

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

**Dissertação**



**QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS COMERCIALIZADOS *IN NATURA* NA  
CIDADE DE PELOTAS E O EFEITO DA PIGMENTAÇÃO DA CASCA SOBRE O  
TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

**Guilherme Spezia Coutinho**

**Pelotas, 2015**

**Guilherme Spezia Coutinho**

**QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS COMERCIALIZADOS *IN NATURA* NA  
CIDADE DE PELOTAS E O EFEITO DA PIGMENTAÇÃO DA CASCA SOBRE O  
TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll (PPGZ-FAEM-UFPEL)

Co-orientador: Prof. Dr. Francisco Augusto Burkert Del Pino (PPGZ-FAEM-UFPEL)

**Pelotas, 2015**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação:  
Bibliotecária Daiane Schramm – CRB-10/1881**

C871q Coutinho, Guilherme Spezia

Qualidade de ovos de codornas comercializados *in natura* na cidade de Pelotas e o efeito da pigmentação da casca sobre o tempo de armazenamento. / Guilherme Spezia Coutinho; Orientador: Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll. – Pelotas, 2015.

89f.

Dissertação (Mestrado em produção animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas.

1. Zootecnia. 2. Coturnix coturnix japônica. 3. Pigmentação da casca.

**Guilherme Spezia Coutinho**

**QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS COMERCIALIZADOS *IN NATURA* NA  
CIDADE DE PELOTAS E O EFEITO DA PIGMENTAÇÃO DA CASCA SOBRE O  
TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

**Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção de Aves, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.**

**Data da defesa: 04 de maio de 2015.**

**Banca examinadora:**

---

**Profº Drº. Victor Fernando Büttow Roll (Orientador).**

**Doutor em Produção Animal pela Universidad de Zaragoza e Pós-doutorado em Produção Animal pela Universitat Autònoma de Barcelona**

---

**Profª. Drª. Débora Cristina Nichelle Lopes.**

**Doutora em Produção Animal pela Universidade Federal de Pelotas**

---

**Profº. Drº. Jerri Teixeira Zanusso**

**Doutor em Ciências Agrônômicas pelo Institut National Polytechnique de Toulouse**

---

**Drª. Médica Veterinária Juliana Klug Nunes**

**Doutora em Produção Animal pela Universidade Federal de Pelotas**

**PELOTAS – RIO GRANDE DO SUL – BRASIL**

**Maio de 2015**

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus por me dar saúde, determinação, coragem e persistência para atingir meus objetivos, independente dos problemas encontrados no caminho.

Aos meus pais, Tânia Maria Spezia Coutinho e Adriano Coutinho por me darem a educação, o ensino necessário e a oportunidade de poder estudar em uma boa Universidade, o que foi fundamental para minha construção como pessoa e profissional. Agradeço por estarem sempre presentes, independente da distância, me aconselhando e me apoiando sempre, mesmo com todas as dificuldades enfrentadas. Não existe espaço o suficiente que possa expressar a minha gratidão. Muito obrigado.

A minha irmã, Jordana Spezia Coutinho, pela amizade e ajuda nos momentos que precisava.

Aos meus orientadores Victor Fernando Büttow Roll e Francisco Augusto Burkert Del Pino pela amizade, confiança e por terem prestado o auxílio que necessitava durante os dois anos do mestrado, aconselhando e demonstrando profissionalismo que foi de extrema importância para tornar possível a execução deste trabalho.

Aos colaboradores Aline Arassiana Piccini Roll, Caroline Bavaresco, André Silveira da Silva e Edenilse Gospinger e aos funcionários do Departamento de Zootecnia Norma, Graziela, Ana, André e Seu Juca com quem tive grande prazer em conviver.

Agradeço ao CNPq pela concessão de uma bolsa de mestrado, que possibilitou minha manutenção no programa.

Agradeço minha namorada, Jacque Barcelos da Silva, que foi companheira, conselheira, amiga e que sempre foi compreensiva e motivadora. Há cada dia que passa agradeço por ter te conhecido.

## Resumo

COUTINHO, G. S. **Qualidade de ovos de codornas comercializados in natura na cidade de Pelotas e o efeito da pigmentação da casca sobre o tempo de armazenamento.** 2015. 90 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

O ovo de codorna é um alimento rico em nutrientes, fonte de vitaminas e proteínas e sua venda ocorre através de rede de supermercados normalmente sem o uso da refrigeração. Por outro lado, a casca do ovo tem a função de proteger a clara e a gema e dependendo da genética da ave pode apresentar maior ou menor porcentagem de manchas escuras. Existem evidências não comprovadas de que a pigmentação da casca do ovo tem influência sobre a sua qualidade durante o armazenamento. Para descrever a qualidade dos ovos vendidos na cidade de Pelotas e para comprovar a hipótese de que a pigmentação da casca tem influência sobre o tempo de prateleira foi realizado este estudo em duas etapas: 1ª) Amostragem de ovos de codornas vendidos em supermercados da cidade de Pelotas/RS. 2ª) Avaliação da influência da pigmentação da casca do ovo no tempo de conservação dos ovos através dos seguintes fatores de estudo: 1) controle negativo sem extração da pigmentação da casca do ovo, 2) controle positivo - rápida imersão dos ovos em solução de ácido acético sem retirar a pigmentação da casca e 3) extração da pigmentação da casca de ovos imersos em solução de ácido acético. Todos os fatores foram avaliados com 0, 10, 15, 21 e 25 dias de conservação. Para verificar a associação da pigmentação com a qualidade do ovo armazenada também foram comparados três métodos de classificação de pigmentação de casca dos ovos: método do escore, Determinador Digital de Áreas (DDA) de pigmentos e método da pesagem do pigmento em papel filtro. Na primeira etapa as variáveis de qualidade foram avaliadas por estatística descritiva e por ANOVA unifatorial. Na segunda etapa foi utilizada análise de regressão linear para determinar o efeito da pigmentação da casca e do tempo de armazenamento bem como a interação ente estes fatores. Também foi utilizada o método de Pearson para verificar a correlação entre os métodos de determinação da pigmentação. No período avaliado, os resultados do estudo demonstraram que existe uma oferta de ovos de codorna com qualidade apenas regular nos supermercados da cidade de Pelotas. Foi demonstrado que a qualidade do ovo foi reduzida pelo tempo de armazenamento sem que haja nenhuma associação significativa com o nível de pigmentação da casca.

**Palavras-chave:** *Coturnix coturnix japônica*. Pigmentação da casca. Qualidade de ovos.

## Abstract

COUTINHO, G. S. Quality of the quail's eggs commercialized *in natura* in Pelotas and the effect of the shell's pigmentation in the storage time. 2015. 90 p. Dissertation (Master Degree em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

The quail's egg is rich in nutrients, a source of vitamins and proteins and its trade-in usually happens through the supermarket networks without the use of refrigeration. On the other hand, the eggshell protects the albumen and the yolk and, according to the genetics of birds, it may affect the percentage of dark spots in the shell. There are evidences not yet proven about the influence of the pigmentation of the shell of the eggs on their quality during the storage period. In order to describe the quality of eggs sold in the municipality of Pelotas and to prove the hypothesis that the pigmentation of the shell has influences on their shelf time this study was conducted in two stages: 1<sup>st</sup>) the sampling of quail's eggs that were being sold in supermarkets of Pelotas, RS, Brazil; 2<sup>nd</sup>) the influence of eggshell's pigmentation in the eggs conservation time by the three following factors: 1) negative control, without extraction of the eggshell's pigmentation, 2) positive control, with a rapid immersion of the eggs in acetic acid solution not removing shell pigmentation, and 3) extraction of the shell's pigmentation of eggs immersed in acetic acid solution. All factors were evaluated at 0, 10, 15, 21 and 25 days of storage. In order to assess the association of the pigmentation with the quality of the stored eggs three eggshell's pigmentation classification methods were also compared: scoring method, "Digital Area Determiner" of pigments and the weighing of pigments in filter paper method. In the first stage, the quality variables were analyzed by descriptive statistics and by unifactorial ANOVA. In the second stage, the linear regression analysis was used to determine the effect of the eggs' pigmentation and of the storage time as well as the interaction between these factors. Pearson's method was also used to check the correlation between the three methods that were used to quantify the pigmentation. In the evaluated period, the results of the study showed that there is a supply of quails' eggs in the supermarkets of Pelotas qualified only as regular. It was shown that the quality of the eggs due to storage time was reduced, but with no significant association with the degree of the shell pigmentation.

**Key-words:** *Coturnix coturnix japonica*. Pigmentation of the shell. Quality of eggs.

## Lista de Figuras

- Figura 1 Imagens editadas em bitmap (direita) oriundas das fotos originais (esquerda) para determinação da área das manchas de pigmentos para a avaliação da pigmentação de casca pelo método DDA .....24
- Figura 2 Escala visual para a determinação do escore de pigmentação de ovos de codornas. ....29
- Figura 3 Quantificação da pigmentação do ovo retida no papel filtro após processo de imersão em ácido acético.....30
- Figura 4 Ovo de codorna imerso em solução ácida .....32
- Figura 5 Medição da altura de albúmen com uma régua específica. ....35
- Figura 6 Avaliação da cor da gema do ovo de codorna. ....36
- Figura 7 Avaliação do pH de gema e clara utilizando um pHmetro.....37
- Figura 8 Equação de regressão para estimar a Influência do tempo (min) de imersão de ovos em ácido acético com concentração de 6% sobre a redução do peso dos ovos (g). ....46
- Figura 9 Retirada incompleta de pigmentação da casca de ovo de codorna imerso em solução ácida por dez minutos na concentração de 6%. ....47
- Figura 10 Perda de pigmento da casca de ovo de codorna imerso em solução ácida por um período de 8 minutos de imersão em concentração de 12%.....49
- Figura 11 Equação de regressão para estimar a influência do tempo (min) de imersão de ovos em ácido acético com concentração de 12% sobre a perda do peso dos ovos (g). ....49
- Figura 12 Valores de altura de albúmen de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos .....52

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Figura 13 | Valores de Unidade Haugh (%) de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....                | 53 |
| Figura 14 | Valores de percentagem do peso dos ovos (%) de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos ..... | 54 |
| Figura 15 | Valores de peso da gema (g) de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....                 | 55 |
| Figura 16 | Valores de percentual de gema de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....               | 55 |
| Figura 17 | Valores do peso do albúmen (g) de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....              | 56 |
| Figura 18 | Valores do percentual de albúmen de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....            | 56 |
| Figura 19 | Valores do pH de albúmen de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....                    | 57 |
| Figura 20 | Valores do pH de gema de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....                       | 58 |
| Figura 21 | Valores de gravidade específica de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....             | 59 |
| Figura 22 | Valores da coloração da gema (valor L) de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....      | 60 |
| Figura 23 | Valores da coloração da gema (valor a*) de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....     | 61 |
| Figura 24 | Valores da coloração da gema (valor b*) de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....     | 61 |
| Figura 25 | Valores da percentagem de casca de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....             | 62 |
| Figura 26 | Valores da espessura da casca (mm) de ovos de codornas conservados <i>in natura</i> e submetidos aos três tratamentos .....          | 63 |

## Lista de Tabelas

- Tabela 1 Composição aproximada (%) das partes constituintes do ovo de codorna..15
- Tabela 2 Prazo de validade, data de compra e data de avaliação de ovos coletados em supermercados de Pelotas/RS em dezembro de 2014.....20
- Tabela 3 Composição centesimal da dieta fornecida para codornas japonesas no período de produção .....22
- Tabela 4 Valores de DDA de ovos coletados de 15 codornas durante seis dias diferentes para avaliação da consistência do padrão de pigmentação em medidas repetidas na mesma ave e entre diferentes aves. ....26
- Tabela 5 Médias das variáveis qualidade de ovos coletados em oito supermercados + testemunha .....41
- Tabela 6 Verificação da Influência do tempo de imersão de ovos de codornas (min.) em ácido acético com concentração de 6% por teste de comparação de médias.....45
- Tabela 7 Influência do tempo de imersão de ovos de codornas (minutos) em ácido acético com concentração de 12% por teste de comparação de médias....48
- Tabela 8 Médias das variáveis qualidade interna e externa de ovos submetidos a quatro diferentes tempos de imersão (min) em ácido acético com concentração de 12%.....50
- Tabela 9 Efeito da pigmentação da casca sobre a qualidade de ovos de codornas japonesas .....64

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabela 10 | Correlação linear entre os métodos de avaliação da pigmentação da casca dos ovos de codornas envolvendo todos os tratamentos. ....  | 65 |
| Tabela 11 | Correlação linear entre os métodos de avaliação da pigmentação da casca dos ovos de codornas envolvendo somente o tratamento 3..... | 65 |
| Tabela 12 | Correlação linear entre os valores DDA de ovos coletados de 15 codornas (seis ovos por codorna) .....                               | 66 |

## Sumário

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Introdução</b> .....   | 13 |
| <b>2. Revisão de literatura</b> .....  | 15 |
| 2.1. Componentes do ovo.....   | 15 |
| 2.2. Conservação dos ovos .....  | 16 |
| 2.3. Pigmentação da casca de ovos de codornas .....  | 17 |
| <b>3. Materiais e métodos</b> .....  | 19 |
| 3.1. Avaliação da qualidade de ovos de codornas japonesas conservados in natura comercializados na cidade de Pelotas/RS..... | 19 |
| 3.2. Efeito da pigmentação da casca dos ovos de codornas sobre a qualidade e conservação em prateleira .....                 | 20 |
| 3.2.1. Animais e dieta.....  | 20 |
| 3.2.2. Métodos de avaliação da pigmentação da casca de ovos de codornas japonesas.....                                       | 23 |
| 3.2.2.1. Método do DDA .....   | 23 |
| 3.2.2.2. Método do score .....   | 28 |
| 3.2.2.2. Método do score .....   | 28 |
| 3.2.2.3. Método do peso do papel filtro (Peso do pigmento).....  | 30 |
| 3.2.3. Experimento piloto.....   | 31 |
| 3.2.4. Tratamentos e tempo de conservação .....  | 33 |
| 3.3. Avaliações da qualidade dos ovos.....   | 34 |
| 3.3.1. Peso dos ovos.....  | 34 |
| 3.3.2. Gravidade específica .....  | 34 |
| 3.3.3. Unidade Haugh (UH).....   | 35 |
| 3.3.4. Coloração da gema.....  | 36 |
| 3.3.5. Peso da gema e do albúmen .....   | 37 |
| 3.3.6. Potencial Hidrogeniônico (pH) da gema e albúmen.....  | 37 |
| 3.3.7. Peso e espessura da casca .....   | 38 |
| <b>4. Resultados e discussões</b> .....  | 39 |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.1.      | Avaliação da qualidade de ovos de codornas conservados in natura comercializados na cidade de Pelotas/RS.....             | 39        |
| 4.2.      | Experimento piloto.....   | 44        |
| 4.3.      | Efeito da pigmentação da casca e do tempo de armazenamento sobre a qualidade interna e externa dos ovos de codornas ..... | 51        |
| 4.4.      | Correlação linear dos métodos de quantificação da pigmentação da casca de ovos de codornas japonesas .....                | 65        |
| 4.4.1.    | Teste de correlação linear entre os três métodos de quantificação de pigmentação de casca.....                            | 65        |
| 4.4.2.    | Teste de correlação linear para o valor de DDA entre ovos de uma mesma codorna coletados em diferentes dias. ....         | 66        |
| <b>5.</b> | <b>Considerações finais</b> .....   | <b>67</b> |
| <b>6.</b> | <b>Referências Bibliográficas</b> .....   | <b>68</b> |
| <b>7.</b> | <b>Apêndices</b> .....  | <b>73</b> |
| A.        | Modelos com interação.....  | 73        |
| A.1.      | Altura do albúmen.....  | 74        |
| A.2.      | Coloração da gema (L, a* e b*). ....  | 75        |
| A.3.      | Gravidade específica .....  | 78        |
| A.4.      | Percentual do peso de casca.....  | 79        |
| A.5.      | Percentual do peso do albúmen .....   | 80        |
| A.6.      | Percentual de gema.....   | 81        |
| A.7.      | Peso do albúmen.....  | 82        |
| A.8.      | Peso da gema.....   | 83        |
| A.9.      | Perda de peso do ovo (Peso final – peso inicial) .....  | 84        |
| A.10.     | pH do albúmen .....   | 85        |
| A.11.     | pH da gema .....  | 86        |
| A.12.     | Unidade Haugh.....  | 87        |
| A.13.     | Espessura da casca .....  | 88        |
| B.        | Correlação linear (pigmentos) para todos tratamentos.....   | 89        |
| C.        | Correlação linear (pigmentos) somente no tratamento 3.....  | 89        |
| D.        | Correlação Linear para o valor de DDA entre ovos de uma mesma codorna coletados em diferentes dias. ....                  | 89        |

## 1. Introdução

A criação de codornas japonesas vem crescendo. O Brasil está entre os grandes produtores mundiais de ovos com a predominância de pequenos e médios produtores que visam expandir sua atividade agropecuária (FASSANI; LARA; SOARES, 2011). No segundo trimestre de 2013, a produção de ovos de codorna, no Brasil, foi de 681,992 milhões de dúzias sendo, o estado de São Paulo o maior produtor (IBGE, 2013).

A coturnicultura foi introduzida, no Brasil, na metade do século XX e, atualmente existem duas subespécies utilizadas: a *Coturnix coturnix japonica*, chamada de “doméstica” ou “japonesa”, para produção de ovos, e a *Coturnix coturnix coturnix*, também conhecida como “selvagem” ou “européia”, empregada para a produção de carne e ovos (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005). Ambas vêm sendo estudadas em trabalhos de nutrição, manejo, produção e melhoramento genético.

O ovo é produzido através de uma transformação biológica, produzida pelas aves de postura, capaz de transformar nutrientes nesse alimento de alta qualidade nutricional (POMBO, 2003). O ovo é um alimento fundamental para a nutrição humana, uma vez que na sua composição estão presentes proteínas, vitaminas, entre elas, A,D,E,K, B<sub>2</sub> e B<sub>12</sub> encontradas na gema e albúmen, proteínas de alto valor biológico e aminoácidos. Também é considerado fonte de potássio e a maior parte do seu colesterol é HDL, ou seja, o “bom” colesterol (USDA, 2012).

A valorização do mercado externo, pelos produtos alimentícios gerados neste meio de criação (ovos e carnes) é elevado, principalmente em países europeus e asiáticos. Com relação à comercialização de ovos, estes são vendidos na forma *in natura* ou como produto beneficiado, cozidos e embalados em recipientes, em conserva de salmoura (MARINHO, 2011).

Há uma intensa preocupação por parte de consumidores quando o assunto é qualidade de ovos comercializados *in natura*. Para consumidores a qualidade dos ovos está relacionada inicialmente com o prazo de validade e, posteriormente com as características sensoriais como cor da gema e da casca. No entanto, outros parâmetros podem influenciar a qualidade dos ovos, como peso, resistência da casca, presença ou não de sujeiras, manchas de sangue na gema (FRANCO; SAKAMOTO, 2007).

Cascas dos ovos de codornas apresentam diferentes graus de pigmentação. Acredita-se que a pigmentação escura na casca apresentava como vantagem a proteção dos ovos contra passáros predadores que não apresentam boa visibilidade no escuro. Segundo Baptista (2002), a cor e os desenhos dos ovos são dependentes da linhagem da ave e variam demasiadamente de uma ave de postura para outra, podendo ser claro, amarelo, marrom claro, esverdeado ou escuro, ter manchas marrons escuras ou negras, que podem ser pequenas, médias ou grandes. Seeker e Tekelioglu (2009) realizaram uma classificação de ovos de codornas de acordo com a presença e a intensidade de manchas existentes na superfície da casca em branco, manchado-arenoso, pouco, médio e muito manchado. Os autores coletaram de ovos de aves em período produtivo, durante 20 dias sequenciais, selecionaram uma área do ovo que foi registrado, por fotografia, mantiveram uma distância, entre câmera fotográfica e amostra, de 20 cm, e compararam os níveis de pigmentação dos ovos.

O presente estudo foi conduzido para verificar a hipótese de que existe associação entre a pigmentação da casca e a qualidade interna e externa dos ovos em diferentes tempos de conservação *in natura*. Sendo que existe evidência de que a pigmentação do ovo é regular e dependente da ave, ao comprovar a hipótese do presente estudo, poderia-se sugerir como critério de seleção genética, o grau de pigmentação de ovos com o objetivo de melhorar a conservação dos mesmos *in natura*.

Objetivou-se avaliar a qualidade de ovos de codornas comercializados na cidade de Pelotas e a relacionar a pigmentação na casca dos ovos com o armazenamento *in natura* de ovos, produzidos por codornas japonesas criadas em sistema intensivo.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1. Componentes do ovo

O ovo é composto por três partes principais (casca, albúmen e gema) e estruturas de menor proporção (blastodisco, chalazas, câmara de ar, cutícula e as membranas da casca) (ROSE, 1997). A composição dos ovos de codornas pode ser visualizada na tabela 1.

Tabela 1 - Composição aproximada (%) das partes constituintes do ovo de codorna

| Constituintes do ovo | Composição (%) |
|----------------------|----------------|
| CASCA                | 8,0 - 11,0     |
| GEMA                 | 27,0 - 32,0    |
| ALBÚMEN              | 56,0 - 61,0    |

Fonte: Adaptado de MAGALHÃES, 2007.

