



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n7p680-685>

## Vibrações e choques mecânicos em pintos de um dia transportados em diferentes estradas

Aérica C. Nazareno<sup>1</sup>, Iran J. O. da Silva<sup>1</sup>, Ana C. Donofre<sup>1</sup>, Frederico M. C. Vieira<sup>2</sup> & Ariane C. de Castro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Núcleo de Pesquisa em Ambiência/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. E-mail: aericacn@yahoo.com.br (Autora correspondente); iranoliveira@usp.br; acdonofre@gmail.com; arianeastro@usp.br

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, PR. E-mail: fredvzoo@gmail.com

### Palavras-chave:

avicultura de corte  
ambiência  
carga viva  
operações pré-porteira  
tipos de rodovias

### RESUMO

As vibrações e os choques mecânicos que ocorrem durante o transporte de pintos, podem atuar como agente estressor, afetando a vida das aves. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o transporte de pintos de um dia em diferentes estradas por meio dos níveis de vibração e choques ocorrentes nos caminhões. A pesquisa foi conduzida na empresa integradora avícola no estado de São Paulo, com o acompanhamento de 11 carregamentos de pintos. Um caminhão climatizado do tipo contêiner foi utilizado, com capacidade para 630 caixas de pintos totalizando em média 63.000 pintos. As avaliações dos níveis de vibração ( $m s^{-2}$ ) e choques nas estradas de terra e asfalto foram registradas por meio de três acelerômetros triaxiais. Para o nível de vibração e o número de choques o delineamento utilizado foi inteiramente aleatorizado em esquema fatorial 11 x 2. Por meio dos resultados pode-se concluir que os piores níveis de vibração (vertical, horizontal e aceleração geral) ocorreram na estrada de terra, com valores médios de 2,2, 3,3 e 25,8  $m s^{-2}$ , respectivamente. As maiores quantidades de choques ocorreram para todos os deslocamentos de cargas (vertical, lateral direita à esquerda e horizontal) foram verificadas na estrada de asfalto, valores médios de 453, 52 e 554 choques, respectivamente.

### Key words:

poultry production  
ambience  
live load  
pre-gate operations  
types of roads

## Vibration and mechanical shocks in one day-old chicks transported in different roads

### ABSTRACT

The vibration and mechanical shocks that occur during the transport of chicks may act as a stressor, affecting bird's life. The aim of this study was to evaluate the transport of one day-old chicks on different roads, through the vibration and shock occurring in trucks. The research was conducted in the poultry integrator company in the state of São Paulo, through the monitoring of 11 shipments of chicks. An air-conditioned truck (container type) was used, with a capacity of 630 boxes of chicks, totaling an average of 63,000 chicks. The vibration levels ( $m s^{-2}$ ) and shocks on the dirt and asphalt roads were recorded using three triaxial accelerometers. For the vibration level and the number of shocks, the experimental design was completely randomized in an 11 x 2 factorial. With the results it can be concluded that the worst vibration levels (vertical, horizontal and general acceleration) occurred on the dirt road, with mean values of 2.2, 3.3 and 25.8  $m s^{-2}$ , respectively. The largest amounts of shocks occurred for all shifts loads (vertical, horizontal left and right side) were observed on the asphalt road with average values of 453, 52 and 554 shocks, respectively.

## INTRODUÇÃO

Na atual avicultura de corte todos os elos da cadeia produtiva enfrentam o desafio constante de melhorar a rentabilidade por meio da identificação de pontos críticos que possam resultar em perdas produtivas capazes de comprometer a eficiência do sistema, como um todo; entretanto, alguns processos ainda são falhos e carentes de informação, como é o caso do transporte de pintos de um dia dos incubatórios para as granjas.

Muitas pesquisas discutem os problemas intrínsecos ao transporte de animais vivos levando em consideração questões como o estresse térmico e o bem-estar das aves durante a viagem, além da incidência de perdas atribuídas a altas taxas de mortalidade, lesões e fraturas (Silva & Vieira 2010; Miranda de la Lama et al., 2011). Nessas pesquisas os principais problemas observados foram: a densidade de carregamento, as variações térmicas (temperatura e umidade relativa), circulação de ar e também os movimentos dos veículos caracterizados pelas vibrações mecânicas e número de choques (Mitchell & Kettlewell, 1998; Gebresenbet et al., 2011; Schwartzkopf-Genswein et al., 2012; Miranda de la Lama et al., 2014; Nazareno et al., 2015).

