

INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL

**QUALIDADE INTERNA DE OVOS ARMAZENADOS SOB DIFERENTES
PERÍODOS E TEMPERATURAS**

Rodrigo Alves de Souza

Nova Odessa
Fevereiro - 2016



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL

Qualidade interna de ovos armazenados sob diferentes períodos e temperaturas

Rodrigo Alves de Souza

Orientadora: Dra. Carla Cachoni Pizzolante
Co-orientador: Dr. Fábio Henrique Lemos Budiño

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação do Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Produção Animal Sustentável.

Nova Odessa
Fevereiro - 2016

**Ficha catalográfica elaborada pelo
Núcleo de Informação e Documentação do Instituto de Zootecnia
Bibliotecária: Tatiane Helena Borges de Salles – CRB 8/8946**

S729q Souza, Rodrigo Alves de.
Qualidade interna de ovos armazenados sob diferentes períodos e
temperaturas / Rodrigo Alves de Saouza.
Nova Odessa, SP: [s.n.], 2016.
69p.; il.

Dissertação (mestrado) – Instituto de Zootecnia. APTA/SAA,
Nova Odessa.

Orientadora: Dra. Carla Cachoni Pizzolante
Co-orientador: Dr. Fábio Enrique Lemos Budinõ

1. Gema de ovo. 2. Galinhas poedeiras. 3. Qualidade do produto. 4.
Vida em armazenamento. I. Pizzolante, Carla Cachoni. II. Budinõ,
Fábio Enrique Lemos. III. Título.

CDD– 636.5



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: QUALIDADE INTERNA DE OVOS ARMAZENADOS
SOB DIFERENTES PERÍODOS E TEMPERATURAS**

AUTOR: RODRIGO ALVES DE SOUZA

Orientador: Dra. Carla Cachoni Pizzolante

Co-orientador: Dr. Fábio Enrique Lemos Budiño

Aprovado como parte das exigências para obtenção de título de MESTRE em Produção Animal Sustentável, pela Comissão Examinadora

Carla Cachoni Pizzolante

Mauro Sartori Bueno

(Instituto de Zootecnia)

Ricardo Albuquerque

(Universidade de São Paulo)

Data da realização: 12 de fevereiro de 2016

Presidente da Comissão Examinadora

Profa. Dra. Carla Cachoni Pizzolante

Dedico essa dissertação a meus pais Pedro Alves de Souza e Hirasilva Borba por todo amor e incentivo e por acreditarem em meu potencial. Em especial a minha mãe por ter insistido e me dado uma força surreal quando mais precisei. A meu irmão Thiago Alves de Souza pelo carinho e preocupação me transmitindo muita positividade durante o período. A minha namorada Carla Cavalcante pelo companheirismo, amizade e por sempre acreditar e incentivar minhas decisões. Sem vocês, com certeza, eu não conseguiria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus anjos de guarda pela proteção e por me iluminar por todo esse caminho me proporcionando principalmente suporte emocional.

Agradeço a meus pais, que além de pais são pesquisadores e professores da área, e irmão pela dedicação a mim já há tanto tempo e toda minha família pelo incentivo e por acompanharem sempre os passos dados e alcançados. Em especial, um muito obrigado a meu primo irmão Fábio Borba Ferrari por estar sempre ao meu lado, não só na mão de obra e nos momentos de estresse como também, e principalmente, nos momentos de risada e de curtição que fizeram esse tempo passar muito rápido. Fábio, você foi muito importante para esse trabalho.

À minha orientadora Dra. Carla Cachoni Pizzolante por me aceitar como orientado e principalmente pela confiança e paciência, mostrando sempre que o que eu estava fazendo ela estava tranquila, elevando assim muito minha autoconfiança. Também por estar sempre presente e disponível quando algo fugia de minhas possibilidades. Obrigado!

A meu outro amigo irmão “Bodão” por estar comigo em todos os momentos de transição da minha carreira, por sempre me clarear a ideias, sejam elas positivas ou negativas, fazendo enxergar várias realidades e vários fatos. Por me aturar várias vezes nos desabafos, na alegria e na tristeza, rsrs.

A minha eterna amiga e parceira Juliana Lolli na qual desde a inscrição para o mestrado me ajudou, desde documentos a serem organizados; sempre dando várias dicas e muita ajuda; por ter dedicado muito do seu tempo desde a execução do trabalho até esta versão final. Sem palavras para descrever o tanto que agradeço seu companheirismo. Esse trabalho também te pertence.

À toda equipe do laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal que tanto me ajudaram: Dra. Hrasilva Borba, Dr. Pedro Alves de Souza, Dra. Aline Giampietro-Ganeco (que me ajudou muito também quando fui bolsista da Fapesp antes do mestrado e durante meus experimentos), Dra. Juliana Lolli Malagoli de Mello, Dr. Fábio Borba Ferrari, Msc. Gustavo Camacho Paschoalin (Bodão), Andréia Julião (considerada da equipe, apesar de não trabalhar conosco, rsrs), Beatriz “Bia” por sempre ser muito prestativa e atenciosa com todos, ao Luiz Miguel pelo tempo que ficou conosco, Msc. (agora doutoranda) Mariana Thimotheo pela super ajuda e companheirismo e a todos que passaram por aqui e deram uma contribuição.

A todos meus amigos, aqueles que convivem comigo já há tempos, que acompanharam todas as fases que passei e compreenderam muitas vezes minha ausência devido à falta de tempo. A meus amigos e companheiros da banda ‘Call it Fornication’ (Red Hot Cover) pela compreensão quando não pude me dedicar tanto à banda.

À CAPES pela concessão da bolsa.

Se eu me esqueci de alguém, me perdoe. Por fim agradeço a todos que fizeram parte da minha vida nesse período. Foi muito importante para mim.

QUALIDADE INTERNA DE OVOS ARMAZENADOS SOB DIFERENTES PERÍODOS E TEMPERATURAS

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar a qualidade interna de ovos armazenados sob diferentes períodos e temperaturas. Foram realizados dois experimentos: no experimento 1 foram utilizados 756 ovos de poedeiras da linhagem Hisex White com 43 semanas de idade. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x5+1, sendo quatro períodos de armazenamento (7, 14, 21 e 28 dias) e cinco temperaturas de armazenamento (ambiente – que variou de 27°C a 32°C; 4°C, 20°C, 4°C por sete dias e posteriormente 21 dias em temperatura ambiente, 20°C por sete dias e posteriormente 21 dias em temperatura ambiente), mais um grupo testemunha, com três repetições de quatro ovos cada. No experimento 2 foram utilizados 1332 ovos de poedeiras da linhagem Dekalb White com 41 semanas de idade, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 9x2, sendo dois períodos de armazenamento, antes do armazenamento e após 28 dias, nove temperaturas de armazenamento sendo ambiente – que variou de 25°C a 29°C; 4°C, 20°C, temperatura ambiente por sete dias e posteriormente 21 dias a 4°C, temperatura ambiente por sete dias e posteriormente 21 dias a 20°C, temperatura ambiente por 14 dias e 14 dias a 4°C, temperatura ambiente por 14 dias e 14 dias a 20°C, temperatura ambiente por 21 dias e sete dias a 4°C, temperatura ambiente por 21 dias e sete dias a 20°C, e três cartelas de 12 ovos por tratamento como repetição. As características avaliadas foram cor, índice gema (IG), unidade Haugh (UH), pH da gema, pH do albúmen e oxidação lipídica da gema (TBARS). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%) pelo programa estatístico SAS (2002). Concluiu-se que ovos armazenados em temperatura de 4 °C por até 28 dias apresentam melhores parâmetros de qualidade.

Palavras-chave: cor, oxidação, pH, postura

INNER QUALITY OF EGGS STORED IN DIFFERENT PERIODS AND TEMPERATURES

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the inner quality of eggs stored in different periods and temperatures. Two experiments were performed to evaluate the eggs: for the first experiment it was used 756 eggs from Hisex White lineage aged 43 weeks. A completely randomized design in a factorial $4 \times 5 + 1$ was used with four storage periods (7, 14, 21 and 28 days) and five storage temperatures (ambient - ranging from 27°C to 32 ° C, 4 ° C, 20 ° C, 4 ° C for seven days and then 21 days at room temperature, 20°C for 7 days and then 21 days at room temperature) plus a control group and three repetitions for every four eggs. For the second experiment were used 1332 eggs from Dekalb White laying hens, with 41 weeks of age, in a completely randomized experiment with a factorial scheme 9×2 , with two periods of storage, before storage and after 28 days, nine storage temperatures, being room - ranging from 25°C to 29°C, 4°C, 20°C, room temperature for seven days and then 21 days at 4°C, room temperature for seven days and then 21 days at 20°C, room temperature for 14 days and 14 days at 4°C, room temperature for 14 days and 14 days at 20°C, room temperature for 21 days and seven days at 4°C, room temperature for 21 days and seven days at 20°C, and three packs of 12 eggs per treatment as repetition. The evaluated characteristics were color, yolk index (YI), Haugh unit (HU), pH of yolk, pH of egg white and lipid oxidation of yolk (TBARS). The results were submitted to analysis of variance and means compared by Tukey test (5%) by the statistical program SAS (2002). It was concluded that eggs stored at 4°C for up to 28 days show better quality parameters.

Keywords: color, laying, oxidation, pH

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1. Produção brasileira de ovos em 2014.....	26
Figura 2. Produção de ovos por estado em 2014.....	26
Figura 3. Consumo de ovos per capita em 2014.....	27
Figura 4. Exportação de ovos por estado em 2014.....	28
Figura 5. Exportação de ovos <i>in natura</i> e industrializados em 2014....	29
Figura 6. Esboço do plano 3D de cores CIELab.....	34
Figura 7. Gráfico de U.H. x Armazenamento.....	44
Figura 8. Gráfico de I.G. x Armazenamento.....	55

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Médias obtidas para unidade Haugh (UH) e índice gema (IG) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas	43
Tabela 2. Desdobramento da interação entre período de armazenamento e temperatura para a unidade Haugh (UH) e índice gema (IG) de ovos comerciais	47
Tabela 3. Médias obtidas para luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas	48
Tabela 4. Desdobramento da interação entre período de armazenamento e temperatura para a intensidade de amarelo (b^*) de ovos comerciais	50
Tabela 5. Médias obtidas para pH do albúmen e pH da gema de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas	51
Tabela 6. Desdobramento da interação entre período de armazenamento e temperatura para pH do albúmen de ovos comerciais	53
Tabela 7. Médias obtidas para unidade Haugh (UH) e índice gema (IG) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas	54
Tabela 8. Médias obtidas para índice gema (IG) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas	56
Tabela 9. Médias obtidas para unidade Haugh (UH) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas	57
Tabela 10. Médias obtidas para unidade pH do albúmen, pH da gema e oxidação lipídica (TBARS) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas	58

Tabela 11. Médias obtidas para pH do albúmen de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas	59
Tabela 12. Médias obtidas para unidade luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) de ovos armazenados por 28 dias em diferentes temperaturas	61
Tabela 13. Médias obtidas para intensidade de amarelo (b^*) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas	62

LISTA DE ABREVIATURAS

pH Potencial Hidrogeniônico

L* Luminosidade

a* Intensidade de cor vermelha

b* Intensidade de cor amarela

TBARS Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

UH Unidade ou unidades Haugh

IG Índice gema

BOD Demanda biológica de oxigênio (geladeira incubadora)

TCA Ácido tricloroacético

TBA Ácido tiobarbitúrico

SUMÁRIO	Página
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	25
2.1 Situação da avicultura de postura no Brasil.....	25
2.2 Estrutura, composição, armazenamento e qualidade do ovo.....	29
3 OBJETIVOS.....	35
3.1 Objetivo Geral.....	35
3.2 Objetivos específicos.....	35
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
4.1 Definição dos Experimentos.....	37
4.1.1 Experimento 1.....	37
4.1.2 Experimento 2.....	37
4.2 Análises laboratoriais.....	39
4.2.1 Avaliação da qualidade interna dos ovos.....	39
4.2.1.1 Unidade Haugh.....	39
4.2.1.2 Índice Gema.....	40
4.2.1.3 Cor.....	40
4.2.1.4 pH.....	40
4.2.1.5 Oxidação lipídica (TBARS).....	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1 Experimento 1.....	43
5.2 Experimento 2.....	53
6 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS.....	65

1 INTRODUÇÃO

Apesar do notável aumento no preço, o ovo apresenta o melhor custo benefício, sendo relativamente barato associado ao título de segundo alimento mais completo nutricionalmente, ficando abaixo apenas do leite materno (THERON et al., 2003).

