

## CARACTERIZAÇÃO DE IMPACTOS SOFRIDOS POR MAÇÃS GOLDEN DELICIOUS EM LINHA EXPERIMENTAL DE CLASSIFICAÇÃO DE FRUTAS

MATHEUS C F LIMA<sup>1</sup>, LEON M OJEDA<sup>2</sup>, JOSENALDE B OLIVEIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrônômica, EAJ/UFRN, Macaíba, RN, cardimatheus@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduando em Ingeniero Agrónomo, UPM, Madrid, Madrid, leon\_aes89@hotmail.com

<sup>3</sup> Dr. em Automação e Sistemas, Professor da EAJ/UFRN, Macaíba, RN, josenalde@ej.ufrn.br

Apresentado no  
Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2014  
14 a 17 de setembro de 2014 - São Pedro - SP, Brasil

**RESUMO:** O consumo de frutas frescas e a exigência por qualidade no mercado nacional e internacional demanda do produtor brasileiro o desenvolvimento de métodos para obtenção de um maior controle durante toda a cadeia produtiva de frutas. Frutos eletrônicos são ferramentas que foram desenvolvidas para medir impactos sofridos desde a colheita até a comercialização. Este trabalho tem por objetivo identificar os locais mais susceptíveis à produção de perdas por impacto através de frutos eletrônicos e quantificar as contusões sofridas por maçãs *Golden Delicious* em diferentes condições numa linha experimental de classificação e beneficiamento de frutos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Esfera instrumentada, impactos em frutos, pós-colheita.

### CHARACTERIZATION OF IMPACTS SUFFERED BY GOLDEN DELICIOUS APPLES IN EXPERIMENTAL FRUIT PACKING LINE

**ABSTRACT:** The consumption of fresh fruit and the demand for quality in the domestic and international market request from the Brazilian farmers the development of methods to obtain greater control over the entire fruit and vegetable food chain. Electronic fruits are tools that have been developed to measure impacts suffered from harvesting to marketing. This work aims to identify the locations where the fruit damage are most likely to happen through electronic fruits and quantify the injuries suffered by apples *Golden Delicious* in different experimental conditions in fruit packing line.

**KEYWORDS:** Instrumented sphere, fruit damage, post-harvest.

**INTRODUÇÃO:** O consumo cada vez maior de frutas é observado no Brasil e no mundo, num mercado exigente por produtos frescos e de qualidade. Segundo o IBGE (2011), o Brasil aumentou sua produtividade de maçãs em 50% e se encontra na nona posição mundial entre os produtores, com um valor estimado em R\$ 851,7 milhões. Em países em desenvolvimento, mais de 40% das perdas de alimentos ocorrem nas etapas de pós-colheita e processamento. Nestes países, medidas de controle devem ser adotadas da perspectiva do produtor, por meio de técnicas pós-colheita adequadas, programas de conscientização e melhoria das instalações de armazenamento e beneficiamento (FAO, 2011). Frutas frescas sofrem danos ao longo das linhas de classificação. Os impactos geralmente ocorrem em pontos de transferência no decorrer da linha quando o estresse sofrido pelo fruto excede a tensão do tecido. O tipo de contusão depende de diversos fatores como: altura dos pontos de transferência, aceleração do fruto no momento do impacto, dureza da superfície de impacto, ângulo da superfície e características do fruto (massa, curvatura, temperatura, hidratação e firmeza) (GARCÍA-RAMOS et al., 2002). Inamasu et al. (2011) citam o uso de esferas instrumentadas como uma nova ferramenta da agricultura de precisão, para identificação precisa de impactos mecânicos em frutos no manejo pós-colheita. Tais esferas são equipadas em geral com acelerômetro triaxial e microprocessador, que permitem identificar em software a magnitude, o momento e a duração de impactos sofridos. Neste trabalho se busca quantificar os danos sofridos por maçãs *Golden Delicious*