A casca protege a clara e a gema, sendo constituída por uma cutícula composta por carbonato de cálcio, além de apresentar uma cutícula no exterior que serve como proteção à entrada de microrganismos. O albúmen protege o ovo contra microrganismos que possam atravessar as membranas da casca, acessando à gema, riquíssima em nutrientes (POMBO, 2003). Biologicamente a gema é fundamental para perpetuação da espécie, apresentando nutrientes fundamentais para o desenvolvimento do embrião.

Segundo Board, (1977) a casca apresenta poros que permitem a difusão de gases fundamentais para a formação do embrião. Scholtyssek (1970) afirma que a formação da casca do ovo está ligada ao metabolismo de cálcio, mediante a ação das glândulas calcificantes, e que maior parte deste mineral vem de alimentos ingeridos e apenas 20% é mobilizado dos depósitos corporais.

Devido a permeabilidade da casca, o ovo facilmente se deteriora, o que eleva a perda da sua qualidade desde sua oviposição. A casca é o principal meio de contaminação e, a umidade, tempo e temperatura de armazenamento favorecem a contaminação do interior do ovo por microrganismos indesejáveis (SILVA JUNIOR, 2005). A legislação não obriga a higienização da casca o que muitas vezes afeta no visual do alimento e não agrada o consumidor. Um casca contendo sujeira no seu exterior poder ser fonte de bactérias.

Os fatores genéticos, nutricionais, de manejo e as condições sanitárias influenciam na qualidade interna do ovo e da sua casca (LLOBET; PONTES; GONZALEZ, 1989). Os fatores relacionados às aves, como idade e nutrição, e os relacionados ao ambiente de criação, como a temperatura e higiene, podem afetar a qualidade dos ovos. Sarcinelli, Venturini e Silva (2007) citam que a limpeza e a integridade da casca são fundamentais para manter a qualidade interna dos ovos.

## 2.2. Conservação dos ovos

Andrade, Café, Jayme, et al. (2004) citam que a refrigeração dos ovos não é obrigatória, mas somente realizada durante o armazenamento no estabelecimento comercial. Porém não é comum encontrarmos ovos de codornas comercializados sob sistema de refrigeração. Além disso, normalmente o tempo de validade de cada cartela contendo 30 ovos é de 30 dias, mas os autores citam que a contaminação pode ocorrer ainda na granja de produção. Alleoni e Antunes (2001) afirmam que o pH da gema é 6,0 (ácido) e do albúmen 7,0 (neutro), mas o valor do pH do albúmen pode ser maior quando o ovo é recém-posto, podendo atingir quase 8,0 (básico) e neste pH é possível haver o crescimento de microrganismos.

A temperatura pode influenciar a qualidade do ovo, uma vez que, quando muito elevadas, causa a perda de água pelos poros da casca, afetando o peso do ovo (CRUZ & MOTA, 1996). Portanto, a conservação dos ovos sob baixas temperaturas, visa manter a qualidade nutricional do ovo por um tempo mais longo e permite seu consumo por até 30 dias (MENDES, 2010).

A embalagem inadequada dos ovos, sua exposição a correntes de vento e a estocagem sob temperaturas elevadas aceleram alterações bioquímicas no albúmen que ficam propensos à contaminação por agentes patogênicos, reduzindo seu prazo de validade (LEANDRO; DEUS; STRINGHINI, 2005).

### 2.3. Pigmentação da casca de ovos de codornas

A pigmentação pode ser importante para a incubação dos ovos. Romão, Moraes e Ribeiro (2008) concluíram que ovos pigmentados opacos apresentaram maior eclodibilidade do que os ovos pigmentados brilhantes. Tal resultado foi contrário às afirmações de Albino e Barreto (2003) que constataram que ovos de codornas pigmentados e brilhantes foram os que apresentaram melhor qualidade para incubação, pois tais características indicaram que o tempo no oviduto foi o suficiente e, desta forma, apresentaram casca mais resistente, já que as manchas escuras são um indicativo da deposição de mineirais como ferro, cálcio, sódio e cobre. Os ovos com pouca pigmentação são de aves de alta produção, pois indicam que não ficaram muito tempo no oviduto, logo são considerados imaturos; os ovos opacos são os que ficam por mais tempo no oviduto, assim apresentam característica azulada e revestimento de gordura na casca, que pode reduzir a porosidade e a permeabilidade da casca, resultando a baixa eclosão dos ovos. De acordo com Vieira (1988), ovos de casca branca não podem ser utilizados para a incubação.

Shafey, Ghannam, Al-Batshan, et al. (2004) não observaram influência da pigmentação da casca de ovos de codornas na sua qualidade. Os autores utilizaram três grupos de classificação quanto à pigmentação da casca: casca pouco escura, muito escura ou com quantidades médias de manchas escuras e afirmaram que a pigmentação da casca influencia na transmissão de luz para o interior do ovo. Butcher e Miles (1995) mencionam que grande percentagem dos pigmentos da casca se localizam na cutícula, o que não afetaria a qualidade da casca.

Não há um método que garanta com total eficiência a avaliação da pigmentação da casca de ovos de codornas. O Determinador Digital de Áreas (DDA) é um *software* utilizado para determinação, a partir de imagens digitalizadas, do índice de área foliar e que apresenta a vantagem de avaliar a qualidade foliar sem o uso de métodos destrutivos (FERREIRA; ROSSI; COELHO; et al., 2012). e esta técnica pode ser utilizada para avaliar a área de olho de lombo *in vivo* e no presente estudo, este software, foi utilizado para indicar porcentagem de áreas escuras na superfície de cascas de ovos de codornas.

Não existem informações bibliográficas sobre a influência da porcentagem de pigmentos escuros na casca do ovo sobre o tempo de conservação de ovos de

codornas. Há evidências não comprovadas de que ovos mais pigmentados, por serem encontrados com maior facilidade e serem mais comuns, são garantia de melhor qualidade e, portanto, com possibilidade de serem conservados por maior tempo. Isso pode estar relacionado com o fato que ovos pigmentados atraem os consumidores, comparado com os menos pigmentados. No entanto, existem outros fatores que afetam a qualidade de um ovo, como idade do animal, sanidade, nutrição adequada, dentre outros. Portanto, torna-se necessária a realização de um estudo que envolva aves que sejam da mesma linhagem, mesma época produtiva, cuidadas sob as mesmas condições de espaço ou gaiola, recebendo manejo igual com dietas iguais, contendo os nutrientes em doses necessárias para sua nutrição e produção, variando somente a pigmentação dos ovos.

### 3. Materiais e métodos

O estudo foi realizado em duas etapas:

Etapa 1 - Avaliação da qualidade de ovos de codornas japonesas conservados *in natura* comercializados na cidade de Pelotas/RS.

Etapa 2 - Efeito da pigmentação da casca dos ovos de codornas sobre a qualidade e conservação em prateleira.

#### 3.1. Avaliação da qualidade de ovos de codornas japonesas conservados *in natura* comercializados na cidade de Pelotas/RS

Para a avaliação da qualidade de ovos codornas comercializados *in natura*, Foram realizadas coletas de ovos em redes de supermercados de Pelotas, RS. Foram amostrados aleatoriamente 20 supermercados utilizando sempre para as análises de qualidade, dez ovos localizados no centro de cada cartela contendo 30 ovos. Em cada mercado foi feita a compra de uma cartela. Observou-se a marca comercial de cada cartela e a data de validade dos ovos. Todas as cartelas coletadas apresentavam ovos dentro do prazo de validade. Dos 20 supermercados amostrados, somente em oito foram encontradas cartelas de ovos de codornas à venda. Essas cartelas foram representadas por letras (Tabela 2).

Para efeitos de avaliação descritiva da perda de qualidade dos ovos vendidos nos mercados de Pelotas, foram amostrados ovos recém postos de codornas japonesas alojadas individualmente em gaiolas, no aviário experimental Professor Renato Rodrigues Peixoto, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Estes ovos foram definidos como testemunhas.

O prazo de validade dos ovos comprados nos supermercados, a data da coleta dos mesmos e da avaliação de qualidade podem ser visualizados na tabela 2.

Tabela 2 - Prazo de validade, data de compra e data de avaliação de ovos coletados em supermercados de Pelotas/RS em dezembro de 2014

| Supermercado | Prazo de validade       | Data Compra/Coleta | Data Avaliação |
|--------------|-------------------------|--------------------|----------------|
| A            | 17/12/2014 a 17/01/2015 | 22/12/2014         | 23/12/2014     |
| B            | 17/12/2014 a 17/01/2015 | 22/12/2014         | 23/12/2014     |
| C            | 08/12/2014 a 07/01/2015 | 22/12/2014         | 23/12/2014     |
| D            | 11/12/2014 a 11/01/2015 | 22/12/2014         | 23/12/2014     |
| E            | 08/12/2014 a 08/01/2015 | 22/12/2014         | 23/12/2014     |
| F            | 04/12/2014 a 04/01/2015 | 22/12/2014         | 23/12/2014     |
| G            | 01/12/2014 a 01/01/2015 | 22/12/2014         | 23/12/2014     |
| H            | 11/12/2014 a 10/01/2015 | 22/12/2014         | 23/12/2014     |
| Testemunha   | SEM INFORMAÇÃO          | 23/12/2014         | 23/12/2014     |

Os dados foram apresentados e interpretados através de análise de variância (ANOVA), modelo unifatorial com nível de significância de 5% ( $P > 0,05$ ). A comparação de médias das variáveis de estudo foi realizada pelo teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas através do *software* estatístico R.

### 3.2. Efeito da pigmentação da casca dos ovos de codornas sobre a qualidade e conservação em prateleira

#### 3.2.1. Animais e dieta

Foram utilizadas 60 aves, com 90 dias de idade, produtoras de ovos, da subespécie *Coturnix coturnix japônica*, no aviário experimental Professor Renato Rodrigues Peixoto na UFPel. As aves foram alojadas individualmente em baterias sendo que cada ave correspondeu a uma unidade experimental. Os animais utilizados no experimento estavam registrados pela comissão de ética em experimento animal, sob número COCEPE 5494.

As aves foram distribuídas inteiramente ao acaso em gaiolas que estavam em um galpão fechado, com iluminação através de lâmpadas de 25 Watts e que possui

controle de temperatura e umidade através de termohigrômetros. A limpeza do aviário era realizada diariamente.

Todas as aves foram alimentadas *ad libitum* com uma dieta basal formulada à base de milho, farelo de soja, óleo e suplemento mineral, vitamínico e aminoácidos para satisfazer as exigências nutricionais de manutenção e de produção recomendadas por Rostagno, Albino, Donzele, et al. (2011). Os macro e micro ingredientes foram homogeneizados em misturador “Y”. Na tabela 3 pode ser observada a composição da ração fornecida.

Tabela 3 - Composição centesimal da dieta fornecida para codornas japonesas no período de produção

| Ingredientes                            | Quantidade |
|---|------------|
| Milho (kg)                              | 50,225     |
| Farelo de soja (kg)                     | 37,027     |
| DL-metionina (kg)                       | 0,075      |
| Calcário (36%) (kg)                     | 6,015      |
| Sal branco (kg)                         | 0,224      |
| Óleo de soja (kg)                       | 3          |
| Núcleo* (kg)                            | 3,434      |
| Total (kg)                              | 100        |
| Composição Nutricional Estimada         | Quantidade |
| Energia Metabolizável Aves (Mcal/kg)    | 2,7995     |
| Proteína bruta (%)                      | 19,975     |
| Lisina digestível aves (%)              | 1,1045     |
| Lisina total (%)                        | 1,2138     |
| Metionina digestível aves (%)           | 0,6411     |
| Metionina total (%)                     | 0,7246     |
| Metionina + cistina digestível aves (%) | 0,9013     |
| Metionina + cistina total (%)           | 0,9779     |
| Triptofano digestível aves (%)          | 0,2238     |
| Triptofano total (%)                    | 0,2479     |
| Cálcio (%)                              | 3,1165     |
| Fósforo disponível (%)                  | 0,3491     |
| Fósforo total (%)                       | 0,8136     |

\*Composição do núcleo Migplus Codor vitamínico mineral aminoácido e suas dosagens mínimas (por quilograma do produto): Vitamina B9, 16 mg; Vitamina B5, 200 mg; Vitamina B1, 40 mg; Vitamina B2, 120 mg; Vitamina B12, 430 mcg; Vitamina B6, 55 mg; Vitamina A, 200.000 UI; Vitamina D3, 42.000 UI; Vitamina E, 540 UI; Vitamina K3, 50 mg; Zn, 1.800 mg; Co, 3 mg; Cu, 240 mg; Fe, 1.000 mg; I, 28 mg; Mn, 1,400 g; P, 45 g; Ca, 150 g; Na, 30 g; Niacina, 840 mg; Se, 3 mg; Bacitracina de Zinco, 600 mg; Biotina, 1,4 mg; Colina, 30 g; DL-Metionina, 10 g.

### 3.2.2. Métodos de avaliação da pigmentação da casca de ovos de codornas japonesas

Durante o experimento, três métodos foram adotados para avaliar a pigmentação da casca de ovos de codornas, coletados no aviário experimental. Buscou-se determinar o método mais eficiente, comparando seus resultados com os obtidos nas variáveis respostas referentes às qualidades internas e externas dos ovos.

Para avaliar a eficiência entre os métodos utilizados no experimento, foram realizados testes de Correlação de Pearson.

As análises estatísticas foram realizadas através do *software* estatístico R.

#### 3.2.2.1. Método do DDA

Na avaliação da pigmentação da casca dos ovos pelo método DDA foi utilizada uma câmera fotográfica de 12.1 megapixels com boa capacidade de aproximação macro. Na realização das fotos, manteve-se uma altura de aproximadamente 12 centímetros entre o ovo e a lente da câmera e registrou-se sempre a região polo dos ovos, forma contrária de Seeker e Tekelioglu (2009) que registraram por imagens, as regiões laterais dos ovos de codorna para avaliar a pigmentação da casca. No presente estudo foram feitos registros na região basal dos ovos que eram mantidos constantes em todos os tratamentos avaliados.

A definição em registrar por imagens a região basal e não lateral dos ovos, foi a maior variabilidade de percentagem de manchas escuras na região lateral, comparada com a região basal. Os ovos foram identificados de acordo com o número da gaiola onde foi produzido e a data da coleta.

Em dias nublados ou com baixa insolação e claridade, foi utilizada uma lâmpada de 25 Watts próxima da amostra, evitando-se a formação de sombra. Utilizou-se fundo branco para posicionar os ovos para realizar os registros fotográficos.

As fotos foram gravadas no formato bitmap e a leitura da área de manchas escuras foi realizada através do *software* DDA (figura 1).

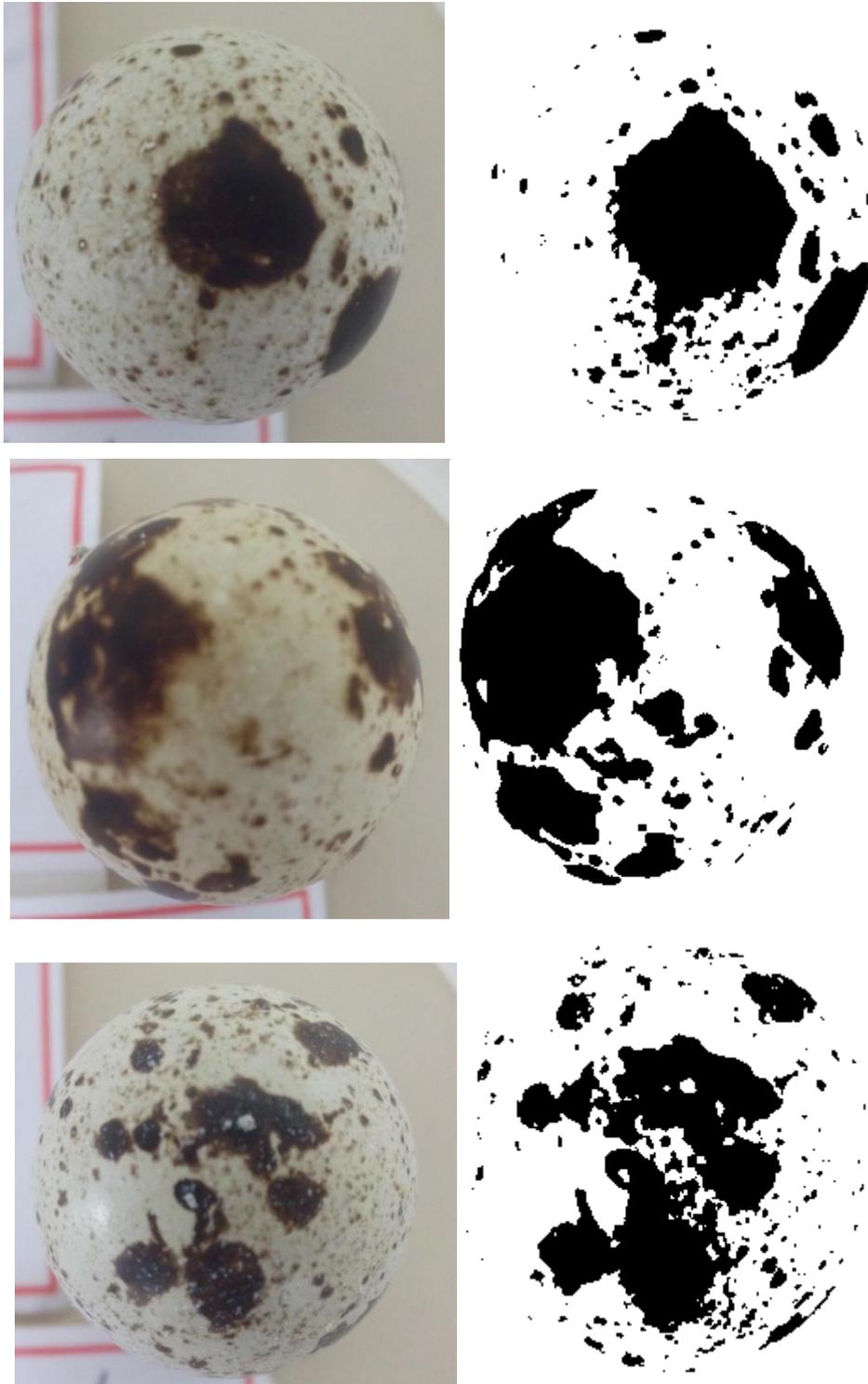


Figura 1 - Imagens editadas em bitmap (direita) oriundas das fotos originais (esquerda) para a determinação da área das manchas de pigmentos para a avaliação da pigmentação de casca pelo método DDA.

A fim de verificar se as pigmentações dos ovos de uma mesma codorna coletados em diferentes dias correlacionavam-se entre si foi utilizado o teste de Correlação de Pearson. Foram selecionadas 15 codornas aleatoriamente e os ovos produzidos em diferentes dias foram digitalizados e os valores de pigmentação através do método DDA foram registrados e correlacionados ente si. Estes valores são apresentados na tabela 4.

As análises estatísticas foram realizadas através do *software* estatístico R.

Tabela 4 - Valores de DDA de ovos coletados de 15 codornas durante seis dias diferentes para avaliação da consistência do padrão de pigmentação em medidas repetidas na mesma ave e entre diferentes aves.

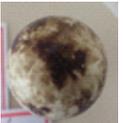
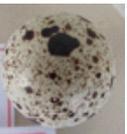
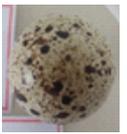
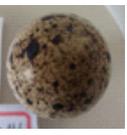
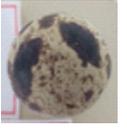
| AVE | DDA   |   |   |   |  |   | MÉDIAS    |
|-----|---|---|---|---|--|---|-----------|
|     | OVO 1.  | OVO 2.  | OVO 3.  | OVO 4.  | OVO 5.   | OVO 6.  |           |
| 1   |    |    |    |    |    |    | 23,0777   |
|     | 27,2547   | 27,9135   | 22,0877   | 23,632  | 19,7006  | 17,8777   |           |
| 6   |    |    |    |    |    |    | 16,932617 |
|     | 18,2466   | 22,234  | 21,6306   | 13,1615   | 13,1615  | 13,1615   |           |
| 8   |    |    |    |    |    |    | 19,399183 |
|     | 20,5434   | 20,5434   | 14,4068   | 22,1913   | 18,1668  | 20,5434   |           |
| 16  |  |  |  |  |  |  | 27,615133 |
|     | 28,8746   | 27,1812   | 22,0359   | 29,0784   | 27,3408  | 31,1799   |           |
| 20  |  |  |  |  |  |  | 21,041617 |
|     | 18,6001   | 23,408  | 21,982  | 24,5876   | 18,8416  | 18,8304   |           |
| 26  |  |  |  |  |  |  | 27,855633 |
|     | 29,2135   | 28,2236   | 26,8207   | 25,8624   | 29,1862  | 27,8274   |           |
| 29  |  |  |  |  |  |  | 19,095233 |
|     | 22,4804   | 24,1241   | 19,7461   | 19,2098   | 14,5055  | 14,5055   |           |
| 32  |  |  |  |  |  |  | 20,01325  |
|     | 20,9543   | 20,9536   | 17,5059   | 21,289  | 21,1847  | 18,192  |           |

Tabela 4 (continuação) - Valores de DDA de ovos coletados de 15 codornas durante seis dias diferentes para avaliação da consistência do padrão de pigmentação em medidas repetidas na mesma ave e entre diferentes aves.

| AVE | DDA   |   |   |   |  |   | MÉDIAS    |
|-----|---|---|---|---|--|---|-----------|
|     | OVO 1.  | OVO 2.  | OVO 3.  | OVO 4.  | OVO 5.   | OVO 6.  |           |
| 36  |    |    |    |    |    |    | 15,163217 |
|     | 12,04   | 12,04   | 17,6977   | 15,5913   | 18,019   | 15,5913   |           |
| 40  |    |    |    |    |    |    | 17,271067 |
|     | 21,3002   | 20,8948   | 21,3618   | 14,3172   | 11,1971  | 14,5553   |           |
| 42  |   |   |   |   |   |   | 24,096733 |
|     | 25,3093   | 26,5981   | 22,6968   | 24,8179   | 22,5644  | 22,5939   |           |
| 49  |  |  |  |  |  |  | 26,105033 |
|     | 27,0041   | 27,2694   | 26,6268   | 24,9355   | 26,015   | 24,7794   |           |
| 51  |  |  |  |  |  |  | 21,720667 |
|     | 23,9071   | 24,101  | 21,2841   | 19,3625   | 22,3068  | 19,3625   |           |
| 55  |  |  |  |  |  |  | 28,553417 |
|     | 30,197  | 28,3391   | 27,0951   | 28,925  | 28,414   | 28,3503   |           |
| 59  |  |  |  |  |  |  | 19,836517 |
|     | 16,7234   | 25,135  | 20,5308   | 20,0765   | 16,6771  | 19,8763   |           |

### 3.2.2.2. Método do escore

O método do escore visual subjetivo no presente estudo foi adaptado do método de escore de Seeker e Tekelioglu (2009). Portanto, neste estudo foram utilizadas as seguintes classificações (Figura 2).