O ovo é rico em vitamina A, que tem efeito antioxidante e é essencial para a visão, vitamina D, responsável pela saúde óssea, vitamina E (tocoferol), que tem ação antioxidante, e em zinco, selênio e magnésio, minerais antioxidantes importantes para o organismo (CLOSA, 1999). Também contem as substâncias zeaxantina e luteína, dois carotenoides que possuem efeito antioxidante além de proteger os olhos da ação da luz evitando a degeneração macular (área da retina responsável pelo detalhamento da visão) que ocorre com o passar da idade.

O triptofano, disponível no ovo, é um aminoácido essencial que participa da síntese de serotonina, também as vitaminas do complexo B niacina e tiamina, ambos importantes na modulação do humor, bem estar e funcionamento cerebral (YOUNG, 2007). A albumina presente na clara é interessante por ser uma proteína com grande biodisponibilidade.

A importância do consumo do produto tem âmbito mundial o que levou a um maior interesse de países na importação, exportação e consumo do produto.

O Brasil, recentemente, aumentou sua produção significativamente assim como as exportações. Cria-se então a expectativa de como aumentar, além do consumo nacional, o interesse de mais países na importação de um produto de qualidade.

Já com um aumento na exportação de ovos a preocupação maior é como garantir, além da boa procedência, a higiene e a segurança alimentar; vários países exigem uma temperatura adequada de resfriamento no transporte (7 a 8 °C) ao importar os produtos principalmente os de origem animal, bem como tempo máximo para consumo nas condições impostas. Grandes clientes em potencial não importam do Brasil pela distância e consequente dúvida na manutenção da qualidade do produto até chegar aos mercados.

O maior desafio ainda é o comércio e exportação de ovos *in natura*, uma vez que industrializados tem uma vida de prateleira maior. O mercado de algumas potências, como América do Norte e países da Europa, já possuem condições para armazenamento ótimo por até três meses (tempo máximo indicado para o consumo de ovo sob refrigeração por 7 °C – USDA, 2000), sendo um grande diferencial em relação ao Brasil; porém não confiam na estabilidade nutricional, física e microbiológica devido ao embarque, tempo de transporte e diferenças bruscas de temperatura.

Devido a este aumento da produção de ovos, surgem também muitas preocupações em como será realizado o transporte e principalmente o armazenamento de um grande número de ovos para evitar perdas e prejuízo para o comércio e também para o consumidor. Apesar de o ovo ser considerado um alimento muito completo nutricionalmente, a atual situação econômica eleva o preço do produto; tem um aumento médio de 4% ao ano sendo que a cesta básica sofre aumento de 7.

Sendo assim, o mercado procura investir em alternativas para manter a vida de prateleira do produto até o acesso do mesmo pelo consumidor. No entanto, ainda é inviável uma estocagem sob refrigeração, uma vez que a margem de lucro do mercado ainda é baixa por se tratar de um produto relativamente barato em relação a outros tipos de proteína animal.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Situação da avicultura de postura no Brasil

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o volume de ovos produzidos no primeiro trimestre de 2014 somou 686,275 milhões de dúzias, resultado que representou aumento de 2,41% sobre idêntico trimestre de 2013 (IBGE, 2014).

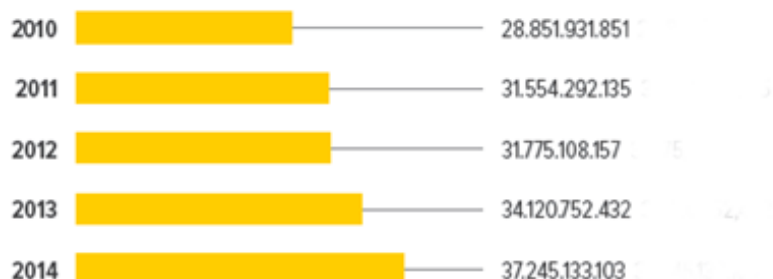
Projetado para a totalidade do ano, o volume registrado no trimestre sinalizava produção anual da ordem de, aproximadamente, 2,750 bilhões de dúzias (perto de 33 bilhões de unidades), apenas 0,2 % a mais que o apontado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2013 (2,745 bilhões de dúzias). Porém, havia uma tendência desse índice aumentar no decorrer de 2014, pois o mesmo detectou, em relação ao plantel de galinhas poedeiras, aumento médio de pouco mais de 3% no número de cabeças alojadas.

Vale registrar, tanto em relação à produção de ovos quanto ao plantel efetivo de galinhas, que o levantamento inclui não só as poedeiras comerciais, mas também reprodutoras de corte, sendo o total de aves alojadas somando 130 milhões de cabeças. Cerca de 65% a 70% delas correspondem às aves produtoras de ovos de consumo e o restante a produtoras de ovos férteis (84,5 a 91 milhões).

Em março deste ano o IBGE divulgou que a produção nacional de ovos de galinha bateu o recorde em 2014 com 2,826 bilhões de dúzias, representando 3,2% de aumento em relação ao ano de 2013, sendo o maior índice registrado desde o início das pesquisas há 18 anos.

A Associação Brasileira de Proteína Animal, ABPA (2015), registrou cerca de mais de 37 bilhões de ovos produzidos em 2014, correspondendo a cerca de 245 milhões de ovos a mais do que 2013 (Figura 1).

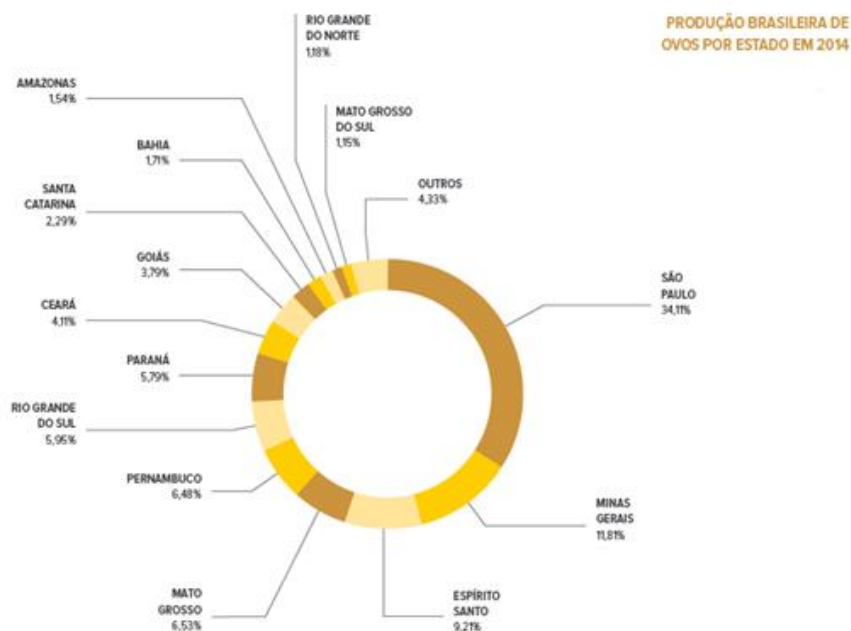
PRODUÇÃO BRASILEIRA DE OVOS (UNIDADES)



Fonte: ABPA

Figura 1 - Produção brasileira de ovos em 2014
Fonte: Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA)

A Figura 2 mostra a relação dos principais estados produtores e seus números.



Fonte: ABPA

Figura 2 - Produção de ovos por estado em 2014
Fonte: Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA)

Apesar da alta na produção, o crescimento não foi o esperado pelos avicultores; apesar do preço médio da caixa de ovo estar maior do que no ano passado ainda

representou queda de 1,8% em relação a Julho de 2013. Em contrapartida, o preço do milho e do farelo de soja encontra-se ascensão e pressiona o custo da produção.

Para o ano de 2015 as campanhas de promoção do ovo foram pautas necessária na mesa das empresas e entidades representativas do setor de postura para tentar alavancar o consumo. No período de 3 a 8 de agosto de 2015 o setor de postura comercial obteve duas altas – no começo e no final da semana aumentando o preço da caixa de ovo para R\$60,33, 11% a mais do que no ano passado no mesmo período (Fonte: Ovosite).

Contudo, a ABPA (2016), registrou um total de mais de 39 bilhões de ovos produzidos em 2015, correspondendo a cerca de 2,5 bilhões a mais do que 2014.

O consumo per capita de ovos em comparação com outros países é considerado ainda baixo, mas verifica-se uma reação do mercado como mostra a figura 3.

CONSUMO PER CAPITA (UNIDADES/ANO)



Fonte: ABPA

Figura 3 – Consumo brasileiro de ovos per capita em 2014
Fonte: Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA)

A ABPA (2016) registrou em 2015 um aumento do consumo de ovos per capita de 5,2% indicando 191,7 unidades.

Além do aumento significativo na produção e consumo, houve também um aumento nas exportações fechando o mês de julho de 2015 com 10,5 milhões de unidades embarcadas, aumentando também o incremento anual para 64% sendo 31%

superados no mês; as regiões centro-oeste, sul e sudeste mantêm ainda o foco das exportações de ovos (Figura 4).

Os principais países importadores de ovos e principalmente industrializados (Figura 5) são da América do Sul (Bolívia, Chile, Paraguai e Uruguai), América do Norte (Estados Unidos da América), Ásia (Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Japão, Singapura e Hong Kong) e África (Angola, Cabo Verde, República Democrática do Congo e Guiné Equatorial).



Figura 4. Exportação de ovos por estado em 2014

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior/Secretaria do Comércio Exterior – MDIC/SECEX

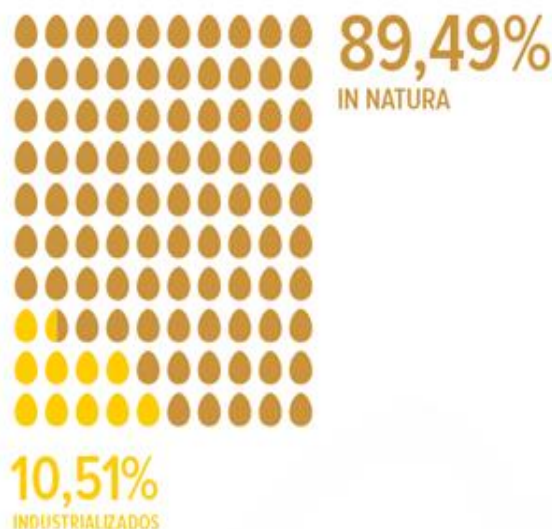


Figura 5. Exportação de ovos *in natura* e industrializados em 2014.
Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA

Em 2015, a exportação de ovos *in natura* e processados subiu para 18,74 mil toneladas representando um aumento de 53,5% em relação a 2014. O Brasil totalizou a receita de US\$24,1 milhões equivalente a 43,2% de aumento. Como principais destinos, os países do Oriente Médio importaram 56% a mais de ovos (14,22 mil toneladas) sendo o os Emirados Árabes Unidos com 13,77 mil toneladas. Em segundo lugar, ficou a Ásia com 2,06 mil toneladas significando um crescimento de 861% sendo o Japão com importação de 1,5 mil toneladas (APBA, 2016).

