

INDICADORES DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE OVOS DE POEDEIRAS SEMIPE-SADAS CRIADAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO¹

A. P. O. Saccomani², J. E. Moraes², T. L. Reis^{*3}, A. G. Ganeco⁴, M. Thimoteo⁴, H. Borba⁴, L. F. L. Calixto³, C. C. Pizzolante²

¹Recebido em: 12/03/2019. Aprovado:11/11/2019.

²Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil.

³Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Seropédica, RJ, Brasil.

⁴Universidade Estadual de São Paulo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Tecnologia, Jaboticabal, SP, Brasil.

*Autor correspondente: tulioreis@hotmail.com

RESUMO: Foi avaliado o efeito da temperatura de estocagem e do tempo de armazenamento sobre a qualidade físico-química de 1350 ovos provenientes de galinhas poedeiras semipesadas da linhagem Isa Brown com 46 semanas de idade, criadas em diferentes sistemas (baterias de gaiolas, livre de gaiola ou cage-free e com acesso à área de piquetes para pastejo ou free-range). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x2x5, com três sistemas de produção (gaiola, cage-free, free-range), duas temperaturas (ambiente e refrigerada) e cinco períodos de armazenamento (zero, 7, 14, 21 e 28 dias), com 15 repetições, de 3 ovos cada. Foi avaliada a percentagem de perda de peso, gravidade específica (g/cm³), unidade Haugh, índice gema (g) e, percentagem de gema e albúmen, oxidação lipídica, pH do albúmen e da gema e a composição centesimal dos ovos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Todos os parâmetros de qualidade física diferiram significativamente (p<0,05), com melhores resultados de percentagens de gema e albúmen para os sistemas cage-free e free-range, melhor unidade Haugh para o sistema cage-free no tempo zero de armazenamento e melhor pH da gema para ovos do sistema em gaiola. Menores valores de TBARS foram observados no sistema free-range, mas de maneira geral os demais resultados encontravam-se dentro dos limites aceitáveis para o consumo de alimentos. Os ovos mantidos sob refrigeração obtiveram melhores resultados. Conclui-se que a qualidade físico-química dos ovos nos diferentes sistemas pode ser influenciada pela temperatura e período de armazenamento, pois quando mantidos sob refrigeração obtiveram melhores resultados para todos os parâmetros avaliados.

Palavras-Chave: gaiola, pH, tbars, temperatura, vida de prateleira

PHYSICAL-CHEMICAL QUALITY OF LAYING EGGS OF CONVENTIONAL SYSTEM, CAGE-FREE AND FREE-RANGE

ABSTRACT: Was evaluated the effect of temperature and storage time on the physical-chemical quality of laying eggs created on different systems. We used 1350 eggs of laying hens Isa Brown with 46 weeks old. The experimental design was completely randomized (DIC), in 3x2x5 factorial design, with three production systems (conventional, cage-free and free-range), two temperatures (ambient and chilled) and five storage time (zero, 7, 14, 21 and 28 days), with 15 repetitions. We evaluated the percentage of weight loss, specific gravity (g/cm³), Haugh units, yolk index (g) and percentage of yolk and albumen, the lipid oxidation, pH of the albumen and yolk. The results were submitted to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% significance level. All the parameters were significantly different (p<0.05), with worse results (P<0.05) in conventional system for the percentagens of yolk and albumen in the cage-free system, however this system was the best for the yolk pH and UH. The eggs in the refrigeration had the best results. Concludes that the physical-chemical egg quality in different systems can be influenced by temperature and storage time kept the eggs under refrigeration obtained better results for all parameter.

Keywords: creation system, pH, tbars, temperature, storage time

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva brasileira de ovos possui alta tecnologia, devido ao avanço da genética com a utilização de linhagens altamente produtivas, nutrição, sanidade, ambiência e manejo. Com a utilização de granjas automatizadas em sistemas de baterias de gaiolas levando a criação das aves a níveis industriais, gerando empregos à população e contribuindo para a excelência comercial do país, garantindo assim, o status de grande produtor e exportador, tanto de carne quanto de ovos, em todo o mundo (VIEIRA et al., 2014), porém a evolução da avicultura resultou em diversos questionamentos acerca do bem-estar animal, os quais estão relacionados, dentre outros, ao sistema de criação intensivo com o uso de gaiolas convencionais para criação de aves sob alta densidade, ao transporte das aves, à debicagem e aplicação de muda induzida (HFAC, 2018).

No Brasil, 95% das granjas ainda operam com sistemas convencionais, com aves alojadas em sistemas de baterias de gaiolas, desde o primeiro dia de vida e ao longo de toda vida produtiva. Porém, em alguns países da Europa e alguns estados americanos, já existem regulamentações proibindo esse tipo de criação. Portanto, a produção de galinhas poedeiras livres de gaiolas se revelam uma oportunidade de negócios de grande potencial para o Brasil e com isso, novos sistemas vêm sendo propostos para melhorar as condições de vida das aves (RUSSO, 2019).

Diante do exposto, pesquisas vêm sendo realizadas visando estudar a produção de ovos em sistemas alternativos (JONES et al., 2014; LAGERUNG, 2016), tentando proporcionar melhores condições de bem-estar às aves, de forma a induzi-las a um comportamento próximo ao natural dentro das instalações, sem haver comprometimento do aspecto econômico (TEIXEIRA e CARDOSO, 2011). Porém, diversas variáveis podem interferir na produção ou qualidade de ovos, como fatores genéticos, ambientais, nível de automatização de aviários, manejo e nutrição, que devem ser estudadas sob a realidade de cada país (OLIVEIRA et al., 2017; BIR et al., 2018).

Os sistemas alternativos são vários e conhecidos como livres de gaiola ou cage-free, onde as aves são criadas soltas dentro

de aviários, contendo ninhos e poleiros, mas sem acesso a áreas externas. Já o sistema semiextensivo conhecido como free-range, são fornecidas as mesmas condições do cage-free, porém com o diferencial do acesso a áreas externas ao galpão para pastejo durante toda a fase de produção, caso as condições climáticas permitam sejam compatíveis com as normas da ABNT (2016).

Apesar de muitas discussões existirem em torno de novos sistemas de produção para galinhas poedeiras, no Brasil ainda não existe legislação oficial que disserte sobre eles. Alguns estudos apresentam a qualidade de ovos de poedeiras criadas em sistemas de baterias de gaiolas, no entanto, nenhuma dessas abordagens comparou os três sistemas e a interferência dos mesmos sobre a qualidade físico-química dos ovos produzidos (MAZZUCO et al., 2017).

O ovo é um dos alimentos mais completos para a alimentação humana, devido ao seu alto valor biológico, por ser fonte de proteínas que contêm maior parte dos aminoácidos essenciais, além de vitaminas, minerais e ácidos graxos que não podem deixar de fazer parte da alimentação diária (RÊGO et al., 2012), além disso, contém substâncias promotoras de saúde e preventiva contra doenças humana. No entanto, para que todo esse potencial nutritivo seja utilizado pelo homem, os mesmos devem obedecer a um padrão estabelecido pelos órgãos oficiais (UBABEF, 2011), havendo necessidade de sua preservação durante o período de comercialização, uma vez que pode demorar semanas entre o momento da postura pela ave, transporte, comercialização, aquisição pelo consumidor e preparo (OLIVEIRA et al., 2017).

