

AS VIBRAÇÕES MECÂNICAS DO TRANSPORTE COMO UM POTENCIAL AGENTE CAUSADOR DE PERDAS NA INCUBAÇÃO DE OVOS FERTILIZADOS

ANA C DONOFRE¹, IRAN J O SILVA², AÉERICA C NAZARENO³, IURI E P FERREIRA⁴

¹ Zootecnista, Doutoranda, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Departamento de Engenharia de Sistemas Agrícolas, Núcleo de Pesquisa em Ambiente – NUPEA/ESALQ/USP, (19) 3447-8563, acdonofre@usp.br

² Engenheiro Agrícola, Professor Doutor, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Núcleo de Pesquisa em Ambiente – NUPEA/ESALQ/USP

³ Engenheira Agrônoma, Doutora, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Núcleo de Pesquisa em Ambiente – NUPEA/ESALQ/USP

⁴ Físico, Mestre, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Departamento de Ciências Exatas – LCE/ESALQ/USP

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: Muitos fatores físicos no transporte de ovos fertilizados podem comprometer os resultados da incubação. Este trabalho teve por objetivo avaliar se as vibrações mecânicas, em condições simuladas, seriam capazes de afetar o nascimento e a qualidade de pintos de corte. Quatro tratamentos, determinados por duas intensidades de vibrações (RSS 2,5 e 7,5 m.s⁻²) e dois tempos de exposição (60 e 180 minutos), foram avaliados e comparados a um controle, em um delineamento aleatorizado em blocos com quatro repetições. Como respostas avaliaram-se a eclodibilidade, a qualidade das aves e o total de perdas. As análises foram realizadas por um modelo de regressão binomial, com aplicação do teste de Wald a 5% de significância. Os resultados revelaram que a exposição dos ovos às vibrações comprometeu a eclodibilidade e reduziu o nascimento de pintos de primeira linha. A intensidade de vibração superior combinada a maior exposição foi o pior tratamento, com a metade da chance de eclosão do controle e uma probabilidade de perda superior a 10%. Em conclusão, defende-se que as vibrações mecânicas são potencialmente negativas e devem ser consideradas como um importante fator no manejo de ovos fertilizados.

PALAVRAS-CHAVE: avicultura de corte, aceleração resultante, eclodibilidade

THE MECHANICAL VIBRATIONS IN THE TRANSPORT AS A POTENTIAL AGENT CAUSING LOSSES IN THE INCUBATION OF FERTILIZED EGGS

ABSTRACT: Many physical factors in the transport of fertilized eggs can compromise the results of incubation. This study aimed to evaluate if the mechanical vibrations, simulating the road transport, is capable of affecting the birth and the quality of broiler chicks. Four treatments, determined by two intensities of vibrations (RSS 2.5 and 7.5 m.s⁻²) two time length exposures (60 and 180 minutes), were evaluated and compared with a control in a randomized design in blocks with four repetitions. The responses were evaluated hatchability, the quality of the birds and the total of losses. The analyzes were carried out by a binomial regression model, with application of the Wald test at 5% significance level. The results showed that the exposure of eggs to mechanical vibrations harmfully affects the hatchability and reduces the birth of first

line chicks. The intensity of exceeding vibration combined with greater period was the worst treatment, with half the chance of hatching in relation to the control and a probability of loss greater than 10 %. In conclusion, it is argued that the mechanical vibrations are potentially damaging and should be regarded as an important factor in the management of fertilized eggs.

KEYWORDS: broiler production, resultant acceleration, hatchability

INTRODUÇÃO

O transporte de ovos fertilizados é um ponto chave na comunicação dos matrizeiros com os incubatórios. Porém, durante este processo os ovos são expostos a uma gama de fatores físicos, como o caso das vibrações mecânicas, que podem comprometer sua integridade e, conseqüentemente, o nascimento e a qualidade dos pintos de corte.

Diversas pesquisas com vibrações mecânicas são desenvolvidas para determinação de limites de exposição que não ofereçam riscos a sistemas biológicos (GRIFFIN, 1990). Segundo a normativa brasileira NHO (BRASIL, 2013), as vibrações consistem em uma mistura de ondas determinadas por acelerações, frequências e direções nos eixos ortogonais x, y e z, que estão presentes em diferentes sistemas, como o caso do transporte. Em especial, acredita-se que as vibrações atuem como um potencial agente causador de danos e perdas na avicultura de corte (RANDALL et al., 1993; CARLISLE et al., 1998; ABEYESINGHE et al., 2001; NAZARENO et al., 2013).

