

**DIFERENÇAS NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE OVOS PRODUZIDOS
SOB PASTEJO LIVRE E SISTEMA CONVENCIONAL***(Differences on physical characteristics of free range and conventional eggs)*

Julia Arantes Galvão¹, Fábio Sossai Possebon², Thiago Luiz Belém Spina², João Bosco Pereira Guerra Filho², Graciene Conceição dos Santos³, José Carlos Figueiredo Pantoja², José Paes de Almeida Nogueira Pinto²

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

²Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu.

³Universidade Federal do Pará.

*Correspondência: juliaarantesgalvao@gmail.com

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar se existem diferenças entre parâmetros físicos internos e externos de ovos produzidos sob o regime de inspeção federal em dois sistemas de criação diferentes (pastejo livre e convencional) e se é justificada a alteração de sistemas convencionais para pastejo livre baseando-se nestas características. Para tal, ovos oriundos de uma granja com pastejo livre e outra com sistema convencional foram avaliados quanto ao peso, gravidade específica, espessura de casca, peso da casca por superfície de área, resistência da casca do ovo à quebra, percentagem de gema, percentagem de albúmen, coloração da gema e unidade Haugh. As granjas estavam alocadas na mesma propriedade, minimizando a introdução de vieses relacionados à temperatura macro climática, linhagem e, em partes, do arraçoamento. As coletas foram realizadas em quatro ciclos subsequentes de 28 dias. A cada ciclo eram realizados três dias de coleta de 30 ovos em cada sistema, totalizando 360 ovos por sistema. Foi observado que o peso dos ovos oriundos do sistema de pastejo livre eram mais leves que aqueles produzidos no sistema convencional, mesmo assim todos foram classificados como tipo extra. A gravidade específica dos ovos produzidos no sistema de pastejo livre foi menor que a observada nos ovos do sistema convencional ($P < 0,001$). No pastejo livre as cascas dos ovos eram mais espessas ($P < 0,05$) e resistentes ($P = 0,22$), embora mais leves. A porcentagem de albúmen também foi maior no sistema de pastejo livre ($P < 0,05$), o que se inverte na proporção de gema ($P < 0,05$). A coloração das gemas revelou-se curiosamente semelhante em ambos os sistemas ($P = 0,56$). Todos os ovos apresentaram Unidade Haugh AA ($P = 0,60$). Assim ficou determinado que nas granjas avaliadas houve diferenças entre parâmetros físicos internos e externos de ovos (pastejo livre e convencional), mas estas não justificam a alteração de sistemas convencionais para pastejo livre baseando-se nestas características. É recomendado acrescentar a avaliação da cor da gema *in loco* em cada propriedade na rotina de fiscalização.

Palavras-chave: gema; albúmen; casca.

ABSTRACT: The aim of this work was determine if there is differences on physical internal and external parameters of eggs produced under federal inspection at two housing systems (free range and conventional) and if the change of conventional systems for free range considering these characteristics is justified. Eggs from a free range and a conventional system were evaluated for weight, egg specific gravity, shell thickness, weight of shell/area surface, shell breaking strength, yolk percent, albumen percent, color yolk and Haugh unit. The systems where localized at the same farm, reducing introduce vies for macro climatic temperature, lineage and, in parts, of feeding. There collected samples by four cycles of 28 days. At each, there were tree collect days of 30 eggs at each system, totalizing 360 eggs by system. We observed that the weight of free-range eggs were lighter than conventional system eggs, otherwise both graded as extra type. The egg specific gravity at free-range eggs were lowest than conventional system eggs ($P<0,001$). The free-range eggs exhibited the thickest ($P<0,05$) and resistant ($P=0,22$) eggshell, nevertheless the lighter ($P<0,05$) eggshell. The albumen percent were bigger at free-range system ($P<0,05$), with the yolk percent on the inverse ($P<0,05$). The color yolk was intriguingly similar for both systems ($P=0,56$). All the evaluated eggs were AA for Haugh unit ($P=0,60$). Accordingly, it was demonstrated that at the evaluated farms there were differences on physical internal and external parameters of eggs (free-range and conventional system), although these differences unfounded the change of conventional systems for free-range. Additionally, we advise to add the egg yolk evaluation in loco at each farm in inspection routine.

