

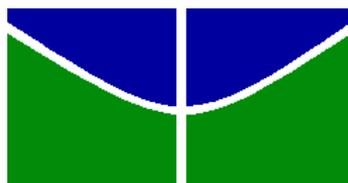
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ADIÇÃO DE EXTRATOS E ÓLEOS VEGETAIS NA ALIMENTAÇÃO DE  
POEDEIRAS: OXIDAÇÃO LIPÍDICA E QUALIDADE FÍSICA DE OVOS  
ARMAZENADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

**GEOVANA ROCHA DE OLIVEIRA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**BRASÍLIA/DF  
JULHO DE 2014**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ADIÇÃO DE EXTRATOS E ÓLEOS VEGETAIS NA ALIMENTAÇÃO DE  
POEDEIRAS: AVALIAÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA E QUALIDADE FÍSICA DE  
OVOS ARMAZENADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

**ALUNA: GEOVANA ROCHA DE OLIVEIRA**

**ORIENTADOR: Prof<sup>ª</sup>. Dra. ALINE MONDINI CALIL RACANICCI**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**PUBLICAÇÃO: 109/2014**

**BRASÍLIA/DF  
JULHO DE 2014**

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

OLIVEIRA, G. R. **Adição de extratos e óleos vegetais na alimentação de poedeiras: Oxidação lipídica e qualidade física de ovos armazenados em diferentes temperaturas.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, **133 p.** Dissertação de mestrado.

Documento formal, autorizando a reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor e o seu orientador reservam para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor ou do seu orientador. Citações são estimuladas desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília. Acervo 1016661

Oliveira, Geovana Rocha de.

O48a Adição de extratos e óleos vegetais na alimentação de poedeiras : avaliação da oxidação lipídica e qualidade física de ovos armazenados em diferentes temperaturas / Geovana Rocha de Oliveira. -- 2014.  
xviii , 133 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2014.

Inclui bibliografia.

Orientação: Aline Mondini Calil Racanicci.

1. Antioxidantes. 2. Óleos vegetais. 3. Ovos. 4. Galinha.  
I. Racanicci , Aline Calil. II. Título.

CDU 636.593

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ADIÇÃO DE EXTRATOS E ÓLEOS VEGETAIS NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS:  
OXIDAÇÃO LIPÍDICA E QUALIDADE FÍSICA DE OVOS ARMAZENADOS EM  
DIFERENTES TEMPERATURAS**

**GEOVANA ROCHA DE OLIVEIRA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS ANIMAIS, COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO  
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**APROVADA POR:**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra. ALINE M. CALIL RACANICCI, Universidade de Brasília (UnB)**  
**(ORIENTADORA)**

---

**Prof. Dr. JOSÉ HENRIQUE STRINGHINI, Universidade Federal de Goiás (UFG)**

---

**Dra. CANDICE B. G. S. TANURE, Universidade de Brasília (UnB)**

**BRASÍLIA/DF, 02 DE JULHO DE 2014**

## AGRADECIMENTOS

À minha família pelos ensinamentos de superação e incentivo aos estudos, e também pelo amor que me dar forças para continuar crescendo espiritualmente.

À minha orientadora, Aline Mondini Calil Racanicci, pelos ensinamentos e amizade.

Aos professores Afrânio M. C. Vieira, Candice B. G. S. Tanure e Carolina R. Pombo, pela dedicação e contribuição no desenvolvimento desse trabalho.

À Rede Produção Animal Sustentável (PAS), em especial aos professores José Henrique Stringhini e Marcos Barcellos Café, que muito contribuíram para execução desse trabalho.

Aos Professores, do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, que durante a graduação foram dedicados e atenciosos, em especial a Professora Maria Paz e Maria Lucia, pelos ensinamentos e apoio.

Ao meu esposo, Arley Alves de Oliveira, pelo companheirismo, amor, dedicação e incentivo profissional.

Aos amigos e grandes colaboradores na execução do experimento, Thais, Cristiane, Luiza, Giovana, Dannielle, Eduardo (UFG) e Janaína (UFG), pela dedicação, competência e amizade.

Aos amigos, Frederico, Cassia, Joyce, Camila, Renata, Marcio (Lab. de Nutrição), Glauber, Rosa e Wilker, pelo apoio, amizade e carinho.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo incentivo financeiro através de bolsa estudantil pelo Programa de Pós- graduação da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UnB.

Obrigada a todos!