Berardinelli et al. (2003b) sugerem que para que não ocorra a degradação da qualidade interna de ovos comerciais, deve-se evitar a exposição a frequências de vibração entre 50 e 65 Hz. Em outro estudo, BERARDINELLI et al. (2003a) observaram uma redução significativa de 28% nos valores da unidade Haugh, o que fez com que os ovos vibrados parecessem até 10 dias mais velhos em relação aos não expostos a estes movimentos. Enquanto que NAZARENO et al. (2013) demonstraram que, dependendo da intensidade das vibrações, a quantidade de ovos quebrados e trincados em um carregamento pode ser superior a 1%, o que é uma perda de dimensões consideráveis para um sistema que preza pela eficiência, como o caso da avicultura de corte.

Mas seriam somente esses efeitos, relacionados com quebras e alterações na gema e no albúmen? Para os ovos fertilizados, os poucos trabalhos realizados relatam que a exposição às vibrações mecânicas pode comprometer o desenvolvimento do embrião e, conseqüentemente, as respostas do nascimento e a qualidade dos pintos de corte (SHANNON et al., 1994; TORMA; KOVÁCSNÉ, 2012; NAZARENO et al., 2013).

Devemos considerar que os ovos fertilizados devem garantir condições adequadas para um bom desenvolvimento embrionário e para uma boa eficiência no processo de incubação. Tal pressuposição motivou o objetivo deste trabalho, em determinar se a exposição de ovos fertilizados às vibrações mecânica poderia comprometer também o nascimento e a qualidade dos pintos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido por meio de simulações das vibrações mecânicas do transporte de ovos fertilizados, que posteriormente foram incubados. Adotou-se um delineamento aleatorizado em quatro blocos completos, em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$. Os fatores estudados foram determinados por duas intensidades de vibração (inferior e superior), dois tempos de exposição às vibrações (máximo e mínimo) e um tratamento controle.

Para simular as duas variações de intensidade de vibração foi utilizado um agitador mecânico, desenvolvido exclusivamente para este estudo (Figura 1).

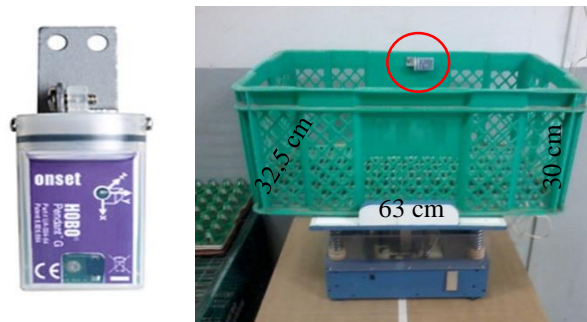


FIGURA 1. Agitador mecânico com uma caixa de ovos de transporte (63 cm x 32,5 cm x 30 cm), simulando o sistema piso do veículo – caixa; detalhe para o acelerômetro utilizado no registro dos valores de aceleração instantânea

O agitador foi projetado para reproduzir movimentos vibratórios nos três eixos ortogonais, com bases de funcionamento similares aos aparelhos utilizados por BERARDINELLI et al. (2003b) e TORMA e KOVÁCSNÉ (2012). Na caracterização das intensidades de vibração utilizaram-se os valores de aceleração instantânea ($m.s^{-2}$), coletados por acelerômetros HOBO Pendant G UA-004-64[®], como mostram as Figuras 2A e 2B.