Key Words: egg yolk; albumen; shell.

INTRODUÇÃO

A qualidade física do ovo é um importante atrativo ao consumidor e engloba muitos aspectos (STADELMAN, 1977) relacionados à casca, ao albúmen e à gema. Essa qualidade tem base genética e varia entre as linhagens de galinhas (PANDEY et al., 1986; SILVERSIDES, KORVER, BUDGELL, 2006), também é influenciada pelo sistema de alojamento em que a ave é mantida (MENCH et al., 1986; FRASER & BAIN, 1994; VITS et al., 2005) e pela idade das galinhas (SILVERSIDES et al., 2006). Defeitos na qualidade da casca podem causar perdas significativas para a indústria de ovos comerciais. Entre 10 e 15% dos ovos de poedeiras são perdidos antes e durante o processo de coleta por apresentarem algum tipo de problema relacionado à qualidade da casca (ROLAND 1988; COUTTS et al.,

2007). Os parâmetros mais utilizados para avaliar a qualidade da casca são espessura, peso, porcentagem da casca em relação ao peso do ovo, resistência e gravidade específica do ovo (ROBERTS, 2004).

Alguns estudos têm descrito os efeitos dos diferentes sistemas de alojamento na qualidade dos ovos (TORGES et al., 1976; PAVLOVSKI, MASIC, APOSTOLOV, 1981), mas há pouca pesquisa relacionada especificamente à qualidade do ovo produzido por galinhas criadas em sistemas ao ar livre ou são estudos realizados há muitos anos atrás. Comparações diretas entre os sistemas de produção (gaiola, celeiro, pastejo livre) no que se refere à qualidade física dos ovos são dificultadas pelo grande número de variáveis envolvidas. Por exemplo, um dos problemas referentes à qualidade da casca no sistema de

pastejo livre pode estar relacionado ao mau balanceamento na dieta das aves (FRASER & BAIN, 1994), sendo que no caso de galinhas mantidas em gaiolas, este mesmo problema pode ser resultante da densidade das aves alojadas (MENCH et al., 1986). Por outro lado, outros autores descrevem que tais efeitos não são consistentes (LEE & MOSS, 1995).

Assim, são necessários estudos que permitam comparações entre diferentes sistemas, controlando-se algumas variáveis tais como linhagem das aves, arraçamento e temperatura da instalação, o que em condições não experimentais é muito difícil de ser encontrado.

Assim, objetivou-se determinar se há diferenças nos parâmetros físicos internos e externos dos ovos produzidos em sistemas de criação diferentes (pastejo livre e convencional) alojadas na mesma propriedade sob regime de inspeção federal e se é justificada a alteração de sistemas convencionais para pastejo livre baseando-se nestas características.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados dois sistemas de criação de galinhas poedeiras (pastejo livre e convencional em gaiolas) alojados na mesma propriedade, no interior do Estado de São Paulo, o que diminuiu a possibilidade de introdução de vieses relacionados à linhagem, interferentes ambientais e, em parte, de arraçamento. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual Paulista (Protocolo número 176/2012).

Os galpões eram construídos no mesmo sentido e, as aves (Hysex Brown) eram adquiridas com um dia de vida e debicadas ao 7º dia, e na 9ª semana. Era utilizado o inseticida Cipermetrina como método de prevenção contra *Alphitobius diaperinus*, as vacinações preconizadas

para a região eram administradas e, no sistema de pastejo livre era realizada vacinação preventiva contra salmoneloses. Segundo o veterinário responsável, não eram utilizados antimicrobianos para tratamento das galinhas.