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xii
LISTA DE TABELAS .....	xiii
CAPÍTULO 1 .....	1
1 INTRODUÇÃO .....	2
1.2 Objetivos .....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 Oxidação Lipídica em Alimentos.....	4
2.1.1 Processo oxidativo de lipídeos em alimentos.....	5
2.1.2 Oxidação lipídica em ovos.....	8
2.2 Antioxidantes.....	9
2.2.1 Antioxidantes naturais.....	11
2.2.1.1 Compostos fenólicos.....	12
2.2.1.2 Carotenoides.....	12
2.2.1.3 Tocoferóis.....	13
2.2.1.4 Ácido ascórbico.....	13
2.3 As plantas do Cerrado e seus compostos ativos.....	13
2.3.1 <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville (Barbatimão).....	16
2.3.2 <i>Lafoensia pacari</i> (pacari).....	18
2.3.3 <i>Copaifera langsdorffii</i> (Copaíba).....	19
2.3.4 <i>Pterodon emarginatus</i> Vog. (Sucupira).....	20
2.4 Importância da Qualidade dos Ovos para a Comercialização.....	22
2.4.1 Armazenamento de ovos.....	22
2.5 Composição e Estrutura do Ovo.....	23
2.6 Parâmetros de Qualidade Física Interna e Externa do Ovo.....	24
2.6.1 Peso dos ovos.....	24
2.6.2 Espessura da casca.....	25
2.6.3 pH da gema e albúmen.....	25
2.6.4 Unidade Haugh.....	26
2.6.5 Índice de gema.....	27
2.6.6 Cor.....	27
CAPÍTULO 2.....	28
1 RESUMO.....	29
2 ABSTRACT.....	31
3 INTRODUÇÃO.....	33
3.1 Objetivos.....	34
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
4.1 Local.....	35
4.2 Instalações da Avicultura.....	35
4.3 Aquisição dos Extratos e Óleos Vegetais.....	36
4.4 Coleta de Ovos e Tratamentos Experimentais.....	36
4.4.1 Experimento 1 - Pacarí ( <i>Lafoensia pacari</i> ) e Barbatimão ( <i>Stryphnodendron barbatimam</i> ).....	36

4.4.2 Experimento 2 - Copaíba ( <i>Copaifera langsdorffii</i> ) e Sucupira ( <i>Pterodonemarginatus</i> ).....	37
4.5 Ensaio de Armazenamento de Ovos In Natura e Gemas Cozidas.....	38
4.6 Análise da Oxidação Lipídica.....	39
4.7 Delineamento Experimental.....	40
4.8 Análise Estatística.....	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
5.1 Efeito Antioxidante dos Extratos de Barbatimão e Pacarí.....	41
5.1.1 Oxidação lipídica de ovos armazenados em diferentes temperaturas.....	41
5.1.2 Oxidação lipídica em gemas cozidas.....	47
5.2 Efeito Antioxidante de Óleo de Copaíba e Sucupira .....	49
5.2.1 Oxidação lipídica de ovos armazenados em diferentes temperaturas.....	49
5.2.2 Oxidação lipídica em gemas cozidas.....	53
CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
CAPÍTULO 3.....	74
1 RESUMO.....	75
2 ABSTRACT.....	76
3 INTRODUÇÃO.....	77
3.1 Objetivos.....	78
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	79
4.1 Análises de Qualidade Física.....	79
4.1.1 Unidade Haugh (UH).....	79
4.1.2 Índice de gema (IG).....	80
4.1.3 pH da gema e pH do albúmen.....	81
4.1.4 Porcentagem de casca (PC), gema (PG) e albúmen (PA).....	81
4.1.5 Espessura da casca (EC).....	82
4.1.6 Cor.....	82
4.2 Composição Bromatológica.....	83
4.2.1 Determinação de umidade.....	83
4.2.2 Determinação de cinzas ou matéria mineral (MM).....	83
4.2.3 Determinação do extrato etéreo (EE).....	83
4.2.4 Determinação da proteína bruta (PB).....	83
4.3 Delineamento Experimental.....	84
4.4 Análise estatística.....	84
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	85
5.1 Aspectos Físicos dos Ovos de Poedeiras Alimentadas com Rações Contendo Extratos de Barbatimão e Pacarí.....	85
5.2 Aspectos Físicos dos Ovos de Poedeiras Alimentadas com Rações Contendo Óleo de Copaíba e Sucupira.....	105
5.3 Composição Bromatológica dos ovos de poedeiras arraçadas com a adição de extratos e óleos vegetais.....	123
6 CONCLUSÃO.....	127
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128

## RESUMO

### ADIÇÃO DE EXTRATOS E ÓLEOS VEGETAIS NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS: OXIDAÇÃO LIPÍDICA E QUALIDADE FÍSICA DE OVOS ARMAZENADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS

**DISCENTE: GEOVANA ROCHA DE OLIVEIRA<sup>1</sup>**

**ORIENTADORA: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Mondini Calil Racanicci<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> – Universidade de Brasília - UNB**

O objetivo neste trabalho foi avaliar os efeitos da utilização de extratos e óleos vegetais na alimentação de poedeiras da linhagem Isa-Brown sobre a qualidade física e atividade antioxidante em ovos *in natura* armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) e, também, sobre a oxidação lipídica em gemas cozidas mantidas em refrigeração. As poedeiras receberam ração isoproteica (15% PB) e isoenergética (2900 Kcal Kg<sup>-1</sup>) à base de milho e farelo de soja, formuladas com inclusão de dois níveis (0,1 e 0,3%) de extratos de pacari (*Lafoensia pacari*) ou barbatimão (*Stryphnodendron barbatimam*), e três níveis (0,03; 0,06 e 0,09%) de óleos de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) ou dois níveis (0,03 e 0,06%) de sucupira (*Pterodon emarginatus*), mais um controle negativo. Para o experimento com ovos *in natura*, periodicamente foram utilizados 3 ovos por tratamento para as análises de qualidade física (unidade Haugh, UH; índice de gema, IG; cor (L\*, a\* e b\*); espessura de casca, EC; pH de gema e de albúmen e porcentagens de casca, gema e albúmen), sendo que, em seguida as gemas foram separadas, homogeneizadas em um “pool” por tratamento e utilizadas para as análises de TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances), determinada em quadruplicata. Para o experimento com gemas cozidas foram utilizados outros ovos cujas gemas foram separadas e homogeneizadas em “pool” de três gemas por tratamento, analisadas em duplicata. Os dados foram avaliados adotando um modelo misto utilizando-se o software