Segundo Nazareno et al. (2014) a qualidade das estradas pode exercer sérios impactos sobre a carga que deve ser considerada no planejamento do transporte avícola observando que os piores níveis de vibração e choques ocorrem no sentido vertical em razão das ultrapassagens e frenagens bruscas tanto quanto nas estradas de asfalto em função da alta velocidade do veículo.

Em um trajeto os movimentos vibratórios são sentidos em todo o caminhão. Ranathunga et al. (2010) explicaram que as acelerações passam primeiro pelas rodas, posteriormente pelo eixo de suspensão e chassi, até chegarem à carroceria onde são transmitidas para a carga, ocasionando diferentes respostas que, em sua maioria, são indesejáveis. Para Miranda de la Lama et al. (2014), a maioria dos veículos não é projetada para reduzir as vibrações sentidas pelos animais sabendo-se que os níveis de vibrações são influenciados pelo tipo de suspensão, rotação do motor, número de eixos e calibragem de pneus.

Gebresenbet et al. (2011) relataram que a exposição aos efeitos das vibrações durante o transporte causou desconforto aos animais deslocando do seu centro de equilíbrio, fazendo com que esses caíam e se lesionem. Warriss et al. (1997) e Carlisle et al. (1998) complementam que este agente contribui potencialmente para um estado de fadiga nas aves induzindo a respostas fisiológicas resultantes do estresse, como alterações na taxa metabólica, hormonal e respiratória.

Donofre et al. (2014) avaliaram, por meio de simulações em laboratório, o efeito de dois níveis de vibração (RSS de 9,64  $m\ s^{-2}$  e RSS de 15,19  $m\ s^{-2}$ ), sobre o estresse e o desempenho de pintos de corte e verificaram que o tratamento mais intenso (15,19  $m\ s^{-2}$ ) resultou em aumento significativo na frequência respiratória dos pintos de um dia quando comparado ao tratamento controle. Referidos resultados ajudam a explicar os efeitos negativos de tal agente físico do transporte sobre os pintos de um dia. Portanto, ainda existe carência de pesquisas com vibrações mecânicas no transporte de carga viva (pintos

de um dia), para evidenciar as condições reais das estradas por onde os produtos avícolas são escoados.

Diante do exposto o objetivo desta pesquisa foi avaliar o transporte de pintos de um dia em diferentes estradas, por meio dos níveis de vibração e choques ocorrentes nos caminhões.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no incubatório avícola de uma empresa integradora localizada no Estado de São Paulo, Brasil, apresentando latitude de 22° 25' 55" S, longitude de 46° 57' 28" W e altitude de 632 m. Os períodos experimentais foram de novembro a dezembro de 2010 e fevereiro de 2011, acompanhando 11 carregamentos de pintos de um dia.

O caminhão de transporte utilizado na pesquisa foi do tipo contêiner, modelo Constellation 26-370 6 x 4 tractor da Volkswagen apresentando as dimensões de 8 m de comprimento, 2,5 m de largura e 2,5 m de altura, com dois eixos. A calibragem dos pneus foi realizada com 100 libras, o tipo de suspensão era do tipo com molas parabólicas e amortecedores hidráulicos de dupla ação.

A carroceria do caminhão era revestida interna e externamente de alumínio, com isolamento térmico de poliuretano expandido; no seu interior se encontravam três fileiras (lateral esquerda, lateral direita e central), com espaçamento entre fileiras de 0,7 m; longitudinalmente, as laterais eram divididas com duas prateleiras com espaçamento vertical aproximado de 0,81 m entre si (Figura 1).

As caixas utilizadas para o transporte possuíam 42 cm de largura por 57 cm de comprimento e 15 cm de altura, com espessura de 2,5 mm. A capacidade de transporte do caminhão era de 480 caixas nas prateleiras e 150 caixas no corredor totalizando, assim, 630 caixas com 100 pintos de um dia cada. Nas 11 viagens foram utilizados o mesmo caminhão e motorista.

Durante o transporte foi avaliado o nível de vibração ( $m\ s^{-2}$ ) em três pilhas de caixas de pintos de um dia, localizadas nas três extremidades (frente direita, traseira direita e esquerda) da carroceria do caminhão.



