



Transporte de ovos férteis: Influência das idades das matrizes, tempos de estocagem e das estradas

Aérica C. Nazareno¹, Iran J. O. da Silva², Afrânio M. C. Vieira³,
Frederico M. C. Vieira⁴ & Késia O. S. Miranda⁵

¹ NUPEA/ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Fone: (19) 3447-8563. E-mail: aeriacn@yahoo.com.br (Autor correspondente)

² NUPEA/ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Fone: (19) 3447-8563. E-mail: iranoliveira@usp.br

³ Departamento de Estatística/UnB, Brasília, DF. Fone: (61) 3107-3659. E-mail: afranio.unb@gmail.com

⁴ UTFPR, Comunidade São Cristóvão Dois Vizinhos, PR. E-mail: fredvzoo@gmail.com

⁵ LEB/ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Fone: (19) 3447-8563. E-mail: kosilva@usp.br

Palavras-chave:

avicultura
ambiência
caminhão de ovos
operações pré-porteira

RESUMO

Propôs-se, com esta pesquisa, avaliar a influência de diferentes idades das matrizes e tempos de estocagem no número de ovos trincados durante a operação de transporte em diferentes estradas. A pesquisa foi conduzida na empresa integradora avícola em Mogi-Mirim - SP, por meio do acompanhamento de três carregamentos em diferentes estações do ano (primavera, verão e outono). Foi utilizado um caminhão climatizado do tipo baú com capacidade para 592 caixas de ovos. Foram registrados, por meio de quatro acelerômetros, os níveis de vibração ($m\ s^{-2}$) e choques em percursos realizados nas estradas de terra e asfalto. O número de ovos trincados foi obtido por meio da contabilização de 18 caixas de ovos transportadas que apresentavam três idades de matrizes e três tempos de estocagem, pelo método visual. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente aleatorizado com esquema fatorial 3×3 . Conclui-se que as matrizes velhas e intermediárias apresentaram o maior número de ovos trincados; os maiores níveis de vibração e choques da carga ocorreram no sentido horizontal enquanto a estrada de asfalto ofereceu as piores condições para o transporte de ovos.

Key words:

poultry production
environment control
egg truck
pre-hatching operations

Transport of fertilized eggs: Influence of breeder age, storage period and road

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the influence of age of breeder hens and storage periods on number of cracked eggs during transportation on different types of roads. The study was conducted in a poultry farm located in Mogi-Mirim, State of São Paulo, Brazil, through tracking of three loads in different seasons of the year (spring, summer and autumn). An environmentally controlled truck was used, with total capacity of 592 egg boxes. Vibration levels ($m\ s^{-2}$) and shocks during asphalt and land track were registered by accelerometers ($n = 4$). The number of cracked eggs was obtained through visual accounting of 18 egg boxes, which showed three breeder ages and three storage periods. A completely randomized experimental design was adopted, with a 3×3 factorial design. It is concluded that old and intermediate broiler breeders showed a higher number of cracked eggs. The higher vibration levels and load shocks were observed towards horizontally. The asphalt road offered harsh conditions for egg transportation.

INTRODUÇÃO

Com o envelhecimento da matriz avícola os ovos sofrem alterações de espessura da casca, número e diâmetro dos poros, fazendo com que a casca seja mais frágil (Baracho et al., 2010; Costa et al., 2011). Isto pode tornar os ovos oriundos de matrizes velhas mais sensíveis aos impactos mecânicos (níveis de vibrações e choques) sofridos durante o transporte. Esses impactos afetam diretamente as propriedades físicas dos materiais biológicos, neste caso, o ovo.

A casca do ovo, por se tratar de um material natural que embala todo o conteúdo do ovo, deve apresentar alta resistência aos impactos, sejam eles físicos ou mecânicos (Bamelis et al.,

2008; Deng et al., 2010). O estudo do nível de vibração durante o transporte dos ovos férteis pode auxiliar na tomada de decisões visando às reduções de perdas pré-porteira que ultrapassam 1%, atribuídas às trincas e quebras dos mesmos (Nazareno, 2012) inclusive em soluções para melhorias do amortecimento da carga e do veículo durante o transporte.

