



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**AVALIAÇÃO DE OVOS BRANCOS E MARRONS EM FUNÇÃO DO AMBIENTE  
DE ESTOCAGEM PARA UTILIZAÇÃO INDUSTRIAL**

**Sandra Regina Marcolino Gherardi**  
**Orientador:** Prof. Dr. Marcos Barcellos Café

**Goiânia**  
**2014**

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E  
DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem resarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**  **Dissertação**  **Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação**

Autor (a):	Sandra Regina Marcolino Gherardi		
E-mail:	sandragherardi@gmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
Vínculo empregatício do autor	Instituto Federal Goiano-Câmpus Urutáí		
Agência de fomento:	Sigla:		
País:	Brasil	UF: GO	CNPJ: 10651417/0002-59
Título:	AVALIAÇÃO DE OVOS BRANCOS E MARRONS EM FUNÇÃO DO AMBIENTE DE ESTOQUEGEM PARA UTILIZAÇÃO INDUSTRIAL		
Palavras-chave:	Albúmen, capacidade emulsificante, formação de espuma, gema, temperatura		
Título em outra língua:	EVALUATION OF WHITE AND BROWN EGGS AS A FUNCTION OF ENVIRONMENT STORAGE FOR INDUSTRIAL USE		
Palavras-chave em outra língua:	Egg white, egg yolk, emulsifying capacity, foaming capacity, temperature		
Área de concentração:	Sanidade Animal Higiene e Tecnologia de Alimentos		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	14/10/2014		
Programa de Pós-Graduação:	Ciência Animal		
Orientador (a):	Marcos Barcellos Café		
E-mail:	mcafe@vet.ufg.br		
Co-orientador (a):*	Cíntia Silva Minafra e Rezende Flávio Alves da Silva		
E-mail:	cintiaminafra@gmail.com flaviocamp@gmail.com		

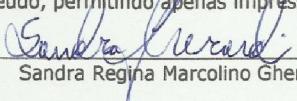
\*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento  SIM  NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

  
\_\_\_\_\_  
Sandra Regina Marcolino Gherardi

Data: 25/11/2014

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

# **SANDRA REGINA MARCOLINO GHERARDI**

## **AVALIAÇÃO DE OVOS BRANCOS E MARRONS EM FUNÇÃO DO AMBIENTE DE ESTOCAGEM PARA UTILIZAÇÃO INDUSTRIAL**

Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal junto à Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás.

### **Área de concentração:**

**Sanidade Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos**

### **Orientador:**

Prof. Dr. Marcos Barcellos Café

### **Comitê de orientação:**

Prof. (a). Dr (a). Cíntia Silva Minafra e Rezende

Prof. Dr. Flávio Alves da Silva

**Goiânia  
2014**

## Ficha Catalográfica

GHERARDI, Sandra Regina Marcolino

Avaliação de ovos brancos e marrons em função do ambiente de estocagem para utilização industrial [manuscrito]/Sandra Regina Marcolino Gherardi. – 2014.

xii, 85 f.

Orientador: Prof. Marcos Barcellos Café; co-orientador Flávio Alves da Silva.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Goiânia, 2014.

Bibliografia.

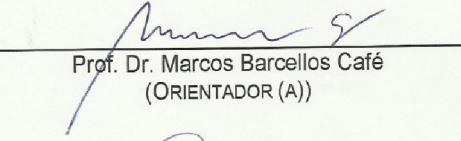
Inclui tabelas, lista de tabelas.

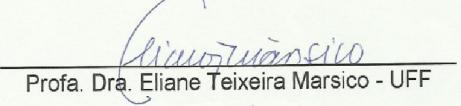
1. Albúmen. 2. Capacidade emulsificante. 3. Formação de espuma. 4. Gema. 5. Temperatura. I. Café, Marcos Barcellos, orient. II. Silva, Flávio Alves da, co-orient. III. Título.

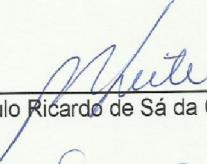
Dedico este trabalho a meu  
filho Lucca, por ser o motivo e  
a força para nunca desistir  
dos meus sonhos.

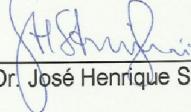
**SANDRA REGINA MARCOLINO GHERARDI**

Tese defendida e aprovada em 14/10/2014 pela Banca Examinadora  
constituída pelos professores:

  
Prof. Dr. Marcos Barcellos Café  
(ORIENTADOR (A))

  
Profa. Dra. Eliane Teixeira Marsico - UFF

  
Prof. Dr. Paulo Ricardo de Sá da Costa Leite - IFGoiânia

  
Prof. Dr. José Henrique Stringhini

  
Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau

## AGRADECIMENTOS

À Deus e a espiritualidade amiga pela inspiração e força para concluir mais este desafio em minha vida.

Ao professor e orientador Marcos Barcellos Café, pela confiança, apoio, disponibilidade e orientação em todos os momentos.

Ao professor Flávio Alves da Silva pelo apoio em todos os momentos e pela paciência e competência na orientação de todas as dúvidas.

À amiga e irmã de coração Patrícia Mazon Peixoto, pelo apoio, incentivo e cumplicidade durante todos estes anos.

Ao amigo Bruno Moreira dos Santos pelo apoio, participação e orientação durante todo o projeto.

À amiga Liana Moreira Vidigal pelo apoio, disposição e participação no desenvolvimento das análises laboratoriais.

À amiga Janine Mesquita pelo apoio, orientação e disponibilização do laboratório para desenvolvimento das análises.

À Tânia Ribeiro pelas orientações e apoio no desenvolvimento das análises colorimétricas.

Ao grande amigo Wanderson Natalino Lopes da Silva pela amizade, apoio incondicional e noites em claro para finalizar este projeto.

À professora Maria Angélica Gonçalves de Araújo pela amizade, apoio e orientações durante o curso.

Ao professor Lucas Caixeta pelo apoio durante o curso.

Aos colegas professores Luciane Sperandio Floriano, Marcos Antônio Rocha Cavalcanti, Eliane Resende Costa Cavalcante e Gizelda de Siqueira Pedrosa Cardoso pelas trocas de informação, companheirismo e apoio.

Ao professores José Henrique Stringhini, Fabyola Carvalho e Emmanuel Arnhold pelas orientações e apoio.

À professora Tânia Fernandes Veri Araújo, pela viabilização e presteza na obtenção de recursos para execução deste projeto

Ao professor Gilson Dourado da Silva, por viabilizar e incentivar o Programa de Doutorado Interinstitucional UFG/IF Goiano (DINTER).

À granja Josidith representada pelo Sr. Júnior pelo fornecimento da matéria-prima objeto deste estudo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	1
1.1. Introdução .....	1
1.2. Importância da qualidade do ovo para o consumo humano.....	3
1.3. Efeito do tempo e temperatura de estocagem na qualidade dos ovos..	6
1.4. Componentes da qualidade do ovo.....	7
1.4.1. Casca .....	8
1.4.2. Albúmen .....	9
1.4.3. Gema.....	10
1.5. Características físico-químicas .....	12
1.5.1. Sólidos totais .....	12
1.5.2. pH .....	13
1.5.3. Cinzas.....	14
1.5.4. Proteínas e lipídios .....	15
1.5.5. Umidade .....	17
1.6. Propriedades funcionais.....	17
1.6.1. Formação de espuma.....	18
1.6.2. Formação de emulsão .....	19
1.6.3. Cor da gema .....	19
1.7. Referências .....	21
CAPÍTULO 2. MODIFICAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE OVOS BRANCOS EM FUNÇÃO DO TEMPO E CONDIÇÃO DE ARMAZENAGEM .....	30
Resumo .....	30
CHAPTER 2. PHYSICAL AND CHEMICAL MODIFICATIONS AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF WHITE EGGS AS A FUNCTION OF TIME AND STORAGE CONDITIONS .....	31
Abstract .....	31
2.1. Introdução .....	32
2.2. MATERIAL E METODOS .....	33
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
2.3.1. Parâmetros de qualidade.....	37
2.3.2. Composição química .....	43
2.3.3. Propriedades funcionais .....	46
2.4. CONCLUSÃO .....	51
2.5. Referências .....	52

CAPÍTULO 3. MODIFICAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE OVOS MARRONS EM FUNÇÃO DO TEMPO E CONDIÇÃO DE ESTOCAGEM 57

Resumo .....	57
CHAPTER 3. PHYSICAL AND CHEMICAL MODIFICATIONS AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF BROWN EGGS AS A FUNCTION OF TIME AND STORAGE CONDITIONS.....	58
Abstract .....	58
3.1. INTRODUÇÃO .....	59
3.2. MATERIAL E METODOS.....	60
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	64
3.3.1. Parâmetros de qualidade.....	64
3.3.2. Composição química .....	69
3.3.3. Propriedades funcionais .....	72
3.4. CONCLUSÃO .....	78
3.5. Referências .....	79
CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	84

**TABELAS****Capítulo 1.**

Tabela 1 – Características físico-químicas do ovo integral, albúmen e gema.....	12
---	----

## TABELAS

### **Capítulo 2.**

Tabela 1 – Médias de temperatura e umidade relativa do ar nos ambientes de estocagem.....	34
Tabela 2 – Componentes e qualidade dos ovos brancos, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e dias de estocagem.....	38
Tabela 3 – Desdobramento da interação do peso do ovo, peso da gema, índice de gema e UH para ovos brancos submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento.....	41
Tabela 4 – Composição química de ovos brancos, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem..	44
Tabela 5 – Desdobramento da interação da proteína do albúmen e lipídio da gema para ovos brancos submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento.....	45
Tabela 6 – Propriedades funcionais de ovos brancos, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem..	46
Tabela 7 – Desdobramento da interação do volume de líquido drenado e volume de óleo gasto para ovos brancos submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento .....	47
Tabela 8 – Valores para coloração da gema de ovos brancos armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem.....	49
Tabela 9 – Desdobramento da interação do valor de $a^*$ e $L^*$ para ovos brancos submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento.....	50

## TABELAS

### **Capítulo 3.**

Tabela 1 – Médias de temperatura e umidade relativa do ar nos ambientes de estocagem.....	61
Tabela 2 – Componentes e qualidade de ovos marrons, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e dias de estocagem.....	65
Tabela 3 – Desdobramento da interação do pH da gema, índice de gema e UH para ovos marrons submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento.....	67
Tabela 4 – Composição química de ovos marrons, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem..	70
Tabela 5 – Desdobramento da interação da proteína do albúmen, lipídio da gema, umidade do albúmen, cinzas do albúmen e sólidos totais do albúmen para ovos marrons submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento.....	71
Tabela 6 – Propriedades funcionais dos ovos marrons, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem..	72
Tabela 7 – Desdobramento da interação do volume de líquido drenado e volume de óleo gasto para ovos marrons submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento.....	73
Tabela 8 – Valores para coloração da gema em ovos marrons, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem.....	75
Tabela 9 – Desdobramento da interação do valor de L* para ovos marrons submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento.....	76

## RESUMO GERAL

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência do tempo e temperatura de estocagem sobre a qualidade, composição química e propriedades funcionais de ovos brancos e marrons oriundos de aves comerciais com 50 e 30 semanas de idade respectivamente. Foram conduzidos dois experimentos e em cada avaliação, foram selecionados 240 ovos, brancos (Exp. 1) e marrons (Exp. 2), ao acaso, com peso médio entre 55 e 65g sendo armazenados em ambiente natural e sob refrigeração por um período de 28 dias. Foi adotado delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, composto de duas temperaturas (ambiente e refrigeração) e cinco períodos de estocagem (1, 7, 14, 21 e 28 dias) totalizando 10 tratamentos com seis repetições e quatro ovos por unidade experimental. Os parâmetros de qualidade avaliados foram peso do ovo, gema, albúmen e casca, índice de gema, Unidade Haugh, porcentagem de casca, albúmen e gema e pH de gema e albúmen. Para determinação da composição química foram determinados os teores de umidade, lipídios totais, proteína bruta, sólidos totais e cinzas tanto de albúmen quanto da gema. As propriedades funcionais estudadas foram capacidade de formação de espuma, estabilidade da espuma formada, capacidade de formação de emulsão, determinação do início da desestabilização da emulsão e índice de coloração da gema. O tempo de armazenamento influenciou negativamente sobre os parâmetros avaliados, tanto para ovos brancos quanto marrons, apresentando influência mais marcante sobre ovos mantidos sob condição ambiente. As modificações quando ocorreram, foram mais intensas nos primeiros dias de estocagem independentemente da condição de armazenagem. A refrigeração melhorou a estabilidade das espumas, diminuiu o volume de óleo necessário para formar emulsão e intensificou o índice de coloração das gemas. O armazenamento sob refrigeração garantiu a manutenção da qualidade, composição química e propriedades funcionais durante os 28 dias do estudo para ovos brancos e marrons, ampliando a vida de prateleira e consequentemente o uso pelas indústrias alimentícias.

Palavras-chave: Albúmen, capacidade emulsificante, formação de espuma, gema, temperatura

## **EVALUATION OF WHITE AND BROWN EGGS AS A FUNCTION OF ENVIRONMENT STORAGE FOR INDUSTRIAL USE**

### **ABSTRACT**

In this work we aimed to evaluate the effect of time and temperature of storage on the quality, chemical composition and functional properties of white and brown eggs from commercial hens aged 50 and 30 weeks, respectively. We conducted two experiments, and in each experiment 240 eggs, white (exp. 1) and brown (Exp. 2) eggs were randomly selected, with an average weight between 55 and 65g stored in natural environment and refrigerated for a period of 28 days. A completely randomized design was adopted in a factorial arrangement with two temperatures (ambient and refrigerated) and five storage periods (1, 7, 14, 21 and 28 days) totaling 10 treatments with six replications and four eggs per experimental unit. The quality parameters evaluated were weight of egg, yolk, albumen and shell, yolk index, Haugh Unit, percentage of eggshell, albumen and yolk and pH of albumen and yolk. In the chemical composition analysis of albumen and yolk, we determined moisture, total lipids, protein, total solids and ash contents. The functional properties studied were foaming, foam stability, emulsion formation, time necessary to destabilize the emulsion and yolk color index. The storage time influenced negatively the parameters for both white and brown eggs with more marked influence on eggs stored under ambient condition. In case of changes, they were more intense in the first seven days of storage regardless of storage condition. The refrigerated conditions improved the stability of foams, decreased the amount of oil required to form emulsion and intensified the yolk color index. Storage under refrigeration guarantees the quality, chemical composition and functional properties of white and brown eggs, during 28-day study, extending the shelf life and hence the use by food industries.

**Key words:** Egg white, egg yolk, emulsifying capacity, foaming capacity, temperature

## CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1.1. Introdução

O ovo representa um componente essencial na alimentação humana. É constituído por uma casca porosa composta basicamente por carbonato de cálcio, gema e albúmen ou clara de ovo. A gema compreende 1/3 do ovo e contém a maioria das vitaminas, incluindo A, D, E, K, e vitaminas do complexo B. Contém ainda, lipídios, ¾ das calorias, além de ser boa fonte de carotenóides antioxidantes como a luteína e zeaxantina (HANDELMAN et al., 1999), é também, uma das principais fontes de colina, um importante componente para o bom funcionamento do cérebro (CHERIAN, 2006). O albúmen, por sua vez, é pobre em lipídios contendo apenas de 0,1 a 0,2%, mas, contém mais da metade das proteínas do ovo que possuem alto valor biológico e também são uma fonte de riboflavina e minerais tais como ferro, fósforo, selênio e zinco. A composição do ovo, no entanto, não é sempre a mesma, podendo variar em função da idade da poedeira, linhagem, nutrição, temperatura de armazenamento e de vários outros fatores.

A indústria de processamento de ovos foi inicialmente gerada para aproveitamento de ovos muito pequenos ou desclassificados para o comércio. No entanto, com o passar dos anos, estabeleceram-se critérios específicos para o processamento dos ovos, visando maior produtividade na confecção de produtos que atendam a diversas expectativas do mercado. Sendo assim, torna-se imprescindível que os ovos destinados ao processamento apresentem características normais de qualidade interna e externa.

Determinadas empresas priorizam ovos com peso de no mínimo 60g (tipo grande/extra), além de considerar a relação gema:albúmen e a porcentagem de sólidos totais, tanto do ovo como de seus principais componentes (gema e albúmen). A utilização dos ovos é importante pelo sabor que conferem às diversas preparações, bem como pelas suas propriedades funcionais de emulsificação, aeração, ligação e estabilização.

Como todos os produtos naturais de origem animal, o ovo também é perecível, e começa a perder sua qualidade interna momentos após a postura,

caso não sejam tomadas medidas adequadas para sua conservação, sendo assim a perda de qualidade é um fenômeno inevitável que acontece de forma contínua ao longo do tempo e pode ser agravado por diversos fatores.

SILVERSIDES & VILLENEUVE (1994) citam que a avaliação da qualidade dos ovos é realizada para descrever as diferenças entre ovos frescos produzidos por galinhas submetidas a diferentes tratamentos nutricionais, ambientais e de diferente genética ou, então, para descrever a queda da qualidade dos ovos com diferenças no tempo ou condições de armazenamento.

Alguns fatores do sistema de produção podem afetar de forma significativa a qualidade do ovo, dentre estes cabe destacar as condições de temperatura e umidade durante a estocagem. A temperatura elevada durante a estocagem acelera as reações físico-químicas que levam a perda de qualidade de albúmen e gema. A má qualidade é observada detalhadamente quando ao quebrar a casca, o albúmen se apresenta liquefeito devido à perda de sua consistência gelatinosa e a gema se apresenta distendida e plana, com película pouco resistente que se rompe com facilidade na maioria dos casos.

A investigação dos parâmetros de qualidade, composição centesimal e propriedades funcionais dos ovos é uma importante ferramenta para avaliar a qualidade do produto oferecido à indústria. O principal problema relacionado com estes parâmetros é a manutenção da qualidade do ovo até o momento de sua utilização. Fornecer ovos de excelente qualidade, não só aumenta a demanda, mas auxilia o produtor a obter maior índice de venda e competitividade no mercado.

Assim, compreendendo a importância que a manutenção da qualidade do ovo tem para que possa ser utilizado industrialmente e que a refrigeração é um aspecto fundamental para a garantia da qualidade destes aumentando o prazo de validade, buscou-se investigar as alterações nos parâmetros de qualidade, composição química e propriedades funcionais ocorridas em função da temperatura em que são mantidos e do período em que permanecem armazenados.

## 1.2. Importância da qualidade do ovo para o consumo humano

O consumidor, na medida, em que toma conhecimento dos riscos de uma alimentação inadequada, torna-se mais exigente na escolha de seus alimentos, procurando àqueles mais saudáveis e de qualidade superior (TERRA, 1999). Acredita-se que futuramente o consumidor terá sua preferência não vinculada apenas ao preço, mas também à qualidade (PASCOAL et al., 2008).

Pela designação “ovo” entende-se o ovo de galinha em casca, sendo os demais acompanhados pela indicação da espécie de que procedem (BRASIL, 2009). Apresentam peso médio de 58 g, sendo constituídos por 8 a 11% de casca, em torno de 56 a 61% de albúmen e 27 a 32% de gema, considera-se, ainda, que a membrana da casca possua peso desprezível (MANAY & SHADAKSHARASWAMY, 2001; ORDÓÑEZ et al., 2005).

O ovo inteiro, sem considerar a casca, contém aproximadamente 65% de água, 12 a 14% de proteínas, 10 a 12% de lipídios, sendo os lipídios do albúmen insignificantes, e 1% de minerais (MANAY & SHADAKSHARASWAMY, 2001).

A composição do ovo depende de vários fatores tais como: idade, tamanho, alimentação, estado sanitário das aves, sendo importante ressaltar que a idade influencia apenas no tamanho do ovo e não na composição nutricional (SARCINELLI et al., 2007).

De acordo com BERTECHINI (2009), o ovo comercial é o produto da eficiente transformação biológica feita pela poedeira. Essa ave transforma recursos alimentares de menor valor biológico em um produto com alta qualidade nutricional para o consumo humano. A transformação depende de fatores biológicos relacionados à fisiologia, sendo influenciada, ainda, pelo aporte nutricional, práticas de manejo e ambiente adequado a sua criação.

Segundo a Portaria n.1 de 21/02/1990 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1990), o período para consumo de ovos frescos é de 30 dias e a temperatura recomendada, pela legislação vigente, para armazenamento do ovo fresco está entre 8 e 15°C com umidade relativa do ar entre 70 a 90%. Apesar disso, não existe no Brasil, a obrigatoriedade, para que os ovos sejam mantidos refrigerados durante o armazenamento o que faz com que

tempo e a temperatura de estocagem para ovos seja motivo de discussão permanente.

PASCOAL et al. (2008) relataram que no mercado interno, 92% dos ovos são comercializados “in natura” sem qualquer refrigeração podendo deteriorar-se em no máximo 15 dias após a data de postura, o que pode ser minimizado quando os ovos são conservados sob refrigeração (GARCIA et al., 2010).

A qualidade diz respeito a um conjunto de características inerentes ao ovo que determinam seu grau de aceitabilidade. JONES & MUSGROVE (2005) demonstraram que o tempo e a temperatura são fatores importantes que devem ser controlados durante o período de armazenamento para a manutenção da alta qualidade do produto.

Para a avaliação da qualidade é analisado o aspecto externo, sendo a casca a embalagem natural dos ovos. Naqueles considerados de primeira qualidade, independentemente da cor, a casca deve ser limpa, íntegra, portanto sem sujidades, trincas e, ainda, sem deformações (SARCINELLI et al., 2007).

Para que todo o potencial nutricional do ovo seja aproveitado pelo homem, é necessária a conservação eficiente deste durante o período compreendido entre a oviposição e o consumo. O período de armazenamento e a temperatura em que são mantidos parecem ser os fatores mais importantes que afetam as características de qualidade do ovo. A altura do albúmen, unidade Haugh e os índices de albúmen e de gema apresentam seu maior valor logo após a oviposição e a partir daí, decrescem continuamente durante o tempo em que permanecem armazenados (SAMLI et al., 2005; ALADE et al., 2013).

Na literatura existem diversos estudos a respeito das modificações que ocorrem durante o armazenamento dos ovos, focando principalmente a difusão de CO<sub>2</sub> através dos poros da casca, o aumento do pH, da câmara de ar e do peso da gema e a diminuição da densidade, do peso do ovo e do peso do albúmen (SILVERSIDES & SCOTT, 2001; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004; JONES, 2005; LEANDRO et al., 2005).

CRUZ & MOTA (1996) expõem que a redução da qualidade interna dos ovos está associada principalmente às perdas de água e de dióxido de carbono durante o período de estocagem, sendo proporcional à elevação da temperatura

no ambiente. O ovo recém posto apresenta em torno de 0,5% de dióxido de carbono. A perda dessa substância durante o armazenamento resulta em alteração no sabor do ovo, devido ao aumento da alcalinidade alterando o pH de 7,6 para 9,5 (MORENG & AVENS, 1990).

Conforme LANA (2000), na indústria alimentícia o ovo, seja qual for seu destino, é estocado durante períodos variáveis desde a produção até a sua utilização. Por se tratar de um produto delicado, sua qualidade pode ser alterada sob condições adversas. Embora a importância do modo de conservação do ovo seja desconhecida ou mesmo ignorada por muitos comerciantes e consumidores (RODRIGUES & SALAY, 2001), já foi postulado que quanto maior o tempo de armazenamento menor deve ser a temperatura a que ovo será exposto, com a finalidade de garantir a qualidade do produto (LANA, 2000). Contudo, as condições ideais de armazenamento nem sempre são encontradas nos postos de comercialização em nosso país, pois a legislação brasileira não determina a obrigatoriedade de se manter os ovos sob refrigeração nos pontos de venda, o que reduz o prazo de validade e favorece a perda de qualidade do produto (CRUZ & MOTA, 1996; RODRIGUES & SALAY, 2001; FIGUEIREDO, 2008; XAVIER et al., 2008).

ROSSI & POMPEI (1995) e ALLEONI & ANTUNES (2001), afirmaram que selecionar critérios para avaliar as mudanças na qualidade do ovo, implica em considerar a necessidade de qualidade para produtores, consumidores e processadores. Para os produtores, a qualidade está relacionada com o peso do ovo e resistência da casca (como defeitos, sujeiras, quebras e manchas de sangue). Para os consumidores, a qualidade está relacionada com o prazo de validade do produto e com as características sensoriais, como cor da gema e da casca. Para as indústrias alimentícias, a qualidade está relacionada à facilidade de retirar a casca, com a separação da gema e da clara, com as propriedades funcionais e com a cor da gema, especialmente para a fabricação de massas e produtos de panificação.