- Escore 0 – ovo sem pigmentos escuros na casca.
- Escore 1 – ovo contendo até 35% de pigmentos escuros na casca.
- Escore 2 – ovo contendo até 50% de pigmentos escuros na casca
- Escore 3 – ovo com mais do que 50% de pigmentos escuros na casca.
- Escore 4 – ovo contendo até 35% de pigmentos escuros na casca e com aspecto arenoso.
- Escore 5 – ovo contendo até 50% de pigmentos escuros na casca e com aspecto arenoso.
- Escore 6 – ovo contendo mais do que 50% de pigmentos escuros na casca e com aspecto arenoso.

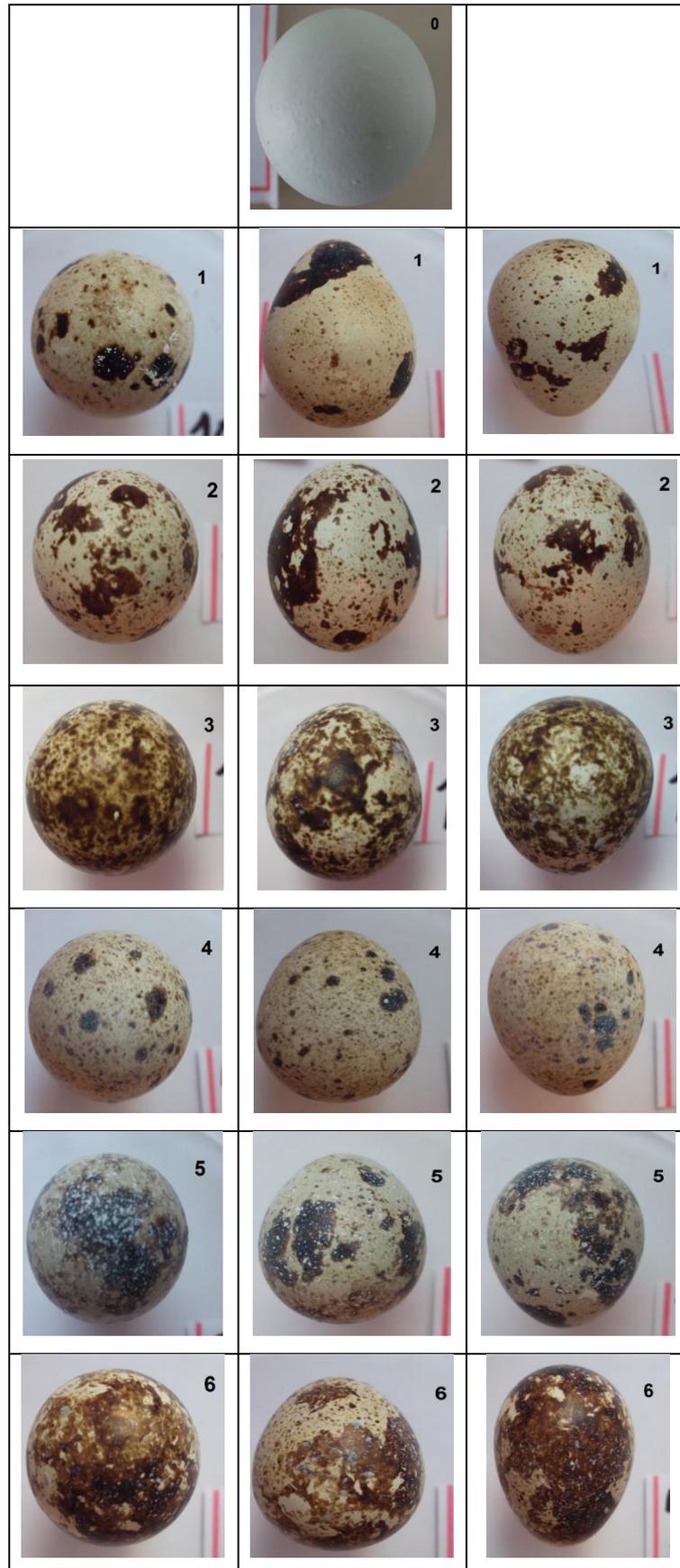


Figura 2 - Escala visual para a determinação do escore de pigmentação de ovos de codornas.

### 3.2.2.3. Método do peso do papel filtro (Peso do pigmento)

Neste método foram utilizados papéis filtros qualitativos com 15 centímetros de diâmetro, gramatura de 80 g/m<sup>2</sup>, espessura de 205 micrômetros (µm), 0,5% de cinza, 14 µm de porosidade e 14 l/s m<sup>2</sup> de permeabilidade ao ar (20 mmCa).

Para retirar a pigmentação da casca dos ovos, foi necessário que os mesmos fossem imersos em ácido acético. A concentração de solução ácida utilizada e o tempo de contato dos ovos na solução ácida para retirar a pigmentação da casca, sem afetar a sua integridade foram determinados através de experimentos piloto, citados no item 2.2.3.

No dia da coleta foi feita a pesagem inicial, em balança analítica, de cada papel filtro identificado com o número da gaiola. Os ovos que estavam imersos em solução de ácido acético, foram retirados da solução e secados com os papéis filtros que retiram os resíduos dos pigmentos. Posteriormente os papéis foram acondicionados em estufa à uma temperatura de 60°C, por um período de 24 horas. Após, os papéis filtros foram colocados em dessecador, por 10 minutos, para resfriamento e pesados novamente em balança analítica. A diferença entre o peso inicial e o peso final dos papéis, quantificava em miligramas o pigmento existente no ovo.

Na figura 3 é possível visualizar um ovo sem a pigmentação após o processo de extração do pigmento e a presença do mesmo aderido ao papel filtro utilizado.



Figura 3 - Quantificação da pigmentação do ovo retida no papel filtro após processo de imersão em ácido acético.

### 3.2.3. Experimento piloto

O objetivo foi avaliar qual concentração de ácido acético e em qual tempo de imersão no ácido facilitaria a remoção completa da pigmentação da casca sem afetar a espessura da casca e o peso dos ovos.

Utilizou-se solução de ácido acético P.A. (pró-análise) da marca Synth contendo 99,7% de pureza. Para definir a concentração de ácido acético necessária para remover a pigmentação das cascas de ovos de codornas, foram realizados testes com a imersão dos ovos em diferentes tempos de contato com o ácido e em duas diferentes concentrações de ácido acético. A solução ácida foi misturada com água destilada.

As concentrações utilizadas foram: Concentração de 6% de ácido acético (180 mililitros (mL) de ácido acético + 3.000 mL com água destilada) e concentração de 12% de ácido acético (360 mL de ácido acético + 3.000 mL com água destilada). Foram avaliados os seguintes tempos de imersão: zero até dez minutos e em cada tempo foram avaliados cinco ovos.

No entanto na concentração de 12%, estudou-se também a qualidade de ovos imersos em solução ácida por até três minutos. Neste caso, para cada tempo de imersão, foram avaliados dez ovos.

A solução foi distribuída em frascos graduados de 80 mL em concentração de 60 mL/frasco e em cada frasco foi imerso um ovo que ficou em contato com o ácido acético por tempo cronometrado em um dos nove tempos avaliados (1 a 9 minutos de imersão) como pode ser visualizado na figura 4.



Figura 4 - Ovo de codorna imerso em solução ácida.

Após a imersão em ácido acético, a retirada da pigmentação foi feita com o auxílio de um papel filtro poroso de 15 mm de diâmetro. O peso do pigmento presente no papel filtro foi obtido através da diferença de peso do papel filtro, representada pela seguinte equação:

- $\text{PESO PIGMENTO} = \text{Peso do papel filtro após retirada do pigmento (final)} - \text{peso do papel filtro antes da retirada do pigmento (inicial)}$

Determinou-se o peso dos ovos após a coleta em aviário (peso inicial) e após a imersão em ácido acético e extração da pigmentação (peso final). Através da subtração desses dois valores, obteve-se a perda de peso dos ovos em gramas:

- $\text{Perda de peso dos ovos (g)} = \text{Peso após imersão em ácido acético e extração de pigmentos na casca (final)} - \text{Peso após a coleta de ovos (inicial)}$ .

Além disso, foram realizadas avaliações de qualidade dos ovos após a imersão através das variáveis de estudo: Altura de albúmen (mm), peso de albúmen (g), peso de gema (g), Unidade Haugh (%), pH da gema, pH do albúmen, espessura de casca (mm) e percentual de casca (%). As variáveis serão descritas no item 2.3.

Os dados foram apresentados e interpretados através de análise de variância (ANOVA), modelo unifatorial com nível de significância de 5% ( $P > 0,05$ ). Nas variáveis

de qualidade onde foi encontrado efeito significativo do tratamento (tempo de imersão), foi realizada a comparação de médias pelo teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas através do *software* estatístico R.

#### 3.2.4. Tratamentos e tempo de conservação

Para avaliar o efeito da pigmentação da casca de ovos de codornas conservados em temperatura ambiente foram avaliadas variáveis de qualidade interna e externa dos ovos. Para extração dos pigmentos da casca foi utilizado o ácido acético contendo o dobro da concentração (360 mL de ácido acético + 3.000 mL de água destilada) e os ovos ficaram imersos na solução por 1 minuto.

Foram avaliados três tratamentos:

- Tratamento 1 (T1) – Controle negativo sem extração da pigmentação da casca (sem uso de ácido acético).
- Tratamento 2 (T2) – Controle com a rápida imersão dos ovos em solução de ácido acético e sem extração da pigmentação da casca.
- Tratamento 3 (T3) – Extração da pigmentação da casca dos ovos através da imersão dos mesmos por 1 minuto em solução de ácido acético na concentração 2.

Para cada tratamento foram realizadas 20 repetições, onde cada repetição equivalia a unidade experimental (uma ave por gaiola).

No tratamento 1, os ovos não tiveram contato com solução ácida. No tratamento 2, os ovos ficaram em contato com o ácido acético por dois segundos, sem retirar a pigmentação. No tratamento 3, os ovos ficaram imersos em 60 ml de solução ácida por 1 minuto, para a retirada da pigmentação da casca com o uso de papel filtro.

Cada um dos três grupos de estudo foi submetido a cinco tempos de armazenamento em temperatura ambiente: 0, 5, 10, 15, 21 e 25 dias de conservação. A coleta dos ovos foi realizada de modo que a mesma unidade experimental (ave/gaiola) fosse submetida aos três tratamentos.

Após o tempo de conservação necessário, foi feita a avaliação da qualidade interna e externa dos ovos.

Na avaliação da pigmentação da casca, os ovos dos três tratamentos foram submetidos aos métodos do DDA e do escore. Para o método do peso do peso do pigmento, somente ovos submetidos ao terceiro tratamento foram avaliados.

Avaliou-se a interação entre os fatores pigmentação da casca e tempo de prateleira dos ovos através de análise de regressão linear, modelo com interação. Para avaliar a influência isolada do fator pigmentação da casca, as variáveis de qualidade foram apresentadas e interpretadas através de análise de variância (ANOVA), modelo unifatorial com nível de significância de 5% ( $P > 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas através do *software* estatístico R.

### 3.3. Avaliações da qualidade dos ovos

Nas duas etapas do trabalho, os ovos coletados e identificados foram submetidos às avaliações da qualidade interna e externa dos ovos que serão descritos a seguir.

#### 3.3.1. Peso dos ovos

Na etapa 1, os ovos foram pesados somente no dia das avaliações de qualidade.

Na etapa 2 a pesagem foi realizada duas vezes:

1. No dia da coleta foi obtido o peso inicial de cada ovo.
2. No dia da avaliação das qualidades internas e externas, os ovos foram novamente pesados, obtendo-se o peso final.

Após as pesagens, foi obtida a perda de peso dos ovos através da subtração entre o peso final e inicial dos ovos.

#### 3.3.2. Gravidade específica

Após serem pesados os ovos foram colocados em baldes dispostos em ordem crescente de concentrações salinas, com peso específico variando entre 1,050 a 1,078 e intervalos de 0,004, totalizando oito soluções. A cada imersão em solução

salina, os ovos que flutuavam eram retirados e suas respectivas concentrações anotadas, enquanto que os demais eram levados para o balde seguinte. A calibração das soluções era realizada antes de cada avaliação, através do uso de um densímetro.

### 3.3.3. Unidade Haugh (UH)

Trata-se de uma medida comumente utilizada para avaliação da qualidade de ovos de galinhas de postura.

Após a quebra dos ovos, foi medida a altura do albúmen pelo uso de uma régua específica, posicionada perpendicularmente à gema do ovo como é mostrado na figura 5. A gema e o albúmen ainda juntos ficavam dentro de uma placa de petri, onde era realizada a medida.



Figura 5 - Medição da altura de albúmen com uma régua específica.

Com o resultado da altura do albúmen e o peso dos ovos, torna-se possível o cálculo da UH, pela seguinte fórmula, descrita por Pardi (1977).

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

Em que:

H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g).

Essa fórmula é comumente utilizada para a avaliação de qualidade de ovos de galinhas.

#### 3.3.4. Coloração da gema

Para avaliar a coloração da gema, foi utilizado o colorímetro de modelo CR – 400s (figura 6) sob placa de petri de vidro, apoiada em bancada de fundo branco.



Figura 6 - Avaliação da cor da gema do ovo de codorna

O aparelho informa valores das escalas L, a\* e b\*. O primeiro mede a claridade da amostra e varia de 0 (preto total) a 100 (branco total) e indica o quanto da luz

incidida sobre a gema do ovo foi refletida. O segundo informa a tendência da cor para o vermelho (valor positivo) ou verde (valor negativo). O terceiro informa a tendência da cor para o amarelo (valor positivo) e azul (valor negativo). Antes de realizar a leitura das amostras foi necessária a calibração do aparelho feita através da leitura de uma base branca após três flashes de luz.

Para a leitura correta da coloração da gema, é necessário que a sua integridade seja mantida durante o contato da sua superfície com o leitor do aparelho.

### 3.3.5. Peso da gema e do albúmen

A gema e o albúmen foram pesados separadamente em balança analítica digital. Após a pesagem foram obtidos as percentagens de cada um presentes nos ovos.

### 3.3.6. Potencial hidrogeniônico (pH) da gema e albúmen

Com o uso de um pHmetro foi feita a avaliação de pH da gema e do albúmen separadamente através do uso de tubos falcon de 50 mL (Figura 7). O pHmetro foi calibrado antes das avaliações das amostras, já que a gema apresenta pH ácido e o albúmen pH básico.



Figura 7 - Avaliação do pH de gema e clara utilizando um pHmetro.

### 3.3.7. Peso e espessura da casca

Feitas as avaliações da qualidade externa dos ovos, as cascas foram lavadas para a remoção do albúmen aderido à sua membrana interna. Depois foram secas em temperatura ambiente durante sete dias e, estando secas, as avaliações do peso e da espessura foram realizadas.

A pesagem individual das cascas foi realizada em balança digital. Após, obteve-se a percentagem de casca. Para mensuração da espessura da casca utilizou-se um paquímetro digital na porção mediana do ovo, considerando também as membranas interna e externa.

#### **4. Resultados e discussões**

##### **4.1. Avaliação da qualidade de ovos de codornas conservados in natura comercializados na cidade de Pelotas/RS**

Dos vinte supermercados amostrados na cidade de Pelotas, RS, somente foram encontrados ovos de codornas para venda em oito deles. Uma possível explicação para a falta de ovos de codornas pode ser devido a época da amostragem que foi véspera de Natal (22 de dezembro 2014). Nesta época, devido ao calor intenso, pode haver uma redução na produção dos sistemas intensivos afetando também a distribuição do alimento. Outra posição é que nesta comemoração ocorra um consumo maior de alimentos por parte da população reduzindo a oferta de produtos, tais como ovos de codorna.

Ainda uma terceira possibilidade da reduzida oferta do produto, é a falta de granjas produtoras de ovos de codornas na cidade de Pelotas, fato confirmado pelas poucas marcas comerciais disponíveis à venda nos mercados da cidade. Foram encontradas apenas três marcas distintas nos mercados amostrados e todas tinham origem de granjas produtoras localizadas na serra gaúcha abrangendo os municípios de Farroupilha e Feliz. Aparentemente a logística de venda de ovos de codornas é feita por distribuidoras e transportadoras que trazem ovos da serra gaúcha e distribuem aos mercados pelotenses. Além de haver poucas marcas disponíveis, a maioria delas tinham a mesma data de fabricação e validade indicando a mesma origem dos ovos nos diferentes mercados.

Com relação aos ovos coletados em supermercados, não existem informações sobre época exata de coleta, seleção e transporte dos ovos. Além disso, não são conhecidas informações que influenciam na qualidade dos ovos, bem como no seu tempo de armazenamento *in natura*, como práticas de manejo adotadas nas granjas produtoras, dietas fornecidas aos animais, idade e período produtivo das aves, dentre outros. Aves que não recebem os ingredientes na dosagem mínima necessária e que sejam de idade avançada, podem produzir ovos, contendo casca com baixa resistência, afetando no seu baixo tempo de conservação *in natura*. Além disso, períodos de intenso calor podem também diminuir o tempo de conservação dos ovos.

As médias encontradas nas diferentes amostras coletadas das variáveis de estudo podem ser observadas, respectivamente, na tabela 5.

Tabela 5 - Médias das variáveis qualidade de ovos coletados em oito supermercados + testemunha

| VARIÁVEIS               | AMOSTRAS   |       |       |       |       |
|-------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
|                         | Testemunha | A     | B     | C     | D     |
| Gravidade específica    | 1,065      | 1,063 | 1,065 | 1,053 | 1,054 |
| Peso gema (g)           | 4,04       | 3,5   | 3,63  | 4,05  | 3,45  |
| Gema (%)                | 31,47      | 32,11 | 32,07 | 35,15 | 31,72 |
| Peso albúmen (g)        | 5,78       | 4,31  | 4,54  | 4,22  | 4,19  |
| Albúmen (%)             | 45,24      | 39,12 | 40,05 | 36,64 | 38,45 |
| Altura albúmen (mm)     | 6,2        | 5     | 4,5   | 3     | 3,4   |
| Altura albúmen (%)      | 48,7       | 45,9  | 40    | 25,93 | 31,46 |
| Unidade Haugh (%)       | 97,24      | 92,53 | 89,48 | 79,96 | 83,42 |
| Peso ovo (g)            | 12,8       | 10,95 | 11,3  | 11,62 | 10,86 |
| pH albúmen <sup>1</sup> | 9,22       | 9,44  | 9,26  | 9,37  | 9,48  |
| pH gema <sup>1</sup>    | 5,79       | 6,09  | 6,14  | 6,38  | 6,19  |
| Cor gema L              | 69         | 71,75 | 71,41 | 67,83 | 71,38 |
| Cor gema a*             | -6,06      | -5,69 | -5,86 | -3,81 | -6,22 |
| Cor gema b*             | 50,44      | 54,64 | 52,92 | 59,1  | 51,32 |
| Casca (%)               | 8,72       | 8,82  | 8,48  | 8,33  | 8,56  |
| Espessura casca (mm)    | 0,3        | 0,28  | 0,27  | 0,26  | 0,28  |

| VARIÁVEIS               | AMOSTRAS |       |       |       |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------|
|                         | E        | F     | G     | H     |
| Gravidade específica    | 1,056    | 1,051 | 1,056 | 1,054 |
| Peso gema (g)           | 3,63     | 3,83  | 3,52  | 3,76  |
| Gema (%)                | 32,4     | 34,82 | 32,66 | 34    |
| Peso albúmen (g)        | 4,32     | 3,75  | 4,16  | 4,10  |
| Albúmen (%)             | 38,51    | 33,9  | 38,07 | 36,64 |
| Altura albúmen (mm)     | 2,9      | 2,5   | 2,7   | 2,3   |
| Altura albúmen (%)      | 26,08    | 23,09 | 25,39 | 21,2  |
| Unidade Haugh (%)       | 79,91    | 77,4  | 78,88 | 75,42 |
| Peso ovo (g)            | 11,17    | 10,8  | 10,78 | 11,06 |
| pH albúmen <sup>1</sup> | 9,5      | 9,49  | 9,5   | 9,5   |
| pH gema <sup>1</sup>    | 6,21     | 6,33  | 6,17  | 6,48  |
| Cor gema L              | 67,42    | 69,01 | 66,57 | 65,28 |
| Cor gema a*             | -6,04    | -4,93 | -5,69 | -6,12 |
| Cor gema b*             | 48,06    | 57,27 | 51,12 | 48,42 |
| Casca (%)               | 8,87     | 8,88  | 8,73  | 8,39  |
| Espessura casca (mm)    | 0,26     | 0,26  | 0,27  | 0,27  |

<sup>1</sup>Legenda = pH albúmen = Potencial hidrogeniônico do albúmen; pH gema = Potencial hidrogeniônico da gema;

Dentre todas as variáveis estudadas observa-se que o peso da gema, percentagem de gema, percentagem de casca e espessura da casca e o valor de luminosidade L da coloração de gema não apresentaram diferença significativa com relação ao grupo de ovos testemunha.