2.2 Estrutura, composição, armazenamento e qualidade do ovo

O ovo é composto por quatro partes de maior proporção: casca, membrana da casca, gema e albúmen ou clara. Já as de menor proporção são o disco germinativo, câmara de ar, cutícula e calaza.

Na casca existem poros que possibilitam trocas gasosas com o meio externo: entra oxigênio e sai gás carbônico; os poros são cobertos de uma cutícula parecida com uma cera que protege o ovo da perda de água e impede a penetração de microrganismos (Benites et al.,2005).

O albúmen é constituído por cerca de 88% de água, 13,5% proteínas, vitaminas do complexo B e traços de gordura (FAO, 2010). Dentre as proteínas presentes destacam-se ovalbumina, conalbumina, ovomucóide, ovomucina e lisozima; destas, 70% corresponde a ovalbumina e conalbumina que gelatinizam o albúmen (Ramos, 2008).

A clara é dividida em três partes diferentes quanto a sua viscosidade sendo uma fração externa (fina – 23% da clara), intermediária (espessa e densa – 57% da clara) e interna (fina – 20%). Também no albúmen são encontradas as calazas (Seibel, 2005).

A calaza fica aderida a membrana vitelina da gema e se expande para as extremidades, da câmara de ar (parte mais grossa) até ponta mais fina do ovo. Esta estrutura mantém a gema no centro do ovo e impede seu deslocamento (Benites et al., 2005).

A gema é constituída por uma emulsão de 52% de gordura em água; é composta por 16% de proteínas, 34% de lipídeos, vitaminas A/D/E/K (lipossolúveis), glicose, lecitina e sais minerais. Os lipídeos presentes apresentam 66% triglicerídeos, 22% de fosfolipídeos e máximo de 5% de colesterol; 64% de ácidos graxos insaturados compõem a maior parte dos ácidos graxos (CLOSA, 1999).

A qualidade microbiológica do ovo depende de cinco importantes pontos segundo Silva (2007): limpeza e desinfecção dos galpões, controle de roedores e pragas, lavagem correta, biossegurança e refrigeração de 4 a 8 °C desde a postura até o processo de industrialização.

A *Salmonella enteritidis* é um exemplo de bactéria que contamina ovos e já chegou a ser uma grande preocupação com ocorrências de contaminação e intoxicação alimentar na população. Esta contaminação (quando não transovariana) normalmente começa pela casca no contato com superfícies já contaminadas com excretas das aves. Por isso a desinfecção e resfriamento logo após a coleta são manejos adotados por vários países (HAMMACK et al., 1993).

Oliveira (2000) citou que o albúmen apresenta reduzida quantidade de ferro, importante para o crescimento e multiplicação bacteriana, além de naturalmente conter enzimas que impedem o crescimento bacteriano.

Segundo Salvador (2011) em ovos armazenados por um pequeno período ocorre migração do ferro da gema para o albúmen. Assim, com o período de armazenamento, preparo e manipulação, o ferro passa cada vez mais da gema para albúmen facilitando o aumento do substrato necessário para uma possível contaminação.

Barros et al. (2001) concluíram que o armazenamento dos ovos a 8 °C demonstrou ser significativo na redução e na ausência de *S. enteritidis* na casca.

Ao passo que é um alimento completo para o ser humano, torna-se também completo para microrganismos em geral. Rego et al. (2012) citam que o ovo apresenta uma composição rica em vitaminas, minerais, ácidos graxos e proteínas de excelente valor biológico.

Desde a postura até a mesa do consumidor, manejo e armazenamento de formas incorretas podem reduzir a qualidade interna assim como favorecer o crescimento bacteriano. A perda de qualidade, apesar de inevitável, pode ser diminuída quando adquiridas boas práticas, mais precisamente a estocagem sob refrigeração. Após a postura, o ovo já começa a perder qualidade devido a alguns fatores: coleta demorada, contato direto com superfícies quentes, contato com fezes ou apenas exposição à temperatura ambiente, também elevada, já é suficiente para alterar a qualidade e estabilidade das propriedades físicas do albúmen. Independente do que possa alterar a qualidade interna dos ovos, o tipo de criação e a estação do ano afetam a composição e estrutura dos ovos (Rossi e Pompei, 1995).

As condições de armazenamento e temperatura podem alterar diversos fatores considerados parâmetros de qualidade interna física dos ovos. Os principais, comumente avaliados, são: pH do albúmen e da gema, cor (CIEL*a*b*) da gema, índice gema, unidade Haugh. A perda de peso durante o período de armazenamento também é utilizada para saber o quanto de água é perdida para o ambiente através dos poros da casca. Além dos parâmetros físicos, um bom indicativo da perda de qualidade durante o armazenamento a oxidação lipídica ou TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico).

Xavier et al. (2008) observaram que durante o armazenamento, o pH do albúmen aumenta relativamente com a temperatura, ou seja, quanto mais alta mais rápido ocorre a elevação do pH. Este aumento deve-se ao dióxido de carbono (CO₂) perdido pelos

poros da casca para o meio, causando também deterioração do ovo. O ovo recém-posto contém cerca de 0,5% de CO₂; a perda do gás carbônico durante armazenamento pode alterar o pH de 7,6 para 9,5 (MORENG & AVENS, 1990).

Apesar do pH da gema não sofrer alterações significativas durante o armazenamento, ainda assim pode ser alterado em altas temperaturas.

De acordo com Moreng e Avens (1990) a fluidificação da albumina é um dos sinais da perda de qualidade; ela depende da alta temperatura que aumenta reações químicas e físicas degradando a estrutura da proteína presente na albumina espessa. Quanto mais elevada a temperatura de armazenamento do ovo, mais rapidamente ocorre a degradação e essa perda de qualidade ocorre durante os primeiros dois dias pós postura. Enzimas atuam sobre as proteínas na albumina hidrolisando cadeias de aminoácidos e assim destroem a estrutura proteica liberando a água ligada às moléculas de proteínas. Por ação osmótica, essa água atravessa a membrana vitelínica e se retém na gema. A migração dessa água leva a um aumento da gema enfraquecendo a membrana vitelínica resultando em um aspecto maior e mais achatado da gema.

Para avaliação da qualidade do albúmen e da gema são a unidade Haugh (Haugh, 1937) e índice gema.

A unidade Haugh (UH) é um indicativo da qualidade do ovo e principalmente do albúmen; Haugh (1937) observou que essa qualidade varia com o logaritmo do albúmen denso. Brant et al. (1951) adicionaram um fator de correção (100) para o peso do ovo resultando assim na unidade Haugh. Desta forma, quanto maior a unidade Haugh, melhor a qualidade do ovo segundo Rodrigues (1975). De acordo com a classificação da USDA (2000) para albúmen, o albúmen denso deve apresentar UH maior do que 72, o de média densidade entre 72 e 60 e o albúmen fluidificado abaixo de 60. Essa unidade, portanto, indica também o conteúdo de proteína e o quão fresco é o ovo.

O índice gema (IG) é uma medida de qualidade da gema: equivale a sua altura dividida pelo diâmetro. Segundo Souza (1997), os valores ótimos de índice gema para ovos frescos devem estar entre 0,40 e 0,42.

Outra característica interna importante do ovo é a cor. Para o consumidor, a cor amarela (b^*) da gema está intimamente ligada ao valor nutricional do ovo. Características sensoriais, principalmente visuais, são confundidas com a qualidade e quantidade de nutrientes. O fato é que a cor da gema está diretamente ligada ao alimento que foi fornecido ao animal. Normalmente as aves são alimentadas com dietas ricas em milho que contem vitamina A (caroteno) e que conferem a cor amarelada na gema.

Outros componentes disponíveis na natureza, como o urucum, por exemplo, fornecem cor mais alaranjada ou até mesmo avermelhada quando misturados na ração, o que gera também a expressão errônea 'ovo caipira'; este recebe esta designação pelo fato das aves terem livre acesso a espaços com pasto e consumirem outros tipos de alimentos, além da ração, compostos de xantofila, que são depositados na gema do ovo.

No entanto, Andrade et al. (2009) afirmaram que o armazenamento em refrigeração não interfere na cor da gema, porém encontrou que ovos armazenados em períodos mais longos, sob temperatura ambiente, tiveram diminuição na tonalidade. Santos (2005) concluiu que gema de ovos armazenados por períodos de 7, 14 e 21 dias apresentaram tonalidades inferiores estatisticamente.

Para a cor ser considerada um parâmetro de qualidade e ser interpretada de forma correta, a Comissão Internacional de Iluminação (CIE) definiu critérios baseados na percepção do olho humano, utilizando um triplo estímulo. Em 1976, a comissão desenvolveu o modelo colorimétrico $L^*a^*b^*$ (conhecido como CIELab) no qual as cores são interpretadas como:

- L - luminância expressa em porcentagem variando 0 (preto) a 100 (branco);
- a e b - duas gamas de cor que vão, respectivamente, do verde ao vermelho e do azul ao amarelo com valores variando de -120 a +120 (Figura 6). Por isso, ovos que não contem tonalidade vermelha (a^*) possuem valores negativos para a gama de cor, saindo da angulação vermelha (positiva) passando para angulação verde (negativa).

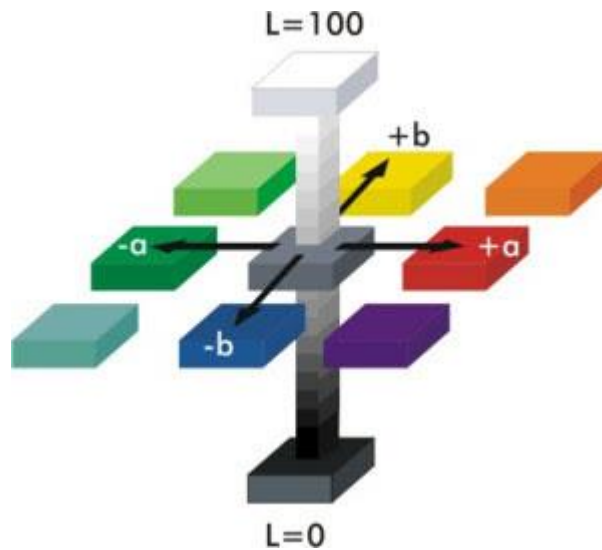


Figura 6. Esboço do plano 3D de cores CIELab
Fonte: CIE

Uma análise química utilizada como parâmetro de perda de qualidade é a oxidação lipídica, conhecida como TBARS que indica quantidade de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico. A oxidação é um fenômeno inevitável que realmente altera a qualidade nutricional do alimento. A peroxidação lipídica é a principal causa de deterioração de lipídios e matérias graxas. Silva (1998) citou que os corpos graxos, durante o armazenamento, sofrem alterações do tipo oxidativas que modificam o sabor do alimento conferindo o gosto de ranço. As substâncias tóxicas produzidas pelo processo de oxidação lipídica são cetonas, aldeídos, álcoois, ácidos e hidrocarbonetos, responsáveis pelo odor e sabor característico de ranço (OLIVO, 2006). A exposição à luz ou calor, natureza oxidativa (íons metálicos, por exemplo) ou antioxidante do alimento, número e tipo das insaturações e a relação entre os lipídeos e oxigênio são fatores que interferem negativa ou positivamente na oxidação. Portanto o armazenamento dos ovos em temperatura elevada e períodos longos colaboram com o aumento da oxidação lipídica.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar os possíveis efeitos da temperatura de armazenamento sobre a qualidade da gema e do albúmen, bem como a oxidação lipídica, de ovos comerciais armazenados por até 28 dias.

