

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (9)

September 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/13920201059>

Article link

<http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&p=view&path%5B%5D=1059&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES, CrossRef, ICI Journals Master List.



## Estimação de características morfológicas de laranja pera Rio adquiridas no comércio local de Alta Floresta – MT por meio de análise de imagem

### Estimation of morphological characteristics of Rio pear orange acquired in the local trade of Alta Floresta - MT through image analysis

C. B. M. Farias<sup>1\*</sup>; Correa, Anne S. A. S<sup>1</sup>; M. C. M. da Silva<sup>1</sup>; R. R. Cruz<sup>1</sup>; L. P. N. Ramos<sup>1</sup>; S. A. M. Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Mato Grosso – Campus de Alta Floresta

\*Author for correspondence: [cynthia\\_bmf@hotmail.com](mailto:cynthia_bmf@hotmail.com)

**Resumo:** O presente estudo teve o objetivo de estimar as características morfológicas de frutos de laranja Pera Rio (*Citrus sinensis*) adquiridas no comércio local de Alta Floresta através dos métodos tradicionais e utilizando o softwer *Tomato Analyzer*. Foram feitas as mensurações quanto comprimento e largura com auxílio de um paquímetro digital, massa do fruto com uso de balança analítica de precisão digital, teor de sólidos solúveis totais (°Brix), espessura da casca e altura do endocarpo. Foi ainda feito a aferição do volume pelo método de deslocamento de coluna de água (VDCA), estimado valores dos diâmetros com o programa *Tomato Analyzer*, realizada a correlação entre os volumes, e estimativas do modelo de regressão, foram realizadas com base no programa SigPlot. Verificou-se que houve correlação entre estimacão do volume pelo método de deslocamento da coluna de água (VDCA) e volume dos frutos utilizando o diâmetro estimado pela imagem digital (VPI), revelando que o coeficiente de correlação  $R^2$  foi de 0,80. Por meio dos resultados obtidos é possível afirmar que o *Tomato Analyzer* é eficiente para avaliar o volume de frutos laranja Pera Rio, podendo ser indicado para caracterizar outros frutos cítricos.

**Palavras chaves:** Fenotipagem, imagem digital, *Tomato Analyzer*.

**Abstract:** The present study had the objective of estimating the morphological characteristics of Pera Rio orange fruits (*Citrus sinensis*) acquired in the local trade of Alta Floresta through traditional methods and using the *Tomato Analyzer* softwer. Measurements were made regarding length and width with the aid of a digital caliper, fruit mass using a digital precision analytical balance, total soluble solids content (°Brix), skin thickness and height of the endocarp. The volume was also measured using the water column displacement method (VDCA), estimated diameter values with the *Tomato Analyzer* program, the correlation between the volumes was performed, and regression model estimates were performed based on the SigPlot program. . It was found that there was a correlation between volume estimation by the water column displacement method (VDCA) and fruit volume using the diameter estimated by the digital image (IPV), revealing that the  $R^2$  correlation coefficient was 0.80. Through the obtained results it is possible to state that the *Tomato Analyzer* is efficient to evaluate the volume of orange Pera Rio fruits, being able to be indicated to characterize other citrus fruits.

**Keyword:** Phenotyping, digital image *Tomato Analyzer*.

### Introdução

A citricultura é um grande promovedor do desenvolvimento brasileiro devido à grande exportação da fruta em diversas formas, sendo um dos maiores produtores mundial. As laranjeiras, as tangerineiras, as limeiras ácidas e os limões

verdadeiros são os principais tipos de citros cultivados no Brasil (Lopes et al., 2011).

Os citros encontram-se entre as frutas mais consumidas pelos brasileiros, sendo cultivadas em praticamente todos os Estados, desde no fundo de quintais até em grandes propriedades (Oliveira et al., 2008). A laranja é considerada o grupo mais

importante das frutas cítricas cultivadas (Gondim et al., 2001).

A avaliação dos frutos para fins comerciais é feita manualmente, uma atividade demorada que requer trabalho intensivo e limita a avaliação de um grande número de frutos o que reduz a possibilidade de identificação de genótipos superiores (Catarina et al., 2015).

