

Capítulo 10

Instrumentação na pós-colheita de frutas e hortaliças

Marcos David Ferreira

1. Introdução

Na década de 1970, o Brasil passou de importador de alimentos para exportador e, entre os produtos importantes na dieta alimentar e para a economia, destacam-se as frutas e hortaliças. A produção em 2012 de frutas foi de 41 milhões de toneladas e a de hortaliças 19 milhões de toneladas (IBGE, 2013). Destacam-se neste cenário alguns casos interessantes na fruticultura, como, por exemplo, a maçã: o país era anteriormente importador e hoje exportador desta fruta. A produção brasileira em 2012 foi de 1,3 milhões de toneladas de maçã, classificando o país como o nono produtor mundial. Em 2012, o volume exportado de maçãs frescas foi de 72,3 mil toneladas, 24% superior ao registrado em 2001. Este valor tem apresentado variações, sendo que já chegou em anos anteriores a quantidades superiores ao de 2012 (BRASIL, 2013). A citricultura é outro importante exemplo, sendo hoje o Brasil, principal exportador do suco do mundo, com produção de 19 milhões de toneladas, 80% no estado de São Paulo, sendo este o principal produtor e exportador (AGRIANUAL, 2014).

Para a horticultura, destaque para a produção de cenoura, anteriormente restrita a somente uma época, e hoje praticamente disponível todo ano, em especial devido a novas cultivares, adaptadas ao cultivo de verão (VILELA; BORGES, 2008). Outros exemplos, são as brassicas, couve-flor, brócolis etc (MAY et al., 2007), que também tiveram cultivares adaptados ao verão, e hoje praticamente são produzidas o ano todo, como também as folhosas (a alface, por exemplo). Estes avanços, considerando-se tanto o mercado interno como o externo, foram conseguidos devido a novas cultivares, aplicação de tecnologias de cultivo e pós-colheita, manejo de doenças e pragas, e

uma série de tratamentos culturais, que possibilitaram o cultivo de frutas e hortaliças em todo o país, e praticamente o fornecimento durante todo o ano. Lembrando que esta expansão ocorreu tanto para frutas e hortaliças exóticas como para nativas, sendo o exemplo mais citado o açaí. Desta forma, grandes avanços foram realizados na produção e também na colheita e pós-colheita (“pós-porteira”). A instrumentação está presente na colheita, por meio de diversos equipamentos e máquinas que possam auxiliar nesta etapa e após esta, por meio dos equipamentos de beneficiamento e classificação, na tecnologia empregada na, transporte, até chegar ao consumidor.

Todavia, grandes desafios precisam ser superados. Estimativas indicam que as perdas na cadeia de frutas e hortaliças, tanto em países desenvolvidos, como não desenvolvidos, podem chegar, em muitos casos, a até 40% (GUSTAVSSON et al., 2011). Número extremamente alto, considerando que estas perdas não são somente do produto *per se*, mas também se relacionam aos gastos de energia, mão de obra, recursos naturais etc, os quais estão presentes em toda a cadeia produtiva, desde o plantio até chegar ao consumidor e/ou mesmo na indústria. Nos países não desenvolvidos, as maiores perdas ocorrem da colheita até o produto chegar ao consumidor. Por sua vez, nos países em desenvolvimento estas ocorrem principalmente no nível do consumidor, sendo considerado desperdício. As duas situações são críticas, e a solução sempre está de certa forma relacionada à conscientização e treinamento dos envolvidos. A aplicação da instrumentação na colheita e pós-colheita pode auxiliar bastante na melhoria desta situação nas condições brasileiras. A seguir, um breve cenário, relacionado à colheita e pós-colheita no Brasil – avanços e desafios, nos quais a instrumentação pode contribuir.

Frutas e hortaliças possuem características e fisiologias diferentes, com taxas de metabolismo e sensibilidade ao manuseio e alterações de temperatura muito distintas (CHITARRA; CHITARRA, 2005; WILLS et al., 2004). No entanto, três pontos principais podem ser apontados como fundamentais em relação à manutenção da qualidade e aos causadores de perdas nas condições brasileiras, os quais, dependendo do produto, o fator de importância e sensibilidade altera. Diversos estudos indicam que quanto maior a (1) incidência de danos físicos, maior a taxa metabólica e respiratória (KADER, 2002; WILLS et al., 2004; OPARA; PATHARE, 2014), o que influencia a manutenção da qualidade (BASSETO et al., 2006; FERREIRA et al., 2009; VALENTINI et al., 2009). Basicamente, são três tipos de forças responsáveis pela incidência de danos físicos: impactos, compressão e vibração (VERGANO et al., 1991; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Impactos podem ocorrer na queda de frutos durante a colheita, beneficiamento e também no manuseio no atacado e varejo.

