

## TRANSPORTE DE OVOS FÉRTEIS: EFEITO DO MICROCLIMA, IDADES DAS MATRIZES E TEMPOS DE ESTOCAGEM NA PERDA DE ÁGUA DOS OVOS

AÉRICA CIRQUEIRA NAZARENO<sup>1</sup>, IRAN JOSÉ O. DA SILVA<sup>2</sup>, AFRÂNIO MÁRCIO C. VIEIRA<sup>3</sup>, FREDERICO MÁRCIO C. VIEIRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Pós-Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia de Biossistema, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” NUPEA/ESALQ/USP, Fone: (19) 3447-8563, E-mail: aericaacn@yahoo.com.br. <sup>2</sup> Professor, Doutor, Departamento de Engenharia de Biossistema, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” NUPEA/ESALQ/USP, E-mail: iranoliveira@usp.br. <sup>3</sup> Professor, Doutor, Departamento de Estatística, Universidade de São Carlos UFSCAR, E-mail: afranio@ufscar.br. <sup>4</sup> Professor, Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos, E-mail: fredericovieira@utfpr.edu.br

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

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a perda de água de ovos férteis oriundos de diferentes idades de matrizes de corte e tempos de estocagem, durante o transporte. A pesquisa foi conduzida em uma empresa integradora avícola no estado de São Paulo, por meio do acompanhamento de três carregamentos em diferentes estações do ano. Foram utilizadas diferentes densidades de caixas durante as três viagens. Para avaliação da perda de água dos ovos foi usado um total de 18 caixas contendo 4320 ovos em um caminhão climatizado, estas caixas de ovos eram referentes às três idades das matrizes e os três intervalos de tempos de estocagem, portanto, em cada viagem foi transportado seis caixas com 1440 ovos. A caracterização microclimática do contêiner foi realizada por meio de 18 dataloggers no interior das caixas, os quais registraram temperatura do ar, umidade relativa e entalpia específica. A avaliação da perda de água dos ovos foi realizada através da massa de 140 ovos individualizados de cada tratamento. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente aleatorizado com esquema fatorial 3 x 3. Independente da idade da matriz e da condição do microclima, o aumento do tempo de estocagem leva a uma maior perda de água, assim como piores condições microclimáticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** ambiência, operação pré-porteira, avicultura, perda de massa, ovos férteis.

## FERTILE EGGS OF TRANSPORTATION: EFFECT OF MICROCLIMATE, AGE OF BREEDERS AND STORAGE TIMES IN THE WATER LOSS OF EGGS

**ABSTRACT:** The objective of this research was to evaluate the influence of the storage period and breeder age on water loss during fertile eggs transport. The research was conducted in a poultry integrator company in the State of São Paulo – Brazil. Three shipments were evaluated in different seasons and box density. The study of egg water loss used a total of 18 boxes containing 4320 eggs in acclimatized truck six boxes of each treatment that consisted of three storage periods – totaling 1400 eggs – per shipment. The microclimate characterization of the container was evaluated by 18 dataloggers inside the boxes, which recorded the following variables: dry-bulb temperature, relative humidity, and enthalpy. The evaluation of water loss eggs was performed by mass of 140 eggs of each individual treatment. The experimental design used was completely randomized with factorial scheme 3 x 3. The microclimate conditions of cargo transported for all seasons were above the upper optimum range. Regardless of breeder age and microclimate conditions, increased storage time leads to greater water loss, and worst microclimate conditions.

**KEY WORDS:** ambiente, pre-gate operation, poultry, weight loss, fertile eggs.

## INTRODUÇÃO

O microclima dentro do caminhão contêiner e a fisiologia do ovo fértil influenciam na produção de pintos de corte, devido ao mau condicionamento de ovos durante o transporte, atribuído a heterogeneidade térmica do caminhão climatizado (NAZARENO et al., 2013; NAZARENO et al., 2015). As necessidades de se manter o controle das condições térmicas entre 10 a 20 °C e umidade relativa em torno de 55 a 75% fazem-se necessário para um maior controle térmico na carroceria de transporte, evitando assim a condensação de água na casca dos ovos (FASENKO et al., 1991; AKYUREK & OKUR, 2009; SALAHI et al., 2012).

