

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor ,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 08/10/2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Câmpus de Botucatu

**MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CASCA DOS OVOS DE POEDEIRAS
COMERCIAIS**

ANDRESSA TAKAHARA MONTENEGRO

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre

BOTUCATU – SP

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Câmpus de Botucatu

**MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CASCA DOS OVOS DE POEDEIRAS
COMERCIAIS**

ANDRESSA TAKAHARA MONTENEGRO
Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. Edivaldo Antônio Garcia

CO-ORIENTADORA: Dra. Andréa de Britto Molino

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre

BOTUCATU – SP

Outubro – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M777m Montenegro, Andressa Takahara, 1988-
Métodos de avaliação da qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais / Andressa Takahara Montenegro. - Botucatu: [s.n.], 2018
vi, 40 f.: fots. color., ils. color., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2018
Orientador: Edivaldo Antônio Garcia
Coorientadora: Andréa de Britto Molino
Inclui bibliografia

1. Casca de ovos - Qualidade. 2. Poedeiras comerciais. I. Garcia, Edivaldo Antônio. II. Molino, Andréa de Britto. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

DEDICATÓRIA

Sobretudo aos meus pais,

Suely Keiko Takahara Montenegro e Alexandre Amorim Montenegro *pelos ensinamentos e amor incondicional. Com certeza sem o exemplo e a presença de vocês eu não chegaria tão longe nessa caminhada, devo à vocês todas as minhas conquistas.*

AGRADECIMENTOS

Ao *Professor Dr. Edivaldo Antônio Garcia*, do Departamento de Produção Animal da FMVZ/UNESP – Câmpus de Botucatu, por aceitar mais uma vez me orientar. Sou grata pelos conhecimentos e companheirismo em mais uma etapa da minha vida pessoal e profissional.

À *Dra. Andréa de Britto Molino*, que está muito além de ser apenas co-orientadora deste trabalho, mas sim uma amiga pra vida.

Ao querido *Guilherme de Paula Barbieri* por me motivar a buscar novos conhecimentos, ser persistente independente das dificuldades ou dos meus medos, e por estar sempre ao meu lado em todos os momentos.

À minha irmã *Adriane Takahara Montenegro*, que mesmo pelas diferenças, sempre será minha eterna companheira.

Ao *Programa de Pós-Graduação em Zootecnia* da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/ Botucatu, pela oportunidade e suporte para a obtenção do título de mestre.

Aos membros da equipe de trabalho: *Jéssica Moraes Cruvinel, Caio Cesar dos Ouros, Kauan de Souza Alves, Gilson de Campos e Walter Jorge Júnior*. Agradeço pelo companheirismo e pela amizade construída.

Ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq* pela concessão da bolsa de estudos no primeiro ano do curso.

À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)* pela concessão da bolsa de estudos de Mestrado processo número 2017/00527-0.

Aos professores e funcionários do *Departamento de Produção Animal* e do *Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal* da FMVZ/UNESP/Botucatu pelos ensinamentos.

Aos funcionários da Seção Técnica do PPGZ da FMVZ/UNESP/Botucatu/SP, *Ellen Cassemiro Guilhen e Cláudia Cristina Moreci*, pelos serviços prestados, atenção e dedicação.

Aos *Funcionários da Supervisão de Fazendas de Ensino, Pesquisa e Produção* da FMVZ/UNESP/Botucatu e da Fábrica de Rações pelos serviços prestados.

Aos queridos professores *Ricardo de Oliveira Orsi, Raphael Lucio Andreatti Filho e Ricardo de Albuquerque* pelas sugestões e contribuição no desenvolvimento final da dissertação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)* - Código de Financiamento 001.

Muito obrigada a todos!

BIOGRAFIA

ANDRESSA TAKAHARA MONTENEGRO, nasceu em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, no dia 28 de outubro de 1988. Em fevereiro de 2008, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu-SP, graduando-se em dezembro de 2012. No ano seguinte iniciou o curso de extensão universitária na modalidade de especialização, MBA em Agronegócios pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, concluindo-o em 2015. Iniciou o mestrado acadêmico em agosto de 2016 através do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu-SP, na área de Produção Animal com ênfase em avicultura de postura. Em 08 de outubro de 2018 realizou a Defesa de sua Dissertação.