em dois tratamentos diferentes, e identificar os locais onde esses danos são produzidos, para servir como subsídio para redução de impactos e perdas nas linhas de beneficiamento.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os dados foram coletados a partir da linha experimental de classificação de frutos no galpão de máquinas e motores do Departamento de Ingeniería Rural localizado no campo de aulas práticas da Escuela Superior de Ingenieros Agronomos da Universidad Politécnica de Madrid. Foram utilizadas Maças “Golden Delicious” oriundas do mercado local e frutos eletrônicos IRD IS100 (Impact Recording Device, IRD - Techmark, Inc., Lansing, USA) para a determinação dos locais (Pontos de Transferência) da linha onde ocorrem impactos e danos aos frutos, assim como para efeito comparativo de agressividade da linha em diferentes condições. Para o monitoramento dos impactos, a linha experimental foi dividida (Figura 1), utilizando-se os pontos de transferência onde havia diferenças de cota e de elementos de transporte assim como os materiais desaceleradores e amortizadores de impacto nos pontos de transferência da linha (FERREIRA et al., 2006): 1) Esteira Transportadora, 2) Esteira Rolante, 3) Alinhador, 4) Calibrador de “diabólos”, 5) Esteira de Saída, 6) Esteira Transportadora, 7) Esteira Elevatória, 8) Esteira Transportadora, 9) Borda para embalagem; T1) Escova de cerdas de borracha e descida acolchoada, T2) Escovas rotativas dispostas horizontalmente e descida acolchoada, T3) Amortizador lateral de escovas, T4) Plástico em forma de ciclóide invertido e escova vertical ao final da queda, T5) Borracha amortizadora ao longo da esteira transportadora e na lateral da mesma, T6) Superfície acolchoada, T7) Superfície acolchoada, T8) Superfície acolchoada.

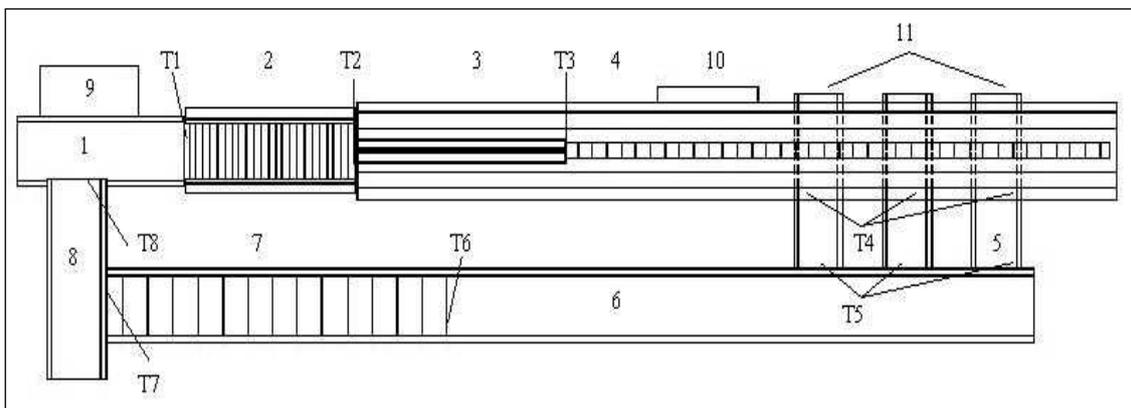


Figura 1. Planta esquemática da linha experimental identificando os pontos de transferência e os locais dos materiais redutores de impacto.

Os danos mecânicos sofridos pelas maçãs na análise da agressividade da linha foram realizados da seguinte maneira: com a presença de elementos desaceleradores e amortizadores de impacto (A), e sem a presença destes elementos (B). Em cada tratamento foram colocadas dez maçãs no início da linha junto com frutos de referência de isopor (de raio, volume e densidade semelhantes as das maçãs) para simular os impactos causados pela interação fruto-fruto em uma linha comercial e um fruto eletrônico IRD, para quantificar a aceleração sofrida nos pontos de transferência. Os dados do fruto IRD foram transferidos para o computador através de cabo USB. Foram selecionadas duas maçãs ao acaso após o teste, e posteriormente em laboratório foram medidos os volumes das contusões que apresentaram. Para isso foi necessário esperar 24 horas para que o escurecimento do tecido contundido fosse mais latente. Foram seccionados os locais onde ocorreram danos com uma faca, e a largura e profundidade foram obtidos através de um paquímetro digital de precisão. Os danos mecânicos foram estimados segundo o índice de volume de contusão  $VC$  ( $mm^3$ ) descrito em Chen e Sun (1981) por