3.2 Objetivos específicos

- Simular diversas situações possíveis, como transporte, de armazenamento que envolvam temperatura e tempo durante o processo.
- Criar situações que poderiam ser adequadas desde a granja, o mercado consumidor e alternativas seguras para exportação de ovos *in natura*.
- Avaliar temperaturas de armazenamento a 4 °C em diferentes períodos, simulando o armazenamento em refrigerador comercial até uma situação de transporte em caminhão baú refrigerado ou “container”, por um período máximo de 28 dias.
- Avaliar temperaturas de 20 °C caracterizando armazenamento em temperatura ambiente por até 28 dias em cidades com temperaturas amenas.
- Avaliar temperaturas do ambiente variando de 25 até 30 °C e simular armazenamento durante as estações mais quentes do ano ou transporte inadequado.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Definição dos experimentos

4.1.1 Experimento 1

Local, período e delineamento experimental

Este estudo foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal no período de agosto a outubro de 2014.

Foram utilizados 756 ovos comerciais brancos adquiridos em uma cooperativa de produtores do município de Guataporã no Estado de São Paulo. Foram utilizados ovos de poedeiras da linhagem Hisex White do mesmo lote com 43 semanas de idade, alojadas em gaiolas de aço galvanizado e alimentadas com ração a base de milho e soja, balanceada de acordo com as exigências da linhagem. Os ovos utilizados foram da primeira coleta do dia realizada por volta das sete horas da manhã.

O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x5+1, sendo quatro períodos de armazenamento (7, 14, 21 e 28 dias), cinco temperaturas de armazenamento mais um grupo testemunha (ovos frescos coletados no dia da análise):

- temperatura ambiente variando de 27 a 32 °C por até 28 dias (T1);
- armazenamento em incubadora BOD (demanda bioquímica de oxigênio) a 4 °C por até 28 dias (T2);
- armazenamento em câmara BOD a 20 °C por até 28 dias (T3);
- armazenamento em câmara BOD a 4 °C por 7 dias e 21 dias em temperatura ambiente (T4);
- armazenamento em câmara BOD a 20 °C por 7 dias e temperatura ambiente por 21 dias (T5).

Como repetições foram utilizadas três cartelas de 12 ovos para cada tratamento, sendo as análises realizadas em quatro ovos sorteados ao acaso por cartela. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, em caso de significância, comparadas pelo teste de Tukey (SAS, 2002).

4.1.2 Experimento 2

Local, período e delineamento experimental

As análises laboratoriais descritas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, durante o período de março a abril de 2015.

Para realização das análises foram utilizados 1332 ovos comerciais brancos frescos adquiridos em uma cooperativa de produtores do município de Guataporã no Estado de São Paulo. Foram utilizados ovos de poedeiras da linhagem Dekalb White do mesmo lote com 41 semanas de idade, alojadas em gaiolas de aço galvanizado e alimentadas com ração basal de milho e soja, balanceada de acordo com o manual da linhagem. Os ovos utilizados foram da primeira coleta do dia por volta das sete horas da manhã.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 9x2, sendo dois períodos de armazenamento (antes do armazenamento e após 28 dias) e nove temperaturas de armazenamento:

- armazenamento em câmara B.O.D. a 4 °C por 28 dias (T1);
- armazenamento em câmara B.O.D. a 20 °C por 28 dias (T2);
- armazenamento por sete dias em temperatura ambiente e 21 dias em câmara B.O.D. a 4 °C (T3);
- armazenamento por sete dias em temperatura ambiente e 21 dias em câmara B.O.D. a 20 °C (T4);

- armazenamento por 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias em câmara B.O.D. a 4 °C (T5);
- armazenamento por 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias em câmara B.O.D. a 20 °C (T6);
- armazenamento por 21 dias em temperatura ambiente e sete dias em câmara B.O.D. a 4 °C (T7);
- armazenamento por 21 dias em temperatura ambiente e sete dias em câmara B.O.D. a 20 °C (T8);
- armazenamento em temperatura ambiente variando de 25 a 29 °C e umidade relativa média de 55% $\pm$ 2 por 28 dias (T9).

Como repetições foram utilizadas três cartelas de 12 ovos para cada tratamento, sendo as análises realizadas em quatro ovos sorteados ao acaso por cartela. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, em caso de significância, comparadas pelo teste de Tukey (SAS, 2002).

4.2 Análises laboratoriais

4.2.1 Avaliação da qualidade interna dos ovos

Com exceção da análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) que não foi realizada no Experimento 1, todas as outras análises foram realizadas da mesma forma em ambos os experimentos. Primeiramente os ovos foram pesados e, após, quebrados sobre uma mesa especial de vidro, plana e lisa, acoplada a uma calha coletora para posterior avaliação de parâmetros relacionados à qualidade interna.

4.2.2.1 Unidade Haugh: unidade Haugh (HAUGH, 1937) foi avaliada conforme descrito em CARD & NESHEIM (1978). Após individualmente pesados, os ovos foram quebrados sobre mesa especial de vidro e aferiu-se a altura do albúmen com auxílio de altímetro especial (“Egg Quality Micrometer”). A unidade Haugh foi calculada mediante

a seguinte equação: $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, onde: UH = unidade Haugh; H = altura do albúmen (em milímetros); W = peso do ovo (em gramas).

4.2.1.2 Índice Gema: a altura da gema foi obtida através de altímetro especial ("Egg Quality Micrometer") e o diâmetro da com paquímetro digital Caliper (0 – 150mm). A relação entre estes dois valores forneceu o índice gema: $IG = AG/DG$, onde: IG = índice gema; AG = altura da gema (em milímetros); DG = diâmetro da gema (em milímetros).

4.2.1.3 Cor: em ambos os experimentos foi determinada com auxílio do colorímetro Minolta Chrome Meter modelo CR-400, que utiliza o sistema CIELAB (L^* , a^* e b^*). Foram avaliados os parâmetros luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) da gema logo após a quebra e a realização das análises de qualidade iniciais.

4.2.1.4 pH: após a determinação dos parâmetros cor, altura e largura da gema (índice gema) e altura do albúmen (triplicata, unidade Haugh), o albúmen e a gema foram separados. O pH foi determinado utilizando um peagâmetro digital da marca Testo 205 munido de eletrodo e haste inoxidável de penetração para medição do pH, tanto na gema quanto no albúmen que foram também separados em dois frascos coletores diferentes separados para cada tratamento. Após a separação, as partes (gema e albúmen) foram levemente homogeneizadas com bastão de vidro e as medidas tomadas em duplicata.

4.2.1.5 Oxidação lipídica - TBARS - (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico): a oxidação lipídica seguiu a metodologia descrita por Vyncke (1970), porém adaptada. Após a realização das análises físicas, foram pesados 10 gramas de gema por amostra em tubos tipo 'falcon' de 50ml. Foram adicionados 25ml de TCA 7,5% e as amostras trituradas e homogeneizadas por 1'30" (um minuto e trinta segundos) em equipamento Turrax a 7.000 RPM. Após, o homogenato foi filtrado em filtro qualitativo. Do extrato

foram retirados 5 ml em triplicata e transferidos para tubo de ensaio, adicionados 5ml de solução TBA (solução de ácido tiobarbitúrico) 0,02M em cada tubo tampado e o conjunto levado para banho-maria fervente por 40 minutos. Após resfriamento e reação, no líquido resultante foi realizada a leitura em espectrofotômetro aferido com comprimento de onda de 538 nm; os resultados foram expressos em mg de malonaldeído.kg⁻¹ de amostra.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Experimento 1

Na Tabela 1 encontram-se as médias obtidas na avaliação da unidade Haugh (UH) e índice gema (IG) de ovos comerciais armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas. Houve interação entre período e temperatura de armazenamento para as variáveis unidade Haugh e índice gema. Os desdobramentos são mostrados na Tabela 2.

Tabela 1 Médias obtidas para unidade Haugh (UH) e índice gema (IG) de ovos armazenados por diferentes períodos e temperaturas

	UH	IG
<i>Testemunha vs Fatorial (Tx F)</i>		
Testemunha	88,09 A	0,46 A
Fatorial	55,43 B	0,34 B
<i>Período de Armazenamento (A)</i>		
7	74,34	0,42
14	58,04	0,32
21	48,29	0,32
28	41,07	0,30
<i>Temperaturas de Armazenamento (T)</i>		
T1	37,56	0,31
T2	80,12	0,45
T3	58,16	0,38
T4	52,78	0,30
T5	48,58	0,26
P-value (Tx F)	<0,0001	<0,0001
P-value (A)	<0,0001	<0,0001
P-value (T)	<0,0001	<0,0001
P-value (Ax T)	<0,0001	<0,0001
CV (%)	12,77	7,44

T1: temperatura ambiente variando de 27 a 32 °C por até 28 dias; T2: armazenamento em câmara B.O.D. a 4 °C por até 28 dias; T3: armazenamento em câmara B.O.D. a 20 °C por até 28 dias, T4: armazenamento em câmara B.O.D. a 4 °C por 7 dias e 21 dias em temperatura ambiente; T5: armazenamento em câmara B.O.D. a 20 °C por 7 dias e temperatura ambiente por 21 dias.

Nas figuras 7 e 8 observam-se os gráficos IG e o UH correspondentes à Tabela 1 com linha de tendência exponencial para temperatura de 4 °C constante (T2). Esta linha

é utilizada quando os valores de dados estiverem crescendo ou caindo com taxas cada vez mais altas. Neste caso ela expressa crescimento ou decréscimo do tratamento e seu efeito. O que fica sugerido tanto na Figura 7 quanto na Figura 8 é que o decréscimo, com base na curva, não é tão acentuado nos períodos de armazenamento e temperatura. A linha amarela, na Figura 8, correspondente a temperatura ambiente, apresenta curvas provavelmente pelas parcelas analisadas serem e apresentarem características de qualidade diferentes durante o armazenamento.