### 1.3. Efeito do tempo e temperatura de estocagem na qualidade dos ovos

Alguns fatores do sistema de produção podem afetar a qualidade do ovo, entre esses se destacam as condições de temperatura e umidade durante a estocagem.

Para a manutenção da alta qualidade dos ovos, JONES et al. (2002) demonstraram que o tempo e a temperatura são fatores importantes que devem ser controlados durante o período de armazenamento.

Em alguns países, por não ser obrigatória a refrigeração, os ovos comerciais são acondicionados desde o momento da postura até a distribuição final em temperatura ambiente e, em alguns casos refrigerados apenas na casa do consumidor (FIGUEIREDO et al., 2011).

A piora da qualidade está associada principalmente à perda de água e de dióxido de carbono durante o período de armazenamento, sendo proporcional à elevação da temperatura do ambiente (LEANDRO et al., 2005). Segundo MORENG & AVENS (1990) o albúmen se torna mais líquido à medida que persistem as condições inadequadas de armazenamento.

A temperatura durante o armazenamento de ovos é um dos fatores que determinam as modificações físico-químicas, pois os processos de transformação iniciam-se logo após a postura provocando redução da qualidade e, eventualmente, causando sua deterioração. O armazenamento dos ovos em temperatura ambiente elevada provoca reações químicas que aceleram seu processo de degradação. Isto ocorre devido à ação do ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ) presente no ovo, mecanismo conhecido como sistema tampão (CEDRO, 2008).

Durante a estocagem dos ovos, ocorre aumento do pH e diminuição da altura do albúmen, com consequente diminuição dos valores de Unidade Haugh (UH), ovos armazenados em temperaturas mais altas apresentam resultados mais baixos de UH (JONES & MUSGROVE, 2005; SAMLI et al., 2005; KEENER et al., 2006; XAVIER et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2009). Ocorre também, perda de peso do albúmen, resultando em diminuição do peso do ovo (SCOTT & SILVERSIDES, 2000; ALLEONI & ANTUNES, 2001; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004; LEANDRO et al., 2005, CARVALHO et al., 2007). As condições de armazenamento dos ovos, portanto, influenciam no conteúdo de sólidos do ovo,

da gema e do albúmen (STADELMAN & COTTERILL, 1995; AHN et al., 1997; BRAKE et al., 1997).

Um estudo de RODRIGUES (1998) demonstrou que em 10% dos supermercados, os ovos permaneciam por mais de quinze dias expostos em prateleiras antes de serem vendidos. Vale destacar que a validade máxima do ovo, em temperatura ambiente, sem deteriorar a sua qualidade interna, varia de quatro a quinze dias após a data de postura (OLIVEIRA, 2000).

Do ponto de vista comercial, a refrigeração preserva a qualidade interna dos ovos, a qual seria bastante favorecida, se o ovo saísse da granja diretamente para a geladeira onde seria mantido em temperatura na faixa de 0°C a 4°C, garantindo ao consumidor um produto saudável, nutritivo e saboroso, podendo ser consumido com toda segurança (CARVALHO et al., 2003).

O tempo de armazenamento também tem papel fundamental na conservação dos ovos, pois, à medida que se aumenta este período, ocorrem trocas de origem física, química e microbiana; portanto, o tempo e a temperatura devem estar associados também a outros fatores para garantir, assim, uma boa preservação. O emprego de tecnologia adequada logo após a postura é necessário para prolongar a vida útil do ovo e de seus ovoprodutos (SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

#### **1.4. Componentes da qualidade do ovo**

A qualidade dos ovos de consumo inclui um conjunto de características que motivam o grau de aceitabilidade do produto pelos consumidores, sendo determinada por diversos aspectos externos e internos.

Os aspectos externos referentes à qualidade do ovo estão relacionados à qualidade da casca, ao considerar sua estrutura e higiene (OLIVEIRA, 2006; SARCINELLI et al., 2007; RAMOS et al., 2010). Os aspectos internos consideram características relativas ao albúmen, gema, câmara de ar, cor, odor, sabor e manchas de sangue (STRINGHINI et al., 2009; MENDES, 2010).

Para atender as exigências do consumidor nacional e do mercado internacional existe a necessidade da contínua implementação de programas que

garantam elevado padrão de qualidade dos ovos de mesa e dos produtos a base de ovo (UBA, 2008).

No Brasil, os ovos destinados ao comércio interno ou exportação são classificados em grupos, classes e tipos, segundo a coloração da casca, qualidade e peso. Sendo que, na prática, somente o peso e as características da casca têm sido considerados (XAVIER et al., 2008).

#### 1.4.1. Casca

A casca é considerada a embalagem natural do ovo e, independente da cor, deve ser limpa, íntegra, sem sujidades, trincas ou deformações, pois cascas resistentes ajudam a proteger a parte interna. Um dos maiores problemas relacionados aos ovos são as trincas na casca (SARCINELLI et al., 2007), uma vez que os ovos são expostos a danos na casca durante a postura, coleta e transporte, dando origem a uma perda elevada na produção devido às cascas quebradas (HAMILTON, 1982; ROSE, 1997).

Apesar da casca do ovo funcionar como barreira natural e as medidas sanitárias adotadas na cadeia produtiva, algumas bactérias podem vir a contaminá-lo e resultar em graves toxinfecções alimentares (ANDRADE et al., 2004; MOLITOR, 2009). Ovos que contêm fissuras são defeituosos, pois a qualidade e a segurança ficam comprometidas aumentando o risco de contaminação cruzada, portanto, precisam ser identificados e removidos da cadeia de produção, na primeira oportunidade (BAIM, 2006).

Uma das características de qualidade que mais pesam para o produtor de ovos é justamente a consistência da casca (VICENZI, 1996; HUNTON, 2005). Cascas resistentes ajudam a proteger a parte interna e dependem de rações com níveis suficientes e equilibrados de nutrientes como cálcio, fósforo e vitamina D<sub>3</sub> (OLIVEIRA, 2006).

A casca constitui de 8 a 11% do ovo e na sua composição encontramos 94% de carbonato de Cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), 1,4% de carbonato de magnésio ( $\text{MgCO}_3$ ), 3% de glicoproteínas, mucoproteínas, colágeno e mucopolissacarídeos. A parte mineral é composta por 98,2% de carbonato de

cálcio; 0,9% de carbonato de magnésio; e 0,9% de fosfato de cálcio (ORNELLAS, 2001).

A idade da poedeira influencia negativamente a porcentagem de casca nos ovos, aumentando o índice de ovos trincados em poedeiras mais velhas (TRINDADE et al., 2007; RAMOS et al., 2010). À medida que a galinha envelhece, ocorre aumento no tamanho do ovo, entretanto, a idade avançada promove menor absorção intestinal e maior retirada do cálcio ósseo, além de menor deposição de carbonato de cálcio no útero para a formação da casca, fazendo com que poedeiras mais velhas apresentem maior incidência de ovos com casca fina (COTTA, 2002; ANDERSON et al., 2004; GUENTER et al., 2004; ALMEIDA et al., 2006; CARVALHO et al., 2007; RUTZ et al., 2007).

#### **1.4.2. Albúmen**

O albúmen é responsável pela proteção da gema contra choques e variações de temperatura. É constituído, sobretudo por água e proteínas, com escassos minerais, o que não é comum em produtos de origem animal (as proteínas constituem cerca de 90% da matéria seca). Possui glicose livre, que constitui a fonte primária de energia disponível para o embrião (LINDEN & LORIENT, 1999; MINE & D'SILVA, 2008; VACLAVICK & CHRISTIAN, 2008)

O albúmen corresponde a aproximadamente 56% a 61% do peso do ovo e em torno de 88% deste total, é constituído de água, sendo por isso, o principal reservatório para hidratação do embrião (OLIVEIRA, 2006). Fazem parte dos demais componentes do albúmen, lipídios, carboidratos e grande quantidade de proteína. É dividido em albúmen denso que se apresenta mais aderido a gema e albúmen líquido mais aderido à casca. Exerce ainda, influência na qualidade do ovo, controlando a posição da gema no ovo intacto, sendo a posição e o movimento da gema indicações importantes da qualidade interna (SOLOMON, 1991). Pode ser considerado um sistema proteico formado por fibras de ovomucina numa solução aquosa de numerosas proteínas globulares. A composição proteica das camadas fluida e densa do albúmen é diferenciada principalmente em relação à quantidade de ovomucina. Na camada densa esta

quantidade é quatro vezes maior que a encontrada na camada fluida (STADELMAN & COTTERILL, 1995).

A qualidade do albúmen começa a degenerar imediatamente após a oviposição e sua liquefação é um processo natural que ocorre durante o armazenamento (HONKATUKIA, et al., 2013). A qualidade do albúmen é normalmente medida a partir da altura do albúmen a uma distância de 1 cm da borda da gema. A altura do albúmen é geralmente convertida em unidades Haugh (UH), baseada no seguinte cálculo de HAUGH, (1937):

$$UH = 100 \log (h - 1,7P^{0,37} + 7,6) \quad (\text{equação 1})$$

em que:

$h$ = altura do albúmen denso (mm); e  $P$ = peso do ovo (g).

Nos Estados Unidos ovos classificados como AA (excelente qualidade), possuem 72 UH ou mais, aqueles classificados como A (boa qualidade), possuem entre 60 e 72 UH, e B (qualidade inferior) abaixo de 60 UH (USDA, 2000). Um valor elevado para unidade Haugh, portanto, indica qualidade excelente, desde que outros fatores estejam normais. Esta medida é utilizada em pesquisas e para assessorar no diagnóstico dos problemas de qualidade na produção comercial do ovo (SILVERSIDES et al., 1993).

Os efeitos do tempo de armazenamento e da temperatura na qualidade do albúmen já foram bem documentados por STADELMAN & COTTERILL (1995). A altura do albúmen e a Unidade Haugh tendem a diminuir em função do tempo de armazenagem e esta diminuição ocorre mais rapidamente em temperaturas mais elevadas (KEENER et al., 2000; XAVIER et al., 2008).

#### 1.4.3. Gema

A gema é a parte mais importante do ovo, constituindo aproximadamente 27 a 32% do peso deste (MANAY & SHADAKSHARASWAMY, 2001; ORDÓÑEZ et al., 2005). Ovos de poedeiras mais velhas tendem a apresentar gemas mais pesadas do que aqueles produzidos por poedeiras mais jovens (SILVERSIDES & SCOTT, 2001).

O conteúdo de sólidos totais da gema é de aproximadamente 50%, sendo seus maiores constituintes os lipídios (32%) e as proteínas (16%), possui ainda alguma glicose e sais minerais, fora a lecitina, um lipídeo emulsificante (AHN et al., 1997; OLIVEIRA, 2007).

A qualidade da gema é um componente da qualidade interna do ovo. Existem dois componentes para avaliar sua qualidade, a cor e a consistência, sendo esta última, dependente da resistência da membrana vitelina que a circunda. Durante o período de armazenamento a qualidade da membrana vitelina decresce fazendo com que a gema se rompa com maior facilidade (KIRUNDA & MCKEE, 2000). Em ovos frescos, a gema está túrgida e localizada centralmente, circundada pelo albúmen denso e líquido, já em ovos armazenados por longos períodos, a gema está flácida, frequentemente localizada em um lado, e circundada por uma área ampla de líquido (SOLOMON, 1991).

Para se obter a estimativa do valor referente à consistência da gema, utiliza-se o índice da gema ( $IG =$  altura/diâmetro). Valores médios para este índice em ovos recém-postos estão entre 0,40 e 0,42. À medida que a gema vai ficando achatada devido à perda de qualidade da membrana vitelina em função do longo período de armazenamento, o índice de gema vai abaixando, podendo chegar a 0,25 (AUSTIC & NESHEIM, 1990).

A gema adquire água do albúmen no período de armazenamento dos ovos. Portanto, seu conteúdo em umidade pode variar de 46 a 59%, dependendo do tempo e das condições de armazenamento (ORDÓNEZ, 2005; SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

Os lipídios, na gema, são representados por triglicerídos (65-70%) e por fosfolipídios (25-30%), além de pequenas quantidades de colesterol (5%) e ácidos graxos livres (1%) (LINDEN & LORIENT, 1999; FENEMA, 2000). Os fosfolipídios são mais ricos em ácidos graxos insaturados do que os triglycerídos, porém, a composição de ácidos graxos destes lipídios pode variar de acordo com a ração fornecida às aves (LINDEN & LORIENT, 1999).

A gema contém ainda, elevada quantidade de vitaminas A, D<sub>3</sub>, B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> (FENEMA, 2000; MANAY & SHADAKSHARASWAMY, 2001).

## 1.5. Características físico-químicas

Conforme Resolução N° 005 de 5 de julho de 1991, baseada no decreto N° 99427 de 1990, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), as características físico-químicas do ovo integral, albúmen e gema na forma líquida estão contidas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características físico-químicas do ovo integral, albúmen e gema.

Componente	Ovo integral	Albúmen	Gema
Sólidos totais, mín. (%)	23,0	11,0	43,0
pH	7,2	8,5 – 9,8	6,0 – 7,0
Cinzas, máx. (%)	1,1	0,7	1,8
Proteína, mín. (%)	10,7	9,5	13,0
Lipídio, mín. (%)	10,0	0,03	27,5

Fonte: Resolução N° 005 de 05 de julho de 1991 (MAPA).

### 1.5.1. Sólidos totais

O conhecimento do conteúdo de sólidos totais dos ovos é importante, uma vez que essa variável é ponto determinante no rendimento industrial dos ovos (AHN et al., 1997).

O conteúdo de sólidos totais no ovo inteiro é influenciado pela proporção de gema e albúmen. Esta proporção varia em função da idade da poedeira, sendo que a proporção de gema em ovos pequenos é menor do que em ovos grandes (AHN et al., 1997; SCOTT & SILVERSIDES, 2000; ROBERTS, 2004)

A quebra de ovos para produção de ovo integral, albúmen e gema, tanto líquidos como em pó têm aumentado显著mente nos últimos anos. Dessa maneira, a indústria processadora está mais atenta aos fatores que podem afetar o conteúdo de sólidos totais e rendimento dos ovos. Determinadas empresas priorizam ovos com peso de no mínimo 60 gramas (tipo grande/extra), além de considerar a relação gema:albúmen e a porcentagem de sólidos totais,

tanto do ovo como de seus principais componentes, gema e albúmen (FARIA et al., 2002).

A gema líquida ou em pó tem maior valor comercial do que o albúmen, portanto, ovos de poedeiras brancas são mais indicados para a indústria de processamento por apresentarem maiores percentuais de gema em relação aos ovos de poedeiras marrons. Uma vez que a idade da ave é fator determinante da porcentagem e do rendimento dos componentes gema e albúmen dos ovos, a indústria de processamento deve optar preferencialmente pelos ovos de poedeiras acima de 40 semanas de idade (FARIA et al., 2007).

### 1.5.2. pH

A determinação do pH é de grande importância na averiguação do estado de conservação de um produto alimentício. O processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração de íons de hidrogênio (IAL, 1985).

O efeito do armazenamento na qualidade do ovo pode ser determinado pelo aumento no pH do albúmen (SILVERSIDES et al., 1993; BENTON & BRAKE, 2000). A perda da qualidade ocorre com maior velocidade durante os cinco primeiros dias de armazenamento, pois, as enzimas atuam sobre as proteínas do albúmen hidrolisando as cadeias de aminoácidos, destruindo a estrutura proteica e causando a liberação da água ligada a grandes moléculas de proteína, levando deste modo, ao aumento do albúmen líquido (ALLEONI & ANTUNES, 2001; SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005; XAVIER et al., 2008).

O pH, o sistema tampão de bicarbonato ( $H_2CO_3$ ) e a migração de componentes através da membrana vitelina influenciam as propriedades osmóticas do albúmen (HEAT, 1977). O  $H_2CO_3$ , um dos componentes do sistema tampão do albúmen, dissocia-se formando água ( $H_2O$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ), que são liberados para o ambiente elevando o pH (MORENG & AVENS, 1990; FIÚZZA et.al.,2006). O pH do albúmen é dependente do equilíbrio entre dióxido de carbono ( $CO_2$ ), bicarbonato ( $HCO_3^-$ ), carbonato ( $CO_3^{2-}$ ) e proteína (STADELMAN & COTTERILL, 1995). A concentração dos íons  $HCO_3^-$  e  $CO_3^{2-}$  é regulada pela pressão parcial de  $CO_2$  no ambiente externo. O dióxido de carbono

é perdido através dos poros da casca do ovo durante o armazenamento e esta perda resulta em aumento no pH do albúmen, que causa ruptura da estrutura de gel do albúmen denso, pela dissociação química do complexo proteico, levando à sua liquefação (KATO, 1970; HEAT, 1977; FENNEMA, 1993). A liquefação do albúmen, portanto, é resultante da deterioração das fibras de ovomucina por agentes redutores e/ou o enfraquecimento da interação entre ovomucina e lisozima causada pelo aumento do pH (HEAT, 1977).

A temperatura e o período de armazenagem são os fatores que mais influenciam na qualidade do albúmen e da gema. A velocidade das alterações que ocorrem está associada com a temperatura e o movimento de dióxido de carbono através dos poros da casca sendo proporcional à elevação da temperatura do ambiente (LEANDRO et al., 2005). Portanto, quanto menor a temperatura, menor será a velocidade de declínio da qualidade (ORNELLAS, 2001).

Logo após a oviposição o pH do albúmen situa-se entre 7,6 e 8,5, no entanto, dentro de um curto período de tempo, o albúmen torna-se muito alcalino. Durante o armazenamento o pH do albúmen aumenta a uma velocidade dependente da temperatura até o valor máximo de 9,7 (HEATH, 1977). Por outro lado, o pH da gema fresca é geralmente cerca de 6,0, podendo atingir 6,9 durante a estocagem (ALLEONI & ANTUNES, 2001).

Ovos frescos e com qualidade devem apresentar pH neutro e clara límpida, transparente, consistente, densa e alta, com pequena porção mais fluida (MURAKAMI et al., 1994).

### **1.5.3. Cinzas**

O cálcio é o mineral mais abundante no ovo, e está concentrado principalmente na casca. Também está presente em quantidade significativa na gema e, em pequena quantidade no albúmen. O fósforo é o mineral mais abundante na gema. O ovo é também fonte importante de ferro facilmente assimilável. Além destes, outros minerais presentes no albúmen e gema em quantidades variáveis são sódio, potássio, magnésio, enxofre e cloro. O conteúdo mineral do ovo depende diretamente da concentração destes na dieta da poedeira (MANAY & SHADAKSHARASWAMY, 2001).

#### 1.5.4. Proteínas e lipídios

O albúmen é a mistura complexa de proteínas globulares imersas em meio líquido. As proteínas encontradas no albúmen em ordem decrescente de proporção são ovalbumina (54%), ovotransferrina (12 a 13%), ovomucóide (11%), lisozima (3,4 a 3,5%), ovoglobulinas G<sub>2</sub> e G<sub>3</sub> (2%) e ovomucina (1,5 a 3%) (LICHAN et al., 1995; BELITZ et al., 2009).

A ovalbumina é uma glicoproteína com propriedades de coagulação e geleificação (VACHER, et al., 1995). Durante a conservação dos ovos a ovalbumina se transforma na forma mais estável chamada S-ovalbumina que lhe confere grande estabilidade térmica (OKUBO et al., 1996).

A ovotransferrina possui forte tendência a se ligar ao Fe<sup>+3</sup> e esta ligação confere a esta proteína maior estabilidade, ou seja, maior resistência à desnaturação pelo calor, por agentes químicos, ação enzimática e pressão (AZARI & FEENEY, 1958).

As proteínas ovomucóide e ovomucina são classificadas como mucoproteínas. As mucoproteínas são geralmente estáveis ao calor e são facilmente solúveis em água e em soluções salinas leves. No ovo, a ovomucina é responsável pela viscosidade do albúmen denso. A natureza fibrosa da ovomucina lhe confere resistência estrutural sendo responsável pela formação de espuma quando o albúmen é batido (MESSIER, 1991).

A lisozima apresenta estabilidade ao calor, ao frio e a muitos agentes de desnaturação, porém não é estável em álcalis. Como a lisozima é uma enzima dependente da temperatura e do pH, ela é 50 vezes mais sensível ao calor no albúmen do que em solução tampão fosfato (STADELMAN & COTTERILL, 1995). Algumas interações particularmente com a ovalbumina apresentam importância prática considerável no efeito espumante e em outras propriedades funcionais. A atividade de lisozima é afetada por vários fatores, tais como sistema de criação das poedeiras, modificação na alimentação e armazenamento de ovos (ŚWIERCZEWSKA et al., 2003; KOPEĆ et al., 2005). Com relação às ovoglobulinas sabe-se que também desempenham papel importante na propriedade de formação de espuma do albúmen (OKUBO et al., 1996).

As proteínas e os lipídios da gema devem ser considerados conjuntamente, tanto do ponto de vista químico quanto do funcional SOUZA-SOARES & SIEWERDT (2005). A gema é uma dispersão contendo diversas partículas distribuídas uniformemente em uma solução proteica denominada livetina ou plasma (MANAY & SHADAKSHARASWAMY, 2001).

Após a postura os lipídios da gema estão sujeitos a sofrer oxidações. Em função das condições durante o período de estocagem, este fenômeno tende a se agravar levando a redução geral na qualidade dos ovos, afetando principalmente as características organolépticas (AHN et al., 1995). O conteúdo de lipídios totais da gema do ovo varia entre 32 e 35%, sendo esta variação atribuída mais à linhagem da ave do que à dieta oferecida (FENNEMA, 1993).

Dos componentes do ovo, os lipídios são os mais fáceis de serem alterados mediante a manipulação da dieta das aves. A composição dos ácidos graxos do ovo, particularmente o seu conteúdo em poliinsaturados, pode variar conforme o tipo de dieta da galinha (GROBAS & MATEOS, 1996; KING`ORI, 2012). Os ácidos graxos da gema, especialmente o palmítico e o esteárico, são pouco alterados em consequência de modificações dietéticas (SIMOPOULOS, 2000). A quantidade de ácidos graxos saturados não varia com as modificações da dieta animal, porém, ocorre aumento do ácido linoleico e decréscimo do ácido oleico, ao se elevar a taxa de ácidos graxos poliinsaturados da dieta (FENNEMA, 1993).

A gema do ovo é composta por 68% de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) também chamadas de lipovitelinas, 16% de lipoproteínas de alta densidade (HDL), 10% de livetinas e 4% de fosvitinas, localizadas em duas frações facilmente separáveis, os grânulos e o plasma. O plasma corresponde a 78% da matéria seca da gema, enquanto os grânulos representam 22%. Na matéria seca da gema, podem-se encontrar 33% de proteínas e 63% de lipídeos, divididos em triglicerídos (43%), colesterol (2,6%) e fosfolipídios (18%), sendo estes compostos por 16% de fosfatidilcolina e 2% de fosfatidiletanolamida (ANTON & GANDEMÉR, 1997; JOLIVET et al., 2006).

### **1.5.5. Umidade**

A maior parte da água presente no ovo está armazenada no albúmen, correspondendo a 88% de seu conteúdo (ORDÓNEZ, 2005; SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

Durante o armazenamento, ocorre a perda de peso dos ovos, devido à transferência de umidade do albúmen para o ambiente externo, por meio da casca, além disso, ocorre também a difusão da água do albúmen para a gema em decorrência de uma maior pressão osmótica na gema. Este fato concorre para o alargamento da gema, diminuindo sua viscosidade e enfraquecendo suas membranas vitelinas (AHN et al., 1997; SCOTT & SILVERSIDES, 2000; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004; FARIA et al., 2005; SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

### **1.6. Propriedades funcionais**

O termo propriedades funcionais tem ampla gama de significados. As propriedades funcionais dos componentes alimentares tornam possível a fabricação de produtos com qualidade desejável (SIKORSKI, 2006).