Por outro lado, observou-se que gravidade específica, a percentagem de albúmen, altura de albúmen e Unidades Haugh foram as características de qualidade de ovos que diferiram estatisticamente apresentando valores inferiores em relação a médias do grupo de ovos recém postos.

O albúmen é altamente nutritivo ao embrião e, funciona como amortecedor, protegendo a gema dos impactos e impedindo o seu deslocamento e é fonte de nutrientes (BENITES; FURTADO; SEIBEL, 2005; SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005; VIEIRA, 1988). É constituído de 88,5% de água e 13,5% de proteínas, vitaminas e traços de gordura (FAO, 2010). Os períodos quentes e os ambientes fechados atuando sobre ovos *in natura* podem provocar alterações na proporção dos seus constituintes em relação ao peso inicial dos ovos de um dia. Essa relação pode modificar-se quando ovos são conservado *in natura* por períodos longos em épocas quentes principalmente devido à perda de água na clara através dos poros da casca enquanto que os outros constituintes dos ovos permanecem mais ou menos constantes durante o armazenamento. A casca é a embalagem natural do ovo, constituída por substâncias orgânicas e minerais (ORNELLAS, 2001) e apresenta poros que permitem trocas gasosas entre o meio interno e externo (BENITES; FURTADO; SEIBEL, 2005).

Com relação à altura do albúmen, foram encontrados valores menores em relação aos ovos coletados e avaliados no dia (Testemunha). O albúmen exerce influência na qualidade do ovo, controlando a posição da gema no centro do ovo (OLIVEIRA, 2006).

A relação altura de albúmen e peso do ovo permite a classificação dos ovos pela determinação da Unidade Haugh, cujo valor deve ser o mais próximo do 100 para indicar um ovo de qualidade comercial satisfatória. No geral, o valor da UH do grupo controle foi também superior aos ovos vendidos nos mercados de Pelotas o que pode indicar a perda de qualidade durante a comercialização.

Os pH do albúmen dos ovos ficaram em torno de nove, e foram semelhantes entre os grupos de ovos amostrados. Portanto, os resultados sugerem que esta variável não é influenciada pelo tempo de armazenamento. Pardi (1977) explica que

o pH da clara está diretamente relacionado com a fluidificação do albúmen. No entanto, Pandey, Mahapatra e Singh (1982) cita o aumento do pH devido à perda de dióxido de carbono ocorrida no albúmen, principalmente quando o armazenamento ocorre em temperatura ambiente.

Resultados interessantes sobre conservação *in natura* de ovos de galinhas também podem ser encontrados. Pascoal, Bento Junior, Santos, et al. (2008), ao coletarem ovos brancos em granjas e os comercializados em supermercados, observou maior pH de albúmen e menor peso de casca em ovos comercializados e não encontrou diferença no valor do pH de gema. Também justificaram que ovos coletados em supermercados apresentavam baixo peso e percentual de albúmen, baixo peso de casca, elevada proporção de gema e de casca. Os ovos coletados diretamente de granjas foram superiores em parâmetros de qualidade como peso de albúmen e casca e percentual de albúmen.

Sarnicelli, Venturine e Silva (2007) citam que o ovo recém produzido apresenta pH de albúmen e gema que aumentam de valor à medida que o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é perdido da casca. Esse aumento no pH torna as ligações entre as moléculas que compõem a membrana que envolve a gema, mais fracas; além disso, a água da clara passa para a gema, alterando também o seu pH e sua função de manter a integridade da gema.

Com relação à cor, na luminosidade L, a\* e valor b\* as distintas amostras de ovos apresentaram valores médios aproximados. É desejável que o valor b\* mantenha valores positivos, já que estes indicam a tendência da cor amarela. O valor positivo de a\* indica a tendência para a cor vermelha. No entanto, tudo indica que os valores de coloração da gema são muito mais dependentes das dietas que os animais recebem durante a produção de ovos, do que do tempo de conservação.

Os ovos coletados e avaliados no mesmo dia apresentaram um valor ótimo para a maioria das variáveis. Comparando a data de validade dos ovos nos oito mercados, os ovos coletados nos supermercados A e B foram os que apresentaram menor intervalo entre a data de produção (17 de dezembro) e a de avaliação (23 de dezembro). No entanto, mesmo com somente cinco dias de intervalo entre produção e avaliação, foi possível observar que os ovos coletados nos mercados A e B apresentaram médias semelhantes a outros mercados em algumas variáveis de qualidade importantes.

Em uma pesquisa feita por Rodrigues (1998) observou-se que em 10% dos supermercados, os ovos permaneciam por mais de quinze dias expostos em prateleiras antes de serem vendidos. De acordo com Oliveira (2000), a validade de um ovo em temperatura ambiente, sem deteriorar a qualidade interna varia de quatro a quinze dias, dependendo do ovo.

A coleta dos ovos foi realizada no período de temperatura elevada, época em que naturalmente há menor resistência da casca. Além disso, o baixo consumo dos alimentos pelas aves e a baixa disponibilidade de cálcio de reserva, ocasionam pior qualidade de casca em épocas mais quentes do ano (SCHOLTYSSSEK, 1970).

O tempo de validade de ovos comercializado *in natura* é discutível, uma vez que 92% dos ovos de galinha comercializados desta maneira no mercado interno deterioraram-se no máximo em 15 dias após a postura (PASCOAL; BENTO JUNIOR; SANTOS, 2008). O longo intervalo entre o momento da postura até a compra e consumo dos ovos de codornas depreciam suas qualidades internas (MOURA; OLIVEIRA; THIEBAUT, et al., 2008).

Uma alternativa ao consumo de ovos *in natura* é o consumo de ovos em conserva que apresenta regularidade de distribuição nos mercados e normalmente está acessível ao consumidor.

A prática da refrigeração dos ovos em épocas de intenso calor, poderia ser adotada nos supermercados, garantindo a qualidade nutricional do alimento e a segurança alimentar. Pandey, Mahapatra e Singh (1982) descreveram que ovos de codornas armazenados por 60 dias por refrigeração não sofreram mudanças significativa na Unidade Haugh.

#### 4.2. Experimento piloto

O resultado da influência do tempo de imersão de até dez minutos de ovos de codornas em solução ácida contendo a concentração de 6% de ácido acético pode ser visualizado na tabela 6.

Tabela 6 - Verificação da Influência do tempo de imersão de ovos de codornas (min.) em ácido acético com concentração de 6% por teste de comparação de médias

| Tempo Imersão em ácido acético (min.) | MÉDIAS                  |                     |               |                  |
|---------------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------|------------------|
|                                       | Perda de Peso (g)       | Altura Albúmen (mm) | Peso Gema (g) | Peso Albúmen (g) |
| 0                                     | 0 de                    | 4,5                 | 3,76          | 5,10             |
| 1                                     | 0,026 e                 | 5,3                 | 3,47          | 5,24             |
| 2                                     | - 0,014 ce              | 5                   | 3,93          | 5,81             |
| 3                                     | - 0,035 bcd             | 5,50                | 3,94          | 5,80             |
| 4                                     | - 0,044 acd             | 4,75                | 3,89          | 5,20             |
| 5                                     | - 0,022 cd              | 5                   | 4,12          | 5,97             |
| 6                                     | - 0,031 bcd             | 4,75                | 4,04          | 5,92             |
| 7                                     | -0,015 ce               | 4,75                | 3,68          | 5,13             |
| 8                                     | -0,047 ac               | 5,25                | 3,79          | 5,31             |
| 9                                     | -0,071 ab               | 4,75                | 4,12          | 5,96             |
| 10                                    | -0,089 a                | 4                   | 4,06          | 5,64             |
| Valor de P*                           | 7,61 <sup>-08</sup> *** | 0,34                | 0,39          | 0,41             |
| CV <sup>1</sup> (%)                   | - 62,00                 | 15,61               | 8,98          | 11,63            |

<sup>1</sup>Legenda: CV = Coeficiente de variação

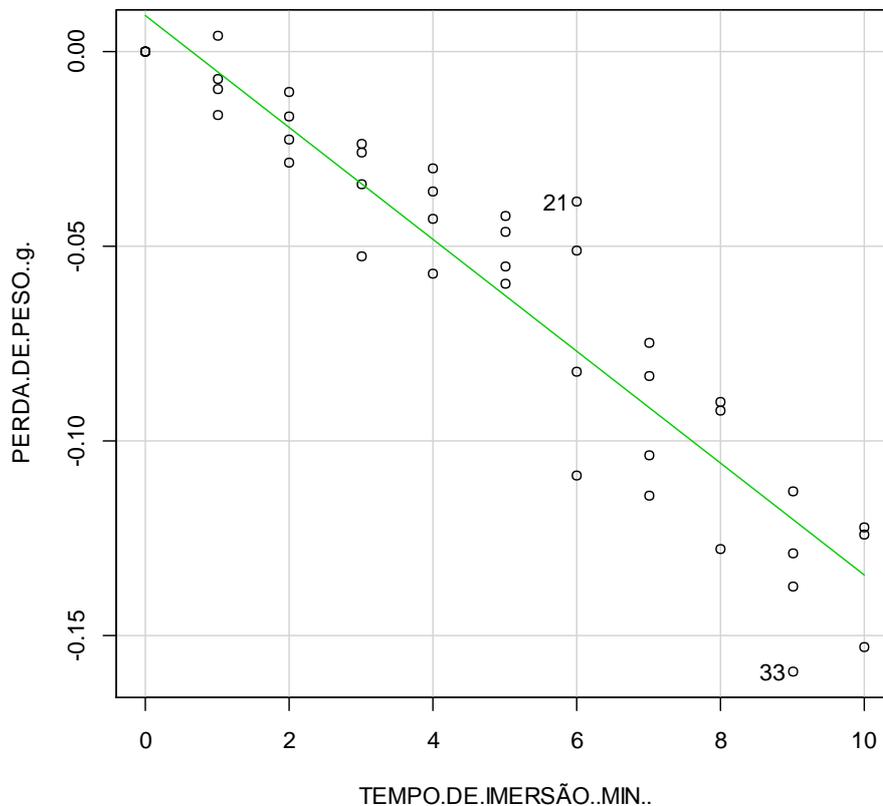
\* Valores P abaixo de 5% de significância, indicam diferença estatística entre as médias dos tratamentos.

Nota: Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Houve perda significativa do peso dos ovos. Ovos imersos na solução por até dois minutos, tiveram perdas de peso estatisticamente semelhante aos ovos que não foram imersos na solução (tempo 0).

A imersão dos ovos por longo período em solução de ácido acético contendo esta concentração influenciou significativamente na perda de peso.

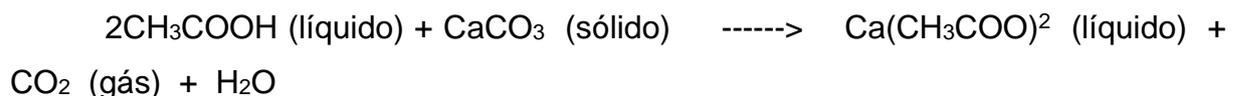
Através de regressão linear, observou-se que houve uma redução no peso dos ovos à medida que aumentava o tempo de imersão dos mesmos no ácido (Figura 8). Ao substituir os valores X pelos dez tempos de imersão avaliados é possível observar que para cada tempo de imersão houve uma perda de -0,007740 gramas de peso dos ovos, representada pelos valores Y.



$$\text{Perda de peso (g)} = 0,008084 - 0,007740 (\text{Tempo de imersão})$$

Figura 8 - Equação de regressão para estimar a influência do tempo (min) de imersão de ovos em ácido acético com concentração de 6% sobre a perda do peso dos ovos (g).

Os carbonatos são sais inorgânicos que apresentam na sua composição química o íon carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). Ácidos são substâncias que em meio aquoso liberam íons Hidrogênio ( $\text{H}^+$ ). Ao ser atacado por ácidos, o carbonato de cálcio libera dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) conforme reação química:



O tempo elevado desses ovos no ácido afeta a descalcificação da casca e a posterior entrada do ácido para o interior do ovo que, no presente estudo, é um fator indesejado.

Foi observado que com a concentração 6% a retirada da pigmentação dos ovos com o uso papel filtro poroso só foi possível a partir dos nove minutos de imersão dos ovos com a solução. Porém, em ovos muito pigmentados mesmo após dez minutos de imersão, não era possível retirar totalmente a pigmentação da casca (Figura 9). Tal resultado era indesejável, uma vez que se desejava a retirada total da pigmentação com o uso do papel filtro.



Figura 9 - Retirada incompleta de pigmentação da casca de ovo de codorna imerso em solução ácida por 10 minutos na concentração de 6%.

Com o objetivo de reduzir o tempo de imersão e facilitar a extração dos pigmentos da casca foi testado o aumento na concentração do ácido acético para concentração de 12% de ácido acético. No entanto era necessário verificar o tempo ideal de imersão dos ovos em ácido acético contendo esta concentração, já que elevadas concentrações desta solução reagiria mais rápido com os carbonatos podendo afetar a permeabilidade da casca e, por consequência, a qualidade interna dos ovos durante o armazenamento. Os resultados podem ser visualizados na tabela 7.

Tabela 7 - Influência do tempo de imersão de ovos de codornas (minutos) em ácido acético com concentração de 12% por teste de comparação de médias

| Tempo Imersão em ácido acético (min) | MÉDIAS                  |                     |               |                  |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------|------------------|
|                                      | Perda de Peso (g)       | Altura Albúmen (mm) | Peso Gema (g) | Peso Albúmen (g) |
| 0                                    | 0 f                     | 4,5                 | 3,76          | 5,10             |
| 1                                    | -0,0071 ef              | 4,5                 | 3,54          | 4,96             |
| 2                                    | -0,019 df               | 5,25                | 3,96          | 5,21             |
| 3                                    | -0,034 cf               | 5,25                | 4,31          | 5,32             |
| 4                                    | -0,041 cde              | 4,75                | 4,04          | 5,16             |
| 5                                    | -0,051 cd               | 5,75                | 4,42          | 5,72             |
| 6                                    | -0,070 bc               | 5,25                | 4,18          | 5,65             |
| 7                                    | -0,094 b                | 4,75                | 3,82          | 5,60             |
| 8                                    | -0,10 ab                | 5,25                | 3,86          | 5,68             |
| 9                                    | -0,13 a                 | 5,25                | 4,04          | 5,70             |
| 10                                   | -0,13 a                 | 4,50                | 4,16          | 5,10             |
| Valor de P*                          | 1,35 <sup>-14</sup> *** | 0,17                | 0,11          | 0,66             |
| CV <sup>1</sup> (%)                  | -25,82                  | 13,48               | 9,59          | 11,93            |

<sup>1</sup>Legenda: CV = Coeficiente de variação

\* Valores P abaixo de 5% de significância, indicam diferença estatística entres as médias dos tratamentos.

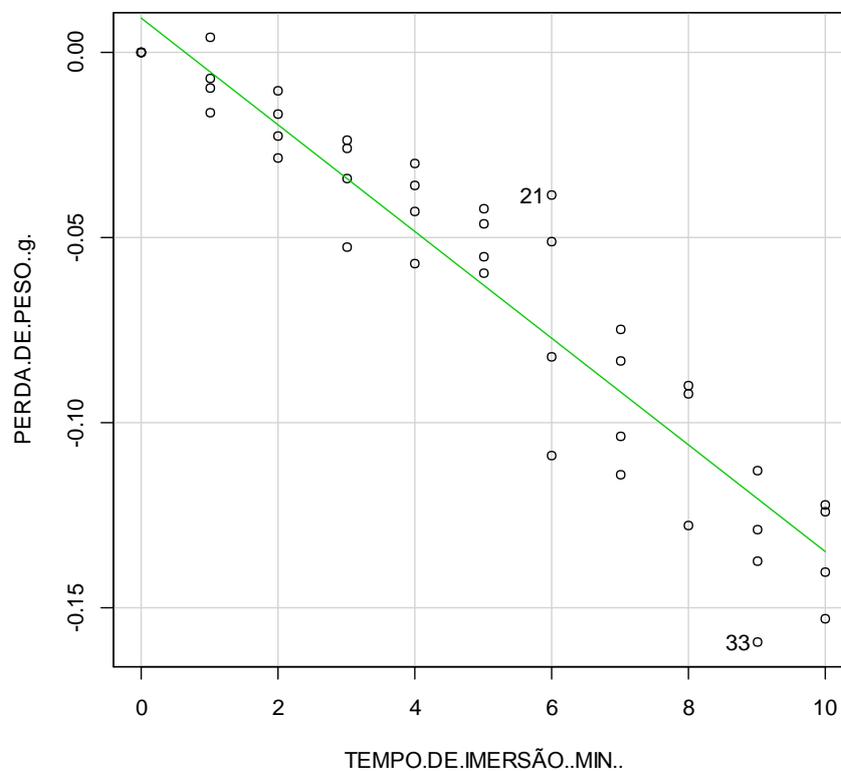
Nota: Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Ovos imersos em solução ácida por um período de até três minutos, tiveram perdas de peso que não diferiram estatisticamente daqueles ovos que não foram imersos em solução ácida (tempo 0). No entanto, como foi utilizada o dobro da concentração, era visível os danos na qualidade de casca causado pelo elevado tempo de contato dos ovos com o ácido. Ovos imersos em períodos muito longos, perdiam os pigmentos da casca dentro da própria solução, o que para o presente estudo era indesejável (Figura 10). O tempo de imersão de um minuto era o suficiente para a retirada da pigmentação da casca, mesmo em ovos muito pigmentados.



Figura 10 - Perda de pigmento da casca de ovo de codorna imerso em solução ácida por um período de 8 minutos de imersão em concentração de 12%

Na análise de regressão linear, houve constante perda de peso dos ovos há medida que aumentou o tempo de imersão. Como foi utilizada o dobro da concentração ácida, esta perda foi mais acentuada, comparando com os ovos que foram imersos em soluções contendo a concentração de 6% do ácido. O gráfico e sua respectiva equação podem ser visualizados na figura 11.



$$\text{Perda de peso (g)} = 0,80092915 - 0,0144054 (\text{Tempo de imersão})$$

Figura 11 - Equação de regressão para estimar a influência do tempo (min) de imersão de ovos em ácido acético com concentração de 12% sobre a perda do peso dos ovos (g).

A partir dos resultados obtidos, avaliou-se a qualidade dos ovos imersos por um período de até 10 minutos na solução contendo o dobro da concentração. O resultado pode ser visualizado na tabela 8.

Tabela 8 - Médias das variáveis qualidade interna e externa de ovos submetidos a quatro diferentes tempos de imersão (min) em ácido acético com concentração de 12%

| MÉDIAS                         | TEMPO DE IMERSÃO (MIN.) |         |         |         | VALOR P*                | CV <sup>1</sup> (%) |
|--------------------------------|-------------------------|---------|---------|---------|-------------------------|---------------------|
|                                | 0                       | 1       | 2       | 3       |                         |                     |
| PERDA DE PESO (g)              | 0c                      | 0,004 c | 0,015 b | 0,017 a | 8,48 <sup>-09</sup> *** | - 59,69             |
| ALT. ALBÚMEN <sup>1</sup> (mm) | 0,82                    | 0,84    | 0,71    | 0,67    | 0,69                    | 13,98               |
| PESO ALBÚMEN (g)               | 5,73                    | 5,37    | 5,93    | 5,49    | 0,44                    | 14,38               |
| PESO GEMA (g)                  | 4,08                    | 4,15    | 3,89    | 4,15    | 0,314                   | 8,24                |
| pH ALBÚMEN <sup>1</sup>        | 0,06 a                  | 0,07 a  | 0,07 a  | 0,18 b  | 0,0176 *                | 0,56                |
| pH GEMA <sup>1</sup>           | 0,12                    | 0,05    | 0,03    | 0,01    | 0,87                    | 1,66                |
| ESP. CASCA <sup>1</sup> (mm)   | 0,31 a                  | 0,28 ab | 0,24 bc | 0,24 c  | 0,0001***               | 14,01               |
| CASCA (%)                      | 0,08                    | 0,08    | 0,09    | 0,08    | 0,73                    | 20,46               |
| UH <sup>1</sup> (%)            | 94,77                   | 93,26   | 93,87   | 92,95   | 0,74                    | 4,17                |

<sup>1</sup>Legendas: CV = Coeficiente de variação; ALT. ALBÚMEN = Altura de albúmen; ESP. CASCA = Espessura da casca; PH ALBÚMEN = Potencial hidrogênioônico do albúmen; PH GEMA = Potencial hidrogeniônico da gema; UH = Unidade Haugh

\* Valores P abaixo de 5% de significância, indicam diferença estatística entres as médias dos tratamentos.