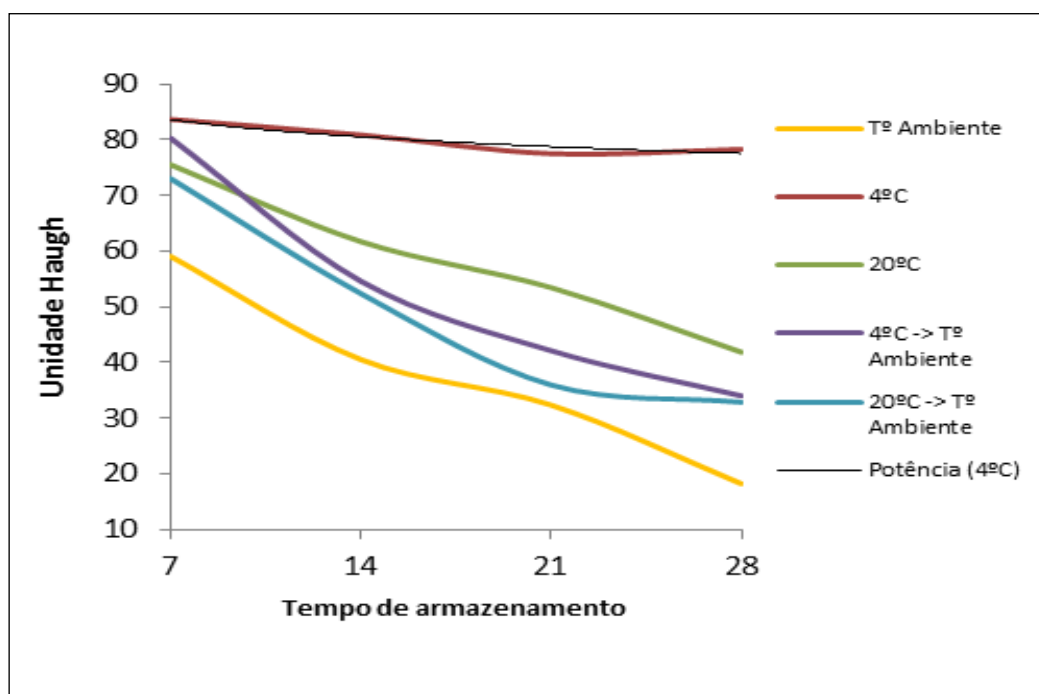


Figura 7 Gráfico de U.H. x Armazenamento

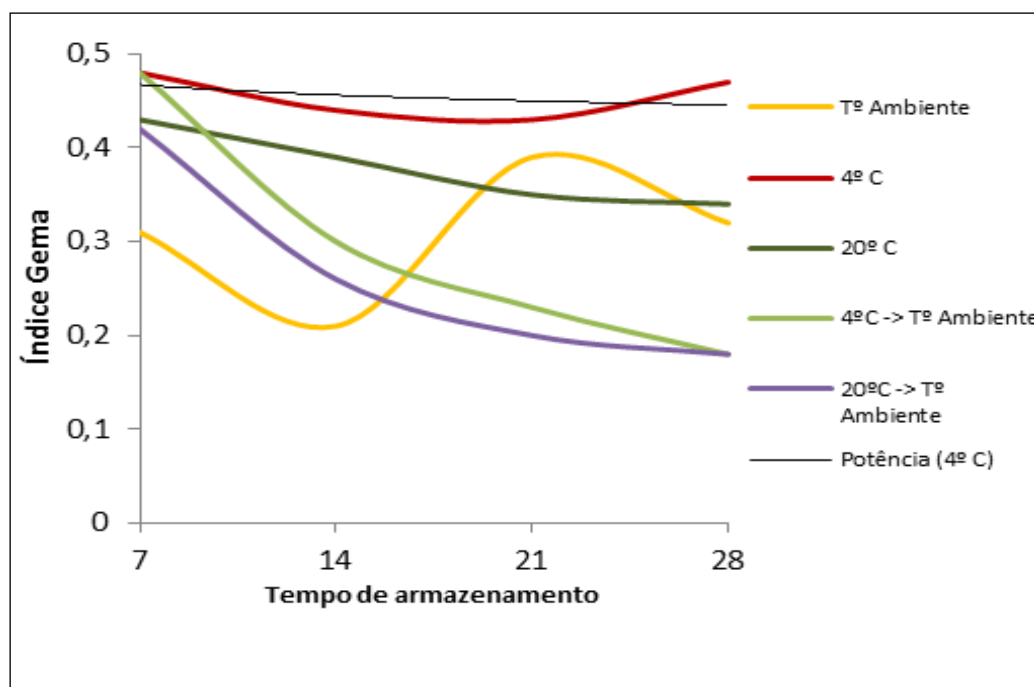


Figura 8. Gráfico de I.G. x Armazenamento

Na Tabela 2, quando consideradas as temperaturas dentro de cada período de armazenamento, o parâmetro UH apresentou maiores médias entre os ovos armazenados a 4°C (refrigeração), 80,12 em média. Com relação ao período de armazenamento, para cada uma das temperaturas estudadas, os valores de UH reduziram com o passar dos dias.

O programa de Controle da Qualidade preconizado pelo 'United States Department of Agriculture' (USDA) define as condições de qualidade do ovo para consumo, sendo: ovos de qualidade excelente (AA) de valores 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 (USDA, 2000). Sendo assim os ovos armazenados por 4 °C até 28 dias (T2) são considerados de excelente qualidade assim como ovos frescos; os ovos T3 (20º) passam de excelentes para alta qualidade (A) até 14 dias, tornando-se de baixa qualidade (B) a partir de 21 dias. Os tratamentos T4 e T5 (4°C por sete dias e 21 dias em temperatura ambiente; 20 °C por sete dias e temperatura ambiente por 21 dias) mostram que, independente da temperatura inicial aos sete dias, o armazenamento em temperatura ambiente faz com que os ovos percam a qualidade.

Altas temperaturas fluidificam o albúmen mais rapidamente devido à ação de enzimas sobre as proteínas hidrolisando as cadeias de aminoácidos, liberando a água ligada às moléculas de proteína (MORENG & AVENS, 1990). Os valores encontrados neste estudo para unidade “Haugh” foram superiores, não diferindo estatisticamente ($p>0,05$) ao serem armazenados por até 28 dias em temperatura de 4 °C, semelhantes aos resultados encontrados por Alleoni & Antunes (2001); que observaram que ovos armazenados em ambiente refrigerado (8 °C), com umidade relativa 70%, não houve diferença significativa (a 5%) entre os valores de ovos com 7, 14 e 21 dias de armazenamento, com variação de 60 a 70 unidades “Haugh”.

Para a variável índice gema (IG) analisada, os ovos dos tratamentos T4 e T5 perdem qualidade depois de sofrerem influência da temperatura ambiente após sete dias de armazenamento em temperatura controlada. Desta forma, para melhor qualidade de gema, os tratamentos em temperatura de 20 °C constante (T3) e ambiente (T1) foram superiores a T4 e T5 ao final do período (21 a 28 dias de armazenamento). No tratamento T2 (4 °C por até 28 dias) o índice gema permaneceu elevado e foi superior aos encontrados por Souza (1997) afirmando que ovos frescos que devem estar entre 0,42 e 0,40. Neste estudo o índice gema apresentou valor mínimo de 0,43 e máximo de 0,48.

Assim como para UH, ovos sob refrigeração 4 °C constante (T2) mantiveram melhor qualidade da gema. A mudança brusca da temperatura, tanto de 4 °C como de 20 °C para temperatura ambiente de no mínimo 27 °C vista neste estudo, é caracterizada como choque térmico. O choque térmico pode influenciar na aceleração da perda da qualidade, com maior dissociação das proteínas responsáveis pela manutenção das propriedades funcionais do ovo. A água, antes presente em maior quantidade no albúmen, passa por pressão osmótica para gema aumentando sua largura diminuindo conseqüentemente a altura, indicando também uma perda de qualidade do ovo.

Tabela 2 Desdobramento da interação entre período de armazenamento e temperatura para a unidade Haugh (UH) e índice gema (IG) de ovos comerciais

UH				
Temperaturas (T)	Período de Armazenamento em dias (P)			
	7	14	21	28
T1	59,09 Ba	40,55 Cb	32,36 Cb	18,23 Cc
T2	83,70 Aa	80,91 Aa	77,54 Aa	78,32 Aa
T3	75,55 Aa	61,74 Bb	53,47 Bb	41,87 Bc
T4	80,32 Aa	54,62 Bb	42,13 Cc	34,03 Bc
T5	73,05 Aa	52,41 Bb	35,98 Cc	32,88 Bc
IG				
Temperaturas (T)	Período de Armazenamento em dias (P)			
	7	14	21	28
T1	0,31 Cb	0,21 Ec	0,39 Ba	0,32 Bb
T2	0,48 Aa	0,44 Ab	0,43 Ab	0,47 Aab
T3	0,43 Ba	0,39 Bb	0,35 Cc	0,34 Bc
T4	0,48 Aa	0,30 Cb	0,23 Dc	0,18 Cd
T5	0,42 Ba	0,26 Db	0,20 Dc	0,18 Cc

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: temperatura ambiente por 28 dias; T2: 4 °C por 28 dias; T3: 20 °C por 28 dias, T4: 4 °C por sete dias e 21 dias ambiente; T5: 20 °C por sete dias e temperatura ambiente por 21 dias.

Na Tabela 3 encontram-se as médias obtidas para luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas. Houve interação significativa ($p < 0,05$) para a variável b^* (intensidade de amarelo) e o desdobramento encontra-se na Tabela 4.

Observa-se que não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre período e temperaturas de armazenamento para as variáveis luminosidade (L^*) e intensidade de vermelho (a^*).

Para L^* , o tempo de armazenamento não interferiu nos valores; porém quando comparados os tratamentos, houve diferença significativa ($p < 0,05$) sendo que o tratamento T2 (ovos armazenados a 4 °C por até 28 dias) apresentou menor valor para a variável; isso ocorreu, possivelmente, porque esses ovos foram submetidos a temperatura ambiente ao passo que nos demais tratamentos, os ovos que ficaram por um período ou por 28 dias na temperatura ambiente tiveram maior migração da água para gema, que além de causar um menor índice gema também promoveu maior reflexo e consequente luminosidade.

A intensidade de vermelho apresentou diferenças ($p < 0,05$), tanto quando comparados os períodos de armazenamento quanto às temperaturas de armazenamento. No entanto, não há relação entre período ou temperatura de armazenamento com a^* uma vez que não há a cor vermelha, naturalmente na gema, e a tendência para a cor verde (eixo CIEL $^*a^*b^*$) não é afetada por esses fatores. Muito provavelmente e coincidentemente que as parcelas de ovos apresentaram mais essa tendência. Desta forma necessitam-se estudos específicos para a variável com relação aos fatores que apresentaram diferença.

Tabela 3 Médias obtidas para luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas

	L^*	a^*	b^*
<i>Testemunha vs Fatorial (Tx F)</i>			
Testemunha	63,02 B	-5,00 A	34,24 B
Fatorial	64,32 A	-5,98 B	44,24 A
<i>Período de Armazenamento (A)</i>			
7	64,74	-5,78 B	38,12
14	65,12	-6,29 A	45,06
21	64,04	-5,94 AB	46,42
28	63,19	-5,93 AB	47,37
<i>Temperaturas de Armazenamento (T)</i>			
T1	65,15 A	-6,46 A	45,96
T2	61,58 B	-5,80 B	36,53
T3	66,09 A	-5,74 B	44,61
T4	64,42 A	-6,14 AB	45,40
T5	64,36 A	-5,79 B	48,71
P-value (Tx F)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
P-value (A)	0,0947	0,0053	<0,0001
P-value (T)	0,0001	<0,0001	<0,0001
P-value (AxT)	0,0579	0,0573	<0,0001
CV (%)	7,34	13,55	9,42

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: temperatura ambiente por 28 dias; T2: 4 °C por 28 dias; T3: 20 °C por 28 dias, T4: 4 °C por sete dias e 21 dias ambiente; T5: 20 °C por sete dias e temperatura ambiente por 21 dias

Na Tabela 4 encontra-se o desdobramento da interação entre período e temperatura de armazenamento para a intensidade de amarelo (b^*). O valor de b^* para testemunha (ovos frescos) foi 34,24. Quando observados os períodos de armazenamento, aos sete dias, apenas ovos do tratamento T1 (armazenados em

temperatura ambiente por 28 dias) apresentaram valor elevado em relação aos demais; entretanto, com 14, 21 e 28 dias de armazenamento não houve diferença ($p>0,05$) para a variável no tratamento. Provavelmente, aos sete dias ocorreram todas as mudanças possíveis para elevação do amarelo na gema estabilizando-se logo em seguida. O tratamento T2 (4 °C por 28 dias) apresentou os menores valores para b^* e durante o período, até 28 dias, não apresentou diferenças significativas ($p>0,05$) indicando uma manutenção nos processos oxidativos e demais processos químicos que resultam em um aumento desses valores. Os demais tratamentos, aos sete dias também apresentavam baixos valores e após esse período, uma vez que aumentaram drasticamente, mantiveram de 14 a 28 dias um padrão não significativo ($p>0,05$). Observou-se que ovos estocados por até 28 dias a 20° mantivera a cor mais baixa até sete dias e já com 14 apresentaram aumento. O mesmo ocorreu com os tratamentos T4 (4°C por sete dias e 21 dias ambiente) e T5 (20°C por sete dias e temperatura ambiente por 21 dias) que após sete dias em temperatura controlada serem colocados em temperatura ambiente apresentaram aumento máximo no valor do b^* não sendo diferentes ($p>0,05$) até 28 dias.