A propriedade funcional de um alimento é a propriedade do alimento que caracteriza a estrutura, qualidade, valor nutricional, e/ou a aceitação de um produto alimentar. É determinada por suas propriedades físicas, químicas e/ou organolépticas. Exemplos de propriedades funcionais podem incluir a solubilidade, absorção, retenção de água, capacidade de formação de espuma, elasticidade, e a capacidade de absorção de gorduras e partículas estranhas (HALL, 1996; deMAN, 1999).

As propriedades funcionais dos ovos são atributos que os tornam úteis ou até indispensáveis como ingredientes em diversos tipos de alimentos como massas, maionese, bolos, suspiros e cremes (FRONING, 1998; LINDEN & LORIENT, 1999; KING`ORI, 2012). Essas propriedades podem ser classificadas como capacidade de coagulação, formação de espuma, emulsificação e capacidade corante (MINE, 1995; HALL, 1996).

O termo ovoproduto refere-se aos ovos que deles tenha sido removida a casca para algum processamento. Basicamente os ovoprodutos incluem o ovo inteiro, claras, gemas e várias combinações destes que são processados, ou seja, refrigerados, pasteurizados e/ou que foram submetidos à secagem e embalados. Assim, eles podem ser apresentados na forma líquida, congelada ou desidratada. Podem ser classificados de acordo com seus componentes, com sua forma física e o tratamento, ou ainda, com seu emprego ou de acordo com a sua vida de prateleira (USDA, 2011).

### **1.6.1. Formação de espuma**

A clara é uma fonte natural de proteínas com interesse nutricional, biológico e tecnológico. As proteínas constituem mais de 80% da matéria seca do albúmen e são consideradas as principais responsáveis pelas propriedades funcionais excepcionais de formação de espuma e geleificação sendo por isso, extensivamente usadas no processamento de alimentos, assim, estas proteínas são desejadas em muitos alimentos tais como produtos de pastelaria, produtos de carne, bolachas e molhos (VACHIER et al., 1995; GUERRERO-LEGARRETA, 2010).

Muitos alimentos são preparados com a clara de ovo, a maioria deles é baseada nas propriedades espumantes desta, resultantes da capacidade que as proteínas do albúmen possuem de encapsular e reter o ar com facilidade, característica desejável na indústria de alimentos (LOMAKINA & MÍKOVÁ, 2006). A espuma da clara de ovo é obtida mediante o processo mecânico de batedura (KIRK-OTHMER, 2007; VACLAVICK & CHRISTIAN, 2008).

A capacidade de formação e estabilização da espuma é uma propriedade muito valiosa do albúmen que envolve diversas proteínas, enquanto as globulinas facilitam a formação de espuma, a ovomucina promove a estabilização e a ovalbumina e a conalbumina permitem a fixação através de coagulação térmica (BELITZ et al., 2009). As proteínas da clara mostram máxima capacidade de formação de espuma, tanto em pH entre 8 e 9, quanto na região do seu ponto isoelétrico 4 a 5 (LINDEN & LORIENT, 1999).

A espuma da clara de ovo é formada pela agitação da solução proteica, formando uma camada viscoelástica densa na interface ar-água desempenhando papel importante na estabilização da espuma formada (WILDE & CLARKE, 1996).

### **1.6.2. Formação de emulsão**

Largamente utilizada como ingrediente em alimentos, principalmente pela sua excepcional capacidade emulsionante e propriedades de geleificação, a gema contribui para a formação e estabilidade de emulsões como maioneses, molhos para saladas, e cremes (ANTON, 2006).

É uma fonte de lipídios que são facilmente dispersos em água, permitindo assim a emulsificação de outras substâncias. A elevada capacidade emulsionante da gema do ovo é resultante do seu conteúdo em fosfolipídios, em particular, as lecitinas presentes na forma de complexos de lipoproteínas. As lipovitelinas (lipoproteínas de baixa densidade) e livetinas ajudam a reduzir a tensão superficial e facilitar a formação da emulsão. As lipovitelinas que são as principais proteínas da gema do ovo, também contribuem para a estabilidade da emulsão (LINDEN & LORIENT, 1999; BELITZ et al., 2009).

### **1.6.3. Cor da gema**

A cor da gema é a característica interna mais observada pelo consumidor, apesar de ser uma medida subjetiva, que varia do amarelo claro ao laranja avermelhado (OLIVEIRA, 1996; SANTOS-BOCANEGRA et al., 2004). Embora contribua para conferir coloração amarelada a diversos produtos da indústria alimentícia, não é comum o uso de ovos como ingredientes em sistemas alimentares unicamente pelas suas características corantes (STADELMAN & COTTERILL, 1994).

O modelo  $L^*a^*b^*$  é um padrão internacional para medição de cores, também conhecido como sistema CIELAB, desenvolvido em 1976 pela Commission Internationale d'Eclairage (CIE). Esse sistema consiste em um componente de luminosidade (valor de  $L^*$  variando de 0 a 100), juntamente com outros dois componentes cromáticos (variando de -120 a 120). O componente  $a^*$

representa para valores positivos a cor vermelha e para negativos a cor verde, enquanto, o componente  $b^*$  representa para valores positivos a cor amarela e para negativos a cor azul. Esses valores normalmente são utilizados em pesquisas que envolvem alimentos (YAM & PAPADAKIS, 2004; LÉON et al, 2006; MENDOZA et al., 2006).

Os componentes principais que naturalmente ocorrem na gema do ovo e que caracterizam a sua coloração são a luteína e zeaxantina, carotenóides de cor amarela ou laranja (KING`ORI, 2012), pequenas quantidades de  $\beta$ -caroteno ou criptoantina também são encontradas (STADELMAN & COTTERILL, 1994). A pigmentação então é o resultado da deposição de oxicarotenoides chamados de xantofilas na gema do ovo (GARCIA et al., 2002; SANTOS-BOCANEGRA et al., 2004). Os  $\beta$ -carotenos, normalmente encontrados em pequenas quantidades, são os responsáveis pelo tom alaranjado dos ovos (STADELMAN & COTTERILL, 1994). Normalmente, uma coloração mais forte da gema em ovos de poedeiras comerciais é desejável e depende exclusivamente da alimentação fornecida às galinhas, uma vez que estas não são capazes de sintetizar esses pigmentos de cor, mas podem absorver de 20 a 60% dos pigmentos da ração (STADELMAN & COTTERILL, 1994; LEE et al., 2001; SANTOS-BOCANEGRA et al., 2004).

Diante de tais considerações, objetivou-se avaliar as modificações na qualidade, composição centesimal e propriedades funcionais de ovos brancos e marrons ocorridas durante o armazenamento sob condição de ambiente natural e sob refrigeração durante 28 dias.

### 1.7. Referências

1. AHN, D.U.; KIM, S.M.; SHU H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, v.76, n.6, p.914–919, 1997.
2. ALADE, N.K.; USMAN, A.N.; MUHAMMED, A.A. Egg quality characteristics of two strains of chickens under varying storage conditions and seasons. Advances in Agriculture, **Science and Engineering Research**, v.3, n.9, p.1137-1144, Sept., 2013.
3. ALLEONI, A.A.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, v.58, n.4, p.681-685, 2001.
4. ALMEIDA, J.G.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A.; FARIA FILHO, D.E.; OELKE, C.A. Efeito da idade da matriz no tempo de eclosão, tempo de permanência do neonato no nascedouro e o peso do pintainho. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n.1, p.45-49, 2006.
5. ANDERSON, K.E.; THARRINGTON, J.B.; CURTIS, P.A.; JONES, F.T. Shell characteristics of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens and the relationship of egg shape to shell strength. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.1, p.17-19, 2004.
6. ANDRADE, M.A., CAFÉ, M.B., JAYME, V.S., ROCHA, P.T., LEANDRO, N.S.M., STRINGHINI, J.H. Avaliação da qualidade bacteriológica de ovos de galinha comercializados em Goiânia. Goiás. Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.5, n.4, p. 221-228, 2004.
7. ANTON, M. Recent advances concerning the functional properties of egg yolk low-density lipoproteins. In: **EPC 2006-12th European Poultry Conference, Verona, Italy, 10-14 September, 2006**. World's Poultry Science Association (WPSA), 2006.
8. ANTON, M.; GANDEMÉR, G. Composition, solubility and emulsifying properties of granules and plasma of egg yolk. **Journal of Food Science**, v.62, n.3, p.484-487, 1997.
9. AQUINO, J.S. **Avaliação da viabilidade técnica da industrialização de ovos inférteis de avestruzes**. 2007. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba. 2007.
10. AZARI, P.R.; FEENEY, R.E. Resistance of metal complexes of conalbumin and transferring to proteolysis and to thermal denaturation. **Journal of Biological Chemistry**, v.232, n.1, p.293-302, 1958.
11. BAIN, M.M.; MACLEOD, N.; THOMSON, R.; HANCOCK, J.W. Microcracks in Eggs. **Poultry Science**. v.85, n.11, p.2001–2008, 2006.
12. BELITZ, H.D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 4<sup>th</sup> revised and extended Edition. Springer-Verlag. 2009. 1070p.

13. BENTON Jr., C.E.; BRAKE, J. Effects of atmospheric ammonia on albumen height and pH of fresh broiler eggs. **Poultry Science**, v.79, n.11, p.1562-1565, 2000.
14. BERTECHINI, A.G. **Mitos e verdades sobre o ovo e consumo**. Disponível em:<<http://www.ovoonline.com.br>>. Acesso em: agosto de 2009.
15. BIBLE, B.B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. **Hortscience**, Connecticut. v.28, n.10, October, p.992-993, 1997.
16. BISCARO, L.M; CANIATTI-BRAZACA, S.G. Cor, betacaroteno e colesterol em gema de ovos obtidos de poedeiras que receberam diferentes dietas. **Ciência e Agrotenologia**, Lavras. v.30, n.6, p.1130-1134, nov./dez., 2006.
17. BRAKE, J.; WALSH, T.J.C.; BENTON Jr., E.; PETITTE, J.N.; MEIJERHOF, R; PEÑALVA, G. Egg handling and storage. **Poultry Science**, v.76, n.1, p.144-151, 1997.
18. BRASIL. Portaria Nº 01, de 21 de Fevereiro de 1990. Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n.44, p.4321, 6 mar. 1990. Seção 1.
19. CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M.; LEANDRO, N.S.M.; CAFÉ, M.B.; DEUS, H.A.S.B. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.25-29, 2007.
20. CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M.; LEANDRO, N.S.M.; PÁDUA, J.T.; DEUS, H.A.S.B. Influência da conservação e do período de armazenamento sobre a qualidade interna e da casca de ovos comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, Supl. 5, p.100, 2003.
21. CEDRO, T. M. M. **Níveis de ácidos graxos e qualidade de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.
22. CHERIAN, G. Egg Biology in: **Handbook of food science, technology and engineering**. vol. 4. Taylor and Francis Group. CRC Press. 2006. 928p.
23. COTTA, T. **Galinha**: Produção de ovos. Ed. Aprenda Fácil. 2002. 280p.
24. CRUZ, F.G.G.; MOTA, M.O.S. Efeito da temperatura e do período de armazenamento sobre a qualidade interna dos ovos comerciais em clima tropical úmido. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Campinas, 1996. Anais. Campinas: FACTA. p.96. 1996.
25. deMAN, J.M. **Principles of Food Chemistry**. 3<sup>d</sup> ed. Aspen Publishers, Inc. 1999. 532p.
26. FARIA, D.E.; FARIA FILHO, D.E.; RIZZO, M.F. Interação nutrição e qualidade de ovos para processamento industrial. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos. Campinas. Anais. COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. Campinas, p.85-91. 2002.

27. FARIA, D.E.; SILVA, F.H.A.; RIZZO, M.F., SAKAMOTO, M.I.; ARAUJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M. Sólidos totais e rendimento dos componentes dos ovos de poedeiras brancas e marrons. **Acta Scientiarum Animal Science**. Maringá, v.29, n.2, p.173-177, 2007.
28. FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. 1096p.
29. FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2ed. Zaragoza: Acribia. 2000. 1258p.
30. FIGUEIREDO, T.C. **Características físico-química e microbiológica e aminas bioativas em ovos de consumo**. 2008. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – área de concentração em Tecnologia e inspeção de produtos de origem animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008.
31. FIGUEIREDO, T.C.; CANÇADO, S.V.; VIEGAS, R.P. RÊGO, 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, n.3, p.712-720, 2011.
32. FIUZA, M.A.; LARA, L.J.C.; AGUILAR, C.A.L. RIBEIRO, B.R.C. BAIÃO, N.C. Efeitos das condições ambientais no período entre a postura e o armazenamento de ovos de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.3, p.408-413, 2006.
33. FRONING, G.W. **Recent Advances in Egg Products Research and Development**. Egg Processing Workshop. University of California. Riverside and Modesto. June 2-3, 1998.
34. GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C.; GONÇALVES, H.C.; OLIVEIRA, R.P.; SILVA, M.A. Efeitos dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas. v.4, n.1, jan./març. 2002.
35. GARCIA, E.R.M.; ORLANDI, C.C.B; OLIVEIRA, C.A.L.; CRUZ, F.K.; 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**, v.11, n.2, p. 505-518, 2010.
36. GOULART, C.C.; SILVA, J.D.B.; ROGÉRIO, M.C.P.; MARTINS, G.A.; GOMES, J.A.F.; OLIVEIRA, A.M.B.; ARAÚJO, J.M.; LIMA, R.F.; MATOS, E.K.V. Relação entre idade da poedeira e qualidade da casca do ovo. In: ZOOTEC. Brasília, DF. 28 a 31 de maio de 2004.
37. GUENTER, W.M. GOLIAN A. BENNETT C. Effect of egg size on shell thickness. **Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives**, v.14, n.3, p. 2004.
38. GUERRERO-LEGARRETA, I. **Handbook of Poultry Science and Technology**. Primary Processing.vol. 1. John Wiley & Sons, Inc. 2010. 688p.

39. HALL, G.M. **Methods of testing protein functionality**. First ed. Blacky Academic & Professional. An Imprint of Chapman & Hall. London. 1996. 265p.
40. HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, n.10, p. 2022-2039, 1982.
41. HANDELMAN, G.J.; NIGHTINGALE, Z.D.; LICHTENSTEIN, A.H.; SCHAEFER, E.J.; BLUMBERG, J.B. Lutein and zeaxanthin concentrations in plasma after dietary supplementation with egg yolk. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.70, n.2, p.247-251, 1999.
42. HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. The U.S. Egg **Poultry Magazine**, v.48, p.552-555 e 572-573, 1937.
43. HEATH, J.L. Chemical and related osmotic changes in egg albumen during storage. **Poultry Science**, v. 56, n.3, p.822-828, May, 1977.
44. HONKATUKIA, M.; TUISKULA-HAAVISTO, M.; ARANGO, J.; TABELL, J.; SCHMUTZ, M.; PREISINGER, R.; VILKK, J. QTL Mapping of egg albumen quality in egg layers. **Genetics Selection Evolution**. v.45, n.31, August, 2013.
45. HUNTON, P. Research on eggshell structure and quality: An historical overview. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.7, n.2, p.67-71, Apr./Jun. 2005,
46. IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. vol.1. São Paulo: IAL, 1985. 371p.
47. JOLIVET, P.; BOULARD, C.; BEAUMAL, V.; CHARDOT, T.; ANTON, M. Protein components of low-density lipoproteins purified from hen egg yolk. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.54, n.12, p.4424-4429, may, 2006.
48. JONES, D.R.; Egg Functionality and Quality during long-term storage. **International Journal of Poultry Science**, v.6, n.3, p. 157-162, 2007.
49. JONES, D.R.; MUSGROVE, M.T. Effects of Extended Storage on Egg Quality Factors. **Poultry Science**, v.84, n.11, p.1774–1777, 2005.
50. JONES, D.R.; THARRINGTON, J.B.; CURTIS, P.A.; ANDERSON, K. E.; KEENER, K.M.; JONES, F.T. Effects of cryogenic cooling of shell eggs on egg quality. **Poultry Science**, v.81, n.5, p.727-733, 2002.
51. KATO, A.; NAKAMURA, R.; SATO, Y. Studies on Changes in Stored Shell Eggs Part VI. Changes in the Chemical Composition of Ovomucin during Storage. **Agricultural and Biological Chemistry**, v.34, n.7, p.1009-1013, 1970.
52. KEENER, K.M., LACROSSE, J.D.; BABSON J.K. Chemical method for determination of carbon dioxide content in egg yolk and egg albumen. **Poultry Science**, v.80, n.7, july, p.983–987, 2001.
53. KEENER, K.M.; Mc AVY, K.C.; FOEGEDING, J.B.; CURTIS, P.A.; ANDERSON, K.E.; OSBORNE, J.A. Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. **Poultry Science**, v.85, n3, p.550-555, 2006.

54. KING`ORI, A.M. Uses of poultry eggs: Egg albumen and egg yolk. **Research Journal of Poultry Sciences**, v.5, n.2, p.9-13, 2012.
55. KIRK-OTHMER. **Food and Feed Technology**. vol.1 Wiley-Interscience. 2007. 1760p.
56. KIRUNDA, D.F.K.; McKee, S.R. Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. **Poultry Science**, v.79, n.8, 1189-1193, 2000.
57. KOPEĆ, W.; SKIBA, T.; KORZENIOWSKA, M.; BOBAK, Ł.; TRZISZKA, T. Activity of protease inhibitors and lysozyme of hen's egg depending on feed modification and egg storage. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v.14/55, n.1, p.79-83, 2005.
58. LANA, G. R. Q. **Avicultura**. 1ed. Campinas: Livraria e Editora Rural Ltda. 2000. 268p.
59. LEANDRO, N.S.M.; DEUS, H.A.B.; STRINGHINI, J.H. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.2, p.71-78, 2005.
60. LEÓN, K.; MERY, D.; PEDRESCHI, F.; LEÓN, J. Color measurement in L\*a\*b\* units from RGB digital images. **Food Research International**, v.39, n.10, p.1084-1091, 2006
61. LI-CHAN, E.; POWRIE, W.D.; NAKAI, S. The Chemistry of Egg and Egg Products. In: STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Egg Science and Technology**. 4 ed. New York: The Haworth Press, 1995. 591 p.
62. LINDEN, G.; LORIENT, D. **New Ingredients in Food Processing: Biochemistry and Agriculture** Woodhead Publishing, Ltd. 1999. 367p.
63. LOMAKINA K.; MÍKOVÁ, K.A Study of the factors affecting the foaming properties of egg white – a review. **Czech Journal of Food Science**, v.24, n.3, p.110–118, 2006.
64. MADRID, A.V.; CENZANO, J.; VICENTE, J.M. **Manual de indústria dos alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 599p.
65. MANAY, N.S.; SHADAKSHARASWAMY, M. **Foods**: facts and principles. 2<sup>nd</sup> ed. New Age International (P) Ltd, Publishers. New Delhi. 2001. 541p.
66. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução Nº 005 de 5 de julho de 1991, baseada no decreto Nº 99427 de 1990.
67. MENDES, F.R. **Qualidade física, química e microbiológica de ovos lavados armazenados sob duas temperaturas e experimentalmente contaminados com *Pseudomonas aeruginosa***. 2010.72f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO 2010.
68. MENDOZA, F.; DEJMEK, P.; AGUILERA, J.M., Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. **Postharvest Biology and Technology**, v.41, n.3, p. 285-295, 2006.

69. MESSIER, P. Protein chemistry of albumen photographs. **Topics in Photographic Preservation**, v.4, p.124-135, 1991.
70. MINE, Y. Recent advances in the understanding of egg white protein functionally. **Trends in Food Science and Technology**, v.6, n.7, p.225-232, 1995.
71. MINE, Y.; D'SILVA, I. Bioactive components in egg white. In: **Egg Bioscience and Biotechnology**. Mine, Y. John Wiley & Sons Inc. 2008. 307p.
72. MOLITOR, R. Análise de perigos e pontos críticos de controle na cadeia produtiva de ovos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, CONFERÊNCIA FACTA, 21, 2009, Porto Alegre. **Anais...: FACTA**, 2009. p.103-110.
73. MORENG, R.E.; AVENS, J.S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990.
74. MURAKAMI, A.E.; BARRIVIERA, V.A.; SCAPINELLO, C; BARBOSA, M.J.; VALÉRIO, S.R. Efeito da temperatura e do período de armazenamento sobre a qualidade interna do ovo de codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) para consumo humano. **Revista Unimar**, Maringá, v.16, suplemento 1, p. 13-25,1994.
75. OKUBO, T., AKACHI, S.; HATTA, H. Structure of hen eggs and physiology of egg laying in: **Hen Eggs: Their basic and applied science**, CRC Press. LLC. 1996, 204p.
76. OLIVEIRA, B.L. Processamento e industrialização de ovos. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4., 2000, Goiânia, GO. Anais... Simpósio Goiano de Avicultura. Goiânia, GO: Associação Goiana de Avicultura, p.177-186. 2000.
77. OLIVEIRA, G.E. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminas bioativas em ovos**. 2006. 79f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Farmácia, UFMG, Belo Horizonte, MG. 2006.
78. OLIVEIRA, G.E.; FIGUEIREDO, T.C.; SOUZA, M.R.; OLIVEIRA, A.L.; CANÇADO, S.V.; GLORIA, M.B. Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. **Poultry Science**, v.88, n.11, p.2428-2434, 2009.
79. OLIVEIRA. D.D; SILVA, E.N. Salmonella em ovos comerciais: ocorrência, condições de armazenamento e desinfecção da casca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.6, p.655-661, 2000.
80. ORDÓÑEZ, J.A.; RODRIGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G.D.G.F.; PERALES, L.H.; CORTECERCO, M.D.S. **Tecnología de Alimentos**: alimentos de origem animal. v.2. Porto Alegre: Artmed., 2005, 279p.
81. ORNELLAS, L.H. **Técnica dietética**: seleção e preparo de alimentos. 7ed. São Paulo: Editora Metha, 2001. 330 p.

82. PASCOAL, L.A.F., BENTO JR, F.A., SANTOS, W.S., SILVA, R.S., DOURADO, L.R.B., BEZERRA, A.P.A. Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz - MA. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.1, p.150-157, 2008.
83. PROVENZANO, L.; XAVIER, M.M.B.; PIMENTEL, F.V.; MORAES, I.A.; HÜTTEN; G.C.; PARDE, H.S.; MANO, S.B. Avaliação da tipificação e classificação de ovos comercializados na cidade do Rio de Janeiro/RJ – Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.14, n.1, p.19-22, jan./abr. 2007.
84. RAMOS, K.C.B.T.; CAMARGO, A.M.; DIAS DE OLIVEIRA, É.C.; CEDRO, T.M.M.; MORENZ, MIRTON J.F. Avaliação da idade da poedeira, da temperatura de armazenamento e do tipo embalagem sobre a qualidade de ovos comerciais. **Revista de Ciências da Vida**, v.30, n.2, p.00-00. 2010.
85. ROBERTS, J.R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. **Journal of Poultry Science**, v.41, n.3 p.161-177, 2004.
86. RODRIGUES, K.R.M. **Aspectos da qualidade sanitária na cadeia produtiva de ovos in natura em Campinas e cidades vizinhas**. Campinas, SP, 1998, 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998.
87. RODRIGUES, K.R.M.; SALAY, E. Atitudes de granjeiros, atacadistas, varejistas e consumidores em relação à qualidade sanitária do ovo de galinha in natura. **Revista Nutrição**, Campinas, v.14, n.3, p.185-193, 2001.
88. ROSE, S.P. **Principles of Poultry Science**. New York: CAB international, 1997. 135 p.
89. ROSSI, M.; POMPEI, C. Changes in some egg components and analytical values due to hen age. **Poultry Science**, v.74, n.1 p152-160, 1995.
90. RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.307-317, jul./set., 2007.
91. SAMLI, H.E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effect of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, n.3, p.548-553, 2005.
92. SANTOS-BOCANEGRA, E.; OSPINA-OSORIO, X.; OVIEDO-RONDÓN, E.O. Evaluation of xanthophylls extracted from *Tagetes erectus* (Marigold Flower) and *Capsicum* sp. (Red Pepper Paprika) as a pigment for egg-yolks compare with synthetic pigments. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.11, p.685-689, 2004.
93. SARCINELLI, M.F.; VENTURINI, K.S.; DA SILVA, L.C. Características dos Ovos. **Boletim Técnico - PIE-UFES** Universidade Federal do Espírito Santo - UFES: 00707. 2007.
94. SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, F.G. The Effect of Storage and Strain of Hen on Egg Quality. **Poultry Science**, v.79, n.12, p.1725–1729, 2000.