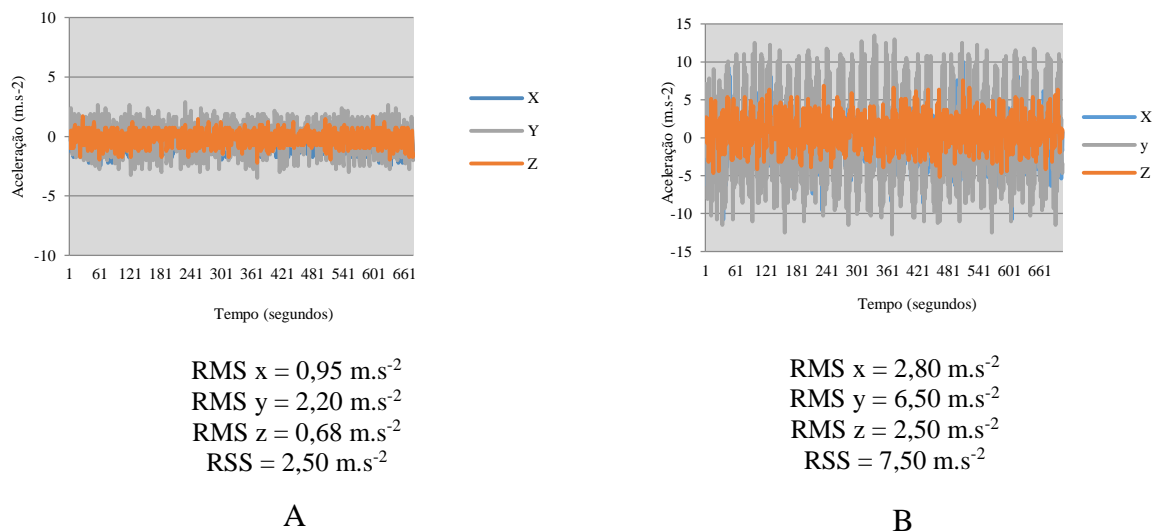


FIGURA 2. (A) valores de aceleração instantânea que caracterizam a intensidade inferior de vibração, seguidos dos valores calculados de RMS em x, y e z e da resultante RSS; (B) valores de aceleração instantânea que caracterizam a intensidade superior de vibração, seguidos dos valores calculados de RMS em x, y e z e da resultante RSS

Os valores de aceleração instantânea foram utilizados para o cálculo da RMS em x, y e z ($m.s^{-2}$) e da resultante RSS ($m.s^{-2}$), adotando as equações descritas por GRIFFIN (1990) e aplicadas nos estudos de GEBRESENBET et al. (2011) e NAZARENO et al. (2013b). Assim, a intensidade de vibração inferior caracterizou-se por uma resultante de 2,5 $m.s^{-2}$, escolhida em função dos limites de exposição estabelecidos por GRIFFIN (1990) e RANDALL et al. (1993). Enquanto que a intensidade superior foi determinada pela RSS de 7,5 $m.s^{-2}$, para simular os dados encontrados em condições reais de transporte de ovos fertilizados no Brasil.

O fator tempo de exposição contemplou um período mínimo de 60 minutos e um máximo de 180 minutos, representando duas condições de transporte. As variações dos fatores intensidade de vibração e tempo de exposição formaram os tratamentos fatoriais T1 (vibração inferior; tempo mínimo), T2 (vibração inferior; tempo máximo), T3 (vibração superior; tempo mínimo) e T4 (vibração superior; tempo máximo). Lembrando que foi utilizado um tratamento controle para as comparações com os fatoriais.

Foram utilizados 2400 ovos fertilizados, selecionados e oriundos de um mesmo lote de matrizes Cobb-500, cuja idade variou de 32 a 35 semanas ao longo das quatro repetições do experimento, o que justificou a blocagem dessas repetições. Totalizaram-se 120 ovos por tratamento (T1, T2, T3, T4 e controle), dispostos aleatoriamente em bandejas com capacidade para 30 unidades, fechando-se assim, quatro bandejas de ovos em cada tratamento.

As simulações ocorreram em condições controladas de temperatura (20 °C) e umidade (60 a 70%). A ordem de execução da parte fatorial (T1, T2, T3 e T4) foi determinada por sorteio, de modo que, um tratamento por vez foi colocado em uma caixa de transporte de ovos, junto de bandejas de preenchimento para completar a capacidade total da caixa (480 ovos). A caixa cheia de ovos foi colocada sobre o agitador, simulando o sistema caixa – piso do veículo, enquanto o agitador era programado para atuar na intensidade e tempo de exposição determinados pelo tratamento em questão. Ao término, os ovos foram incubados em incubadoras de estágio múltiplo da CASP (CMG 125), com condições controladas de temperatura, umidade, ventilação e viragem automática de hora em hora. As bandejas foram transferidas para os nascedouros (CASP, G21e) após 445 horas, onde permaneceram até o nascimento das aves (aproximadamente 504 horas).