Por ser um alimento de origem animal, o ovo é altamente perecível, e sua vida útil é bastante limitada, perdendo sua qualidade interna rapidamente após a postura e durante o período de armazenamento (SILVA et al., 2015). Esse fenômeno é inevitável, e acontece de forma contínua ao longo do tempo podendo ser agravada por diversos fatores. O tempo e a temperatura de estocagem dos ovos são fatores que exercem grande influência na qualidade de albúmen e gema (ALLEONI e ANTUNES, 2001), atualmente os consumidores estão mais exigentes com relação aos produtos que consomem e preferem ovos de melhor qualidade, se disponibilizando a pagar mais

por um alimento diferenciado.

No Brasil, ainda não existe um padrão de qualidade para ovos de consumo, e somente o peso e as características das cascas são considerados (OLIVEIRA et al., 2017), porém os ovos sofrem várias reações enzimáticas durante seu armazenamento, entre as quais, a oxidação lipídica é um dos principais fatores que contribuem para a perda de sua qualidade, que acontece em alta velocidade quando o ovo é estocado em altas temperaturas (GIAMPIETRO-GANECO et al., 2015).

Em função do exposto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar a qualidade físico-química de ovos de galinhas poedeiras semipesadas criadas em sistema gaiolas, cage-free e free-range armazenados em diferentes tempos e temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 1350 ovos vermelhos do tipo extra com 60g a 65g/unidade, de galinhas poedeiras semipesadas da linhagem Isa Brown, com 46 semanas de idade, provenientes do sistema de baterias de gaiolas, sistema livre de gaiola ou cage-free e sistema semiextensivo com acesso a áreas externas para pastejo ou free-range.

As rações utilizadas nos diferentes sistemas estudados foram aproximadamente isonutritivas e atenderam as exigências nutricionais das aves, de acordo com o manual de criação da linhagem utilizada. Segundo a legislação vigente, é proibido o uso de ingredientes de origem animal na ração, antibióticos preventivos ou promotores de crescimento, incluindo os coccidiostáticos. Portanto, para viabilizar o presente estudo e poder comparar três sistemas de produção, houve necessidade da aquisição de ovos provenientes de duas diferentes granjas, tomando-se o cuidado de adquirir ovos de aves da mesma linhagem e idade, além da coleta ter ocorrido no mesmo dia e horário. Além disso, devido ao acordo de cooperação e cláusula de confidencialidade com uma das empresas, só foi possível a apresentação da composição de duas dietas que eram utilizadas em uma das granjas, a qual possuía o sistema de criação em gaiola e free-range, e estão apresentadas na tabela 1.

Do total de ovos, 450 ovos foram adquiridos da empresa Korin, localizada em Ipeúna-SP

que utilizam sistema de criação cage-free, onde as aves são criadas soltas dentro de galpões convencionais, mas com acesso a ninhos e poleiros que são distribuídos ao longo de todo galpão. Os demais 900 ovos foram adquiridos nas Granjas Yoshida, localizada em Bastos-SP, sendo 450 ovos coletados do sistema de baterias de gaiolas e, 450 ovos do sistema free-range, no qual as aves são criadas soltas em um galpão, contendo ninhos, poleiros, mas com área externa com acesso a piquetes para pastejo.

Como as Granjas estavam localizadas em cidades distintas, tomou-se o cuidado de dividir a equipe para a realização da coleta dos ovos, o que foi realizada no mesmo dia e horário. Após a coleta, os ovos foram acondicionados em bandejas de papelão com capacidade de 10 ovos cada e, encaixotados em caixas também de papelão, sendo transportados com temperatura refrigerada até o Laboratório de Tecnologia de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal-SP.

No laboratório, os ovos foram numerados, pesados e, distribuídos ao acaso em dois grupos; um grupo em que as bandejas foram estocadas em temperatura ambiente (25°C), e o outro em que as bandejas foram estocadas sob refrigeração (10°C). Durante todo o experimento, as temperaturas máximas e mínimas dos locais de estocagem foram registradas a cada 24 horas com auxílio de um termômetro. A média da temperatura de refrigeração foi de 10 °C ± 2°C, e a da temperatura ambiente de 25°C ± 2°C.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), onde os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial de 3x2x5 com três sistemas de criação (gaiolas, cage-free e free-range), duas temperaturas de armazenamento dos ovos (ambiente e refrigeração) e cinco períodos de avaliação da estocagem ou de armazenamento (zero, 7, 14, 21 e 28 dias), totalizando 30 tratamentos, com 15 repetições de 3 ovos cada.

Os ovos dos diferentes tratamentos foram analisados nos dias zero, 7, 14, 21 e 28 dias para percentagem de perda de peso, gravidade específica, unidade Haugh, índice gema e percentagem de gema e de albúmen, oxidação lipídica, pH do albúmen e da gema.

Tabela 1. Composição das rações nas fases de produção¹

| Ingredientes | Dietas | | |
|--|---------|-----------|------------|
| | Gaiolas | Cage-free | Free-range |
| Milho | 65,65 | - | 64,17 |
| Farelo de soja 46% | 19,70 | - | 24,70 |
| Farinha de carne 42% | 5,90 | - | 0,00 |
| Calcáreo 38% | 3,60 | - | 4,90 |
| Calcáreo 38% de moagem grosseira | 4,50 | - | 4,50 |
| Fosfato bicálcico | - | - | 1,00 |
| Suplemento vitamínico e mineral ² | 0,15 | - | 0,15 |
| Sal | 0,28 | - | 0,38 |
| Allzyme SSF 50 ³ | - | - | 0,015 |
| Vegpro ³ | 0,04 | - | 0,04 |
| Probiótico | 0,005 | - | 0,005 |
| L-lisina | 0,02 | - | |
| Metionina MHA 84% pó | 0,16 | - | 0,15 |
| Total | 100,00 | - | 100,00 |
| Valores calculados | | | |
| PB (%) | 17,20 | 17,10 | 17,20 |
| EE (%) | 3,51 | 2,70 | 3,01 |
| FB (%) | 2,30 | 2,60 | 2,50 |
| Cinza (%) | 12,70 | - | 13,18 |
| Cálcio (%) | 3,93 | 3,80 | 3,99 |
| P. Total (%) | 0,629 | - | 0,585 |
| E Met. aves (kcal/kg) | 2,793 | 2,701 | 2,791 |

1 Recomendações de Rostagno et al. (2011). 2 Composição por kg do produto: vit. A - 10.000.000 UI; vit. D3 - 2.500.000 UI; vit. E - 6.000 UI; vit. K - 1,6 g; vit. B12 - 11.000 mcg; niacina - 2,5 g; ácido fólico - 0,4 g; ácido pantotênico - 10 g; Se - 0,3 g; veículo q.s.p. 3 Micromin - suplemento mineral para aves. Composição por kg do produto: Mn - 150 g; Zn - 100 g; Fe - 100 g; Cu - 16 g; I - 1,5 g; ³ Allyzme SSF 50 e Vegpro: complexos enzimáticos da empresa Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda., capaz de aumentar a disponibilidade da energia, da proteína, dos aminoácidos, do fósforo, cálcio e ingredientes vegetais proteicos da dieta.