95. SIKORSKI Z.E. **Chemical and Functional Properties of Food Components**. Third Edition. CRC Press. Taylor & Francis Group. 2006. 544 p.
96. SILVERSIDES, F.G.; BUDGELL, K. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. **Poultry Science**, v.83, n.10, p.1619-1623, 2004.
97. SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v.80, n.8, p.1240-1245, 2001.
98. SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.760-764, 1993.
99. SILVERSIDES, F.G.; VILLENEUVE, P.I. Is the Haugh unit correction for eggs weight valid for eggs stored at room temperature? **Poultry Science**, v.73, n.1 p.50-55, Jan., 1994.
100. SOLOMON, S.E. **Egg & eggshell quality**. Aylesbury, England: Wolfe Publishing, 1991. 149p.
101. SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Editora da Universidade UFPEL, 2005. 137p.
102. STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Egg Science and Technology**. 4 ed. New York: The Haworth Press, 1995. 591p.
103. STRINGHINI, M.L.F.; ANDRADE, M.A.; MESQUITA, A.J.; ROCHA, T.R.; REZENDE, P.M.; LEANDRO, N.S.M. Características bacteriológicas de ovos lavados e não lavados de granjas de produção comercial. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.10, n.4, p.1317-1327, 2009.
104. ŚWIERCZEWSKA, E.; NIEMIEC, J.; NOWORYTA-GŁOWACKA, J. A note on the effect of immunostimulation of laying hens on the lysozyme activity in egg white. **Animal Science Papers and Report**, v.21, n.1,p.63-68, 2003.
105. TERRA, C. Ovo, a proteína do 3º milênio. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS. São Paulo: Associação Paulista de Avicultura. p.8-9, 1999.
106. TORRES, E.A.F.S; CAMPOS, N.C.; DUARTE, M.; GARBELOTTI, M.L.; PHILIPPI, S.T.; MINAZZI-RODRIGUES, R.S. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2, p.145-150, Campinas, maio-ago., 2000.
107. TRINDADE, J.L.; NASCIMENTO, J.W.B.; FURTADO, D.A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.6, p.652–657, 2007.
108. UBA, **Protocolo de boas práticas de produção de ovos**. 2008. Disponível em: <http://www.uba.org.br> Acesso em: 02 ago. 2011.
109. USDA. United States Department of Agriculture. **Egg-Grading Manual**. Agricultural Handbook. n.75. Washington. July. 2000.

110. USDA. United States Department of Agriculture. Food **Safety and Inspection Service**: Food Safety Information. March 2011. 4p.
111. VACHIER, M.C.; PIOT, M.; AWADÉ, A.C. Isolation of hen egg white lysozyme, ovotransferrin and ovalbumin, using a quaternary ammonium bound to a highly crosslinked agarose matrix. **Journal of Chromatography B**, v.664, n.1, 201-210, 1995.
112. VACLAVICK, V.A., CHRISTIAN, E.W. **Essentials of Food Science**. 3<sup>d</sup> ed. Springer Science+Business Media, LLC. 2008. 571p.
113. VICENZI, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo – Aspectos nutricionais. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS. Anais São Paulo: APA. p.77-91, 1996.
114. WILDE, P.J.; CLARKE, D.C. Foam Formation and Stability. In: METHODS OF TESTING PROTEIN FUNCTIONALITY. Blackie Academic & Professional. 1996. 265p.
115. XAVIER, I.M.C.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C.; LARA, L.J.C.; LANA, A.M.Q.; SOUZA, M.R.; BAIÃO, N.C. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4. p.953-959, 2008.
116. YAM, K.L.; PAPADAKIS, S.E., A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. **Journal of Food Engineering**, v.61, n.1, p. 137–142, 2004.

## CAPÍTULO 2. MODIFICAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE OVOS BRANCOS EM FUNÇÃO DO TEMPO E CONDIÇÃO DE ARMAZENAGEM

### Resumo

Neste estudo foram investigadas as alterações ocorridas na qualidade, composição química e propriedades funcionais de ovos de poedeiras brancas da linhagem Lohmann com 50 semanas de idade. Um total de 240 ovos com peso entre 55 e 65g, foi armazenado em condição ambiente e sob refrigeração, durante 28 dias. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com 10 tratamentos em esquema fatorial 2x5 (duas temperaturas e cinco períodos de armazenagem), seis repetições e quatro ovos por unidade experimental. Para determinar a qualidade foi avaliado peso do ovo, gema, albúmen e casca, índice de gema, Unidade Haugh, porcentagem de albúmen, gema e casca e pH de albúmen e gema. Para composição química foi avaliada proteína bruta, lipídios totais, sólidos totais, cinzas, e umidade tanto do albúmen quanto da gema. As propriedades funcionais estudadas foram volume de espuma formado e drenado, volume de óleo gasto para formar emulsão, início da desestabilização da emulsão e colorimetria de gema. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey (5%) e, quando necessário, realizada análise de regressão polinomial utilizando o programa R 3.2.7 (2013). Ovos armazenados sob refrigeração mantiveram boa qualidade durante os 28 dias do experimento enquanto ovos mantidos em condição ambiente apresentaram qualidade inferior após sete dias de estocagem, baseado nos valores de índice de gema e UH. O peso do ovo diminui com o aumento do período de estocagem com menores valores para ovos mantidos sob condição ambiente. O pH de gema e albúmen de ovos refrigerados se manteve mais baixo do que o de ovos armazenados sob condição ambiente. Ovos mantidos sob condição ambiente apresentaram piores valores para UH, porém, os dias de estocagem influenciam negativamente em ambas as temperaturas. O índice de gema de ovos refrigerados foi sempre superior ao dos ovos mantidos sob condição ambiente, ovos refrigerados apresentaram aumento inicial do índice de gema em relação aos ovos frescos. O aumento do período de estocagem provocou a diminuição dos teores de sólidos totais na gema e aumento destes no albúmen. A maior perda de umidade do albúmen verificada em condição ambiente levou à ocorrência de maiores taxas de sólidos totais. Independentemente da temperatura houve diminuição no volume de espuma formado após 14 dias. A refrigeração atuou favorecendo a estabilidade da espuma formada verificado pelo menor volume de líquido drenado diminuiu também, o volume de óleo gasto para formar emulsão e intensificou a coloração da gema. O armazenamento de ovos sob refrigeração permite a utilização industrial de ovos mais velhos.

Palavras-chave: Albúmen, armazenagem, formação de espuma, gema, sólidos totais

## CHAPTER 2. PHYSICAL AND CHEMICAL MODIFICATIONS AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF WHITE EGGS AS A FUNCTION OF TIME AND STORAGE CONDITIONS

### Abstract

In this study we investigated the changes in the quality, chemical composition and functional properties of eggs from white Lohmann laying hens at 50 weeks of age. A total of 240 eggs weighing between 55 and 65g were stored at ambient condition and under refrigeration for 28 days. We used a completely randomized design with 10 treatments in a 2x5 factorial scheme (two temperatures and five storage times), six replications and four eggs per experimental unit. To determine the quality we evaluated egg, albumen, yolk and shell weight, yolk index, Haugh unit, albumen, yolk and shell percentage and, albumen and yolk pH. Chemical composition was evaluated for crude protein, total fat, total solids, ash, and moisture for both albumen and the yolk. Functional properties studied were formed and drained volume of the foam, volume of oil used to form the emulsion, early destabilization of the emulsion and yolk colorimetry. Eggs stored under refrigeration maintained good quality during the 28 days of the experiment while eggs kept at ambient condition showed lower quality after seven days of storage. The egg weight decreased with increasing storage period with lower values for eggs stored under ambient conditions. The pH of yolk and albumen of chilled eggs remained lower than that of eggs stored under ambient conditions. Eggs stored under ambient conditions showed worse values for UH, but the days of storage influenced it negatively at both temperatures. The yolk index of refrigerated eggs was always higher than that of eggs stored under ambient condition, chilled eggs presented initial increase of yolk index compared to fresh eggs. The increase of storage period caused the decrease of the total solids in the yolk and increase in the albumen. The greatest loss of moisture of albumen verified at ambient condition, which led to higher rates of total solids occurrence. Regardless of the temperature, there was a decrease in the foam volume after 14 days. The storage under refrigeration favored the stability of the formed foam, reducing the volume of oil used to form the emulsion and intensifying the color of the yolk. The storage of eggs under industrial cooling allows the use of older eggs.

Keywords: Egg yolk, egg white, foaming, storage, total solids

## 2.1. Introdução

Como todos os produtos naturais de origem animal, o ovo é um alimento perecível que começa a perder qualidade e valor nutricional logo após a oviposição. Estas perdas podem ser retardadas utilizando-se métodos adequados de conservação. A perda de qualidade é um fenômeno inevitável que acontece de forma contínua ao longo do tempo e que pode ser agravada por diversos fatores, como alta umidade e temperatura durante a estocagem (BARBOSA et al., 2008).

No Brasil, por não ser obrigatória a refrigeração, os ovos comerciais são acondicionados em ambiente natural desde o momento da postura até a distribuição final. Do ponto de vista comercial, a refrigeração preserva a qualidade interna dos ovos, a qual seria bastante favorecida, se o ovo saísse diretamente da granja para a refrigeração, garantindo um produto com qualidade, saudável e seguro (CARVALHO et al., 2003).

Vários atributos de qualidade interna do ovo são perdidos com o armazenamento prolongado, e a velocidade das alterações no albúmen e na gema está associada com a temperatura e também com o movimento de dióxido de carbono através da casca. Com isso, observa-se também a perda do peso do ovo e o movimento de líquido do albúmen para a gema dessa maneira, a qualidade interna do ovo é intensamente afetada pela estocagem (ROMANOFF & ROMANOFF, 1949; ORDÓNEZ, 2005). O albúmen possui grande influência na qualidade interna do ovo e a diminuição da sua viscosidade implica na perda de qualidade do ovo (ALLEONI & ANTUNES 2001).

A gema possui coloração amarelada que se alterna em camadas de cor amarelo claro e amarelo escuro e deve apresentar contorno visível (BENITES et al., 2005). Com o envelhecimento, a gema se apresenta achatada, flácida, podendo ter manchas, além de se romper com facilidade o que prejudica sua utilização (SOLOMON, 1997).

A gema e o albúmen são frequentemente utilizados para diferentes fins possuindo características e valores comerciais distintos. Portanto, o conhecimento do conteúdo de umidade e de sólidos totais dos ovos é muito importante, uma vez que estas variáveis determinam o rendimento de ovos desidratados (SILVERSIDES & BUDGELL, 2004).

As proteínas da clara e da gema diferem na composição e função biológica. As funções tecnológicas destas duas porções do ovo também são diferentes. Enquanto a maioria das propriedades funcionais da clara em produtos alimentícios está relacionada à sua habilidade de formar espumas estáveis, a principal função da gema é a capacidade de estabilizar emulsões água/óleo (BRAVERMAN & BERK, 1976).

A maior parte dos ovos processados é destinada às indústrias alimentícias para elaboração de maionese, molhos para salada, produtos de panificação, sorvetes, alimentos infantis e produtos cárneos (FARIA et al., 2002).

Com o aumento da demanda de ovos processados, a indústria de processamento de ovos passou a especificar a qualidade da matéria-prima a ser utilizada, evitando a utilização de ovos pequenos que não se enquadram nos padrões de venda ao consumidor. Atualmente, as indústrias exigem ovos com tamanho, peso e frescor bem definidos, além do conteúdo de sólidos nos componentes dos ovos que deve ser elevado visando maior rendimento no processamento (SILVA, 2006).

Desta forma, havendo a necessidade do maior conhecimento sobre a qualidade dos ovos utilizados pelas indústrias, em função da finalidade a que se destinem devido às modificações sofridas durante o período de armazenagem, objetivou-se avaliar as modificações ocorridas nas características físico-químicas e propriedades funcionais do ovo branco e seus constituintes em função do tempo e temperatura de armazenagem.

## 2.2. MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido no período compreendido entre junho e julho de 2013. Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, com duas temperaturas de armazenagem (ambiente e refrigeração) e cinco períodos de estocagem (1, 7, 14, 21 e 28 dias). Foram utilizadas seis repetições por tratamento e quatro ovos por unidade experimental.

Foram utilizados neste estudo 719 ovos fornecidos pela Granja Josidith localizada em Bela Vista de Goiás-GO, obtidos de poedeiras comerciais da

linhagem Lohmann com 50 semanas de idade, coletados diretamente no próprio galpão no período da manhã. Depois de acondicionados em bandejas de polpa de celulose com capacidade para 36 ovos e empilhados com altura máxima de cinco cartelas dentro de caixas plásticas, foram transportados por um tempo de aproximadamente uma hora, sob condições de temperatura ambiente até o laboratório de análises de solos no Câmpus Urutaí do Instituto Federal Goiano. Após a seleção com finalidade de padronização, foram selecionados 240 ovos com peso médio variando entre 55 a 65g, que foram distribuídos entre os 10 tratamentos (5 períodos de estocagem e 2 temperaturas) e armazenados em geladeira doméstica e em condição ambiente. Os ovos do tratamento 1 (ovos frescos) foram imediatamente analisados.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram aferidas diariamente e obtidas as médias semanais (Tabela 1).

As análises foram efetuadas nos 5 períodos (ovos frescos e aos sete, 14, 21 e 28 dias). Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos utilizando-se um termo-higrômetro digital de máxima e mínima, fixado permanentemente em cada ambiente do experimento. A leitura foi realizada sempre às 13h da tarde.

Tabela 1- Médias de temperatura e umidade relativa do ar nos ambientes de estocagem

Dias de estocagem	Temperatura (°C)		UR (%)	
	Ambiente	Refrigerado	Ambiente	Refrigerado
7	23,0	14,5	62,2	54,9
14	22,8	12,9	56,1	56,4
21	21,6	11,1	53,4	53,1
28	21,8	11,9	55,4	52,9

UR= umidade relativa do ar

A cada dia de análise, uma amostra composta por quatro ovos por unidade experimental foi utilizada. A determinação do peso do ovo, peso de gema, peso de albúmen e peso de casca, foi realizada com auxílio de balança semi-analítica com precisão de 0,01 g.

A partir das mesmas amostras, a altura e diâmetro de gema e altura de albúmen, foram medidas utilizando-se micrômetro analógico modelo AMES S-6428 e paquímetro digital, respectivamente.

O índice de gema foi avaliado utilizando as medidas de altura da gema (AG) e diâmetro da gema (DG), sendo que a relação entre os dois parâmetros forneceu o índice gema,  $IG = AG/DG$ .

A unidade Haugh foi calculada por meio da expressão  $UH = 100 \times \log(h - 1,7P^{0,37} + 7,6)$ , sendo:  $UH$ = unidade Haugh;  $h$ = altura de albúmen denso (mm) e  $P$ = peso do ovo (g).

Para determinação da porcentagem de albúmen, gema e casca, após os ovos serem quebrados e seus constituintes separados, foram feitos os cálculos tomando o peso de cada componente em relação ao peso do ovo inteiro por meio da seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Valor do peso do componente do ovo}}{\text{Valor do peso do ovo no respectivo dia de análise}} \times 100.$$

O pH de gema e albúmen foi medido calibrando o potenciômetro da marca Tecnopon modelo MPA210 com as soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 e em seguida, o eletrodo foi mergulhado em béquer de 100 mL contendo as amostras e realizada a leitura de acordo com a metodologia descrita pelo IAL (2008).

Para determinação da proteína bruta de gema e albúmen, foi determinado o teor de nitrogênio total pelo método de Kjeldahl modificado (IAL, 2008), multiplicando-se este pelo fator de correção 6,25, devido às proteínas dos alimentos conterem em média 16% de nitrogênio (LANA, 2005).

A quantificação dos lipídios totais foi feita de acordo com o método Bligh e Dyer (BLIGH & DYER, 1959) uma vez que o rendimento em lipídios totais obtido por essa técnica pode ser 15 a 30% superior ao obtido em outros métodos.

Para determinação de sólidos totais as amostras de gema e de albúmen foram secas em estufa a 105°C por 24 horas, resfriadas em dessecador por uma hora e depois pesadas seguindo a metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002).

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem das amostras em estufa a 105°C até peso constante (IAL, 2008).

O teor de cinzas foi determinado após completa carbonização da amostra por incineração em mufla marca Jung modelo J200 a 550°C até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada (IAL, 2008).

Para medir o volume de espuma formado e a estabilidade da espuma utilizou-se o método de BAPTISTA (2002) modificado, em que as claras separadas foram homogeneizadas com auxílio de um bastão de vidro, sendo a seguir retirada uma alíquota de 100 mL e transferidos para bequer de 1000 mL, previamente graduado com auxílio de uma proveta graduada de 1000 mL. A amostra foi batida por 60 segundos na velocidade máxima em batedeira doméstica da marca Walita®, até atingir o chamado “ponto de suspiro” (tempo determinado no primeiro dia do experimento). O volume de espuma formado foi medido imediatamente e a espuma transferida para um funil sobreposto a uma proveta graduada, o volume drenado de espuma foi aferido após 60 minutos marcados em um cronômetro de acordo com técnica descrita por PARDI (1977) e BARBIRATTO (2000).

Para determinação da capacidade de formação de emulsão, que é utilizado para a determinação do volume máximo de óleo emulsificado por uma dispersão de proteínas, foram medidos 100 mL de óleo de soja marca Soya® em proveta graduada e 100 g de gema previamente pesada e homogeneizada. As gemas foram transferidas para o copo de aço inox de um dispersor elétrico para solos - marca Hamilton Beach. A partir daí, foi lentamente adicionado o óleo ao copo contendo as gemas, sendo simultaneamente homogeneizados na rotação de 14.000 rpm (sem carga) até a formação da emulsão. A quantidade de óleo adicionado (mL) foi então registrada.

As emulsões formadas foram transferidas para placas de Petri e observadas a cada período de 30 minutos durante 3 horas para verificar a capacidade de manter a emulsão formada em temperatura ambiente, adaptação do experimento realizado por POMBO (2008).

A coloração da gema foi determinada através de medição objetiva com o auxílio de um colorímetro Hunter Lab modelo Colorquest II, operando no

sistema CIE ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) sendo  $L^*$  (luminosidade), variando de 0 (preto) a 100 (branco),  $a^*$  (vermelho), intensidade da cor vermelha que varia de verde (-60) a vermelho (60) e  $b^*$  (amarelo), intensidade da cor amarela que varia de azul (-60) a amarelo (60). Efetuando-se a leitura em três diferentes pontos da superfície da gema, imediatamente após o ovo ser quebrado (BISCARO & CANNIATTI-BRAZACA, 2006). O colorímetro foi previamente calibrado em superfície branca e preta, de acordo com os padrões pré-estabelecidos por BIBLE & SINGHA (1997).

Os dados foram submetidos à ANOVA e aplicado o teste de Tukey (5%). Quando necessário, os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial. O programa estatístico utilizado foi o R 3.2.7, 2013.

## 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1. Parâmetros de qualidade

Houve diminuição ( $P<0,05$ ) de peso do albúmen e porcentagem de albúmen ao longo das semanas com efeito linear negativo (Tabela 2), comparando as médias obtidas em cada temperatura o peso do albúmen dos ovos refrigerados se manteve mais elevado, demonstrando claramente que a refrigeração atuou positivamente evitando a perda de umidade destes.

CRUZ & MOTA (1996) afirmaram que a temperatura elevada durante a estocagem determina redução na qualidade da ovalbumina, estando associada à perda de água e dióxido de carbono durante a estocagem em função da aceleração das reações físico-químicas, que levam a degradação da estrutura da proteína presente no albúmen denso, tendo como produto das reações água ligada a grandes moléculas de proteína que passam para a gema por osmose. Esta condição ocorre em função da porcentagem de albúmen diminuir com o passar dos dias, devido à perda de  $\text{CO}_2$  e água para o meio, corroborando com o que foi observado por SILVERSIDES & SCOTT (2001) que afirmaram inclusive que esta perda é mais expressiva em ovos mantidos em ambientes sem controle de temperatura.

Tabela 2- Componentes e qualidade dos ovos brancos, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e dias de estocagem.

	Variável					
	Peso Ovo (g)	Peso Gema (g)	Peso Casca (g)	Peso Albúmen (g)	Ind. Gema	UH
Condição de estocagem						
Ambiente	60,70	18,29	6,01	36,47b	0,30	46,47
Refrigerado	61,64	18,07	6,04	37,53a	0,43	69,84
Dias de estocagem						
1	62,80	17,51	6,07	39,21a	0,40	77,76
7	61,69	18,28	5,96	37,47b	0,38	60,30
14	61,10	18,10	5,93	37,06b	0,36	55,44
21	60,37	18,54	6,13	35,70c	0,34	50,14
28	59,88	18,47	6,04	35,55c	0,33	47,12
Valor de P						
Temperatura	<0,001	0,210	0,504	<0,001	<0,001	<0,001
Dias	<0,001	0,002	0,052	<0,001	<0,001	<0,001
TemperaturaxDias	0,032	0,012	0,535	0,332	<0,001	<0,001
CV(%)	3,17	7,59	5,95	5,62	6,98	16,78
	Variável					
	Albúmen (%)	Gema (%)	Casca (%)	pH Albúmen	pH Gema	
Condição de estocagem						
Ambiente	59,96b	30,13a	9,91	9,44a	6,53a	
Refrigerado	60,86a	29,26b	9,80	9,24b	6,40b	
Dias de estocagem						
1	62,40a	27,90c	9,69b	9,41	6,51ab	
7	60,72b	29,63b	9,64b	9,08	6,13c	
14	60,65b	29,63b	9,71b	9,38	6,43b	
21	59,12c	30,45ab	10,16a	9,41	6,55ab	
28	59,16c	30,83a	10,07a	9,42	6,71a	
Valor de P						
Temperatura	0,002	0,001	0,182	0,014	0,012	
Dias	<0,001	<0,001	<0,001	0,053	<0,001	
TemperaturaxDias	0,053	0,174	0,769	0,68	0,200	
CV(%)	3,79	7,07	6,27	3,29	2,89	

Médias de tratamentos seguidos por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey (5%).

Peso do albúmen:  $y = 38,8862 - 0,1328x$   $R^2=0,26$

% de albúmen:  $y = 62,0895 - 0,1181x$   $R^2=0,19$

% de gema:  $y = 28,3128 + 0,0971x$   $R^2=0,16$

% de casca:  $y = 9,5855 + 0,0189x$   $R^2=0,08$

pH de gema:  $y = 6,4406 - 0,253x + 0,0013x^2$   $R^2=0,33$  pto. de mínima aos 6 dias

Houve efeito linear positivo ( $P<0,05$ ), com elevação na proporção de gema em função do aumento do tempo de armazenagem dos ovos devido a passagem de água do albúmen para a gema. Na comparação entre as duas

temperaturas, observa-se maior peso de gema em ovos armazenados em condição ambiente.

O aumento na proporção de gema com o aumento do tempo de armazenamento pode ser atribuído à passagem de água do albúmen para a gema corroborando o que foi observado por (LEANDRO et al., 2005; ORDÓNEZ, 2005; SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005) que afirmaram também, que esta condição leva ao enfraquecimento da membrana vitelina fazendo com que a gema se apresente maior e achatada, quando quebrada em uma superfície plana. KIRUNDA & MCKEE (2000) observaram que os fatores que influenciam a resistência da membrana vitelina são os mesmos que alteram a qualidade do albúmen.

A porcentagem de casca aumentou com o passar das semanas apresentando um efeito linear positivo ( $P<0,05$ ). O aumento na porcentagem de casca é na verdade um aumento relativo, pois uma vez que houve diminuição na porcentagem de albúmen resultante da perda de água sofrida por este, a casca passou a ter um valor percentual relativamente mais significativo em relação ao peso do ovo.

SANTOS et al. (2009) verificaram que ovos mantidos em temperatura ambiente apresentaram valores de porcentagem de casca similares aos ovos conservados em temperatura de refrigeração, concordando com os resultados encontrados no presente estudo.

Ovos mantidos sob condição ambiente apresentaram média de pH de albúmen maior (9,44) do que aqueles mantidos sob refrigeração (9,24), porém os dias de estocagem não influenciaram os valores de pH.

