

Classificação de laranjas através da técnica de *moiré* por *phase-shifting***Classification of oranges by way through the *moiré* technique per *phase-shifting***

DOI:10.34117/bjdv6n7-448

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 17/07/2020

José Ediclécio Barbosa dos Santos

Mestrando em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Rua Manuel de Medeiros, s/n, 57171 -900, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil

E-mail: edicleciosantos13@hotmail.com

Jonathan Gazzola

Centro de Ciências da Natureza

Instituição: Universidade Federal de São Carlos - Campus Lagoa do Sino

Endereço: Rodovia Lauri Simões de Barros, km 12 - SP-189 Acaraçu 18290000 - Buri, SP – Brasil

E-mail: jonathan_gazzola@yahoo.com.br

Taize Calvacante Santana

Mestranda em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Rua Manuel de Medeiros, s/n, 57171 -900, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil

E-mail: taizehaes@gmail.com

Marcos Vinícius da Silva

Doutorando em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Rua Manuel de Medeiros, s/n, 57171 -900, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil

E-mail: marcolino_114@hotmail.com

Douglas Alberto de Oliveira Silva

Doutorando em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Rua Manuel de Medeiros, s/n, 57171 -900, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil E-mail:

douglasalbertosilva@hotmail.com

Anderson dos Santos

Doutorando em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Rua Manuel de Medeiros, s/n, 57171 -900, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil

E-mail: agryanderson@gmail.com

George do Nascimento Araújo Júnior

Doutorando em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Rua Manuel de Medeiros, s/n, 57171 -900, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil E-mail: georgearaujo.agro@gmail.com

Adilson Machado Enes

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal de Sergipe

Endereço: Av. Marechal Rondon, s/n Jardim Rosa Elze 49100000 - São Cristóvão, SE - Brasil
E-mail: adilsonenes@gmail.com**Igor Leonardo Nascimento Santos**

Doutorando em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Endereço: Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas – BA, Brasil
E-mail: igorsantos1993@gmail.com**Antonio Magno dos Santos Souza**

Mestrando em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal de Viçosa

Endereço: Av. Peter Henry Rolfs, s/n – Campus Universitário, Viçosa – MG, 36570-900
E-mail: antonio.magno@ufv.br**RESUMO**

A seleção de frutos por forma, emprega equipamentos mecânicos que, por muitas as vezes, danifica o produto, sendo necessário buscar alternativas de classificação que evitem injúrias nos seus tecidos, dos quais ocasionam a diminuição no seu tempo de prateleira. Diante disso, torna-se necessário buscar alternativas que classifiquem o fruto pela forma sem danificá-lo, e que possibilite a seleção para o mercado consumidor. Neste sentido, objetivou-se com este estudo, desenvolver uma técnica de classificação de laranjas por forma, através do uso de métodos ópticos e sem contato. Utilizou-se a técnica óptica de *Moiré* por *Phase-Shifting*, em laranjas da cultivar tipo Pêra. Os equipamentos utilizados foram: câmera fotográfica digital, projetor multimídia, tinta spray branco fosco, plano de fundo liso e branco, além dos *softwares ImageJ, Rising-Sun Moiré e Finge Projection*. No primeiro momento, foram extraídas cinco imagens de cada corpo de prova, quatro com aplicação de grades sinusoidais defasadas em 90 graus, e uma com o plano de fundo. As imagens foram convertidas em RGB para escala de cinza (8 bits) para obtenção de mascaras vetoriais e aplicação de filtros na eliminação de ruídos, em seguida foi realizada a junção de cada imagem com o plano de fundo, com as grades defasadas em 90 graus, gerando quatro novas imagens. O terceiro passo, compreendeu a junção das imagens, gerando uma única imagem do modelo digital topográfico, em seguida o modelo foi processado no *software ImageJ*, para a obtenção da escala de *pixels*, para correlacionar uma relação direta, *pixel/cm*. Os resultados mostraram-se ser bastante satisfatórios na implementação dessa técnica para classificação de laranjas por forma, do qual permitiu obter a curvatura do fruto e sua classificação. No entanto, necessita-se de mais repetições, para que se determine um fator de correção adequado, no processamento das imagens, de forma a se obter dados dimensionais mais exatos.