SAS 9.3. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em 5% de nível de significância e o período de armazenamento foi considerado como um fator longitudinal, variando de 5 tempos no experimento com gemas cozidas e nos ovos *in natura* sob R e em TA (0 a 30 dias) até 9 tempos sob R (0 a 60 dias). Foi observado que, nos ovos em TA, a adição de 0,1% de PAC na dieta das poedeiras melhorou estabilidade oxidativa dos lipídios, mostrando efeito semelhante à aplicação da refrigeração. Foi observado também, que houve aumento ( $p < 0,05$ ) da cor amarela (+b\*) para os ovos de poedeiras arraçoadas com a inclusão de 0,1% de BAR e PAC em TA, quando comparados aos tratamentos sob R. Nas análises de gemas cozidas, a inclusão de 0,1% de extratos de PAC e BAR retardou a oxidação lipídica até 14 e 21 dias, respectivamente. Também foi verificada proteção dos lipídios durante o cozimento na maior dosagem de PAC (0,3%). Em relação aos óleos de COP e SUC, observou-se controle da elevação do pH das gemas em TA e que, com a adição 0,06% de COP, os valores de UH até os 14 dias em TA foram semelhantes ( $p > 0,05$ ) aos tratamentos refrigerados. No armazenamento de gemas cozidas, a inclusão COP (0,03 e 0,06%) apresentou ação antioxidante até os 21 dias, e efeito pró-oxidante ao aumentar o nível para 0,09%. Conclui-se que o uso de extratos e óleos vegetais tem ação antioxidante, influenciando, também, na qualidade de coloração e pH das gemas e UH, respectivamente, em ovos armazenados em TA.

**Palavras-chave:** Antioxidantes, extratos e óleos vegetais, ovos, poedeiras, qualidade física.

## ABSTRACT

### EFFECT OF DIETARY SUPPLEMENTATION WITH PLANT EXTRACS AND OILS: LIPID OXIDATION AND QUALITY PARAMETERS OF EGGS STORED IN DIFFERENT TEMPERATURES

**GRADUATE STUDENT: Geovana Rocha de Oliveira<sup>1</sup>**

**COUNSELOR: PhD Aline Mondini Calil Racanicci<sup>1</sup>**

**1 – University of Brasília - UNB**

The aim of this study was to evaluate the effect of the dietary supplementation of Isa-Brown layers with plant extracts and oils on quality and antioxidant activity of fresh eggs stored under refrigeration (R) and kept in room temperature (TA); and, also, to evaluate lipid oxidation of cooked egg yolk kept under refrigerated storage. Hens were fed balanced corn-soybean diets formulated to be iso-proteic (15% CP) and iso-energetic (2900 Kcal Kg<sup>-1</sup>) and supplemented with two inclusion levels (0.1 and 0.3%) of pacarí (*Lafoensia pacari*) or barbatimão (*Stryphnodendron barbatimam*) extracts, three inclusion levels (0.03; 0.06 and 0.09%) of copaíba (*Copaifera langsdorffii*) oilresin or two inclusion levels (0.03 and 0.06%) of sucupira (*Pterodon emarginatus*) oilresin, plus a negative control (CN). For the experiment evaluating fresh eggs, three eggs were randomly selected per treatment to evaluate internal and external quality (haugh unit, UH; yolk index, IG; yolk color (L\*, a\* e b\*); shell thickness, EC; yolk and albumen pH and percentages of shell, albumen and yolk). The yolks were then separated from the albumen, collected, blended to obtain a pool per treatment and used for TBARS analysis (Thiobarbituric acid reactive substances), which was determined in quadruplicate. For the experiment evaluating cooked yolk, other three egg yolks were selected and blended to obtain a pool per treatment, determined in duplicate. Data analysis was

performed with SAS 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC), with a mixed model and using Tukey test, at a 5% significance level. The storage period was considered a longitudinal factor, which varied from five times, for R cooked yolk and TA fresh yolk (0-30 days), to nine times, for R fresh yolk (0-60 days). It was detected that, for TA eggs, 0.1% dietary supplementation with PAC improved lipid stability, demonstrating similar effects to the application of refrigeration. An increase ( $p < 0.05$ ) in yellowness ( $+b^*$ ) was observed for the egg yolk of layers fed diets supplemented with 0.1% of BAR and PAC kept in TA, when compared to R treatments. For the cooked yolk analysis, the inclusion of 0.1% of PAC and BAR extracts delayed lipid oxidation until 14 and 21 days respectively, demonstrated by the lower ( $p < 0.05$ ) TBARS levels. Lipid stability was also detected during cooking for the higher dosage of PAC (0.3%). Considering COP and SUC oilresin supplementation, it was observed that an increase in pH of TA yolk did not differ ( $p > 0.05$ ) from any treatment kept under R; and, also, the inclusion of 0.06% of CP, the value UH kept in TA was similar to eggs kept in refrigeration until 14 days. During cooked yolk storage, the inclusion of 0.03 and 0.06% of COP presented antioxidant activity until the 21<sup>st</sup> day; concomitantly, a prooxidant effect was detected for the 0.09% inclusion level of the same extract. Therefore, it can be inferred that the supplementation of plant oils and extracts presented antioxidant effect even after cooking, influencing yolk color and pH and UH of eggs stored in room temperature.