Figura 1. Imagens internas do caminhão contêiner com a carga de pintos de um dia

Para o registro dos níveis de vibração foram utilizados acelerômetros triaxiais da marca Hobo Pendant G Acceleration data logger, com faixa de medição de  $\pm 3 g$  ou  $29,4 m s^{-2}$ , parafusados na parte interna da primeira caixa de cada pilha avaliada, segundo a metodologia descrita por Berardinelli et al. (2003).

Os intervalos de registro foram de um segundo com a frequência de 1 Hz constante; durante a viagem o acelerômetro estabelece uma frequência fixa entre 1-100 Hz, conforme o intervalo de medição requisitado. O registro de dados se iniciava a partir do fechamento das portas do caminhão cujo tempo de permanência foi quantificado em diferentes tipos de estrada (terra e asfalto); as viagens apresentaram uma quilometragem média de 104 km com tempo médio de 2 h, ante o que foi possível analisar, nos diferentes tipos de estrada, os níveis de vibração e a presença de choques mecânicos na carga transportada.

Com os dados coletados da aceleração média (RMS) para cada um dos três eixos, foi possível estimar a aceleração geral (RSS) conforme as Eqs. 1 e 2 sugeridas por Randall et al. (1993; 1997):

$$RMS = \left( \frac{\sum a_i^2}{N} \right)^{1/2} \quad (1)$$

em que:

$a_i$  - valor observado no eixo (x, y ou z) no tempo  $i$  ( $i=1,2,\dots,N$ ); e

$N$  - número de observações no eixo (x, y ou z)

$$RSS = (RMS_x^2 + RMS_y^2 + RMS_z^2)^{1/2} \quad (2)$$

em que:

$x$  - vibração vertical do piso à parte superior;

$y$  - vibração lateral da direita à esquerda; e

$z$  - vibração horizontal da frente ao fundo.

Na avaliação do nível de vibração da carroceria do caminhão adotou-se o delineamento experimental com estrutura de parcela do tipo inteiramente aleatorizada e, como estrutura de tratamento, o esquema fatorial de 11 x 2, representando as 11 viagens e dois tipos de estrada (terra e asfalto), em que as repetições correspondiam aos intervalos (1 s) de registro de dados das variáveis. A análise estatística utilizada foi o modelo linear normal assumindo, como variáveis respostas, as RMS X, RMS Y, RMS Z e RSS.

De acordo com as pesquisas de Randall et al. (1993; 1997), o número de choques de uma carga é representado pelos maiores valores das vibrações ( $m s^{-2}$ ) e/ou picos das vibrações ocorridos durante a viagem, seguidos de uma redução (frenagem) brusca na aceleração. Neste trabalho a proposta para avaliação do número de choques foi a contabilização por meio do blox plot que adota, como referência, o valor 1,5 de distância interquartilica, ou seja, a diferença entre o terceiro e o primeiro quartil.

O delineamento experimental utilizado para os choques durante o transporte foi a estrutura de parcela do tipo inteiramente aleatorizada e, como estrutura de tratamento,

o esquema fatorial de 11 x 2, representando as viagens e dois tipos de estrada (terra e asfalto). A análise estatística utilizada foi o modelo linear generalizado com distribuição binomial negativa e a função de ligação foi a logarítmica.

Para correlação de Pearson entre os choques e a quantidade de pintos de um dia transportado em cada viagem analisada foram selecionados cinco carregamentos que apresentavam o mesmo tempo de viagem e distância.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software estatístico SAS (SAS, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) nos níveis de vibração entre as estradas de terra e asfalto, para a RMS X (vibração vertical), RMS Z (vibração na horizontal) e RSS (aceleração geral), sendo que os maiores valores médios dessas variáveis foram observados na estrada de terra, com 2,2, 3,3 e 25,8  $m s^{-2}$ , respectivamente (Tabela 1). Em relação à variável RMS Y (vibração lateral da direita para esquerda) notou-se que não houve diferença estatística entre os dois tipos de estrada.