Palavras-chave: citros, injurias mecânicas, técnica óptica.

ABSTRACT

The selection of fruits by shape, uses mechanical equipment that, many times, damages the product, being necessary to search for alternatives of classification that avoid injuries in its tissues, which cause the decrease in its shelf life. In view of this, it becomes necessary to seek alternatives that classify the fruit by shape without damaging it, and that allows selection for the consumer market. In this sense, the objective of this study was to develop a technique for classifying oranges by shape, using optical and non-contact methods. The optical technique of Moiré by Phase-Shifting was used in oranges of the type Pêra cultivar. The equipment used was: digital photo camera, multimedia projector, matte white spray paint, plain and white background, in addition to the software ImageJ, Rising-Sun Moiré and Finge Projection. In the first moment, five images were extracted from each specimen, four with application of sinusoidal grids 90 degrees out of phase, and one with the background. The images were converted to RGB for grayscale (8 bits) to obtain vector masks and apply filters to eliminate noise, then each image was joined with the background, with the grids offset 90 degrees, generating four new images. The third step, comprised the joining of the images, generating a single image of the digital topographic model, then the model was processed in the ImageJ software, to obtain the pixel scale, to correlate a direct ratio, pixel / cm. The results proved to be quite satisfactory in the implementation of this technique for classification of oranges by shape, which allows to obtain the curvature of the fruit and its classification. However, more repetitions are needed in order to determine an appropriate correction factor in the processing of the images, in order to obtain more accurate dimensional data.

Keywords: citrus, mechanical injuries, optical technique.

1 INTRODUÇÃO

As atuais máquinas de classificação de laranjas por forma, causam vários danos em frutas cítricas como injúrias, que são causadas pelo impacto, compressão e corte na sua superfície. A determinação do diâmetro pelas máquinas atuais é um processo que provoca compressões em sua superfície. De acordo com Mattiuz e Durigan (2001) os produtos hortícolas no instante em que são colhidos até serem consumidos, sofrem uma série de injúrias mecânicas que, dependendo da sensibilidade do produto, poderão causar danos que comprometerão a sua qualidade final, ocasionando perdas. Estas perdas nos produtos hortifrutigranjeiros, devido a esses danos físicos ocasionados pelas máquinas gera perdas em torno de 30 a 40 % (BARCHI et al., 2002). Portanto, têm-se a necessidade de desenvolver um método para classificação de frutos por forma, de maneira que haja o mínimo contato entre a máquina e o produto.

A classificação dos frutos tem como principais atributos a cor e forma. As especificações para cada tipo de atributo é padronizada por instituições especializadas, como a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) (SIMÕES e COSTA, 2003). Para a laranja, a classificação por forma é feita de acordo com a CEAGESP (2000) que relaciona-se o tamanho dos frutos medidos pelo seu diâmetro equatorial, que é aquele medido transversalmente ao eixo que vai do pedúnculo ao ápice.

Uma das maneiras de se obter dados geométricos de corpos é através do uso de técnicas ópticas, destaca-se a Técnica de *Moiré* (TM). O fenômeno *Moiré* ocorre quando duas grades ópticas com certa densidade são superpostas, havendo um movimento relativo entre elas, gerando um conjunto de faixas semelhante a ondas, com ângulo e período diferenciados das duas telas iniciais (CARDOSO et al., 2014). Esse terceiro grupo de faixas é denominado “franjas de *Moiré*” e variam da cor escura, gerada por ondas de interferência destrutiva, a cor clara total, gerada por ondas de interferência construtivas (BERALDO et al., 2007).

Para Hu et al. (2006) a Técnica de *Moiré* de Sombra e *Phase-Shifting*, são as técnicas perfilométricas mais comumente usadas, devido principalmente, à sua simplicidade e rapidez de medição, e por isso vem sendo usadas em frequentes estudos. Rodrigues et al. (2015) aplicando a técnica de *Moiré*, observaram resultados satisfatórios para tensões e deformações em castanhas de caju. Devido à facilidade de automação do sistema, a técnica de *Moiré* por *Phase-Shifting* é mais aplicada para levantamento topográfico de objetos.