Além dos problemas físicos os autores Adams & Skinner (1963) verificaram que o transporte de ovos influenciou as medições da unidade haugh, quando eram submetidos a diferentes temperaturas, movimentação de ar e níveis de vibração. A vibração, o choque e a queda, danificam significativamente o albúmen e a qualidade da gema dos ovos (Altuntaş & Şekeroğlu, 2008; Deng et al., 2010).

O nível de vibração durante o transporte vai depender da carga, do tipo de embalagem, da qualidade e do tipo da estrada, da velocidade (constante, aceleração ou frenagem), da distância percorrida, do tipo de suspensão e do número de eixos do caminhão, da calibragem de pneus e do tipo de amortecedores (Franchini, 2007; Idah et al., 2009; Zhang et al., 2009; Silva & Vieira, 2010; Walber & Tamagna, 2010; Gebresenbet et al., 2011; Nazareno et al., 2013a; 2013b).

De forma geral, os caminhões e veículos (ônibus, caminhões, colheitadeira e tratores) apresentam movimentos que podem ser regulares ou irregulares levando-os a trepidar com maior ou menor intensidade (Lida, 2005; Franchini, 2007; Oliveira et al., 2007; Walber & Tamagna, 2010; Gebresenbet et al., 2011). Esses movimentos e principalmente os bruscos, podem causar danos à casca do ovo, como: trincas e quebras, agitação do material interno, danificação do albúmen e da qualidade da gema ocasionando perda dos ovos férteis (Thompson et al., 1986). Por consequência provocará mortalidade e má-formação embrionária além de reduzir a qualidade dos pintos de corte.

Os altos níveis de vibrações em ovos recém-coletados (ovos que ainda não foram estocados) podem alterar a qualidade dos ovos tornando-os com aparência de mais velhos, ou seja, apresentaram características semelhantes aos ovos que permaneceram estocados durante 10 dias (Berardinelli et al., 2003). Pode-se dizer que os níveis de vibração excessiva dão, aos ovos, a aparência de envelhecimento. Esses ovos apresentaram redução de 18% da força da membrana vitelínica e aumento na altura da camada de ar, promovendo perdas sensíveis na qualidade final do produto.

As perdas contabilizadas no transporte de ovos decorrentes da operação pré-porteira são chamadas “ovos trincados e quebrados” que representam um grande desafio para as empresas integradoras visto que resultam em perdas significativas na cadeia produtiva. É necessário um refinamento na avaliação das perdas quantitativas (ovos trincados e quebrados) e qualitativas (qualidade interna dos ovos mesmo que não trincados e quebrados) como, por exemplo, membrana vitelínica, camada interna de ar, qualidade da gema e do albúmen; neste sentido se percebe a necessidade de rever, na avicultura, alguns de seus processos de manejo, especialmente com relação à etapa de transporte de ovos; em função disto objetivou-se, neste trabalho, avaliar a influência de diferentes idades das matrizes e tempos de estocagem no número de ovos trincados, isto durante a operação de transporte em diferentes estradas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida nas instalações do matrizeiro e do incubatório avícola comercial de uma empresa integradora no estado de São Paulo, 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 de fevereiro a abril de 2011 durante a primavera, verão e outono, distribuídos em três carregamentos similares, porém independentes.

Foi utilizado caminhão de transporte do tipo baú, modelo Constellation 26-370 6x4 tractor da Volkswagen, apresentando as dimensões de 7,5 m de comprimento, 2,6 m de largura e 2,6 m de altura, com três eixos. A calibragem dos pneus é feita com 100 libras, o tipo de suspensão é de molas parabólicas e amortecedores hidráulicos de dupla ação. A capacidade de carregamento do caminhão era de aproximadamente 592 caixas de ovos empilhadas e distribuídas na área da carroceria; enfim, a carga total média dos carregamentos foi de 90.480 ovos.

As caixas de transporte de ovos possuem dimensões externas de 63 cm de comprimento, 32,5 cm de largura e 30 cm de altura e espessura 3 mm, com abertura nas laterais de 3,2 cm x 1,1 cm e no fundo de 2 x 2 cm, as quais suportam 240 ovos que equivalem a 8 bandejas de plástico com as dimensões de 30 x 30 cm com capacidade de 30 ovos em cada bandeja.

