

AValiação DOS NÍVEIS DE VIBRAÇÃO NO TRANSPORTE A GRANEL DE TOMATE INDUSTRIAL

LARA NASCIMENTO GUIMARÃES, TULIO DE ALMEIDA MACHADO², FÁBIO LÚCIO SANTOS³, WALLACE VERÍSSIMO NASCIMENTO⁴, CRISTIANE FERNANDES LISBOA⁵

¹Graduanda em Agronomia, Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, (64) 99231-8798, larinhapnn@hotmail.com

²Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, machado.tulio@gmail.com

³Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, ffabiolss@gmail.com

⁴Graduando em Agronomia, Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, wallaceverissimo@outlook.com

⁵Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, cflisboa.engenharia@hotmail.com

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: Os tomates são sensíveis às lesões após a colheita e são as principais causas dos produtos a granel com o transporte em estradas com diferentes tipos de pavimentos, expondo os produtos a danos mecânicos. O objetivo do estudo foi avaliar os sinais de aceleração durante o transporte no caminhão e no reboque em dois pavimentos diferentes. O experimento foi realizado em Morrinhos, Goiás, em um conjunto formado por um caminhão e um reboque. Os acelerômetros foram acoplados a 90° das superfícies avaliadas em um ponto nos baldes com o objetivo de medir os níveis de aceleração em cada eixo. Foram coletadas três repetições nos três eixos para cada recipiente de transporte e, posteriormente, o RMS e a aceleração média resultante das diferentes seções foram analisadas estatisticamente através da análise da variância seguida pelo teste de Tukey com uma probabilidade de 5%. No eixo z, para o piso térreo, o conteúdo do caminhão obteve maiores níveis de aceleração e no eixo y, para o pavimento de asfalto os valores mais altos estavam no reboque. Os valores médios de aceleração resultantes foram diferentes para os recipientes nos diferentes pavimentos cobertos.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade de transporte, injúrias nos frutos, pavimentação.

EVALUATION OF VIBRATION LEVELS IN INDUSTRIAL TOMATO BULK

ABSTRACT: Tomatoes are sensitive to injuries after harvesting and are the main causes of bulk products with transportation on highways with different types of pavements, exposing the products to mechanical damages. The objective of the study was to evaluate the signs of acceleration during transportation in the truck and trailer on two different floors. The experiment was conducted in Morrinhos, Goiás in a set formed of a truck and a trailer. The accelerometers were coupled to 90° of the evaluated surfaces at one point in the buckets with the objective of measuring the acceleration levels in each axis. Three replicates were collected in the three axes for each transport container, and subsequently the RMS and mean acceleration resulting from the different sections were statistically analyzed by the analysis of the variance followed by the Tukey test, at 5% probability. On the z-axis, for the ground floor, the contained in the truck obtained higher levels of acceleration and on the y-axis, for the asphalt pavement the highest values were in the trailer. The resulting mean acceleration values were different for the containers in the different pavements covered.

KEYWORDS: quality of transport, injury in fruits, pavement.

INTRODUÇÃO: A agroindústria tomateira necessita de um tipo especial de frutos produzido em cultura rasteira, sem tratos culturais sofisticados, e reduzido custo de produção. Os frutos precisam apresentar alta resistência ao transporte a granel, coloração vermelha intensa e uniforme, elevado teor de sólidos solúveis e teor de ácido cítrico (FERREIRA et al. 2017). Quando se trata de frutas, legumes

e verduras, o transporte ganha grande importância, uma vez que a maioria dos produtos transportados são altamente perecíveis e susceptíveis a danos (FOSCACHES et al., 2012). Segundo Vigneault et al. (2002), vibrações são movimentos oscilatórios ao redor de um ponto de referência e estão presentes em grande parte dos sistemas mecânicos, entre eles os meios de transporte e as esteiras utilizadas na movimentação local. As vibrações podem ser quantificadas utilizando-se sensores providos de acelerômetros. De acordo com Ferreira & Calbo (2008), o acelerômetro é um equipamento mecânico que pode ter interface eletrônica para mensurar movimentação e vibração durante transporte e varia de acordo com as magnitudes e frequências da vibração a ser medida. Esse equipamento geralmente é acoplado a um computador que registra os valores obtidos. A distância percorrida, a velocidade, o tipo de estrada e as condições da mesma influenciam na ocorrência de danos mecânicos no transporte. Versavus & Özgüven (2004) verificaram que o aumento na distância percorrida aumenta a incidência de danos mecânicos ocasionados pelo transporte. Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar os níveis médios de vibração nos eixos x, y e z e a aceleração média resultante para o transporte de frutos de tomate a granel em pavimentos de terra e asfalto.