A técnica de *Moiré* por *Phase-Shifting*, baseia-se no deslocamento da grade reticular em 90° entre si e, as franjas de *Moiré* são geradas por processamento das imagens, essa mudança de fase da grade pode ser feita com retículos de linhas paralelas ou também por grades sinusoidais (LINO, 2008). Gazzola et al. (2010) afirmam que a grade por retículo é a mais adequada para uso em corpos de geometria contínua, como no caso da laranja.

A técnica de *Moiré* por *Phase-Shifting* vem comumente sendo utilizada na topografia de materiais biológicos por meio da análise de imagens, principalmente pelas vantagens de não requerer contato com o objeto, método não destrutivo, rápida medição, alta sensibilidade, baixo custo e possibilidade de automatização (LINO et al. 2004).

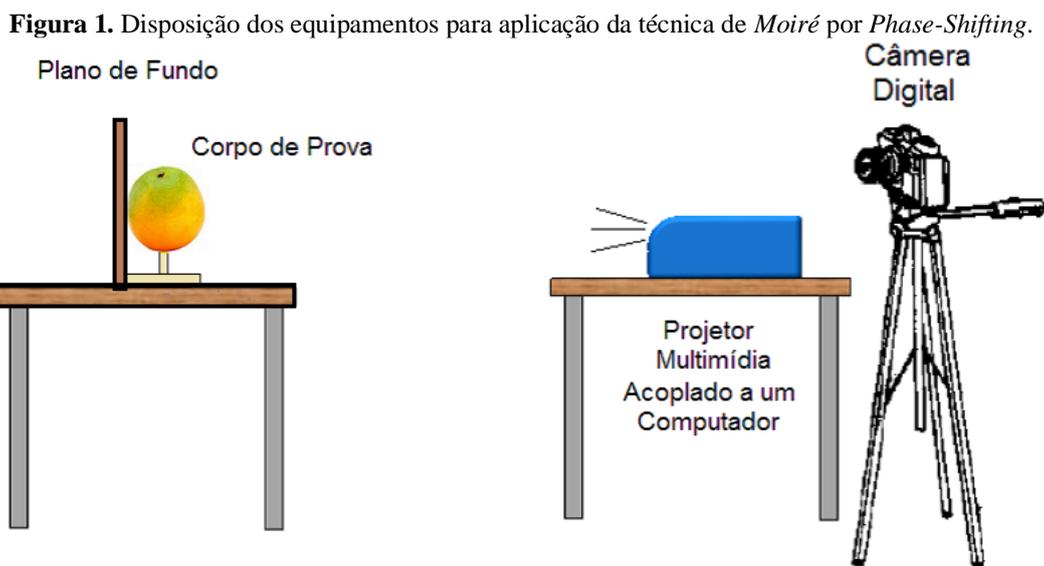
A técnica de *Moiré* já vem sendo empregada em alguns ramos da engenharia agrícola, tais como, criar modelos digitais, na reconstrução da superfície de maçãs (BRAGA et al., 2009). Lino (2008) gerou Modelos Digitais Topográficos (MDTs) de objetos não simétricos, isto é, de frutas e hortaliças *in natura* como o fruto da macieira (*Malus spp*), o fruto da pereira (*Pirus communis*) e o tubérculo de batata (*Solanum tuberosum*), sem o recobrimento de tintas difusas, ao qual foi constatado que o reflexo da luz projetada na casca da fruta e do tubérculo em análise, podem causar erros ou distorção no MDT. Logo, se verificou que aqueles que têm a casca difusa apresentam uma maior facilidade para a construção dos MDT.

Conforme o abordado no texto, o objetivo desta pesquisa, foi o uso do método óptico para classificação de laranjas da cultivar tipo Pêra, através da técnica de *Moiré* por *Phase-Shifting*, para que possam categorizar por forma. Os resultados poderão ser usados para futuros projetos de máquinas classificadoras de laranjas automatizados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio experimental foi realizado no Laboratório de Prototipagem de Máquinas Agrícolas (LAPROT) do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Sergipe – UFS, São Cristóvão/SE. Os equipamentos utilizados foram um corpo esférico de plástico, 5 laranjas do tipo Pêra como corpo de prova (repetições), spray de tinta branca fosca, câmera digital de resolução de 20 Mega *Pixels* Sony Cybershot, um projetor multimídia, um plano de fundo branco, um tripé, dois suporte metálicos e um paquímetro. Para o processamento digital das imagens, a técnica empregou os uso de *softwares ImageJ, Rising-Sun Moiré e Fringe Projection*.