**Keywords:** Antioxidants, egg quality, laying hens, plant extracts and oil, TBARS.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1.1 Reação do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) com o malonaldeído (MDA), formando composto colorido, medido espectrofotometricamente a 532 nm.....	5
Figura 1.2 Espécies Reativas ao Oxigênio (ERO).....	6
Figura 1.3 Esquema geral da autoxidação de ácidos graxos insaturados.....	7
Figura 1.4 Mecanismo de ação para os antioxidantes primários.....	10
Figura 1.5 Estrutura química de um fenol simples.....	12
Figura 1.6 Fórmula estrutural do isopreno (metil-buta-,3dieno).....	14
Figura 1.7 Estrutura básica dos flavonoides.....	15
Figura 1.8 Estrutura básica dos ácidos hidroxibenzoicos e hidroxicinâmicos.....	16
Figura 1.9 Estrutura química de proantocianidinas.....	18
Figura 1.10 Estrutura do ácido elágico.....	18
Figura 1.11 Estrutura do ácido copálico, $\beta$ -cariofileno e $\alpha$ -copaeno .....	20

### CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Galpão de postura.....	35
Figura 2.2 Ensaio de armazenamento.....	38
Figura 2.3 Quantificação de TBARS.....	39

### CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Micrômetro tripé.....	80
Figura 3.2 Paquímetro digital.....	80
Figura 3.3 pHmetro.....	81
Figura 3.4 Micrômetro digital.....	82
Figura 3.5 Colorímetro.....	82

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

Tabela 2.1 Composição das rações experimentais para a fase de produção de poedeiras semi-pesadas.....	37
Tabela 2.2 Médias dos valores de TBARS em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a $4^{\circ}\text{C}$ (R) e temperatura ambiente (TA).....	42
Tabela 2.3 Médias dos valores TBARS em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a $4^{\circ}\text{C}$ .....	45
Tabela 2.4 Médias dos valores TBARS em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de gemas de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais.....	47
Tabela 2.5 Médias dos valores de TBARS em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de gemas cozidas de ovos de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN) .....	48
Tabela 2.6 Médias dos valores de TBARS em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a $4^{\circ}\text{C}$ (R) e temperatura ambiente (TA) .....	50
Tabela 2.7 Médias dos valores de TBARS em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba(COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a $4^{\circ}\text{C}$ .....	52
Tabela 2.8 Médias dos valores de TBARS em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de gemas de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais.....	53
Tabela 2.9 Médias dos valores de TBARS em $\mu\text{mol MDA/kg}$ de gemas cozidas de ovos de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN).....	54

## CAPÍTULO 3

Tabela 3.1 Valores médios de Unidade Haugh (UH) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e temperatura ambiente (TA).....	85
Tabela 3.2 Valores médios de Unidade Haugh (UH) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob Refrigeração a 4°C.....	86
Tabela 3.3 Valores médios de Unidade Haugh (UH) de ovos armazenados sob refrigeração (R) em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais.....	87
Tabela 3.4 Valores médios de índice de gema (IG) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	87
Tabela 3.5 Valores médios de índice de gema (IG) de ovos refrigerados provenientes de poedeiras arraçadas com inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob Refrigeração a 4°C.....	88
Tabela 3.6 Valores médios de índice de gema (IG) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais.....	89
Tabela 3.7 Valores médios de espessura de casca (EC), em milímetro, de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	90
Tabela 3.8 Valores médios de espessura de casca (EC), em milímetro, de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais.....	91
Tabela 3.9 Valores médios do pH de gema de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	91

Tabela 3.10 Valores médios do pH de gema de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	92
Tabela 3.11 Valores médios do pH de gema de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais.....	92
Tabela 3.12 Valores médios do pH de albúmen de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	93
Tabela 3.13 Médias dos valores do pH do albúmen de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	94
Tabela 3.14 Valores médios do pH de albúmen de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais.....	94
Tabela 3.15 Valores médios de porcentagem de casca (PC) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	95
Tabela 3.16 Valores médios de porcentagem de casca (PC) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais.....	96
Tabela 3.17 Valores médios de porcentagem de gema (PG) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	96
Tabela 3.18 Valores médios da porcentagem de gema (PG) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	97
Tabela 3.19 Valores médios de porcentagem de gema (PG) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais.....	98
Tabela 3.20 Valores médios de porcentagem de albúmen (PA) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	98

Tabela 3.21 Valores médios da porcentagem de albúmen (PA) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	99
Tabela 3.22 Valores médios da porcentagem de albúmen (PA) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais.....	100
Tabela 3.23 Valores médios de L*, a* e b* de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	101
Tabela 3.24 Valores médios de L*, a* e b* de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	103
Tabela 3.25 Valores médios de L*, a* e b* de gema de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais.....	104
Tabela 3.26 Valores médios de unidade Haugh (UH) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	106
Tabela 3.27 Valores médios de unidade Haugh (UH) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	107
Tabela 3.28 Valores médios de unidade Haugh (UH) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais.....	107
Tabela 3.29 Valores médios de índice de gema (IG) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	108
Tabela 3.30 Valores médios de índice de gema (IG) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	109
Tabela 3.31 Valores médios de índice de gema (IG) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais.....	109