SUMÁRIO

	PÁGINA
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Formação do ovo	3
2.2. Composição estrutural do ovo	5
2.3. Fatores que influenciam a qualidade da casca do ovo	9
2.4. Medidas de qualidade da casca do ovo.....	11
2.5. Estudos com diferentes medidas de avaliação da qualidade da casca.....	15
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CAPÍTULO 2 - MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CASCA DOS OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS	22
RESUMO	22
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO.....	24
MATERIAL E MÉTODOS	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÃO	36
AGRADECIMENTOS.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
CAPÍTULO 3 - IMPLICAÇÕES	40

ÍNDICE DE TABELAS**PÁGINA****CAPÍTULO 2**

Tabela 1	Medidas de qualidade de casca de ovos brancos quebrados na posição horizontal e vertical.....	29
Tabela 2	Medidas de qualidade de casca de ovos vermelhos quebrados na posição horizontal e vertical.....	31
Tabela 3	Coeficiente de correlação entre medidas de qualidade de casca de ovos brancos posicionados horizontalmente e verticalmente	33
Tabela 4	Coeficiente de correlação entre medidas de qualidade de casca de ovos vermelhos posicionados horizontalmente e verticalmente.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
 CAPÍTULO 1	
Figura 1 Ilustração do aparelho reprodutivo de uma galinha poedeira.....	5
Figura 2 Estrutura anatômica do ovo.....	6
Figura 3 Composição estrutural da casca dos ovos: (A) ilustração das camadas, (B) imagem em microscopia eletrônica.....	9
Figura 4 Determinação da gravidade específica.....	12
 CAPÍTULO 2	
Figura 1 Texturômetro TA. XT Plus do Laboratório de Análises de Ovos da FMVZ.....	27
Figura 2 Sondas de 2, 10 e 75 mm.....	27
Figura 3 Posicionamento dos ovos: (A) horizontal, (B) vertical.....	28

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, G. A.; HARMS, R. H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, Oxford, v. 72, p. 2038-2043, 1993.

ALTUNTAŞ, E.; ŞEKEROĞLU, A. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 85, n. 4, p. 606-612, 2008.

ANDERSON, C. B.; CARTER, T. C. The hens eggs: shell cracking at impact on a heavy, stiff body and factors that affect it. **British Poultry Science**, London, v. 17, n. 6, p. 613-626, 1976.

ARAÚJO, W. A. G. et al. **Programa de luz na avicultura de postura**. Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária, n. 52, p. 58-65, 2011.

ARAZI, H. et al. Osteopontin and calbindin gene expression in the eggshell gland as related to eggshell abnormalities. **Poultry Science**, Oxford, v. 88, p. 647-653, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. **Relatório anual 2018**. São Paulo. 2018. 177 p.

BAIÃO, N. C.; LÚCIO, C. G. Nutrição de matrizes pesadas. In: MACARI, M.; MENDES, A. A. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005. p. 197-212.

BAIN, M. M. Recent advances in the assessment of eggshell quality and their future application. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 61, p. 268-277, 2005.

BOARD, R. G. The avian eggshell: a resistance network. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 48, p. 303-313, 1980.

CAMPOS, E. J. et al. Danos sofridos pela casca durante o manuseio dos ovos de consumo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 7., 1981, Recife. **Anais...** Recife: UBA, 1981. v. 1, 1981. p. 94-105.

CARBÓ, C. B. **La gallina ponedora: sistemas y técnicas de producción**. v. 2. Madrid: Mundi, 1987. 519 p.

CASTELO LLOBET, J. A.; PONTES, M.; FRANCO GONZÁLES, F. **Producción de huevos**. Barcelona: Real Escuela de Avicultura, 1989. 367 p.

CHARLES, F.; STRONG, J. R. Research note: relationship between several measures of shell quality and egg-breakage in a commercial processing plant. **Poultry Science**, Oxford, v. 68, p. 1730-1733, 1988.