A percentagem de perda de peso do ovo foi feita pela diferença do peso inicial e peso final de cada período com o auxílio de uma balança analítica com precisão de 0,001g. A gravidade específica foi determinada através do método descrito por Padrón (1991) onde os ovos foram imersos em soluções salinas com densidades de 1,065 a 1,100 g/cm³ com gradiente de variação de 0,005, aferidos através de um densímetro. A unidade Haugh foi calculada correlacionando a altura da camada densa externa do albúmen, medida com o auxílio do aparelho altímetro ("Egg Quality Micrometer"), com o peso do

ovo, mediante a seguinte equação: $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, onde: H = altura do albúmen (mm); W = peso do ovo (g) (HAUGH, 1937), o índice gema foi calculado como sendo igual à razão entre a altura da gema e o diâmetro da gema, que foi determinado com o auxílio de paquímetro digital (Caliper 0-150mm) (STADELMAN e COTTERILL, 1995). Após todas essas análises o albúmen e a gema foram separados e pesados em balança analítica para a determinação da percentagem de gema e de albúmen.

Para a determinação da oxidação lipídica foi

utilizada a metodologia descrita por Pikul et al., (1989) que analisa as substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), expressas em mg de malonaldeído/kg de amostra, utilizando 10 g de gema de ovos in natura. Os resultados foram aferidos em espectrofotômetro (538 nm) e expressos em mg de TMP.kg⁻¹ de gema.

Os valores de pH do albúmen e da gema foram determinados, separando essas duas estruturas e realizada em duplicata, mediante a utilização de peagâmetro digital (Testo 205). A composição centesimal dos ovos foi determinada após serem analisadas umidade, extrato etéreo, proteína e cinzas conforme procedimentos preconizados pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995).

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do pacote computacional SISVAR e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, além disso os fatores de tempo de armazenamento e temperaturas foram submetidas à análise de regressão (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ovos produzidos pelo sistema cage-free apresentaram os maiores valores de peso ($p < 0,05$) quando comparado aos demais sistemas (Tabela 2). Os ovos provenientes desse sistema apresentaram pesos, de acordo com a legislação, que os classifica como ovos “tipo jumbo” (com peso mínimo de 66g/unidade), já os ovos do sistema gaiolas seriam classificados com “tipo extra” (de 60 a 65g) e os ovos do sistema free-range como, “tipo grande” (de 55 a 59g) (BRASIL, 2003).

Os ovos mais pesados observados no sistema cage-free, observados neste estudo, são semelhantes aos encontrados por Ledvinka et al. (2012), quando compararam três linhagens de galinhas criadas em sistema de gaiola e sistema cage-free e, também observaram ovos mais pesados provenientes do sistema cage-free. Contrariamente, Campbell et al. (2015),

estudando sistema free-range, observaram ovos com peso médio de 67,07g, portanto superiores aos observados em nosso estudo. Os autores explicam que ovos de galinhas criadas em gaiolas geralmente são mais leves devido a alta produção e densidade de alojamento nesse sistema.

Todos os sistemas de criação apresentaram perdas sucessivas de peso dos ovos ao longo dos 28 dias de tempo de armazenamento (Tabela 3), sendo que os ovos provindos de sistema cage-free apresentavam maiores perdas que os ovos dos demais sistemas ($p > 0,05$). Este fato pode ser explicado pelo maior peso médio obtido dos ovos provindos desse sistema de produção, quando comparado com os demais. As curvas de regressão para perda de peso dos sistemas foi a seguinte: $Y = 0,29040000 + 0,15003333X$; $R^2 = 95,92$ (gaiolas); $Y = 0,2473333 + 0,16581905X$; $R^2 = 95,47$ (cage-free); $Y = 0,08853333 + 0,15806667X$; $R^2 = 98,95$ (free-range).

A perda de peso dos ovos durante o período de armazenamento ocorre porque o ovo perde água para o meio ambiente, através de suas membranas e também da casca (SUCKEVERIS et al., 2015). A perda de peso do ovo está relacionada com a temperatura, circulação de ar e também com a umidade relativa do local em que o ovo é submetido durante o armazenamento. Em temperaturas mais elevadas e umidade relativa do ar menor, essa perda tende a aumentar mais do que em ovos que são mantidos em temperaturas menores, ou submetidos à refrigeração (PISSINATI et al., 2014). A temperatura ideal para o armazenamento de ovos encontra-se entre 10 a 15°C, e indicando uma melhor condição de conservação para a qualidade e conseguindo assim uma diminuição da perda de qualidade do ovo (LANA, 2000).

Conforme esperado, para todos os sistemas de criação houve perda linear de peso ($p < 0,05$) ao longo dos 28 dias de armazenamento, sendo que os ovos que foram submetidos à refrigeração apresentaram menores perdas de

Tabela 2. Valores médios de peso dos ovos (g) para o efeito de sistemas de criação.

| Peso do ovo (g) ¹ | Sistemas de Criação | | | Média geral | CV (%) |
|------------------------------|---------------------|-----------|------------|-------------|--------|
| | Gaiola | Cage-gree | Free-range | | |
| | 61,24 b | 66,37 a | 59,62 c | 62,41 | 7,33 |

¹ Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente (Tukey, 0,5%)

Tabela 3. Perda de peso (%) dos ovos durante o tempo de armazenamento, temperatura e sistemas de criação.

| Sistema de criação | Tempo de armazenamento (dias) | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-----------|---------|------------|--------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Gaiola | 0,00 a | 1,36 a | 2,93 a | 3,48 a | 4,19 a |
| Cage-free ¹ | 0,00 a | 1,39 a | 2,91 a | 3,79 b | 4,46 a |
| Free-range | 0,00 a | 1,12 a | 2,62 a | 3,36 a | 4,41 a |
| Temperatura de armazenamento | | | | | |
| Ambiente ¹ | 0,00 a | 1,85 b | 3,60 b | 4,78 b | 5,66 b |
| Geladeira | 0,00 a | 0,72 a | 2,04 a | 2,50 a | 3,05 a |
| Sistemas de Criação | | | | | |
| Temperatura (°C) | | Cage-free | Gaiolas | Free-range | |
| Ambiente ¹ | | 3,44 B | 3,12 A | 2,97 A | |
| Geladeira | | 1,69 A | 1,66 A | 1,63 A | |
| Média Geral | | | 2,64 | | |
| CV (%) | | | 2,42 | | |

¹Médias seguidas de letras iguais minúsculas na mesma coluna e maiúscula na mesma linha não diferem estatisticamente (Tukey, 5%).

peso comparativamente aos ovos armazenados em temperatura ambiente. As equações de regressão para o tempo de perda de peso dos ovos foram: $Y = 0,33004444 + 0,204440635X$; $R^2 = 97,77$ (temperatura ambiente); $Y = 0,08733333 + 0,11253968X$; $R^2 = 96,64$ (geladeira).