No transporte dos ovos férteis pode ocorrer redução de massa por conta da perda de água e do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). À medida que isso acontece, o espaço da câmara de ar aumenta de tamanho, enquanto as propriedades físico-químicas do albúmen mudam, tornando-o mais claro, menos viscoso e com um pH mais elevado (GAST & HOLT, 2000; ANDERSON et al., 2008; SALAHI et al., 2012). Esta perda de água pode ser reduzida quando as condições microclimáticas do caminhão baú se encontram dentro das faixas ideais (DAMRON et al. 1994). Também, a idade da matriz é outro fator que contribui para perda de água dos ovos, pois, com o seu envelhecimento, aumenta-se a capacidade da casca do ovo em permitir trocas gasosas entre o embrião e o ambiente (TANURE et al., 2009; MADEDDU et al., 2013; NAZARENO et al., 2014). É muito importante entender a relação entre idades da matriz de corte e armazenamento dos ovos, para esclarecer os efeitos subsequentes sobre a perda de água dos ovos férteis durante o transporte. A eclodibilidade e a qualidade dos pintos são influenciadas pelo tempo de exposição a condições microclimáticas adversas.

Diante disso, objetivou-se por meio desta pesquisa, avaliar a perda de água de ovos férteis oriundos de diferentes idades de matrizes de corte e tempos de estocagem, durante o transporte.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o transporte de ovos férteis foi realizado um perfil térmico do caminhão de transporte tipo contêiner, modelo Constellation 26-370 6 x 4 tractor da Volkswagen apresentando as dimensões de 7,5 metros de comprimento, 2,6 metros de largura e 2,6 metros de altura, com três eixos (Figura 1). A calibragem dos pneus foi de 100 libras, sendo o tipo de suspensão com molas parabólicas e amortecedores hidráulicos de dupla ação. O equipamento de climatização era regulado para as condições de temperatura de 24 °C e umidade relativa de 80%.

A capacidade total de carregamento do caminhão era de aproximadamente 592 caixas de ovos empilhadas e distribuídas na área da carroceria. Porém os carregamentos estudados apresentaram diferentes densidades de caixas de ovos (302 caixas = 72480 ovos na primavera, 362 caixas = 86644 ovos no verão e 467 caixas = 112080 ovos no outono), estas foram colocadas em pilhas ao longo do caminhão, todos os carregamentos estudados tiveram que seguir a logística de transporte e demanda da empresa, não podendo ser alterado. Para as análises de perda de água dos ovos, foram utilizadas seis caixas (1440 ovos) para cada carregamento ou viagem, totalizando 18 caixas de ovos (4320 ovos), as quais foram localizadas no centro da carroceria do caminhão, devido ser uma região que apresentou menor heterogeneidade térmica, conforme os autores Nazareno et al. (2013).

As caixas de transporte de ovos possuíam as dimensões externas de 63 cm de comprimento, 32,5 cm de largura e 30 cm de altura e espessura 3 mm, com aberturas nas laterais de 3,2 cm x 1,1 cm e no fundo de 2 x 2 cm. Cada caixa suportavam 240 ovos que equivalem a 8 bandejas de plástico com as dimensões de 30 x 30 cm, com capacidade de 30 ovos.



**Figura 1.** Caminhão de transporte climatizado carregados de ovos férteis utilizado na pesquisa.

Foram realizados os monitoramentos de três viagens, cada uma com um percurso de 60 km. A cada estação do ano (primavera, verão e outono) foi realizada uma viagem. A caracterização do ambiente térmico do contêiner climatizado foi realizada por meio de registros a cada minuto das seguintes variáveis microclimáticas: temperatura (T; °C) e umidade relativa do ar (UR; %). A aquisição desses dados foi realizada por meio de 18 dataloggers da marca Logen, em que foi colocado um datalogger no interior das caixas, sendo que foi utilizado um datalogger em cada caixa de estudo, totalizando seis dataloggers por viagem e o restante dos 12 dataloggers foram distribuídos ao longo do perfil da carroceria do caminhão. Os valores de temperatura, umidade relativa e pressão atmosférica média para Amparo-SP, foram utilizados para o cálculo da entalpia específica (h;  $\text{kJ.kg}^{-1}$  ar seco) de acordo com a equação de Rodrigues et al. (2011). Essa grandeza psicrométrica expressa à quantidade de calor existente no ambiente interno do contêiner.