Nota: Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Na tabela 8, com a concentração 12%, foi possível observar maior facilidade na extração da pigmentação de casca para ovos imersos durante apenas um minuto. Foi observado que não houve diferença estatística entre as médias das variáveis de estudo, nos tempos de imersão zero e um minuto, indicando que este tempo é seguro e eficiente para retirar a pigmentação sem causar perda de carbonato de cálcio e perda de peso da casca. Ovos submetidos ao tempo de imersão por dois e três minutos, em solução ácida contendo o dobro da concentração, apresentaram espessura na casca menor pelo efeito do ácido sobre o carbonato de cálcio, afetando na descalcificação da casca.

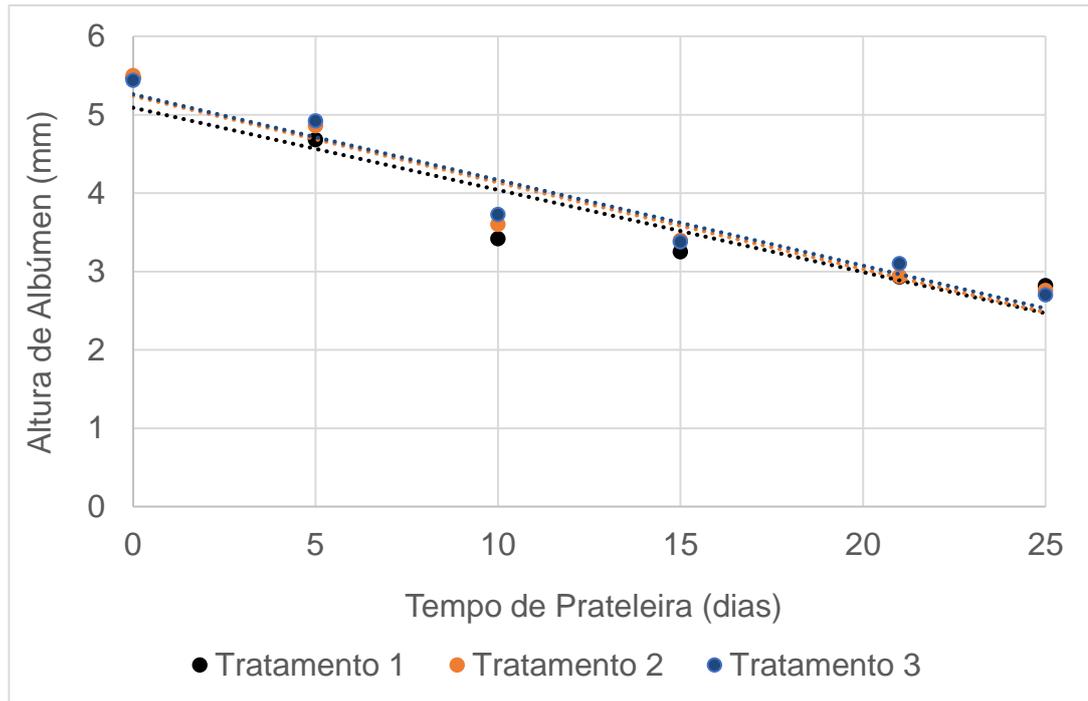
Desta forma, foi decidido no experimento por se utilizar o ácido acético com o dobro da concentração em um tempo curto de imersão dos ovos na solução (um minuto), diminuindo a possibilidade de perda de peso.

#### 4.3. Efeito da pigmentação da casca e do tempo de armazenamento sobre a qualidade interna e externa dos ovos de codornas

Os modelos lineares com interação da avaliação da interação entre os fatores pigmentação de casca e tempo de prateleira podem ser visualizados no item A dos apêndices.

Para as variáveis de qualidade interna e externa dos ovos não foi observada interação entre os tratamentos e o tempo de prateleira. Tal resultado é desejável, já que indica que o ácido nos tratamentos T2 (tratamento controle com a imersão dos ovos em solução de ácido acético por dois segundos e sem extração da pigmentação da casca) e T3 (extração da pigmentação da casca de ovos imersos na solução contendo ácido acético por um minuto) não interagiu com o tempo de prateleira, permitindo desta forma avaliar a influência isolada do fator pigmentação sobre as variáveis de qualidade dos ovos.

Na análise dos modelos lineares em que se objetiva estimar as variáveis de qualidade de ovos a partir de equações de regressão linear através dos coeficientes para pigmentação e tempo de armazenamento foi observado que o tratamento controle com a imersão dos ovos em solução de ácido acético por 2 segundos e sem extração da pigmentação da casca (T2) apresentou significativamente um coeficiente para altura de albúmen maior (0,239 mm) em comparação com o controle negativo sem extração da pigmentação da casca e sem uso de ácido acético (T1) a um nível de significância de  $P < 0,05$ . Houve um decréscimo na altura de albúmen, com o aumento do tempo de prateleira dos ovos, como pode ser observado na Figura 12.



Altura Alb. Trat.1 =  $5,04 - 0,11 \times (\text{tempo de prateleira})$

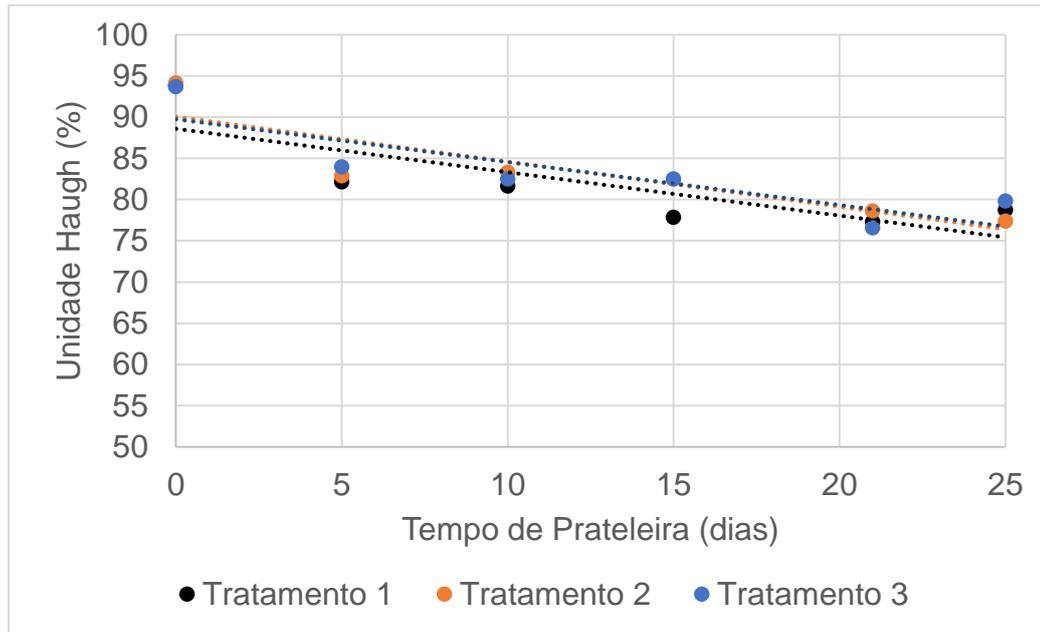
Altura Alb. Trat. 2 =  $5,04 + 0,24 - (0,11 - 0,0032) \times (\text{tempo de prateleira})$

Altura Alb. Trat. 3 =  $5,04 + 0,15 - (0,11 + 0,0022) \times (\text{tempo de prateleira})$

Figura 12 – Valores de altura de albúmen de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos

O albúmen contém de 85 a 90% de água e é pobre em gorduras (MARINHO, 2011). Durante a conservação *in natura* dos ovos, houve a constante evaporação do percentual líquido do albúmen, afetando na queda da altura de albúmen (MAGALHÃES, 2007).

O valor da UH é dependente dos valores de altura de albúmen e peso dos ovos e a diminuição de altura de albúmen causou também a diminuição da qualidade dos ovos indicada por este coeficiente da equação de regressão. Assim como na altura de albúmen, os ovos submetidos ao T2 apresentaram coeficiente para UH significativamente em comparação aos ovos submetidos ao T1, com um nível de significância de  $P < 0,10$  (Figura 13).



$$UH \text{ Trat. 1} = 91,58 - 0,66 \times (\text{tempo de prateleira})$$

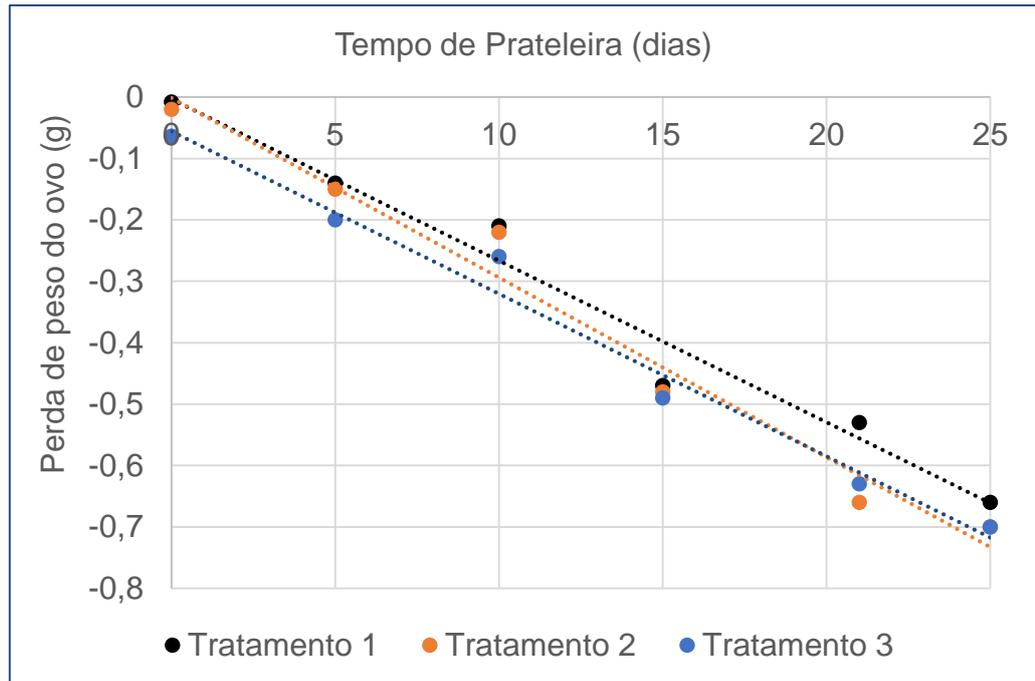
$$UH \text{ Trat. 2} = 91,58 + 1,39 - (0,66 - 0,017) \times (\text{tempo de prateleira})$$

$$UH \text{ Trat. 3} = 91,58 + 0,97 - (0,66 + 0,0085) \times (\text{tempo de prateleira})$$

Figura 13 – Valores de Unidade Haugh (%) de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos

Alleoni e Antunes (2001) avaliaram os valores de UH em ovos armazenados sob refrigeração e temperatura ambiente e encontraram valores inferiores desta variável para ovos conservados sem o uso da refrigeração. A maior média das UH para ovos que foram avaliados no mesmo dia de coleta no presente estudo, está de acordo com o relatado por Leandro, Deus, Stringhini, et al. (2005). Baptista (2002) constatou que os valores encontrados indicaram uma diminuição gradual das UH dos ovos de codorna conforme a sequência de tempo de armazenamento. Os ovos tiveram os valores iniciais de 85%, chegando a valores de 80 e 68% para os ovos armazenados a 1 e 25°C, respectivamente.

No presente estudo observou-se perda de peso dos ovos constante à medida que aumentou o tempo de prateleira. Ovos submetidos ao T3 tiveram uma perda significativa de peso, comparado com os outros dois tratamentos (Figura 14).



$$\text{Peso Ovo Trat. 1} = 12,53 - 0,021 \times (\text{tempo de prateleira})$$

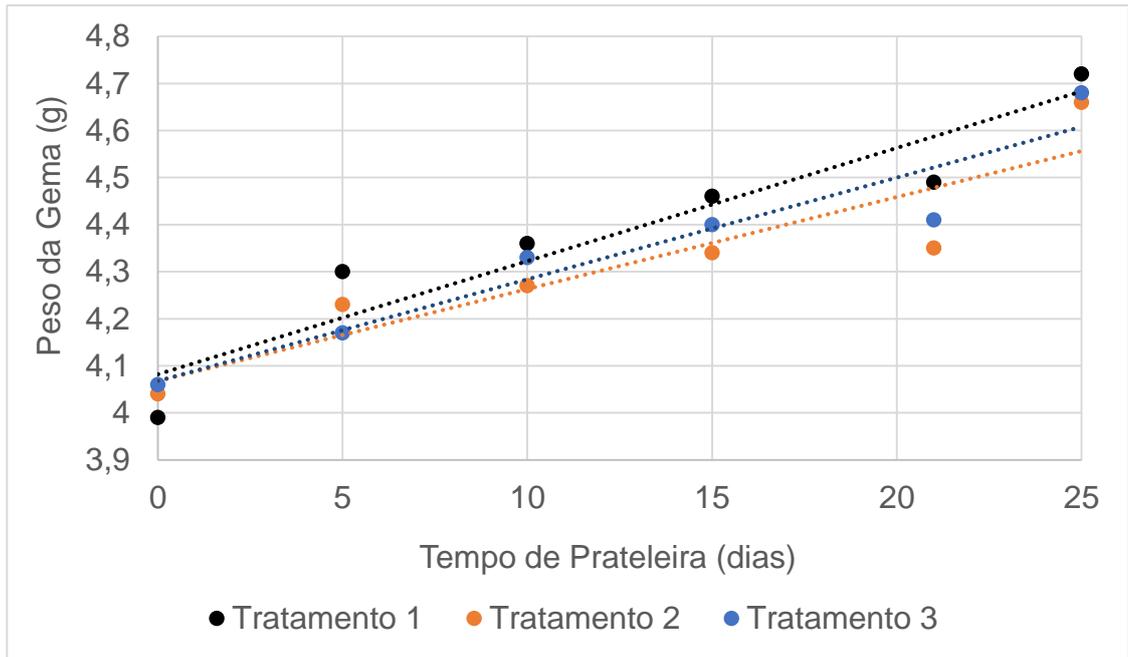
$$\text{Peso Ovo Trat. 2} = 12,53 + 0,098 - (0,021 - 0,0063) \times (\text{tempo de prateleira})$$

$$\text{Peso Ovo Trat. 3} = 12,53 + 0,0055 - (0,021 - 0,0043) \times (\text{tempo de prateleira})$$

Figura 14 – Valores de percentagem do peso dos ovos (%) de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos

O peso do ovo é influenciado pelo seu tempo de armazenamento (MOURA; OLIVEIRA; THIEBAUT, et al., 2008). Os ovos de codornas sofrem menores perdas de peso com o passar do tempo, comparado com ovos de galinhas (SINGH e PANDA, 1990). Segundo Marinho (2011) em um período de 30 dias de armazenamento *in natura*, a perda de peso de ovos de codornas ocorreu somente até o nono dia de conservação.

A perda de peso do ovo ocorre devido à redução de água do albúmen, diminuindo sua proporção e aumentando a percentagem de gema, esta tornando-se mais líquida (SANTOS; ESPÍNDOLA; LÔBO; et al., 2009). Esse movimento da água da clara para a gema é constante durante o período de conservação *in natura* dos ovos e ocorre devido à maior pressão osmótica da gema (MAGALHÃES, 2007). Devido à absorção da água do albúmen pela gema, há o aumento do peso da gema e de sua percentagem em relação ao ovo. O inverso ocorre com o peso e percentagem de albúmen (PARDI, 1977). Estes resultados foram observados no presente estudo (Figuras 15, 16, 17 e 18).

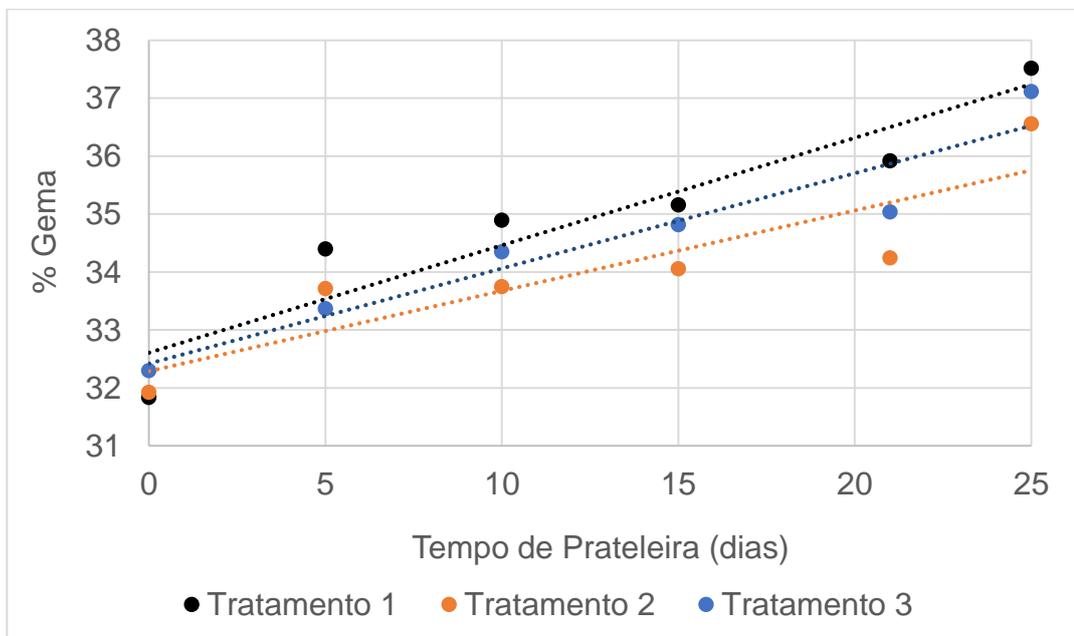


Peso Gema Trat. 1 =  $4,09 + 0,022 \times (\text{tempo de prateleira})$

Peso Gema Trat. 2 =  $4,09 - 0,014 + (0,022 - 0,0033) \times (\text{tempo de prateleira})$

Peso Gema Trat. 3 =  $4,09 - 0,0049 + (0,022 - 0,0017) \times (\text{tempo de prateleira})$

Figura 15 – Valores de peso da gema (g) de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos

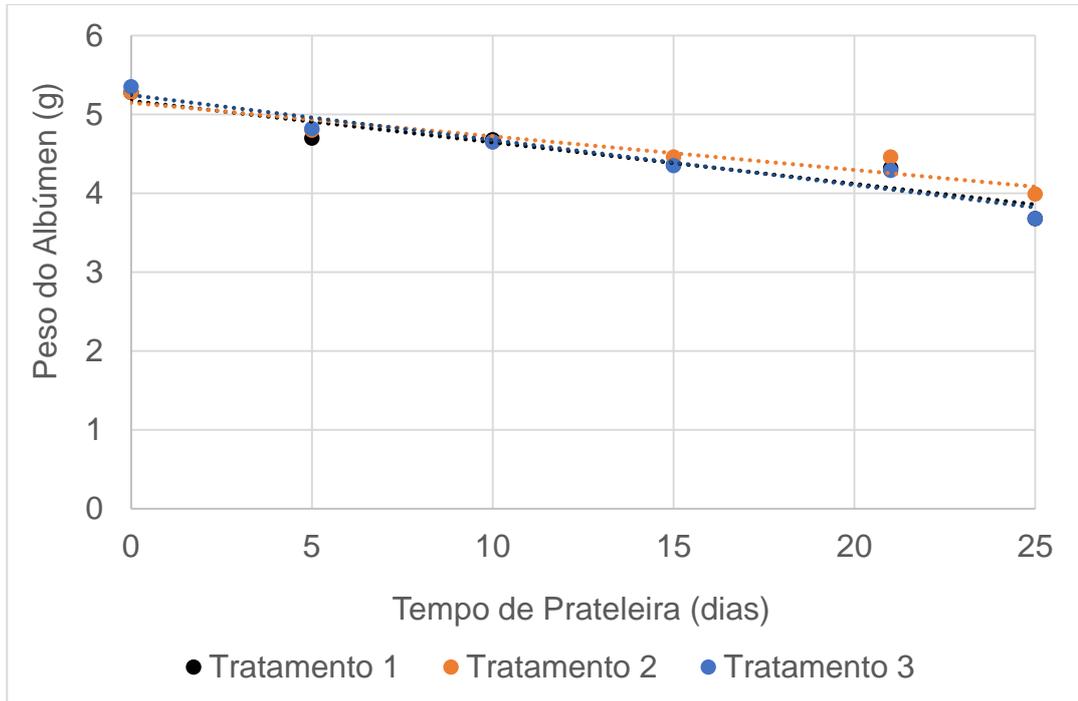


% Gema Trat. 1 =  $32,57 + 0,17 \times (\text{tempo de prateleira})$

% Gema Trat. 2 =  $32,57 - 0,25 + (0,17 - 0,033) \times (\text{tempo de prateleira})$

% Gema Trat. 3 =  $32,57 - 0,080 + (0,17 - 0,012) \times (\text{tempo de prateleira})$

Figura 16 – Valores de percentual de gema de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos

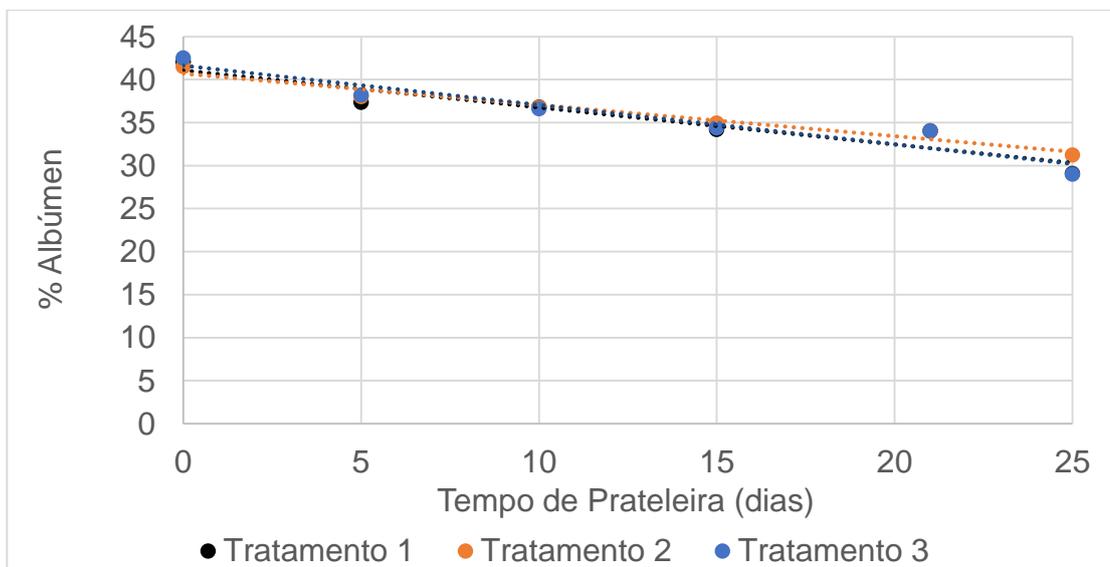


Peso Albúmen Trat. 1 =  $5,17 - 0,050 \times (\text{tempo de prateleira})$

Peso Albúmen Trat. 2 =  $5,17 - 0,023 - (0,050 + 0,008) \times (\text{tempo de prateleira})$

Peso Albúmen Trat. 3 =  $5,17 + 0,099 - (0,050 - 0,0069) \times (\text{tempo de prateleira})$

Figura 17 – Valores do peso do albúmen (g) de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos



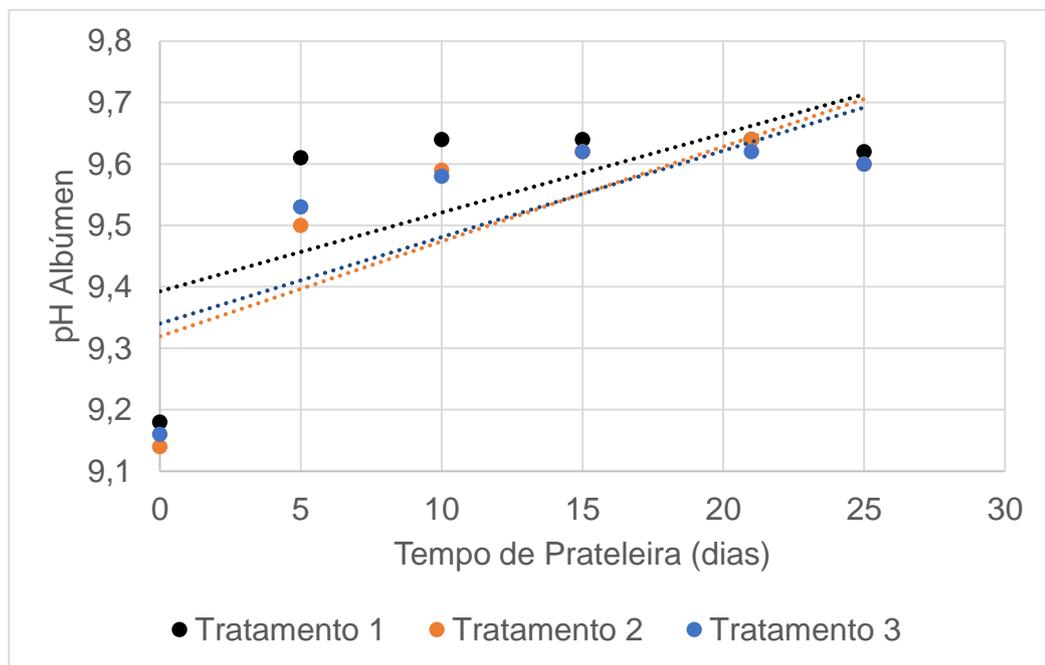
% Albúmen Trat. 1 =  $40,95 - 0,41 \times (\text{tempo de prateleira})$

% Albúmen Trat. 2 =  $40,95 - 0,32 - (0,41 + 0,067) \times (\text{tempo de prateleira})$

% Albúmen Trat. 3 =  $40,95 + 0,75 - (0,41 - 0,050) \times (\text{tempo de prateleira})$

Figura 18 – Valores do percentual de albúmen de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos

Com relação ao pH do albúmen os modelos lineares mostraram que os coeficientes das equações relativos aos tratamentos 2 e 3 apresentaram significativamente menor valor em comparação ao T1. O contato dos ovos com a solução ácida mesmo que por um período de tempo curto pode ter influenciado a infiltração de ácido através da casca e produzido claras mais ácidas. Não se observou influência da solução ácida no pH da gema, para esta avaliação. Foi verificado aumento de pH para albúmen e gema com o aumento do tempo de prateleira dos ovos (Figuras 19 e 20).

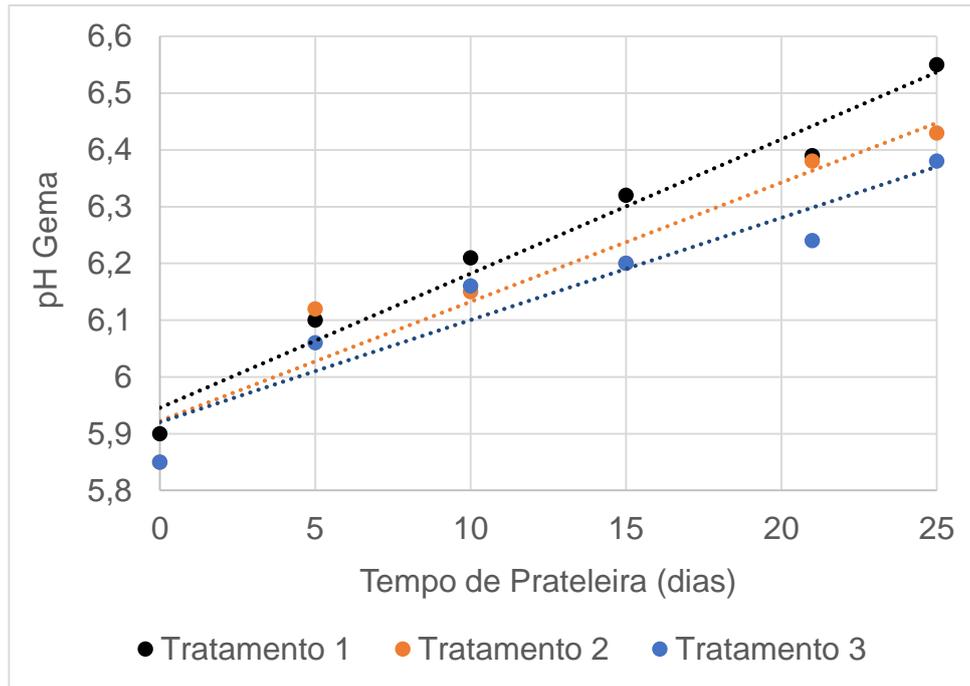


$$\text{pH Albúmen Trat.1} = 9,40 + 0,013 \times (\text{tempo de prateleira})$$

$$\text{pH Albúmen Trat. 2} = 9,40 - 0,069 + (0,013 + 0,0020) \times (\text{tempo de prateleira})$$

$$\text{pH Albúmen Trat. 3} = 9,40 - 0,062 + (0,013 + 0,0016) \times (\text{tempo de prateleira})$$

Figura 19 – Valores do pH de albúmen de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos



$$\begin{aligned} \text{pH Gema Trat. 1} &= 5,95 + 0,014 \times (\text{tempo de prateleira}) \\ \text{pH Gema Trat. 2} &= 5,95 - 0,012 + (0,014 - 0,00043) \times (\text{tempo de prateleira}) \\ \text{pH Gema Trat. 3} &= 5,95 - 0,045 + (0,014 - 0,00048) \times (\text{tempo de prateleira}) \end{aligned}$$

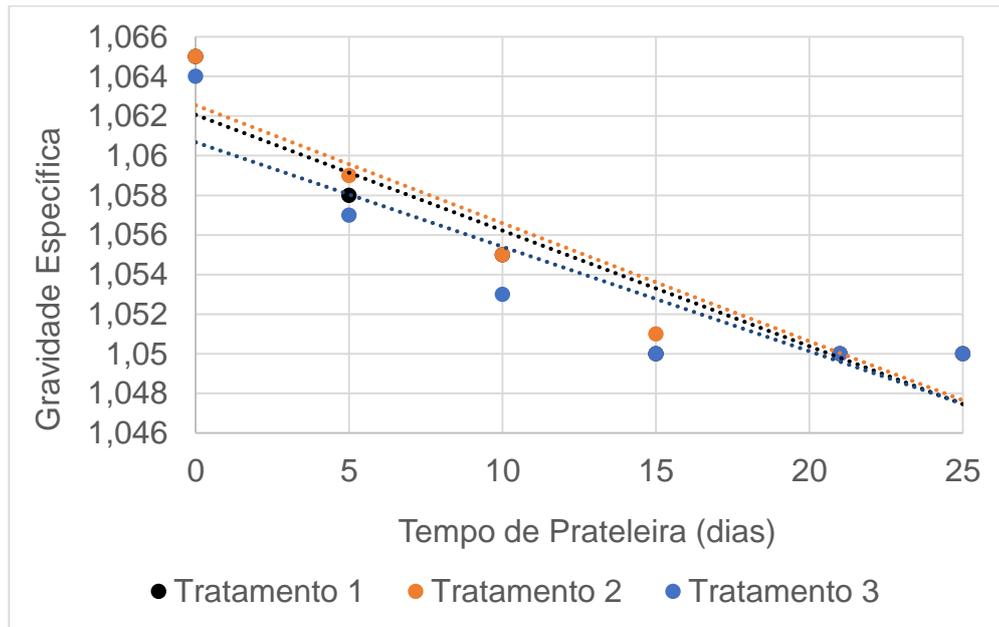
Figura 20 – Valores do pH de gema de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos

Os pHs do albúmen e gema do ovo são próximos de 8 e 6,2, respectivamente, mas estes valores podem se elevar devido ao período longo de armazenamento em condições inadequadas de temperatura e umidade. O albúmen mais líquido, bem como a absorção de água do albúmen pela gema, torna o meio mais alcalino para ambos. O pH de gema aumentou constante à medida que aumentava o tempo de armazenamento dos ovos em temperatura ambiente. O valor do pH de albúmen de ovos conservados por 10 dias foi semelhante aos valores encontrados para ovos em maior tempo de prateleira (15, 21 e 25 dias).

Sarcinelli, Venturine e Silva (2007) citam que com o aumento do tempo de prateleira, há a passagem de água da clara para a gema, aumentando o tamanho e a alcalinidade desta última. Souza e Souza (1995) observaram que os pHs de gema e albúmen de ovos de codornas refrigerados apresentavam menores valores do que os acondicionados *in natura*. Os autores observaram um aumento no pH da gema e diminuição no pH do albúmen nos ovos submetidos a 21 dias de conservação *in natura*. Barbiratto (2000), verificou que o pH da clara de ovos de poedeiras

armazenados em temperatura ambiente variou de 8,33 para 9,40, após 26 dias de armazenamento.

Para a gravidade específica a equação de regressão relativa ao tratamento 3 apresentou um coeficiente linear significativamente menor em comparação com o grupo controle ( $P < 0,05$ ). O aumento no tempo de conservação *in natura* dos ovos afetou na diminuição desta variável de estudo (Figura 21).



$$\begin{aligned} \text{Tratamento 1} &= 1,06^{03} - 5,85^{-1} \times (\text{tempo de prateleira}) \\ \text{Tratamento 2} &= 1,06^{03} + 3,25^{-1} - (5,85^{-1} - 7,57^{-3}) \times (\text{tempo de prateleira}) \\ \text{Tratamento 3} &= 1,06^{03} - 1,46 - (5,85^{-1} + 5,54^{-2}) \times (\text{tempo de prateleira}) \end{aligned}$$

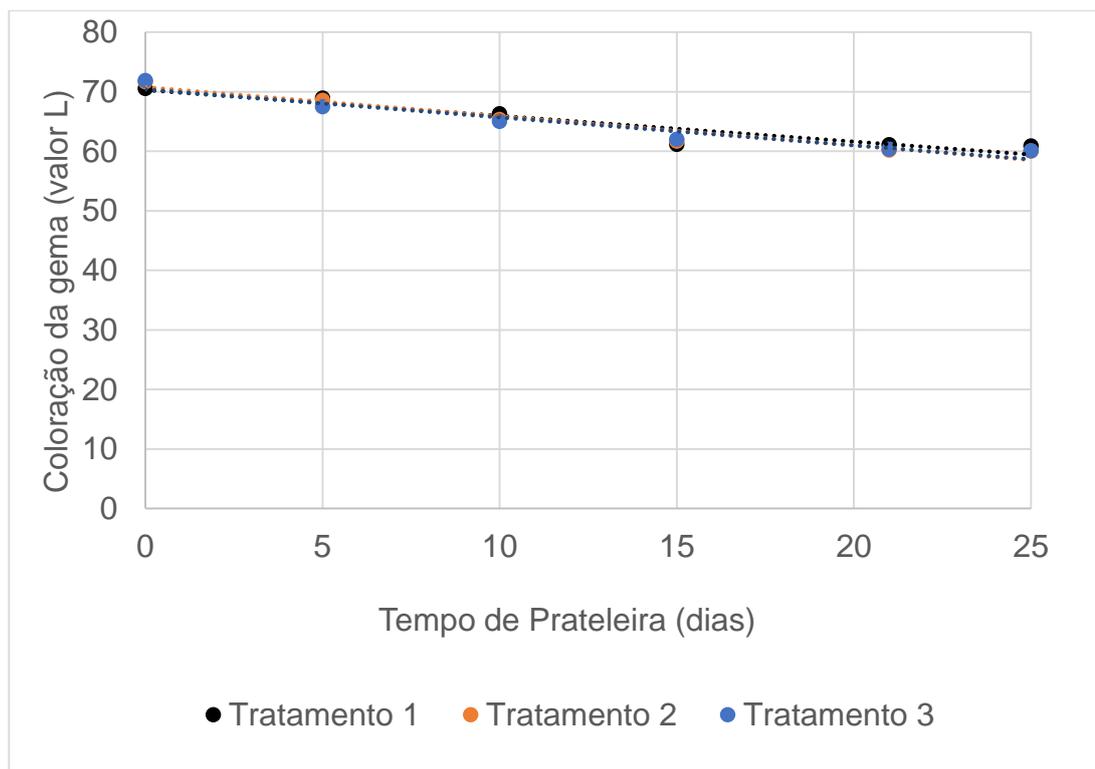
Figura 21 – Valores de gravidade específica de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos

A gravidade específica é uma variável que indica a qualidade da casca do ovo e é inversamente proporcional ao peso do ovo. Os valores baixos para gravidade específica indicam qualidade inferior e menor resistência da casca do ovo. Segundo Albino e Barreto (2011), a casca dos ovos promove trocas gasosas entre o interior do ovo e o meio ambiente através dos poros, evita a perda de umidade em excesso e a desidratação do ovo além de ser uma barreira física contra bactérias, fungos e outros agentes externos. Possivelmente o ácido influenciou negativamente na qualidade de casca.

Após a postura, há a evaporação de água presente no ovo, causando o aumento da câmara de ar e a diminuição da gravidade específica do ovo (MAGALHÃES, 2007) e, independente da temperatura, o aumento do tempo de

conservação provoca a diminuição desta variável (SANTOS et al., 2009). Carvalho et al. (2003) concluíram que a gravidade específica para ovos de codornas conservados durante 21 dias foi menor do que para os armazenados por sete e 14 dias.

Com relação à coloração da gema, o efeito do tempo de armazenamento foi significativo para as cores de gema na escala L e b\*, exceto na escala a\*. O menor valor b\*, observado principalmente nos ovos que ficaram 10, 15 e 21 dias de tempo de prateleira, indica uma diminuição, mesmo que pequena, na tonalidade da cor amarelada da gema. Seu valor negativo indica a tonalidade do azul. Já a luminosidade (L) diminui com o passar do tempo de conservação, onde ovos conservados por 15, 21 e 25 dias apresentaram as menores médias. Segundo Andrade, Marino, Marchini et al. (2009) há a diminuição na tonalidade da cor da gema, afetada pelo tempo de armazenamento em temperatura ambiente. Gráficos de regressão linear da variável coloração de gema podem ser visualizados nas figuras abaixo:

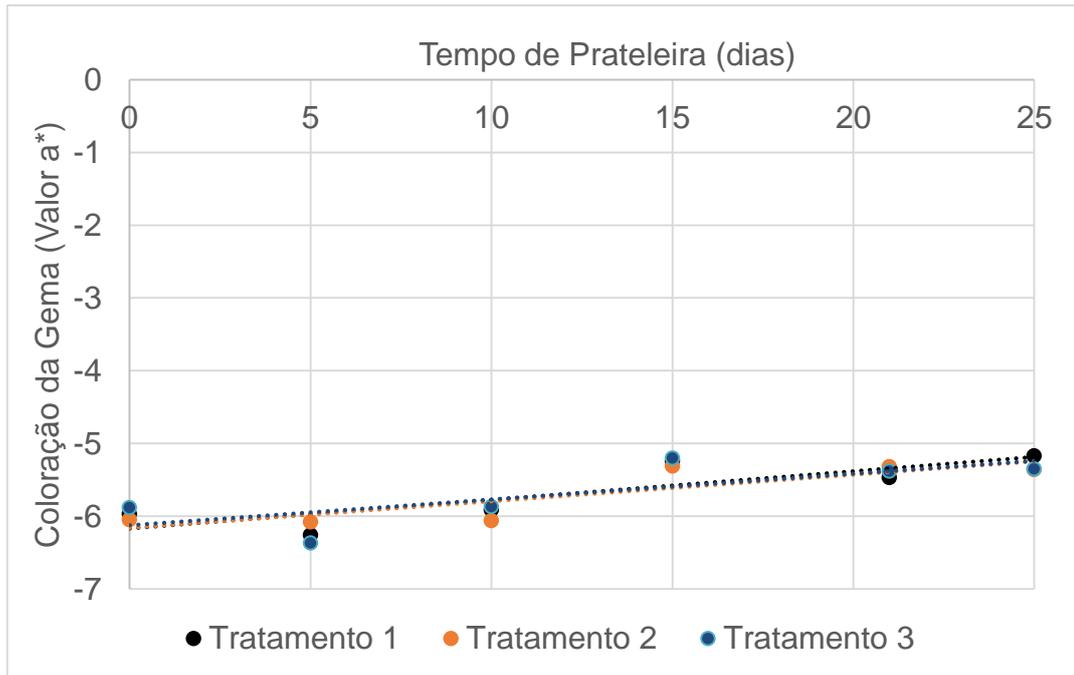


$$\text{Tratamento 1} = 70,25 - 0,43 \times (\text{tempo de prateleira})$$

$$\text{Tratamento 2} = 70,25 + 0,080 - (0,43 - 0,022) \times (\text{tempo de prateleira})$$

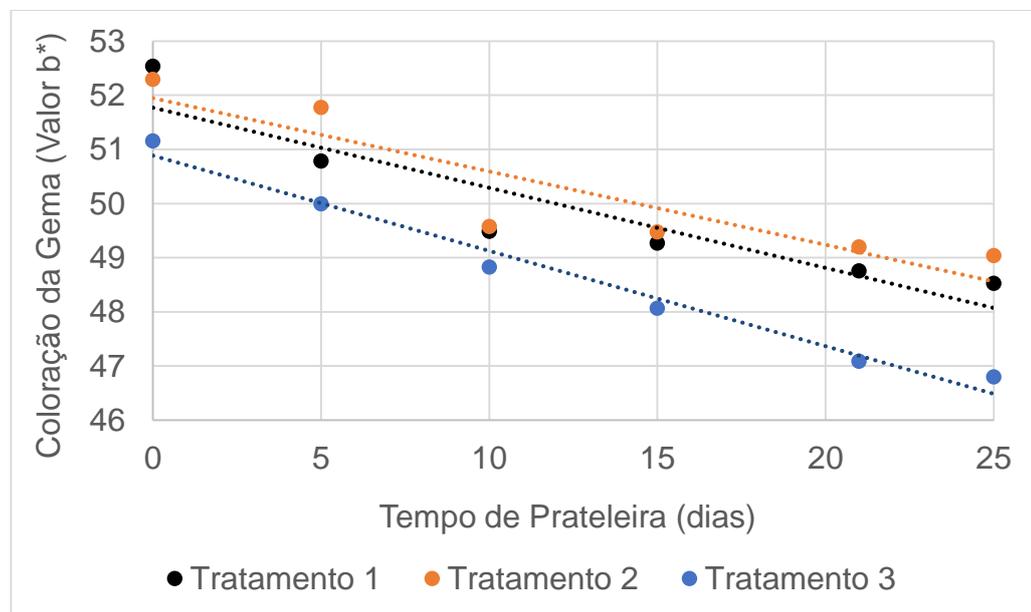
$$\text{Tratamento 3} = 70,25 - 0,76 - (0,43 + 0,076) \times (\text{tempo de prateleira})$$