Não foram observados efeitos significativos ($p > 0,05$) de percentagem de casca nos diferentes sistemas, temperatura e tempo de armazenamento como mostra na tabela 4. Os ovos não apresentaram diferenças nas percentagens de casca dos sistemas mantidos nas diferentes temperaturas ($p > 0,05$) durante os 28 dias de armazenamento, esses resultados corroboram com os achados por Lana et al. (2017), no entanto, Garcia et al. (2010) e Figueiredo et al. (2011), encontraram maior proporção de casca de ovos, a medida que aumentou o período de armazenamento. No presente experimento a perda de peso dos ovos (pela gema e albúmen) não deve ter sido suficiente, para alterar a proporção da casca em relação ao peso total do ovo.

Os ovos produzidos pelo sistema free-range apresentaram os maiores valores ($p < 0,05$) de gravidade específica (Tabela 5), quando comparados com os ovos do sistema cage-free, não havendo diferença para os ovos do sistema de gaiolas, isso pode ser explicado pelo fato do

peso dos ovos deste sistema serem menores que os pesos observados no sistema cage-free e gaiolas (Tabela 2). Existe uma relação entre tamanho e peso do ovo e espessura da casca. Ovos maiores dependendo da composição da ração e de ingredientes utilizados podem apresentar espessura de casca mais fina e menores valores de gravidade específica. Segundo Barro (1991) a gravidade específica reflete de forma indireta o peso da casca em relação ao peso total do ovo, pois conforme aumenta o tamanho e peso dos ovos as cascas dos ovos ficam mais finas, e com menores valores de gravidade específica, com o aumento do tamanho do ovo, menor quantidade de cálcio é depositada durante a formação da casca, reduzindo sua qualidade, de forma a interferir inclusive na qualidade interna dos ovos (OLIVEIRA et al., 2009).

Houve redução linear ($p < 0,05$) da gravidade específica, à medida que se aumentou o tempo de estocagem, sendo essa queda mais acentuada nos ovos armazenados em temperatura ambiente, o mesmo sendo observado por Lana et al. (2017). As equações de regressão para perda de gravidade específica foram: $Y = 10,82533333 - 0,01011111 X$; $R^2 = 75,37$ (geladeira) e $Y = 10,87911111 - 0,01065079 X$; $R^2 = 90,92$ (temperatura ambiente). ALMEIDA

Tabela 4. Percentagem de casca (%) para o efeito de sistemas de criação e temperatura de armazenamento.

| Percentagem de casca (%) | Sistemas | | | Temperatura de armazenamento (°C) | |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------------------------------|-----------|
| | Gaiola | Cage-free | Free-range | Ambiente | Geladeira |
| | 10,00 A | 9,98 A | 10,17 A | 9,99 A | 10,11 A |
| Temperatura (°C) ¹ | Tempo de armazenagem (dias) | | | | |
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Ambiente | 9,95 a | 9,98 a | 10,03 a | 10,13 a | 10,15 a |
| Geladeira | 9,99 a | 9,99 a | 10,01 a | 10,14 a | 10,21 a |
| Média geral GE | | | 10,05 | | |
| CV (%) | | | 7,56 | | |

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna e letras maiúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente (Tukey, 5%).

et al. (2016) constatou que com o aumento do tempo de estocagem há contínua dissociação do ácido carbônico no albúmen, ocorrendo conseqüente redução no conteúdo do ovo, provocando característico crescimento da câmara de ar, enquanto que Santos et al. (2009) demonstraram que esse fato é responsável pela piora da gravidade específica do ovo.

Na tabela 6, podem ser verificados os valores de percentual da gema e do albúmen. De acordo com os resultados obtidos para os sistemas de

criação, as percentagens de gema e de albúmen foram melhores para os sistemas cage-free e free-range comparativamente ao sistema gaiolas ($p > 0,05$), isso pode ser explicado devido a interferência da nutrição sobre a síntese de nutrientes do ovo, pois embora as rações tenham sido aproximadamente isonutritivas, alguns ingredientes utilizados eram diferentes (Tabela 1) podendo, portanto ter influenciado na qualidade dessas variáveis. Hiramoto et al. (1990) verificaram que a deficiência de lisina

Tabela 5. Gravidade específica (GE) de ovos segundo sistemas de criação, temperatura a interação da temperatura e tempo de armazenamento.

| GE (g/cm ³) ¹ | Sistemas | | | Temperaturas (°C) | |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------|------------|-------------------|-----------|
| | Gaiola | Cage-free | Free-range | Ambiente | Geladeira |
| | 1.071 AB | 1.070 B | 1.072 A | 1,068 B | 1,073 A |
| Temperatura (°C) ¹ | Tempo de armazenagem (dias) | | | | |
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Ambiente | 1,090 a | 1,071 b | 1,061 b | 1,060 b | 1,060 b |
| Geladeira | 1,090 a | 1,082 a | 1,067 a | 1,064 a | 1,061 a |
| Média geral GE | | | 1,071 | | |
| CV (%) | | | 0,53 | | |

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna e letras maiúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente (Tukey, 5%).

Tabela 6. Percentagens de gema e de albúmen de ovos para sistemas de criação, temperatura e tempo de armazenamento.

| | Sistemas de criação | | | | |
|-------------------------------|------------------------|-----------|------------|-------------|---------|
| | Gaiola | Cage-free | Free-range | Média Geral | CV (%) |
| % Gema ¹ | 27,65 b | 26,32 a | 26,63 a | 26,87 | 10,32 |
| % Albúmen ¹ | 62,35 b | 63,70 a | 63,20 a | 63,08 | 4,58 |
| Tempo de armazenamento (dias) | | | | | |
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| %Gema ¹ | 24,99 a | 26,91 b | 26,81 b | 27,56 c | 28,07 d |
| % Albúmen ¹ | 65,05 a | 63,17 b | 63,16 b | 62,31 c | 61,72 d |
| Temperatura (°C) | Sistemas de criação | | | | |
| | Gaiola | Cage-free | Free-range | | |
| Ambiente | % Gema ¹ | 27,51 b | 25,62 a | 26,89 b | |
| | % Albúmen ¹ | 62,38 b | 64,36 a | 62,87 b | |
| Geladeira | % Gema ¹ | 27,03 ab | 27,78 b | 26,37 a | |
| | % Albúmen ¹ | 63,03 ab | 62,33 b | 62,33 b | |

¹Médias seguidas de letras iguais minúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente (Tukey, 5%).

e metionina afetam o processo de síntese de proteína, e também o processo de percentagem de gema e albúmen. A menor percentagem de albúmen nos ovos das galinhas criadas em gaiolas (gaiolas), também pode ser devido ao estresse das aves, que pode ocorrer em maior frequência nesse tipo de sistema de criação. Rozenboim et al. (2007) concluíram que poedeiras sob estresse, reduzem a resposta das células da granulosa ao hormônio luteinizante (LH), produzindo, menor quantidade de progesterona e também reduzindo a secreção de albúmen.

Santos et al. (2011) trabalhando com ovos de sistemas alternativos (sistema caipira) também verificou maior percentagem de gema quando comparou ovos de granjas comerciais.