As respostas foram baseadas nas medidas descritas por TONA et al. (2005), TULLET (2009) e REIJRINK et al. (2010). Sendo determinados: (a) eclodibilidade, ou seja, a relação das aves nascidas vivas pela totalidade de ovos fertilizados incubados; (b) qualidade das aves recém-eclodidas, ou seja, a classificação em aves de primeira linha em função da avaliação visual das mesmas e descarte das refugas, com problemas físicos (membros, bicos, asas e cabeça) e/ou com resíduos da incubação; (c) total de perdas, obtido pelo somatório do número de ovos fertilizados não eclodidos com o de aves de baixa qualidade.

É importante mencionar que as mesmas foram tomadas com base na totalidade de ovos fertilizados, partindo-se do princípio que a infertilidade não seria afetada pela exposição dos ovos às vibrações. Para diferenciação dos ovos fertilizados que não eclodiram dos ovos inférteis, foi realizada a quebra dos mesmos e análise dos resíduos da incubação.

Por fim, as respostas foram analisadas por um modelo linear generalizado, utilizando-se a distribuição binomial, com função de ligação logito e preditor linear é expresso por

$$\log_e \left(\frac{\pi_{ik}}{1-\pi_{ik}} \right) = \mu + \delta_k + \tau_i ,$$

em que, π_{ik} é a proporção de ovos fertilizados na bandeja correspondente ao i -ésimo tratamento do k -ésimo bloco que apresenta o evento de interesse, tal como ter eclodido ou gerar uma ave de primeira linha.

Na regressão binomial, avaliaram-se os efeitos dos fatores experimentais sobre o logaritmo natural das chances. No modelo, o parâmetro μ determina uma média geral deste logaritmo, enquanto os parâmetros δ_k e τ_i indicam os efeitos do k -ésimo bloco e do i -ésimo tratamento, respectivamente. Os resultados da regressão binomial são apresentados pela chance de eclosão (CE) e pela razão de chance (RC) dos tratamentos. A RC é determinada pela divisão da CE dos ovos de um tratamento fatorial (T1, T2, T3 ou T4) pela CE do controle (intercepto).

As suposições estatísticas foram averiguadas a partir da análise da deviance residual pelo teste Qui-quadrado ao nível de 5% de significância, gráficos dos componentes de desvio e envelopes simulados com 95% de confiança para os mesmos. A significância dos coeficientes

dos modelos ajustados foi obtida por meio do teste de Wald, ao nível de 5% de significância para comparação dos tratamentos da parte fatorial com o controle. Além disso, foram construídos intervalos com 95% de confiança para as razões de chance estimadas pelos ajustes. Todos os procedimentos estatísticos descritos foram realizados pelo programa estatístico R (R CORE TEAM, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da eclodibilidade são apresentados na Tabela 1. A média geral do experimento foi de 92,73%, de modo que as médias obtidas nos fatoriais T1, T2, T3 e controle foram próximas e estão dentro do esperado para a faixa de idade das matrizes em questão (COBB, 2008). Desde o princípio, encontraram-se evidências de que os ovos expostos ao tratamento T4, caracterizado pelas piores condições de vibração (RSS 7,5 m.s⁻²; 180 minutos), tenham sido mais afetados, visto que a média da eclodibilidade foi menor que 90%.

TABELA 1. Média e desvio padrão da eclodibilidade, chance de eclosão de um ovo fertilizado (CE), razão de chance entre os fatoriais e o controle (RC) e intervalos de confiança obtidos com as análises

| Tratamento | Média da Eclodibilidade % | Chance de eclosão de um ovo (CE) | Razão de chance entre o fatorial e o controle (RC) | Intervalo com 95% de confiança (IC) |
|------------|---------------------------|----------------------------------|--|-------------------------------------|
| Controle | 94,47 ± 1,76 | 17,30 | 1,00 | [10,40; 30,37] |
| T1 | 93,73 ± 2,25 | 15,05 | 0,87 | [0,47; 1,59] |
| T2 | 94,43 ± 1,08 | 17,12 | 0,99 | [0,52; 1,85] |
| T3 | 92,12 ± 4,67 | 11,76 | 0,68 | [0,37; 1,21] |
| T4* | 88,92 ± 2,78 | 8,13 | 0,47 | [0,26; 0,80] |