Tabela 3.32 Valores médios de espessura de casca (EC) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	110
Tabela 3.33 Valores médios de espessura de casca (EC), em mm, de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais.....	110
Tabela 3.34 Valores médios do pH de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	111
Tabela 3.35 Valores médios de pH de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	111
Tabela 3.36 Valores médios do pH de gemas de ovos armazenados sob refrigeração (R) em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais.....	112
Tabela 3.37 Valores médios do pH de albúmen de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	113
Tabela 3.38 Valores médios de pH de albúmen de ovos refrigerados provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	113
Tabela 3.39 Valores médios do pH de albúmen de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais.....	114
Tabela 3.40 Valores médios de porcentagem de casca (PC) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	114
Tabela 3.41 Valores médios de porcentagem de casca (PC) de ovos sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais.....	115
Tabela 3.42 Valores médios de porcentagem de gema (PG) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	115

Tabela 3.43 Valores médios de porcentagem de gema (PG) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	116
Tabela 3.44 Valores médios de porcentagem de gema (PG) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais.....	117
Tabela 3.45 Valores médios de porcentagem de albúmen (PA) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	117
Tabela 3.46 Valores médios de porcentagem de albúmen (PA) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	118
Tabela 3.47 Valores médios de porcentagem de albúmen (PA) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais .....	118
Tabela 3.48 Valores médios de L*, a* e b* de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA).....	120
Tabela 3.49 Valores médios de L*, a* e b* de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C.....	121
Tabela 3.50 Valores médios de L*, a* e b* de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais.....	122
Tabela 3.51 Valores médios, em porcentagem, de Umidade (U), matéria mineral (MM), proteína (PT) e extrato etéreo (EE) na matéria natural, de ovos in natura e gemas cozidas, provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos vegetais.....	124
Tabela 3.52 Valores médios, em porcentagem, de Umidade (U), matéria mineral (MM), proteína (PT) e extrato etéreo (EE) na matéria natural, de ovos in natura e gemas cozidas, provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos vegetais.....	126

## **CAPÍTULO 1**

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a avicultura de postura vem se expandindo ao longo dos anos, ocupando o sétimo lugar na produção mundial de ovos (PARAGUASSU, 2013). O comércio brasileiro destina 99% da produção de ovos ao mercado interno e somente 1% à exportação. As exportações brasileiras de ovos somaram 26,8 mil toneladas em 2012, o que representa um aumento de 61,2% em relação a 2011. Em 2013, as exportações totalizaram 12,3 mil toneladas, demonstrando uma redução em relação a 2012 (UBA, 2014).

Na produção avícola, os avanços de manejo, genéticos e nutricionais, são os principais responsáveis que impulsionaram seu desenvolvimento e promoveram melhorias da qualidade na produção de ovos, sendo fatores importantes nos resultados de qualidades físicas externas e internas. A seleção de linhagens cada vez mais precoces e produtivas está relacionada com a melhoria nos resultados econômicos avícolas, visto que a produção de ovos de boa qualidade podem envolver características congênitas (CARVALHO et al., 2007). No que se refere ao manejo das aves, o planejamento de sincronização da postura através do controle da ração e luz é um manejo necessário para padronização da qualidade dos ovos, a qual começa a diminuir à medida que a idade da ave aumenta, devendo, portanto, ser considerado o descarte, dentro do plano de produção (MORENG & AVENS, 1990). A composição das rações de poedeiras e armazenamento dos ovos, também são etapas importantes a serem observadas para melhorar a qualidade dos ovos de consumo (MAGALHÃES, 2007).

As indústrias de alimentos tem adotado o uso de antioxidantes sintéticos e naturais devido à necessidade de aumentar a vida útil ou “shelf life” e a qualidade nutricional dos alimentos (TIVERON, 2010), pois a oxidação lipídica é responsável pela rancidez oxidativa, envolvida nas características organolépticas dos alimentos (MELO FILHO & VASCONCELOS, 2011). A adição de substâncias antioxidantes pelas indústrias é uma

prática corrente, razão que justifica o atual interesse pela pesquisa de novos compostos (SILVA; BORGES & FERREIRA, 1999).

Nos últimos anos, tem crescido a pressão por parte do consumidor para que a indústria de alimentação animal adote o uso de aditivos naturais em substituição aos sintéticos (HAYES et al., 2009). Pesquisas com aditivos alternativos têm sido incentivadas devido às exigências da União Europeia em substituir os antimicrobianos sintéticos, melhoradores de desempenho, manifestando preocupação quanto à possibilidade da ocorrência de resistência microbiana e aos frequentes questionamentos em relação à segurança alimentar (BRUGALLI, 2003).