Embora diversos autores afirmem que ao longo do tempo de armazenamento independentemente da temperatura ocorra uma tendência à elevação do pH do albúmen (ROBINSON & MONSEY, 1972; MILLER et al. 1982; BURLEY & VADEHRA, 1989; ABDEL-NOUR, 2008) e que em temperaturas ambientais altas esta elevação tende a ser maior, devido a maior perda de CO<sub>2</sub> e água, através dos poros da casca do ovo, aumentando assim, o pH interno do albúmen (GOODRUM et al., 1989; SILVERSIDES & SCOTT, 2001). No presente estudo, esta elevação não apresentou resposta ( $P>0,05$ ), provavelmente esta condição se deve ao fato de que embora os ovos tenham sido coletados frescos e

a primeira avaliação ter sido realizada no mesmo dia, verificou-se que desde o início, o pH do albúmen de todos os ovos se encontrava na faixa de pH 9. Possivelmente esse aumento do pH tenha ocorrido no tempo entre a colheita do ovo na granja e o início da análise, portanto a elevação sofrida ao longo do experimento acabou não apresentando diferença.

O pH de gema segue um efeito quadrático ( $P<0,05$ ) com ponto de mínima aos seis dias de estocagem. Os ovos armazenados sob condição ambiente evidenciaram valores maiores de pH quando comparados àqueles armazenados sob refrigeração.

OLIVEIRA (2006) encontrou resultados semelhantes em seu estudo ao avaliar o pH da gema e do albúmen de ovos armazenados a 6 e a 25°C, observando que o armazenamento à 6°C propiciou menor aumento no pH no decorrer do período de armazenamento, atingindo menores valores quando comparados à temperatura de 25°C.

Para os dados de qualidade de ovos brancos, pode-se observar que houve interação ( $P<0,05$ ) entre as temperaturas e os períodos de estocagem para peso do ovo, peso da gema, índice de gema e Unidade Haugh (Tabela 2).

No desdobramento da interação (Tabela 3), é possível verificar que à medida que o número de dias de estocagem aumentou independentemente da temperatura de armazenamento, houve perda de peso dos ovos ( $P<0,05$ ) seguindo uma equação linear negativa. Esta diminuição de peso é causada pela perda de água e dióxido de carbono através dos poros da casca resultante das alterações físico-químicas ocorridas no albúmen corroborando com os resultados encontrados por SINGH & PANDA (1990); SANTOS et al. (2009); GARCIA et al. (2010); FREITAS et al. (2011).

Os ovos mantidos em temperatura ambiente apresentaram decréscimo de peso médio mais acentuado com o passar dos dias (62,80g no primeiro dia de estocagem e 59,09g aos 28 dias) que aqueles mantidos sob refrigeração (62,80g no primeiro dia de estocagem e 60,67g aos 28 dias), provavelmente devido à exposição a temperaturas mais elevadas, que intensificou a perda de CO<sub>2</sub> e água do albúmen através da casca para o meio externo corroborando com os resultados encontrados por STADELMAN & COTTERILL, (1995).

Tabela 3– Desdobramento da interação do peso do ovo, peso de gema, índice de gema e UH para ovos brancos submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento

	Dias de estocagem				
	1	7	14	21	28
<b>Peso do Ovo (g)</b>					
Ambiente <sup>1</sup>	62,80Aa	61,53Aab	60,82Ab	59,27Bc	59,09Bc
Refrigerado <sup>2</sup>	62,80Aa	61,86Aab	61,38Aab	61,47Aab	60,67Ab
<b>Peso da Gema (g)</b>					
Ambiente	17,51Ab	18,75Aa	18,41Aab	18,99Aa	18,72Aa
Refrigerado <sup>3</sup>	17,51Ab	17,81Ab	17,79Ab	18,08Aab	18,23Aa
<b>Índice de Gema</b>					
Ambiente <sup>4</sup>	0,40Aa	0,32Bb	0,28Bc	0,26Bd	0,24Be
Refrigerado <sup>5</sup>	0,40Ab	0,44Aa	0,43Aa	0,43Aa	0,43Aa
<b>UH</b>					
Ambiente <sup>6</sup>	77,76Aa	48,33Bb	42,71Bb	32,81Bc	30,73Bc
Refrigerado <sup>7</sup>	77,76Aa	72,27Aab	68,16Abc	67,48Abc	63,52Ac

Médias seguidas de letra minúscula diferem na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

<sup>1</sup>Peso do ovo (ambiente)  $y = 62,7176 - 0,1419x$   $R^2=0,32$

<sup>2</sup>Peso do ovo (refrigerado)  $y=62,5996 - 0,0678x$   $R^2=0,11$

<sup>3</sup>Peso da gema (refrigerado)  $y= 17,5204 + 0,0387x$   $R^2=0,07$

<sup>4</sup>I.G. (ambiente)  $y= 0,4030 - 0,0117x + 0,0002x^2$   $R^2=0,85$  pto. de mínima aos 27 dias

<sup>5</sup>I.G. (refrigerado)  $y= 0,3983 +0,0047x - 0,0001x^2$   $R^2=0,07$  pto. de máxima aos 18 dias

<sup>6</sup>UH (ambiente)  $y= 78,7284 - 3,9808x + 0,0825x^2$   $R^2=0,71$  pto. de mínima aos 27 dias

<sup>7</sup>UH (refrigerado)  $y= 78,0856 - 0,8176x + 0,0114x^2$   $R^2=0,21$  pto. de mínima aos 27 dias

O peso do ovo refrigerado (Tabela 3) foi maior do que daquele mantido em condição ambiente aos 21 e 28 dias de estocagem, mostrando que temperaturas mais elevadas contribuíram para acelerar a perda de peso dos ovos.

Observou-se aumento linear ( $P<0,05$ ) para peso de gema em ovos refrigerados, porém, essa diferença não foi obtida para ovos mantidos sob condição ambiente. A elevação do peso da gema ocorre devido ao deslocamento de água do albúmen para a gema, juntamente com a perda de água do albúmen para o meio ambiente, resultando em menor participação do peso do albúmen e, consequentemente, para o aumento do peso da gema, situação também observada por GONZALES & BLAS, 1991 e FIGUEIREDO et al., 2011 em seus estudos.

SAUVEUR (1993) afirmou que no momento da postura existe um gradiente de pressão osmótica entre o albúmen e a gema, que se acentua de forma progressiva à medida que a água passa deste para a gema, e que esta

transferência será mais rápida, quanto maior for a temperatura de estocagem, apesar de não ter havido regressão significativa para peso de gema de ovos mantidos sob condição ambiente, observa-se que houve aumento significativo para peso de gema aos sete dias de armazenagem, condição mantida até os 28 dias.

O índice de gema apresentou efeito quadrático ( $P<0,05$ ) para os dois ambientes ao longo das semanas de estocagem, porém, nos ovos armazenados em temperatura ambiente houve decréscimo inicial mais evidenciado, seguido de uma estabilização dos dados com ponto de mínima aos 27 dias de estocagem. A temperatura mais elevada promove maior transferência de água do albúmen para a gema e segundo ORDÓNEZ, 2005 e SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005, esta condição é resultado da diferença na pressão osmótica. Nos ovos refrigerados houve aumento no índice de gema na primeira semana, com efeito quadrático e ponto de máxima aos 18 dias de estocagem, provavelmente devido ao fato de que os ovos avaliados no primeiro dia eram ovos frescos e após a refrigeração houve um aumento na turgidez da gema provocada pela baixa temperatura causando o aumento da sua altura influenciando o IG.

Para o índice de gema nos dois ambientes foi observado maior valor para ovos refrigerados em relação aos ovos mantidos sob condição ambiente. De acordo com AUSTIC & NESHEIM (1990), valores médios para este índice em ovos recém-postos estão entre 0,40 e 0,42.

Foi observado efeito quadrático ( $P<0,05$ ), para valores de Unidade Haugh com o aumento de tempo de armazenagem nos dois ambientes, com diminuição inicial acentuada seguida de estabilização com ponto de mínima aos 27 dias de estocagem para ambas as temperaturas. A temperatura de estocagem influenciou os valores de UH aos sete, 14, 21 e 28 dias sempre com piores valores para os ovos armazenados em temperatura ambiente. GONZALES & BLAS (1991); SILVA (2006) e BARBOSA et al. (2008) afirmaram que este declínio é agravado pela condição do ambiente de armazenagem. Pode-se observar, portanto, menor perda de qualidade interna dos ovos mantidos sob refrigeração.

O Programa de Controle da Qualidade dos ovos para consumo preconizado pelo United States Department of Agriculture (USDA, 2000) recomenda que os ovos considerados de excelente qualidade (AA) devem

apresentar valores de UH superiores a 72; ovos de qualidade alta (A), entre 60 a 72 UH; ovos de qualidade inferior (B), com valores inferiores a 60 UH

Os resultados obtidos neste experimento para ovos refrigerados, ao serem comparados com as recomendações do USDA, mesmo tendo perdido qualidade com relação à UH, permaneceram dentro de limites que permitiriam seu consumo (63,52) enquanto os ovos mantidos em condições ambientes já apresentaram valores médios de UH abaixo do aceitável mesmo para ovos de qualidade inferior após sete dias de armazenamento.

JONES & MUSGROVE (2005) observaram que ovos refrigerados por longo período sofrem decréscimo em seus valores de unidade Haugh, porém, mesmo assim, continuam apresentando valores médios para este parâmetro que permitiu classificá-los como de alta qualidade.

### **2.3.2. Composição química**

Analizando o efeito dos dias de estocagem (Tabela 4) foi observado efeito quadrático para proteína bruta da gema, com acentuado declínio de um a sete dias e tendência a estabilização dos dados até os 28 dias de armazenagem, com ponto de mínima aos 19 dias. Para os dados de sólidos totais foi verificado efeito linear negativo para sólidos totais de gema e linear positivo para sólidos totais de albúmen.

Os valores de umidade de gema obedeceram a um efeito quadrático, com ponto de máxima aos 22 dias, e para umidade do albúmen foi verificado efeito linear negativo. Para os valores de cinza de albúmen e de gema também foi observado efeito linear negativo.

Os dados evidenciam diminuição no teor de umidade no albúmen e aumento deste na gema. Como resultado destas alterações no teor de umidade, o teor de sólidos totais destes componentes do ovo sofreu modificações significativas, aumentando sua proporção no albúmen ao passo que diminuiu na gema.

Os dias de estocagem influenciaram a porcentagem de cinzas do albúmen e da gema ( $P<0,05$ ) com efeito linear negativo para ambos.

Tabela 4– Composição química de ovos brancos, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem.

	Variável				
	PB. Alb. (%)	PB. Gema (%)	Lip. Alb. (%)	Lip. Gema (%)	ST. Gema (%)
Condição de estocagem					
Ambiente	8,87	11,16	0,024a	23,30	38,91
Refrigerado	8,42	11,37	0,017b	22,98	39,59
Dias de estocagem					
1	7,71	12,38a	0,01b	26,49	45,71a
7	8,69	10,95b	0,03a	22,36	38,81b
14	9,09	11,10b	0,02ab	23,24	39,09b
21	8,36	10,94b	0,01b	22,06	35,98c
28	9,27	10,95b	0,02b	21,55	36,65c
Valor de P					
Temperatura	0,017	0,212	0,014	0,414	0,127
Dias	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
TemperaturaxDias	0,014	0,869	0,525	0,040	0,073
CV (%)	7,99	5,94	57,10	6,52	4,35
	Variável				
	ST. Albúmen (%)	Um. Gema (%)	Um. Alb. (%)	Cinzas Alb. (%)	Cinzas Gema (%)
Condição de estocagem					
Ambiente	12,35a	60,99	87,65b	0,90	0,95
Refrigerado	12,01b	60,40	87,98a	0,89	0,95
Dias de estocagem					
1	11,74b	54,29c	88,26a	0,91a	0,96a
7	11,78b	61,19b	88,22a	0,88ab	0,95a
14	12,43a	60,65b	87,56b	0,90ab	0,96a
21	12,29a	64,02a	87,70b	0,89ab	0,94b
28	12,66a	63,34a	87,34b	0,88b	0,94b
Valor de P					
Temperatura	0,001	0,198	0,001	0,806	0,265
Dias	<0,001	<0,001	<0,001	0,025	<0,001
TemperaturaxDias	0,052	0,071	0,051	0,591	0,276
CV (%)	3,17	2,86	0,44	3,51	0,96

Médias de tratamentos seguidos por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

PB gema:  $y=12,3186 - 0,1565x + 0,0040x^2$   $R^2=0,35$  pto. de mínima aos 19 dias

Umidade do albúmen:  $y=88,3084 - 0,0345x$   $R^2=0,36$

Umidade da gema:  $y= 54,2740 + 0,8279x - 0,0181x^2$   $R^2=0,69$  pto. de máxima aos 22 dias

Sólidos totais da gema:  $y=45,7697 - 0,8513x + 0,0189x^2$   $R^2=0,70$  pto. de mínima aos 22 dias

Sólidos totais do albúmen:  $y=11,6916 + 0,0345x$   $R^2=0,36$

Cinzas albúmen:  $y=0,9091 - 0,0009x$   $R^2=0,07$

Cinzas gema:  $y=0,9633 - 0,0008x$   $R^2=0,35$

Houve interação ( $P<0,05$ ) das temperaturas e dos períodos de estocagem para proteína bruta do albúmen e lipídio de gema (Tabela 4).

No desdobramento da interação (Tabela 5), foi observado efeito linear positivo para proteína do albúmen e linear negativo para lipídio de gema em ovos armazenados em temperatura ambiente. A estocagem sob refrigeração influenciou o teor de lipídios de gema com efeito quadrático, com declínio acentuado nos primeiros sete dias e estabilização até os 28 dias de estocagem com ponto de mínima aos 18 dias. Analisando em coluna, a temperatura de estocagem influenciou a proteína de albúmen aos 28 dias com maior valor para ovos em temperatura ambiente. Foi observado efeito da temperatura sobre os valores de lipídio de gema aos sete dias, com maiores valores para condição ambiente e aos 28 dias com maiores valores para ovos refrigerados.

Tabela 5– Desdobramento da interação da proteína do albúmen e lipídio da gema para ovos brancos submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento

Temperatura	Dias de estocagem				
	1	7	14	21	28
Proteína bruta do albúmen (%)					
Ambiente <sup>1</sup>	7,71Ac	8,57Abc	9,40Aab	8,59Abc	10,06Aa
Refrigerado	7,71Aa	8,81Aa	8,78Aa	8,15Aa	8,48Ba
Lipídios totais da gema (%)					
Ambiente <sup>2</sup>	26,49Aa	23,44Ab	23,54Ab	22,39Abc	20,64Bc
Refrigerado <sup>3</sup>	26,49Aa	21,28Bb	22,94Ab	21,73Ab	22,45Ab

Médias seguidas de letra minúscula diferem na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

<sup>1</sup>Proteína bruta do albúmen (ambiente)  $y=7,8895 + 0,0689x$   $R^2=0,37$

<sup>2</sup>Lipídios totais (LT) da gema (ambiente)  $y=25,9419 - 0,1860x$   $R^2=0,47$

<sup>3</sup>L.T. gema (refrigerado)  $y=26,1399 - 0,51007x + 0,0139x^2$   $R^2=0,53$  pto. mínima aos 18 dias

SAMLI et al. (2005) e RAJI et al. (2009) afirmaram que com o aumento do período de estocagem em temperaturas elevadas ocorre perda de umidade do albúmen para o ambiente externo, através da casca. Também ocorre transferência de parte da água do albúmen para a gema em decorrência da maior pressão osmótica nesta (AHN et al., 1997; SCOTT & SILVERSIDES, 2000; SILVERSIDES & BUDGELL, 2004). Estas condições são responsáveis pelo aumento na concentração dos componentes do albúmen e diminuição na concentração destes mesmos componentes na gema.

### 2.3.3. Propriedades funcionais

Avaliando de forma isolada o volume de espuma formado (mL) apresentou decréscimo significativo com efeito linear ( $P<0,05$ ), com aumento do tempo de estocagem passando de 550 mL em ovos frescos para 450 mL aos 28 dias (Tabela 6).

Tabela 6– Propriedades funcionais de ovos brancos armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem.

	Volume de espuma (mL)	Volume drenado (mL)	Volume de óleo gasto (mL)
	Condição de estocagem		
Ambiente	502	54,56	46,84
Refrigerado	486	45,88	41,80
	Dias de estocagem		
1	550a	42,2	41,6
7	520ab	48,3	44,6
14	470bc	50,5	46,4
21	480bc	52,1	44,4
28	450c	58,0	44,6
	Valor de P		
Temperatura	0,168	<0,001	<0,001
Dias	<0,001	<0,001	<0,001
TemperaturaxDias	0,078	0,002	<0,001
CV (%)	8,16	10,83	3,93

Médias de tratamentos seguidos por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Volume Espuma:  $y = 543,8289 - 3,5091x$   $R^2=0,38$

Esta situação é explicada com base no fato de que a ovalbumina que é a proteína com maior capacidade de estabilizar espumas, é convertida em S-ovalbumina durante o período de armazenamento dos ovos. Corroborando os resultados encontrados por KATO et al. (1978); FENNEMA (1993); WATANABE et al. (1998) e ALLEONI & ANTUNES (2004) que afirmaram que devido à transformação da ovalbumina em S-ovoalbumina ocorre a dissociação do complexo ovomucina-lisozima, com destruição do gel de ovomucina. Estas reações são importantes no plano tecnológico, pois provocam a perda, ao menos parcial, das propriedades gelificantes e espumantes do albúmen.

A ovomucina insolúvel está presente principalmente no albúmen denso (80%) (KATO et al., 1970; BURLEY & VADHERA, 1989), fazendo com que este,

seja superior em relação à estabilidade da espuma em comparação ao albúmen líquido (NAKAMURA & SATO, 1964). Esta diminuição na viscosidade interfere na viscosidade do fluido lamelar ocasionando uma aproximação entre os filmes das bolhas adjacentes acarretando a ruptura e a coalescência destas bolhas resultando na drenagem de líquido e desestabilização da espuma como foi observado por PHILLIPS et al. (1994). HAMMERSHØJ & QVIST (2001), em seus estudos, concluíram que a estocagem de ovos a 4°C durante 90 dias não afetou de forma significativa a capacidade de formação de espuma.

Houve interação entre as temperaturas e os dias de estocagem para volume de líquido drenado e volume de óleo gasto para formar emulsão (Tabela 6).

No desdobramento da interação (Tabela 7), foi observado efeito linear positivo para volume de líquido drenado tanto nos ovos armazenados em temperatura ambiente quanto para os refrigerados. As amostras apresentaram aumento ( $P<0,05$ ) no volume de líquido drenado com o aumento do tempo de estocagem que passou de 42,2 mL em ovos frescos para 64,6 mL aos 28 dias de estocagem sob condição ambiente e 42,2 mL em ovos frescos para 51,4 mL aos 28 dias de estocagem sob refrigeração.

Tabela 7– Desdobramento da interação do volume de líquido drenado e volume de óleo gasto para ovos brancos submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento

Temperatura	Dias de estocagem				
	1	7	14	21	28
Volume de líquido drenado (mL)					
Ambiente <sup>1</sup>	42,2Ac	55,2Aab	50,8Abc	60,0Aab	64,6Aa
Refrigerado <sup>2</sup>	42,2Aab	41,4Bb	50,2Aab	44,2Bab	51,4Ba
Volume de óleo gasto (mL)					
Ambiente <sup>3</sup>	41,6Ac	43,2Bc	47,4Ab	51,8Aa	50,2Aab
Refrigerado <sup>4</sup>	41,6Ab	46,0Aa	45,4Aa	37,0Bc	39,0Bbc

Médias seguidas de letra minúscula diferem na linha e maiúscula na coluna entre si pelo teste de Tukey a 5%.

<sup>1</sup>Volume de líquido drenado (ambiente):  $y = 44,2862 + 0,7235x$   $R^2=0,56$

<sup>2</sup>Volume de líquido drenado (refrigerado):  $y = 41,4396 + 0,3127x$   $R^2=0,24$

<sup>3</sup>Volume de óleo gasto(ambiente):  $y = 41,4595 + 03789x$   $R^2=0,73$

<sup>4</sup>Volume de óleo gasto(refrigerado):  $y = 44,8560 - 0,2152x$   $R^2=0,30$

Em relação ao volume de óleo gasto para formação da emulsão a partir de gemas mantidas sob condição ambiente, houve efeito linear ( $P<0,05$ ), com

aumento crescente no volume de óleo necessário para formar emulsão. Apesar de ter havido efeito ( $P<0,05$ ), as emulsões formadas a partir de gemas de ovos refrigerados apresentaram comportamento diferente das anteriores com diminuição do volume de óleo gasto para a formação da emulsão (Tabela 7).

Verificam-se diferenças significativas para o volume de líquido drenado aos sete, 21 e 28 dias com maior volume drenado em ovos estocados sob condição ambiente. Para o volume de óleo gasto observa-se que aos 21 e 28 dias de estocagem ovos armazenados sob refrigeração apresentaram menores valores.

Não ocorreu desestabilização da emulsão em nenhum dos períodos de análise. Corroborando os resultados encontrados por CHUNG & FERRIER (1995) que verificaram que a fosvitina mantém sua capacidade de estabilizar emulsão mesmo sob aquecimento em temperaturas superiores a 67,5°C por 1 hora. A fosvitina presente na gema do ovo apesar de possuir excelentes propriedades emulsificantes e seus resíduos de fosfato também serem importantes para lhe conferir tais propriedades, sua importância na capacidade de estabilizar a emulsão é maior do que na atividade emulsionante (KATO et al., 1987).

Analisando isoladamente, foi observado efeito quadrático para o componente de cor  $b^*$  com ponto de máxima aos 16 dias de estocagem (Tabela 8).

Foi possível constatar que as gemas dos ovos mantidos em condição ambiente, independente do tempo de estocagem, apresentaram menores valores para o componente  $b^*$  ( $P<0,05$ ), quando comparados aos ovos mantidos sob refrigeração, corroborando os resultados encontrados por HARDER (2007) e SANTOS et al. (2009).

Houve interação entre os dados para os componentes de cor  $a^*$  e  $L^*$  (Tabela 8).

Tabela 8– Valores para coloração da gema de ovos brancos armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem

	Variável		
	L*	a*	b*
	Condição de estocagem		
Ambiente	49,07a	5,31	28,66b
Refrigerado	42,62b	6,70	31,11a
	Dias de estocagem		
1	46,90	5,53	27,38b
7	45,08	5,92	29,30b
14	45,03	6,38	33,09a
21	46,96	6,02	29,89b
28	45,27	6,15	29,77b
	Valor de P		
Temperatura	<0,001	<0,001	<0,001
Dias	0,381	0,068	<0,001
TemperaturaxDias	0,008	0,004	0,051
CV(%)	7,25	11,92	7,70

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Componente b\*  $y = 26,7150 + 0,5941x - 0,0179x^2 R^2 = 0,23$  pto. de máxima aos 16 dias

No desdobramento da interação (Tabela 9) não foram observados efeitos ( $P>0,05$ ) para os componentes de cor a\* e L\* de gemas de ovos armazenados em condição ambiente, mostrando não ter havido mudança na luminosidade e intensidade da cor vermelha para estas gemas durante o período de estocagem.

Tabela 9- Desdobramento da interação do valor de a\* e L\* para ovos brancos submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento

Temperatura	Dias de estocagem				
	1	7	14	21	28
	a*				
Ambiente	5,53Aa	5,24Ba	5,56Ba	5,22Ba	4,98Ba
Refrigerado <sup>1</sup>	5,53Ab	6,61Aab	7,20Aa	6,82Aa	7,32Aa
	L*				
Ambiente	46,90Aa	49,50Aa	49,02Aa	51,53Aa	48,40Aa
Refrigerado <sup>2</sup>	46,90Aa	40,65Bb	41,04Bb	42,38Bab	42,13Bab

Médias seguidas de letra minúscula diferem na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

<sup>1</sup> Componente a\* (refrigerado):  $y = 5,5149 + 0,1545x - 0,0034x^2 R^2 = 0,47$  pto. máxima 22 dias

<sup>2</sup> Componente L\* (refrigerado):  $y = 46,5139 - 0,6878x + 0,0200x^2 R^2 = 0,21$  pto. mínima 17 dias

Houve, no entanto, diferença significativa ( $P<0,05$ ) para os componentes  $a^*$  e  $L^*$  em ovos refrigerados, foi possível observar um efeito quadrático com aumento da intensidade do componente  $a^*$  até os 22 dias de estocagem e a partir daí, um decréscimo na intensidade (Tabela 9), provavelmente causado pela maior transferência de água do albúmen para a gema com o aumento do período de estocagem, levando a diluição dos pigmentos responsáveis pela cor. Para o componente  $L^*$  houve um efeito quadrático negativo com declínio acentuado aos sete dias de estocagem, com ponto de mínima também aos sete dias e a partir daí a estabilização dos dados. A maior viscosidade apresentada pelas gemas em baixas temperaturas pode ter aumentado a concentração dos pigmentos presentes na gema influenciando no aumento da intensidade da cor observada nestas.