* Efeitos significativos pelo teste de Wald ao nível de 5% de significância

Observamos que a chance de eclosão (CE) de um ovo no controle foi igual a 17,30, isto é, para cada 17,30 ovos não expostos às vibrações somente um não eclodiu, o que é também representado pela eclodibilidade média de 94,47%. O controle foi adotado como intercepto das análises e a chance de eclosão do mesmo foi utilizada para a obtenção das estatísticas dos fatoriais T1, T2, T3 e T4.

Pelo teste de Wald, a 5% de significância, foi observado que o log da razão de chance do controle diferiu apenas do fatorial T4, cuja probabilidade de eclosão foi praticamente a metade do controle (RC = 0,47). Ainda, no tratamento de vibração mais intenso (T4), pode-se afirmar que para cada 8,13 ovos fertilizados eclodidos um não eclodiu, confirmando que a eclodibilidade média de 88,92% é realmente menor. Não foram comprovados efeitos isolados da faixa de vibração e do tempo de exposição no desdobramento dos fatores para essa resposta, bem como, os demais tratamentos foram todos iguais ao controle.

Para compararmos, TORMA e KOVÁCSNÉ (2012) provaram que quando os ovos fertilizados são vibrados em um tratamento mais intenso (30 Hz; 10 minutos), apresentam uma redução significativa na eclodibilidade (64,89%), em relação aos ovos expostos a vibrações intermediárias de 20 Hz (76,80%) e a um controle (80,74%). Tais autores discutem que o comprometimento do nascimento, em função das vibrações mecânicas, é uma consequência da alteração dos componentes internos dos ovos “vibrados”.

Uma possível explicação para a hipótese de TORMA e KOVÁCSNÉ (2012), que também é levantada nesta pesquisa, pode ser embasada nos trabalhos de BERARDINELLI et al. (2003a; 2003b). Estes autores verificaram que a exposição de ovos comerciais aos efeitos das vibrações torna a porção densa do albúmen mais líquida. Para BERARDINELLI et al.

(2003a; 2003b), o processo de liquefação do albúmen está relacionado à redução na qualidade e envelhecimento precoce dos ovos.

No ovo fertilizado, o albúmen é responsável por proteger o embrião de agentes mecânicos e microbiológicos, dar suporte a nutrientes e controlar o fluxo de água e gases com o ambiente (BRAKE et al., 1997; TANURE et al., 2009). A qualidade do albúmen está intimamente associada à liquefação de sua porção densa, que segundo SCOTT e SILVERSIDES (2000), depende tanto dos fatores pré-postura (idade, linhagem e nutrição da matriz), bem como, do tempo e das condições de armazenamento dos ovos. REIJRINK et al. (2008) e ROCHA et al. (2013) explicam que quando o albúmen se torna muito líquido facilita a perda de água e oxigênio do ovo para o meio externo. O principal agravante deste fluxo facilitado de água e gases é a redução do aporte de tais substâncias para o embrião durante o desenvolvimento, o que de fato resulta em uma maior incidência de mortalidades embrionárias e, portanto, em menores taxas de eclosão.

A qualidade do pinto recém-nascido é um fator importante no crescimento da ave e reflete diretamente nas perdas do incubatório (ULMER-FRANCO et al., 2010). Para nós, foram considerados como de qualidade os pintos que não apresentaram nenhum problema visível, capaz de prejudicar o seu desenvolvimento, fato que os levaria ao descarte em uma situação real de campo. Analisando descritivamente os dados na Tabela 2, é possível verificar que os tratamentos T3 e T4, ambos formados pela faixa de vibração RSS 7,5 m.s⁻², resultaram em uma menor média de aves de primeira linha, enquanto nos tratamentos da parte fatorial T1 e T2 e no controle, essa média é maior e mais próxima entre os mesmos.