Todas as aves recebiam água da mesma fonte (poço artesiano). O esquema de iluminação era feito com 12 horas de luz natural e 4 horas de iluminação artificial. O arraçamento era automático e a coleta de ovos manual, realizada duas vezes ao dia. Eram alojados 11 lotes de aves ao ano em cada um dos sistemas. A ração era preparada na propriedade, sendo que no sistema de pastejo livre era à base de milho, farelo de soja, farinha de carne e pigmentantes sintéticos para a gema: *Carophill Yellow* e *Carophill Red*; no sistema convencional, era adicionado trigo à mesma ração (e não eram utilizados pigmentantes sintéticos para a gema). Os ovos eram higienizados e embalados na propriedade e assim distribuídos para o comércio na forma de atacado.

No sistema de pastejo livre a granja possuía, em média, 45.000 aves distribuídas em onze galpões. Cada galpão era equipado com comedouros tipo prato, bebedouros tipo *nipple*, ninhos, poleiros, cama de palha de arroz e saídas laterais para as áreas de pastejo, com 2m²/ave. A produção média diária era de 13.500 ovos. No sistema convencional de gaiolas a granja possuía, em média, 250.000 aves alojadas em gaiolas 45x60cm, distribuídas em 31 galpões, os comedouros eram cochos de madeira e os bebedouros do tipo *nipple*. A produção média diária era de 38.000 ovos

Amostragem

Um lote em pico de produção de cada sistema foi selecionado e utilizado até o término do estudo. O experimento foi conduzido no período de 14 de maio a

08 de agosto de 2012, sendo dividido em quatro ciclos de avaliação de 28 dias cada, sendo assim representativo de toda a produção do lote. A cada ciclo eram realizados três dias de coleta de 30 ovos em cada sistema, totalizando 360 ovos por sistema. Os ovos eram coletados diretamente nos ninhos ou canaletas e analisados no mesmo dia. Foram avaliados peso, gravidade específica, espessura de casca, peso da casca por superfície de área, resistência da casca do ovo à quebra, percentagem de gema, percentagem de albúmen, coloração da gema e unidade Haugh.

Assim que chegavam ao laboratório os ovos eram pesados em balança de precisão (Mettler Toledo®) e identificados individualmente, em seguida era realizada a verificação da gravidade específica (GE) conforme descrito por Staldeman e Cotterill (1990), mergulhando-os em soluções salinas de densidades variando de 1,060 a 1,100 (confirmadas com a utilização de um densímetro). A GE de cada ovo foi determinada pela solução de menor densidade em que o ovo flutuasse.

Então foi realizada a prova da resistência da casca do ovo à quebra, através do texturômetro, TA.XT *plus Texture analyser*, utilizando-se sonda de ruptura de 75mm (P/2), velocidade de teste de 1mm/segundo. Os ovos eram pressionados pela sonda até que a sua casca se rompesse, sendo então neste momento determinada a sua resistência, expressa em kgf.

Em seguida os ovos foram quebrados e pesadas separadamente a gema e a clara. As cascas foram lavadas em água corrente. A percentagem de gema foi determinada dividindo-se o peso da gema pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100, sendo o mesmo realizado para determinação da percentagem de albúmen, através da substituição do peso da gema pelo peso do albúmen.

A coloração da gema foi estimada pela comparação da coloração da gema com abanico colorimétrico Roche®. A medida da Unidade Haugh foi realizada conforme descrito por Staldeman e Cotterill (1990), determinando-se a altura do albúmen, por meio de paquímetro digital e aplicando a fórmula a seguir:

$$UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$$

Onde, H = altura do albúmen (mm); W = peso do ovo (g); 7,57 = fator de correção para altura do albúmen; 1,7 = fator de correção para peso do ovo.

Para avaliação da espessura de casca, após sua lavagem e secagem em estufa, foram realizadas três medidas na região equatorial do ovo com a utilização de um paquímetro, sendo feita a média dessas mensurações, e o resultado expresso em milímetros.

