Artificial Color e o método gráfico GD.

Em nenhum dos morangos testados os cortes foram visíveis, independente do método de processamento (Figura 15).

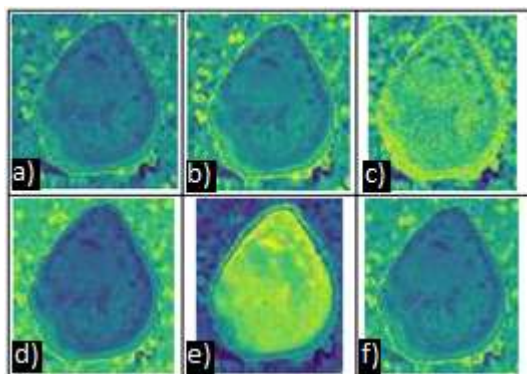


Figura 15 - Resultados com o morango utilizando o filtro de captura de imagens LASCA e os métodos gráficos (a) AVD, (b) GD, (c) MHI, (d) SC, (e) SM e (f) SSD.

Para o corte A na nectarina, os melhores filtros foram LASCA e MHI, e o melhor método gráfico foi o SM, exceto para os filtros LASCA e MHI, dos quais o melhor filtro foi o SC. O corte B foi pouco visível. Apenas os filtros LASCA e MHI mostraram o corte, e apenas com os métodos gráficos AVD, GD, SC e SSD (Figura 16).

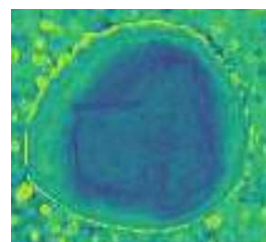


Figura 16 - Resultado com a nectarina utilizando o filtro de captura de imagens LASCA e o método gráfico SC.

Para o corte A no pêssigo, os melhores filtros foram LASCA e MHI, e o melhor método gráfico foi o SM. Para o corte B, o melhor filtro foi o RegionsLASCA e o melhor método gráfico o SM (Figura 17).

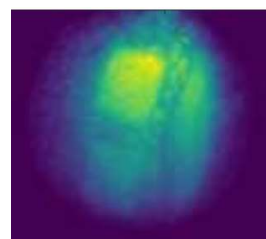


Figura 17 - Resultado com o pêssigo utilizando o filtro de captura de imagens RegionsLASCA e o método gráfico SM.

Para o corte A no tomate, nenhum método de processamento obteve sucesso em mostrar o corte. Já o corte B foi pouco visível. Os filtros com melhor resultado foram LASCA, MHI e RegionsLASCA, e o melhor método gráfico foi o SM (Figura 18).

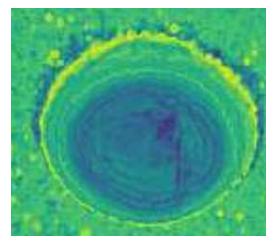


Figura 18 - Resultado com o tomate utilizando o filtro de captura de imagens RegionsLASCA e o método gráfico SC.

Em nenhum método de processamento os cortes A e B nas uvas foram visíveis (Figura 19).

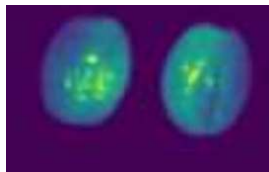


Figura 19 - Resultado com a uva utilizando o filtro de captura de imagens Normal e o método gráfico SM.

Conclusão

Os produtos agrícolas que obtiveram melhores resultados foram o abacate, laranja, limão e manga. Já os que obtiveram resultados intermediários foram a ameixa, batata, cereja, kiwi, mamão, melão, nectarina, pêssego e tomate. E os produtos que não obtiveram nenhum resultado foram o abacaxi, morango e uva.

Para estudos futuros, seria interessante analisar o efeito de laser de diferentes comprimentos de onda, como, por exemplo, verde, com comprimento de onda de 495 a 570nm, além do vermelho que foi objeto de estudo deste trabalho. Fatores como teor de umidade da polpa e epiderme, espessura da epiderme do produto também poderiam ser analisados para explicar o comportamento diferenciado dos métodos de BSL em diferentes produtos.

Referências

- ANSARI, M. Z., MINZ, P. D., & NIRALA, A. K. (2012). Fruit quality evaluation using biospeckle techniques. *2012 1st International Conference on Recent Advances in Information Technology, RAIT-2012*, 873–876. <https://doi.org/10.1109/RAIT.2012.6194540>
- ANTUNES, L. E. C., & JUNIOR, C. R. (2007). CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MORANGOS NO BRASIL. *Fruticultura*, 69, 60–65.
- BRAGA JUNIOR, R. A., RIVERA, F. P., & MOREIRA, J. (2016). *A Practical Guide to Biospeckle Laser Analysis* (UFLA (ed.); 1st ed.).
- GOODMAN, J. W. (1975). *Statistical Properties of Laser Speckle Patterns* (pp. 9–75). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43205-1_2
- PANDISELVAM, R., MAYOOKHA, V. P., KOTHAKOTA, A., RAMESH, S. V., THIRUMDAS, R., & JUVVI, P. (2020). Biospeckle laser technique – A novel non-destructive approach for food quality and safety detection. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 97, pp. 1–13). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.028>