Conforme aumentou o tempo de armazenamento, observou-se aumento linear ($P < 0,05$) nos valores da percentagem da gema, sendo que o contrário ocorre com a percentagem de albúmen, onde os valores diminuem com o passar do tempo ($p < 0,05$). À medida em que o ovo envelhece, o albúmen vai perdendo sua consistência, a gema desloca-se para um lado e finalmente rompe-se a membrana vitelina, ocorrendo redução na água no albúmen em períodos prolongados de estocagem (ALMEIDA et al., 2016). As principais alterações físico-químicas que afetam o albúmen dos ovos logo após a postura são: perda de CO_2

e de água através da evaporação do albúmen fluido externo; modificações bioquímicas das proteínas e perda de água para a gema, através do albúmen fluido interno (SUCKEVERIS et al., 2015). A perda de qualidade é um processo dependente do período e da temperatura de armazenamento, mostrando que ovos que são mantidos em temperatura de refrigeração apresentam menores perdas de qualidade do que os ovos mantidos em temperatura ambiente (MUELLER et al., 2017). Em relação à percentagem de albúmen e de gema, a diminuição da percentagem de albúmen e o aumento da percentagem de gema durante o tempo de armazenamento pode ser atribuída pela passagem de água do albúmen para a gema que está associada às reações químicas que acontecem na estrutura das proteínas albumina presente no albúmen fazendo com que ocorra a passagem de água por osmose do albúmen para a gema, sendo mais acentuada esta passagem em ovos que são submetidos a temperatura ambiente (BLAS e MATEOS, 1991).

As equações de regressão do comportamento dos valores de percentagem de gema e da percentagem de albúmen ao longo do período de armazenamento foram: $Y = 25,50380000 + 0,09736508 X$; $R^2 = 85,09$ (percentagem de gema); $Y = 64,59024444 - 0,10765556X$; $R^2 = 89,25$ (percentagem de

Tabela 7. Unidade Haugh (UH) de ovos para sistemas de criação, tempo e temperatura de armazenamento.

| Sistema de Criação | Tempo de armazenamento (dias) | | | | |
|--------------------|--|---------|---------|----------|---------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| | Temperatura ambiente (°C) ¹ | | | | |
| Cage-free | 90,48 a | 40,81 a | 31,46 a | 24,22 b | 21,81 b |
| Gaiolas | 87,59 ab | 45,94 a | 34,76 a | 29,82 ab | 31,59 a |
| Free-range | 81,77 b | 45,50 a | 34,31 a | 32,08 a | 29,40 a |
| | Temperatura geladeira (°C) | | | | |
| Cage-free | 89,27 a | 70,02 a | 44,17 a | 44,89 a | 43,36 b |
| Gaiolas | 87,59 ab | 61,10 b | 45,02 a | 51,12 a | 51,64 a |
| Free-range | 81,77 b | 59,08 b | 45,33 a | 49,52 a | 50,76 b |
| Média Geral | | | 50,87 | | |
| CV (%) | | | 15,02 | | |

¹ Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (Tukey, 5%).

albúmen).

Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) da Unidade Haugh entre sistemas de criação, temperatura e tempo de armazenamento dos ovos coletados (Tabela 7). Melhores resultados de unidades Haugh foram observados em ovos frescos, no sistema cage-free, quando comparado com ovos free-range, não havendo diferenças para ovos providos do sistema gaiolas. Conforme aumentou o tempo de armazenamento os valores de UH diminuíram, sendo mais acentuada a queda em ovos armazenados em temperatura ambiente, Silva Filho et al. (2015) observaram maior UH de ovos provenientes de sistemas alternativos de criação. Após os 28 dias de armazenamento, os ovos do sistema cage-free apresentaram os piores valores de UH em temperatura ambiente, também apresentando os piores valores, juntamente com os ovos free-range, quando mantidos em geladeira.

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos para ovos com boa qualidade, a unidade Haugh deve ser superior a 72, intermediária para valores entre 60 e 72 e de baixa qualidade para valores abaixo de 60 (USDA, 2006), de acordo com os resultados do presente estudo, somente os ovos frescos (dia 0), apresentaram boa qualidade, e para a temperatura refrigerada os ovos conseguiram manter uma boa qualidade até 7 dias, sendo que ovos do sistema cage-free apresentaram resultados superiores aos demais sistemas.

Essa queda acentuada de UH após a primeira semana de armazenamento, foi observada por Lana et al. (2017), também observando melhor UH em ovos armazenados em geladeira.

O aumento no tempo de armazenamento diminuiu os valores de UH para todos os sistemas. Estes valores são resultantes da correlação que ocorre entre a altura do albúmen e o peso dos ovos da unidade Haugh. Esse processo de perda de qualidade é completamente dependente do período e da temperatura de armazenamento e apresenta maior velocidade durante os primeiros dias após a postura, estudos relatam que ovos mantidos em menores temperaturas apresentam valores mais elevados de UH que os ovos que são mantidos em temperatura ambiente (PIRES et al., 2015), isso se deve pela liquefação do albúmen, processo que se acelera em temperatura ambiente, reduzindo a altura do albúmen, uma das variáveis utilizadas para mensuração da UH (LANA et al., 2017).

Foram observados efeitos significativos ($p < 0,05$) da interação entre os sistemas de criação, temperatura e tempo de armazenamento para índice gema (Tabela 8). De acordo com os dados obtidos observou-se redução nos valores médios dos índices gemas conforme aumentou o tempo de armazenamento, sendo mais evidenciada essa retração nos ovos que foram submetidos à temperatura ambiente. Aos 7 dias, em temperatura ambiente, os ovos provenientes do sistema de criação cage-free

Tabela 8. Índice gema de ovos para sistemas de criação, temperatura e tempo de armazenamento.

| Sistema de criação | Tempo de armazenamento (dias) | | | | |
|---|-------------------------------|---------|---------|--------|--------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Temperatura ambiente (°C) ¹ | | | | | |
| Cage-free | 0,45 a | 0,33 a | 0,24 a | 0,20 a | 0,16 a |
| Gaiolas | 0,46 a | 0,31 b | 0,23 a | 0,19 a | 0,16 a |
| Free-range | 0,44 a | 0,32 ab | 0,23 a | 0,20 a | 0,16 a |
| Temperatura geladeira (°C) ¹ | | | | | |
| Cage-free | 0,45 a | 0,46 a | 0,36 b | 0,36 b | 0,36 a |
| Gaiolas | 0,46 a | 0,40 b | 0,37 ab | 0,35 b | 0,36 a |
| Free-range | 0,44 a | 0,40 b | 0,39 a | 0,40 a | 0,36 a |
| Média Geral | | | 0,33 | | |
| CV (%) | | | 8,05 | | |

¹Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (Tukey, 5%).

obtiveram maior índice de gema ($p < 0,05$) do que os ovos do sistema gaiolas, não havendo diferença para ovos free-range ($p > 0,05$). Na temperatura de geladeira, nesse mesmo dia, observou-se melhor índice de gema desses ovos sobre os outros dois sistemas. Ovos do sistema free-range tiveram índices de gema superiores, aos 14 dias, aos ovos cage-free e aos 21 dias, aos 2 sistemas, todos em temperatura de geladeira. A partir de 14 dias de armazenamento em temperatura ambiente, não ocorreram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os sistemas de criação, sendo todos os valores de índice de gema ficando abaixo de 0,30, que é o preconizado para ovos de boa qualidade interna (MORAIS, 1997), para os ovos mantidos sob refrigeração, independente do sistema de criação das galinhas, obtiveram IG acima do recomendado, até os 28 dias de armazenamento.