MATERIAL E MÉTODOS: No transporte dos frutos de tomate foi realizado pelo conjunto caminhão/reboque e foram avaliados os níveis de aceleração média geral - AMS ($m s^{-2}$) que caracterizam os tratamentos de vibração (pavimento de asfalto e pavimento de terra). Para caracterizar os tratamentos de vibração foram utilizados três acelerômetros axiais de alta sensibilidade - Eu (100,0 mv/g) modelo que possui faixa de medição de pico de até $\pm 490 m s^{-2}$. Os acelerômetros foram acoplados a 90° das superfícies (sentido x, y e z) em um ponto nas caçambas dos caminhões com o objetivo de mensurar o nível de vibração. A localização desses acelerômetros na caçamba foi logo acima do eixo traseiro quando o recipiente se encontrava no caminhão, onde pressupôs-se que essa localidade foi a de maior vibração, em virtude de ser a primeira a sofrer os impactos causados pelas superfícies dos pavimentos. No outro recipiente os acelerômetros se localizavam entre os eixos traseiros e dianteiros do reboque. Os sinais de aceleração foram coletados através de um sistema de aquisição de dados da marca National Instruments, modelo NI cDAQ-9174, com 4 canais, conectados ao software LabView® versão 5.0, nos três eixos ortogonais (x, y e z), em intervalos de tempo regulares. As medidas foram separadas durante o trajeto no pavimento de terra e no pavimento de asfalto. As velocidades médias de deslocamento do caminhão foram de $22 km h^{-1}$ em trajetos de 5 a 10 minutos para o pavimento de terra e de $63 km h^{-1}$ em trajetos de 30 a 35 minutos para o pavimento de asfalto. O pavimento de asfalto foi classificado como regular (Brasil, 2005). Os eixos x, y e z foram dispostos como os acelerômetros contidos na Figura 1.

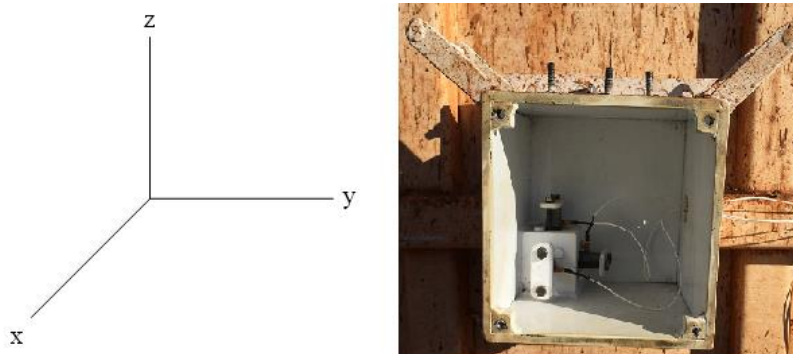


FIGURA 1. Disposição dos eixos x, y e z dos acelerômetros.

Nos trechos pavimentados por terra e asfalto foi calculada a raiz quadrática média (RMS; $m s^{-2}$) dos três eixos adotando-se as equações aplicadas nos estudos de Nazareno (2013). A RMS (Equação 1) foi obtida pela raiz quadrática média dos valores de aceleração instantânea ocorridos em determinado período de medição, em que RMS_x foi o valor da raiz média quadrática do eixo x, RMS_y , o valor da raiz média quadrática do eixo y e RMS_z o valor da raiz média quadrática do eixo z.

$$RMS_j = \left(\frac{\sum_t a(t)_j^2}{N} \right)^{0,5} \quad (1)$$

A aceleração média resultante – AMR (Equação 2), foi obtida por meio da raiz quadrada do somatório dos quadrados da RMS nos eixos x, y e z, ou seja, em que $a_j(t)$ foi o valor observado da aceleração instantânea no eixo j (x, y ou z) e no tempo t (t=1, 2,..., N), sendo N o número total de observações no respectivo eixo. Os valores da raiz média quadrática (RMS; $m s^{-2}$) dos três eixos e da RMS resultante (AMR; $m s^{-2}$) caracterizarão os dois tratamentos avaliados.

$$AMR = (RMS_x^2 + RMS_y^2 + RMS_z^2)^{0,5} \quad (2)$$

Ao todo, foram coletados três repetições nos três eixos para cada recipiente de transporte, e posteriormente, o RMS e a AMR dos diferentes trechos foram analisados estatisticamente pelo programa Sisvar, onde foram realizadas as análises da variância seguidas da comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 são apresentados os níveis de Aceleração Média ($m s^{-2}$) para cada eixo avaliado nos recipientes transportados em cada pavimentação pela qual o transporte foi conduzido até a sua chegada ao pátio da indústria.

TABELA 1. Teste de Tukey a 5% de probabilidade para o RMS ($m s^{-2}$) nos diferentes eixos para cada recipiente de transporte nos diferentes tipos de pavimentação avaliados.