COUTTS, J. A. et al. **Optimum egg quality: a practical approach**. Sheffield: 5M Publishing, 2007.

ELGUERA, M. A. Relação entre o manejo de reprodutoras de carne e qualidade dos ovos incubáveis. In: SIMPÓSIO TÉCNICO SOBRE MATRIZES DE FRANGO DE CORTE, 2., Chapecó, 1999. **Anais...** Chapecó: ACAV, 1999. p. 17-27.

FOLKERTS, J. Influence of feeding and husbandry on egg shell quality. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 5., Malta, v. 1, p. 580, 1976. **Proceedings...** Malta Branch: World Poultry Science Association, 1976.

FURTADO, I. M. et al. Correlação entre medidas da qualidade de casca e perda de ovos no segundo ciclo de produção. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 654-660, 2001.

HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Oxford, v. 61, p. 2022-2039, 1982.

HAMILTON, R. M. G. The microstructure of the hen's egg shell: a short review. **Food Structure**, v. 5, n. 1, Article 13, 1986. Disponível em: <http://digitalcommons.usu.edu/foodmicrostructure/vol5/iss1/13>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

HAMILTON, R. M. G. et al. Relationship between egg shell quality and shell breakage and factors that affect shell breakage in the field - a review. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 35, p. 177-190, 1979.

HUNTON, P. Research on eggshell structure and quality: an historical overview. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 67-71, 2005.

JONES, D. R. et al. Frequency of *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria* and *Enterobacteriaceae* detection in commercially cool water-washed shell eggs. **Journal of food safety**, Westport, v. 26, n. 4, p. 264-274, 2006.

JONES, D. R. et al. Modified pressure imaging for egg crack detection and resulting egg quality. **Poultry Science**, Oxford, v. 89, p. 761-765, 2010.

KEMPS, B. J. et al. The influence of line and laying period on the relationship between different eggshell and membrane strength parameters. **Poultry Science**, Oxford, v. 85, p. 1309-1317, 2006.

KRAMPTZ, G.; GRAZER, G. Molecular mechanisms of biomineralization in the formation of calcified shells. **Angewandte Chemie International Edition**, Weinheim, v. 27, p. 1145-1156, 1988.

MACARI, M.; MAIORKA, A. **Fisiologia das aves comerciais**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2017. 806 p.

MACARI, M.; MENDES, A. A. **Manejo de matrizes de corte**. 2. ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005. 414 p.

MACARI, M. et al. **Manejo da incubação**. 3. ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2013. 465 p.

MERTENS, K. et al. Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. **Poultry Science**, Oxford, v. 85, p. 1670-1677, 2006.

MERTENS, K. et al. The transmission color value: a novel egg quality measure for recording shell color used for monitoring the stress and health status of a brown layer flock. **Poultry Science**, Oxford, v. 89, p. 609-617, 2010.

NASCIMENTO, V. P.; SALLE, C. T. P. O ovo. In: MACARI, M. et al. **Manejo da incubação**. 2. ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003. p. 34-50.

NEVES, M. A. **Alternativas para valorização da casca do ovo como complemento alimentar e em implantes ósseos**. 1998. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

NORDSTROM, J. O.; OUSTERHOUT, L. E. Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. **Poultry Science**, Oxford, v. 61, p. 1991-1995, 1982.

OLIVEIRA, B. L.; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e tecnologia de ovos**. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, 2013. 223 p.

PARSONS, A. H. Structure of the eggshell. **Poultry Science**, Oxford, v. 61, p. 2013-2021, 1982.

REECE, W. O. **Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2008. 468 p.

ROBERTS, J. R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. **The Journal of Poultry Science**, Ibaraki, v. 41, p. 161-177, 2004.

RODRIGUEZ-NAVARRO, A. et al. Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid by hens of different ages. **British Poultry Science**, London, v. 43, n. 3, p. 395-403, 2002.