Foram selecionadas três diferentes idades de matrizes da linhagem Cobb Fast, provenientes do mesmo lote e analisadas ao longo do tempo com o objetivo de avaliar a influência dos níveis de vibração sobre ovos férteis oriundos da diferentes matrizes e dos diversos tempos de estocagem. As idades analisadas foram classificadas da seguinte forma: idade nova = 29-30 semanas; idade intermediária = 42-43 semanas; idade velha = 52-53 semanas. Todo o registro de dados foi realizado separadamente para cada idade das matrizes do mesmo lote e ao longo do tempo, ou seja, quando as matrizes atingiam as três idades (nova, intermediária e velha) eram coletados 1440 ovos que correspondiam a seis caixas de ovos férteis totalizando 4320 ovos avaliados.

A pesquisa foi realizada de forma que os tempos de estocagem encerrassem no mesmo período para a realização do transporte, ou seja, houve uma organização prévia para a armazenagem: três dias antes do transporte foram armazenados 480 ovos; no segundo dia mais 480 ovos e no dia do transporte 480 ovos foram selecionados para a pesquisa. Esses intervalos de tempo de estocagem foram representados por: T1 = 50-52 h, T2 = 26-30 h e T3 = 3-6 h, respectivamente.

As caixas de ovos dos respectivos tratamentos foram localizadas no centro geométrico do caminhão para oferecer uma homogeneização melhor no nível vibração e choques.

A avaliação das perdas quantitativas durante o transporte de ovos férteis foi realizada pela quantificação do número de ovos trincados nos diferentes tratamentos estudados.

O parâmetro ovos trincados foi considerado fator de seleção ao processo sendo adotado como variável resposta. A contabilização foi realizada conforme a rotina da empresa na qual foram selecionados individualmente e avaliados pelo método visual.

Durante o transporte foi avaliado o nível de vibração ($m s^{-2}$) das quatro pilhas de caixas de ovos que estavam localizadas nas quatro extremidades (frente direita e esquerda, traseira direita e esquerda) da carroceria do caminhão. O registro dos dados foi realizado por meio de quatro acelerômetros triaxiais e data loggers 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 da pilha e no seu interior, segundo a metodologia apresentada pelos autores Berardinelli et al. (2003) conforme indicado na Figura 1.

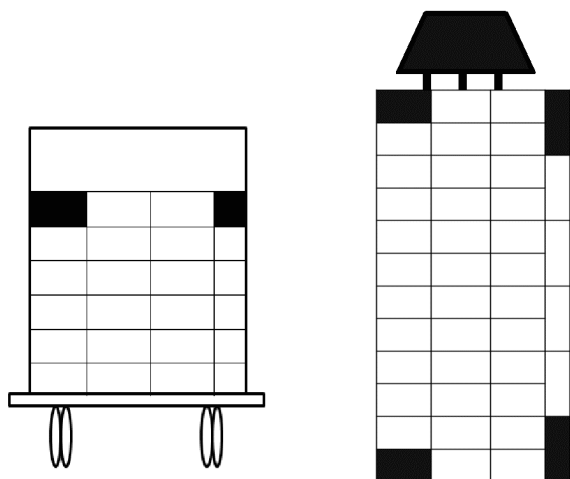


Figura 1. Distribuição fixa dos acelerômetros (caixas pretas) ao longo da carga

O registro foi realizado por meio da aceleração do caminhão em intervalos 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 do que foi quantificado o tempo de permanência nas diferentes estradas. A distância percorrida em cada uma das viagens totalizava 60 km sendo 6 km de estrada de terra e 54 km de estrada asfaltada. Com base nessas variações foi possível analisar a tipologia das estradas levando à obtenção de resultados expressivos relacionados à presença de choques mecânicos nas caixas analisadas.

Com os valores da aceleração média (RMS) para cada um dos três eixos estimou-se a aceleração geral (RSS) conforme as Eqs. (1 e 2) sugeridas por Randall et al. (1997).