Por fim, hipoteticamente, assim como ovos mantidos em temperatura ambiente por até 28 dias, ovos estocados em temperatura ambiente após temperatura controlada de 4° ou 20 °C, ou estocados a 20 °C por 28 dias, ambos após sete dias, têm os valores para a variável elevados a um pico que se mantém por até 28 dias de estocagem. De acordo com Mathias et al. (2010), oxidações que ocorrem em ovos processados podem resultar em cor contribuindo para uma possível alteração. Como resultante, possivelmente explica-se o aumento dos níveis da cor devido a este fato. Ao passo que a zeaxantina é resultado da oxidação de outros carotenoides e conferir a cor amarela, com o passar do tempo, mais moléculas de carotenoides sofrem oxidação podendo resultar em mais moléculas de zeaxantina aumentando a cor amarela da gema.

Analisando ainda a Tabela 4 nota-se que entre os tratamentos, em cada período, houve diferença ($p<0,05$) entre todos e o tratamento T2. Enquanto para os demais foi observado um considerável aumento, os ovos armazenados a 4 °C mantiveram valores bem abaixo para intensidade de amarelo (b^*) indicando, também, que a temperatura interrompeu processos oxidativos que contribuem, mas de forma negativa, para o

aumento da cor avaliada. Processos oxidativos tendem a formar substâncias como ácidos graxos tóxicos, aminas, entre outros compostos produzidos que podem alterar a cor do ovo.

Tabela 4 Desdobramento da interação entre período de armazenamento e temperatura para a intensidade de amarelo (b*) de ovos comerciais

Temperaturas (T)	b*			
	Período de Armazenamento em dias (P)			
	7	14	21	28
T1	44,74 Aa	46,70 Aa	43,95 BCa	48,44 Aa
T2	33,21 Ba	35,63 Ba	38,59 Ca	38,69 Ba
T3	37,07 Bb	44,01 Aa	48,95 ABa	48,39 Aa
T4	36,07 Bb	49,43 Aa	46,36 Ba	49,74 Aa
T5	39,49 ABb	49,52 Aa	54,25 Aa	51,57 Aa

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: temperatura ambiente por 28 dias; T2: 4 °C por 28 dias; T3: 20 °C por 28 dias, T4: 4 °C por sete dias e 21 dias ambiente; T5: 20 °C por sete dias e temperatura ambiente por 21 dias.

Na Tabela 5 estão dispostas as médias obtidas para pH do albúmen e pH da gema de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas.

Não houve interação ($p > 0,05$) entre temperatura e período de armazenamento para pH da gema. Quando interpretados individualmente, tanto o período quanto a temperatura influenciaram num maior aumento do pH da gema. O menor valor de pH ocorreu com apenas sete dias de armazenamento, sendo que o maior valor foi atingido com 28 dias, e o valor com sete dias não diferenciou ($p > 0,05$) do testemunha (6,12); o valor mais elevado para a variável ocorreu nos tratamentos que foram, de alguma forma, submetidos à temperatura ambiente (T1, T4 e T5) não diferenciando-se estatisticamente ($p > 0,05$). Assume-se, de acordo com estes resultados, que temperaturas elevadas e o período que os ovos ficam armazenados aumentam o pH da gema; da mesma forma que após a descarboxilação do H_2CO_3 a água migra para a gema através de força osmótica, o gás carbônico resultante da lise também passa aumentando assim o pH.

Tabela 5 Médias obtidas para pH do albúmen e pH da gema de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas

	pH do albúmen	pH da gema
<i>Testemunha vs Fatorial (Tx F)</i>		
Testemunha	8,85	6,12 B
Fatorial	9,38	6,47 A
<i>Período de Armazenamento (A)</i>		
7	9,34	6,19 C
14	9,37	6,40 B
21	9,45	6,49 B
28	9,36	6,78 A
<i>Temperaturas de Armazenamento (T)</i>		
T1	9,50	6,67 A
T2	9,16	6,26 B
T3	9,36	6,35 B
T4	9,43	6,56 AB
T5	9,45	6,50 AB
P-value (Tx F)	<0,0001	<0,0001
P-value (A)	<0,0001	<0,0001
P-value (T)	<0,0001	0,0039
P-value (AxT)	<0,0001	0,2870
CV (%)	0,59	9,42

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: temperatura ambiente por 28 dias; T2: 4 °C por 28 dias; T3: 20 °C por 28 dias, T4: 4 °C por sete dias e 21 dias ambiente; T5: 20 °C por sete dias e temperatura ambiente por 21 dias.

Houve, no entanto, interação ($p < 0,05$) entre temperatura e período de armazenamento para pH do albúmen. A Tabela 6 apresenta o desdobramento da interação entre período de armazenamento e temperatura para pH do albúmen. Além da água do albúmen migrar para a gema (menor quantidade) ela também se perde para o ambiente através dos poros da casca, juntamente com uma quantidade significativa de CO_2 aumentando o pH drasticamente.

Quando analisados os períodos de armazenamento por tratamento, observa-se que ovos armazenados em temperatura ambiente por todo o período (T1), com apenas sete dias de estocagem já atingem o valor máximo do pH indicando uma provável perda total do CO_2 para o meio, sendo que depois de 28 dias os ovos não se diferem mais ($p > 0,05$) dos períodos de 7, 14 e 21 dias. O tratamento T2 (4 °C por 28 dias), apesar de diferente do testemunha ($p < 0,05$; pH 8,85) aos 7 dias, estabiliza-se até 28 dias e não

apresenta diferenças significativas ($p > 0,05$) nos períodos; a temperatura, neste caso, diminui a influência do período de armazenamento no aumento do pH.

Ao comparar as médias de cada tratamento em relação a cada período observamos que aos 7 dias, o tratamento em temperatura ambiente (T1) apresentou maior média, diferenciando-se de T3 e T5 (armazenados a 20 °C nos primeiros sete dias; segundo maior valor) que por sua vez não diferenciaram-se entre si, e T2 e T4 (armazenados a 4 °C nos primeiros sete dias; menores valores) que também não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$). Barancelli et al. (2012) afirmaram que ovos já tem elevação média do pH do albúmen, do momento da postura e após três dias, de 7,8 para 9,1-9,6 devido a perda de CO₂; desta forma, com 7 dias, todos os tratamentos se encontram nesta faixa de pH, indicando que independente da forma de armazenamento após a postura, é inevitável essa perda de gás carbônico com consequente elevação no pH. A relevância da temperatura controlada é observada a partir do momento que em que ovos mantidos em temperatura ambiente até 28 dias, independente de como foram armazenados nos primeiros 7 dias, não diferiram entre si ($p > 0,05$) nos tratamentos indicados (T1, T4 e T5); portanto, a temperatura controlada até 7 dias evita a perda máxima de CO₂, após serem colocados em ambiente essa perda atinge seu máximo assim como o tratamento T1 que já perdia com sete dias.

Outro fato curioso observado foi que ovos com temperatura controlada durante todo período (T2 a 4 °C e T3 a 20 °C) mantiveram seus valores de pH durante período de estocagem, sendo que T2 apresentou os menores valores seguindo de T3, e ambos sendo inferiores aos demais tratamentos submetidos à temperatura ambiente. Sendo assim, todos os tratamentos tem perda considerável de gás carbônico até sete dias de armazenamento, estas perdas são cessadas quando os ovos são armazenados a 4 °C e 20 °C de, mas a 4 °C o pH ainda é menor.

Conclui-se que a temperatura se torna um problema quando combinada ao tempo que os ovos ficam armazenados: quanto mais alta a temperatura e maior tempo de armazenamento, há dissociação de maior número de moléculas de ácido carboxílico (H₂CO₃) explicando, assim, maior perda de água e principalmente de CO₂ aumentando ainda mais o pH.

Tabela 6 Desdobramento da interação entre período de armazenamento e temperatura para pH do albúmen de ovos comerciais

Temperaturas (T)	pH do albúmen			
	Período de Armazenamento em dias (P)			
	7	14	21	28
T1	9,52 Aa	9,47 Aa	9,53 Aa	9,48 Aa
T2	9,19 Ca	9,14 Ca	9,20 Ca	9,12 Ca
T3	9,38 Bab	9,31 Bb	9,43 Ba	9,31 Bb
T4	9,25 Cc	9,45 Ab	9,57 Aa	9,45 Ab
T5	9,37 Bb	9,47 Aab	9,53 Aa	9,44 Aab

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: temperatura ambiente por 28 dias; T2: 4 °C por 28 dias; T3: 20 °C por 28 dias, T4: 4 °C por 7 dias e 21 dias ambiente; T5: 20 °C por 7 dias e temperatura ambiente por 21 dias.

5.2 Experimento 2

Na Tabela 7 encontram-se os valores médios obtidos para as variáveis unidade Haugh (UH) e índice gema (IG) de ovos armazenados por 28 dias em diferentes períodos e em diferentes temperaturas.

Tabela 7 Médias obtidas para unidade Haugh (UH) e índice gema (IG) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas

	UH	IG
<i>Armazenamento (A)</i>		
Antes do Armazenamento	90,90 A	0,46 A
28 dias	75,83 B	0,34 B
<i>Tratamentos (T)</i>		
T1	90,57	0,47
T2	86,12	0,42
T3	89,61	0,45
T4	81,31	0,41
T5	81,00	0,39
T6	81,98	0,39
T7	80,85	0,38
T8	78,42	0,36
T9	80,47	0,36
P-value (A)	<0,0001	<0,0001
P-value (T)	<0,0001	<0,0001
P-value (AxT)	<0,0001	<0,0001
CV (%)	7,13	7,87

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: 4 °C por 28 dias; T2: 20 °C por 28 dias; T3: sete dias temperatura ambiente e 21 dias a 4 °C (T3); T4: sete dias em temperatura ambiente e 21 dias a 20 °C; T5: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 4 °C; T6: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 20 °C; T7: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 4 °C; T8: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 20 °C; T9: temperatura ambiente por 28 dias (T9).

Na Tabela 8 estão dispostos os valores para índice gema (IG) para os períodos antes do armazenamento e por 28 dias de armazenamento.

Os tratamentos T1 (4 °C por 28 dias) e T3 (7 dias temperatura ambiente e 21 dias a 4 °C) foram os únicos que não se diferiram estatisticamente quando comparados antes e 28 dias após armazenamento; sugere-se que ovos que permanecem sete dias em condições ambientes, com temperatura média de 27 °C, imediatamente armazenados por 21 dias em temperatura de 4 °C, assim como ovos que permanecem na temperatura de 4 °C por 28 dias, não perdem qualidade física da gema, que possivelmente permanece com altura e largura parecidas com ovos frescos, indicando menor absorção osmótica da água perdida ou até mesmo uma menor perda de água do albúmen. Os dois tratamentos apresentam qualidade de ovos frescos, após 28 dias, segundo a classificação de Souza (1997).