TABELA 2. Média e desvio-padrão dos pintos de primeira linha eclodidos, chance de um pinto ser classificado como de primeira linha, razões de chance entre os fatoriais e o controle e intervalos de confiança obtidos com as análises

| Tratamento | Porcentagem de pintos de primeira linha eclodidos % | Chance de um pinto ser de primeira (CE) | Razão de chance entre o fatorial e o controle (RC) | Intervalo com 95% de confiança (IC) |
|------------|---|---|--|-------------------------------------|
| Controle | 88,75 ± 1,50 | 16,96 | 1,00 | [10,43; 28,88] |
| T1 | 89,25 ± 2,87 | 16,28 | 0,96 | [0,54; 1,73] |
| T2 | 88,00 ± 3,30 | 16,79 | 0,99 | [0,53; 1,79] |
| T3* | 85,25 ± 3,84 | 9,66 | 0,57 | [0,33; 0,97] |
| T4* | 80,00 ± 3,46 | 6,10 | 0,36 | [0,22; 0,59] |

* Efeitos significativos pelo teste de Wald ao nível de 5% de significância

Pelo modelo linear generalizado, verificou-se que no controle a cada 16,96 pintos nascidos, um foi classificado como de baixa qualidade. Resultado que no final fornece uma média de 88,75% de aves de primeira, que seriam aproveitadas integralmente pelo incubatório. Nas comparações de médias, os tratamentos T3 e T4 diferiram significativamente do controle a um nível de 5% de significância pelo teste de Wald. Em T3 (RSS 7,5 m.s⁻²; 60 minutos), para 9,66 aves que nasceram uma foi de baixa qualidade, o que determinou uma razão de chance de 0,57 em relação ao controle, ou seja, apenas 57% das aves seriam de primeira linha nesse tratamento.

O fatorial T4, determinado pela faixa de vibração superior exposta por mais tempo às vibrações, resultou em uma proporção de nascimentos de pintos de primeira linha ainda menor que em T3, sendo que para cada 6,10 aves nascidas uma foi de baixa qualidade. Esse resultado esteve relacionado a uma razão de chance de 0,36, o que representou uma probabilidade de ocorrência de pintos de primeira linha bem inferior ao controle (apenas 36%).

Discute-se que o nascimento de uma ave de boa qualidade esteja associado às condições pré e durante incubação que afetam a estrutura interna do ovo fertilizado e, conseqüentemente, a fisiologia do embrião (FASENKO et al., 1992; TONA et al., 2005). Assim, cabe a mesma

discussão apresentada para a resposta eclodibilidade, em que se acredita que a exposição dos ovos às vibrações mais intensas esteja relacionada com as alterações no albúmen e na gema, semelhantemente ao que ocorre com os ovos fertilizados em longos períodos de armazenamento e/ou mantidos sobre condições ambientais inadequadas.

No desdobramento dos efeitos, a intensidade de vibração mostrou-se lateralmente significativa, ao nível de 5%, pelo teste de Wald (RC = 0,62; IC = 0, 29; 1,27). Quando comparadas as duas intensidades (RSS 2,5 e 7,5 m.s⁻²), obteve-se que a chance de uma ave ser de primeira linha na intensidade superior (RSS 7,5 m.s⁻²) equivale a somente 62% dessa mesma chance na intensidade inferior (RSS 2,5 m.s⁻²).

Somando-se os ovos fertilizados que não eclodiram com os pintos classificados como de baixa qualidade, obteve-se a resposta total de perdas por tratamento. Para o controle, observou-se uma relação de seis perdas para cada 100 ovos fertilizados aproveitados. Nos fatoriais T1 e T2 esse resultado é semelhante, o que também foi comprovado pela nulidade dos efeitos e tratamentos nas respostas anteriores apresentadas. Todavia, os fatoriais T3 e T4 apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento referência (Tabela 3).

TABELA 3. Média e desvio padrão do total de ovos fertilizados perdidos, chance de um ovo fertilizado ser perdido, razões de chance entre os fatoriais e o controle e intervalos de confiança obtidos com as análises

| Tratamento | Perda de ovos fertilizados (%) | Chance de se perder um ovo fertilizado (CE) | Razão de chance (RC) | Intervalo com 95% de confiança (IC) |
|-----------------------|--------------------------------|---|----------------------|-------------------------------------|
| Controle (intercepto) | 6,0 ± 2,16 | 0,06 | 1,00 | [0,03; 0,10] |
| T1 | 6,5 ± 2,88 | 0,06 | 1,04 | [0,58; 1,86] |
| T2 | 6,5 ± 1,73 | 0,06 | 1,01 | [0,56; 1,82] |
| T3* | 10,0 ± 3,39 | 0,10 | 1,74 | [1,03; 2,99] |
| T4* | 14,75 ± 2,34 | 0,16 | 2,75 | [1,69; 4,60] |