Com relação à massa dos ovos férteis (kg) durante o transporte, foram selecionadas três diferentes idades de matrizes de corte, da linhagem Cobb Fast, provenientes do mesmo lote e analisadas ao longo do tempo, para avaliar a influência das condições microclimáticas do transporte sobre as idades das matrizes de corte, tempos de estocagem, na perda de água dos ovos férteis.

Por meio de um levantamento bibliográfico conforme os autores Elibol et al. (2002); Tanure et al. (2009) foram selecionadas e classificadas três idades de matrizes de corte, para as análises: nova = 29-30 semanas, intermediária = 42-43 semanas e velha = 52-53 semanas.

A coleta dos dados foi realizada separadamente para cada idade das matrizes, ou seja, quando as matrizes atingiam as três idades (nova, intermediária e velha) era coletados 1440 ovos, que correspondiam a seis caixas de ovos férteis. Em cada uma dessas caixas de ovos foi colocado um datalogger, para assegurar a temperatura do ar e umidade relativa que chegava até os ovos férteis.

Todo o planejamento da pesquisa foi realizado para que os tempos de estocagem encerrassem no mesmo período, para a realização do transporte dos ovos férteis (por meio de um caminhão climatizado) com destino ao incubatório. 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.

Os períodos de estocagem dos ovos no matrizeiro foram contabilizados conforme a logística de transporte da empresa, essa não admitia que os ovos férteis ficassem armazenado por muitas horas no matrizeiro, devido à dimensão da sala e ao tamanho da produção (ovos/dia), pois essas limitações poderiam comprometer o sistema de climatização da sala de ovos. Os 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 tratamentos foram localizadas num ponto central da sala.

Adotou-se o parâmetro massa do ovo como variável resposta, pois o mesmo é um fator de seleção no processo, considerado pela indústria avícola. Foram avaliados as massas de 140 ovos individualizados de cada tratamento (idade de matrizes e os tempos de estocagem), durante a entrada e saída dos mesmos na carroceria do caminhão transportador, com intuito de identificar a perda de água dos ovos durante o percurso (matrizeiro ao incubatório), conforme um teste prévio e metodologia descrita pelos autores Nazareno et al. (2014) verificou-se que 140 ovos por tratamento,

seria o ideal para determinar a perda de água dos ovos. O equipamento utilizado para aferir a massa (kg) dos ovos foi uma balança semi-analítica da marca BEL equipamentos Ltda, modelo THB 600 com escala e precisão de 0,1 g.

Os dados de perda de água dos ovos foram transformados utilizando o Logit da perda de água. Essa transformação de dados é necessária para atender os pressupostos de uso do modelo de regressão, ele traz a perda (que varia de 0 a 100%) para escala de  $-\infty$  a  $+\infty$ . O Logit da perda de água dos ovos foi calculada pela Equação (1) descrita abaixo:

$$\text{LOGIT\_PERDA} = \text{Log} \left( \frac{P}{1-P} \right) \quad (1)$$

em que,

LOGIT\_PERDA - logaritmo da perda de água dos ovos férteis;

P - perda de água dos ovos (%).

O inverso do logaritmo da perda de água dos ovos foi utilizado para calcular o valor da perda de água em percentual, descrita na Equação (2) a seguir:

$$P = \frac{e^{\text{LOGIT\_PERDA}}}{1 + e^{\text{LOGIT\_PERDA}}} \quad (2)$$

Para a avaliação de perda de água dos ovos férteis o delineamento experimental consistiu em uma estrutura de parcelas do tipo inteiramente aleatorizada. A estrutura de tratamento foi o esquema fatorial 3 x 3, que representou as três idades de matrizes e os três tempos de estocagem, com 140 repetições.