Atualmente, os consumidores estão cada vez mais preocupados com a segurança alimentar que as gerações anteriores devido à crescente globalização do comércio e a industrialização de processamento de alimentos que os expõem a um número maior de perigos pela possibilidade de uma rápida e generalizada disseminação de doenças associadas ao consumo de alimentos (DAGG et al., 2006). Visando a saúde humana, os mercados consumidores aplicam exigências criando determinadas regras para utilização de aditivos, tanto em alimentos processados quanto na alimentação animal, sendo necessário fazer a análise prévia do ativo para que seu uso seja licenciado pelo órgão legislador (CONEGLIAN et al., 2011) e possam ser evitados efeitos colaterais como alergias e doenças degenerativas (BERTOLIN et al., 2010).

Plantas nativas brasileiras, especialmente as do cerrado, que representam cerca de 20 a 30% do total de espécies brasileiras (MACHADO et al., 2004), apresentam elevado potencial de atividade antimicrobiana e antioxidante a serem explorados. O cerrado é um bioma com diversidade bastante expressiva, destacando-se como fonte de produtos naturais, incluindo descobertas de uso terapêutico e novos medicamentos fitoterápicos (SAMPAIO, 2010).

## **1.2 OBJETIVOS**

Avaliar o efeito de extratos e óleos de plantas nativas do cerrado brasileiro adicionados à ração de poedeiras sobre a oxidação lipídica e a qualidade física de ovos armazenados em temperatura ambiente e refrigerados.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Oxidação Lipídica em Alimentos

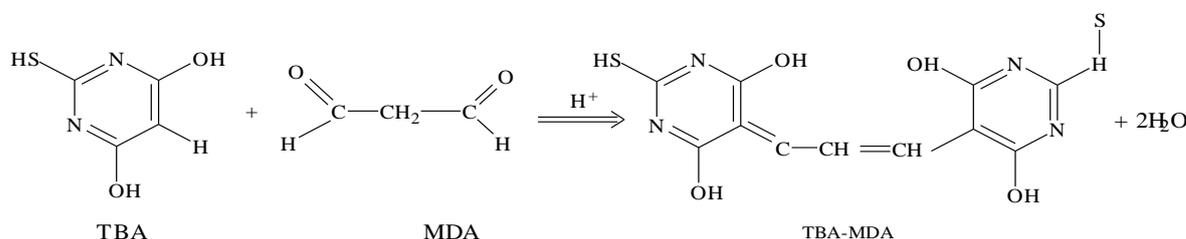
A oxidação lipídica é um processo de reações deteriorativas a ocorrerem durante o processamento, distribuição, armazenamento e preparo final dos alimentos (SOARES, 2002), o qual envolve uma variedade de radicais livres que são formados em alimentos pela ação de fontes externas de energia, como luz, temperatura e radiação (SILVA, M. et al., 2010; ARAUJO, 1995). Esse fenômeno é espontâneo e inevitável, causado principalmente pela peroxidação lipídica, ocorrendo deterioração dos corpos graxos, os quais sofrem no decurso de processos de transformação e armazenamento, alterações que tem como principal consequência a modificação do *flavor* original e o aparecimento de odores e sabores característicos do ranço, representando depreciação do produto ou rejeição para a indústria e para os consumidores (SILVA; BORGES & FERREIRA, 1999).

A estabilidade oxidativa dos alimentos depende da ação de diversos fatores, os quais estão relacionados com o tipo de estrutura lipídica e o meio onde se encontra (PRATT, 1992). Os triglicerídeos resultam da esterificação de uma molécula de glicerol com os ácidos graxos e são considerados os principais responsáveis pelo desenvolvimento do ranço (SILVA, et al., 1999).

Os ácidos graxos insaturados tem estrutura lipídica mais susceptíveis ao processo oxidativo e, segundo Cosgrove et al. (1987), isso se deve a existência de uma relação direta entre o grau de insaturações e a susceptibilidade à oxidação. De acordo com Hamilton et al. (1983), pelos os óleos vegetais exibirem maior susceptibilidade à deterioração que as gorduras animais, esperava-se que a velocidade de autooxidação fosse maior, no entanto tendem a oxidar mais lentamente porque contem quantidades significativas de tocoferóis, os quais atuam como antioxidantes naturais.

No processo de oxidação dos alimentos são formadas substâncias químicas tóxicas, destacando-se o malonaldeído (MDA) e os óxidos de colesterol. Essas substâncias, além de serem condutoras de ações deteriorativas, podem causar envelhecimento, doenças do coração e câncer em seres humanos (PEARSON et al., 1983). O MDA é um dialdeído de três carbonos, com grupos carbonilas nos carbonos C-1 e C-3, produzido pela degradação oxidativa em duas etapas de ácidos graxos, com três ou mais ligações duplas, sugerindo-se que a quantidade de MDA varia de acordo com a composição de ácidos graxos. Esse composto pode ser detectado pelo ácido tiobarbitúrico (TBA), que reage com o MDA formando um composto cromóforo de cor vermelha (TBA-MDA) sendo medido por espectrofotometria a 532 nm de comprimento de onda. A reação (figura 1.1) é iniciada pelo ataque nucleofílico, envolvendo os carbonos C-5 do TBA e o C-1 do MDA, seguido de desidratação e a reação similar subsequente do composto intermediário com uma segunda molécula de TBA (NAIR & TURNER, 1984).

**Figura 1.1** Reação do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) com o malonaldeído (MDA), formando composto colorido, medido espectrofotometricamente a 532 nm



### 2.1.1 Processo oxidativo de lipídeos em alimentos

A oxidação é um processo autocatalítico e, uma vez iniciado, desenvolve-se em aceleração crescente, podendo acontecer tanto por via não enzimática (fotooxidação e autooxidação), quanto por via enzimática pela ação das lipoxigenases (SOARES, 2002; ARAÚJO, 2006).