Para preparação do experimento, tanto as laranjas quanto o corpo esférico de plástico tiveram suas medidas aferidas pelo paquímetro e em sequência foram pintados com tinta spray de cor branco fosco, a fim de melhorar o contraste das franjas no momento da projeção. Posteriormente, deu-se início a fase experimental disponibilizando os equipamentos conforme ilustrado na figura 1.



Fonte: Adaptada, GAZZOLA (2013).

O procedimento experimental para obtenção e tratamento das imagens necessárias para a confecção do MDT, foi realizado da seguinte forma: os corpos de prova (laranjas e corpo esférico de plástico) foram posicionados em frente ao plano de fundo e em contato com o mesmo. O *software Fringe Projection* foi responsável por transmitir ao projetor multimídia as grades que foram projetadas no corpo de prova com um defasamento de 90° até completar o ciclo de 360° . Na etapa de aquisição de imagens, as luzes do laboratório foram desligadas, deixando o ambiente totalmente escuro, com a ação somente da luz do projetor multimídia, a fim de evitar possíveis interferências de luzes externas na projeção das grades. Foram fotografadas cinco imagens, sendo quatro delas referentes às grades defasadas em 90° sobre o plano de fundo, e a última com uma das grades

projetadas sobre o plano de fundo, em seguida transferidas para um computador para processamento digital. Para tal, aplicou-se os *softwares ImageJ e Rising-Sun Moiré*. O processamento das imagens foi dividido em três etapas, este seguido rigorosamente para cada repetição. A primeira etapa compreendeu o tratamento mútuo das imagens na qual foi realizada a conversão das imagens de RGB para escala cinza (8-bits) obtenção de máscaras vetoriais, eliminação de ruídos indesejáveis, seleção e aplicação de filtros adequados às condições das imagens obtidas. Nesta etapa *software* utilizado foi o *ImageJ*. A segunda etapa compreendeu o processamento digital para a formação das franjas de *Moiré*. Para isso, foi necessário realizar a junção das imagens da grade projetada sobre o plano de fundo com as imagens das grades projetadas sobre o corpo de prova, gerando assim, quatro novas imagens. Em uma terceira etapa, essas imagens foram unidas para se obter o MDT do fruto, e com o comando *unwrap-phase*, a imagem foi separada por fases formado assim o MDT final para análise. Nesta etapa o *software* utilizado foi *Rising-Sun Moiré*. Com os resultados do MDT obtido, as imagens resultantes deste processamento foram transferidas para o *software ImageJ* para obter sua topografia em escala de *pixels*.

A sequência de processamento de imagens dos corpos de prova (laranja e corpo esférico de plástico) foi realizada da seguinte forma: primeiramente obtiveram-se os dados dimensionais em *pixels* da esfera de plástico obtidos pela técnica de *Moiré* e os dados dimensionais obtidos pelo paquímetro para estabelecer a relação *pixel/cm*. Para tal, mediu-se o diâmetro maior da esfera de plástico e, com os dados de processamento de imagem desse corpo de prova, relacionou-se a maior intensidade de *pixel* do mapa topográfico com o dado dimensional obtido pela medição no paquímetro.

A classificação das laranjas por forma, deu-se conforme a tabela 1, que apresenta os dados de classificação de laranjas adotado no Brasil (CEAGESP, 2000). A classificação da laranja, segundo os dados dimensionais reais e os dados obtidos pela técnica de *Moiré* foram comparados a título de analisar qual seria o seu resultado final de classificação.

Tabela 1. Padrões de tamanho de frutos.