Uma das características mais estudadas é o volume que pode ser medido por dois métodos, um é por deslocamento de líquido, uma maneira simples e de fácil realização, mas que pode danificar produtos agrícolas ou gêneros alimentícios por sua imersão na água (Nishizu et al., 2001). Devido a isso os programas de melhoramento genético de plantas precisam ampliar a base genética de prospecção e acelerar a busca por meios para a mensuração de novas características fenotípicas (Sousa et al., 2015).

Segundo Walter et al. (2015) nos últimos anos a fenotipagem vem sendo associadas a análise ópticas não destrutivas de características vegetais, devido ao uso de imagens. Os métodos não destrutivos apresentam a possibilidade de se avaliar comportamentos vegetais ao longo do tempo em um mesmo indivíduo ou em um grupo de indivíduos (Barbosa et al., 2015).

O uso de softwares para mensuração e avaliação de frutos vem sendo utilizado atualmente como uma ferramenta que permite maximizar o processo de avaliação, reduzindo a mão de obra necessária para realizar essa atividade (Catarina et al., 2015).

O interesse ascendente pelo uso de imagens digitais tem impulsionado o desenvolvimento de programas computacionais específicos para análise de plantas, neste sentido, são comercializados ou disponibilizados gratuitamente diversos programas (Eliceiri et al., 2012).

A utilização de imagens digitais é uma ferramenta de fácil aplicação, sendo possível a captação de várias imagens em tempo relativamente reduzido, para posterior processamento com o auxílio de programas específicos de leitura de imagens (Zabot et al., 2008).

Um destes software é o Tomato Analyzer (TA), o qual foi projetado para reconhecer objetos de um determinado tamanho e resolução de imagem, medidos em pontos (pixels) por polegada (ppp). O software determina automaticamente os limites da fruta em uma imagem digitalizada. O limite do objeto é determinado por meio do rastreamento de contorno, o que resulta em uma lista de pontos adjacentes que descrevem a borda de um objeto em uma imagem. Todas as medições da forma da fruta são calculadas com base nos limites (Rodríguez et al., 2010).

O módulo de teste de cores "Tomato Analyzer Color Test" foi desenvolvido para ser usado em programas de criação de plantas

vegetais, já que o tomate é um excelente modelo para ampliar o conhecimento sobre a base molecular da diversidade genética (Gonzalo et al., 2009).

Através deste é possível quantificar os parâmetros de cor dentro dos limites reconhecidos pelo software. As medições de cor baseiam-se no espaço de cor RGB: R (vermelho), G (verde) e B (azul) (Rodríguez et al., 2010).

Importantes estudos em frutos vêm sendo realizados através da fenotipagem, por uso de imagem, como mostrou alguns autores na estimativa de volumes, Costa et al. (2014), estimaram o volume de frutos de Macaúba, Rashidi et al. (2009), volume em frutos de melão e kiwi, Fellegari & Navid (2011) em frutos de laranja; Kachariya et al. (2015) determinaram o volume de limão, laranja e manga.

O presente estudo teve como objetivo de estimar as características morfológicas de frutos de laranja Pera Rio (*Citrus sinensis*) adquiridas no comércio local de Alta Floresta através dos métodos tradicionais e utilizando o softwer *Tomato Analyzer*.

## Métodos

Foram adquiridos 30 frutos de laranja Pera rio no comércio local de Alta Floresta, os quais foram levados para o Laboratório didático II da Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reys Maldonado – UNEMAT.

No laboratório as frutas foram enumeradas de 1 a 30, onde foram feitas as mensurações quanto comprimento e largura com auxílio de um paquímetro digital, massa do fruto com uso de uma balança analítica de precisão digital, teor de sólidos solúveis totais (<sup>o</sup>Brix), espessura da casca e altura do endocarpo. Logo após as mesmas foram cortadas ao meio no qual foram colocadas sobre o scanner HP laser Jet 1132 MFP coberto com câmara escura para captura das imagens e posterior análise das imagens.

Foi ainda feito a aferição do volume pelo método de deslocamento de coluna de água (VDCA), onde os frutos fracionados em 4 partes foram imersos em proveta de 1.000 ml contendo 500ml de água. O valor foi obtido pela diferença entre o volume final (Vf) e o volume inicial (V0), ou seja, VDCA = Vf – V0.

Os frutos de laranja foram cortados ao meio. Metade do fruto foi utilizado para realização a mensuração do diâmetro manualmente utilizando paquímetro digital e a outra metade foi digitalizada em um scanner modelo HP Deskjet 2050, com objetivo de obter uma imagem, na qual foi possível estimar o diâmetro dos frutos.