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

em que:

a_i - valor observado no eixo (x, y ou z) no tempo i (i = 1, 2, ..., N)

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

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

em que:

x - vibração vertical do piso à parte superior

y - vibração lateral da direita à esquerda

z - vibração horizontal da frente ao fundo

Para avaliação dos ovos trincados nas diferentes cargas relacionadas a cada tratamento foi utilizado o delineamento

experimental com estrutura de parcela do tipo inteiramente aleatorizada e, como estrutura de tratamento, o esquema fatorial de 3 x 3, que representavam as três idades de matrizes de corte e três tempos de estocagem. A análise estatística utilizada para a variável ovos trincados se compunha dos modelos lineares generalizados os quais permitem modelar esta medida assumindo a distribuição de Poisson enquanto a função de ligação utilizada foi logarítmica (Molenberghs & Verbeke, 2005).

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 3 x 2 x 4, que representavam as três viagens, dois tipos de estrada (terra e asfalto) e quatro acelerômetros. A análise estatística utilizada foi o modelo linear normal assumindo, como variáveis resposta 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 contabilizada por meio da utilização do blox plot que utiliza, como referência, o valor 1,5 de distância interquartilica, que seria a diferença entre os terceiro e primeiro quartis (Nazareno, 2012). O delineamento experimental utilizado foi a estrutura de parcela do tipo inteiramente aleatorizada e, como estrutura de tratamento, o esquema fatorial de 3 x 2, que representavam as três viagens e os dois tipos de estrada (terra e asfalto). A análise estatística utilizada foi o modelo linear generalizado com distribuição binomial negativa; a função de ligação foi a logarítmica.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se diferença estatística entre as idades das matrizes para o número de ovos trincados. Observou-se que as idades de matrizes velha e intermediária não diferiram significativamente entre si porém apresentaram diferença estatística significativa da idade de matriz nova. Os maiores valores médios de ovos trincados foram encontrados nas idades de matrizes velha e intermediária com 14,8 e 9,8 unidades, respectivamente, ou seja, 3,3 e 2,2%, e o menor na idade de matriz nova com 3,7 unidades, isto é, 0,8% (Tabela 1).

Tabela 1. Relação do número e porcentagem de ovos trincados para as diferentes idades de matrizes de corte

Idade das matrizes de corte	Números de ovos trincados	Ovos trincados (%)
Nova	3,7 B	0,8
Intermediária	9,8 A	2,2
Velha	14,8 A	3,3
Teste Qui-quadrado	23,22*	
Perda Total de ovos (%)		2,1

Médias com letras diferentes maiúsculas diferem entre si a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste do Qui-quadrado. *Significativo a 0,05 ($P < 0,05$)

A maior média e a porcentagem de ovos trincados nas idades velha e intermediária podem ser explicadas pela maior fragilidade da casca dos ovos em virtude da menor deposição de carbonato de cálcio por unidade de área e maior quantidade de material interna (Costa et al., 2011).

A quantidade de cálcio depositada nos ovos permanece mais ou menos constante durante todo o ciclo de postura; todavia, do início ao final do ciclo de postura o ovo chega a aumentar até 40% do seu tamanho razão por que haverá menos cálcio por área de superfície de casca o que resultará na redução da resistência da casca; assim, aves jovens têm uma taxa de retenção de aproximadamente 60% enquanto as aves mais velhas retêm apenas 40% do cálcio absorvido (Oliveira et al., 2009; Costa et al., 2011; Figueiredo et al., 2011).

Ao estudar a influência direta da idade da matriz sobre a qualidade, composição e tamanho do ovo, os autores Tanure et al. (2009) verificaram que, com o avanço da idade de matriz, ocorrem redução na taxa de postura, alteração nos constituintes do ovo, principalmente gema e albúmen, aumentando o tamanho, e a quantidade de poros dos ovos reduzindo a espessura da casca do ovo.

É importante ressaltar que a quantidade de trincas e rachaduras dos ovos, durante o transporte pode ser oriunda de diversos fatores, como: idade das matrizes, condições e tipo de estradas (terra e asfalto), níveis de vibração e choques e aspectos nutricionais, dentre outros.

Verificou-se, com relação aos tempos de estocagem, que não houve diferença estatística para o número de ovos trincados; na literatura não existem evidências de que o tempo de estocagem pode aumentar no número de ovos trincados. Sabe-se que a casca do ovo apresenta apenas 0,01 de água (Nascimento & Salle, 2003; Figueiredo et al., 2011). Portanto, a quantidade de água presente na casca do ovo era muito pequena para resultar em trincas.