Conforme o esperado, a estrada de terra proporcionou maior vibração na carga de pintos de um dia em relação à estrada de asfalto ( $RSS_{terra} > RSS_{asfalto}$ ). Este evento pode ser atribuído às grandes irregularidades e buracos na pista de terra. Ao contrário deste resultado, no transporte de ovos férteis observou-se que as maiores vibrações ocorreram na estrada de asfalto ( $13,1 m s^{-2}$ ) uma vez que, em geral, o motorista dirige com maior cuidado na estrada de terra devido às piores condições da pista e pelo tipo da carga (ovos fértil) ser mais frágil, o que pode resultar em uma visibilidade maior da perda do produto (atribuído à presença de quebras e trincas) durante o transporte (Nazareno et al., 2014). Essas divergências de resultados foram atribuídas aos diferentes tipos de carga transportada, ao número de eixos do caminhão (pinto de um dia = 2 eixos e ovos férteis = 3 eixos) à velocidade do veículo (frenagem, ultrapassagem e acelerações) e ao desempenho do motorista (Pierce et al., 1992; Zhou et al., 2007; Idah et al., 2009; Walber & Tamagna, 2010).

Os níveis vibração nas RMS X, RMS Y e RMS Z apresentaram tendência de valores médios praticamente iguais para estrada de terra, asfalto e geral (Figura 2). No entanto, a RSS (aceleração geral) foi maior na estrada de terra com valor médio de  $26,3 m s^{-2}$ . Com relação à faixa ideal do nível de vibração ( $0,315 m s^{-2}$ ) para humano, estabelecida pela ISO 2631-1 (1997) foi possível observar que todos os níveis de vibração das RMS X, RMS Y, RMS Z e RSS, estiveram acima da faixa ideal para a estrada de terra, asfalto em geral, durante

Tabela 1. Valores médios dos níveis de vibração para diferentes tipos de estrada durante o transporte de pintos de um dia

Tipos de estrada	Níveis de vibração ( $m s^{-2}$ )			
	RMS X	RMS Y	RMS Z	RSS
Asfalto	1,7 b	9,0 a	2,0 b	14,0 b
Terra	2,2 a	8,7 a	3,3 a	25,8 a
Teste F	4,87*	1,24 <sup>NS</sup>	20,16*	18,24*

Médias com letras diferentes minúsculas em cada coluna diferem entre si a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de teste F; <sup>NS</sup> Não significativo, \*Significativo a 0,05 ( $p < 0,05$ )

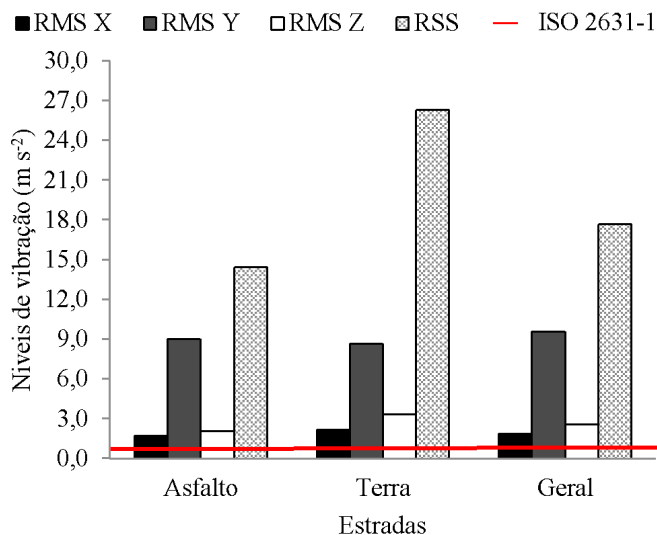


Figura 2. Valores médios dos níveis de vibração para os diferentes tipos de estradas (terra, asfalto e geral), com seus respectivos deslocamentos da carga de pintos de um dia e a faixa ideal do nível de vibração (0,315 m s<sup>-2</sup>) para humanos, estabelecida pela ISO 2631-1 (1997)

o transporte de pintos de um dia. Diante desses resultados pode-se dizer que os elevados níveis de vibrações são passíveis de atuar como agente estressor durante o transporte de pintos.

Donofre et al. (2014) observaram que os níveis de vibração não influenciaram ( $p < 0,05$ ) no desempenho das aves na primeira semana de vida porém os pintos submetidos à aceleração mais intensa (15,19 m s<sup>-2</sup>) obtiveram um aumento significativo na frequência respiratória (54,33 mov min<sup>-1</sup>), quando comparado ao controle e ao outro tratamento de vibração comprovando os efeitos negativos deste agente. Os autores Warriss et al. (1997) e Carlisle et al. (1998) também verificaram que os altos níveis de vibração induzem alterações nas respostas fisiológicas (taxa metabólica, hormonal e frequência respiratória) do animal atribuído ao estresse sofrido durante o percurso.