Logo após a obtenção das imagens foi realizada a análise do comprimento, largura, área e volume do fruto no programa *Tomato Analyser* (Figura 1). Com os resultados em mãos os mesmos passaram por análise de regressão no programa SigPlot.

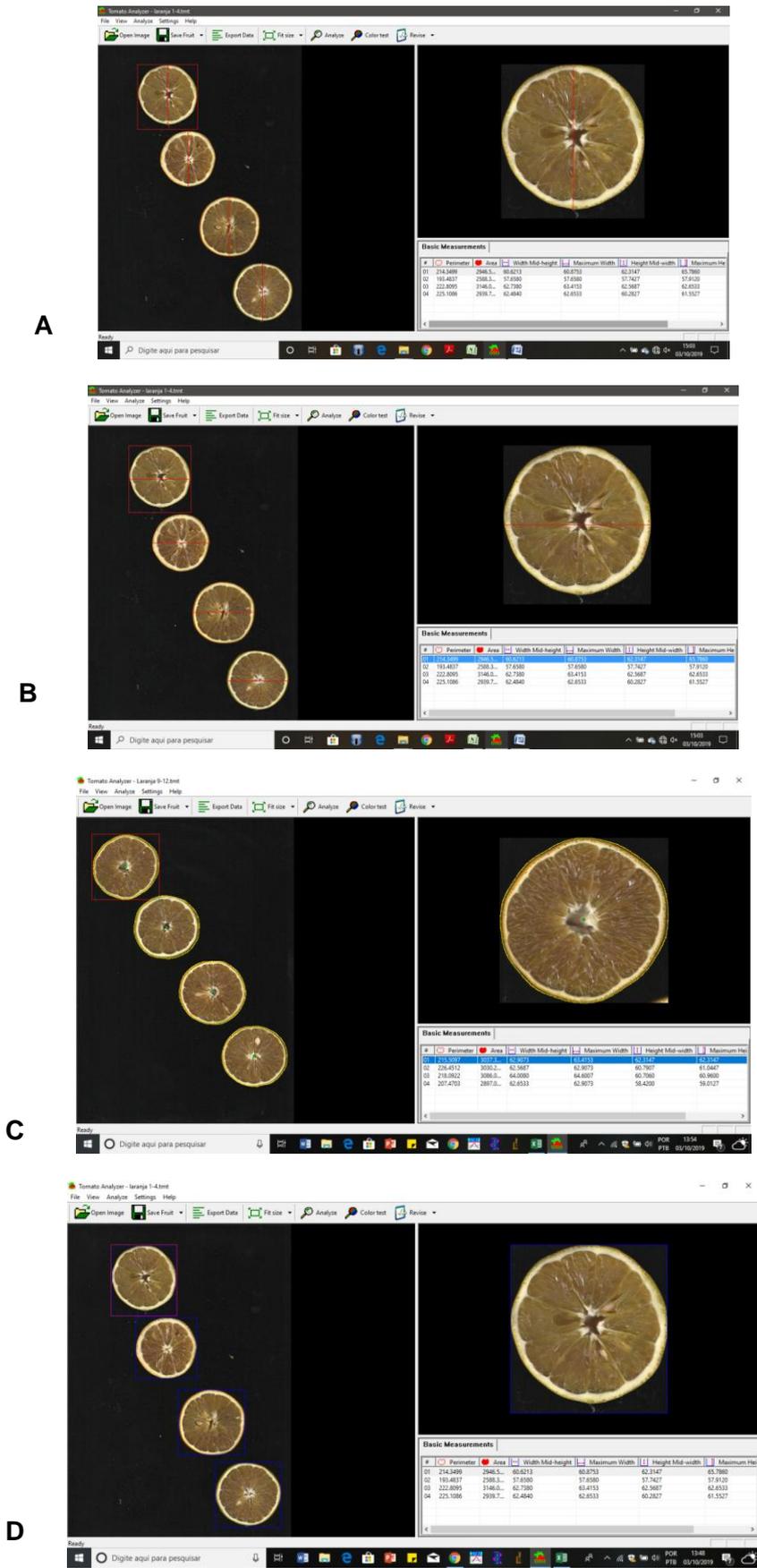


Figura 1. Frutos de laranja sendo analisados via imagem digital com uso do Sigma Plot. (A) largura, (B) comprimento, (C) área, (D) volume.