FREITAS et al. (2011) verificaram que o teor de vermelho ( $a^*$ ) apresentou diferença ( $P<0,05$ ) entre as temperaturas no período de 14 dias de armazenamento, comportamento que não foi mantido aos 21 dias. Segundo estes autores este fato pode estar relacionado com a perda de água e concentração dos nutrientes até os 14 dias.

VIDAL (2009) observou que gemas de ovos crus armazenados a 4°C por 60 dias apresentaram aumento significativo ( $P<0,05$ ) na intensidade da cor vermelha ( $+a^*$ ) e da cor amarela ( $+b^*$ ).

SANTOS et al. (2009) observaram que as gemas dos ovos que permaneceram à temperatura ambiente independentemente do tempo de armazenamento, apresentaram menos pigmentação em comparação com as gemas de ovos armazenados sob refrigeração.

HARDER et al. (2007) observaram que com o tempo de armazenamento, principalmente sem refrigeração, os pigmentos migram para algumas regiões, formando manchas e diminuindo a intensidade da cor das gemas.

## 2.4. CONCLUSÃO

Ovos brancos mantidos sob condição ambiente apresentaram perda de qualidade.

A refrigeração independentemente do período de armazenagem permitiu manter a boa qualidade dos ovos durante os 28 dias do estudo, sendo capaz de melhorar o índice de gema e as propriedades funcionais de formação de emulsão e capacidade corante.

## 2.5. Referências

1. ABDEL-NOUR, N. **Chicken egg quality assessment from visible/near infrared observations.** 2008. 80p. (Master of Science) Department of Bioresource Engineering McGill University Montreal, Quebec, Canada. 2008.
2. AHN, D.U.; KIM, S.M.; SHU H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, v.76, n.6, p.914–919, 1997.
3. ALLEONI, A.A.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, v.58, n.4, p.681-685, 2001.
4. AUSTIC, R.E.; NESHEIM, M.C. **Poultry production.** 13. ed. London: Lea & Febiger. 1990. 332p.
5. BAPTISTA, R.F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (*Coturnix coturnix japonica*) em função da variação da temperatura de armazenamento.** 2002. 99p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária - área de concentração em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Niterói – RJ. 2002.
6. BARBIRATTO, S.B. **Influência da temperatura e da embalagem em atmosfera modificada na qualidade interna dos ovos de consumo.** Niterói. 2000. 76f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária - área de concentração em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) - Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Niterói – RJ. 2000.
7. BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; MENDONÇA, M.O.; FREITAS, E.R.; FERNANDES, J.B.K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **ARS Veterinária. Jaboticabal**, v.24, n.2, p.127-133, 2008.
8. BENITES, C.I.; FURTADO, P.B.S.; SEIBEL, N.F. Características e aspectos nutricionais do ovo. In: AVES E OVOS. Pelotas: UFPEL, 2005, 137p.
9. BIBLE, B.B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. **Hortscience**, Connecticut. v.28, n.10, October, p.992-993, 1997.
10. BISCARO, L.M.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Cor, betacaroteno e colesterol em gema de ovos obtidos de poedeiras que receberam diferentes dietas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.30, n.6, p.1130-1134, nov./dez., 2006.
11. BLIGH, E.D.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa. v.37, n.8, p.911-917, 1959.
12. BRAVERMAN, J.B.S.; BERK, Z. **Braverman's Introduction to the biochemistry of foods.** 1ed. Elsevier Scientific Pub. Co. 1976. 315p.
13. BURLEY, R.W.; VADHERA, D.V. **The Avian Egg.** Chemistry and Biology. John Wiley & Sons Co. New York. 1989. 472p.

14. CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M.; LEANDRO, N.S.M.; PÁDUA, J.T.; DEUS, H.A.S.B. Influência da conservação e do período de armazenamento sobre a qualidade interna e da casca de ovos comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, Supl. 5, p.100, 2003.
15. CHUNG S.L, FERRIER L.K. Heat denaturation and emulsifying properties of egg yolk phosvitin. **Journal of Food Science**, v.60, n.5, p.906-908, 1995.
16. CRUZ, F.G.G.; MOTA, M.O.S. Efeito da temperatura e do período de armazenamento sobre a qualidade interna dos ovos comerciais em clima tropical Úmido. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. Campinas, 1996. Anais. Campinas: FACTA. p.96. 1996.
17. FARIA, D.E.; FARIA FILHO, D.E.; RIZZO, M.F. Interação nutrição e qualidade de ovos para processamento industrial. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos. Campinas. Anais: COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. Campinas, p.85-91. 2002.
18. FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1993. 1096p.
19. FIGUEIREDO, T.C.; CANÇADO, S.V.; VIEGAS, R.P. RÊGO, 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, n.3, p.712-720, 2011.
20. FREITAS, L.W., PAZ, I.C.L.A.; GARCIA, R.G.; CALDARA, F.R.; SENO, L.O.; FELIX, G.A.; LIMA, N.D.S.; FERREIRA, V.M.O.S.; CAVICHIOLI, F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Agrarian**, v.4, n.11, p.66-72, 2011.
21. GARCIA, E.R.M.; ORLANDI, C.C.B; 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**, v.11, n.2, p.505-518, abr/jun, 2010.
22. GONZALES, M.G.; BLAS, B.C. **Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras**. Madrid: Mundi-Prensa. 1991. 263p.
23. GOODRUM, J.W.; BRITTON, W.M.; DAVIS, J.B. Effect of storage conditions on albumen pH and subsequent hard-cooked egg peelability and albumen shear strength. **Poultry Science**, v.68, n.9, p.1226-1231, 1989.
24. HAMMERSHØJ, M.; QVIST, K.B. Importance of hen age and egg storage time for egg albumen foaming. **LWT-Food Science and Technology**, v.34, n.2, p.118-120, March, 2001.
25. HARDER, M.N.C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; ARTHUR, V. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (Bixa orellana). **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.102, n.563-564, p.339-342, jul/dez., 2007.
26. IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. IV edição. 1ª Edição digital. São Paulo. IMESP. 2008. 1020p.

27. JONES, D.R.; MUSGROVE, M.T. Effects of Extended Storage on Egg Quality Factors. **Poultry Science**, v.84, n.11, p.1774–1777, 2005.
28. KATO, A.; HIRATA, S.; KOBAYASHI, K. Structure of the sulfated oligosaccharide chain of ovomucin. **Agricultural and Biological Chemistry**, v.42 n.5, p.1025-1029, 1978.
29. KATO, A.; MIYAZAKI, S.; KAWAMOTO, A.; KOBAYASHI, K. Effects of phosphate residues on the excellent emulsifying properties of phosphoglycoprotein phosvitin. **Agricultural and Biological Chemistry**, v.51, n.11, p.2989-2994, May. 1987.
30. KATO, A.; NAKAMURA, R.; SATO, Y. Studies on changes in stored shell eggs. Part VI. Changes in the chemical composition of ovomucin during storage. **Agricultural and Biological Chemistry**, v.34, n.7, p.1009–1013, 1970
31. KIRUNDA, D.F.K.; MCKEE, S.R. Relating quality characteristic of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. **Poultry Science**, v.79, n.8, p.1189-1193, 2000.
32. LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal**. 1ed. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 2005. 343p.
33. LEANDRO, N.S.M.; DEUS, H.A.B.; STRINGHINI, J.H. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.2, p.71-78, 2005.
34. MILLER, S.M., KATO, A.; NAKAI, S. Sedimentation equilibrium study of the interaction between egg white lysozyme and ovomucin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.30, n.6, p.1127-1132, 1982.
35. NAKAMURA, R.; SATO, Y. Studies on the foaming property of the chicken egg white. Part IX. On the coagulated proteins under various whipping conditions (The mechanism of foaminess (1)). **Journal of Biological Chemistry**, v.28, n.8, p.524-529; 1964.
36. OLIVEIRA, G.E. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminas bioativas em ovos**. 2006. 79f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Farmácia, UFMG, Belo Horizonte, MG. 2006.
37. ORDÓÑEZ, J.A.; RODRIGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G.D.G.F.; PERALES, L.H.; CORTECERCO, M.D.S. **Tecnologia de Alimentos**: alimentos de origem animal. vol.2. Porto Alegre. Artmed. 2005, 279p.
38. PARDI, H.S. **Influência da comercialização na qualidade de ovos de consumo**. 1977. 73f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária - Área de Concentração em Ciência, Higiene e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Niterói - RJ. 1977.
39. PHILLIPS, L.G.; WHITEHEAD, D.M.; KINSELLA, J.E. **Structure-function properties of food proteins**. Food Science and Technology International Series. San Diego. Academic Press. 1994. 271p.

40. POMBO, C.R. **Influência do tratamento térmico e da temperatura de armazenamento nas características funcionais e qualidade interna de ovos inteiros.** 2008. 103p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária - área de concentração em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Niterói – RJ. 2008.
41. RAJI A.O.; ALIYU, J.; IGWEBUIKE, J.U.; CHIROMA, S. Effect of storage methods and time on egg quality traits of laying hens in a hot dry climate. **ARPN Journal of Agricultural and Biological Science**, v.4, n.4, p.1-7, July, 2009.
42. ROBINSON, D.S.; MONSEY, J.B. Changes in the composition of ovomucin during liquefaction of thick egg white. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.23, n.1, p.29-38, 1972.
43. ROMANOFF, A.L.; ROMANOFF, A.J. **The avian egg.** New York: John Wiley & Sons, INC. 1949. 918p.
44. SAMLI, H.E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effect of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, n.3, p.548-553, 2005.
45. SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; LÔBO, R.N.B.; FREITAS, E.R.; GUERRA, J.L.L.; SANTOS, A.B.E. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v.29, n.3, p. 513-517, jul.-set. 2009.
46. SAUVEUR, B. **El huevo para consumo:** bases productivas. Traduzido por Carlos Buxadé Carbó. Barcelona: Ed. Mundi-Prensa. 1993. 401p.
47. SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, F.G. The Effect of Storage and Strain of Hen on Egg Quality. **Poultry Science**, v.79, n.12, p.1725–1729, 2000.
48. SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3ed. Viçosa. Imprensa Universitária (UFV). 2002. 235p.
49. SILVA, M.F.R. **Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta, metionina e lisina.** São Paulo. 2006. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia – área de concentração em Qualidade e Produtividade Animal), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo. 2006.
50. SILVERSIDES, F.G.; BUDGELL, K. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. **Poultry Science**, v.83, n.10, p.1619-1623, 2004.
51. SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v.80, n.8, p.1240-1245, Aug, 2001.
52. SINGH, R.P.; PANDA, B. Comparative study on some quality attributes of quail and chicken eggs during storage. **Indian Journal of Animal Sciences**, India, v.60, n.1, p.114- 117, 1990.

53. SOLOMON, S.E. **Egg & eggshell quality.** Aylesbury. England. Wolfe Publishing. 1991. 149p.
54. SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos.** Pelotas: Editora da Universidade UFPEL, 2005. 137p.
55. STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Egg Science and Technology**, 4 ed. New York: The Haworth Press, 1995. 591p.
56. USDA. **Egg-Grading Manual.** Washington: Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service Agricultural Handbook n.75. 2000. 56p.
57. VIDAL, T.F. **Qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras alimentadas com farelo da castanha de caju.** 2009. 65p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará. 2009.
58. WATANABE, K.; TSUGE, Y.; SHIMOYAMADA, M. Binding activities of pronase-treated fragments from egg white ovomucin with anti-ovomucin antibodies and newcastle disease virus. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, n.11, p. 4501–4506, 1998.

## CAPÍTULO 3. MODIFICAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE OVOS MARRONS EM FUNÇÃO DO TEMPO E CONDIÇÃO DE ESTOCAGEM

### Resumo

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar as alterações ocorridas na qualidade, composição química e propriedades funcionais de ovos de poedeiras vermelhas semipesadas da linhagem Hisex Brown com 30 semanas de idade em função do tempo e condição de estocagem. Foram utilizados 240 ovos com peso entre 55 e 65g, sendo 120 armazenados sob condição ambiente e 120 sob refrigeração, durante 28 dias. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com 10 tratamentos em esquema fatorial 2x5 (duas temperaturas e cinco períodos de armazenagem), seis repetições e quatro ovos por unidade experimental. Para determinar a qualidade foi avaliado peso do ovo, gema albúmen e casca, índice de gema, Unidade Haugh, porcentagem de albúmen, gema e casca e pH de albúmen e gema. Para composição química foi avaliada proteína bruta, lipídios totais, sólidos totais, cinzas, e umidade tanto do albúmen quanto da gema. As propriedades funcionais estudadas foram volume de espuma formado e drenado, volume de óleo gasto para formar emulsão, início da desestabilização da emulsão e colorimetria de gema. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey (5%) e, quando necessário, realizada análise de regressão polinomial utilizando o programa R 3.2.7 (2013). Ovos refrigerados mantiveram boa qualidade durante os 28 dias do experimento, enquanto ovos mantidos sob condição ambiente apresentaram qualidade inferior aos sete dias. Em relação aos ovos frescos o IG de ovos refrigerados sofreu aumento aos sete dias. O tempo de estocagem diminuiu os valores UH sendo observados piores valores para ovos mantidos no ambiente. O peso do ovo foi maior, e o pH do albúmen e gema de ovos refrigerados manteve valores inferiores aos observados em ovos mantidos sob condição ambiente. Independentemente da temperatura de estocagem, o teor de sólidos totais diminuiu na gema e se elevou no albúmen com o aumento do período de armazenagem. Houve perda de umidade do albúmen em função do período de estocagem sendo maior para ovos mantidos no ambiente. Houve diminuição no volume de espuma formado em função do tempo de estocagem. Independentemente do período de estocagem o volume de líquido drenado e o volume de óleo gasto para formar emulsão foi menor para ovos refrigerados. Ovos mantidos em ambiente aumentam linearmente o volume de líquido drenado em função do tempo de estocagem. O volume de óleo gasto para formar emulsão responde de forma contrária em função do período, com aumento do volume em ovos mantidos no ambiente e diminuição em ovos refrigerados. Ovos refrigerados apresentaram gemas mais escuras e com coloração mais intensa. A estocagem sob refrigeração foi capaz de preservar a qualidade dos ovos por um período de tempo superior, garantindo e melhorando também algumas propriedades funcionais.

Palavras-chave: Armazenagem, emulsão, formação de espuma, qualidade, sólidos totais.

### **CHAPTER 3. PHYSICAL AND CHEMICAL MODIFICATIONS AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF BROWN EGGS AS A FUNCTION OF TIME AND STORAGE CONDITIONS**

#### **Abstract**

The experiment was conducted to evaluate the quality changes, chemical composition and functional properties of eggs from Hisex Brown laying hens at 30 weeks of age as a function of time and storage conditions. We used 240 eggs weighing between 55 and 65g, 120 being stored under ambient conditions and 120 under refrigeration for 28 days. We used a completely randomized design with 10 treatments in a 2x5 factorial scheme (two temperatures and five storage periods), six replicates of four eggs per experimental unit. The variables studied to assess the quality were egg, albumen, yolk and shell weight, yolk index, Haugh Unit, albumen, yolk and shell percentage and, albumen and yolk pH. For chemical composition we evaluated crude protein, total lipids, total solids, ash, and moisture for both albumen and egg yolk. Functional properties studied were formed and drained volume of the foam, volume of oil used to form the emulsion, early destabilization of the emulsion and yolk colorimetry. Eggs stored under refrigeration maintained good quality of the yolk index and UH during the 28 days of the experiment while eggs stored under ambient condition showed lower quality at seven days of storage. Regarding fresh refrigerated eggs, the yolk index increased at seven days. The storage period influenced negatively the UH values, with the worst values being observed for eggs stored under ambient conditions. Refrigerated eggs suffered less weight loss compared to eggs stored under ambient condition. The pH of the albumen and yolk of chilled eggs remained lower than those observed in eggs stored under ambient conditions. The total solids content decreased in the yolk and increased in albumen with the increase in the storage time. There was loss of moisture of the albumen during storage being higher for eggs stored under ambient condition. There was a decrease in the volume of foam formed after 21days. Regardless of the storage period, the volume of drained liquid and the volume of oil used to form the emulsion were lower for refrigerated eggs. Cold eggs showed darker and more intense egg yolk color. Storage under refrigeration was able to preserve the quality of the eggs for a longer period of time, ensuring and also improving some functional properties.

**Keywords:** Egg white, egg yolk, foaming, emulsifying properties, storage, total solids

### 3.1. INTRODUÇÃO

O ovo é um alimento perecível e pode perder sua qualidade rapidamente durante o período compreendido entre a estocagem e o consumo se não for adequadamente conservado. Imediatamente após a oviposição caso não sejam tomadas medidas adequadas para sua conservação, o ovo começa a perder qualidade interna. A perda de qualidade ocorre de forma contínua e pode ser agravada pelas condições do ambiente de estocagem tais como, temperatura e umidade e também pelo tempo em que permanecem estocados (HUYGHEBAERT, 2006; BARBOSA et al., 2008).

Os efeitos do clima tropical, temperatura e umidade relativa do ar são fatores importantes que interferem na qualidade dos ovos durante a estocagem, sendo que em locais em que a temperatura ambiente é alta e os ovos não são refrigerados, eles devem ser consumidos em até uma semana após a postura (LEANDRO et al., 2005). A refrigeração é capaz de prolongar o tempo de validade dos ovos em até 25 dias após a postura, mantendo a qualidade interna apropriada para o consumo (LOPES et al., 2012).

A estocagem pode causar modificações no teor de umidade e dióxido de carbono e aumento do pH do albúmen (DECUYPERE et al., 2001). Quando os ovos são armazenados por longos períodos pode ocorrer redução da massa, devido à perda de água através da casca e a descentralização da gema, com consequente redução da unidade de Haugh (CHERIAN et al., 1990). Com o tempo de estocagem do ovo o valor de pH do albúmen aumenta. Em pH entre 9,3 e 9,6 ou seja, próximo ao ponto isoelétrico da lisozima, o complexo lisozima-ovomucina sofre completa dissociação, com isso o albúmen torna-se líquido e, portanto, a qualidade dos ovos é reduzida (ROBINSON & MONSEY, 1972; GONZALES & BLAS, 1991; GUTIERREZ et al., 1996; ABDEL-NOUR, 2008).

Em todo o mundo, a produção de ovos de boa qualidade é fundamental para a viabilidade econômica da indústria (AHMADI & RAHIMI, 2011). Além do consumo direto, o ovo é matéria-prima para grande variedade de produtos altamente consumidos no Brasil, como massas alimentícias, bolos, biscoitos e outros produtos de panificação e doces em geral (SILVA et al., 2010).

Durante o armazenamento podem ocorrer alterações nas características físicas, químicas e funcionais das proteínas do ovo (ALLEONI & ANTUNES, 2001) prejudicando sua utilização industrial. O armazenamento adequado dos ovos é essencial para preservar suas características de qualidade para que possam ser utilizados pelas indústrias alimentícias. Condições inadequadas de armazenamento podem reduzir a qualidade dos ovos dentro de poucos dias (TAUB & SINGH, 1997).

Delineou-se este experimento para avaliar as modificações ocorridas nas características físico-químicas, propriedades funcionais do ovo e seus constituintes em função do tempo e temperatura de armazenagem visando a possibilidade de fornecer a indústria, ovos que, mesmo após certo período de armazenagem, ainda apresentem boa qualidade permitindo sua utilização industrial.

### **3.2. MATERIAL E METODOS**

O experimento foi conduzido no período compreendido entre junho e julho de 2013. Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, com duas temperaturas de armazenagem (ambiente e refrigeração) e cinco períodos de estocagem (1, 7, 14, 21 e 28 dias). Foram utilizadas seis repetições por tratamento e quatro ovos por unidade experimental.

Foram utilizados neste estudo 718 ovos fornecidos pela Granja Josidith localizada em Bela Vista de Goiás-GO, obtidos de poedeiras comerciais da linhagem Hisex Brown com 30 semanas de idade, coletados diretamente no próprio galpão no período da manhã. Depois de acondicionados em bandejas de polpa de celulose com capacidade para 36 ovos e empilhados com altura máxima de cinco cartelas dentro de caixas plásticas, foram transportados por um tempo de aproximadamente uma hora, sob condições de temperatura ambiente até o laboratório de análises de solos no Câmpus Urutaí do Instituto Federal Goiano. Após a seleção com finalidade de padronização, foram selecionados 240 ovos com peso médio variando entre 55 a 65g, que foram distribuídos entre os 10 tratamentos (5 períodos de estocagem e 2 temperaturas) e armazenados em

geladeira doméstica e em condição ambiente. Os ovos do tratamento 1 (ovos frescos) foram imediatamente analisados.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram aferidas diariamente e obtidas as médias semanais (Tabela 1).

As análises foram efetuadas nos 5 períodos (ovos frescos e aos sete, 14, 21 e 28 dias). Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos utilizando-se um termo-higrômetro digital de máxima e mínima, fixado permanentemente em cada ambiente do experimento. A leitura dos termômetros foi realizada sempre às 13h da tarde.

Tabela 1- Médias de temperatura e umidade relativa do ar nos ambientes de estocagem.

Semanas	Temperatura (°C)		UR (%)	
	Ambiente	Refrigerado	Ambiente	Refrigerado
7	23,0	11,8	62,2	66,9
14	22,8	11,6	56,1	73,8
21	21,6	11,6	53,4	74,5
28	21,8	11,5	55,4	74,3

UR= umidade relativa do ar

A cada dia de análise, uma amostra composta por quatro ovos por unidade experimental foi utilizada. A determinação do peso do ovo, peso de gema, peso de albúmen e peso de casca, foi realizada com auxílio de balança semi-analítica com precisão de 0,01 g.

A partir das mesmas amostras, a altura e diâmetro de gema e altura de albúmen, foram medidas utilizando-se micrômetro analógico modelo AMES S-6428 e paquímetro digital, respectivamente.

O índice de gema foi avaliado utilizando as medidas de altura da gema (AG) e diâmetro da gema (DG), sendo que a relação entre os dois parâmetros forneceu o índice gema,  $IG = AG/DG$ .

A unidade Haugh foi calculada por meio da expressão  $UH = 100 \times \log(h - 1,7P^{0,37} + 7,6)$ , sendo: UH= unidade Haugh; h= altura de albúmen denso (mm) e P= peso do ovo (g).

Para determinação da porcentagem de albúmen, gema e casca, após os ovos serem quebrados e seus constituintes separados, foram feitos os cálculos

tomando o peso de cada componente em relação ao peso do ovo inteiro por meio da seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Valor do peso do componente do ovo}}{\text{Valor do peso do ovo no respectivo dia de análise}} \times 100.$$

O pH de gema e albúmen foi aferido calibrando o potenciômetro da marca Tecnopon modelo MPA210 com as soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 e em seguida, o eletrodo foi mergulhado em béquer de 100 mL contendo as amostras e realizada a leitura de acordo com a metodologia descrita pelo IAL, (2008).

Para determinação da proteína bruta de gema e albúmen, foi determinado o teor de nitrogênio total pelo método de Kjeldahl modificado (IAL, 2008), multiplicando-se este pelo fator de correção 6,25, devido às proteínas dos alimentos conterem em média 16% de nitrogênio (LANA, 2005).

A quantificação dos lipídios totais foi feita de acordo com o método Bligh e Dyer (BLIGH & DYER, 1959) uma vez que o rendimento em lipídios totais obtido por essa técnica pode ser 15 a 30% superior ao obtido em outros métodos.

Para determinação de sólidos totais as amostras de gema e de albúmen foram secas em estufa a 105°C por 24 horas, resfriadas em dessecador por uma hora e depois pesadas seguindo a metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002).

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem das amostras em estufa a 105°C até peso constante (IAL, 2008).