Recipiente	Eixo Z		Eixo Y		Eixo X	
	Terra	Asfalto	Terra	Asfalto	Terra	Asfalto
Caminhão	1,225 a	0,915 a	0,302 a	0,436 b	0,360 a	0,524 a
Reboque	0,766 b	1,021 a	0,345 a	0,670 a	0,406 a	0,787 a

As médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No pavimento de terra, o recipiente de transporte dos frutos a granel contido no caminhão obteve maiores nos níveis de vibração quando comparado com a carga transportada no reboque no eixo z. Já no cenário com a pavimentação de asfalto, no recipiente contido no reboque houve maiores níveis de aceleração. A velocidade de deslocamento do conjunto de transporte (caminhão/reboque) foi menor no trecho de terra, onde a tendência foi de que os recipientes com bases mais estáveis (dois apoios) possuíssem menores níveis de vibração, resultado exemplificado no eixo y. Porém, para esse mesmo eixo, no pavimento de asfalto, com a velocidade de deslocamento maior, o recipiente de transporte contido no reboque foi afetado pelos valores de aceleração média resultante, visto que o reboque estava apoiado sobre dois eixos e contando unido ao caminhão por meio de um pino contido em seu cabeçalho. Na Tabela 2 são apresentados os níveis de Aceleração Média Resultante (AMR; $m s^{-2}$), para os recipientes transportados em cada pavimentação pela qual o transporte foi conduzido até a sua chegada ao pátio da indústria.

TABELA 2. Teste de Tukey a 5% de probabilidade para a aceleração média resultante ($m s^{-2}$) para cada recipiente de transporte avaliado nos diferentes tipos de pavimentação.

Recipiente	Terra	Asfalto
Caminhão	1,313 a	1,154 b
Reboque	0,939 b	1,479 a

As médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No pavimento de terra, o transporte dos frutos no caminhão apresentou maior média de vibração quando comparado com o transporte no reboque, apresentando assim uma maior influência do eixo z. Já na pavimentação de asfalto, o transporte no reboque apresentou uma maior média de aceleração do que o transporte no caminhão, sendo influenciado diretamente pelos valores do eixo y. Como o maior tempo do percurso se deu no asfalto a uma maior velocidade, esses resultados corroboraram com Freire Júnior & Soares (2014), que, enumerando as perdas nas diferentes etapas da cadeia hortifrutícola alertaram que a falta de proteção nos caminhões para evitar a trepidação e as estradas mal pavimentadas são alguns dos fatores que influenciam diretamente nas perdas qualitativas no transporte de produtos agrícolas.

CONCLUSÕES: A irregularidade do pavimento de terra influenciou diretamente nos valores referentes ao eixo z. A velocidade de operação e o tempo de exposição no trecho de asfalto influenciaram os valores do eixo y. Os valores de aceleração do eixo z alteraram significativamente os valores de AMR no pavimento de terra e os valores de y alteraram a AMR do pavimento de asfalto.

REFERÊNCIAS

BRASIL - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de conservação rodoviária**. 2ªed. – Rio de Janeiro, 2005. 564p.

FERREIRA, M. D.; CALBO, A. G. Avaliação para a incidência de danos mecânicos em frutas e hortaliças. In: **Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. 146p.

FERREIRA, N.C.; VENDRUSCOLO, E.P.; SELEGUINI, A.; DOURADO, W.D.S., BENETT, C.G.S.; NASCIMENTO, A.D.R. Growth, yield and quality of tomato fruits in narrow cultivation with the use of paclobutrazol. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v.11, n.1, p. 72-79, 2017.

FOSCACHES, C. A. L.; SPROESSER, R. L.; QUEVEDO-SILVA, F.; LIMA-FILHO, D. O. Logística de frutas, legumes e verduras (FLV): um estudo sobre embalagem, armazenagem e transporte em pequenas cidades brasileiras. **Informações Econômicas**, v.42, n.2, p.37-46. 2012.

FREIRE JUNIOR, M.; SOARES, A. G. **Orientações quanto ao manuseio pré e pós-colheita de frutas e hortaliças visando a redução de suas perdas**. Embrapa Agroindústria de Alimentos - Comunicado Técnico, 2014. 5 p.

NAZARENO, A.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, A.M.C.; VIEIRA, F.M.C.; MIRANDA, K.O.S. Níveis de vibração e choques em diferentes estradas durante o transporte de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.8, p.900-905, 2013.

VERSAVUS, K.; ÖZGÜVEN, F. Determining the effects of vibration parameters and packaging method on mechanical damage in ‘Golden Delicious’ apples. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.2, p.311-320, 2004.

VIGNEAULT, C.; CORTEZ, L.A. Embalagem para frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L.A.; HONORIO, S.; MORETTI, C.L (Ed). **Resfriamento de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 95-119.