Além do volume (VDCA) foram estimados os volumes dos frutos utilizando o diâmetro manual calculado pelo paquímetro (VP) e o volume dos frutos utilizando o diâmetro estimado pela imagem digital (VPI), utilizando a seguinte equação:  $V = 4 * \pi * r^3 / 3$

Onde, V é o volume estimado e r é o diâmetro do fruto dividido por dois (d/2). Nesta etapa, foi realizada a correlação entre os volumes (VDCA; VP) e (VDCA; VPI), para avaliar a consistência entre as metodologias.

De posse dos valores dos diâmetros estimados com o programa *Tomato Analyser*, seguimos os seguintes passos, clicamos na barra de ferramentas do programa para verificar as configurações.

Em Settings/Select scanner DPI and units para verificar se a quantidade de pontos por polegadas (dpi) confere como as configurações de sua imagem quando obtidas pelo scanner e a unidade de medida que foi utilizada na equação. Os dados foram salvos em formato Excel, indo no Export data e escolhendo o local para ser salvo os dados.

Na planilha em Excel, selecionamos a primeira coluna, fomos em dados, selecionamos a opção texto para colunas. Ao abrir a janela, marcamos a opção delimitado e clicamos em avançar, após, foram marcadas apenas a opção vírgula e avance. Nesta última janela, apenas a opção geral foi marcada, após esse passo podemos então concluir. Assim, a planilha foi analisada pelo pacote estatístico.

Foi realizada uma análise de regressão entre o volume do fruto estimado pela fórmula de esfera utilizando mensurações obtidas com a imagem digital e a massa obtida na balança analítica. Esta equação foi utilizada para estimação da massa dos frutos. Essas estimativas do modelo de regressão, foram feitas com base no programa SigPlot.

Para a estimação da massa foi utilizada a equação de regressão obtida anteriormente. Foi ainda estimada a correlação entre a massa real e a estimada com a anteriormente descrita e a massa obtida utilizando a equação de regressão.

## Resultados e Discussão

Dado a importância da laranja no Brasil e no exterior, é importante fazer estudos visando o melhoramento genético da espécie, para isso precisa-se passar primeiro pelo pré-melhoramento, onde há a necessidade de colher dados. Para isso técnicas utilizando imagens digitais são muito validas, pois estas geram resultados precisos e são muitas vezes mais rápidos que os tradicionais.

O método utilizando imagens digitais via scanner de mesa com o software *Tomato Analyser*

foi eficiente na estimativa do volume do fruto, podendo ser indicado assim para caracterizar os frutos em programas de melhoramento genético de plantas, pois este é um método prático, barato e rápido, exigindo pouca mão-de-obra.

O *Tomato Analyser* como o próprio nome já diz constitui um procedimento para a caracterização de frutos de tomate que poderia ser potencialmente usado em outras espécies de plantas e em suas estruturas. Esse programa realiza medidas semiautomáticas, objetivas e quantitativas de caracteres que podem agilizar análises fenotípicas eliminando a subjetividade (Silveira et al., 2018)

Concordando com o autor Brewer et al. (2008), que declararam que uma condição para resultados precisos de análises de *Tomato Analyser* é a qualidade da imagem a ser avaliada. Conforme os estudos realizados observou a necessidade do uso de um fundo preto fosco no momento de capturar as imagens. Demonstrando valores muito bons após o processamento das imagens.

O gráfico de correlação entre o volume pelo método de deslocamento da coluna de água (VDCA) e volume dos frutos utilizando o diâmetro manual calculado pelo paquímetro (VP) revelou que o coeficiente de correlação  $R^2$  foi de 0,81 (Figura 3).