Para todos os outros tratamentos, após 28 dias, os ovos tiveram qualidade de gema inferior quando comparados antes do armazenamento. No entanto, os ovos que permaneceram 28 dias apenas em temperatura ambiente apresentaram o menor valor para a variável índice gema (IG), indicando que qualquer diminuição na temperatura de armazenamento, mesmo após 21 dias em temperatura ambiente e apenas sete a 20 °C ou a 4 °C, mantém a gema melhor estruturada do que apenas em temperatura ambiente.

Após 28 dias, T1 apresentou maior valor para a variável IG seguido por T3. Dentre os que foram armazenados a 20 °C, T2 (20 °C por 28 dias) apresentou o melhor valor de índice gema, que não diferiu do T4 (sete dias em temperatura ambiente e 21 dias a 20 °C), mas que diferiu ($P < 0,05$) do T6 (14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 20 °C) e T8 (21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 20 °C) que apresentaram os menores valores. Portanto, após 14 dias em temperatura ambiente seguidos por 14 dias a 20 °C (T6) os ovos já apresentam baixos valores para índice gema não sendo diferente estatisticamente de T5 (14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 4 °C).

Antes do armazenamento os tratamentos não apresentaram diferenças ($p > 0,05$), indicando a uniformidade na qualidade de ovos frescos; Souza (1997) classifica em ovos frescos aqueles que apresentam índice gema entre 0,42 e 0,40.

Tabela 8 Médias obtidas para índice gema (IG) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas

	Índice Gema (IG)	
	Antes do armazenamento	28 dias de armazenamento
T1	0,47 Aa	0,46 Aa
T2	0,48 Aa	0,36 Cb
T3	0,43 Aa	0,42 Ba
T4	0,49 Aa	0,34 CDb
T5	0,46 Aa	0,33 CDb
T6	0,47 Aa	0,31 DEb
T7	0,45 Aa	0,28 Eb
T8	0,46 Aa	0,27 EFb
T9	0,49 Aa	0,23 Fb

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: 4 °C por 28 dias; T2: 20 °C por 28 dias; T3: sete dias temperatura ambiente e 21 dias a 4 °C (T3); T4: sete dias em temperatura ambiente e 21 dias a 20 °C; T5: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 4 °C; T6: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 20 °C; T7: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 4 °C; T8: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 20 °C; T9: temperatura ambiente por 28 dias (T9).

Na Tabela 9 dispõem-se os valores para unidade Haugh (UH) para os nove tratamentos nos períodos antes e 28 dias de armazenamento.

Assim como para parâmetro índice gema, os tratamentos T1 (4 °C por 28 dias) e T3 (sete dias temperatura ambiente e 21 dias a 4 °C) não diferiram estatisticamente quando comparados antes e 28 dias após armazenamento. Da mesma forma, quando comparados entre si, os dois não apresentaram diferenças ($p>0,05$) quando armazenados durante o período. Até sete dias em temperatura ambiente, os ovos não perdem tanto a qualidade do albúmen e da gema quando comparados a ovos frescos ou de um dia. Por serem parcelas ou cartelas de ovos diferentes, tem-se uma diferença entre as unidades que podem interferir nos parâmetros analisados; por outro lado, quando refrigerados após exatos sete dias, o processo, provavelmente, interrompe a desnaturação de proteínas entre outros da mesma natureza que degradam o ovo.

Apesar das diferenças estatísticas entre os tratamentos, T1 (4 °C por 28 dias), T2 (20 °C por 28 dias), T3 (sete dias temperatura ambiente e 21 dias a 4 °C), T4 (sete dias em temperatura ambiente e 21 dias a 20 °C), T5 (14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 4 °C), T6 (14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 20 °C), os valores para a variável unidade Haugh foram todos considerados como albúmen de alta

qualidade ou denso de acordo com a classificação da USDA (UH>72), o que indica que as temperaturas propostas podem ser utilizadas por até 28 dias.

Tabela 9 Médias obtidas para unidade Haugh (UH) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas

	Unidade Haugh (UH)	
	Antes do armazenamento	28 dias de armazenamento
T1	93,58 Aa	87,57 Aa
T2	94,70 Aa	77,57 Bb
T3	91,55 Aa	83,68 Aa
T4	89,02 Aa	73,61 Bcb
T5	86,23 Aa	75,78 Ba
T6	92,05 Aa	71,91 CDb
T7	90,91 Aa	70,79 CDb
T8	90,37 Aa	66,46 CDb
T9	95,69 Aa	65,14 Db

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: 4 °C por 28 dias; T2: 20 °C por 28 dias; T3: sete dias temperatura ambiente e 21 dias a 4 °C (T3); T4: sete dias em temperatura ambiente e 21 dias a 20 °C; T5: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 4 °C; T6: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 20 °C; T7: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 4 °C; T8: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 20 °C; T9: temperatura ambiente por 28 dias (T9).

Na Tabela 10 encontram-se os valores para pH do albúmen, pH da gema e oxidação lipídica de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas. Houve aumento para as variáveis, independente do tratamento, quando comparados ao controle (antes do armazenamento) e 28 dias de armazenamento.

Das variáveis, apenas o pH do albúmen apresentou interação significativa entre tratamento e armazenamento.

Tabela 10 Médias obtidas para unidade pH do albúmen, pH da gema e oxidação lipídica (TBARS) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas

	pH Albúmen	pH Gema	TBARS (mg MDA.kg ⁻¹)
<i>Armazenamento (A)</i>			
Antes do Armazenamento	8,35	6,09 B	0,177 B
28 dias	9,53	6,34 A	0,215 A
<i>Tratamentos (T)</i>			
T1	8,96	6,12	0,204
T2	8,92	6,19	0,208
T3	8,83	6,18	0,197
T4	9,07	6,11	0,190
T5	8,98	6,22	0,201
T6	9,02	6,29	0,184
T7	8,76	6,17	0,190
T8	8,87	6,39	0,195
T9	9,04	6,27	0,191
P-value (A)	<0.0001	<0.0001	<0.0001
P-value (T)	0.0381	0.3507	0.4858
P-value (AxT)	0.0019	0.8829	0.2390
CV (%)	2,01	3,59	5,97

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: 4 °C por 28 dias; T2: 20 °C por 28 dias; T3: sete dias temperatura ambiente e 21 dias a 4 °C (T3); T4: sete dias em temperatura ambiente e 21 dias a 20 °C; T5: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 4 °C; T6: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 20 °C; T7: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 4 °C; T8: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 20 °C; T9: temperatura ambiente por 28 dias (T9).

A Tabela 11 apresenta o desdobramento para médias obtidas para pH do albúmen de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas. Antes do armazenamento, tratamentos não diferiram significativamente ($p>0,05$) indicando a homogeneidade do lote e consequentemente dos ovos analisados.

Ao serem comparados os tratamentos antes e 28 dias de armazenamento, todos apresentaram diferença ($p<0,05$). Segundo Moreng e Avens (1990), a perda de CO₂ durante o armazenamento eleva o pH de 7,60 para 9,5; todos os tratamentos apresentaram elevação do pH sendo o T9 o mais elevado indicando uma provável perda maior de gás carbônico durante a estocagem.

Barancelli et al. (2012) citaram que ovos recém-postos tem pH variando de 7,6-7,8 e após apenas 3 dias em temperatura ambiente, a perda de CO₂ eleva o pH do albúmen 9,1-9,6; esse ambiente é desfavorável para desenvolvimento do patógeno *Salmonella* (Humphrey, 1994). Isso indica que o aumento do pH, com a perda de CO₂,

prejudica fisicamente e quimicamente o ovo, porém não deve haver preocupação com a contaminação pela bactéria. Banwart (1989) encontrou que o pH mínimo para a multiplicação é entre 4,5 e 5,0 sendo o ótimo entre 6,0 e 7,5 e o máximo entre 8,0 e 9,6. No entanto não deve ser aplicada tal classificação para o ovo, sendo que *in natura* o albúmen apresenta enzimas que combatem o desenvolvimento das bactérias (Oliveira, 2000).

Após 28 dias de armazenamento, observaram-se diferenças entre os tratamentos sendo que os que permaneceram em temperatura de 4 °C por 28 dias apresentaram o menor valor e menor aumento do pH em relação aos demais. Sendo assim, a temperatura de refrigeração diminuiu também na perda de CO₂. Porém, assim como para outras variáveis, o tratamento T9 (28 dias em temperatura ambiente) apresentou a maior elevação do pH indicando um perda severa de gás carbônico para o meio ambiente.

Tabela 11 Médias obtidas para pH do albúmen de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas.

pH do Albúmen		
	Antes do armazenamento	28 dias de armazenamento
T1	8,53 Ab	9,40 Ba
T2	8,22 Ab	9,63 ABa
T3	8,19 Ab	9,47 ABa
T4	8,59 Ab	9,57 ABa
T5	8,59 Ab	9,37 Ba
T6	8,46 Ab	9,58 ABa
T7	8,12 Ab	9,41 Ba
T8	8,14 Ab	9,60 ABa
T9	8,35 Ab	9,79 Aa

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: 4 °C por 28 dias; T2: 20 °C por 28 dias; T3: sete dias temperatura ambiente e 21 dias a 4 °C (T3); T4: sete dias em temperatura ambiente e 21 dias a 20 °C; T5: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 4 °C; T6: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 20 °C; T7: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 4 °C; T8: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 20 °C; T9: temperatura ambiente por 28 dias (T9).

Para a variável TBARS, apesar de não apresentar interação, houve aumento quando comparados o tempo zero e 28 dias de armazenamento por ser um processo natural e quase impossível de cessar; porém a não interação e ausência de diferenças

entre os tratamentos ($p>0,05$) mostra que a temperatura não exerceu influência neste aumento, possivelmente sendo a casca uma ótima proteção na oxidação dos lipídeos.

Torres e Okani (2000) encontraram que valores de TBARS até 1,59 mg de malonaldeído.kg⁻¹ de amostra são considerados valores baixos para serem percebidos por análise sensorial e não que causam problemas para a saúde humana; portanto os valores encontrados para a variável neste estudo encontram-se bem abaixo deste limite.

Na Tabela 12 encontram-se as médias para as variáveis luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) de ovos armazenados por 28 dias em diferentes condições. Não houve interação significativa entre armazenamento e tratamento ($p>0,05$) para as variáveis luminosidade e intensidade de vermelho. Por não conter tonalidades derivadas do vermelho, os ovos não sofreram alterações no parâmetro avaliado; ovos que não contem tonalidade vermelha (a^*) possuem valores negativos para a gama de cor, saindo da angulação vermelha (positiva) passando para angulação verde (negativa), permanecendo da mesma forma após 28 dias.

Para luminosidade (L^*), independente do tratamento, aos 28 dias os ovos apresentaram maior valor quando comparados antes do armazenamento; esse fato condiz com Moreng & Avens (1990) ao afirmarem que durante o armazenamento a água do albúmen migra para a gema por osmose. A gema contém água originalmente, o que já confere um aspecto luminoso a ela; ao migrar para a gema, a água aumenta esse aspecto, com consequente aumento do valor de L^* .