Diversas pesquisas com o transporte de aves demonstraram que os altos níveis de vibração sujeitam as aves a um estado de estresse físico e mental, o qual compromete o bem-estar e, que, consequentemente, pode afetar o desempenho produtivo dos animais (Randall et al., 1993; Warriss et al., 1997; Carlisle et al., 1998; Schwartzkopf-Genswein et al., 2012).

Por meio da Tabela 2 pode-se verificar que houve diferença estatística na quantidade de choques entre os diferentes tipos de estrada (terra e asfalto) para os três deslocamentos de carga (RMS X = vertical do piso à parte superior; RMS Y = lateral da direita à esquerda e RMS Z = horizontal da frente ao fundo), em que os maiores valores médios de choques (453, 52 e 554)

Tabela 2. Valores médios de choques para os três deslocamentos de carga (RMS X, RMS Y e RMS Z) em diferentes tipos de estrada durante o transporte de pintos de um dia

Tipos de estrada	Quantidade de choques		
	RMS X	RMS Y	RMS Z
Asfalto	453 a	52 a	554 a
Terra	134 b	7 b	97 b
Teste Qui-quadrado	8,35*	2,91 <sup>NS</sup>	18,87*

Médias com letras diferentes minúsculas diferem entre si a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste do Qui-quadrado. <sup>NS</sup>Não significativo, \*Significativo a 0,05 ( $p < 0,05$ )

para todos os deslocamentos de cargas foram encontrados na estrada de asfalto. Resultados semelhantes a esses também foram verificados no transporte de ovos férteis sendo que os maiores números de choques ocorreram na estrada de asfalto, atribuídos a uma velocidade maior do caminhão e ao maior cuidado que o motorista tem em dirigir no percurso de estrada de terra em decorrência da grande presença de irregularidades e buracos na pista (Nazareno et al., 2014).

A quantidade de choques nas estradas não apresentou o mesmo comportamento dos níveis de vibração (terra <sub>choque</sub> < asfalto <sub>choque</sub>; terra <sub>vibração</sub> > asfalto <sub>vibração</sub>), porque a estrada de asfalto oferece as melhores condições de pavimentação o que propicia uma velocidade maior do veículo (número de frenagem, ultrapassagem, aceleração). A pressa em atender à logística de transporte da empresa pode levar a um aumento ou diminuição no número de choques que a carga de pintos venha sofrer.

Com relação ao número de choques foi possível observar que as estradas apresentaram o mesmo comportamento na quantidade de choques para os diferentes deslocamentos de carga (Figura 3).

Em relação ao deslocamento da carga de pintos na vertical observou-se tendência para os menores valores médios de choques na estrada de terra com 245, seguido do geral (328) e asfalto (443). No deslocamento da carga na lateral da direita à esquerda novamente se observou que o menor valor médio de choques ocorreu na estrada terra com 179, depois no geral (254) e asfalto (412). A despeito do deslocamento da carga na horizontal da frente ao fundo verifica-se que esta também obteve o menor valor médio na estrada de terra com 250, posterior o geral (515) e o asfalto (843). Na literatura não foi possível encontrar um valor ideal para o número de choques com que uma carga de pintos resiste sem que os mesmos fiquem estressados durante a viagem.

Assim como na vibração, a quantidade de choques que a carga de pintos recebeu está inteiramente ligada com o tipo de estrada (terra ou asfalto), velocidade do veículo, quantidade de eixos e molas, além de outros. Essas variáveis mecânicas também podem ser alteradas conforme a logística de transporte da empresa.

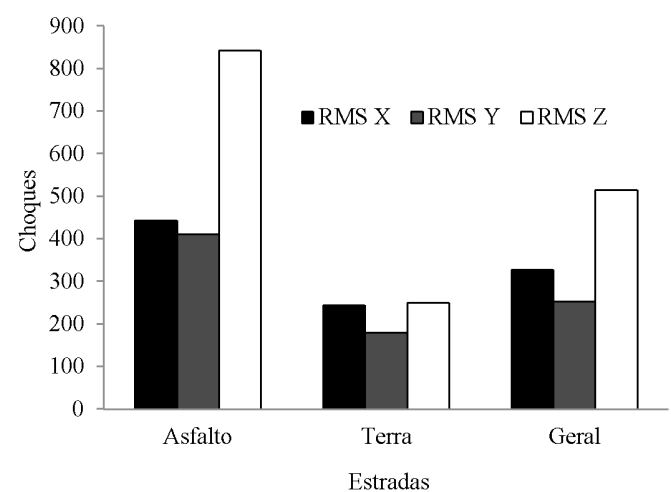


Figura 3. Valores médios do número de choques para os diferentes tipos de estrada (asfalto, terra e geral), com os respectivos deslocamentos (RMS X, RMS Y e RMS Z) da carga de pintos de um dia transportada