O peso da casca por superfície de área - PCSA (ABDALLAH; HARMS; EL-HUSSEINY, 1993) foi determinado através da fórmula: $PCSA = (\text{peso da casca} / 3,9782 \times (\text{peso do ovo})^{0,7056}) \times 1000$ e expresso em mg/cm².

Análise Estatística

A distribuição das variáveis foi analisada e estatísticas descritivas foram produzidas. Modelos de medidas repetidas (SAS Institute, 2011) foram usados para comparar cada variável-resposta (resistência da casca do ovo à quebra, percentagem de gema, percentagem de albúmen, percentagem de casca, unidade Haugh, espessura de casca e peso da casca por superfície de área) entre os sistemas. Uma estrutura de covariância auto-regressiva foi utilizada para modelar a correlação entre as medidas repetidas dentro da mesma propriedade. O teste de análise de variância foi usado para ajustar os valores-P resultantes de comparações múltiplas. O nível de significância estatística foi definido como 0.05. Como as variáveis gravidade específica e coloração da gema não apresentaram

uma curva de distribuição normal dos resultados, foi utilizado o teste de Wilcoxon (SAS Institute, 2011) para comparar os seus resultados verificados em cada propriedade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais apresentaram, de maneira geral: tremores musculares, sialorreia, timpanismo, miose, diarreia, prostração, decúbito. No período de 24 horas morreram 51 animais, sendo 14 machos com idade entre 10 e 12 meses, um macho e 34 fêmeas com 13 a 24 meses e um macho uma fêmea com mais de 25 meses (figura 1).

Os ovos provenientes do sistema de pastejo livre eram mais leves que os ovos produzidos no sistema convencional (Tabela 1), embora não seja indicativo de qualidade nutricional do ovo, o peso é utilizado para padronizar a sua comercialização. Mesmo apresentando diferença entre os sistemas, todos os ovos avaliados neste estudo foram classificados como tipo extra ($>60g$) (BRASIL, 1991). Varguez-Monteiro *et al.* (2012) também observaram maior peso em ovos produzidos por galinhas alojadas em gaiolas e afirmam que este resultado está claramente associado a alta ingestão de ração por essas aves. Outros autores (WANG *et al.*, 2009; TUMOVÁ *et al.*, 2009) não verificaram diferenças no peso dos ovos de galinhas alojadas nos diferentes sistemas e, Singh, Cheng & Silversides (2009) encontraram ovos mais pesados em aviários em relação aos produzidos em gaiolas, mas esses autores utilizaram galinhas marrons (Lohmann Brown) e galinhas brancas (Lohmann White) em celeiro e em gaiola respectivamente e, segundo Scott & Silversides (2000), galinhas de ovos marrons são mais pesadas e produzem ovos maiores com maiores pesos de gema e clara que galinhas de ovos brancos.

As galinhas alojadas no sistema convencional produziram os ovos de maior gravidade específica - mediana: 1,095, sendo que no sistema de pastejo livre esta foi de 1,090 ($p<0,001$), o que revela que o sistema interferiu nessa característica. A gravidade específica indica a qualidade da casca em relação aos demais componentes do ovo e está diretamente relacionada à sua espessura (MILES, 1993), resultado contraditório diante daqueles anteriormente observados para espessura de casca. Esse fato pode ser explicado pelo menor peso das cascas apesar de maior espessura no sistema de pastejo livre. Segundo Mendonça Jr. (1993), no período de postura a gravidade específica desejável deve estar entre 1,080 e 1,088, todos os ovos avaliados apresentaram GE acima desses valores. Miles (1993) afirmou que quanto mais fina a casca, menor será a gravidade específica e maior será a possibilidade de trinca e de quebra dessa casca. Abdallah *et al.* (1993), estudando a relação entre a porcentagem de ovos quebrados e a gravidade específica, observaram que a porcentagem de ovos trincados decresce com o aumento da GE, resultando em uma correlação negativa ($r= 0,96$) entre as variáveis. Segundo os autores, para cada aumento de 0,001 na GE, a porcentagem de ovos quebrados decresceu em 1,266%, o que não foi verificado neste estudo,