O comportamento do índice de gema em relação ao tipo de ovos foi distinto, o mesmo sendo observado por Ferreira et al. (2017), onde os autores verificaram, que ovos produzidos em sistemas free-range apresentaram diâmetro significativamente maior do que os ovos produzidos por galinhas criadas em sistemas de gaiola, no primeiro dia após a postura, no entanto no decorrer do armazenamento, o comportamento foi semelhante para ambos os sistemas. Silva Filho et al. (2015), não observaram diferenças entre o índice de gema entre ovos produzidos no sistema cage-free e

em gaiolas.

A redução do índice gema pode ser explicada pelo fato que ao passar do tempo, a água do albúmen migra para gema, fazendo com que essa estrutura alongue e se achate, resultando em estiramento e maior fragilidade da membrana vitelina (SUCKEVERIS et al., 2015). Os fatores que influenciam a resistência da membrana vitelínica são os mesmos que influenciam a qualidade do albúmen, dessa maneira, durante o armazenamento a qualidade dos ovos é afetada pela temperatura que os ovos são submetidos, umidade e o tempo de estocagem (GIAMPIETRO-GANECO et al., 2015; LANA et al., 2017).

De acordo com os resultados obtidos houve interação significativas ($p < 0,05$) entre sistema e tempo de armazenamento, no pH das gemas (Tabela 9). O sistema gaiolas apresentou melhores resultados para o pH da gema, com o armazenamento, quando comparados com os sistemas cage-free e free-range ($p > 0,05$). Esse aumento ocorre devido a migração de íons alcalinos como o sódio, potássio e o magnésio do albúmen para a gema durante o período de armazenamento, que são trocados pelos íons de hidrogênio, provocando um acréscimo no pH da gema (SHANG et al., 2004). Saloman (1991) relatou através de seus estudos que a qualidade da gema é pouco alterada até o sétimo dia, independentemente do ambiente de armazenamento, sendo mais expressiva a partir de 14 dias.

Tabela 9. pH da gema de ovos para sistemas de criação, tempo e temperatura de armazenamento.

| Sistema de criação | pH da gema ¹ | | | | |
|--------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | Tempo de armazenamento (dias) | | | | |
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Gaiola | 6,07 a | 6,03 a | 6,14 a | 6,08 a | 6,07 a |
| Cage-free | 5,95 a | 6,22 b | 6,31 a | 6,47 b | 6,46 b |
| Free-range | 6,11 a | 6,15 b | 6,18 a | 6,29 b | 6,35 b |
| Média Geral | | | 6,19 | | |
| CV (%) | | | 5,03 | | |
| Temperatura | pH do albúmen ¹ | | | | |
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| | | | | | |
| Ambiente | 8,23 a | 9,06 b | 9,18 b | 9,28 b | 9,32 b |
| Geladeira | 8,23 a | 8,72 a | 8,74 a | 8,82 a | 8,73 a |
| Média Geral | | | 8,83 | | |
| CV (%) | | | 4,49 | | |

¹Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (Tukey, 5%)

O comportamento das equações de regressão dos sistemas de criação em relação ao tempo de armazenamento sobre o pH da gema, foram as seguintes: $Y = 6,02853333 + 0,01066678 X$; $R^2 = 88,32$ (cage-free); $Y = 6,05800476 - 0,00541327X + 0,000994801X^2 + 0,00002597X^3$; $R^2 = 39,45$ (gaiolas); $Y = 6,0904 + 0,00890476 X$; $R^2 = 95,07$ (free-range).

Para o pH do albúmen (tabela 9) esse aumento foi mais expressivo nos ovos que estavam em temperatura ambiente do que os ovos que estavam sob refrigeração, visto que o aumento do pH do albúmen é resultante da perda de CO_2 para o ambiente, de modo a alterar o sabor dos ovos e piorar a unidade Haugh, já que o pH alcalino afeta a membrana vitelínica, esta perda é maior nas primeiras 12 horas após a postura e é acelerada pela temperatura de armazenamento (SCHIMIDT et al., 2002), por isso ovos que são mantidos em temperaturas ambiente apresentam valores mais alcalinos do que os que são mantidos sob refrigeração. O ácido carbônico presente no albúmen dissocia-se formando água e gás carbônico que são liberados para o meio externo provocando dessa maneira um aumento do pH do albúmen, e transformando o albúmen denso em líquido, interferindo na qualidade do ovo (ORDÓNEZ, 2005). O aumento é bem mais evidente nos primeiros 7 dias (LAPÃO et al., 1999), onde houve um aumento de 8,23 para 9,06 para a temperatura ambiente e 8,72

para geladeira.

O comportamento das equações de regressão em relação às temperaturas de armazenamento sobre o pH do albúmen, foram: $Y = 8,29998095 + 0,10024026X$; $R^2 = 94,04$ (temperatura ambiente); $Y = 8,26816508 + 0,06091474X$; $R^2 = 92,11$ (temperatura geladeira).

Houve interação significativa ($p < 0,05$) para à oxidação lipídica da gema, entre sistemas de criação, temperatura e tempo de armazenamento (Tabela 10), sendo que tornou-se mais expressiva com o passar do tempo, sendo maiores quando os ovos foram armazenados em temperatura de geladeira, não sendo identificada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os ovos dos diferentes sistemas de criação, após 28 dias de armazenamento.

A análise de TBARS é importante para verificar o índice de qualidade do ovo, onde indica a oxidação lipídica. Ovos com excelente qualidade apresentam valores inferiores à 0,03 mg de malonadeído/kg de amostra, sendo que o limite para consumo é de 0,07 a 0,08 mg de malonaldeído/kg de alimento (CADUN et al., 2005). Dessa maneira os resultados encontrados estão dentro dos limites aceitáveis para o consumo de alimentos

Os ovos frescos do sistema free-range foram os que apresentaram menores valores de TBARS ($p < 0,05$), o mesmo sendo observado após 7 dias de armazenamento, independente

Tabela 10. Valores de TBARS (mg TMP/kg), para o efeito da interação entre sistemas de criação, temperatura e tempo de armazenamento dos ovos.

| Sistema de criação | TBARS (mg TMP/kg) | | | | |
|---|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | Tempo de armazenamento (dias) | | | | |
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Cage-free | 0,021 b | 0,021 b | 0,024 a | 0,021 a | 0,030 a |
| Gaiolas | 0,015 a | 0,023 b | 0,027 b | 0,033 c | 0,032 a |
| Free-range | 0,013 a | 0,018 a | 0,024 a | 0,025 b | 0,031 a |
| Temperatura geladeira (°C) ¹ | | | | | |
| Cage-free | 0,022 c | 0,024 b | 0,027 a | 0,034 a | 0,045 a |
| Gaiolas | 0,016 b | 0,024 b | 0,035 c | 0,040 b | 0,047 a |
| Free-range | 0,013 a | 0,020 a | 0,029 b | 0,046 c | 0,047 a |
| Média Geral | | | 0,028 | | |
| CV (%) | | | 7,72 | | |

¹ Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (Tukey, 5%).

da temperatura. No entanto aos 14 e 21 dias de armazenamento, os ovos do sistema cage-free foram superiores, tanto em temperatura de geladeira, quanto na temperatura ambiente, não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) aos 28 dias de armazenamento, independente do sistema de produção dos ovos e da temperatura armazenada.