$$VC = \pi \frac{pa^2}{6} \quad (1)$$

onde  $p$  é a profundidade da contusão (mm) e  $a$  é a largura da contusão (mm).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados diferiram entre os tratamentos. No tratamento (B), devido à falta de elementos amortizadores de impacto, os frutos sofreram um dano maior. Segundo Ruiz-Altisent (2001) os impactos superiores a 50 G, possuem alta probabilidade de produzir danos em maçãs *Golden Delicious*. Na Figura 2 se pode observar que o impacto médio máximo na linha ocorreu no ponto de transferência 7, referente à transferência entre a esteira elevatória e a esteira transportadora, apresentando aceleração média máxima igual a 58,74 G. Na Figura 3, são apresentados todos os valores de impacto sofridos durante a passagem pela linha de beneficiamento. Pode-se observar que, o maior número de impactos assim como o nível máximo de impacto ocorreu no primeiro ponto de transferência, que se refere à saída da esteira e entrada na esteira de cilindros com impacto de 84,32 G, demonstrando a necessidade de elementos amortizadores de impacto complementares neste local. Entretanto os impactos concentraram-se abaixo de 50 G, apenas 31,58% dos impactos totais sofridos foram superiores a 50 G sendo estes encontrados no primeiro, segundo, quinto e sétimo ponto de transferência. No entanto, houve impactos significativos entre as maçãs e as paredes das esteiras. A Tabela 1 evidencia o volume de contusões sofridas pelos frutos em ambos os tratamentos. Observa-se que os maiores impactos causados aos frutos ocorreram nas entradas, saídas e durante as esteiras transportadoras, e analisando a média do volume de contusão nos dois tratamentos tem-se que os elementos amortizadores de impacto se mostraram capazes de reduzir em 87,7% os danos em pós-colheita, oriundos da manipulação em linha em maçãs, *Golden Delicious*.

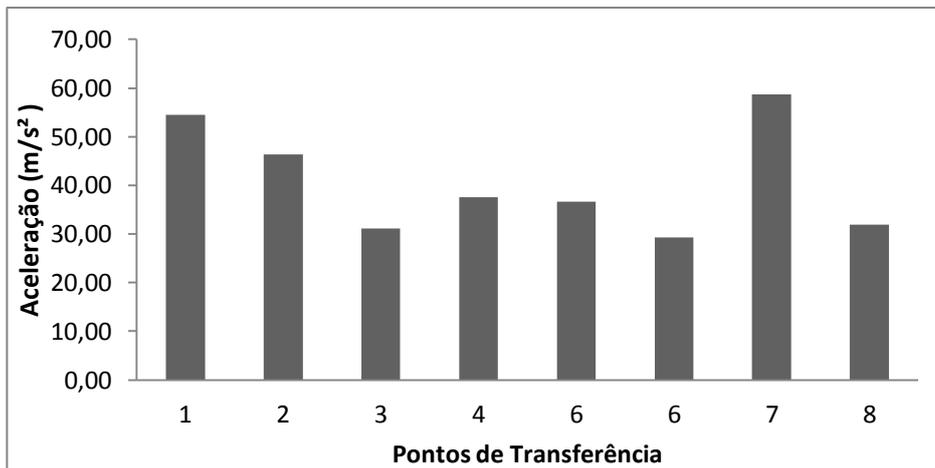


Figura 2. Acelerações Médias (G m/s<sup>2</sup>) encontradas nos pontos de transferência da linha de beneficiamento e classificação.