Fazendo um somatório das perdas das caixas de ovos dos tratamentos (idade de matrizes) durante o transporte, observa-se que essas ultrapassaram 0,01 e que, por serem atribuídas ao alto nível de vibração e choques causaram, por consequência, um aumento no número de ovos trincados, ante o que foi possível verificar, para uma carga total de 4320 ovos férteis, que as perdas atribuídas ao transporte foram de 92 ovos trincados. Isso representa uma perda de 2,1% durante as três viagens, além de prejuízo à empresa, de R\$ 73,60 com a incubação desses ovos considerando-se o custo do ovo fértil de R\$ 0,80.

Em relação aos níveis de vibração da Tabela 2 observou-se diferença estatística entre as estradas de terra e asfalto para a RMS Z (vibração horizontal da carga no sentido da frente ao fundo) e RSS (aceleração geral). O maior valor médio do nível de vibração da RMS Z foi verificado na estrada de asfalto com $1,9 \text{ m s}^{-2}$ e a menor média foi observada na estrada de terra com $1,2 \text{ m s}^{-2}$. Com relação à RSS (aceleração geral), foi possível observar que a estrada de asfalto obteve o maior valor médio de $13,1 \text{ m s}^{-2}$ enquanto a menor média foi detectada na estrada de terra com $10,4 \text{ m s}^{-2}$.

Tabela 2. Valores médios dos níveis de vibração para o transporte de ovos férteis em diferentes estradas

Estradas	Níveis de vibração (m s^{-2})			
	RMS X	RMS Y	RMS Z	RSS
Asfalto	1,3 A	8,8 A	1,9 A	13,1 A
Terra	2,3 A	8,7 A	1,2 B	10,4 B
Teste F	1,26NS	0,02NS	14,45*	5,64*

Médias com letras diferentes maiúsculas diferem entre si a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F. NS - não significativo, * - significativo a 0,05 ($P < 0,05$)

RMS X - vibração vertical; RMS Y - vibração lateral da direita à esquerda; RMS Z - vibração horizontal da frente ao fundo; RSS - aceleração geral

O percurso na estrada de terra ocasionou uma vibração menor na carga de ovos do que na estrada de terra ($\text{RSS}_{\text{terra}} < \text{RSS}_{\text{asfalto}}$). Em geral, a estrada de terra apresenta grandes irregularidades na pista, o que força o motorista a dirigir com maior cuidado; portanto, durante o percurso na estrada de asfalto o caminhão se mantinha, na maior parte das vezes, com velocidade superior em relação à estrada de terra, quando foi possível observar um número maior de frenagem resultando no RMS Z maior; este fato fez com que a carroceria do caminhão trepidasse mais intensamente ocasionando maior vibração no deslocamento da carga no sentido da frente ao fundo e na aceleração geral.

Durante o transporte o nível de vibração vai depender da carga, do tipo de embalagem, da qualidade da estrada, da velocidade (constante, aceleração ou frenagem), da distância, do tipo de suspensão e do número de eixos do caminhão, da calibragem de pneus e do tipo de amortecedores (Berardinelli et al., 2003; Franchini, 2007; Walber & Tamagna, 2010; Nazareno et al., 2013b).

Ao comparar os níveis de vibração no transporte de ovos férteis das duas estradas (terra e asfalto), com níveis de vibração de desconforto para humanos ($> 0,315 \text{ m s}^{-2}$) propostos pela ISO 2631-1 (1997), Walber & Tamagna (2010) e Nazareno et al. (2013b) observaram que as duas estradas apresentaram valores médios maiores que o recomendado sinalizando que os ovos férteis estão sendo transportados de maneira ineficiente o que pode ter aumentado o aparecimento de trinca nos ovos. Os altos níveis de vibração podem aumentar a chance do aparecimento de trincas e quebras além de ocasionar o agitação dos elementos constituintes do ovo (Bamelis et al., 2008; Deng et al., 2010; Nazareno, 2012; Nazareno et al., 2013b).