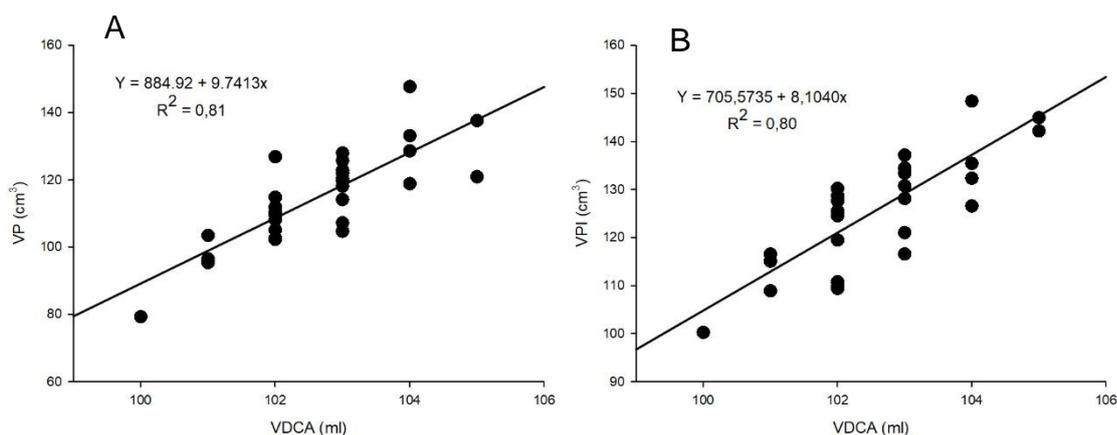
Ainda na análise dos gráficos verificou-se que houve correlação entre estimação do volume pelo método de deslocamento da coluna de água (VDCA) e volume dos frutos utilizando o diâmetro estimado pela imagem digital (VPI), revelando que o coeficiente de correlação  $R^2$  foi de 0,80 (Figura 2).

Os gráficos indicam que as duas metodologias utilizadas se mostraram eficientes quando comparadas demonstrando que o método de análise de imagem do volume foi preciso, acurado e rápido.

Silveira et al., (2018) verificou em seu estudo a variabilidade genética em diferentes acessos de *Capsicum annum* a partir das características morfológicas dos frutos, via imagem digital, usando o software *Tomato Analyser* podendo assim afirmar que o mesmo é eficiente para caracterizar pimentas ornamentais.

Conforme a mostra a tabela 1 as médias para comprimento e largura obtidos pelo método tradicional utilizando-se do paquímetro e pelo método de análise de imagem com o auxílio do programa *Tomato Analyser* foram bastante semelhantes.

O desvio padrão, o erro e o coeficiente de variação dos dois métodos aplicados para medição do comprimento e largura, foram baixos e bastante próximos.



**Figura 2:** Estimação do volume pelo método de deslocamento da coluna de água (VDCA) e volume dos frutos utilizando o diâmetro manual calculado pelo paquímetro (VP) (A). Estimação do volume pelo método de deslocamento da coluna de água (VDCA) e volume dos frutos utilizando o diâmetro estimado pela imagem digital (VPI) (B).

**Tabela 1:** Média de tendência da Laranja, comprimento e largura via paquímetro digital e imagens digitais via scanner.

Medidas de tendências	Paquímetro (cm)		Imagem digital	
	Comprimento	Largura	Comprimento	Largura
Média	119.72	116.49	120.26	118.78
Desvio Padrão	2.42	2.50	1.96	2.09
Erro	2.02	2.14	1.76	1.63
CV (%)	2.02	2.14	1.63	1.76

A tabela 2 mostra valores muito próximos no que tange o volume calculado dos frutos utilizando o diâmetro manual obtido pelo paquímetro (VP) e volume dos frutos utilizando o diâmetro estimado pela imagem digital (VPI), demonstrando bastante precisão nos métodos aplicados. A diferença entre o valor para estimação do volume pelo método de deslocamento da coluna de água (VDCA) isso pode ser explicado pelo modo que as laranjas foram cortadas, demonstrando que houve perda de volume.

Com base na estimativa do volume manual e digital utilizando a equação, foi possível observar que o indivíduo 22 apresentou valores próximos entre as metodologia utilizadas para estimar o volume o mesmo pode ser considerado o mais esférico.

O desvio padrão geralmente é chamada de erro padrão da estimativa ou erro padrão da média (em referência à média). O erro padrão da média é calculado a partir do desvio padrão das médias, as quais poderiam ser computadas a partir de uma população se um número infinito de amostras e uma média para cada amostra fossem considerados.

A margem de erro de uma pesquisa é calculada a partir do erro padrão da média (produto do desvio padrão populacional e do inverso da raiz quadrada do tamanho da amostra), e cerca do dobro do erro padrão da média é a metade da

largura de 95% do intervalo de confiança para a média (populacional).