As reações de fotooxidação envolvem a presença de sensores nos tecidos animais e vegetais, como riboflavina, clorofila e mioglobina, em que a luz e o oxigênio dão início ao processo de transferência de energia para a reação de formação do peróxido. O oxigênio age direto na dupla ligação sem formar radical livre, ocorrendo a formação imediata

de hidroperóxidos (MELO FILHO & VASCONCELOS, 2011). Na autoxidação, a formação de peróxidos e hidroperóxidos, considerados os primeiros produtos formados na oxidação de gorduras, ocorrem, inicialmente, devido à reação de radicais livres (RL) de ácidos graxos com o oxigênio (ARAÚJO, 1995; ROCHA, 2011). Os RL são moléculas com um número ímpar de elétrons, possuindo assim, um elétron isolado livre para se ligar a qualquer outro elétron, tornando-se extremamente reativos (SOARES, 2002). Na estrutura química de um RL pode haver um ou mais elétrons desemparelhados, cujos principais compostos, são os originados por reações do oxigênio molecular, denominados de Espécies Reativas de Oxigênio (ERO), exemplificadas na figura 1.2, as quais correspondem a uma denominação coletiva, não só para radicais livres como também substâncias capazes de reagir quimicamente e gerá-los (SANTOS, A., 2006).

$O_2^{\bullet -}$	Ânion superóxido ou radical superóxido
$HO_2^{\bullet}$	Radical perhidroxil
$H_2O_2$	Peróxido de hidrogênio
$OH^{\bullet}$	Radical hidroxila
$RO^{\bullet}$	Radical alcóxil
$ROO^{\bullet}$	Radical peróxil
$ROOH$	Hidroperóxido orgânico(ex.:lipoperóxido)
$^1O_2$	Oxigênio singlet
$RO^{\bullet}$	Carbonila excitada

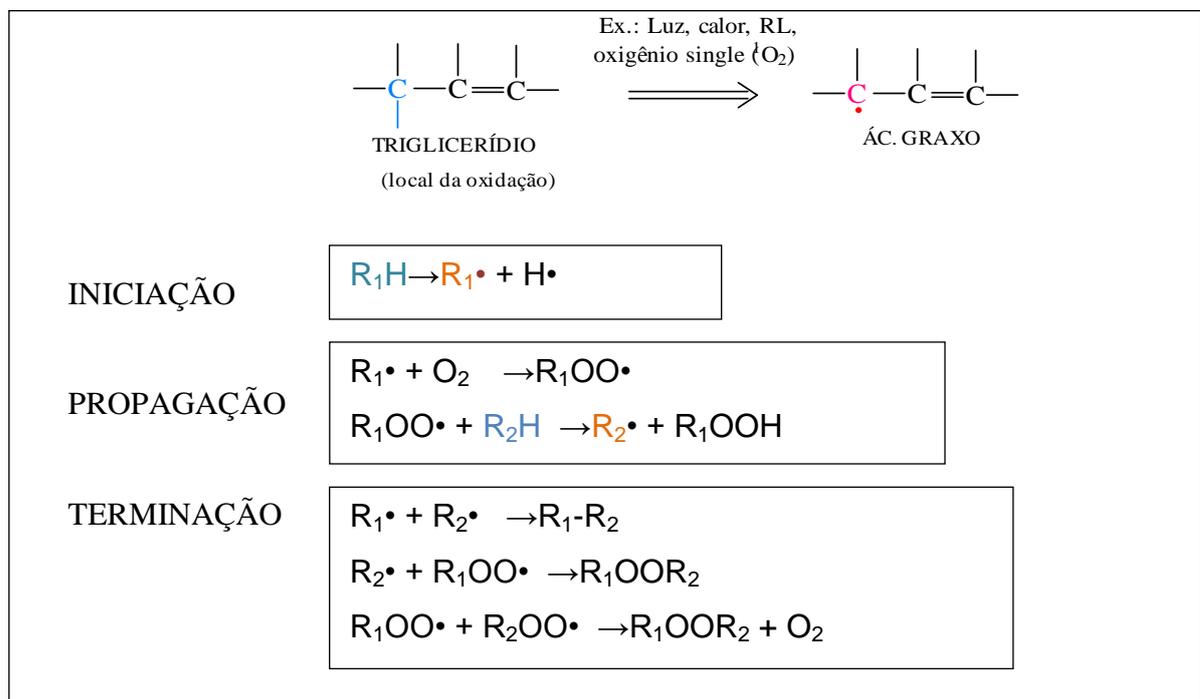
Fonte: Sies (1991).