A compressão, em geral, está ligada às forças que ocorrem derivadas da pressão de frutos contra a embalagem, ou da pressão da mão do colhedor ou do consumidor no fruto. A vibração se relaciona aos impactos repetitivos de baixa intensidade, comumente encontrados no transporte. Frutas e hortaliças, dependendo da fisiologia, possuem respostas diferentes a estes tipos de forças. Algumas são mais sensíveis ao impacto, outras à compressão. De qualquer forma, danos mecânicos são extremamente prejudiciais à manutenção da conservação, e além das perdas pelo aumento da taxa metabólica e respiratória, existem aquelas associadas ao aparecimento de podridões. Alterações na (2) temperatura influenciam o aumento da taxa metabólica e respiratória, influenciando na conservação pós-colheita. Esta relação tem demonstração matemática, com a aplicação do quociente Q_{10} , na qual a taxa de reações químicas praticamente dobra a cada 10 °C de aumento na temperatura. Abaixando a temperatura, ocorre uma diminuição na taxa de deterioração, tanto para frutos climatéricos como não climatéricos. Todavia, cada fruta/hortaliça possui um limiar no qual sofre menor interferência de possíveis danos por frio, o qual também está relacionado ao estágio de maturidade (THOMPSON, 2003; WILLS et al., 2004; SALTVEIT, 2005)

Outro fator importante refere-se (3) à perda de água (KADER, 2002; WILLS et al., 2004). Um número expressivo de fatores internos e externos ao produto influencia a perda de água. Produtos com superfícies planares, como as folhosas (por exemplo, alface, couve) possuem uma tendência maior de perda de água do que aqueles que possuem uma maior proteção externa, como a casca de uma fruta. A incidência de injúrias influencia o aumento da perda de água, pelo fato de o dano mecânico acelerar esta perda, pela própria desorganização com exposição dos tecidos. Por sua vez, o ambiente possui grande importância no incremento ou não da perda de água. Produtos armazenados na mesma temperatura, mas com variações da umidade do ambiente, irão apresentar conservação e perda de massa diferenciados, sendo que aqueles mantidos em maior umidade, tendem a se conservar por maior período. Todavia, para alguns produtos, a alta umidade pode favorecer o crescimento de microrganismos patogênicos. Tecnologias para diminuição da perda de água, ou mesmo para evitar esta durante a cadeia, são fundamentais para a manutenção da qualidade dos hortifrúteis.

Desta forma, a seguir serão apresentadas tecnologias que podem, de uma forma ou outra, melhorar a conservação do produto pós-colheita e em consequência reduzir as perdas pós-colheita. Estas tecnologias visam à melhoria e ao incremento do atual sistema de colheita, beneficiamento e comercialização. As técnicas referentes à fisiologia da perda de água nas plantas, é abordada brilhantemente em outro capítulo, com detalhamentos de desenvolvimento e aplicação pelo Dr. Adonai Calbo.

2. Manuseio – colheita e pós-colheita

A incidência de danos mecânicos inicia-se na colheita; para tanto, além do treinamento dos colhedores, a utilização de máquinas ou plataformas de colheita podem proporcionar maior eficiência ao sistema e também condições mais adequadas ao colhedor (FERREIRA; MAGALHÃES, 2008). Frutas e hortaliças destinadas à indústria são em geral colhidas por meio de maquinários, sendo que o processamento é normalmente imediato, e a aparência externa não é tão considerada. Por sua vez, para o mercado in natura, no qual a aparência é fundamental, a colheita ainda é realizada manualmente muitas vezes. Plataformas móveis de auxílio à colheita são alternativas importantes para a colheita manual (BRAUNBECK, 2008), pois podem proporcionar redução no manuseio e também melhores condições para o colhedor (FERREIRA; MAGALHÃES, 2008). A Embrapa Instrumentação possui linha de pesquisa nesta área, e em 2013 finalizou, juntamente com parceiros, uma plataforma móvel de colheita – laboratório móvel (LM) – o qual possui chassi retrátil, com a efetuação dos testes para avaliação de rendimento de colheita e ergonomia, em campos de produção de laranjas, situados no interior de São Paulo. Este equipamento foi planejado atendendo à necessidade de flexibilização de uso de equipamentos em propriedades agrícolas, tanto na aplicação na propriedade, como em outras culturas, tais como o tomate de mesa e a maçã, o que aumenta a possibilidade de utilização da tecnologia desenvolvida.