Assim pode observar que o erro pela comparação da metodologia do paquímetro em relação a scanner foi menor para as mensurações, onde o desvio padrão e baixo manteve os pontos próximos da reta nos dois gráficos. Observou que a distribuição é simétrica. Isso pode ser confirmado pela análise de probabilidade normal: percebendo que os pontos estão próximos da reta teórica, indicando que os dados seguem uma distribuição normal com média alta e desvio padrão baixo.

Houve correlação entre as variáveis fazendo com que seu coeficiente de correlação fosse alto, sendo assim o coeficiente de correlação para os dados amostrados foram altos acima de 80%. Na comparação com as duas metodologias em geral, pode se dizer que mesmo alguns pontos estando próximos a reta houve alguns que ficaram distante mesmo obtendo uma boa correlação entre as variáveis pode – se dizer que a maioria das laranjas não são uma esfera perfeita.

Marcos Filho et al. (2010), usando o *software Tomato Analyzer* afirma que o com o auxílio do programa é possível determinar o grau de desenvolvimento de embriões de sementes de cucurbitáceas e de algodão, sendo essa técnica viável para avaliar sementes dessas e de outras espécies vegetais.

**Tabela 2:** Média de tendência da Laranja via estimação do volume pelo método de deslocamento da coluna de água (VDCA) e volume dos frutos utilizando o diâmetro manual obtido pelo paquímetro (VP). Estimação do volume pelo método de deslocamento da coluna de água (VDCA) e volume dos frutos utilizando o diâmetro estimado pela imagem digital (VPI).

Medidas de tendências	VDCA	VP	VPI
Média	198.46	222.46	244.25
Desvio Padrão	1.17	14.09	11.80
Erro	0.59	6.33	4.83
CV (%)	0.59	6.33	4.83

**Tabela 3:** Médias de tendência quanto ao teor de °Brix, número de gomos, espessura da casca e altura do endocarpo de Laranja Pera rio adquiridas no comercio local de Alta Floresta – MT.

Medidas de tendências	de	°Brix	Nº de gomos	Espessura da casca (mm)	Altura do Endocarpo (mm)
<b>Somatório</b>		440.3	321	78.28	693.12
<b>Média</b>		14.67	10.7	2.60	23.10
<b>Desvio Padrão</b>		0.93	1.17	0.60	1.50
<b>CV (%)</b>		6.39	11.01	23.23	6.51

De acordo com o resultado obtido na análise de sólidos solúveis totais (°Brix) presente no suco da fruta laranja Pera rio pode-se afirmar que este é um valor considerado alto, 14,67°Brix, já que conforme estudos de Caputo (2012), os valores médios obtidos para diferentes variedades de laranja giraram em torno de 9 – 10°Brix em frutos comercializados *in natura*.

Conforme Caputo (2012), a espessura da casca pode ser considerada fina quando os valores obtidos são menores que 5 mm. Essa característica é presente em árvores mais velhas, já que plantas jovens produzem frutos com casca mais grossa e com pouco rendimento de suco, pois quanto menor a espessura da casca melhor será o rendimento do produto.

Portanto pode-se pressupor que quanto maior a quantidade de gomos e maior a altura do endocarpo maior será também a quantidade de polpa presente na fruta. Apresentando maior rendimento nos processos de produção industrial de suco.

### Conclusão

Por meio dos resultados obtidos é possível afirmar que o *Tomato Analyser* é eficiente para avaliar o volume de frutos laranja Pera Rio, podendo ser indicado para caracterizar outros frutos cítricos.

### Referências

BARBOSA. J.A., CONSALTER. R., PAULETTI. V., MOTTA. P.A.C.V. Uso de imagens digitais obtidas com câmeras para analisar plantas. Revista de Ciências Agrárias. V.39. N.1. P.15-24. 2016.

BREWER, M.T., RODRIGUEZ, G., GONZALO, M.J., LANG, L., SULLIVAN, D., DUJMOVIC, N., FUJIMURA, K., GRAY, S., van der KNAAP, E.

Tomato Analyzer (TA) user manual version 2.2.00. 18p., 2008

CAPUTO, M. M. Avaliação de doze cultivares de laranja doce de maturação precoce na região sudoeste do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. p.86. 2012.

CATARINA, R. S., CORTES, D. F. M., FERREGUETTI, G. A., VETTORAZZI, J. C. F., PEREIRA, M. G. Estimativa de características morfológicas em frutos de mamão via análise de imagem digital. Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. 2015.