* Efeitos significativos pelo teste de Wald ao nível de 5% de significância

Os resultados demonstraram um adicional de perdas significativo nos fatoriais T3 e T4, o que certamente esteve associado à exposição às vibrações mais intensas (RSS 7,5 m.s⁻²) que compõem, juntamente com o tempo, esses tratamentos. A chance de perdas dos ovos fertilizados em T3 e em T4 foi de 10% e 16% a mais em relação ao controle, respectivamente. Com o desdobramento dos tratamentos, a intensidade de vibração foi significativa pelo teste de Wald a 5%, de modo que, a chance de ocorrer alguma perda na intensidade superior chegou a ser até 68% maior que na intensidade inferior (RC = 1,88; IC = 1,00 a 2,86).

A resposta total de perdas mostrou que a combinação de intensidade e tempo de exposição às vibrações em T3 e T4 pode contribuir significativamente para o sucesso da incubação. No fatorial T4 (RSS 7,5 m.s⁻²; 180 minutos) esse resultado foi bastante relevante, pois representou uma chance de 10% a mais de perdas que o controle, o qual teve apenas 6%. Em relação a T3 (RSS 7,5 m.s⁻²; 60 minutos), essas perdas foram 4% superiores ao controle, menores, mas também significativas.

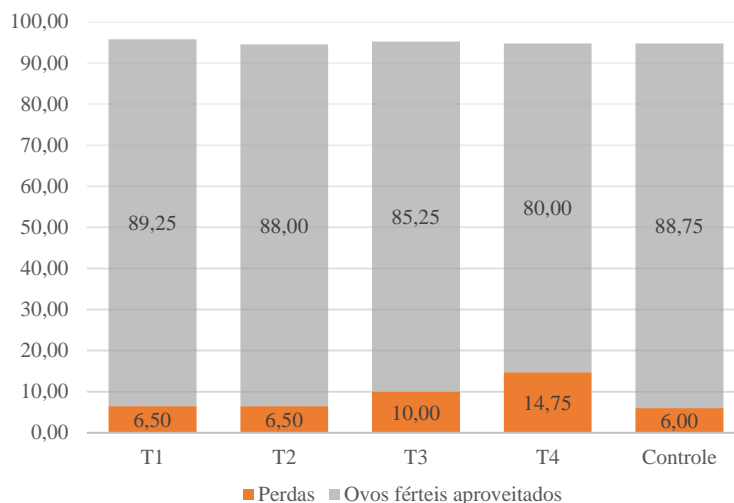


FIGURA 2. Total de perdas do incubatório em função dos diferentes tratamentos de intensidade e exposição às vibrações mecânicas

Graficamente, na Figura 2 podemos observar as dimensões dos efeitos dos tratamentos de vibração, em que são comparados percentualmente os ovos fertilizados aproveitados e os ovos fertilizados perdidos (não eclodidos e resultantes de aves de baixa qualidade). É importante mencionar que um incubatório deixa de ganhar quando paga por um ovo fertilizado que não eclode, ou que resulta em um pinto de baixa qualidade que será descartado ou vendido por um valor inferior. Portanto, pode-se afirmar que caso uma viagem ocorra com condições semelhantes às simuladas, a perda de ovos fertilizados pode ser superior ao esperado, o que em termos econômicos é alarmante. Esses resultados atentam para a importância da inclusão das vibrações mecânicas como mais um agente capaz de comprometer as perdas no nascimento e a qualidade dos pintos de corte.

CONCLUSÕES

As vibrações mecânicas comprometeram o nascimento e a qualidade dos pintos de corte. A combinação da maior intensidade com o maior tempo de exposição reduziu a eclodibilidade e a proporção de pintos de primeira linha. Em consequência, o total de perdas foi superior, o que evidencia um prejuízo produtivo/econômico para a avicultura de corte.