ROLAND, D. A. The extent of uncollected eggs due to inadequate shell. **Poultry Science**, Oxford, v. 56, n. 5, p. 1517-1521, 1977.

ROVENSKÝ, J. et al. Eggshell calcium in the prevention and treatment of osteoporosis. **International Journal of Pharmacology Research**, Chennai, v. 23, n. 2, p. 83-92, 2003.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; PAN, E. A. Fisiologia e manejo reprodutivo de aves. In: MACARI, M.; MENDES, A. A. **Manejo de matrizes de corte**. 2. ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005. p. 75-122.

SALLE, C. T. P.; MORAES, H. L. S. Prevenção de doenças / Manejo profilático / Monitoria. In: BERCHIERI JUNIOR, A. et al. **Doenças das aves**. 2. ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009. p. 01-17.

SILVA, C. et al. Força de ruptura da casca do ovo em função das temperaturas da água e do ambiente. **Revista Educação Agrícola Superior**, Brasília, v. 27, p. 13-18, 2012.

SOLOMON, S. E. **Egg and eggshell quality**. London: Wolfe Publishing, 1991. 149 p.

SOUZA, A. V. C.; LIMA, C. A. R. **Fatores que interferem na qualidade da casca do ovo**. Artigo Técnico Polinutri, 2007.

STADELMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. **Egg science and technology**. 3. ed. New York: Food Products Press, 1986. 449 p.

ZHANG, J. et al. Experimental study on the geometrical and mechanical properties of goose eggshells. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 455-464, 2016.

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CASCA DOS OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS

Resumo

Este experimento teve como objetivo definir o diâmetro de sonda mais adequado para realizar a resistência da casca à quebra, por meio de texturômetro; e ainda determinar qual o melhor posicionamento dos ovos para efetuar esta avaliação e identificar qual método de avaliação da qualidade da casca dos ovos é mais confiável caso não seja possível a avaliação em um aparelho eletrônico. Foi realizado um experimento que levou em consideração o diâmetro da sonda do texturômetro (2, 10 e 75mm), os tipos de ovos (brancos e vermelhos) e posicionamento dos ovos (horizontal e vertical) para avaliação da qualidade da casca. Para tanto, foram utilizados ovos provenientes de poedeiras com 60 semanas de idade, que foram separados por gravidade específica, utilizando-se o método de flutuação em solução salina com densidades variando de 1,070 a 1,100 g/cm³ com intervalos de 0,005 g/cm³, que posteriormente foram pesados em balança de precisão e submetidos à quebra com as sondas de diferentes diâmetros e realizadas as demais avaliações. Foi realizada análise de variância em delineamento inteiramente casualizado, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). As correlações entre características foram calculadas pelo método de Pearson. A partir dos resultados obtidos neste estudo, é possível concluir que a sonda mais indicada para a realização da análise de resistência da casca à quebra é a de diâmetro de 75 mm, independente do posicionamento e tipo de ovo. Ovos brancos devem ser posicionados verticalmente à sonda e os vermelhos em qualquer posição. Quando não há possibilidade de realizar a análise por meio de aparelho eletrônico, recomenda-se efetuar a medida de peso de casca por superfície de área.

Palavras-chave: ovos brancos, ovos vermelhos, posição do ovo, resistência da casca à quebra

METHODS TO EVALUATION THE EGGSHELL QUALITY IN COMMERCIAL LAYING HENS

Abstract

The objective of this study was to define which probe diameter is most adequate to perform eggshell strength at breaking, using a texturometer; what is the best positioning of the eggs to do this evaluation and identify which eggshell quality evaluation method is most reliable when it is not possible to use an electronic device. An experiment was carried out taking into account the diameter of the texturometer probe (2, 10, 75mm), egg types (white/ brown) and positioning (horizontal/ vertical) to evaluate the quality of the shell. Eggs were used from 60-week old laying hens, which eggs were separated by specific gravity ranging from 1.070 to 1.100 g/cm³ with intervals of 0.005 g/cm³. These eggs were weighed in a precision scale and subjected to breaking with the probes of different diameters and performed the other evaluations. The analysis of variance was performed in a completely randomized design, and the means were compared by Tukey test ($P < 0.05$). Correlations between the characteristics were calculated by Pearson method. From the results obtained in this study, it is possible to conclude that the most suitable probe for the analysis of eggshell strength to the break is the one of diameter of 75 mm, independent of the positioning and type of egg. White eggs should be positioned vertically to the probe and brown eggs in any position. When it is not possible to perform this analysis of an electronic device, it is recommended to carry out the measurement of shell weight per unit surface area.