O ovo produzido no sistema de pastejo livre apresentou a casca mais espessa, embora mais leve, o que está provavelmente associado ao menor peso do ovo (Tabela 1). A resistência da casca também foi maior no sistema de pastejo livre, mas essa diferença não foi considerada significativa (Tabela 2). Em outros estudos (PAVLOVSKI, MASIC, APOSTOLOV, 1981; MOSTERT, BOWES, VAN DER WALT, 1995; LEYENDECKER *et al.*, 2001), maior resistência ou espessura da casca

também foi verificada em ovos produzidos em sistemas de pastejo livre.

Tabela 1 - Variáveis avaliadas e resultados descritivos para comparação da qualidade física dos ovos produzidos nos sistemas FR e C1. Botucatu, SP.

Sistema	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Erro Padrão	Valor mínimo	Valor máximo
Peso (g)							
Pastejo livre	360	62,30	61,84	5,54	0,29	61,84	62,30
Convencional	360	66,78	66,46	4,76	0,25	66,46	66,78
GE (g/l)							
Pastejo livre	360	1,09	1,09	0,006	0,0003	1,09	1,09
Convencional	360	1,09	1,1	0,005	0,0002	1,09	1,1
Espessura da casca (mm)							
Pastejo livre	360	0,34	0,34	0,06	0,003	0,34	0,34
Convencional	360	0,35	0,36	0,05	0,003	0,35	0,36
Peso da casca por superfície de área (mg/cm ²)							
Pastejo livre	360	73,53	77,37	13,57	0,72	73,53	77,37
Convencional	360	73,32	78,04	15,59	0,82	73,32	78,04
Resistência à quebra (kgf)							
Pastejo livre	360	4,75	4,74	0,78	0,04	4,74	4,75
Convencional	360	4,65	4,68	0,79	0,04	4,65	4,68
Porcentagem de gema (%)							
Pastejo livre	360	22,36	22,20	2,27	0,12	22,20	22,36
Convencional	360	24,58	24,48	2,08	0,11	24,48	24,58
Porcentagem de albúmen (%)							
Pastejo livre	360	68,12	67,98	3,17	0,17	67,98	68,12
Convencional	360	65,51	65,62	2,34	0,12	65,51	65,62
Cor da gema							
Pastejo livre	360	12,23	12	1,02	0,05	12	12,23
Convencional	360	12,39	12	0,72	0,04	12	12,39
Unidade Haugh							
Pastejo livre	360	88,59	89,9	9,24	0,49	88,6	89,9
Convencional	360	88	88,82	8,79	0,46	88	88,82

A casca é a embalagem natural do ovo, o qual está pronto para ser comercializado e, para isso, deve ser resistente para não sofrer nenhum dano físico, devendo ser forte o suficiente para resistir à postura pela ave, colheita, classificação e transporte, até atingir o consumidor final (ROBERTS, 2010). As galinhas alojadas em sistemas de pastejo livre vivem sob circunstâncias mais variáveis e, por isso podem apresentar a vantagem de produzir ovos menos sensíveis ao ambiente. A disponibilidade de Ca e P pode afetar a qualidade da casca (ABDALLAH, HARMS, EL-HUSSEINY, 1993). Não está claro se o seu metabolismo é diferente para galinhas criadas ao ar livre, mas especula-se que a atividade física resulte na maior efetividade no metabolismo mineral (VAN DEN BRAND, PARMENTIER & KEMP, 2004). Nosso estudo pode corroborar esta hipótese, já

que ao avaliar situações quase idênticas de manejo, excetuando-se pela forma de alojamento das aves, as cascas de ovos no sistema de pastejo livre foram consideradas mais resistentes.