Ao avaliar o transporte de ovos os autores Berardinelli et al. (2003) e Thompson et al. (1986) observaram que, além das perdas devidas às trincas e quebra nos ovos férteis durante o transporte, o outro fator de perda seria o agitação do material interno do ovo o qual pode danificar os elementos internos, tais como: albúmen, gema, casca, membrana vitelínica e altura da camada de ar; portanto, o agitação dos elementos internos do ovo pode ocasionar mortalidade e má-formação embrionária além de interferir na eclodibilidade dos ovos férteis.

Com relação à quantidade de choques aos quais a carga de ovos férteis estava sendo submetida, foi possível constatar que não houve diferença significativa ($P = 0,303$) para estradas (terra e asfalto) nem para choques na vertical (piso na parte superior) (Tabela 3). A respeito do choque lateral (da direita à esquerda)

Tabela 3. Valores médios do número de choques nas cargas de ovos férteis em diferentes estradas

Estradas	Choques	
	na vertical	na horizontal
Asfalto	951,1 A	433,92 A
Terra	313,9 A	186,76 B
Teste Qui-quadrado	3,67 NS	9,62*

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

observou-se que o algoritmo de estimação dos parâmetros do modelo estatístico não convergiu para os valores confiáveis e o resultado da análise foi inconclusivo.

Com relação ao número de choques na horizontal para os dois tipos de estrada foi possível observar que houve diferença estatística ($P = 0,0019$) entre a estrada de terra e a de asfalto. Verificou-se que a estrada de asfalto apresentou a maior média de choques com 433,92 e a menor média foi encontrada na estrada de terra com 186,76. O número de choques apresentou o mesmo comportamento do nível de vibração em que a estrada de asfalto foi a que apresentou a pior condição de transporte de ovos. Esta tendência pode ser atribuída ao maior cuidado que o motorista teve ao dirigir no percurso de estrada de terra devido à grande presença de irregularidades e buracos na pista. Deve-se considerar que o tipo e a qualidade da estrada, a velocidade e o tipo do caminhão, influenciam de maneira direta (aumento ou diminuição) na quantidade de choques que a carga poderá sofrer (Randall et al., 1993; 1997; Lida, 2005; Nazareno et al., 2013b).

Na literatura não foi possível encontrar o valor ideal para o número de choques que uma carga pode sofrer durante o transporte, porém os autores Randall et al. (1993) e Nazareno et al. (2013b) citaram que, quanto menor for o número de choques na carga transportada melhor será a condição de transporte.

O aparecimento das trincas nos ovos durante o transporte da carga pode ser atribuído ao maior número de choques e níveis de vibrações obtidos na estrada de asfalto, o que acarretou as piores condições de transporte, evento passível de ser contribuído ao aumento das perdas ao longo da etapa de transporte.

A quantidade de choques que uma carga recebe está relacionada diretamente com o tipo de rodovia, veículo de transporte, número de ultrapassagens, frenagens e aumento da velocidade durante o percurso do caminhão; muitas vezes a pressa de atender à logística de transporte da empresa pode levar a um aumento ou diminuição no número de choques que a carga de ovos venha sofrer.

Em função desta abordagem foi possível observar que existe uma carência em pesquisas que enfoquem os efeitos das diferentes estradas nos níveis de vibração e choques, tanto no transporte quanto em seus reflexos na qualidade final dos ovos.

CONCLUSÕES

1. Matrizes com idade avançada velha e intermediária foram as que apresentaram o maior número de ovos trincados.

2. Os maiores níveis de vibração e choque da carga de ovos ocorreram no sentido horizontal (deslocamento da carga da frente para o fundo - RMS Z).

3. Nas estradas de asfalto foram registrados os maiores valores de vibrações ($1,9$ e $13,1$ m s^{-2}) e choques (433,92) nas caixas de ovos, superiores que os ocorridos na estrada de terra.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro a esta pesquisa, e à CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