Keywords: brown eggs, egg position, eggshell strength to break, white eggs

Estes resultados corroboram com o observado por outros autores como Charles e Strong (1988) que verificaram que a gravidade específica e a porcentagem de casca podem ser utilizadas como características para avaliar a qualidade de casca e estão correlacionadas negativamente com a incidência de ovos quebrados.

Analisando-se os todas as correlações obtidas, podemos considerar que todos os coeficientes independentemente do tipo ou posicionamento dos ovos, apresentaram forte correlação entre si. Na impossibilidade de se realizar a resistência da casca à quebra, o peso de casca por superfície de área é a característica que mais se destacou, principalmente para o posicionamento horizontal dos ovos, que atualmente é o mais utilizado para efetuar a avaliação da resistência da casca à quebra. O peso de casca por superfície de área foi também a característica que apresentou alta correlação com outras características importantes sobre a qualidade da casca. Por este motivo podemos considerá-la mais indicada para mensurar a qualidade da casca quando não se possui um equipamento eletrônico.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados neste estudo, é possível concluir que a sonda mais indicada para a realização da análise de resistência da casca à quebra é a de diâmetro de 75 mm, independente do posicionamento e tipo de ovo.

Para a avaliação da resistência da casca à quebra em ovos brancos, recomenda-se a realização com o ovo posicionado verticalmente à sonda de contato. Já para avaliação em ovos vermelhos, qualquer posicionamento dos ovos no momento da quebra pode ser utilizada.

Quando não houver possibilidade de realizar esta análise por meio de aparelhos eletrônicos, recomenda-se efetuar a medida de peso de casca por superfície de área.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de mestrado (Processo nº: 2017/00527-0).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, G.A.; HARMS, R.H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, Oxford, v. 72, p. 2038-2043, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. **Relatório anual 2018**, São Paulo, SP, 177p., 2018.
- ALTUNTAŞ, E; ŞEKEROĞLU, A. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 85, n. 4, p. 606-612, 2008.
- ANDERSON, C.B.; CARTER, T.C. The hens eggs: shell cracking at impact on a heavy, stiff body and factors that affect it. **British Poultry Science**, London, v. 17, n. 6, p. 613-626, 1976.
- ANDERSON, K. E.; THARRINGTON, J. B.; CURTIS, P. A.; JONES, F. T. Shell characteristics of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens and the relationship of egg shape to shell strength. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 3, n. 1, p. 17-19, 2004.
- BAIÃO, N. C.; LÚCIO, C. G. Nutrição de matrizes pesadas. In MACARI, M.; MENDES, A. A. **Manejo de matrizes de corte**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p. 197-212, 2005.
- BAIN, M. M. Recent advances in the assessment of eggshell quality and their future application. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 61, p. 268-277, 2005.
- CAMPOS, E. J.; SOARES, N. M.; GAMA, J. R. Q.; BAIÃO, N. C. Danos sofridos pela casca durante o manuseio dos ovos de consumo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 7., 1981, Recife. **Anais...** Recife: UBA, 1981. v.1, 1981, p. 94-105.
- CHARLES, F., STRONG, J. R. Research note: Relationship between several measures of shell quality and egg-breakage in a commercial processing plant. **Poultry Science**, Oxford, v. 68, p. 1730-1733, 1988.
- COUTTS, J. A.; WILSON, G. C.; FERNÁNDEZ, S.; ROSALES, E.; WEBER, G.; HERNÁNDEZ, J. M. **Optimum Egg Quality - A Practical Approach**, Sheffield: 5M Publishing, 2007.
- FOLKERTS, J. Influence of feeding and husbandry on egg shell quality. In: V European Poultry Conference, Malta, v. 1, p. 580, 1976.
- FRANK, F. R.; BURGER, R. E.; SWANSON, M. H. The relationships among shell membrane, selected chemical properties, and the resistance to shell failure of *Gallus domesticus* eggs. **Poultry Science**, Oxford, v. 44, n. 1, p. 63–69, 1965.
- FURTADO, I. M.; OLIVEIRA, A.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, B.; RODRIGUES, P. B. Correlação entre medidas da qualidade de casca e perda de ovos no segundo ciclo de produção. **Ciência Agrotécnica**, v. 25, n. 3, p. 654-660, 2001.
- HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Oxford, v. 61, p. 2022-2039, 1982.