O laboratório móvel (LM) compreende um veículo agrícola no formato de uma plataforma móvel de 3 m de largura, 2 m de comprimento e 3,6 m de altura (Figura 1), que permite à máquina operar em vãos ou entrelinhas entre 2 metros (regulagens de bitola completamente retraídas) e 3 metros (regulagens de bitola completamente abertas), com possibilidade de variação entre as medidas de 20 em 20 centímetros. O LM possui sistemas de transmissão e direção, controlados diretamente por um operador, que permitem a realização de manobras em pequenos espaços e giro sobre seu próprio eixo, e também um sistema de tração nas quatro rodas, acionados através de um módulo de fornecimento de energia elétrica, localizado na região central da máquina. Este módulo consiste de um motogerador a diesel (35 HP, *horse power*) para fornecimento de energia (220V em sistema trifásico) para todos os acionamentos da máquina. Este módulo pode ser uma parte separável da máquina, pela simples desmontagem de 4 parafusos, o que facilita a manutenção e possibilita seu uso como motogerador ou outra fonte

de energia mecânica na fazenda ou em oficinas nos períodos em que a colheita não acontece. Os assoalhos superiores da máquina permitem regulagens de seu posicionamento transversal e, assim, a adaptação a culturas perenes como citros e maçã, áreas em que se encontra uma ampla variedade de largura das ruas. O controle de regulagem destes assoalhos é feito através de pistões hidráulicos, de fácil acionamento pelo operador, o que permite uma rápida regulagem, mesmo com o veículo em movimento, pois nas culturas citadas existem variações de largura em uma mesma rua. Outra vantagem da retratibilidade do chassi refere-se ao transporte, situação em que este equipamento pode ser transportado em um caminhão comum. O LM conta com acessórios como escadas de acesso frontal e traseira, e ainda uma plataforma na parte traseira para a disposição das caixas plásticas de frutos durante o processo de colheita (Figura 2).

Foto: Pedro Campaner Hernandes.



Figura 1. Parte frontal da máquina com motogerador na parte central e gôndola lateral.



Foto: Pedro Campaner Hernandes

Figura 2. Destaque para a escada de acesso traseira e o local para armazenamento das caixas de colheita.

2.1 Funcionamento do equipamento

O sistema elétrico e hidráulico, apesar de possuírem ações independentes, em situação de movimentação do equipamento é necessário que ambos estejam acionados, pois o sistema hidráulico possui válvulas de acionamento elétrico. Desta forma, para que este veículo possa operar em terrenos com declividades superiores às atualmente praticadas por equipamentos semelhantes com direção e tração somente em duas rodas, foi utilizado um sistema de tração e direção nas quatro rodas com o uso de motores de indução trifásicos (MIT) acionados por meio de inversores de frequência e pistões hidráulicos para esterçar as quatro rodas. Sistema híbrido no qual o motor a combustão interna ativa um gerador. Este gerador pode carregar as baterias ou alimentar o motor elétrico que impulsiona a transmissão, ou seja, o motor a gasolina nunca movimenta diretamente o veículo, proporcionando eficiência energética da plataforma. Enquanto máquinas agrícolas convencionais deste porte (um pulverizador agrícola, por exemplo) precisam de cerca de 150 HP para movimentar-se, com a eliminação das perdas mecânicas que existiriam caso houvesse sido escolhido um sistema de transmissão tradicional, desta forma, foi possível movimentar o LM com um motor a combustão interna de apenas 35 HP. A potência nas quatro rodas soma 20 HP, ou seja, 4 motores de 5 HP, um em cada roda. Todo o sistema de tração elétrico do LM

é supervisionado e controlado por meio de um controlador lógico programável (CLP), que atende às necessidades de operação do equipamento.