Ainda, muitos fatores podem afetar a proporção gema: albúmen, como idade e linhagem da galinha e tamanho dos ovos (ROSE, GRIDGEMAN, FLETCHER, 1966; AHN, KIM, SHU, 1997). Neste estudo a porcentagem média de albúmen foi maior no sistema de pastejo livre (Tabela 2), situação que se inverte ao observar-se as proporções de gema. Cherian, Holsonbake, Goeger (2002) não encontraram diferenças significativas na relação gema: albúmen nos ovos produzidos em sistemas de pastejo livre e convencional que avaliaram.

Em relação à coloração da gema, os resultados obtidos para os ovos produzidos no sistema convencional situaram-se acima do padrão normalmente observado, sendo semelhante à obtida para os ovos do sistema de pastejo livre. Foi aventada a possibilidade de que a coloração mais escura detectada tenha sido resultante da adição de pigmento sintético à ração fornecida às aves criadas no sistema convencional, já que segundo a literatura (ANGELES & SCHEIDELER, 1998; GARCIA et al., 2009; ANDERSON, 2011) este resultado não seria possível em condições naturais. Registre-se que a adição não foi confirmada por parte do responsável pela granja durante a entrevista realizada antes do início do experimento e reafirmado em novo questionamento após a realização do mesmo. Para fazer uma contraprova, os mesmos procedimentos de amostragem e análises anteriormente citados foram aplicados a uma terceira granja convencional, situada em outra propriedade, sendo avaliada, através dos mesmos parâmetros e amostragem, somente a cor da gema para servir de controle e, neste caso, a faixa de medida

para coloração da gema dos ovos foi 5 (cinco).

Economicamente não se justifica esta adição, já que tais ovos chegam ao consumidor como sendo produzidos pelo sistema convencional, não se esperando deles nenhuma característica que os diferencie em relação àqueles produzidos em sistemas alternativos. Nestes, os consumidores procuram algumas características, sendo a gema mais escura uma delas. Isto explica o emprego dos pigmentos no sistema de pastejo livre e os resultados obtidos em nosso estudo. Registre-se que a legislação brasileira não faz nenhuma menção à sua utilização por parte dos produtores que utilizam este sistema. Assim a partir dos dados obtidos levanta-se a hipótese de que, inadvertidamente, os ovos produzidos em no sistema convencional estejam sendo comercializados como produtos de pastejo livre, com prejuízo ao consumidor.

A Unidade Haugh é uma expressão matemática que correlaciona a altura do albúmen espesso, através de micrômetro tripé, corrigida para o peso do ovo, sendo que quanto maior o valor da UH, melhor a qualidade interna do ovo (ALLEONI & ANTUNES, 2001). Os ovos considerados de qualidade excelente (AA) devem apresentar valores de UH superiores a 72; ovos de qualidade alta (A), entre 60 e 72 UH e ovos de qualidade inferior (B), com valores de UH inferiores a 60 são considerados de qualidade ruim (USDA, 2012). Neste estudo todas as médias observadas estão classificadas em AA, sendo que as diferenças encontradas não foram consideradas significativas entre os sistemas (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores p das variáveis analisadas através de análise de variância. Botucatu, SP.

Variável	Valores médios		Erro padrão	Valores P
	Pastejo livre	Convencional		
Espessura da casca (mm)	4,75	4,65	0,002	<0,05
Peso da casca (g)	9,80	9,94	0,053	<0,05
Peso de casca/Superfície de área (mg/cm ²)	73,53	73,32	0,717	0,94
Resistência da casca (kgf)	4,75	4,65	0,057	0,22
Unidade Haugh	88,59	87,97	0,649	0,60
Porcentagem de albúmen	68,12	65,51	0,189	<0,05
Porcentagem de gema	22,36	24,58	0,153	<0,05