Para temperatura de armazenamento, resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2015), que observaram aumento nos valores de TBARS no armazenamento com menores temperaturas durante o período de estocagem. Esses resultados provavelmente são decorrentes da diluição da oxidação lipídica nos ovos que foram armazenados em temperatura ambiente mascarando dessa maneira o resultado, demonstrando menores valores do que os ovos que foram armazenados na temperatura de geladeira.

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) para a composição centesimal dos ovos nos valores de proteína bruta e extrato etéreo, não havendo

diferença significativa ($p > 0,05$) para matéria seca, umidade e cinzas nos diferentes sistemas de criação das poedeiras (Tabela 11).

A composição centesimal dos ovos foi semelhante ao encontrado por Santos et al., (2011), também não encontrando diferenças significativas entre ovos convencionais e de sistema alternativo, para umidade e matéria mineral e observou menor concentração de proteína bruta em ovos de aves criadas soltas, comparação com poedeiras semipesadas no sistema convencional. Os mesmos autores não observaram diferenças para extrato etéreo nos ovos, diferente do presente estudo. No presente estudo galinhas criadas no sistema cage-free produziam ovos com maior quantidade de EE, quando com parado com ovos do sistema free-range ($p < 0,05$), não diferindo significativamente do sistema gaiolas ($p > 0,05$). Mizumoto et al. (2008) observaram menor concentração de extrato etéreo em ovos orgânicos em relação ao sistema gaiolas, isso se deve ao fato desse sistema (assim com o free-

Tabela 11. Valores médios percentuais da matéria seca (MS), umidade (U), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM).¹

| Sistema de criação | MS | U | PB | EE | MM |
|--------------------|---------|--------|---------|----------|--------|
| Cage-free | 98,18 a | 1,82 a | 35,98 a | 51,91 a | 3,59 a |
| Gaiolas | 98,66 a | 1,34 a | 35,56 a | 51,10 ab | 3,64 a |
| Free-range | 98,30 a | 1,70 a | 33,89 b | 50,68 b | 3,57 a |

¹ Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (Tukey, 5%)

range) a ave ter acesso a piquetes, consumindo uma maior quantidade de fibra. A fibra possui a propriedade de carregar parte dos lipídios presentes no lúmen intestinal, assim como a celulose, presente na mesma, que pode se complexar com os lipídios formando complexos insolúveis, eliminando-os juntamente com as excretas (GÜÇLÜ et al., 2004).

Os teores de extrato etéreo e de proteína tem relação direta com o tamanho dos ovo, dessa maneira como o free-range apresentou peso dos ovos menores, a relação de proteína e extrato etéreo dos ovos também foram menores.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a qualidade físico-química dos ovos nos diferentes sistemas pode ser influenciada pela temperatura e período de armazenamento, pois ovos mantidos sob refrigeração obtiveram melhores resultados para todos os parâmetros avaliados, sendo que o período de armazenamento influencia de forma mais acentuada a qualidade de ovos mantidos em temperatura ambiente.

Ovos provenientes de sistemas de criação alternativos possuem boa qualidade quando comparado ao sistema de gaiolas.

Galinhas criadas em sistema free-range produziram ovos com menor peso e menor concentração de proteína e extrato etéreo.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Zootecnia pela oportunidade do Mestrado

À Capes pela concessão de bolsa à primeira autora.

Ao Sérgio Kenji Kakimoto, da granja Kakimoto, pela doação dos ovos e apoio logístico à execução deste experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000400005>
- ALMEIDA, D.S.; SCHNEIDER, A.F.; YURI, F.M.; MACHADO, B.D.; GEWEHR, C.E. Egg shell treatment methods effect on commercial eggs quality. **Ciência Rural**, v.46, p. 336-341, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140904>
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. Arlington: AOAC, 1995. 1094p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Avicultura - Produção, classificação e identificação do ovo caipira, colonial ou capoeira**. (NBR 16437). Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária e departamento de inspeção de produto de origem animal. Resolução nº 01, de 9 de janeiro de 2003. Aprova a uniformização da nomenclatura de produtos cárneos não formulados em uso para aves e coelhos, suídeos, caprinos, ovinos, bubalinos, eqüídeos, ovos e outras espécies de animais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília: MAPA, 2003. 22 p.
- CADUN, A.; CAKLI, S.; KISLA, D. A study of marination of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) and its shelf life. **Food Chemistry**, London, v. 85, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.024>
- CAMPBELL, D. L. M.; HINCH, G. N.; DYALL, T. R.; WARIN, L.; LITTLE, B. A.; LEE, C. Outdoor stocking density in free-range laying hens: radio-frequency identification of impacts on range use. **Animal Science**, p. 1-10, 2016. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001154>
- FERREIRA, D.B.S.; FERNANDES, E.A.; SAAR, A.G.L.; MOURA, A.G.S.; LIMA, M. Comparação da qualidade física de ovos do tipo caipira e de granja no interior de minas gerais. **Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**, v.1, p.3263-3268, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/chemeng-cobeqic2017-405>
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciências e agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FIGUEIREDO, T.C.; CANCADO, S.V.; VIEGAS, R.P.; REGO, I.O.P.; LARA, L.J.C.; Souza, M.R.; BAIÃO, N.C. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.712-720, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000300024>
- GARCIA, E.R.D.M.; ORLANDI, C.C.O.; DE OLIVEIRA, C.A.L.; DA CRUZ, F.K.; DOS SANTOS, T.M.B.; OTUTUMI, L.K.