Com relação à avaliação da influência da idade das matrizes e os tempos de estocagem na perda de água dos ovos férteis em relação às condições ambientais no transporte, utilizou-se a análise estatística da classe de modelos lineares mistos (VERBEKE & MOLENBERGHS, 2000).

Na análise estatística da carroceria climatizada foi utilizado o modelo linear misto assumindo uma estrutura de covariância auto-regressiva de primeira ordem. As variáveis respostas do modelo foram temperatura, umidade relativa e entalpia específica, em função do fator estação do ano (primavera, verão e outono). Vale ressaltar que cada estação representou uma idade de matriz (primavera = nova, verão = intermediária e outono = velha). Os resultados foram submetidos ao teste F para comparação entre as médias.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando-se as condições microclimáticas de transporte de ovos, verificou-se diferença entre as estações ( $P < 0,05$ ), para todas as variáveis microclimáticas, sendo que durante o verão foram registrados os maiores valores médios (Tabela 1).

De modo geral, as fases de verão e primavera ofereceram as piores condições térmicas durante o transporte de ovos férteis, apresentando os valores médios de temperatura entre 24,2 e 26 °C.

Ao observar a temperatura média da carroceria do caminhão, nota-se que a mesma esteve acima das faixas ideais (10 a 20 °C) para todas as estações do ano, conforme as condições indicadas (FASENKO et al., 1991; NAZARENO et al., 2013). O valor médio de temperatura mais próximo do ideal ocorreu no outono com 22,5 °C. Isso demonstra a necessidade de maior controle do sistema de climatização do caminhão durante a primavera e verão. Quando os ovos férteis são submetidos às altas de temperaturas fora da incubadora, pode ficar comprometida a viabilidade embrionária nos

estádios iniciais de desenvolvimento e reduzir a taxa de eclosão, além de aumenta a taxa de mortalidade (CONY et al., 2008).

**Tabela 1.** Valores médios do microclima do caminhão em diferentes estações do ano.

Estações do ano	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Entalpia específica (kJ/kg de ar seco)
Primavera	24,2 B	71,5 C	59,0 B
Verão	26,0 A	91,0 A	74,0 A
Outono	22,5 C	81,5 B	57,4 C
Teste F	42,43*	18,34*	63,02*

Médias com letras diferentes maiúsculas nas colunas diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste F. NS – não significativo, \* – significativo a 5% (P < 0,05).

Com relação à variação da umidade relativa verifica-se que os maiores valores médios foram registrados no verão e outono, em torno de 81,5 e 90%. Esses valores de umidade relativa podem ser justificados pela elevada densidade de caixas no caminhão (86.644 e 112. 080 ovos férteis) e com isto maiores perdas de água dos ovos férteis durante o transporte (Tabela 1). Vale lembrar que quando a umidade relativa está acima da faixa ideal (55 – 75%) tem-se o início da condensação sobre os ovos que resultará em um ambiente mais propício para o crescimento de microrganismos (fungos e bactérias) nos ovos férteis (MOURA et al., 2008; BARACHO et al., 2010; BARACHO et al., 2013). O período da primavera foi o que apresentou menor valor médio de umidade relativa, o qual foi registrado de 71,5%. Esse foi o único período que, esteve dentro das faixas ideais (55 a 75%), conforme os autores Fasenko et al. (1991); Nazareno et al. (2013). Essa menor umidade relativa nessa primavera pode ter sido influenciada pela estação do ano e menor quantidade de ovos (72.480) transportada, a qual proporcionou uma menor perda de umidade dos ovos férteis.

Os maiores valores médios de entalpia específica da carroceria climatizada foi verificado nas estações de verão e primavera, com 74 e 59 kJ/kg de ar seco, caracterizando assim, uma maior quantidade de calor existente no ambiente interno da carroceria climatizada. Esses valores podem ser atribuídos à elevação da temperatura em conjunto com a umidade relativa.

Houve interação entre idade de matrizes e os intervalos de tempo de estocagem (P<0,05) quanto à perda de água dos ovos férteis durante o transporte (Tabela 2). No entanto, a diferença da perda de água dos ovos durante o transporte foi pequena para todas as idades de matrizes e os tempos de estocagem.