CONCLUSÃO

Mesmo tendo sido observadas diferenças estatísticas em alguns dos parâmetros avaliados, estas não conferem aos ovos produzidos pelo sistema de pastejo livre um perfil especial que justifique a sua escolha pelo consumidor, no entanto há para o produtor o benefício de produzir ovos com cascas mais resistentes quando as aves são alojadas em sistemas de pastejo livre. É necessário chamar atenção para a fiscalização, já que ovos produzidos em sistemas convencionais podem contraditoriamente ser comercializados como se houvessem sido produzidos em sistemas de pastejo livre, com grande prejuízo ao consumidor. É recomendado acrescentar a avaliação da cor da gema *in loco* em cada propriedade na rotina de fiscalização.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de doutorado.

Ao Professor Edivaldo Antonio Garcia e à pós-graduanda Andrea de Britto Molino pela disponibilidade do Laboratório para execução das análises e a pronta atenção a dúvidas referentes à metodologia de estudo.

REFERENCIAS

- ABDALLAH, A. G.; HARMS, R. H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, v. 72, p. 2038-2043, 1993.
- AHN, D. U.; KIM, S. M.; SHU, H. Effects of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, v. 76, p. 914-919, 1997.
- ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, v. 58, p. 681-685, 2001.
- ANDERSON, K. E. Comparison of fatty acid, cholesterol, and vitamin A and E composition in eggs from hens housed in conventional cage and range production facilities. **Poultry Science**, v. 90, p. 1600-1608, 2011.
- ANGELES M.; SCHEIDELER S. Effect of diet, level, and source of xanthophyll on hen performance and egg yolk pigmentation. PSA'98. Annual Meeting Abstracts Pinnstater Conference Center. **Official Journal of the Poultry Science Association**, v. 77, p. 1-18, 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução CIPOA nº 005, de 19 de novembro de 1991. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 nov. 1991.
- CHERIAN, G.; HOLSONBAKE, T. B.; GOEGER, M. P. Fatty acid composition and egg components of specialty eggs. Research note. **Poultry Science**, v. 81, p. 30-33, 2002.
- COUTTS, J. A.; WILSON, G. C.; FERNANDEZ, S. **Optimum egg quality: a practical approach**. Sheffield: 5M Enterprises, 2007. 66 p.
- FRASER, A. C.; BAIN, M. M. A comparison of eggshell structure from birds housed in conventional battery cages and in a modified free-range system. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION, 9., 1994, Glasgow. **Proceedings...** Glasgow, 1994. p. 151-152.
- GARCIA, E. A.; MOLINO, A. B.; BERTO, D. A.; PELÍCIA, K.; OSERA, R. H.; FAITARONE, A. B. G. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com semente de urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. **Veterinária e Zootecnia**, v. 16, p. 689-697, 2009.
- LEE, K.; MOSS, C. W. Effects of population density on layer performance. **Poultry Science**, v. 74, p. 1754-1760, 1995.
- LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; HARTUNG, J.; KAMPHUES, J.; RING, C.; GLÜNDER, G.; AHLERS, C.; SANDER, I.; NEUMANN, U.; DISTL, O. Analyse von geonotyp-umweltinteraktionen zwischen legehennenhybriden und haltungssystemen in der legeleistung, eiqualita't und knochenfestigkeit. 2. Mitteilung: mitteilung. **Züchtungskunde**, v. 73, p. 290-307, 2001.
- MENCH, J. A.; TIENHOVEN, A. V.; MARSH, J. A.; McCORMIC, C. C.; CUNNINGHAM, D. L.; BAKER, R. C. Effects of cage and floor pen management on behaviour, production, and physiological stress responses of laying hens. **Poultry Science**, v. 65, p. 1058-1069, 1986.
- MENDONÇA JÚNIOR, C. X. Fatores nutricionais envolvidos na qualidade do ovo. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE

- PRODUÇÃO DE OVOS, 3., 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 1993. p. 29-51.
- MILES, R. D. Gravedad específica del huevo-establecimiento de un programa de verificación. In: _____. **Generalidades sobre la calidad del cascarón de huevo**. México: Asociación Americana de Soya, 1993. p. 1-8.
- MOSTERT, B. E.; BOWES, E. H.; VAN DER WALT, J. C. Influence of different housing systems on the performance of hens of four laying strains. **Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Veekunde**, v. 25, p. 80-86, 1995.
- PANDEY, N. K.; MAHAPATRA, C. M.; VERMA, S. S.; JOHARI, D. C. Effect of strain on physical egg quality characteristics in White Leghorn chickens. **International Journal of Poultry Sciences**, v. 21, p. 304-307, 1986.
- PAVLOVSKI, Z.; MASIC, B.; APOSTOLOV, N. Quality of eggs laid by hens on free range and in cages, In: BEUVING, G.; SHEELE, C. W.; SIMONS, P. C. M. (Ed.). **Quality of eggs: proceedings of the First European Symposium**. Apeldoorn, 1981. p. 231-235.
- ROBERTS, J. R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. **Journal of Poultry Science**, v. 41, p. 161-177, 2004.
- ROBERTS, J. R. Factors affecting egg shell and internal egg quality. In: ANNUAL ASIAN FEED TECHNOLOGY AND NUTRITION WORKSHOP, 18., 2010, Cambodia. **Proceedings...** Cambodia, 2010.
- ROLAND, D. A. Eggshell breakage: incidence and economic impact. **Poultry Science**, v. 67, p. 1801-1803, 1988.
- ROSE, D. N.; GRIDGEMAN, T.; FLETCHER, D. A. Solids content of eggs. **Poultry Science**, v. 74, p. 152-160, 1966.
- SAS Institute. **SAS/STAT user's guide**. Version 9.3. Cary: SAS Institute Inc., 2011.
- SCOTT, T. A.; SILVERSIDES, F. G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, v. 79, p. 1725-1729, 2000.
- SILVERSIDES, F. G.; KORVER, D. R.; BUDGELL, K. L. Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. **Poultry Science**, v. 85, p. 1136-1144, 2006.
- SINGH, R.; CHENG, K. M.; SILVERSIDES, F. G. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. **Poultry Science**, v. 88, p. 256-264, 2009.
- STALDEMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. **Egg science and technology**. 3. ed. New York: Food Products, 1990. 37 p.
- TORGES, H. G.; MATTHES, S.; HARNISCH, S. Vergleichende Qualitätsuntersuchungen an eieren auskommerziellen legehennenbeständen in freiland, boden und käfighaltung. **Archiv für Lebensmittelhygiene**, v. 27, p. 107-112, 1976.
- TUMOVÁ, E.; SKRIVAN, M.; ENGLMAIEROVÁ, M.; ZITA, L. The effect of genotype, housing system and egg collection time on egg quality in egg type hens. **Czech Journal of Animal Science**, v. 54, p. 17-23, 2009.
- USDA. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS. **National Nutrient Database**

for Standard Reference, release 25 – food group 1: dairy and egg products. 2012. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/SR25/reports/sr25>>. Acess: 19 jul., 2012.

VAN DEN BRAND, H.; PARMENTIER, H. K.; KEMP, B. Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. **British Poultry Science**, v. 45, p. 745-752, 2004.

VITS, A.; WEIZENBURGER, D.; HAMANN, H.; DISTL, O. Influence of different small group systems on production traits, egg quality and bone breaking strength of laying hens. First communication: Production traits and egg quality. **Zuchtungskunde**, v.77, p. 303-323, 2005.

WANG, L. X.; ZHENG, X. J.; NING, H. Z.; QU, J. L.; XU, Y. G. Laying performance and egg quality of blue-shelled layers as affected by different housing systems. **Poultry Science**, v. 88, p. 1485-1492, 2009.