Vale ressaltar que houve tendência em maiores quantidades de choques médios no deslocamento horizontal da frente ao fundo da carga de pintos, atribuída à pouca estabilidade no engate das caixas de pintos em relação aos deslocamentos da carga na vertical (RMS X) e lateral da direita à esquerda (RMS Y).

Referente à correlação de Pearson apresentada na Tabela 3, observou-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre a quantidade de choques e de pintos de um dia transportados apresentando um coeficiente de correlação forte e positiva ( $P > 0,70$ ). A resposta da incidência de choques é dependente da carga transportada, ou seja, quanto maior a massa (ton.) do caminhão maior também a quantidade de choques; por exemplo, a maior quantidade de pintos proporcionará maior ocorrência de choques durante o trajeto.

Por meio do resultado da Tabela 3 observa-se que algumas informações contradizem o esperado pois se acreditava que cargas mais pesadas dariam maior estabilidade ao transporte obtendo menos choques.

Para complementar os resultados anteriores de correlação a Figura 4 ilustrou que quanto maior a carga de pintos no caminhão maior também será no número de choques durante o percurso do transporte; logo, o maior número de choques (2.082) ocorreu na viagem 5 em que foram transportados 40.600 pintos de um dia, conforme os resultados encontrados na correlação de Pearson.

Tabela 3. Análise de variância e coeficiente de correlação entre choques e quantidade de pintos transportados

Análise de variância	Choques	Quantidade de pintos transportados
Média	1559	39320
Desvio padrão	431,3	1760
Coeficiente de correlação	1,000	0,909

Correlação Pearson a nível de 0,05 de probabilidade ( $p < 0,05$ )

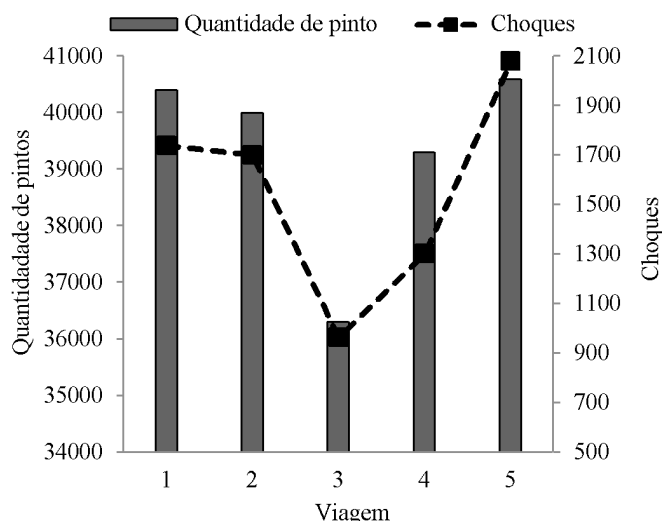


Figura 4. Cargas de pintos transportados em diferentes viagens e seus respectivos choques

## CONCLUSÕES

1. Os piores níveis de vibração (vertical, horizontal e aceleração geral) no transporte de pintos de um dia ocorreram na estrada de terra quando comparada com a estrada de asfalto, com valores médios de 2,2, 8,7, 3,3 e 25,8  $m s^{-2}$ .

2. As maiores quantidades de choques para todos os deslocamentos de cargas foram verificadas na estrada de asfalto, com valores médios de 453, 52 e 554 choques, respectivamente, para RMS X, RMS Y e RMS Z.