3. Danos físicos na pós-colheita

Conforme mencionado, uma das grandes causas de perda pós-colheita refere-se à incidência de danos físicos, que iniciam muitas vezes em campo e vão aumentando ao longo da cadeia de produção até chegar ao consumidor. Mensurar esta incidência de danos físicos não é tarefa fácil, pois existem diversas variáveis que devem ser consideradas, como a magnitude e o tipo de força aplicada.

Bollen (2006) indica primordialmente dois métodos para a mensuração da incidência de danos físicos: por meio de amostragem do produto danificado e por instrumentação. O primeiro pode tomar muito tempo e a precisão varia de acordo com o produto utilizado, época do ano etc. Por sua vez, o segundo pode mensurar as forças que são aplicadas em determinado sistema, seja na colheita ou pós-colheita, e prever os danos ocorridos.

Opara e Pathare (2014) descrevem diversas metodologias para simulação e mensuração de danos físicos e magnitude por meio de instrumentos, sendo que esferas instrumentadas têm sido um dos equipamentos mais utilizados para medições de impactos na pós-colheita de frutas. Esferas instrumentadas, também conhecidas como pseudofrutos, tentam simular um fruto, tanto em tamanho como forma, e consistem basicamente de um *data logger*, e são utilizadas principalmente para mensurações de impactos em linhas de beneficiamento para hortifrútiis. Existem diversos tipos de equipamentos, sendo que a esfera instrumentada de maior tempo em uso é aquela desenvolvida pela Michigan State University e produzida pela empresa Techmark Inc., Lansing, EUA. Inúmeros trabalhos têm sido publicados para várias culturas, algumas a seguir descritas: abacate, mamão e abacaxi (TIM; BROWN, 1991); cebola (TIM et al., 1991); batatas (FERREIRA; NETTO, 2007); caqui (VALENTINI et al., 2009); citros (FISCHER et al., 2009; FERREIRA et al., 2006; MILLER; WAGNER, 1991); maçãs (ANTONIOLLI et al., 2009; GUYER et al., 1991; SOBER et al., 1990); pêssegos (BASSETO et al., 2006); tomates (FERREIRA et al., 2009; MAGALHÃES et al., 2007; FERREIRA et al., 2005, SARGENT et al., 1992).

Atualmente existem várias outras esferas instrumentadas em uso para mensurações de impactos (PRAEGER et al., 2013; YU et al., 2011; CANNEYT et al., 2003) e compressões (MULLER et al., 2009). Em projeto em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) foi desenvolvida a esfera instrumentada, com a finalidade de monitoramento e da mensuração de magnitudes de impacto, descrita em Roa et al. (2013). Este equipamento –esfera instrumentada – funciona com transmissão sem fio, utilizando-se um software de interface

gráfica, em tempo real de análise (TRA). Para este sistema é possível adquirir, processar e visualizar os três eixos de aceleração por meio da internet sem fio, permitindo a identificação em medidas de baixo, médio e alto impacto, em tempo real na avaliação em linhas de beneficiamento e classificação de frutas e hortaliças. Adicionalmente, com o software de análise de processamento é possível a sincronização de vídeo, para a determinação da exata posição e tipo do evento (queda em superfície ou fruto). Gráficos são realizados nos três eixos para a magnitude de aceleração e velocidade, como para calcular o número de impactos – máximo, mínimo e média de impactos (Figura 3). A esfera encapsulada, que utiliza um elastômero transparente de poliuretano, possui diâmetro final aproximado de 63 mm, 160 gramas, e densidade 1,1. Este equipamento proporciona a redução do tempo dos testes com avaliação em tempo real, e permite ao usuário realizar ajustes e intervenções nos sistemas avaliados.



Foto: Daniel Portioli Sampaio.

Figura 3. Esfera instrumentada – fruta eletrônica – desenvolvida em parceria entre a Embrapa Instrumentação e a Unicamp.

4. Comentários finais

Neste texto são apresentadas algumas alternativas e tecnologias possíveis de aplicação na colheita e pós-colheita de frutas e hortaliças, visando principalmente à melhoria da eficácia do atual sistema, que passa constantemente por mudanças, seja de caráter interno ou externo, econômicas, climáticas etc. Neste cenário a aplicação da instrumentação é de extrema importância para minimizar as perdas e para o incremento da eficiência, com ganhos para todos os setores envolvidos.