Classe	Menor Diâmetro (cm)	Maior Diâmetro (cm)
106	10,6	11,6
98	9,8	10,6
93	9,3	9,8
89	8,9	9,3
85	8,5	8,9
81	8,1	8,5
78	7,8	8,1
75	7,5	7,8
72	7,2	7,5
68	6,8	7,2
66	6,6	6,8
63	6,3	6,6

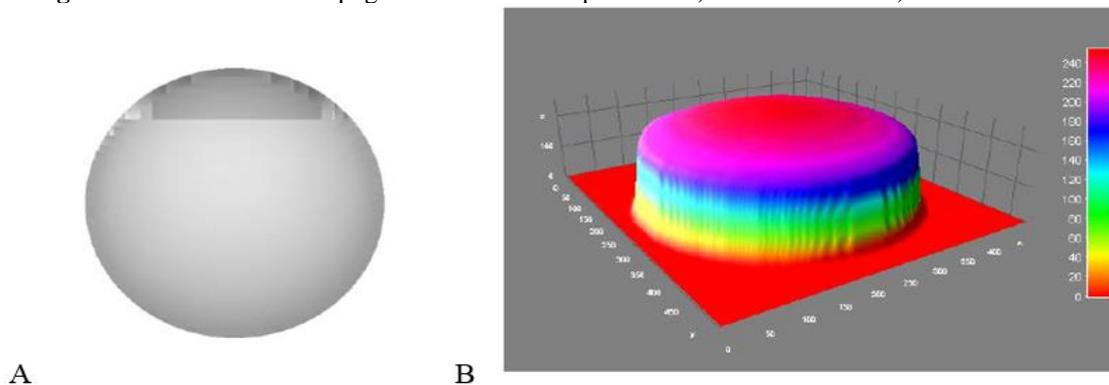
60	6,0	6,3
57	5,7	6,0
54	5,4	5,7

Fonte: CEAGESP (2000)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 2A ilustra o levantamento topográfico bidimensional obtido pelo processamento de imagem desenvolvido nesta pesquisa para a esfera de plástico. A figura 2B ilustra o mapa topográfico tridimensional e com escala em *pixels*. O diâmetro da esfera de plástico medido pelo paquímetro foi de 6,9 cm e, de acordo com o mapa topográfico, a relação *pixel/cm* foi de aproximadamente 36,23.

Figura 2 – Levantamento topográfico da esfera de plástico: A) bidimensional. B) tridimensional.



Na figura 3A está presente o levantamento topográfico bidimensional, obtido pela metodologia de processamento para a laranja e a figura 3B ilustra o mapa topográfico tridimensional em escala de *pixels*. A figura 4 ilustra o levantamento topográfico da área de seção que compreendeu o diâmetro maior da laranja na escala de *pixels* e que serviu para estabelecer a relação *pixels/cm*.

Figura 3. Levantamento topográfico da laranja: A) bidimensional. B) tridimensional.

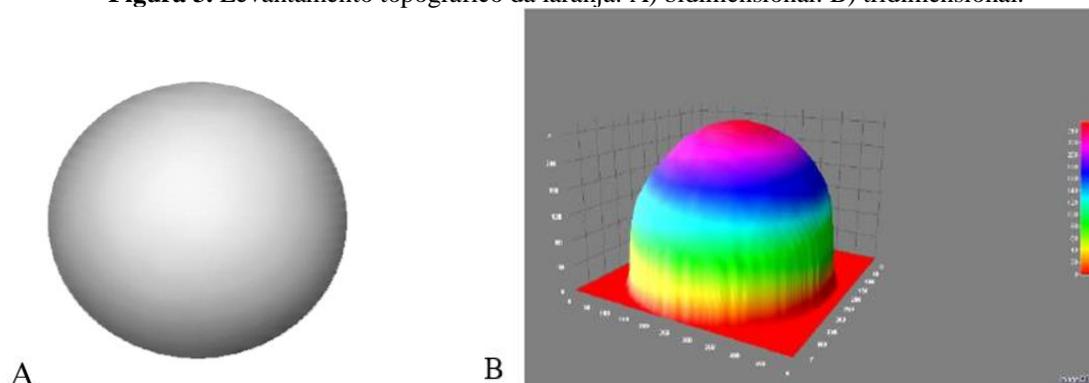
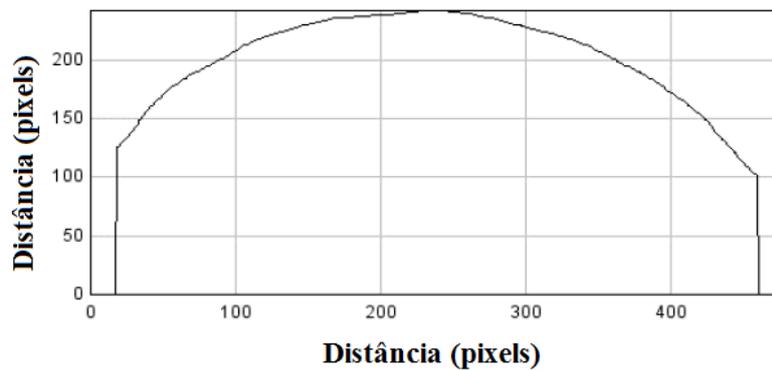


Figura 4. Contorno da laranja em escala de *pixel*.