LITERATURA CITADA

- Adams, J. L.; Skinner, J. L. Effects of management, strain and truck shipment on albumen quality of eggs. *Poultry Science*, v.42, p.1076-1081, 1963.
- Altuntaş, E.; Şekeroğlu, A. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. *Journal of Food Engineering*, v.85, p.606-612, 2008.
- Bamelis, F. R.; Ketelaere, B.; Mertens, K.; Kemps, B. J.; Decuyper, E. M.; Baerdemaeker, J. G. Measuring the conductance of eggshells using the acoustic resonance technique and optical transmission spectra. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.62, p.35-40, 2008.
- Baracho, M. S.; Nääs, I. A.; Gigli, A. C. S. Impacto das variáveis ambientais em incubatório de estágio múltiplo de frangos de corte. *Engenharia Agrícola*, v.30, p.563-577, 2010.
- 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.
- Costa, C. H. R.; Barreto, S. L. T.; Gomes, P. C.; Hosoda, L. H.; Lipari, C. A.; Lima, H. J. A. Níveis de fósforo disponível em dietas para codornas japonesas de 45 a 57 semanas de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.2152-2160, 2011.
- Deng, X.; Wang, Q.; Chen, H.; Xie, H. Eggshell crack detection using a wavelet-based support vector machine. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.70, p.135-143, 2010.
- Figueiredo, T. C.; Cançado, S. V.; Viegas, R. P.; Rêgo, I. O. P.; Lara, L. J. C.; Souza, M. R.; Baião, N. C. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia*, v.63, p.953-959, 2011.
- Franchini, D. Análise do nível de vibrações verticais no assento de um trator agrícola. Santa Maria: UFSM, 2007. 139p. Dissertação Mestrado
- Gebresenbet, G.; Aradom, S.; Bulitta, F.S.; Hjerpe, E. Vibration levels and frequencies on vehicle and animals during transport. *Biosystems Engineering*, v.110, p.10-19, 2011.
- 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.

- Lida, I. Ergonomia: Projeto e produção. 2.ed., São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 420p.
- Molenberghs, G.; Verbeke, G. Models for discrete longitudinal data. New York: Springer, 2005. 687p.
- Nascimento, V. P.; Salle, C. T. P. O ovo. In: Macari, M.; Gonzales, E. (ed.). Manejo da Incubação. Jaboticabal: FACTA, 2003. p.34-50.
- Nazareno, A. C. Ambiência pré-porteira: Avaliação das condições bioclimáticas e das operações pré-eclosão na qualidade de pintos de corte. Piracicaba: ESALQ/USP, 2012. 207p. Tese Doutorado
- Nazareno, A. C.; Silva, I. J. O.; Vieira, F. M. C.; Camargo, J. R.; Medeiros, S. R. R. Caracterização do microclima dos diferentes layouts de caixas no transporte de ovos férteis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, p.327-332, 2013a.
- Nazareno, A. C.; Silva, I. J. O.; Vieira, A. M. C.; Vieira, F. M. C.; Miranda-Silva, K. O. Níveis de vibração e choques em diferentes estradas durante o transporte de ovos férteis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, p.900-905, 2013b.
- Oliveira, E.; Silva, F. M.; Salvador, N.; Figueiredo, C. A. P. Influência da vibração das hastes e da velocidade de deslocamento da colhedora no processo de colheita mecanizada do café. Engenharia Agrícola, v.27, p.714-721, 2007.
- Oliveira, G. E.; Figueiredo T. C.; Souza, M. R.; Oliveira, A. L.; Cançado, S. V. Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hen under different storage conditions. Poultry Science, v.88, p.2428-2434, 2009.
- 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.
- Randall, J. M.; Streader, W. V.; Meehan, A. M. Vibration on poultry transporters. British Poultry Science, v.34, p.635-642, 1993.
- SAS - Statistical Analysis System Institute: Realease 9.2, (software). Cary, 2010. 620p.
- Silva, I. J. O.; 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.
- Tanure, C. B. G. S.; Café, M. B.; Leandro, N. S. M.; Baião, N. C.; Tringhini, J. H.; Gomes, N. A. Efeitos da idade da matriz leve e do período de armazenamento de ovos incubáveis no rendimento de incubação. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.61, p.1391-1396, 2009.
- Thompson, B. K.; Thompson, R. M. G.; Hamilton, R. M. G. Relationship between laboratory measures of shell strength and breakage of eggs collected at a commercial grading station. Poultry Science, v.65, p.1877-1885, 1986.
- 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.17-32, 2010.
- Zhang, L.; Yue, H. Y.; Zhang, H. J.; Xu, L.; Wu, S. G.; Yan, H. J.; Gong, Y. S.; Qi, G. H. Transport stress in broilers: I. Blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality. Poultry Science, v.88, p.2033-2041, 2009.