Referências

- AGRIANUAL. São Paulo: Informa Economics/FNP, 2014. 480 p.
- ANTONIOLLI, L. R.; FIALHO, F. B.; FERREIRA, M. D.; SCHAKER, P. D. C.; HENDGES, M. V.; LERIN, J.; MORO, L. Evaluation of potential mechanical damage in apple packing lines in the main producing regions of Brazil. In: FRUIT, NUT AND VEGETABLE PRODUCTION ENGINEERING SYMPOSIUM 8., 2009, CONCEPCIÓN. **Proceedings...** Chillán: Propag INIA'S National Precision Agriculture Program, 2009. p. 704-711.
- BASSETO, E.; AMORIM, L.; MARTINS, M. C.; GUTIERREZ, A. S. D.; LOURENÇO, S. A.; FERREIRA, M. D. Assessment of diseases and injuries of peaches during different phases of postharvest. **Acta Horticulturae**, Leuven, Bélgica, v. 713, p. 397-400, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretária de Política Agrícola. **Maçã**. Brasília, 2013. v. 54.
- BRAUNBECK, O. A. Unidades móveis de colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças. In: FERREIRA, M. D. **Colheita e Beneficiamento de Frutas e Hortaliças**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2008. p. 23-45.
- BOLLEN, A. F. Technological innovations in sensors for assessment of postharvest mechanical handling systems. **Int. J. Postharvest Technology and Innovation**, [S.I.], v. 1, n. 1, p. 16-31, 2006.
- CANNEYT, T.; TIJSKENS, E.; RAMON, H.; VERSCHOORE, R.; SONCK, B. Characterisation of a potato-shaped instrumented device. **Biosyst. Eng.** [S.I.], v. 86, n. 3, p. 275-285, 2003.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- FERREIRA, M. D.; MAGALHÃES, P. S. G. Colheita. In: FERREIRA, M. D. **Colheita e Beneficiamento de Frutas e Hortaliças**. Embrapa Instrumentação: São Carlos, SP, 2008. p.15-22.
- FERREIRA, M. D.; CAMARGO, G. G. T.; ANDREUCETTI, C.; MORETTI, C. L. Determinação em tempo real da magnitude de danos físicos por impacto em linhas de beneficiamento e em condições de laboratório e seus efeitos na qualidade de tomate. **Engenharia Agrícola (Impresso)**, [S.I.], p. 630-641, 2009.
- FERREIRA, M. D.; NETTO, L. H. Avaliação de processos nas linhas de beneficiamento e classificação de batatas. **Horticultura Brasileira**^{JCR}, [S.I.], v. 25, n. 2, p. 279-285, 2007.
- FERREIRA, M. D.; SILVA, M. C.; CAMARGO, G. G. T.; AMORIM, L.; FISCHER, I. H. Pontos críticos de impacto em linhas de beneficiamento utilizadas para citros no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 3, p. 523-525, 2006.
- FERREIRA, M. D.; FERRAZ, A. C. O.; FRANCO, A. T. O. Tomato packing lines studies with an instrumented sphere in Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, Bélgica, v. 3, p. 1753-1755, 2005.

Conceitos e aplicações da instrumentação para o avanço da agricultura

FERREIRA, M. D.; SARGENT, S. A.; BRECHT, J K; CHANDLER, C K. Strawberry Bruising Sensitivity Depends on the Type of Force Applied, Cooling Method, and Pulp Temperature. **HortScience**, [S.I.], v. 44, n. 7, p. 1953-1956, 2009.

FISCHER, I. H.; FERREIRA, M. D.; SPÓSITO, M. B.; AMORIM, L. Citrus postharvest diseases and injuries related to impact on packing lines. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 2, p. 210-217, 2009.

GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U.; VAN OTTERDIJK, R.; MEYBECK, A. Global Food Losses and Food Waste Section (Study conducted for the International Congress "Save Food!" at Interpack 2011, Düsseldorf: FAO, 2011. 29 p.

GUYER, D. E; SCHULTE N. L; TIMM, E.J ; BROWN, G. K. Minimize apple bruising in the packing line. **Tree Fruit Post Harvest Journal**, [S.I.], v. 2, p. 14-20, 1991.