**Tabela 2.** Perda de água dos ovos férteis em função das idades de matrizes e tempos de estocagem, durante o transporte dos ovos férteis.

Idade das matrizes de corte	Perda de água dos ovos férteis (%)		
	Tempos de estocagem (h)		
	03-06	26-30	50-52
Nova	0,07 Ba	0,06 Ca	0,08 Ca
Intermediária	0,13 Ac	0,16 Ab	0,19 Aa
Velha	0,09 Bb	0,08 Bb	0,12 Ba
Teste F	16,41*		

Médias com letras diferentes (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste F. \* – significativo a 5% (P < 0,05).

Os maiores valores de perda de água dos ovos foram verificados para as matrizes com idade intermediárias, sendo as proporções para os três períodos de estocagem de 0,13; 0,16 e 0,19% respectivamente.

Com relação ao tempo de estocagem, as maiores médias de perdas de água dos ovos ocorreram no período de 50-52 h, para todas as idades de matrizes. Quanto maior o tempo de estocagem, maior será a perda de água dos ovos Scatolini-Silva et al. (2013); Alsobayel et al.

(2013), independentemente do trajeto percorrido. Portanto, o maior valor médio de perda de água dos ovos férteis foi detectado na idade de matriz intermediária e no tempo de estocagem de 50-52 h, com 0,19%. Alsobayel et al. (2013) ovos oriundo de matrizes de idade velha e o maior tempo de estocagem perdem mais massa em relação as demais (ovos oriundos de matrizes novas e menor tempo de armazenamento), porém, nenhum desses autores avaliaram as condições térmicas onde esses os foram estocados. Sendo assim, pode-se dizer que quando esses ovos estão sob condições térmicas diferentes essa perda de água pode ser alterada, como foi o caso dos ovos oriundos de matrizes intermediárias do presente estudo. Então, por meio destes resultado verificou-se que as diferentes estações do ano e densidade da carga podem influenciar de forma adversa no microclima da carga de ovos férteis transportada.

Observou-se que a variabilidade da temperatura (desvio padrão da temperatura) apresentou uma grande influência no logit da perda de água dos ovos com 0,52 unidades, o que equivale a uma perda de 0,6% (Tabela 3). Este resultado sugere que a oscilação da temperatura no baú climatizado pode ser mais prejudicial à perda de água dos ovos férteis do que a elevação da temperatura.

Ao aumentar 1% de umidade relativa no logit da perda de água dos ovos, houve uma diminuição de -0,009 unidades no logit, o que equivale a 0,5% de perda de água dos ovos. A variabilidade da umidade relativa (desvio padrão da umidade relativa) apresentou o mesmo comportamento do logit da perda de água da umidade relativa. Portanto, pode-se dizer que a umidade relativa e a amplitude dela apresentaram o mesmo percentual na perda de água dos ovos. Deste modo, é muito importante o controle das condições microclimáticas dentro do baú climatizado, durante o transporte dos ovos para evitar as perdas de água excessivas, sem causar danos ao embrião.

**Tabela 3.** Simulação das variações de temperatura e umidade relativa no modelo Logit\_perda em função da perda de água dos ovos férteis.

Variação da temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Perda de água dos ovos (%)
0,52	-	0,60
-	1,0	0,50
-	1,5	0,51
-	2,0	0,52
-	ΔUR	0,50

## CONCLUSÕES

As condições microclimáticas das cargas transportadas para todas as estações estiveram acima das faixas ideais. Independe da idade da matriz e da condição do microclima, o aumento do tempo de estocagem leva a uma maior perda de água, assim como piores condições microclimáticas.