Na tabela 2 estão presentes os dados dimensionais obtidos para as laranjas e sua classificação de acordo com as aferidas por paquímetro e por *Moiré*, além de seu erro relativo.

Tabela 2. Dados dimensionais da laranja por paquímetro, *Moiré*, erro dimensional e o erro relativo.

	Paquímetro [cm]	<i>Moiré</i> [cm]	Erro dimensional [cm]	Erro relativo [%]
Laranja 1	7,2	6,8	0,4	5,5
Laranja 2	6,4	6,4	0,0	0,0
Laranja 3	6,6	6,1	0,5	7,6
Laranja 4	6,7	6,1	0,6	8,9
Laranja 5	7,2	7,1	0,1	0,1

A tabela 3 determina a classificação obtida de acordo com os padrões da CEAGESP, obtidas pelo paquímetro e pela técnica de *Moiré*, comparando a classificação obtida em cada método.

Tabela 3. Classificação da laranja de acordo com os padrões da CEAGESP.

	Classificação Paquímetro	Classificação <i>Moiré</i>	Diferença de Classificação
Laranja 1	72	68	1 classe abaixo
Laranja 2	63	63	Mesma classe
Laranja 3	66	60	2 classes abaixo
Laranja 4	68	60	3 classes abaixo
Laranja 5	72	71	1 classe abaixo

Observando as figuras 2B e 3B para a esfera e para a laranja, percebe-se que, apenas a concavidade frontal do corpo de prova está sendo representada, isto ocorre, porque apenas a parte frontal foi atingida pela interferência das grades. Porém, a parte traseira da concavidade foi representada pelo valor do *pixel* que está referenciado com o plano de fundo. Deste modo, mesmo que a concavidade não tenha sido obtida em sua forma total, ainda assim é possível obter o diâmetro máximo do corpo de prova, selecionando o *pixel* de maior valor, como mostrado na figura 4. Outro problema verificado está na concavidade, visto que apresenta uma certa inclinação (Figura 4) este

erro, ocorre devido ao posicionamento dos equipamentos (projetor + câmera + corpo de prova) ao qual gera uma certa distorção na proporção das grades projetadas sobre o corpo de prova. Isso pode acarretar em um erro sistemático na obtenção dos dados dimensionais.

Comparando os dados dimensionais, percebe-se que ocorre certa variação dimensional entre os dados da laranja obtidos por paquímetro e por *Moiré*. Esse erro é da ordem de milímetros e tem caráter, ou seja, um erro embutido devido a fatores externos e que possa vir a ser corrigido através de um fator. A média de variação dimensional ficou na ordem de 3,2 mm, enquanto que, para a média do erro relativo foi de 4,42%. Silva et al. (2011) afirmam que as normas internacionais de engenharia reversa estabelecem que o erro de 5% na média dos dados dimensionais é aceitável. Porém, esses erros ainda acabam colocando a laranja em classes diferenciadas, o que já não seria tão aceitável.

Analisando as causas que possam ter provocado a alteração de classificação, está em seu posicionamento, o que gera uma leve distorção natural, conforme mostra a figura 4. Problemas de resolução dos equipamentos também foram verificados, tais como: a resolução das imagens obtidas foi baixa. A resolução do equipamento multimídia foi baixa o que não permitiu o aumento da densidade da grade projetada, o que melhoraria os resultados obtidos. Salienta-se que a busca pela melhoria destes parâmetros possa diminuir o erro cumulativo dos dados dimensionais e podem, com certeza, diminuir o erro dimensional, de forma a colocar a laranja dentro da classe desejada, além de diminuir no erro relativo. Também é necessário que mais repetições sejam realizadas para analisar com maior clareza os dados de erros sistemáticos e a busca de um fator de correção adequado.