O teor de cinzas foi determinado após completa carbonização da amostra por incineração em mufla marca Jung modelo J200 a 550°C até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada (IAL, 2008).

Para medir o volume de espuma formado e a estabilidade da espuma utilizou-se o método de BAPTISTA (2002) modificado, em que as claras separadas foram homogeneizadas com auxílio de um bastão de vidro, sendo a seguir retirada uma alíquota de 100 mL e transferidos para bequer de 1000 mL, previamente graduado com auxílio de uma proveta graduada de 1000 mL. A amostra foi batida por 60 segundos na velocidade máxima em batedeira doméstica da marca Walita®, até atingir o chamado “ponto de suspiro” (tempo

determinado no primeiro dia do experimento). O volume de espuma formado foi medido imediatamente e a espuma transferida para um funil sobreposto a uma proveta graduada, o volume drenado de espuma foi aferido após 60 minutos marcados em um cronômetro de acordo com técnica descrita por PARDI (1977) e BARBIRATTO (2000).

Para determinação da capacidade de formação de emulsão, que é utilizado para a determinação do volume máximo de óleo emulsificado por uma dispersão de proteínas, foram medidos 100 mL de óleo de soja marca Soya® em proveta graduada e 100 g de gema previamente pesada e homogeneizada. As gemas foram transferidas para o copo de aço inox de um dispersor elétrico para solos - marca Hamilton Beach. A partir daí, foi lentamente adicionado o óleo ao copo contendo as gemas, sendo simultaneamente homogeneizados na rotação de 14.000 rpm (sem carga) até a formação da emulsão. A quantidade de óleo adicionado (mL) foi então registrada.

As emulsões formadas foram transferidas para placas de Petri e observadas a cada período de 30 minutos durante 3 horas para verificar a capacidade de manter a emulsão formada em temperatura ambiente, adaptação do experimento realizado por POMBO (2008).

A coloração da gema foi determinada através de medição objetiva com o auxílio de um colorímetro Hunter Lab modelo Colorquest II, operando no sistema CIE ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) sendo  $L^*$  (luminosidade), variando de 0 (preto) a 100 (branco),  $a^*$  (vermelho), intensidade da cor vermelha que varia de verde (-60) a vermelho (60) e  $b^*$  (amarelo), intensidade da cor amarela que varia de azul (-60) a amarelo (60). Efetuando-se a leitura em três diferentes pontos da superfície da gema, imediatamente após o ovo ser quebrado (BISCARO & CANNIATTI-BRAZACA, 2006). O colorímetro foi previamente calibrado em superfície branca e preta, de acordo com os padrões pré-estabelecidos por BIBLE & SINGHA (1997).

Os dados foram submetidos à ANOVA e aplicado o teste de Tukey (5%). Quando necessário, os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial. O programa estatístico utilizado foi o R 3.2.7, 2013.

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1. Parâmetros de qualidade

Observando os resultados de forma isolada, é possível verificar que houve um declínio significativo de efeito linear ( $P<0,05$ ) para peso dos ovos (Tabela 2). Ao comparar as médias para peso do ovo entre os dois ambientes, observa-se que houve diferença ( $P<0,05$ ) entre as médias indicando que em temperaturas elevadas a perda de peso dos ovos foi mais acentuada, pois, altas temperaturas predispõem à maior perda de umidade do albúmen através dos poros da casca. Este resultado corrobora o estudo de GARCIA et al. (2010), que ao avaliar a qualidade de ovos de poedeiras da linhagem Hisex Brown com idade de 26 e 55 semanas, observaram que em relação aos ovos frescos a perda de peso ocorrida em ovos armazenados sob condição ambiente foi mais rápida do que para os ovos mantidos sob refrigeração.

JUCÁ et al. (2011), também estudaram o efeito do tempo e condições de armazenamento sobre a qualidade de ovos de poedeiras Isa Brown produzidos em diferentes sistemas de criação e ambiência e observaram diferença sendo que apontaram a superioridade para o peso médio dos ovos mantidos sob refrigeração independentemente do sistema de criação.

Ao compararmos isoladamente as médias para peso de gema entre os dois ambientes, observa-se diferença ( $P<0,05$ ), as gemas de ovos refrigerados apresentaram média de peso maior (17,14g) do que a de ovos mantidos sob condição ambiente (16,69g).

Embora o esperado fosse que a média de peso das gemas dos ovos refrigerados fosse menor do que aquela encontrada para ovos mantidos sob condição ambiente, uma vez que a baixa temperatura retarda as reações que aceleram a perda de umidade através dos poros da casca e transferência de água para a gema, no presente experimento esta observação não se fez pertinente. Apesar do resultado atípico encontrado, não se pode afirmar que houve maior passagem de água para a gema, este resultado pode sim, ser causado pela variação existente no peso dos ovos avaliados influenciando também, o peso das gemas.

Tabela 2– Componentes e qualidade de ovos marrons, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e dias de estocagem

	Variável					
	Peso Ovo (g)	Peso Gema (g)	Peso Casca (g)	Peso Albúmen (g)	Ind. Gema	UH
Condição de estocagem						
Ambiente	61,33 b	16,69 b	6,19	38,45 b	0,33	43,77
Refrigerado	62,31 a	17,14 a	6,15	39,29 a	0,46	67,26
Dias de estocagem						
1	63,17 a	16,51 b	6,25 ab	40,45 a	0,43	72,97
7	62,35 ab	17,23 a	6,26 a	38,79 b	0,41	58,77
14	61,71 bc	17,26 a	6,13 ab	38,19 b	0,39	54,88
21	61,12 c	16,52 b	6,13 ab	38,63 b	0,38	42,83
28	60,75 c	17,07 ab	6,06 b	38,28 b	0,36	48,11
Valor de P						
Temperatura	<0,001	0,005	0,440	0,003	<0,001	<0,001
Dias	<0,001	0,002	0,022	<0,001	<0,001	<0,001
Temperatura xDias	0,327	0,199	0,388	0,220	<0,001	<0,001
CV(%)	3,32	7,41	5,58	5,54	6,20	17,95
	Variável					
	Albúmen (%)	Gema (%)	Casca (%)	pH Albúmen	pH Gema	
Condição de estocagem						
Ambiente	62,54	27,24	10,09 a	9,45a	6,49	
Refrigerado	63,02	27,53	9,88 b	9,20b	6,29	
Dias de estocagem						
1	64,07 a	26,15 b	9,90	9,32	6,19	
7	62,01 bc	27,63 a	10,06	9,16	6,17	
14	61,64 c	28,00 a	9,93	9,37	6,48	
21	63,16 ab	27,04ab	10,04	9,40	6,48	
28	63,01 ab	28,11 a	9,99	9,40	6,62	
Valor de P						
Temperatura	0,113	0,269	0,006	<0,001	<0,001	
Dias	<0,001	<0,001	0,661	0,195	<0,001	
Temperatura xDias	0,132	0,291	0,325	0,518	<0,001	
CV(%)	3,73	7,50	6,01	2,95	1,45	

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente teste de Tukey a 5%.

Peso do ovo:  $y = 63,0839 - 0,0887x$   $R^2=0,24$

Peso de casca:  $y = 6,2709 - 0,0073x$   $R^2= 0,14$

Peso de albúmen:  $y = 40,4744 - 0,2334x + 0,0058x^2$   $R^2= 0,11$  pto. de mínima aos 3 dias

% de albúmen:  $y = 63,9829 - 0,2671x + 0,0088x^2$   $R^2= 0,17$  pto. de mínima aos 3 dias

% de gema:  $y = 26,7131 + 0,0476x$   $R^2= 0,14$

O peso da casca foi influenciado pelos dias de estocagem com efeito linear negativo, discordando do que foi observado por SCOTT & SILVERSIDES

(2000) que relataram em seus estudos não haver efeito do tempo de armazenamento sobre o peso da casca.

O peso e porcentagem de albúmen apresentaram efeito quadrático ( $P<0,05$ ) com ponto de mínima aos três dias de estocagem evidenciando um declínio acentuado na primeira semana. Ao fazer a comparação entre as médias obtidas em cada temperatura ao longo do período de armazenagem, foi observado que o peso do albúmen dos ovos refrigerados se manteve mais elevado ( $P<0,05$ ), sendo de 39,29g, enquanto ovos mantidos em condição ambiente apresentaram peso médio de 38,45g. Este resultado confirma o que já foi dito por diversos autores (BELL, 1996; SAMLI et al., 2005; AKYUREK & OKUR, 2009; JIN et al., 2011) que afirmam que a refrigeração atua retardando as reações físico-químicas que degradam a estrutura proteica do albúmen denso levando a perda de  $\text{CO}_2$  e água do albúmen para o ambiente através da casca.

Houve aumento linear ( $P<0,05$ ), na porcentagem de gema de ovos no decorrer dos dias de estocagem independentemente da temperatura. Provavelmente devido à passagem de água do albúmen para a gema devido a diferença na pressão osmótica provocada pela perda de água do albúmen para o meio externo através dos poros da casca.

A temperatura de armazenamento influenciou a porcentagem de casca com maiores valores para ovos estocados em temperatura ambiente. Este aumento é na verdade um aumento relativo, provocado pela perda de umidade do albúmen levando a diminuição da porcentagem deste. Diversos autores observaram o mesmo efeito da temperatura de armazenamento sobre a porcentagem de casca (SCOTT & SILVERSIDES 2000; SILVERSIDES & SCOTT, 2001; POMBO 2008; GARCIA et al., 2010; SOUZA et al., 2012).

Houve diferença ( $P<0,05$ ) para o pH de albúmen com menores valores em ovos mantidos sob refrigeração, confirmado mais uma vez a qualidade superior dos ovos armazenados a baixas temperaturas. A velocidade das alterações que ocorrem no ovo ao longo do armazenamento está associada à temperatura de armazenamento e também com o movimento de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) através da casca. Estas reações envolvem o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), um dos componentes do sistema tampão do albúmen, o qual se dissocia formando água e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), que sob condição natural, se difundem

através da casca e se perdem no ambiente. ROMANOFF & ROMANOFF (1949); ORDÓNEZ (2005) e ABDEL-NOUR (2008) afirmaram que devido a essa liberação é que o pH do albúmen aumenta, provocando a dissociação química do complexo protéico.

Houve interação entre as temperaturas e os dias de estocagem para índice de gema, UH e pH de gema (Tabela 2).

No desdobramento da interação para pH de gema, índice de gema e Unidade Haugh (Tabela 3) houve aumento linear ( $P<0,05$ ) no pH de gema tanto em ovos armazenados sob condição ambiente quanto naqueles mantidos sob refrigeração. Ao comparar as médias obtidas nos dois ambientes, é possível verificar aumento médio de pH em ovos armazenados sob condição ambiente em todos os períodos de estocagem. Ovos recém-postos geralmente apresentam pH de gema em torno de 6,0 (GRISWOLD, 1972; LINDEN & LORIENT, 1999), semelhante ao que foi encontrado neste estudo (6,19), porém este valor aumenta gradativamente durante o armazenamento prolongado podendo chegar até 6,9.

Tabela 3– Desdobramento da interação do pH de gema, índice de gema e UH para ovos marrons submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento

Temperatura	Dias de estocagem				
	1	7	14	21	28
pH da Gema					
Ambiente <sup>1</sup>	6,19Ac	6,25Ac	6,55Ab	6,57Ab	6,87Aa
Refrigerado <sup>2</sup>	6,19Ab	6,09Bb	6,41Ba	6,40Ba	6,37Ba
Índice de Gema					
Ambiente <sup>3</sup>	0,43Aa	0,36Bb	0,31Bc	0,29Bd	0,26Be
Refrigerado <sup>4</sup>	0,43Ab	0,46Aa	0,47Aa	0,47Aa	0,46Aa
UH					
Ambiente <sup>5</sup>	72,97Aa	45,20Bb	43,36Bb	25,08Bc	32,22Bc
Refrigerado <sup>6</sup>	72,97Aa	72,34Aa	66,39Aab	60,58Ab	63,99Ab

Médias seguidas de letra minúscula diferem entre si na linha e maiúscula na coluna pelo teste de Tukey a 5%.

<sup>1</sup>pH da gema (ambiente):  $y = 6,1367 + 0,0246x$   $R^2 = 0,83$

<sup>2</sup>pH da gema (refrigerado):  $y = 6,1522 + 0,0098x$   $R^2 = 0,38$

<sup>3</sup>Índice de gema (ambiente):  $y = 0,4474 - 0,009x$   $R^2 = 0,87$

<sup>4</sup>I.G. (refrigerado):  $y = 0,4299 + 0,0052x - 0,001x^2$   $R^2 = 0,23$  pto. de máxima aos 17 dias

<sup>5</sup>UH (ambiente):  $y = 74,9946 - 4,0168x + 0,0877x^2$   $R^2 = 0,65$  pto. de mínima aos 22 dias

<sup>6</sup>UH (refrigerado):  $y = 75,3070 - 0,8927x + 0,0157x^2$   $R^2 = 0,18$  pto. de mínima aos 22 dias

Foi observado efeito linear negativo ( $P<0,05$ ) para índice de gema em ovos na condição ambiente e efeito quadrático para ovos refrigerados com ponto

de máxima aos 17 dias. Enquanto o índice de gema decresceu acentuadamente em ovos estocados em condição ambiente passando de 0,43 em ovos frescos para 0,26 em ovos com 28 dias de estocagem (Tabela 3). O IG de ovos mantidos sob refrigeração sofreu aumento aos sete dias de armazenagem (0,46) em relação ao primeiro dia de avaliação (0,43), provavelmente causado por um aumento na turgidez da gema após a refrigeração que influenciou positivamente o IG. As temperaturas de estocagem influenciaram o índice de gema com piores valores para os ovos armazenados no ambiente. Valores de índice de gema de ovos de galinha considerados normais de acordo com BARBOSA FILHO (2004) e SILVA (2004) variam de 0,3 a 0,5. TABIDI (2011) verificou que o valor médio para índice de gema de ovos armazenados sob condição ambiente após 15 dias de armazenagem foi de 0,29 enquanto para ovos mantidos sob refrigeração este índice foi de 0,39.

Segundo este indicador de qualidade, os ovos refrigerados deste experimento se mantiveram com índice de gema normal durante os 28 dias do estudo. O resultado observado, também pode ter sido influenciado pela maior resistência da membrana vitelina observada em ovos marrons (JONES et al., 2010). AKYUREK & OKUR (2009) afirmaram existir efeito claramente negativo do tempo e temperatura de estocagem sobre índice de gema, porém, apesar de permanecerem 28 dias armazenados a refrigeração no presente estudo mostrou ser capaz de retardar o decréscimo no índice de gema dos ovos. KIRUNDA & MCKEE (2000) constataram que os valores de resistência da membrana vitelina estão significativamente relacionados com o índice de gema e UH.

Houve decréscimo com modelo quadrático ( $P<0,05$ ) para valores de Unidade Haugh (UH) com o aumento do tempo de armazenagem para ovos armazenados sob condição ambiente e refrigerados. Observa-se que o declínio no valor médio para UH de ovos armazenados sob condição ambiente entre o primeiro e o sétimo dia foi maior do que o observado durante o restante do período de armazenagem o que pode ser confirmado através do modelo quadrático com ponto de mínima aos 22 dias. Em ovos mantidos sob refrigeração observa-se declínio gradativo para os valores médios de UH, obedecendo a uma equação quadrática também com ponto de mínima aos 22 dias. Os valores de UH se mantiveram maiores em todos os períodos de estocagem para os ovos

refrigerados. A exposição a temperaturas elevadas e a baixa umidade relativa a que os ovos armazenados sob condição ambiente foram submetidos, provavelmente, influenciou a perda nos valores de UH observada nos primeiros sete dias.

ALLEONI & ANTUNES (2001) observaram valores para Unidade Haugh de 60,63, ao final de 21 dias de armazenamento a 8°C, enquanto JONES & MUSGROVE (2005), analisando ovos armazenados a 4°C durante 10 semanas, encontraram valores de 67,43 para Unidade Haugh, ao final do período de armazenamento.

### **3.3.2. Composição química**

Foi observado isoladamente efeito quadrático ( $P<0,05$ ) para proteína bruta da gema com ponto de mínima aos 18 dias. Os dados de sólidos totais e umidade da gema responderam a um efeito quadrático com ponto de mínima e máxima aos 20 dias respectivamente. Houve efeito ( $P<0,05$ ) para porcentagem de cinzas na gema com menores valores observados aos 21 e 28 dias (Tabela 4).

A membrana vitelina confere características de qualidade física ao ovo, porém a medida que o ovo envelhece a força desta membrana diminui (FROMM, 1964; JONES & MUSGROVE, 2005; KEENER et al., 2006). Esta condição é responsável pela passagem de água do albúmen para a gema causando a diminuição na concentração de seus constituintes durante o período de armazenagem. Uma vez que o teor de umidade na gema é bem menor do que o encontrado no albúmen (em torno de 50% e 88%, respectivamente) a passagem de água deste para a gema, mesmo que em pequenas proporções foi capaz de provocar diferenças. Em função deste aumento no teor de umidade da gema, os teores de proteína bruta, sólidos totais e cinzas da gema sofreram diminuição ( $P<0,05$ ).

Houve interação ( $P<0,05$ ) para lipídios da gema e proteína bruta, umidade, cinzas e sólidos totais do albúmen (Tabela 4).

Tabela 4– Composição química de ovos marrons, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem.

	Variável				
	P.B. alb. (%)	P.B. gema (%)	Lip alb. (%)	Lip gema (%)	S.T. gema (%)
Condição de estocagem					
Ambiente Refrigerado	9,55	11,14	0,02	23,21	38,91
	8,56	11,31	0,02	23,03	39,59
Dias de estocagem					
1	8,97	13,29a	0,02ab	28,13	48,13a
7	8,70	10,83b	0,03a	22,09	35,43c
14	8,89	10,74b	0,02b	22,22	37,83b
21	8,54	10,25b	0,01b	22,33	36,92c
28	10,19	10,99b	0,02ab	20,85	35,12d
Valor de P					
Temperatura	<0,001	0,469	0,173	0,517	0,737
Dias	<0,001	<0,001	0,012	<0,001	<0,001
TemperaturaxDias	0,039	0,387	0,906	<0,001	0,365
CV (%)	9,25	7,74	73,23	4,71	3,87
	Variável				
	S.T. alb. (%)	Um. gema (%)	Um. alb. (%)	Cinzas alb. (%)	Cinzas gema (%)
Condição de estocagem					
Ambiente Refrigerado	13,16	61,24	86,84	0,89	0,95
	12,88	61,37	87,13	0,89	0,95
Dias de estocagem					
1	12,78	51,86c	87,21	0,91	0,96a
7	12,73	64,56ab	87,26	0,87	0,96a
14	12,91	62,17c	87,09	0,88	0,96a
21	13,21	63,07bc	86,79	0,89	0,94b
28	13,42	64,87a	86,57	0,88	0,94b
Valor de P					
Temperatura	0,013	0,737	0,013	0,226	0,539
Dias	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,01
TemperaturaxDias	0,001	0,365	<0,001	0,018	0,941
CV (%)	3,42	2,44	0,51	2,25	1,10

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey a5%.

Proteína Bruta Gema:  $y = 13,9893 - 0,3498x + 0,0095x^2$   $R^2=0,56$  pto. de mínima aos 18 dias

Lipídio de albúmen: ns

Sólidos totais da gema:  $y = 47,0156 - 1,1769x + 0,0285x^2$   $R^2=0,63$  pto. de mínima aos 20 dias

Umidade da gema:  $y = 52,9844 + 1,1769x - 0,0285x^2$   $R^2=0,63$  pto. de máxima aos 20 dias

No desdobramento da interação (Tabela 5), foi verificado efeito linear positivo ( $P<0,05$ ) para proteína bruta do albúmen em ovos mantidos sob temperatura ambiente e efeito quadrático com ponto de mínima aos 14 dias para ovos refrigerados. A proteína bruta do albúmen de ovos mantidos em temperatura

ambiente aumentou em relação aos refrigerados a partir dos 14 dias mantendo essa diferença até o final do experimento.

Tabela 5– Desdobramento da interação da proteína do albúmen, lipídio da gema, umidade do albúmen, cinzas do albúmen e sólidos totais do albúmen para ovos marrons submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento.

Temperatura	Dias de estocagem				
	1	7	14	21	28
Proteína bruta do albúmen (%)					
Ambiente <sup>1</sup>	8,97Ab	8,83Ab	9,58Aab	9,44Ab	10,90Aa
Refrigerado <sup>2</sup>	8,97Aab	8,57Aab	8,19Bab	7,63Bb	9,48Ba
Lipídios totais da gema (%)					
Ambiente <sup>3</sup>	28,13Aa	23,39Ab	22,47Ab	21,67Bbc	20,43Bc
Refrigerado <sup>4</sup>	28,13Aa	20,79Bc	21,97Abc	23,00Ab	21,27Abc
Umidade do albúmen (%)					
Ambiente <sup>5</sup>	87,22Aab	87,74Aa	86,64Bbc	86,36Bc	86,25Bc
Refrigerado	87,22Aab	86,79Bb	87,54Aa	87,22Aab	86,90Ab
Cinzas do albúmen (%)					
Ambiente	0,91Aa	0,85Bc	0,88Abc	0,90Aab	0,88Aac
Refrigerado <sup>6</sup>	0,91Aa	0,89Aab	0,89Aab	0,88Aab	0,87Ab
Sólidos totais do albúmen (%)					
Ambiente <sup>7</sup>	12,78Abc	12,26Ac	13,36Aab	13,64Aa	13,75Aa
Refrigerado	12,78Aab	13,21Aa	12,46Ab	12,78Aab	13,10Aab

Médias seguidas de letra minúscula diferem entre si na linha e maiúscula na coluna pelo teste de Tukey a 5%.

<sup>1</sup>Proteína bruta do albúmen (ambiente):  $y = 8,6022 + 0,0665x R^2 = 0,43$

<sup>2</sup>PB do albúmen (refrigerado):  $y = 9,3620 - 0,2003x + 0,0070x^2 R^2 = 0,24$  pto. mínima 14 dias

<sup>3</sup>Lipídios de gema (ambiente):  $y = 28,1074 - 0,5847x + 0,0116x^2 R^2 = 0,8$  pto. mínima 25 dias

<sup>4</sup>L.T. de gema (refrigerado):  $y = 27,3288 - 0,6514x + 0,0168x^2 R^2 = 0,50$  pto. mínima aos 19 dias

<sup>5</sup>Umidade do albúmen (ambiente):  $y = 87,5401 - 0,0494x R^2 = 0,55$

<sup>6</sup>Cinzas do albúmen (refrigerado):  $y = 0,9092 - 0,011x R^2 = 0,20$

<sup>7</sup>S.T. do albúmen (ambiente):  $y = 12,4599 + 0,0494x R^2 = 0,55$

Os dados de lipídios de gema seguem uma equação quadrática ( $P < 0,05$ ) em ambas as temperaturas de estocagem com ponto de mínima aos 25 dias para condição ambiente e 19 dias sob refrigeração, sendo que houve diferença aos 21 e 28 dias com menores valores para os ovos mantidos sob condição ambiente.

Os valores de umidade e cinzas do albúmen diminuíram linearmente ( $P < 0,05$ ) em ovos mantidos sob condição ambiente e sob refrigeração respectivamente, com menores valores de umidade em ovos mantidos sob condição ambiente a partir dos 14 dias de estocagem.

Para sólidos totais do albúmen foi observado um aumento linear ( $P<0,05$ ) para os ovos mantidos sob condição ambiente. O aumento na temperatura e o armazenamento prolongado provocam uma rápida diminuição da qualidade interna. OLIVEIRA et al. (2009) observaram que em temperaturas acima de 15,5°C, ocorre a transformação do albúmen denso em albúmen líquido, esta alteração envolve o ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), um componente do sistema tampão do albúmen, que é dissociado em água e dióxido de carbono ( $CO_2$ ). De acordo com BRAKE et al. (1997) esta dissociação permite a perda destes componentes através dos poros da casca levando a alcalinização do ovo. As observações feitas pelos autores acima corroboram a concentração dos componentes do albúmen em função da perda de água sofrida por este ao longo do período de armazenagem.

### 3.3.3. Propriedades funcionais

Avaliando isoladamente foi observado efeito linear negativo para volume de espuma formado (Tabela 6).