- Qualidade de ovos de poedeiras semipesadas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, 2010.
- GIAMPIETRO-GANECO, A.; BORBA, H.; SCATOLINI-SILVA, A.M.; BOIAGO, M.M.; SOUZA, P.A.; MELLO, J.L.M. Quality assessment of eggs packed under modified atmosphere. **Ciência e Agrotecnologia**, v.39, p.82-88, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542015000100010>
- GÜÇLÜ, B.K.; IŞCAN, K.M.; UYANIK, F.; EREN, M.; AĞCA, A. C. Effect of alfalfa meal in diets of laying quails on performance, egg quality and some serum parameters. **Archives of Animal Nutrition**, v. 58, p. 255-263, 2004. <https://doi.org/10.1080/00039420410001701350>
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. United States. **Egg Poultry Magazine**, Chicago, v.43, p.552-555, 1937.
- HIRAMOTO, K; MURAMATSU T.; OKUMURA J. Effect of methionine and lysine deficiencies on protein synthesis in the liver and oviduct and in the whole body of laying hens. **Poultry Science**, v.69, p.84, 1990. <https://doi.org/10.3382/ps.0690084>
- LANA, G.R.Q. **Avicultura**. Campinas, SP: Livraria e Editora Rural, 2000. 251p.
- LANA, S.R.V.; LANA, G.R.Q.; SALVADOR, E.D.L.; LANA, Â.M.Q.; CUNHA, F.S.A.; MARINHO, A.L. Quality of eggs from commercial laying hens stored in different periods of temperature and storage. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 18, 2017.
- LAPÃO, C.; GAMA, L.T.; SOARES, M.C. Effects of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristics and hatchability. **Poultry Science**, v. 78, 1999. <https://doi.org/10.1093/ps/78.5.640>
- LEDVINKA, K.; EVA, T.; ENGEMAIEROVÁ, M.; PODSEDNI, M. Egg quality of three laying hen genotypes kept in conventional cages and on litter. **Archiv für Geflügelkunde**, Stuttgart, v. 76, p. 38-43, 2012.
- MAZZUCO, H.; ABREU, P. G. DE; SILVA, I. J. O. Cage-free: o futuro da avicultura ou a avicultura do futuro? **Avicultura Industrial**, Itu, v. 108, p. 16-20, 2017.
- MIZUMOTO, E.M.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; MACHADO, F.M.V.F. Avaliação química e sensorial de ovos obtidos por diferentes tratamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 60-65, 2008. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612008000100010>
- MORAIS, C.F.A.; CAMPOS, E.J.; SILVA, T.J.P. Qualidade interna de ovos comercializados em diferentes supermercados na cidade de Uberlândia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.49, p.365-373, 1997.
- MORENG, R.E.; AVENS, J.S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo, SP: Roca, 1990. 249p.
- MUELLER, F.P.; MACHADO, P.R.; PINHEIRO, T.D.L.F. Conservação de ovos de galinha: avaliação da qualidade sob diferentes condições de estocagem. **Nutrição Brasil**, v.16, p.144-153, 2017. <http://dx.doi.org/10.33233/nb.v16i3.1102>
- OLIVEIRA, A. C. G.; MENDONÇA, M. O.; MOURA, G. S.; BARRETO, S. L. T. Indicadores de qualidade de ovos de galinha in natura. **Boletim de Extensão**, n. 64, p. 1-37, 2017.
- OLIVEIRA, G.E.; FIGUEIREDO, T.C.; SOUZA, M.R. Oliveira, A.L.; Cancado, S.V.; GLORIA, M.B.A. Bioactive amines and quality of egg from dekalb hen under different storage conditions. **Poultry Science**, v.88, 2009. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00028>
- OLIVEIRA, G.R.; RACANICCI, A.M.C.; TANURE, C.B.G.S.; DE LIMA, C.B.; DE SOUZA, T.C.; MIGOTTO, D.L.; VIEIRA, A.M.C.; STRINGHINI, J.H. Adição de óleos de copaíba (*Copaifera langisodorffii*) e sucupira (*Pterodon emarginatus*) na alimentação de poedeiras: estabilidade lipídica de gema de ovos armazenados em diferentes temperaturas. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.52, p.325-332, 2015. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v52i4p325-332>
- PADRÓN, M. E. N. Calidad de cascarón en aves reproductoras pesadas. **Avicultura Profesional**, v. 8, p. 112-14, 1991.
- PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D.E.; KUMMEROW, F.A. Evaluation of tree modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, München, v. 37, p. 1309-1313, 1989. <https://doi.org/10.1021/jf00089a022>
- PIRES, F.; PIRES, S.F.; ANDRADE, C.L.; CARVALHO, D.P.; BARBOSA, A.F.C.; MARQUES, M.R. Fatores que afetam a

- qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Nutritime Revista Eletrônica**, Viçosa, v.12, p.4379-4385, 2015.
- PISSINATI, A.; OBA, A.; YAMASHITA, F.; SILVA, C.A.; PINHEIRO, J.W.; ROMAN, J.M.M. Qualidade interna de ovos submetidos a diferentes tipos de revestimento e armazenados por 35 dias a 25°C. *Semina: Ciência Agrária*, v.35, p.531-540, 2014. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p531>
- RÊGO, I.O.P.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C.; MENEZES, L.D.M.; OLIVEIRA, D.D.; LIMA, A.L.; CALDEIRA, L.G.M.; ESSER, L.R. Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 64, n.3, p.735-742. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352012000300027>
- ROZENBOIM, I.; TAKO, E.; GAL-GARBER, O.; PROUDMAN, J.A.; UNI, Z. The effect of heat stress on ovarian function of laying hens. **Poultry Science**. v.86, p. 1760, 2007. <https://doi.org/10.1093/ps/86.8.1760>
- RUSSO, J. C. Tudo que você precisa saber sobre os sistemas de produção de ovos. *Avicultura industrial*. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-os-sistemas-de-producao-de-ovos/20190326-113131-t740> Acesso em: 30 jan. 2019.
- SALOMAN, S.E. **Egg and eggshell quality**. London: Wolf Publishing, 1991. 149p.
- SANTOS, F. R.; PEREIRA, L. D. C. M.; DA SILVA MINAFRA, C.; DOS SANTOS, P. A.; DOS SANTOS, A. L.; OLIVEIRA, P. R. Qualidade e composição nutricional de ovos convencionais e caipiras comercializados em Rio Verde, Goiás. **PUBVET**, Londrina, v. 5, p. Art. 1224-1230, 2011. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v5n35.1228>
- SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; LÔBO, R.N.B.; FREITAS, E.R.; GUERRA, J.L.L.; SANTOS, A.B.E. Effect of temperature and storage of eggs. **Food Science and Technology**, v. 29, p. 513, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000300009>
- SCHIMIDT, G.S.; FIGUEIREDO, E.A.P.; AVILA, V.S. **Incubação: estocagem de ovos férteis**. Concórdia, SC: Embrapa, 2002. 5p. (Comunicado Técnico).
- SHANG, X.G.; WANG, F.L.; LI, D.F.; YIN, J.D.; LI, J.Y. Effect of dietary conjugated linoleic acid on productivity of laying hens and egg quality during refrigerated storage. **Poultry Science**, v.83, 2004. <https://doi.org/10.1093/ps/83.10.1688>
- SILVA FILHO, C.A.; CALIXTO, L.F.L.; LEMOS, M.J.; REIS, T.L.; MACEDO, K.B.R. Qualidade de ovos convencionais e alternativos comercializados na região de Seropédica (RJ). **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 13, 2015. <https://doi.org/10.7213/academica.13.FC.AO19>
- SILVA, R.C.; NASCIMENTO, J.W.B.; OLIVEIRA, D.L.; FURTADO, D.A. Termohigrometria no transporte e na qualidade de ovos destinados ao consumo humano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, p.668-673, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n7p668-673>
- STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Egg science and technology**. New York/London: Food Products Press, 1995. 323p.
- SUCKEVERIS, D.; MUÑOZ, J.A.; DEMUNER, L.F.; CAETANO, V.C.; FARIA FILHO, D.E.; FARIA, D.E. Internal quality of laying hen eggs fed on protease at different storage and stocking conditions. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.37, p.373-379, 2015. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v37i4.27929>
- TEIXEIRA, R.S.C.; CARDOSO, W.M. Muda forçada na avicultura moderna. **Revista Brasileira de Reprodução Animal, Salvador**, v.35, p.444, 2011.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE-USDA. **Foreign Agricultural Service**. United States: USDA, 2007.
- VIEIRA, M.F.A.; TINOCO, H.F.F.; BARRETO, S.L.T.; COELHO, D.J.R.; SOUZA, G.S.; INOUE, K.R.A.; MENDES, M.A.S.A.; CASSUCE, D.C. Efeitos da densidade de alojamento e sistemas de criação sobre o comportamento, desempenho produtivo e a qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Revista Eletrônica de Pesquisa Animal**, v.2, p.169-185, 2014.