Figura 22 – Valores da coloração da gema (valor L) de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos



Tratamento 1 =  $-6,17 + 0,040 \times (\text{tempo de prateleira})$   
 Tratamento 2 =  $-6,18 - 0,11 + (0,040 + 0,0037) \times (\text{tempo de prateleira})$   
 Tratamento 3 =  $-6,17 + 0,52 + (0,040 - 0,016) \times (\text{tempo de prateleira})$

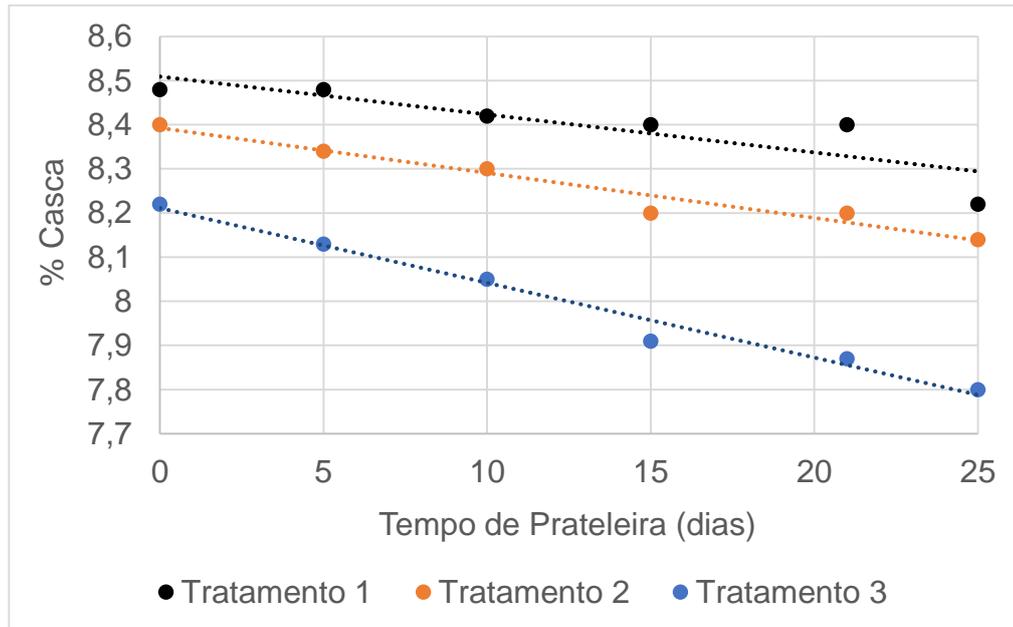
Figura 23 – Valores da coloração da gema (valor a\*) de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos



Tratamento 1 =  $51,64 - 0,13 \times (\text{tempo de prateleira})$   
 Tratamento 2 =  $51,64 - 0,19 - (0,13 + 0,048) \times (\text{tempo de prateleira})$   
 Tratamento 3 =  $51,64 - 1,06 - (0,13 + 0,10) \times (\text{tempo de prateleira})$

Figura 24 – Valores da coloração da gema (valor b\*) de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos

A variável de qualidade externa percentagem de casca foi influenciada pelo aumento no tempo de armazenamento *in natura* dos ovos submetidos aos três tratamentos (Figuras 25), no entanto esta variação foi baixa. Para a variável espessura de casca não houve mudanças no valor de espessura à medida que aumentava o tempo de prateleira dos ovos (Figura 26).

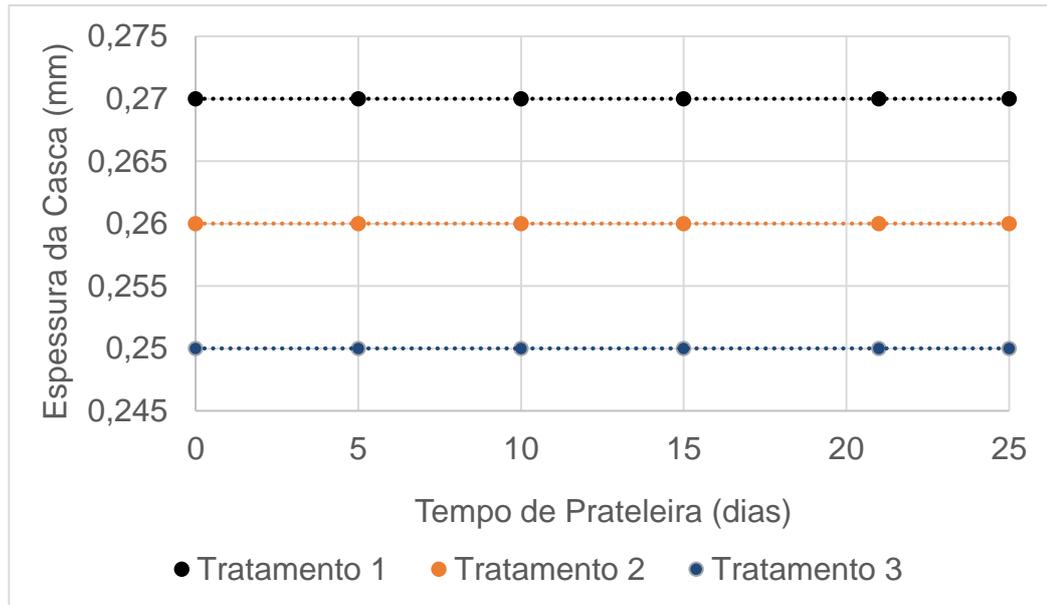


$$\text{Tratamento 1} = 8,34 + 0,00056 \times (\text{tempo de prateleira})$$

$$\text{Tratamento 2} = 8,34 - 0,06 + (0,00056 - 0,0024) \times (\text{tempo de prateleira})$$

$$\text{Tratamento 3} = 8,34 + 1,62 + (0,00056 - 0,053) \times (\text{tempo de prateleira})$$

Figura 25 – Valores da percentagem de casca de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos



Esp. Casca Trat. 1 =  $-0,67 + 0,14 \times (\text{tempo de prateleira})$

Esp. Casca Trat. 2 =  $-0,67 + 0,93 + (0,14 - 0,14) \times (\text{tempo de prateleira})$

Esp. Casca Trat. 3 =  $-0,67 + 0,92 + (0,14 - 0,14) \times (\text{tempo de prateleira})$

Figura 26 – Valores da espessura da casca (mm) de ovos de codornas conservados *in natura* e submetidos aos três tratamentos

Na análise da qualidade de casca, Marinho (2011) e Baptista (2002) concluíram que não houve diferença nas médias dos valores das espessuras das cascas de ovos de codornas conservados em meio ambiente, resultado semelhante aos encontrados no presente trabalho. A conservação de ovos de codornas em meio ambiente afetou somente a qualidade interna, independente de alguns ovos terem sido submetidos à imersão em solução ácida nos tratamentos 2 e 3. Porém, Santos et al. (2009) observaram que em temperatura ambiente, ovos estocados por 21 dias apresentaram maior percentagem de casca.

Estes resultados comprovam que a conservação dos ovos sem o uso de baixas temperaturas limita o seu período de conservação, principalmente em épocas com temperaturas elevadas, tornando-se fundamental o emprego de tecnologia adequada após a postura, a fim de prolongar a vida útil dos ovos para consumo. Segundo Piccinin, Onselen, Malhado, et al. (2005), a qualidade de ovos de codornas japonesas armazenados à temperatura ambiente decresce rapidamente comparado com ovos mantidos às temperaturas próximas dos 4 °C. Leandro, Deus e Stringhini (2005) enfatizam que temperatura e umidade relativa do ar são importantes fatores que influenciam a qualidade dos ovos de galinhas durante a estocagem.

No presente estudo foi avaliada a influência da pigmentação da casca sobre as variáveis de qualidade de ovos (Tabela 9). Não foi encontrado nenhum efeito significativo dos tratamentos sobre a maioria das variáveis de qualidade interna e externa de ovos de codornas. A presença ou ausência da pigmentação na casca, não afetou a qualidade interna dos ovos, mas observou-se a perda de peso significativa dos ovos que foram submetidos ao T3.

Na revisão de literatura não foram encontrados trabalhos científicos, cujo objetivo era o de verificar a influência da presença da pigmentação da casca sobre a qualidade durante o armazenamento. Portanto, não foi possível comparar estes resultados com outros trabalhos científicos.

Tabela 9 - Efeito da pigmentação da casca sobre a qualidade de ovos de codornas japonesas

| VARIÁVEIS                    | Médias      |         |        |          |                     |
|------------------------------|-------------|---------|--------|----------|---------------------|
|                              | Tratamentos |         |        | Valor P* | CV <sup>1</sup> (%) |
|                              | 1           | 2       | 3      |          |                     |
| Altura de Albúmen (mm)       | 3,7         | 3,87    | 3,82   | 0,24     | 33                  |
| Gravidade específica         | 1,055       | 1,055   | 1,054  | 0,064    | 1,32                |
| Peso da Gema (g)             | 4,35        | 4,3     | 4,34   | 0,57     | 12,07               |
| Percentual de gema (%)       | 34,57       | 33,1    | 34,46  | 0,1      | 9,72                |
| Peso de Albúmen (g)          | 4,56        | 4,62    | 4,53   | 0,52     | 19,37               |
| Percentual de albúmen (%)    | 36,07       | 36,37   | 35,88  | 0,64     | 16,57               |
| Unidade Haugh (%)            | 83,38       | 84,39   | 84,2   | 0,25     | 8,75                |
| Perda de peso do ovo (g)     | -0,34a      | -0,37ab | -0,49b | 0,012*   | -164                |
| Percentual de casca (%)      | 8,35        | 8,26    | 9,28   | 0,51     | 134                 |
| Espessura da Casca (mm)      | 1,15        | 0,27    | 0,26   | 0,37     | 151                 |
| Coloração da Gema (valor L)  | 65,37       | 64,8    | 65,13  | 0,56     | 9,07                |
| Coloração da Gema (valor a*) | -5,72       | -5,74   | -5,35  | 0,27     | -52,27              |
| Coloração da Gema (valor b*) | 50,22       | 50,45   | 50,3   | 0,89     | 10,74               |
| pH da Gema                   | 6,12        | 6,12    | 6,09   | 0,35     | 3,77                |
| pH do Albúmen                | 9,55        | 9,52    | 9,52   | 0,087    | 2,23                |

<sup>1</sup>LegendaS: CV = Coeficiente de variação

\* Valores P abaixo de 5% de significância, indicam diferença estatística entres as médias dos tratamentos.

Nota: Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

#### 4.4. Correlação linear dos métodos de quantificação da pigmentação da casca de ovos de codornas japonesas.

##### 4.4.1. Teste de correlação linear entre os três métodos de quantificação de pigmentação de casca.

Não foi encontrada relação positiva consistente entre os três métodos de avaliação da pigmentação utilizados para ovos submetidos aos tratamentos. O maior coeficiente de correlação foi observado entre os valores DDA e o método do escore visual que se aproximou a 0,5 ( $P < 0,01$ ). No entanto, este valor não é um forte indicativo de que há uma relação positiva entre esses dois métodos, isto é, de que os métodos concordam entre si com respeito a concordância na magnitude de pigmentação do ovo.

O método do escore visual foi dentre os três métodos o que apresentou menor variabilidade entre medidas consecutivas. Uma mesma ave produz ovos com padrões e formatos da pigmentação na casca semelhantes em dias consecutivos de postura. Estes resultados estão de acordo com a afirmação de Seeker e Tekelioglu (2009) de que a cor, a forma dos ovos e a intensidade e tamanho de manchas escuras na casca dependem da linhagem e variam de uma ave de postura para outra.

Os resultados podem ser visualizados nas tabelas abaixo:

Tabela 10 – Correlação linear entre os métodos de avaliação da pigmentação da casca dos ovos de codornas envolvendo todos os tratamentos.

|               | DDA    | ESCORE | PESO PIGMENTO |
|---------------|--------|--------|---------------|
| DDA           | 1      | 0,2123 | 0,0449        |
| ESCORE        | 0,4903 | 1      | 0,0482        |
| PESO PIGMENTO | 0,0449 | 0,0284 | 1             |

Tabela 11 – Correlação linear entre os métodos de avaliação da pigmentação da casca dos ovos de codornas envolvendo somente o tratamento 3.

|               | DDA    | ESCORE | PESO PIGMENTO |
|---------------|--------|--------|---------------|
| DDA           | 1      | 0,1704 | 0,096         |
| ESCORE        | 0,4769 | 1      | 0,0779        |
| PESO PIGMENTO | 0,096  | 0,0696 | 1             |

4.4.2. Teste de correlação linear para o valor de DDA entre ovos de uma mesma codorna coletados em diferentes dias.

Ao comparar os valores DDA de seis ovos por ave, foi possível observar para algumas delas correlações elevadas e próximas de 1 entre medidas sucessivas. No entanto, também foram encontrados valores de correlação de 0,5 e 0,6 indicando diferenças genéticas entre aves na expressão de uma pigmentação uniforme em medidas sucessivas dentro da mesma ave. Este resultado pode ser visualizado na tabela abaixo:

Tabela 12 – Correlação linear entre os valores DDA de ovos coletados de 15 codornas (seis ovos por codorna)

| OVO | VALORES DDA POR OVO |      |      |      |      |      |
|-----|---------------------|------|------|------|------|------|
|     | 1                   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| 1   | 1                   | 0,85 | 0,68 | 0,74 | 0,72 | 0,73 |
| 2   | 0,85                | 1    | 0,72 | 0,7  | 0,56 | 0,62 |
| 3   | 0,68                | 0,72 | 1    | 0,48 | 0,59 | 0,56 |
| 4   | 0,74                | 0,69 | 0,48 | 1    | 0,85 | 0,89 |
| 5   | 0,72                | 0,56 | 0,59 | 0,85 | 1    | 0,91 |
| 6   | 0,73                | 0,62 | 0,55 | 0,89 | 0,91 | 1    |

## **5. Considerações finais**

O fomento à produção de ovos de codornas em granjas localizadas no município de Pelotas e o uso de armazenamento refrigerado nos supermercados poderiam contribuir significativamente para manter a qualidade do produto ofertado por um período mais longo.

Não existe associação entre os níveis de pigmentação da casca com as variáveis de qualidade interna e externa de ovos durante o armazenamento. Por outro lado, como era de se esperar, observa-se claramente a importância do tempo de armazenamento sobre a qualidade interna dos ovos.

O método do escore visual é o mais indicado por apresentar menor variação entre medidas sucessivas de ovos em uma mesma codorna. O método DDA apresenta potencial de uso à medida que a técnica para captura e manipulação das imagens for aperfeiçoada.

## 6. Referências Bibliográficas

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. Criação de codornas para produção de ovos e carne. In: **Capítulo 17: incubação artificial de ovos férteis**, p. 209. Aprenda Fácil Editora, 290 p. 2003.

ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n.4, p. 681 – 685, 2001.

ANDRADE, E. L.; MARINO, E. R.; MARCHINI, F. T. et al. Valor de ph e cor da gema de ovos de galinhas poedeiras armazenados em diferentes métodos e períodos. In: **Congresso Brasileiro de Zootecnia**, 39, 2009, Águas de Lindóia, SP. 4 p.

ANDRADE, M.A.; CAFÉ, M.B.; JAYME, V.S. et al. Avaliação da qualidade bacteriológica de ovos de galinha comercializados em Goiânia. Goiás. Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v.5, n.4, p.221-228, 2004.

BAPTISTA, R. F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (*Coturnix coturnix japonica*) em função da temperatura de armazenamento**. 2002. 99 p. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológica de Produtos de Origem Animal) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2002.

BARBIRATTO, S.B.O. **Influência da temperatura e da embalagem em atmosfera modificada na qualidade interna dos ovos de consumo**. 2000. 76 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Área de Concentração em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2000.

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

BOARD, R. G. The Microbiology of the Avian egg. In: **Egg Science and Tecnology**. Avi publishing Co., Westport. p. 49 – 64, 1977.

BUTCHER, G.D., MILES R.D. **Factors causing poor pigmentation of brown-shelled eggs**. A series of the college of veterinary medicine, v.94, Florida Cooperative Extension Services, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1995.

CARVALHO, F. B., STRINGHINI, J. H., JARDIM FILHO, R. M. et al. Influência da conservação e do período de armazenamento sobre a qualidade interna e da casca de ovos comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Supl. 5, p.100, 2003.

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. Trabalhos Apresentados ao Premio Lammas. Campinas: FACTA, 1996.

FAO. AGRIBUSINESS HANDBOOK - **Poultry Meat & eggs**, 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/012/al175e/al175e.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2015.

FASSANI, E. J., LARA, L. J., SOARES, B. A. et al., Suplementação de butirato de sódio e fitase em dietas para codornas de postura. In: **XXII Congresso Latino-Americano de Avicultura 2011**. Buenos Aires, 3p. 2011.

FERREIRA, O. G., ROSSI, F.D., COELHO, R.A.T. et al. Measurement of rib-eye área by the method of digital images. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.811-814, 2012.

FRANCO, J.R. G., SAKAMOTO, M. I. **Qualidade dos ovos: uma visão geral dos fatores que a influenciam**. 2007. Revista AveWorld. Disponível em: <http://www.aveworld.com.br/index.php?documento=102>. Acesso em: 16/01/2015.

IGBE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária. **Prod. Ovos de Galinhas no Brasil**, RJ. Setembro de 2013.

LLOBET, J. A. C., PONTES, M. P., GONZALEZ, F. F. Factores que afectan a la calidad del huevo. In: **Producción de huevos**. Barcelona, España: Tecnograf S.A., p. 255-274, 1989.

LEANDRO, N. S. M.; DEUS, H. A. B.; STRINGHINI, J. H.; et al. 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, abr./jun. 2005.

MAGALHÃES, A. P. C. **Qualidade de ovos comerciais de acordo com a integridade da casca, tipo de embalagem e tempo de armazenamento.** Dissertação, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica, 2007.

MARINHO, A. L. **Qualidade interna e externa de ovos de codornas (*Coturnix japônica*) armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem** 2011. 81 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.

MENDES, F.R. **Qualidade física, química e microbiológica de ovos lavados armazenados sob duas temperaturas e experimentalmente contaminados com *Pseudomonas aeruginosa*.** 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em ciência animal) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2010.

MOURA, A.M.A.; OLIVEIRA, N.T.E.; THIEBAUT, T.L.; et al. Efeito da temperatura de estocagem e do tipo de embalagem sobre a qualidade interna de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*). **Ciências agrotécnicas**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 578-583, mar./abr., 2008.

OLIVEIRA, B.L. Processamento e industrialização de ovos. In: **Simpósio Goiano De Avicultura. Goiânia, GO: Associação Goiana de Avicultura**, p.177-186. 2000.

OLIVEIRA, G. E. de. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminos bioativas em ovos.** Dissertação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos.** 7. ed. Editora Metha, São Paulo, 2001. 330 p.

PANDEY, N. K., MAHAPATRA, C. M., SINGH, R. P. Change in quality and acceptability of refrigerated quail (*Coturnix coturnix japônica*) eggs stored at room temperature. **Journal Food Science Technology**, v.19, p. 215-218, 1982.

PARDI, H. S. **Influência da comercialização na qualidade de ovos de consumo.** Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Área de concentração Ciência, Higiene e Tecnologia de Alimentos). 1977. 73 p. Faculdade Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro 1977.

PASCOAL, L. A. F., BENTO JUNIOR, F. de. A., SANTOS, W. S. dos et al. Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz-MA; **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.9, n.1, p. 150-157, jan./mar., 2008.

PICCININT, A.; ONSELEN, V.J.V.; MALHADO, C.H.M. et al. Técnicas de Conservação da Qualidade de Ovos de Codornas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Científica Produção Animal**, v.7, n.2, 2005.

POMBO, C.R. **Efeito do Tratamento térmico de ovos inteiros na perda de peso e características de qualidade interna.** 2003. 74p. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária). Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

RODRIGUES, K.R.M. **Aspectos da qualidade sanitária na cadeia produtiva de ovos *in natura* em Campinas e cidades vizinhas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). 1998. 133 p. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998.

ROMÃO, J.M., MORAES, T.G.V., RIBEIRO, W.L.C. **Efeito da pigmentação da casca de ovos de codornas japonesas sobre os parâmetros da incubação.** 2008, 6 p. Disponível em site: <http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R0190-3.pdf>, Acesso em: 05 de janeiro de 2015.

ROSE, S.P. **Principles of Poultry Science.** New York: CAB international, 1997. 135 p.

ROSTAGNO, H. S. (Ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3. ed. Viçosa: UFV / DZO, 2011.

SANTOS, M. S. V.; ESPÍNDOLA, G. B.; LÔBO, R. N. B.; et al. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n.3, p. 513-517, 2009.

SARCINELLI, M.F; VENTURINE, K.S; SILVA, L.C. **Características dos ovos**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Boletim Técnico – PIE UFES: 00707, 2007.