A oscilação da temperatura do ar aumentou muito mais a perda de água dos ovos no baú climatizado, do que o valor da temperatura em si. Para cada variação de 1% de aumento na umidade relativa aumenta-se 0,5% na perda de água dos ovos férteis.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS

- AKYUREK, H., OKUR, A.A. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free range layer hens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.8, p.1953-1958, 2009.
- ALSOBAYEL, A.A.; ALMARSHADE, M.A.; ALBADRY, M.A. Effect of breed, age and storage period on egg weight, egg weight loss and chick weight of commercial broiler breeders raised in Saudi Arabia. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v.12, p.53-57, 2013.
- ANDERSON, K.E.; PATTERSON, P.H.; KOELKEBECK, K.W.; DARRE, M.J.; CAREY, J.B.; AHN, D.U.; ERNST, R.A.; KUNEY, D.R.; JONES, D.R. Temperature sequence of eggs from oviposition through distribution: transportation - part 3. **Poultry Science**, v.87, p.1195-1201, 2008.
- BARACHO, M.S.; NÄÄS, I.A.; GIGLI, A.C.S. Impacto das variáveis ambientais em incubatório de estágio múltiplo de frangos de corte. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.30, n.4, p.563-577, 2010.
- BARACHO, M.S.; NÄÄS, I.A.; NEVES, D.P.; JULIANO DE A. CASSIANO, J.A.; LIMA, F.G.; MOURA, D.J.; GARCIA, R.G. Estimating the most important criteria for hatching eggs as function of broiler breeders age. **Revista de Engenharia Agrícola**, v.33, n.3, p.445-452, 2013
- CONY, H.C.; VIEIRA, S.L; BERRES, J.; GOMES, H.A.; CONEGLIAN, J.L.B.; FREITAS, D.M. Técnicas de pulverização e imersão com distintos desinfetantes sobre ovos incubáveis. **Ciência Rural**, v.38, n.5, p.1407-1412. 2008.
- DAMRON, B.L., DOUGLAS, C.R.; JACOBS, R.D. Temperature patterns in commercial egg transport vehicles. **Journal of Applied Poultry Research**, v.3, p.193-198, 1994.
- FASENKO, G.M.; ROBINSON, F.E.; ARMSTRONG, J.G.; CHURCH, J.S.; HARDIN, R.T.; PETITTE, J.N. Variability in pre-incubation embryo development in domestic fowl: effects of nest holding time and method of egg storage. **Poultry Science**, v. 70, p.1876-1881, 1991.
- GAST, R.K.; HOLT, P.S. Influence of the level and location of contamination on the multiplication of *Salmonella enteritidis* at different storage temperatures in experimentally inoculated eggs. **Poultry Science**, v.79, p. 559-563, 2000.
- MADEDDU, M.; ZANIBONI, L.; MANGIAGALLI, M.G; CASSINELLI, C.; CEROLINI, S. Egg related parameters affecting fertility and hatchability in the Italian bantam breed Mericanel della Brianza. **Animal Reproduction Science**, v.137, p. 214- 219, 2013.
- MOURA, A.M.A.; OLIVEIRA, N.T.E.; THIEBAUT, J.T.L.; MELO, T.V. Efeito da temperatura de estocagem e do tipo de embalagem sobre a qualidade interna de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*). **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.578-583, 2008.
- NAZARENO, A. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, A. M. C.; VIEIRA, F. M. C. Microclima, idade das matrizes e tempo de estocagem influenciando nas respostas produtivas de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.11, p.1172-1178, 2014.
- NAZARENO, A. C.; SILVA, I. J. O.; 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
- 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, n.3, p.327-332, 2013.
- RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, Heidelberg, p. 455-459, 2011.
- SALAH, A.; KHABISI, M. M.; PAKDEL, A.; BAGHBANZADEH, A. Effects of cold stress during transportation on hatchability and chick quality of broiler breeder eggs. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences**, v.36, p. 159-167, 2012.
- SAS Institute. Statistical analysis system: Release 9.2, (software). Cary, 2010. 620p.

SCATOLINI-SILVA, A.M.; BORBA, H.A.; GIAMPIETRO-GANECO, A.B.; SOUZA, P.A.C.; BOIAGO, M.M.; MELLO, J.L.M.D.; VAZ, A.B.S. Qualidade física de ovos armazenados em diferentes condições de embalagens sob temperatura ambiente. **Arquivo de Zootecnia**, v.62, n.238, p. 247-254, 2013.

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, n.6, p.1391-1396, 2009.

VERBEKE, G.; MOLENBERGHS, G. **Linear mixed models for longitudinal data**. New York: Springer Science + Business Media, 568p. 2000.