COSTA, A. G., RIBEIRO, E., MAXIMIANO, B.; PINTO, F. A. C., JUNIOR, R. A. B. Utilização da técnica de moiré para e estimativa do volume do fruto da macaúba. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA, 43, 2014, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 4p. 2014.

ELICEIRI, K. W., BERTHOLD, M. R., GOLDBERG, I. G., IBÁÑEZ, L., MANJUNATH, B. S., MARTONE, M. E., STUURMAN, N. Biological imaging software tools. Nature methods, v. 9, n. 7, p. 697, 2012.

FELLEGARI, R.; NAVID, H. Determining the orange volume using image processing. In: International Conference on Food Engineering and Biotechnology, 11. 2011, Singapore. Anais... Singapore: International Association of Computer Science and Information Technology, 2011. p.180-184.

GONDIM, T.M. de S., RTZINGER, R., CUNHA SOBRINHO, A.P. da. Seleção e caracterização de laranjeiras-doces (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK) no

Estado do Acre. Revista Brasileira de Fruticultura, v.23, p.451-454, 2001.

GONZALO, M.J., BREWER, M.T., ANDERSON, C., SULLIVAN, D., GRAY, S., VAN DER KNAAP, E. Tomato fruit shape analysis using morphometric and morphology attributes implemented in tomato analyzer software program. Journal of the American Society of Horticultural Science, v.134, n.1, p.77-87, 2009.

KACHARIYA, H., VASANIYA, K., DHAMELIYA, S., SAVANT, R. A Review of Volume Estimation Techniques of Fruit. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Perlis, v. 4, n.6 p. 76-80, 2015.

MARCOS FILHO, J., GOMES JUNIOR, F. G., BENNETT, M. A., WELLS, A. A., STIEVE, S. Using *tomato analyzer* software to determine embryo size in x-rayed seeds. Revista Brasileira de Sementes, v. 32, n. 2, p. 146-153, 2010.

NISHIZU, T., IKEDA, Y., TORIKATA, Y., MANMOTO, S., UMEHARA, T., MIZUKAMI, T. Automatic, Continuous Food Volume Measurement with a Helmholtz Resonator. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development, v.3, n. 5, p. 01-04, 2001.

OLIVEIRA, R.P., NAKASU, B.H., SCIVITTARO, W.B. Cultivares apirênicas de citros recomendadas para o Rio Grande do Sul. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 195). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 39p. 2008.

RASHIDI, M., GHOLAMI, M., ABBASSI, S. Cantaloupe volume determination through image processing. Journal of Agricultural Science and Technology, v.11, n.10, p. 623-631, 2009.

RODRÍGUEZ, G. R., MOYSEENKO, J. B., ROBBINS, M. D., MOREJN, N. H., FRANCIS, D. M., VAN DER KNAAP, E. Tomato Analyzer: a useful software application to collect accurate and detailed morphological and colorimetric data from two-dimensional objects. Journal of visualized experiments: Jove, n. 37, 2010.

SILVEIRA, T., VILELA, J. C. B., MARCHI, M. M., PEGORARO, CAMILA, VIANA, V. E., BARBIERI, R. L. Caracterizao da forma do fruto em pimentas ornamentais (*Capsicum*, Solanaceae). XX ENPOS – XX Encontro de Pós graduao. 4ª Semana integrada UFPEL. 2018. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187712/1/Rosa-Lia-CA-03443.pdf>> Acesso 10/02/2020.

SOUSA, C.A.F., DIAS, B.B.A., MARTINS, P.K., MOLINARI, H.B.C., KOBAYASHI, A.K., SOUZA JÚNIOR, M.T. Nova abordagem para a fenotipagem

de plantas: conceitos, ferramentas e perspectivas. Revista Brasileira de Geografia Física, V. 08, número especial do IV SMUD, p.660-672, (2015).

WALTER, A., LIEBISCH, F., HUND, A. Plant phenotyping: from bean weighing to image analysis. Plant Methods v.11, n.14. 2015.

ZABOT. L., DUTRA. L.M.C., MENEZES. N.L., GARCIA. D.C., LUDWIG. M.P., SANTOS. V.J. Uso de imagens digitais para avaliao de plântulas de feijão. Revista Brasileira de Sementes. vol. 30. n. 2. p.184-192. 2008.