Tabela 12 Médias obtidas para luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) de ovos armazenados por 28 dias em diferentes temperaturas

	L*	a*	b*
<i>Armazenamento (A)</i>			
Antes do Armazenamento	61,45 B	-5,13	37,94
28 dias	64,45 A	-4,82	48,27
<i>Tratamentos (T)</i>			
T1	63,40	-4,94	41,74
T2	62,85	-4,51	43,28
T3	62,04	-5,04	41,34
T4	63,71	-5,01	42,18
T5	63,78	-5,19	43,03
T6	63,79	-5,97	44,93
T7	62,58	-5,98	41,87
T8	62,51	-5,49	43,40
T9	61,87	-4,63	46,20
P-value (A)	<0.0001	0.1503	<0.0001
P-value (T)	0.6753	0.6196	0.2908
P-value (AxT)	0.1367	0.3814	0.0025
CV (%)	3,84	18,10	8,94

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: 4 °C por 28 dias; T2: 20 °C por 28 dias; T3: sete dias temperatura ambiente e 21 dias a 4 °C (T3); T4: sete dias em temperatura ambiente e 21 dias a 20 °C; T5: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 4 °C; T6: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 20 °C; T7: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 4 °C; T8: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 20 °C; T9: temperatura ambiente por 28 dias (T9).

Na Tabela 13 encontram-se as médias obtidas para intensidade de amarelo (b*) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas. Aos 28 dias de armazenamento, os tratamentos T4, T6 e T8, em que os ovos foram posteriormente armazenados a 20 °C, apresentaram maior intensidade da cor amarela em relação a ovos frescos dos mesmos tratamentos. Tal aumento pode ser dado a produtos oriundos da oxidação da gema, como alguns tipos de pigmentos que podem levar a esta alteração. Freitas et al. (2011) encontraram que ovos refrigerados em geladeira a 10 °C e refrigerados em câmara fria a 3 °C também apresentaram menores valores para intensidade de amarelo (b*). Sabe-se que a alimentação das poedeiras interfere diretamente na coloração da gema. O principal composto da alimentação de aves é o milho que fornece quase que todo o carotenoide responsável pela coloração amarela dos ovos (xantofila). Os carotenoides possuem estrutura insaturada e conjugada, sendo os produtos de sua degradação muito complexos; são susceptíveis à

oxidação na presença de luz, calor e compostos pró-oxidantes; contudo, uma oxidação intensa pode resultar na quebra dos pigmentos e descoloração (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004; MELENDEZ-MARTÍNEZ, *et al.*, 2004).

Os resultados mostram que o caroteno contido na gema do ovo não sofre oxidação a ponto de causar descoloração ou despigmentação, possivelmente pela proteção que a casca traz para o conteúdo interno; ao contrário disto eles tiveram aumento desta variável.

Tabela 13 Médias obtidas para intensidade de amarelo (b*) de ovos armazenados por diferentes períodos e em diferentes temperaturas

	Antes do armazenamento	28 dias de armazenamento
T1	41,46 Aa	42,02 Da
T2	38,57 Aa	47,99 BC Da
T3	38,85 Aa	43,84 CDa
T4	35,94 Ab	48,43 BCa
T5	37,40 Aa	48,66 BCa
T6	38,87 Ab	50,99 ABa
T7	36,76 Aa	46,97 BC Da
T8	36,29 Ab	50,50 ABa
T9	37,35 Ab	55,04 Aa

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). T1: 4 °C por 28 dias; T2: 20 °C por 28 dias; T3: sete dias temperatura ambiente e 21 dias a 4 °C (T3); T4: sete dias em temperatura ambiente e 21 dias a 20 °C; T5: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 4 °C; T6: 14 dias em temperatura ambiente e 14 dias a 20 °C; T7: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 4 °C; T8: 21 dias em temperatura ambiente e sete dias a 20 °C; T9: temperatura ambiente por 28 dias (T9).

6 CONCLUSÕES

De acordo com os experimentos realizados, conclui-se que o armazenamento em temperatura controlada deve ser realizado logo após postura até o consumo. Não é aconselhado que os ovos sejam armazenados por um pequeno período e logo após levados a uma situação de temperatura ambiente em que supera os 27 °C. Para transporte dos ovos a longas distâncias é necessária a manutenção da refrigeração a 4 °C durante todo o trajeto ou armazenamento imediato na mesma temperatura após no máximo sete dias de transporte em alta temperatura, sendo que nesta última situação a refrigeração interrompe ou ameniza os efeitos negativos antes sofridos pelo ovo. O contato direto dos ovos, após armazenamento em temperatura controlada, com a temperatura ambiente causa perda brusca de qualidade.

Ficou também esclarecido que a alta temperatura ambiente associada ao período em que os ovos são armazenados prejudica os parâmetros físicos qualitativos do ovo bem como a estabilidade dos lipídeos nele contidos portanto é necessário aprofundar os estudos em ovos armazenados em altas temperaturas para conhecer até que ponto a oxidação lipídica, proteica e de outros compostos, não gera radicais livres tóxicos para o consumo.

REFERÊNCIAS

ABPA - Associação BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. 2016. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/noticia/producao-de-ovos-do-brasil-bate-recorde-historico-em-2016/20160129083510_N_719>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2016.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2015**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/files/RelatorioAnual_UBABEF_2015_DIGITAL.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2016.

ANDRADE, E.L.; MARINO, E.R.; MARCHINI, F.T.; FERRARI, N.G.; ANDREO, N.; FIORAVANTI FILHO, R.S.; CAMARGO, T.C.M.; BRIDI, A.M., FONSECA, N.A.N. Valor de ph e cor da gema de ovos de galinhas poedeiras armazenados em diferentes métodos e períodos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 39., 2009, Águas de Lindóia, SP. **Anais...**Águas de Lindóia: SBZ, 2009. CD-ROOM.

BANWARTH, G.J. **Basic food microbiology**. 2sned. New York VaN: Nostrand Rheinhold; 1989.

BARANCELLI G.V.; PRADO, J.G.P.M.; PORTO, E. *Salmonella* em ovos: relação entre produção e consumo seguro. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.19, p.73-82, 2012. ABNT.

BARROS, M.R.; ANDREATTI FILHO, R.L.; LIMA E.T. Sobrevivência de salmonella enteritidis em ovos contaminados artificialmente, após desinfecção e armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Ciencia Avícola**, v.3, p.219-223, Dec. 2001. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516635X2001000300003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 Ago. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2001000300003>.

BENITES, C.I.; FURTADO, P.B.S.; SEIBEL, N.F. Características e aspectos nutricionais do ovo. In: SOUZ-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: UFPEL, 2005. p 57-64.

BRANT, A.W.; OTTE, A.W.; NORRIS, K.H. Recommend standards for scoring and measuring opened egg quality. **Food Technology**, v.5, p.356-361, 1951.

CARD, L.E., NESHEIM, M.C. **Producción avícola**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1978.

CLOSA, S.J.; MARCHESICH, C.; CABRERA, M.; MORALES, J.C.M. Composición de huevos de gallina y codorniz. **Archivos Latinoamericanos de nutrición**, v.49, 1999. Disponível em: <http://www.alanrevista.org/ediciones/1999-2/composicion_huevos_gallina_codorniz.asp>. Acesso em: 27 ago. 2015.

FAO - AGRIBUSINESS HANDBOOK. **Poultry Meat & eggs**, 2010 [online], 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/al175e/al175e.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2015.

HAMMACK, T.S.; SHERROD, P.S.; BRUCE, V.R. Research note: Growth of Salmonella enteritidis in grade A eggs during prolonged storage. **Poultry Science**, v.72, p.373-377, 1993.

HAUGH, R.R. **The Haugh unit for measuring egg quality**. United States Egg Poultry Magazine, v.43, p.552-555, 1937.

HUMPHREY, T.J. Contamination of egg shell and contents with Salmonella enteritidis: a review. **International Journal of Food Microbiology**, v.21, p.31-40, 1994.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores, agropecuária e produção agrícola**: resultados preliminares. Campinas: IBGE, 2014.

MATHIAS, S. P., ROSENTHAL, A.; GASPAR, A.; DELIZA, R.; SLONGO, A. P.; JUAREZ V.; MASSON, L.M ; BARBOSA, C. Alterações oxidativas (cor e lipídios) em presunto de peru tratado por alta pressão hidrostática (APH). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.852-857, Dec.2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612010000400003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 08 Set. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-2061201000040000>

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A.J.; VICARIO, I.M.; HEREDIA, F.J. Estabilidad de los pigmentos carotenoides em los alimentos. **Archivos latino-americanos de Nutrición**, v.54, p.209-215, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.org.ve/>>. Acesso em 08 set. 2015.

MORENG, R.E., AVENS, J.S. Ovos para alimentação e derivados do ovo. In: MORENG, R.E., AVENS, J.S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. Cap. 9, p.230-231.

OLIVEIRA, D.D.; SILVA, E.N. Salmonela em ovos comerciais: ocorrência, condições de armazenamento e desinfecção da casca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, p.655-661, Dec. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010209352000000600017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 ago. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352000000600017>.

OLIVEIRA, G.E. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminos bioativas em ovos**. 2006. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

OLIVO, R. Alterações oxidativas em produtos cárneos. In: SHIMOKOMAKI, M. (Ed.). **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006. cap.15, p. 155-162.

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, p.735-742. 2012. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010209352012000300027&script=sci_arttex> Acesso em: 25 ago. 2015.

RAMOS, B. F. S. **Gema de ovo composição em aminos biogénicas e influência da gema na fração volátil de creme de pasteleiro**. 2008.111f. Dissertação (Mestrado em Controlo de qualidade) – Faculdade de farmácia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de alimentos**. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia; Editora Edgard Blücher Ltda, 2004. p.155-157.

RODRIGUES, P.C. **Contribuição ao estudo da conversão de ovos de casca branca e vermelha**. 1975. 57p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1975.

ROSSI, M.; POMPEI, C. Changes in some egg components and analytical values due to hen age. **Poultry Science**, v.74, p.152-160, 1995.

SALVADOR, E.L. **Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem**. 2011. 97p. Tese (Doutorado) – U. A. Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.

SANTOS, M.S.V. **Avaliação do desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, submetidas às dietas suplementadas com diferentes óleos vegetais**. 2005. 102p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

SAUVEUR, B. **El Huevo para Consumo**: bases productivas. Tradução por Carlos Buxadé Carbó. Barcelona: Aedos Editorial, 1993. 377p.

SEIBEL, N.F. Transformações bioquímicas durante o processamento do ovo. In: SOUZ-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: UFPEL, 2005, p.77-90.

SILVA, F.A.M.; BORGES, M.F.M.; FERREIRA, M.A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química nova**, v.22, p.94-103, 1999.

SILVA, P.L. Fatores microbiológicos que comprometem a qualidade do ovo na granja. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 5., 2007, Indaiatuba. **Anais...Indaiatuba**: [s.n.] , 2007. p.153-159.

SOUZA, P.A. Efeito da idade da galinha na qualidade dos ovos mantidos sob condições de ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, p.49-52, 1997.

THERON, H.; VENTER, P.; LUES, J.F.R. Bacterial growth on chicken eggs in various storage environments. **Food Research International**, v.36, p.969-975, 2003.

TORRES, E.A.F.S.; OKANI, E.T. Teste de TBA: ranço em alimentos. **Revista Nacional da Carne**, v.243, p.68-76, 1997.

UBABEF. **Annual Report**: relatório anual de 2015. Disponível em: < http://abpa-br.com.br/files/RelatorioAnual_UBABEF_2015_DIGITAL.pdf> Acesso em: 18 ago. 2015.

USDA. **Egg-Grading Manual**. Washington: Departament of Agriculture, 2000. 56p. (Agricultural Markenting Service, 75).

VYNCKE, B.W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloracetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichm**, v.72, p.1084-1087, 1970.

XAVIER, I.M.C.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C.; LARA, L.J.C.; LANA, A.M.Q.; SOUZA, M.R.; BAIÃO, N.C. Quality of consume eggs submitted to different storage conditions. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.953-959, 2008. .

YOUNG, S.N. How to increase serotonin in the human brain without drugs. **Journal of Psychiatry and Neuroscience**, v.32, p.394–399, 2007.