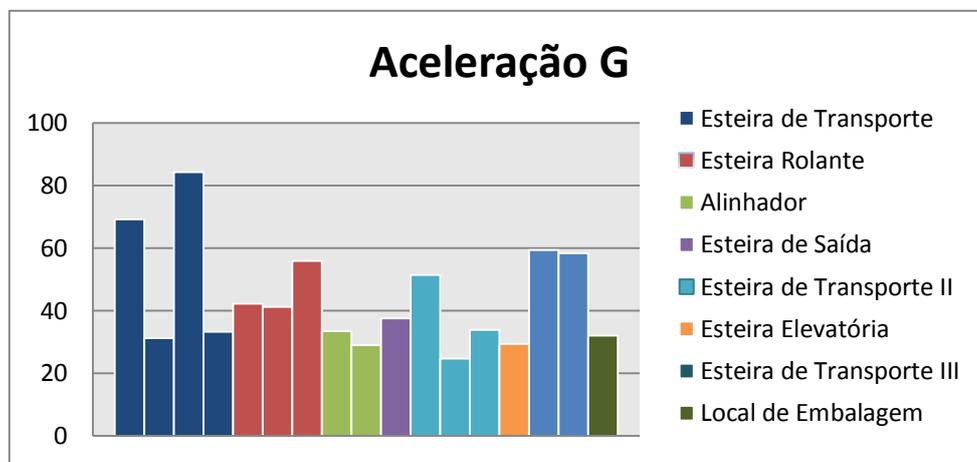


Figura 3. Acelerações totais (G, m/s<sup>2</sup>) na linha de classificação e

beneficiamento.

TABELA 1. Análise dos danos na linha de beneficiamento em diferentes tratamentos pelo Índice de volume de contusão (VM).

Tratamento		Largura (mm)	Profundidade (mm)	Volume (mm <sup>3</sup> )
A	Média	<b>8.09</b>	<b>2.68</b>	<b>99.13</b>
	CV%	<b>19.26</b>	<b>35.25</b>	<b>56.37</b>
B	Média	<b>8.84</b>	<b>3.77</b>	<b>186.09</b>
	CV%	<b>29.66</b>	<b>26.14</b>	<b>86.60</b>

**CONCLUSÕES:** A utilização de frutos eletrônicos em linha de classificação de maçãs *Golden Delicious* se mostrou como uma ferramenta relevante de instrumentação para a agricultura de precisão, visto que permitiu identificar neste trabalho os pontos que causam maior impacto aos frutos e consequentemente a importância do uso de amortizadores de impacto, os quais contribuíram com uma redução significativa nos danos pós-colheita. Como perspectivas de pesquisa, pode-se implantar a tecnologia para monitorar os impactos sofridos ao longo dos outros elos da cadeia produtiva (armazenamento, transporte e comercialização) para um monitoramento mais completo dos impactos mecânicos sofridos por maçãs *Golden Delicious*.

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPq pelo apoio financeiro, ao laboratório LPF TAGRALIA da UPM, pela orientação e suporte, e ao grupo de Modelagem, Identificação e Controle de Sistemas Agrários da UFRN.

**REFERENCIAS:** CHEN, P; SUN, Z; **Impact parameters related to bruise injury in apples.** ASAE Paper No.81-3041, 1981.  
GARCÍA-RAMOS, P. B.; RUIZ-ALTISENT, M.; ORTIZ-CAAVATE, J.; GIL-SIERRA, J. H. **A procedure for testing padding materials in fruit packing lines using multiple logistic regression.** Trans. Am. Soc. Agric. Eng. 45(3): 751-757, 2002.  
RUIZ-ALTISENT M; **Reducción de daños mecânicos en la manipulación de frutas.** Vida Rural (113). pp. 68-70. ISSN 1133-8938, 2000.  
FERREIRA, M. D.; 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, v.28, n. 3 p.523-525, 2006.  
FAO. **Global food losses and food waste.** International Congress Save Food, 2011.  
IBGE. **Levantamento Sistemático da produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil,** v.24 n. 2 p. 1-82, 2011.  
INAMASU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. **Agricultura de Precisão: um novo olhar.** São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011.