SCHOLTYSSEK, S. **Productos Avícolas - Manual de Avicultura moderna**. Ed. Acribia. Zaragoza – Espanha, 1970. 359p.

SEEKER, M.; TEKELIOGLU, O. Quantification of Japanese quail Eggshell colour by image analysis. **Biol. Res.**, v. 42, n. 1, p. 99 – 105. Santiago, 2009.

SHAFEY T.M.; GHANNAM, M.M.; AL-BATSHAN, H.A.; et al. Effect of pigment intensity and region of eggshell on the spectral transmission of light that passes the eggshell of chickens. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n. 3, p. 228-233, 2004.

SILVA JUNIOR, E. A. **Manual de controle higiênico sanitário em serviços de alimentação**. Ed. 6. São Paulo. 2005. 623 p.

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.

SOFTWARE R, Disponível em site: <http://www.r-project.org/>. Acesso em: 10 de novembro de 2014.

SOUZA, H.B.A.; SOUZA, P.A. Efeito da temperatura de estocagem sobre a qualidade interna de ovos de codorna armazenados durante 21 dias. **Alimentos e Nutrição**, v.6, p.7-13, 1995.

SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Editora da Universidade Federal de Pelotas, 2005. 137 p.

USDA. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS. **National Nutrient Database for Standard Reference**, release 25 – food group 1: Dairy and Egg Products. 2012.

VIEIRA, M.I. **Codorna doméstica**. p. 9-11. 1988.

## 7. APÊNDICES

## A Modelos com interação

### A.1. Altura do albúmen

```
> altalb <- lm(ALBALT ~ TRAT*tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(altalb)
```

Call:

```
lm(formula = ALBALT ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

| Min      | 1Q       | Median  | 3Q      | Max     |
|----------|----------|---------|---------|---------|
| -2.60989 | -0.60250 | 0.03381 | 0.49875 | 2.33699 |

Coefficients:

|                 | Estimate  | Std. Error | t value | Pr(> t )   |
|-----------------|-----------|------------|---------|------------|
| (Intercept)     | 5.042346  | 0.086160   | 58.523  | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]       | 0.239638  | 0.121547   | 1.972   | 0.049 *    |
| TRAT[T.3]       | 0.150921  | 0.126706   | 1.191   | 0.234      |
| tprat           | -0.108220 | 0.005712   | -18.947 | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]:tprat | -0.003254 | 0.007998   | -0.407  | 0.684      |
| TRAT[T.3]:tprat | 0.002168  | 0.008332   | 0.260   | 0.795      |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.8311 on 839 degrees of freedom

(235 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.5601, Adjusted R-squared: 0.5574

F-statistic: 213.6 on 5 and 839 DF, p-value: < 2.2e-16

## A.2. Coloração da gema (L, a\* e b\*).

Coloração da gema (L)

```
> CORL <- lm(CORL ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(CORL)
```

Call:

```
lm(formula = CORL ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

| Min      | 1Q      | Median  | 3Q     | Max     |
|----------|---------|---------|--------|---------|
| -18.7816 | -3.2482 | -0.1301 | 3.2643 | 15.3303 |

Coefficients:

|                 | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )   |
|-----------------|----------|------------|---------|------------|
| (Intercept)     | 70.24951 | 0.51192    | 137.228 | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]       | 0.08035  | 0.73094    | 0.110   | 0.913      |
| TRAT[T.3]       | -0.75793 | 0.75427    | -1.005  | 0.315      |
| tprat           | -0.42799 | 0.03596    | -11.901 | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]:tprat | -0.02239 | 0.04995    | -0.448  | 0.654      |
| TRAT[T.3]:tprat | 0.07589  | 0.05140    | 1.477   | 0.140      |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.722 on 708 degrees of freedom

(366 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.3636, Adjusted R-squared: 0.3591

F-statistic: 80.91 on 5 and 708 DF, p-value: < 2.2e-16

Coloração da gema (a\*)

```
> LinearModel.4 <- lm(CORa ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(LinearModel.4)
```

Call:

```
lm(formula = CORa ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

| Min    | 1Q     | Median | 3Q    | Max    |
|--------|--------|--------|-------|--------|
| -2.284 | -0.732 | -0.160 | 0.449 | 73.637 |

Coefficients:

|                 | Estimate  | Std. Error | t value | Pr(> t )   |
|-----------------|-----------|------------|---------|------------|
| (Intercept)     | -6.171603 | 0.317107   | -19.462 | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]       | -0.113100 | 0.451029   | -0.251  | 0.802      |
| TRAT[T.3]       | 0.516188  | 0.467434   | 1.104   | 0.270      |
| tprat           | 0.040194  | 0.022382   | 1.796   | 0.073 .    |
| TRAT[T.2]:tprat | 0.003664  | 0.030903   | 0.119   | 0.906      |
| TRAT[T.3]:tprat | -0.016381 | 0.031981   | -0.512  | 0.609      |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.93 on 710 degrees of freedom

(364 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.01522, Adjusted R-squared: 0.008281

F-statistic: 2.194 on 5 and 710 DF, p-value: 0.0532

Coloração da gema (b\*)

```
> Corb <- lm(CORB ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(Corb)
```

Call:

```
lm(formula = CORB ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

| Min     | 1Q     | Median | 3Q    | Max    |
|---------|--------|--------|-------|--------|
| -56.940 | -3.008 | 0.058  | 3.178 | 19.701 |

Coefficients:

|                 | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )    |
|-----------------|----------|------------|---------|-------------|
| (Intercept)     | 51.63941 | 0.58284    | 88.599  | < 2e-16 *** |
| TRAT[T.2]       | -0.18769 | 0.82813    | -0.227  | 0.82076     |
| TRAT[T.3]       | -1.05618 | 0.86031    | -1.228  | 0.21998     |
| tprat           | -0.12840 | 0.04105    | -3.128  | 0.00183 **  |
| TRAT[T.2]:tprat | 0.04784  | 0.05668    | 0.844   | 0.39891     |
| TRAT[T.3]:tprat | 0.10307  | 0.05885    | 1.751   | 0.08033 .   |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.375 on 708 degrees of freedom

(366 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.02038, Adjusted R-squared: 0.01346

F-statistic: 2.945 on 5 and 708 DF, p-value: 0.01218

### A.3. Gravidade específica

```

> LinearModel.7 <- lm(GRAVesp ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)

> summary(LinearModel.7)

Call:
lm(formula = GRAVesp ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-9.6405 -2.8736  0.0017  2.3595 17.1869

Coefficients:
              Estimate Std. Error  t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.062e+03  4.431e-01 2397.300  <2e-16 ***
TRAT[T.2]    3.250e-01  6.238e-01   0.521  0.6025
TRAT[T.3]   -1.464e+00  6.506e-01  -2.250  0.0247 *
tprat       -5.847e-01  2.881e-02 -20.293  <2e-16 ***
TRAT[T.2]:tprat -7.568e-03  4.028e-02  -0.188  0.8510
TRAT[T.3]:tprat  5.539e-02  4.168e-02   1.329  0.1843
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.296 on 871 degrees of freedom
(203 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared:  0.5746,    Adjusted R-squared:  0.5721
F-statistic: 235.3 on 5 and 871 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

#### A.4. Percentual do peso de casca

```
> LinearModel.8 <- lm(PCASCPERC ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(LinearModel.8)
```

Call:

```
lm(formula = PCASCPERC ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

| Min   | 1Q    | Median | 3Q   | Max    |
|-------|-------|--------|------|--------|
| -3.55 | -0.97 | -0.27  | 0.23 | 337.12 |

Coefficients:

|                 | Estimate   | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-----------------|------------|------------|---------|--------------|
| (Intercept)     | 8.3420009  | 1.1946739  | 6.983   | 5.82e-12 *** |
| TRAT[T.2]       | -0.0620470 | 1.6936750  | -0.037  | 0.971        |
| TRAT[T.3]       | 1.6246553  | 1.7641993  | 0.921   | 0.357        |
| tprat           | 0.0005595  | 0.0781193  | 0.007   | 0.994        |
| TRAT[T.2]:tprat | -0.0023613 | 0.1095947  | -0.022  | 0.983        |
| TRAT[T.3]:tprat | -0.0528156 | 0.1142960  | -0.462  | 0.644        |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 11.58 on 854 degrees of freedom

(220 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.00202, Adjusted R-squared: -0.003823

F-statistic: 0.3457 on 5 and 854 DF, p-value: 0.8852

## A.5. Percentual do peso do albúmen

```
> LinearModel.9 <- lm(PCLAPEREC ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(LinearModel.9)
```

Call:

```
lm(formula = PCLAPEREC ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

|  | Min      | 1Q      | Median | 3Q     | Max     |
|--|----------|---------|--------|--------|---------|
|  | -23.0609 | -3.3641 | 0.4132 | 3.2917 | 13.5285 |

Coefficients:

|                 | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )   |
|-----------------|----------|------------|---------|------------|
| (Intercept)     | 40.94610 | 0.51600    | 79.353  | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]       | -0.32293 | 0.73020    | -0.442  | 0.658      |
| TRAT[T.3]       | 0.75237  | 0.76639    | 0.982   | 0.327      |
| tprat           | -0.40941 | 0.03519    | -11.633 | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]:tprat | 0.06647  | 0.04908    | 1.354   | 0.176      |
| TRAT[T.3]:tprat | -0.05017 | 0.05113    | -0.981  | 0.327      |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.888 on 771 degrees of freedom

(303 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.3363, Adjusted R-squared: 0.332

F-statistic: 78.14 on 5 and 771 DF, p-value: < 2.2e-16

## A.6. Percentual de gema

```
> LinearModel.10 <- lm(PGPERC ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(LinearModel.10)
```

Call:

```
lm(formula = PGPERC ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

| Min     | 1Q     | Median | 3Q    | Max    |
|---------|--------|--------|-------|--------|
| -12.988 | -1.689 | -0.257 | 1.421 | 47.139 |

Coefficients:

|                 | Estimate | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-----------------|----------|------------|---------|--------------|
| (Intercept)     | 32.56965 | 0.32456    | 100.351 | < 2e-16 ***  |
| TRAT[T.2]       | -0.25520 | 0.45899    | -0.556  | 0.578        |
| TRAT[T.3]       | -0.08049 | 0.47906    | -0.168  | 0.867        |
| tprat           | 0.16870  | 0.02216    | 7.614   | 7.79e-14 *** |
| TRAT[T.2]:tprat | -0.03336 | 0.03087    | -1.081  | 0.280        |
| TRAT[T.3]:tprat | -0.01166 | 0.03205    | -0.364  | 0.716        |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 3.07 on 771 degrees of freedom

(303 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.162, Adjusted R-squared: 0.1565

F-statistic: 29.8 on 5 and 771 DF, p-value: < 2.2e-16

## A.7. Peso do albúmen

```
> LinearModel.11 <- lm(PESCLARA ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(LinearModel.11)
```

Call:

```
lm(formula = PESCLARA ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

| Min      | 1Q       | Median  | 3Q      | Max     |
|----------|----------|---------|---------|---------|
| -2.95226 | -0.49876 | 0.01654 | 0.52275 | 2.35654 |

Coefficients:

|                 | Estimate  | Std. Error | t value | Pr(> t )   |
|-----------------|-----------|------------|---------|------------|
| (Intercept)     | 5.166160  | 0.082913   | 62.308  | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]       | -0.022697 | 0.117284   | -0.194  | 0.847      |
| TRAT[T.3]       | 0.099957  | 0.122562   | 0.816   | 0.415      |
| tprat           | -0.050390 | 0.005655   | -8.911  | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]:tprat | 0.008000  | 0.007864   | 1.017   | 0.309      |
| TRAT[T.3]:tprat | -0.006965 | 0.008178   | -0.852  | 0.395      |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.7757 on 761 degrees of freedom

(313 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.236, Adjusted R-squared: 0.2309

F-statistic: 47 on 5 and 761 DF, p-value: < 2.2e-16

## A.8. Peso da gema

```
> LinearModel.12 <- lm(PESGEMA ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(LinearModel.12)
```

Call:

```
lm(formula = PESGEMA ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

| Min     | 1Q      | Median  | 3Q     | Max    |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| -1.3126 | -0.3277 | -0.0037 | 0.2591 | 5.4974 |

Coefficients:

|                 | Estimate  | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-----------------|-----------|------------|---------|--------------|
| (Intercept)     | 4.086974  | 0.051966   | 78.646  | < 2e-16 ***  |
| TRAT[T.2]       | -0.013995 | 0.073410   | -0.191  | 0.849        |
| TRAT[T.3]       | -0.004968 | 0.076953   | -0.065  | 0.949        |
| tprat           | 0.022378  | 0.003565   | 6.276   | 5.82e-10 *** |
| TRAT[T.2]:tprat | -0.003295 | 0.004950   | -0.666  | 0.506        |
| TRAT[T.3]:tprat | -0.001723 | 0.005155   | -0.334  | 0.738        |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.4904 on 761 degrees of freedom

(313 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.1183, Adjusted R-squared: 0.1125

F-statistic: 20.41 on 5 and 761 DF, p-value: < 2.2e-16

## A.9. Perda de peso do ovo (Peso final – peso inicial)

```
> LinearModel.13 <- lm(PESOVOFINAL - PESOVOINICIAL ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(LinearModel.13)
```

Call:

```
lm(formula = PESOVOFINAL - PESOVOINICIAL ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

| Min      | 1Q      | Median | 3Q     | Max    |
|----------|---------|--------|--------|--------|
| -12.3084 | -0.0226 | 0.0537 | 0.1716 | 0.6744 |

Coefficients:

|                 | Estimate  | Std. Error | t value | Pr(> t )     |
|-----------------|-----------|------------|---------|--------------|
| (Intercept)     | -0.019616 | 0.063719   | -0.308  | 0.75827      |
| TRAT[T.2]       | 0.012227  | 0.089988   | 0.136   | 0.89195      |
| TRAT[T.3]       | -0.250648 | 0.093707   | -2.675  | 0.00762 **   |
| tprat           | -0.025196 | 0.004156   | -6.063  | 1.99e-09 *** |
| TRAT[T.2]:tprat | -0.003128 | 0.005830   | -0.537  | 0.59169      |
| TRAT[T.3]:tprat | 0.007958  | 0.006066   | 1.312   | 0.18993      |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.6213 on 866 degrees of freedom

(208 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.1125, Adjusted R-squared: 0.1074

F-statistic: 21.95 on 5 and 866 DF, p-value: < 2.2e-16

## A.10. pH do albúmen

```
> LinearModel.14 <- lm(phclara ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(LinearModel.14)
```

Call:

```
lm(formula = phclara ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

|  | Min      | 1Q       | Median  | 3Q      | Max     |
|--|----------|----------|---------|---------|---------|
|  | -0.92120 | -0.08062 | 0.02726 | 0.12037 | 0.32814 |

Coefficients:

|                 | Estimate  | Std. Error | t value | Pr(> t )   |
|-----------------|-----------|------------|---------|------------|
| (Intercept)     | 9.396832  | 0.018256   | 514.718 | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]       | -0.069429 | 0.025723   | -2.699  | 0.0071 **  |
| TRAT[T.3]       | -0.061917 | 0.026751   | -2.315  | 0.0209 *   |
| tprat           | 0.013005  | 0.001228   | 10.587  | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]:tprat | 0.002011  | 0.001709   | 1.177   | 0.2397     |
| TRAT[T.3]:tprat | 0.001623  | 0.001774   | 0.915   | 0.3606     |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1736 on 813 degrees of freedom

(261 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.3356, Adjusted R-squared: 0.3315

F-statistic: 82.13 on 5 and 813 DF, p-value: < 2.2e-16

## A.11. pH da gema

```
> LinearModel.15 <- lm(phgema ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(LinearModel.15)
```

Call:

```
lm(formula = phgema ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

|  | Min      | 1Q       | Median   | 3Q      | Max     |
|--|----------|----------|----------|---------|---------|
|  | -0.69923 | -0.12274 | -0.03490 | 0.07271 | 0.93475 |

Coefficients:

|                 | Estimate   | Std. Error | t value | Pr(> t )   |
|-----------------|------------|------------|---------|------------|
| (Intercept)     | 5.9552505  | 0.0206319  | 288.643 | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]       | -0.0117710 | 0.0291630  | -0.404  | 0.687      |
| TRAT[T.3]       | -0.0446721 | 0.0302145  | -1.478  | 0.140      |
| tprat           | 0.0143876  | 0.0014276  | 10.078  | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]:tprat | -0.0004347 | 0.0019671  | -0.221  | 0.825      |
| TRAT[T.3]:tprat | 0.0004774  | 0.0020444  | 0.234   | 0.815      |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1951 on 777 degrees of freedom

(297 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.2878, Adjusted R-squared: 0.2832

F-statistic: 62.79 on 5 and 777 DF, p-value: < 2.2e-16

## A.12. Unidade Haugh

```
> LinearModel.16 <- lm(UH ~ TRAT * tprat, data=pigmentos)
```

```
> summary(LinearModel.16)
```

Call:

```
lm(formula = UH ~ TRAT * tprat, data = pigmentos)
```

Residuals:

|  | Min      | 1Q      | Median | 3Q     | Max     |
|--|----------|---------|--------|--------|---------|
|  | -27.3636 | -3.6361 | 0.3605 | 3.4784 | 14.3440 |

Coefficients:

|                 | Estimate  | Std. Error | t value | Pr(> t )   |
|-----------------|-----------|------------|---------|------------|
| (Intercept)     | 91.582732 | 0.549483   | 166.671 | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]       | 1.390070  | 0.775161   | 1.793   | 0.0733 .   |
| TRAT[T.3]       | 0.966799  | 0.808007   | 1.197   | 0.2318     |
| tprat           | -0.661795 | 0.036426   | -18.168 | <2e-16 *** |
| TRAT[T.2]:tprat | -0.016657 | 0.051004   | -0.327  | 0.7441     |
| TRAT[T.3]:tprat | 0.008486  | 0.053085   | 0.160   | 0.8730     |

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.301 on 840 degrees of freedom

(234 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.5393, Adjusted R-squared: 0.5366

F-statistic: 196.7 on 5 and 840 DF, p-value: < 2.2e-16

### A.13. Espessura da casca

```

LinearModel.17 <- lm(ESP.CASCA ~ TRAT*temporat, data=pigmentos)
summary(LinearModel.17)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.252  -0.678  -0.139   0.217  257.518

Call:
lm(formula = ESPESSURACASCA ~ TRAT * temporat, data = pigmentos)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.701  -0.043  -0.009   0.018  257.069

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    -0.66700    0.90368  -0.738   0.4607
TRAT[T.2]       0.93360    1.27973   0.730   0.4659
TRAT[T.3]       0.92291    1.33831   0.690   0.4906
temporat        0.14394    0.05894   2.442   0.0148 *
TRAT[T.2]:temporat -0.14356    0.08283  -1.733   0.0834 .
TRAT[T.3]:temporat -0.14347    0.08646  -1.659   0.0974 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 8.811 on 860 degrees of freedom

(214 observations deleted due to missingness)

Multiple R-squared:  0.009144,    Adjusted R-squared:  0.003384

F-statistic: 1.587 on 5 and 860 DF,  p-value: 0.161

```

## B. Correlação linear (pigmentos) para todos tratamentos

```
> rcorr.adjust(virgula[,c("DDA", "Escore1", "Escore2", "PESOPIG")], type="pearson",
use="complete")
```

Pearson correlations:

|         | DDA    | Escore | PESOPIG |
|---------|--------|--------|---------|
| DDA     | 1.0000 | 0.2123 | 0.0449  |
| Escore  | 0.4903 | 1.0000 | 0.0482  |
| PESOPIG | 0.0449 | 0.0284 | 1.0000  |

## C. Correlação linear (pigmentos) somente no tratamento 3.

Pearson correlations:

|         | DDA    | Escore | PESOPIG |
|---------|--------|--------|---------|
| DDA     | 1.0000 | 0.1704 | 0.0960  |
| Escore  | 0.4769 | 1.0000 | 0.0779  |
| PESOPIG | 0.0960 | 0.0696 | 1.0000  |

## D. Correlação linear para o valor de DDA entre ovos de uma mesma codorna coletados em diferentes dias.

```
> cor(eita[,c("DDA.0.DIAS", "DDA.5.DIAS", "DDA.10.DIAS", "DDA.15.DIAS", "DDA.21.DIAS",
+ "DDA.25.DIAS", "MÉDIAS.1")], use="complete")
```

|             | DDA.0.DIAS | DDA.5.DIAS | DDA.10.DIAS | DDA.15.DIAS | DDA.21.DIAS | DDA.25.DIAS |
|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| DDA.0.DIAS  | 1.0000000  | 0.8519238  | 0.6789616   | 0.7458431   | 0.7252856   | 0.7337011   |
| DDA.5.DIAS  | 0.8519238  | 1.0000000  | 0.7166480   | 0.6974680   | 0.5606206   | 0.6227496   |
| DDA.10.DIAS | 0.6789616  | 0.7166480  | 1.0000000   | 0.4857192   | 0.5911260   | 0.5562415   |
| DDA.15.DIAS | 0.7458431  | 0.6974680  | 0.4857192   | 1.0000000   | 0.8531553   | 0.8882722   |
| DDA.21.DIAS | 0.7252856  | 0.5606206  | 0.5911260   | 0.8531553   | 1.0000000   | 0.9149532   |
| DDA.25.DIAS | 0.7337011  | 0.6227496  | 0.5562415   | 0.8882722   | 0.9149532   | 1.0000      |

1