Tabela 6– Propriedades funcionais de ovos marrons, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem.

	Volume de espuma (mL)	Volume líquido drenado (mL)	Volume de óleo gasto (mL)
Condição de estocagem			
Ambiente	500	52,80	47,68
Refrigerado	486	34,52	40,64
Dias de Estocagem			
1	520 a	36,2	43,4
7	525 a	41,6	44,3
14	480 ab	43,2	46,3
21	485 ab	45,4	42,6
28	455 b	53,1	44,2
Valor de P			
Temperatura	0,269	<0,001	<0,001
Dias	0,004	<0,001	<0,001
TemperaturaxDias	0,610	<0,001	<0,001
CV (%)	8,96	11,44	2,79

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey a5%.

Volume de espuma formado:  $y= 544,0000 - 17,0000x$   $R^2=0,24$

O complexo lisozima-ovomucina contribui para a natureza viscosa do albúmen denso e durante o período de armazenagem dos ovos a elevação do pH provoca a dissociação deste complexo causando sua liquefação. Este complexo é importante para a formação e estabilização da espuma.

De acordo com DAMODARAM et al. (2010) a lisozima possui baixa espumabilidade porém elevada capacidade de estabilizar a espuma formada e NAKAMURA (1963) afirmou que a ovomucina apresenta elevada capacidade para formar espuma, o que corrobora os resultados deste estudo.

Houve interação para volume de líquido drenado e volume de óleo gasto (Tabela 6).

No desdobramento da interação (Tabela 7), foi observado efeito linear positivo ( $P<0,05$ ) para volume drenado em ovos mantidos sob condição ambiente, porém, sob refrigeração ao fazer o desdobramento, não houve regressão e o teste de médias não foi significativo.

Tabela 7– Desdobramento da interação do volume de líquido drenado e volume de óleo gasto para ovos marrons submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento

Temperatura	Dias de estocagem				
	1	7	14	21	28
Volume de líquido drenado (mL)					
Ambiente <sup>1</sup>	36,2Ac	50,8Ab	53,8Ab	58,0Aab	65,2Aa
Refrigerado	36,2Aa	32,4Ba	32,6Ba	32,8Ba	32,0Ba
Volume de óleo gasto (mL)					
Ambiente <sup>2</sup>	43,4Ab	45,0Ab	49,6Aa	51,0Aa	49,4Aa
Refrigerado <sup>3</sup>	43,4Aa	43,6Aa	43,0Ba	34,2Bc	39,0Bb

Médias seguidas de letra minúscula diferem na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

<sup>1</sup>Vol. líquido drenado (ambiente)  $y= 39,3057 + 0,9503x$   $R^2= 0,70$

<sup>2</sup>Vol. de óleo gasto (ambiente)  $y= 43,9453 + 0,2630x$   $R^2= 0,67$

<sup>3</sup>Vol. de óleo gasto (refrigerado)  $y= 44,4643 - 0,2693x$   $R^2= 0,46$

A quantidade de líquido drenado diminuiu a partir dos sete dias para os ovos mantidos sob refrigeração. A temperatura elevada e o longo período de estocagem afetaram diretamente a estabilidade da espuma formada em consequência da desnaturação da ovalbumina presente no albúmen denso corroborando o que foi observado por STADELMAN & COTTERILL (1995).

Com o aumento do período de armazenagem dos ovos ocorre a conversão da ovalbumina em S-ovalbumina. De acordo com KATO et al. (1986) e DAMODARAM et al. (2010) embora possuam a mesma composição em aminoácidos a S-ovalbumina possui menor capacidade para estabilizar a espuma formada resultante da sua menor flexibilidade sendo este um fator que influencia negativamente na capacidade de formação e estabilização da espuma por esta proteína. O armazenamento à temperatura ambiente também leva a liquefação irreversível da estrutura do gel do albúmen denso resultando na diminuição de sua viscosidade corroborando os resultados observados por GOSSETT et al. (1983) e CARDINAELS et al. (2013).

ALEONI & ANTUNES (2004), avaliaram a estabilidade da espuma e o conteúdo de S-ovalbumina em ovos revestidos com concentrado proteico de soro de leite e verificaram que ovos revestidos apresentaram durante o período de armazenamento menor teor de S-ovalbumina, pH do albúmen e volume de líquido drenado e consequentemente maior estabilidade da espuma. O revestimento neste caso funcionou da mesma forma que a refrigeração retardando a perda de CO<sub>2</sub> através dos poros da casca, evitando assim alterações no pH do albúmen que afetariam a estabilidade da espuma.

O volume de óleo gasto para formação da emulsão a partir de gemas mantidas sob condição ambiente apresentou aumento linear significativo ( $P<0,05$ ). As emulsões feitas a partir de ovos refrigerados, ao contrário, apresentaram efeito linear negativo ( $P<0,05$ ), somente a partir de 21 dias de estocagem observa-se decréscimo no volume de óleo necessário para a formação da emulsão. O pH das gemas de ovos mantidos sob condições de refrigeração apresentaram valores mais próximos a 6 durante o período de armazenamento variando de 6,19 em ovos frescos a 6,37 em ovos com 28 dias (Tabela 3). Esta pode ser a razão para que o volume de óleo gasto tenha sido menor concordando com o que foi observado por ANTON & GANDEMÉR (1999) que demonstraram que a gema apresentava as melhores propriedades emulsificantes em pH 6.

A temperatura de refrigeração provavelmente foi outro fator que influenciou no menor volume de óleo gasto na formação da emulsão. Como a tensão superficial e a viscosidade são dependentes da temperatura, e ambas

diminuem com o aumento desta, o aumento da temperatura dos líquidos, pode facilitar a formação da emulsão. No entanto de acordo com PEIXOTO (1995) e BRENNAN (2006) para qualquer sistema, haverá um limite superior de temperatura dependendo da sensibilidade ao calor dos componentes. A faixa de temperatura ótima para formação da emulsão para maioneses e molhos de salada varia de sete a 10°C.

Foi possível observar que houve diferença ( $P<0,05$ ) entre as médias obtidas nos dois ambientes para o volume de óleo gasto para formar emulsão. O volume de óleo necessário para gemas de ovos refrigerados foi significativamente menor. Este resultado corrobora a conclusão de que os valores mais baixos de pH e a temperatura de refrigeração favoreceram a formação de uma emulsão estável com menor gasto de óleo. Não houve desestabilização da emulsão nas condições de tempo e temperatura estudados.

Avaliando isoladamente foi observado efeito quadrático para os valores colorimétricos de  $a^*$  e  $b^*$  (Tabela 8) com ponto de máxima aos 19 dias para ambas as variáveis.

Tabela 8– Valores para coloração da gema em ovos marrons, armazenados em diferentes temperaturas de conservação e cinco períodos de estocagem.

Variável	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Condição de estocagem			
Ambiente	47,41	6,65 b	31,80
Refrigerado	41,91	7,76 a	32,46
Dias de estocagem			
1	48,33	6,02 b	28,97 c
7	44,87	7,15 a	30,58 bc
14	44,65	7,91 a	35,38 a
21	43,24	7,32 a	32,58 ab
28	42,21	7,61 a	33,15 ab
Valor de P			
Temperatura	<0,001	<0,001	0,334
Dias	<0,001	<0,001	<0,001
TemperaturaxDias	<0,001	0,091	0,926
CV(%)	4,09	12,25	8,21

Médias de tratamentos seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey a5%.

Componente  $a^*$ :  $y= 5,9506 + 0,1886x - 0,0048x^2$   $R^2=0,23$  pto. de máxima aos 19 dias

Componente  $b^*$ :  $y= 28,1215 + 0,6153x + 0,0161x^2$   $R^2= 0,32$  pto. de máxima aos 19 dias

A temperatura de estocagem influenciou os valores de  $a^*$  com maiores valores para os ovos mantidos sob refrigeração. Durante o período de armazenamento, os componentes  $a^*$  e  $b^*$  aumentaram intensificando a cor vermelha e amarela das gemas.

Houve interação entre os dados para o valor colorimétrico de  $L^*$  (Tabela 8).

No desdobramento da interação (Tabela 9) foi observado efeito quadrático ( $P<0,05$ ) para o valor colorimétrico de  $L^*$  em ovos mantidos sob refrigeração, com ponto de máxima aos 20 dias, levando ao escurecimento das gemas com o aumento do período de armazenamento. Avaliando em coluna os ovos mantidos em temperatura ambiente obtiveram maiores valores de  $L^*$  em todos os períodos estudados evidenciando que ovos mantidos sob refrigeração apresentam gemas mais escuras.

A diminuição da luminosidade ( $L^*$ ) e aumento da intensidade de cor vermelha ( $a^*$ ) dos ovos refrigerados em relação aos ovos armazenados em condições ambientes provavelmente seja consequência da maior viscosidade apresentada pelas gemas dos ovos mantidos sob refrigeração causando a concentração dos pigmentos em função da menor absorção de água do albúmen ocorrida nestes ovos.

Tabela 9– Desdobramento da interação do valor de  $L^*$  para ovos marrons submetidos a duas temperaturas de estocagem e cinco períodos de armazenamento.

Temperatura	Dias de estocagem				
	1	7	14	21	28
Ambiente	48,33Aa	46,84Aa	46,18Aa	48,40Aa	47,29Aa
Refrigerado <sup>1</sup>	48,33Aa	42,89Bb	38,24Bc	40,90Bbc	39,20Bc

Médias seguidas de letra minúscula diferem na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

<sup>1</sup>Componente  $L^*$  (refrigerado):  $y = 48,8899 - 0,9900x + 0,0241x^2$   $R^2=0,70$  pto. mínima 20 dias

YADGARY et al. (2010) e SAUVEUR (1993) afirmaram que ovos de poedeiras armazenados durante certo período podem sofrer alteração na sua coloração em função da passagem de proteínas do albúmen para a gema.

PEREIRA (2009) não observou alteração nos componentes L\* e a\* da cor durante o armazenamento a 4°C por um período de 60 dias diferindo dos resultados observados no presente trabalho, enquanto VIDAL (2009) observou que gemas de ovos crus armazenados a 4°C por 60 dias apresentaram diminuição significativa ( $P<0,01$ ) para o componente L\* da cor e aumento significativo ( $P<0,05$ ) na intensidade da cor vermelha (+a\*) e da cor amarela (+b\*) corroborando os presentes resultados. SANTOS et al. (2009) também verificaram que as gemas dos ovos mantidos sob condição ambiente, durante 7, 14 e 21 dias, revelaram menor índice de coloração quando comparados aos ovos mantidos sob refrigeração.

### **3.4. CONCLUSÃO**

Ovos marrons mantidos sob refrigeração apresentaram menor perda com relação às características que lhe conferem uso tecnológico (índice de gema, UH, porcentagem de sólidos totais, pH, e propriedades funcionais). O aumento do período de estocagem dos ovos, independente da temperatura de conservação, ocasiona perda de qualidade, no entanto, ovos refrigerados permaneceram aptos para processamento durante os 28 dias do estudo.

### 3.5. Referências

1. ABDEL-NOUR, N. **Chicken egg quality assessment from visible/near infrared observations.** 2008. 80p. (Master of Science) Department of Bioresource Engineering McGill University Montreal, Quebec, Canada. 2008.
2. AKYUREK, H.; OKUR, A.A. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.8, n.10, p.1953-1958, 2009.
3. ALLEONI, A.A.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, v.58, n.4, p.681-685, 2001.
4. ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Albumen foam stability and S-ovalbumin contents in eggs coated with whey protein concentrate. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.6, n.2, p.105-110, Apr-Jun 2004.
5. ANTON, M.; GANDEMER, G. Effect of pH on interface composition and on quality of oil-in-water emulsions made with hen egg yolk. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v.12, n.3, p.351–358, Jan., 1999.
6. BAPTISTA, R.F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (*Coturnix coturnix japonica*) em função da variação da temperatura de armazenamento.** 2002. 99p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária - área de concentração em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Niterói – RJ. 2002.
7. BARBIRATTO, S.B. **Influência da temperatura e da embalagem em atmosfera modificada na qualidade interna dos ovos de consumo.** Niterói. 2000. 76f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária - área de concentração em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) - Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Niterói – RJ. 2000.
8. BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens.** 2004. 123p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração em Física do Ambiente Agrícola) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2004.
9. BELL, D. The effect of temperature and storage time on weight loss of table eggs. PIP Progress in poultry: “Through research”. **University of California – Cooperative Extension**, n.39, p.2-8, April, 1996.
10. BIBLE, B.B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. **Hortscience**, Connecticut. v.28, n.10, October, p.992-993, 1997.
11. BISCARO, L.M.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Cor, betacaroteno e colesterol em gema de ovos obtidos de poedeiras que receberam

- diferentes dietas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.30, n.6, p.1130-1134, nov./dez., 2006.
12. BLIGH, E.D.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa. v.37, n.8, p.911-917, 1959.
13. BRAKE, J.; WALSH, T.J.C.; BENTON Jr., E.; PETITTE, J.N.; MEIJERHOF, R; PEÑALVA, G. Egg handling and storage. **Poultry Science**, v.76, n.1, p.144-151, 1997.
14. BRENNAN, J.G. **Food Processing Handbook**. Weinheim. Alemanha. Wiley VHC Verlag GmbH & Co. 2006. 602p.
15. CARDINAELS, R.; VAN DE VELDE, J.; MATHUES, W.; VAN LIEDEKERKE, P.; MOLDENNAERS, P. **A rheological characterisation of liquid egg albumen**. In: FOOD SYMPOSIUM. 9-12 April, Leuven, Belgium, 2013.
16. CHERIAN, G.; LANGEVIN, C.; AJUYAL, A.; LIEN, K.; SIM, J.S. Research note: Effect of storage conditions and hard cooking on peelability and nutrient density of white and brown shelled eggs. **Poultry Science**, v.69, p.1614-1616, 1990.
17. DAMODARAN, S. Protein-Stabilized Foams and Emulsions. In: FOOD PROTEINS AND THEIR APPLICATIONS. Marcel Dekker Inc. 1997. 669p.
18. FROMM, D. Strength distribution, weight and some histological aspects of the vitelline membrane of the hen's egg yolk. **Poultry Science**, v.43, n.5, p.1240-1246, 1964.
19. GARCIA, E.R.M.; ORLANDI, C.C.B; OLIVEIRA, C.A.L.; CRUZ, F.K.; 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**, v.11, n.2, p. 505-518, 2010.
20. GONZALES, M.G.; BLAS, B.C. **Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras**. Madrid: Mundi-Prensa. 1991. 263p.
21. GOSSETT, P.W.; RIZVI, S.S.H.; BAKER, R.C. Selected rheological properties of ph-adjusted or succinylated egg albumen. **Journal of Food Science**, v.48, n.5, p.1395-1399, Sept., 1983.
22. GRISWOLD, R.M. **Estudos Experimentais dos Alimentos**. São Paulo. EDUSP. Edgard Blücher. 1972. 469p.
23. GUTIERREZ, M.A., TAKAHASHI, H., JUNEJA, L.R., Nutritive value of hen eggs. cap.3. In: HEN EGGS: THEIR BASIC AND APPLIED SCIENCE. CRC Press. Inc. 1996. 204p.
24. IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. IV edição. 1<sup>a</sup> Edição digital. São Paulo. IMESP. 2008. 1020p.

25. JIN, Y.H.; LEE, K.T.; LEE, W.I.; HAN, Y. K. Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.24, n.2, p.279-284, 2011.
26. JONES, D.R.; MUSGROVE, M.T. Effects of Extended Storage on Egg Quality Factors. **Poultry Science**, v.84, n.11, p.1774–1777, 2005.
27. JONES, D.R.; MUSGROVE, M.T.; ANDERSON, K.E; THESMAR, H.S. Physical quality and composition of retail shell eggs. **Poultry Science**, v.89, n.3, p.582–587, 2010.
28. JUCÁ, T. S.; GOMES, F.A.; Silva, L.A.; SILVA, R.P.M.; VALE, M.A.D. Efeito do tempo e condições de armazenamento sobre a qualidade interna de ovos de poedeiras *isabrown* produzidos em diferentes sistemas de criação e ambiência. **Enciclopédia Biosfera**. Centro científico conhecer - Goiânia, v.7, n.13; p. 446-460, 2011.
29. KATO, A.; FUJIMOTO, K.; MATSUDOMI, N.; KOBAYASHI, K. Protein flexibility and functional properties of heat-denatured ovalbumin and lysozyme. **Agricultural and Biological Chemistry**, v.50, n.2, p.417-420, 1986.
30. KEENER, K.M.; Mc AVY, K.C.; FOEGEDING, J.B.; CURTIS, P.A.; ANDERSON, K.E.; OSBORNE, J.A. Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. **Poultry Science**, v.85, n3, p.550-555, 2006.
31. KIRUNDA, D.F.K.; MCKEE, S.R. Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. **Poultry Science**, v.79, n.8, 1189-1193, 2000.
39. LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal**. 1ed. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 2005. 343p.
32. LINDEN, G.; LORIENT, D. **New Ingredients in Food Processing: Biochemistry and Agriculture**. Woodhead Publishing, Ltd. 1999. 367p.
33. NAKAMURA, R. Studies on the foaming property of the chicken egg white Part VI. Spread monolayer of the protein fraction of the chicken. **Agricultural and Biological Chemistry**, v.27, n.6, p.427-432, 1963.
34. OLIVEIRA, G.E.; FIGUEIREDO, T.C.; SOUZA, M.R.; OLIVEIRA, A.L.; CANÇADO, S.V.; GLORIA, M.B. Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. **Poultry Science**, v.88, n.11, p.2428-2434, 2009.
35. ORDÓÑEZ, J.A.; RODRIGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G.D.G.F.; PERALES, L.H.; CORTECERCO, M.D.S. **Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal**. vol.2. Porto Alegre. Artmed. 2005, 279p.
36. PARDI, H.S. **Influência da comercialização na qualidade de ovos de consumo**. 1977. 73f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária - Área de Concentração em Ciência, Higiene e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Niterói - RJ. 1977.

37. PEIXOTO, A.M. **Enciclopédia Agrícola brasileira: I-M.** v.4. EDUSP. 1995. 600p.
38. PEREIRA, A.L.F. **Efeito dos lipídios da ração sobre a qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras comerciais.** 2009. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE. 2009.
39. POMBO, C.R. **Influência do tratamento térmico e da temperatura de armazenamento nas características funcionais e qualidade interna de ovos inteiros.** 2008. 103p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária - área de concentração em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Niterói – RJ. 2008.
40. ROBINSON, D. S. MONSEY, J. B. Changes in the composition of ovomucin during liquefaction of thick egg white. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.23, n.1, p.29-38, 1972.
41. ROMANOFF, A.L.; ROMANOFF, A.J. **The avian egg.** New York: John Wiley & Sons, INC. 1949. 918p.
42. SAMLI, H.E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effect of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, n.3, p.548-553, 2005.
43. SANTOS, M.S.V.; ESPÍNDOLA, G.B.; LÔBO, R.N.B.; FREITAS, E.R.; GUERRA, J.L.L.; SANTOS, A.B.E. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v.29, n.3, p. 513-517, jul.-set. 2009.
44. SAUVEUR, B. **El huevo para consumo: bases productivas.** Traduzido por Carlos Buxadé Carbó. Barcelona: Ed. Mundi-Prensa. 1993. 401p.
45. SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, F.G. The Effect of Storage and Strain of Hen on Egg Quality. **Poultry Science**, v.79, n.12, p.1725–1729, 2000.
46. SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3ed. Viçosa. Imprensa Universitária (UFV). 2002. 235p.
47. SILVA, F.H.A. **Curso teórico prático sobre técnicas básicas de avaliação de qualidade do ovo.** Piracicaba. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz ESALQ – USP. Departamento de Zootecnia – FZEA. Junho, 2004. 32p.
48. SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v.80, n.8, p.1240-1245, 2001.
49. SOUZA, D.O.; PERIM, F.S.; MINAFRA, C.; MARTINEZ, K.L.A.; MANI, I.P. **Qualidade interna e externa de ovos de granja marrom e caipira de acordo com a condição e o tempo de armazenamento.** In: I CONGRESSO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CÂMPUS RIO VERDE DO IF GOIANO. 06 e 07 de novembro de 2012.
50. STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Egg Science and Technology.** 4 ed. New York: The Haworth Press, 1995. 591p.

51. TABIDI, M.H. Impact of storage period and quality on composition of table egg. **Advances in Environmental Biology**, v.5, n.5, p.856-861, 2011.
52. VIDAL, T.F. **Qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras alimentadas com farelo da castanha de caju.** 2009. 65p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE. 2009.
53. YADGARY, L.; CAHANER, A.; KEDAR, O.; UNI, Z. Yolk sac nutrient composition and fat uptake in late-term embryos in eggs from young and old broiler breeder hens. **Poultry Science**, v.89, n.11, p.2441-2452, Nov., 2010.

## CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ovo é um alimento saudável e de valor nutricional considerável, entretanto, deve chegar até os consumidores com a garantia de suas qualidades biológicas preservadas. A produção de ovos processados é uma alternativa que facilita o manuseio, transporte e armazenamento do ovoproduto, fornecendo um alimento seguro e de qualidade. O consumo de ovos e ovoprodutos têm aumentado consideravelmente nas últimas décadas em todo o mundo,

O uso do ovo é fundamental nas diversas preparações gastronômicas sendo utilizados, tanto pelo sabor que conferem às diversas preparações, como por suas propriedades físico-químicas de emulsificação, aeração, ligação e estabilização.

A produção e o consequente comércio dos derivados de ovo têm crescido rapidamente nos últimos anos. Esta evolução pode ser atribuída a vários fatores tais como aumento da demanda por parte da indústria de ovoprodutos; mudança progressiva dos hábitos de vida e de consumo, que conduzem a uma diminuição do tempo disponível para a elaboração e consumo de alimentos; aumento do volume de alimentos servidos por instituições e restaurantes; e por estabelecimentos de fast-food.

Uma grande variedade de indústrias necessita do ovo para elaborar seus produtos. No setor da alimentação humana além dos benefícios já conhecidos o ovo traz uma ampla gama de propriedades funcionais que são necessárias para os processos de fabricação de muitos alimentos.

A temperatura a que os ovos são mantidos durante o período de armazenamento possui forte influência sobre a qualidade interna destes. Quanto mais prolongado for este período sob temperatura ambiente, maiores serão os prejuízos. A refrigeração permite às indústrias processadoras de alimentos utilizarem ovos mais velhos que possuirão ainda boa qualidade, sem que haja prejuízo à qualidade dos produtos manufaturados. A utilização da refrigeração no armazenamento e na distribuição de ovos sem dúvida alguma resultaria em grande ganho para toda a cadeia.

Este trabalho objetivou avaliar as modificações ocorridas em ovos armazenados sob condição ambiente e refrigeração durante o período de 28 dias

em que foram mantidos estocados. Os resultados atestam que a refrigeração é capaz de manter a qualidade dos ovos brancos e marrons durante todo o período avaliado.

Quanto a alguns parâmetros de qualidade para ovos brancos e marrons (Unidade Haugh, índice de gema e pH), observou-se que a Unidade Haugh, que é a medida mais utilizada para avaliar o frescor dos ovos manteve em ovos refrigerados valores indicativos de boa qualidade durante todo o experimento. O índice de gema aumentou nos primeiros dias de estocagem sob refrigeração e estes valores foram mantidos durante todo o experimento. Apesar de ter ocorrido aumento no pH da gema e albúmen nos dois ambientes de estocagem este aumento sempre foi menor em ovos refrigerados. Em relação à composição química, a refrigeração retardou a perda de umidade do albúmen e consequente perda de peso do ovo.

Nas indústrias alimentícias as propriedades funcionais são importantes para a fabricação e manutenção da qualidade dos produtos elaborados. Neste trabalho observou-se que a refrigeração intensificou a cor das gemas, diminui o volume de óleo necessário para formar emulsões e diminuiu também o volume de líquido drenado a partir das espumas formadas permitindo, desta forma, a formação de espumas mais estáveis.

A manutenção da qualidade é, portanto, um desafio para todos os setores envolvidos no aproveitamento dos ovos. Apesar de ainda não haver no Brasil a obrigatoriedade para a refrigeração dos ovos durante o período de estocagem e comercialização, este é um tema que deve ser continuamente estudado e discutido a fim de que possam ser incluídas modificações na legislação vigente.