- JONES, D. R.; MUSGROVE, M. T.; CAUDILL, A. B.; CURTIS, P. A. Frequency of *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria* and *Enterobacteriaceae* detection in commercially cool water-washed shell eggs. **Journal of food safety**, Westport, v. 26, n. 4, p. 264-274, 2006.
- JONES, D. R.; LAWRENCE, K. C.; YOON, S. C.; HEITSCHMIDT, G. W. Modified pressure imaging for egg crack detection and resulting egg quality. **Poultry Science**, Oxford, v. 89, p. 761-765, 2010.
- KEMPS, B. J.; GOVAERTS, T.; KETELARE, B.; MARTENS, K.; BAMELIS, F. R.; BAIN, M. M.; DECUYPERE, E. M.; BAERDEMAEKER, J. G. The influence of line and laying period on the relationship between different eggshell and membrane strength parameters. **Poultry Science**, Oxford, v. 85, p. 1309-1317, 2006.
- MERTENS, K.; BAMELIS, F.; KEMPS, B.; KAMERS, B.; VERHOELST, E.; DE KETELAERE, B.; BAIN, M.; DECUYPERE, E.; DE BAERDEMAEKER, J. Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. **Poultry Science**, Oxford, v. 85, p. 1670-1677, 2006.
- MERTENS, K.; VAESEN, I.; LOFFEL,.; KEMPES, B.; KAMERNS, B.; PERIANU, C.; ZOONS, J.; DARIUS, P. The transmission color value: A novel egg quality measure for recording shell color used for monitoring the stress and health status of a brown layer flock. **Poultry Science**, Oxford, v. 89, p. 609-617, 2010.
- NARUSHIN, V. G.; VAN KEPMEN, T. A.; WINELAND, M. T.; CHRISTENSEN, V. L. Comparing infrared spectroscopy and egg size measurements for predicting eggshell quality. **Biosystems Engineering**, London, v. 87, p. 367-373, 2004.
- NORDSTROM, J. O.; OUSTERHOUT, L. E. Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. **Poultry Science**, Oxford, v. 61, p. 1991-1995, 1982.
- OLIVEIRA, B. L.; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e tecnologia de ovos**. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, 2013. 223 p.
- ROBERTS, J.R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. **The Journal of Poultry Science**, Ibaraki, v. 41, p. 161-177, 2004.
- RODRIGUEZ-NAVARRO, A.; KALIN, O.; NYS, I.; GARCIA-RUIZ, J. M. Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid by hens of different ages. **British Poultry Science**, London, v. 43, n. 3, p. 395-403, 2002.
- ROLAND, D. A. The extent of uncollected eggs due to inadequate shell. **Poultry Science**, Oxford, v. 56, n. 5, p. 1517-1521, 1977.
- SILVA, R. C.; NASCIMENTO, J. W. B.; OLIVEIRA, D. L.; CAMERINI, N. L.; FURTADO, D. A. Força de ruptura da casca do ovo em função das temperaturas da água e do ambiente. **Revista Educação Agrícola Superior**, Brasília, v. 27, p. 13-18, 2012.
- ZHANG, J.; PENG, W.; TANG, W.; WANG, M. Experimental study on the geometrical and mechanical properties of goose eggshells. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 455-464, 2016.