## LITERATURA CITADA

- Berardinelli, A.; Donati, V.; Giunchi, A.; Guarnieri, A.; Ragni, L. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. *Biosystems Engineering*, v.86, p.495-502, 2003. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2003.08.017>
- Carlisle, A. J.; Mitchell, M. A.; Hunter, R. R.; Duggan, J. A.; Randall, J. M. Physiological responses of broiler chickens to the vibrations experienced during road transportation. *British Poultry Science*, v.39, p.48-49, 1998. <http://dx.doi.org/10.1080/00071669888340>
- Donofre, A. C.; Silva, I. J. O. da; Nazareno, A. C. Vibrações mecânicas: um agente estressor no transporte de pintos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, p.454-458, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000400014>
- Gebresenbet, G.; Van de Water, G.; Geers, R. Vibration levels and frequencies on vehicle and animals during transport. *Biosystems Engineering*, v.110, p.10-19, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2011.05.007>
- Idah, P. A.; Yisa, M. G.; Ajisegiri, E. S. A.; Okpala, O. Resonance frequency of Nigerian tomato fruit as related to prevention of damage during transportation. *Journal of Food Science and Technology*, v.46, p.153-155, 2009.
- ISO 2631-1. Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements. New York: Acoustical Society of America, 1997. 31p.
- Miranda de La Lama, G. C.; Sepulveda, W. S.; Villarroel, M.; María, G. A. Livestock vehicle accidents in Spain: causes, consequences, and effects on animal welfare. *Journal Applied Animal Welfare Science*, v.14, p.109-123, 2011. <http://dx.doi.org/10.1080/10888705.2011.551622>
- Miranda de La Lama, G. C.; Villarroel, M.; María, G. A. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: A review. *Meat Science*, v.98, p.9-20, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.005>
- Mitchell, M. A.; Kettlewell, P. J. Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: Solutions not problems. *Poultry Science*, v.77, p.1803-1814, 1998. <http://dx.doi.org/10.1093/ps/77.12.1803>
- Nazareno, A. C.; Silva, I. J. O. da; Vieira, F. M. C.; Santos, R. F. S. Temperature mapping of trucks transporting fertile eggs and day-old chicks: Efficiency and/or acclimatization? *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, p.134-139, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n2p134-139>
- Nazareno, A. C.; Silva, I. J. O. da; Vieira, A. M. C.; Vieira, F. M. C.; Silva-Miranda, K. O. Transporte de ovos férteis: Influência das idades das matrizes, tempos de estocagem e das estradas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, p.338-343, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000300014>
- Pierce, C. D.; Singh, S. P.; Burgess, G. A comparison of leafspring with air-cushion trailer suspension in the transport environment. *Packaging Technology and Science*, v.5, p.11-15, 1992. <http://dx.doi.org/10.1002/pts.2770050104>
- Ranathunga, C. L.; Jayaweera, H. H. E.; Suraweera, S. K. K.; Wattage, S. C.; Ruvinda, K. K. D. L.; Ariyaratne, T. R. Vibration effects in vehicular road transportation. *Proceedings of the Technical Sessions*, v.26, p.9-16, 2010.

- Randall, J. M.; Duggan, J. A.; Alami, M. A.; White, R. P. Frequency weightings for the aversion of broiler chickens to horizontal and vertical vibration. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v.68, p.387-397, 1997. <http://dx.doi.org/10.1006/jaer.1997.0218>
- Randall, J. M.; Streader, W. V.; Meehan, A. M. Vibration on poultry transporters. *British Poultry Science*, v.34, p.635-642, 1993. <http://dx.doi.org/10.1080/00071669308417622>
- SAS Institute. *Statistical analysis system: Release 9.2*, (software). Cary, 2010. 620p.
- Schwartzkopf-Genswein, K. S.; Faucitano, L. S.; Dadgar, P.; Shand, L. A.; González, T. G. C. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. *Meat Science*, v.92, p.227-243, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.010>
- Silva, I. J. O. da; Vieira, F. M. C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. *Archivos de Zootecnia*, v.59, p.113-131, 2010.
- Walber, M.; Tamagna, A. Avaliação dos níveis de vibração existentes em passageiros de ônibus rodoviários intermunicipais, análise e modificação projetual. *Revista Liberato*, v.11, p.1-88, 2010.
- Warriss, P. D.; Brown, S. N.; Knowles, T. G.; Edwards, J. E.; Duggan, J. A. Potential effect of vibration during transport on glycogen reserves in broiler chickens. *The Veterinary Journal*, v.153, p.215-219, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/S1090-0233\(97\)80042-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1090-0233(97)80042-1)
- Zhou, R.; Su, S.; Yan, L.; Li, Y. Effect of transport vibration levels on mechanical damage and physiological responses of Huanghua pears (*Pyrus pyrifolia Nakai*, cv. Huanghua). *Postharvest Biology and Technology*, v.46, p.20-28, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.04.006>