REFERÊNCIAS

ABEYESINGHE, S.M.; WATHES, C.M.; NICOL, C.J.; RANDALL, J.M. The aversion of broiler chickens to concurrent vibrational and thermal stressors. *Applied Animal Behaviour Science*, Athens, v. 73, p. 199-215, 2001.

BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of sinusoidal vibrations on quality indices of shell eggs. *Biosystems Engineering*, London, v. 86, n. 3, p. 347-353, 2003a.

_____. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. *Biosystems Engineering*, London, v. 86, n. 4, p. 495-502, 2003b.

BRAKE, J.; WALSH, T.J.; BENTON JUNIOR, C.E.; PETITTE, J.N.; MEIJERHOF, R.; PENALVA, G. Egg handling and storage. *Poultry Science*, Savoy, v. 76, p. 144-151, 1997.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma de higiene ocupacional NHO 09: avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro. Brasília: FUNDACENTRO, p. 64, 2013.

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*, Abingdon, v. 39, n. 5, p. 48-49, 1998.

COBB - VANTRESS. Guia de manejo da incubação. Arkansas: COBB-VANTRESS, 2008. 46 p.

FASENKO, G.M.; ROBINSON, F.E.; HARDIN, R.T. Variability in pre-incubation embryonic development in domestic fowl: effects of duration of egg storage period. *Poultry Science*, Savoy, v. 71, p. 2129-2132, 1992.

GEBRESENBET, G.; Van de WATER, G.; GEERS, R. Vibration levels and frequencies on vehicle and animals during transport. *Biosystems Engineering*, London, v. 110, p. 10-19, 2011.

GRIFFIN, M.J. Handbook of human vibration. London: Academic Press, 1990. 350 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*, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 900-905, 2013.

R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. R Development Core Team: a language and environment for statistical computing. Vienna, 2005. Disponível em <<http://www.r-project.org/>>. Acesso em: 09 jan. 2013.

RANDALL, J.M.; STREADER, W.V.; MEEHAN, A.M. Vibration on poultry transporters. *British Poultry Science*, Abingdon, v. 34, p. 635-642, 1993.

REIJRINK, I.A.M.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B.; Van BRAND, H. The chicken embryo and its micro-environment during egg storage and early incubation, *World's Poultry Science Journal*, Amsterdam, v. 64, p. 581-598, 2008.

ROCHA, J.S.R.; BAIÃO, N.C.; BARBOSA, V.M.; POMPEU, M.A.; FERNANDES, M.N.S.; LARA, L.J.C.; MATIAS, C.F.Q. ; BATISTA, J.V.M.S.P. Negative effects of fertile egg storage on the egg and the embryo and suggested hatchery management to minimize such problems. *World's Poultry Science Journal*, Amsterdam, v. 69, p. 79-89, 2013.

SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, F.G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*, Savoy, v. 79, p. 1725-1729, 2000.

SHANNON, S.G.; MORAN, A.W.; MASON, K.T. Effect of vibration frequency and amplitude on developing chicken embryos. UAAARL Report, Fort Rucker, v. 95, n. 1, 39 p., 1994.

TANURE, C.B.G.S.; CAFÉ, M.B.; LEANDRO, N.S.M.; BAIÃO, N.C.; STRINGHINI, 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, Belo Horizonte, v. 61, n. 6, p. 1391-1396, 2009.

TONA, K.; BRUGGEMANA, V.; ONAGBESANA, O.; BAMELISA, F.; GBEASSORB, M.; MERTENS, A.K.; DECUYPERE, E. Day-old chick quality: relationship to hatching egg quality, adequate incubation practice and prediction of broiler performance. Avian and Poultry Biology Reviews, London, v.16, n. 2, p. 109-119, 2005.

TORMA, T.; KOVÁCSNÉ, K.G. Effects of mechanical impacts on hatchability of broiler breeders. In: CONFERENCE MENDELNET, 2012, 19, Kamýcká. Proceedings...Zemědělská: Mendelnet, 2012. p. 359-367.

TULLET, S. Investigating hatchery practice. Midlothian: Ross Technology, 2009. 48 p.

ULMER-FRANCO, A.M.; FASENKO, G.M.; O'DEA CHRISTOPHER, E.E. Hatching egg characteristics, chick quality, and broiler performance at 2 breeder flock ages and from 3 egg weights. Poultry Science, Savoy, v. 89, p. 735-742, 2010.