4 CONCLUSÕES

1. A técnica de *Moiré* por *Phase-Shifting* demonstrou-se hábil e viável em obter dados topográficos das laranjas, permitindo obter a curvatura do fruto e sua classificação.

2. Os dados estimados pelo método de *Moiré* por *Phase-Shifting*, ficaram próximos dos valores reais obtidos por paquímetro, a melhoria dos equipamentos podem aumentar a precisão e a exatidão dos dados dimensionais obtidos, necessitando assim, da realização de mais repetições, para determinar um fator de correção adequado.

AGRADECIMENTO

Universidade Federal de Sergipe; Universidade Federal Rural de Pernambuco; Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola - UFRPE.

REFERÊNCIAS

- Barchi, G. L., Berardinelli, A., Guarnieri, A., Ragni, L., & Fila, C. T. PH—postharvest technology: damage to loquats by vibration-simulating intra-state transport. *Biosystems Engineering*, v. 82, n. 3, p. 305-312, 2002.
- Beraldo, A. L., Albiero, D., da Silva Maciel, A. J., Dal Fabbro, I. M., & Rodrigues, S. Técnica de moiré aplicada al análisis de esfuerzos de compresión en el bambu guadua. *Maderas. Ciencia y tecnología*, v. 9, n. 3, p. 309-322, 2007.
- Braga Jr, R. A., Oliveira, B. S., Costa, R. M., Lino, A. C. L., & Dal Fabbro, I. M. Suppression of border effects in moire techniques using three-dimensional methods. *Biosystems Engineering*, v. 102, n. 1, p. 1-8, 2009.
- Cardoso, K. C., Gazzola, J., & Fabbro, I. M. D. Application of moiré technique on strain analysis in farm machinery elements. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 3, p. 479-487, 2014.
- Ceagesp. Programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortifrutigranjeiros: classificação da laranja: programa de adesão voluntária. CEAGESP: Centro de qualidade em horticultura, São Paulo, 2000.
- Silva, G. C. D. A., Yanagi Júnior, T., Silva, E., Braga Júnior, R. A., & Campos, A. T. Recuperação da topografia de ovos por meio da técnica de moiré e calibração independente. *Engenharia Agrícola*, v. 31, n. 2, p. 211-218, 2011.
- Gazzola, J., Affonso, E. A., & Dal Fabbro, I. M. Aplicação da Técnica Óptica de Moiré de Sombra na Determinação do Mapa de Deformações de Corpos Carregados Axialmente. *Revista Sinergia*, São Paulo, p. 211-216, 2013.
- Gazzola, J., Dal Fabbro, M. I, Soriano, J., Enes, A. M E Kuninari, F. Moiré Sombra aplicado ao mapeamento de distribuição de tensão torsional. *Revista de Engenharia Agrícola*, 48 (2), 61-65, 2010.
- HU., Yingsong., XI. Jiangtao., CHICHARO. Joe., YANG., Zongkai. Improved Three-step Phase Shifting Profilometry Using Digital Fringe Pattern Projection. *International Conference on 83Computer Graphics, Imaging and Visualisation (CGIV'06)*. 2006, Sidney. Proceeding.
- Lino, A. C. L., & Fabbro, I. M. D. Determinação da topografia de uma fruta pela técnica de Moiré de sombra com multiplicação de franjas. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 1, p. 119-125, 2004.
- LINO, A. C. L. Aplicação de moiré de projeção com deslocamento de fase na construção de modelos digitais topográficos de órgãos vegetais. 92 p. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2008.
- Rodrigues, S., Santana, T. C., Gazolla, J. application of a shadow moiré optical technique to generate isodeformation curves on cashew nuts surface. *International Journal Of Science And Engineering Investigations*, v. 4, p. 1-4, 2015.
- Simões, A. S., Costa, A. H.R. Classificação de laranjas baseada em padrões visuais. In: 6º Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI). Sociedade Brasileira de Automática. Bauru, setembro 4-17, pp. 77-81, 2003.

Mattiuz, B. H., & Durigan, J. F. Efeito de injúrias mecânicas no processo respiratório e nos parâmetros químicos de goiabas 'paluma' e 'pedro sato'. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 23, n. 2, p. 282-287, 2001.