IBGE. **Produção Agrícola 2012**. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 06 fev. 2015.

KADER, A. A. Postharvest Biology and Technology: An overview. In: KADER, A. A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 3. ed. Oakland: University of California, 2002. p. 39-48.

MAGALHÃES, A. M.; FERREIRA, M. D.; BRAUNBECK, O. A.; ESTEVOM, M. V. R. Superfícies protetoras na diminuição de danos mecânicos em tomate de mesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 37, n. 3, p. 878-881, 2007.

MAY, A.; TIVELL, S. W.; VARGAS, P. F.; SAMRA, A. G.; SARCONI, L. V.; PINHEIRO, M. Q. **A cultura da couve-flor**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. 36 p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 200).

MULLER, I.; DE BRITO, R. M.; PEREIRA, C. E.; BENDER, R. J. Wireless instrumented sphere for three-dimensional force sensing. SAS 2009-IEEE Sensors Application Symposium. **Proceedings, IEEE Instrumentat & Measurement Soc**, IEEE, [S.I.], p. 153-157, 2009.

MILLER, W. M.; WAGNER, C. Florida citrus packing line studies with an instrumented sphere. **Applied Engineering in Agriculture**, [S.I.], v. 7, p. 577-581, 1991.

OPARA, U. L. PATHARE, P.B. Bruise damage measurement and analysis of fresh horticultural produce - A review. **Postharvest Biology and Technology**, [S.I.], v. 91, p. 9-24, 2014.

PRAEGER, U.; SURDILOVIC, J.; TRUPPEL, I.; HEROLD, B.; GEYER, M. Comparison of electronic fruits for impact detection on a laboratory scale. **Sensors**, [S.I.], v. 13, p. 7140–7155, 2013.

ROA, Y. H. H.; FRUETT, F.; FERREIRA, M. D. Real time measurement system based on wireless instrumented sphere. **SpringerPlus**, [S.I.], v. 2, p. 582, 2013.

SALTVEIT, M. E.; Temperature Extremes. In: BARTZ, J. A.; BRECHT, J. K. **Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables**. 2. ed. Nova York: Taylor & Francis, 2005. p. 500-531.

- SARGENT, S. A.; BRECHT, J. K.; ZOELLNER, J. J. Instrumented sphere impact analyses of tomato and bell pepper packing lines. **Applied engineering in agriculture**, [S.I.], v. 8, p. 76-83, 1992.
- SOBER, S. S.; ZAPP, H. R.; BROWN, G. K. Simulated packing line impacts for apple bruise prediction. **Transactions of the ASAE**, [S.I.], v. 33, p. 629-636, 1990.
- TIM, E. J.; BROWN, G. K. Impacts recorded on avocado, papaya, and pineapple packing lines. **Applied engineering in Agriculture**, [S.I.], v. 7, p. 418-422, 1991.
- TIM, E. J.; BROWN, G. K.; BROOK, R. C.; SCHULTE, N. L.; BURTON, C. L. Impact bruise estimates for onion packing lines. **Applied engineering in Agriculture**, [S.I.], v. 7, p. 571-576, 1991.
- THOMPSON, A. K. **Fruit and vegetables harvesting and storage**. Oxford: Blackwell Publishing, 2003. 467 p.
- VALENTINI, S. R. T.; FERREIRA, M. D.; ATARASSI, M. E.; BENATO, E. A. Avaliação de linhas de beneficiamento e impactos de queda na qualidade de caqui Rama Forte. **Engenharia Agrícola (Impresso)**, [S.I.], p. 642-655, 2009.
- VERGANO, P. J.; TESTIN, R. F.; NEWALL, W. C. Peach bruising: susceptibility to impactvibration, and compression abuse. **Transactions of the ASABE**, [S.I.], v. 34, n. 5, p. 2110-2116, 1991.
- VILELA, N. J.; BORGES, I. O. **Retrospectiva e situação atual da cenoura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008, 9 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 59).
- WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals**. 5. ed. Wallingford: New South Wales University Press, 2004. 262 p.
- YU, P.; LI, C.; RAINS, G.; HAMRITA, T. Development of the berry impact recording device sensing system: hardware design and calibration. **Comput. Electron. Agric.**, [S.I.], v. 79, p. 103-111, 2011.