**Figura 1.2** Espécies Reativas ao Oxigênio (ERO).

As reações de autoxidação são as principais causadoras do ranço em alimentos (ANDREO & JORGE, 2006). Elas ocorrem em três fases distintas: iniciação, propagação e terminação, representadas na figura 1.3. A iniciação é caracterizada pela formação de RL ( $R_1^{\bullet}$ ), resultantes da separação de um átomo de hidrogênio do carbono alfa-metileno (carbono vizinho ao carbono da dupla ligação) pela ação da luz, calor, metais ou de outros radicais livres; a propagação compreende a formação de radicais peróxidos livres ( $R_1OO^{\bullet}$ ),

hidroperóxidos (ROOH) e novos RL, podendo ser repetida, em cadeia, por muitas vezes; e a terminação, que consiste na reação entre compostos radicais, dando lugar a produtos não reativos. Os peróxidos formados na fase de propagação, por serem altamente instáveis, vão se decompondo e, por cisão ou rearranjo, formando produtos secundários da oxidação como aldeídos, álcoois, ácidos, hidrocarbonetos, cetonas, dentre outros, que são responsáveis pelas características do ranço (SILVA; BORGES & FERREIRA, 1999; MELO FILHO & VASCONCELOS, 2011).

**Figura 1.3** Esquema geral da autoxidação de ácidos graxos insaturados (adaptado de MELO & GUERRA, 2002).



Onde, RH - carbono alfa-metileno; R• - radical livre; H• - hidrogênio removido; ROO• - radical peroxila e ROOH - hidroperóxido.

A rancidez oxidativa pode ser controlada, principalmente na fase inicial, pois dependendo de condições específicas ela torna-se mais lenta, podendo ser modificada mediante a presença de antioxidantes (CONEGLIAN et al., 2011).

A formação de peróxido também pode ocorrer através da ação da enzima lipoxigenase, presente em vegetais, através da catálise do oxigênio, o qual vai reagir com o sistema pentadieno (C=C-C-C=C), dos ácidos graxos poliinsaturados, formando hidroperóxidos que podem ser decompostos em seus radicais, propagando a reação. Essas reações podem oxidar compostos como carotenoides e polifenóis, levando à despigmentação do produto. Para retardar o processo de oxidação dos alimentos, podem ser acrescentadas

substâncias antioxidantes e também, aplicar procedimentos físicos que tenham ação no controle dos níveis de oxigênio (MELO FILHO & VASCONCELOS, 2011).

### 2.1.2 Oxidação lipídica em ovos

Os lipídeos conferem valor nutritivo aos alimentos, constituindo uma fonte de energia metabólica, de ácidos graxos essenciais (ácidos linoléico, linolênico e araquidônico) e de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) (SILVA; BORGES & FERREIRA, 1999). O conteúdo lipídico pode ser influenciado pela linhagem, tamanho do ovo e componentes e tipo de gordura adicionada à ração (BARRETO et al., 2006).

A gema é composta de 30 a 34% de gorduras, contendo colesterol (5% do total gorduroso) e, sobretudo, triglicerídeos (66%), fosfolipídios (28%) e ácidos graxos livres (1%), sendo que na porção lipídica, as maiores concentrações são de ácidos graxos insaturados (SARCINELLI; VENTURINI & SILVA, 2007; FENNEMA, 2000).

Embora os lipídios de ovos crus não sejam facilmente oxidados (PIKE & PENG, 1985), em pesquisas com ovos comerciais observou-se que durante períodos longos de armazenamento, tanto em condições refrigeradas quanto em temperatura ambiente, os ovos *in natura* sofrem oxidação, sendo mais evidente em altas temperaturas (FRANCHINI et al., 2002; PEREIRA, 2009). Os ovos possuem grandes quantidades de ácidos graxos insaturados, os quais são menos estáveis ao processo de oxidação lipídica e isso limita a capacidade de conservação dos ovos (PITA et al., 2004). No entanto, ao estudar hidrolisados proteicos de gema de ovo, foi sugerido que eles poderiam ser utilizados como antioxidantes naturais para prevenir a oxidação de óleos poliinsaturados e em ingredientes alimentares relacionados (SAKANAKA et al., 2004). Isso porque a gema de ovo é reconhecida por conter grandes quantidades de lecitina,  $\alpha$ -tocoferol e xantofilas, além de duas proteínas, fosvitina e ovotransferrina (conalbumina), compostos de grande atividade antioxidante (CUPPETT, 2001; LEE; HAN & DECKER, 2002). A luteína, que é um pigmento carotenóide amarelo presente em vegetais e na gema do ovo, vem sendo estudada como um dos mais importantes antioxidantes responsáveis pela saúde dos olhos humanos (COTRIM et al., 2011). Porém, mesmo reconhecendo a existência de componentes internos que protegem os lipídios durante o “shelf life”, tem sido avaliado o efeito da utilização de plantas sobre a oxidação lipídica das gemas, observando que ovos de poedeiras suplementadas com antioxidantes naturais foram

protegidos contra os processos oxidativos (BOTSOGLOU et al., 1997; RADWAN et al., 2008).

A composição de ácidos graxos dos ovos pode ser alterada com a da dieta das aves a fim de promover o enriquecimento nutricional. No entanto, ocorre um aumento da quantidade de ácidos graxos poliinsaturados, que são mais susceptíveis a oxidação (CARVALHO, 2012). Segundo Botsoglou et al. (2012), ao quantificar produtos primários e secundários da oxidação lipídica em ovos enriquecidos com ácidos graxos de cadeia longa, percebeu-se que a adição de vitamina E ou folhas de oliveira na alimentação de poedeiras exerce efeito protetivo nos lipídeos, demonstrando a importância de sua suplementação com antioxidantes.

O conhecimento do processamento da produção, da comercialização e dos métodos de mensuração da qualidade do ovo, é importante para o consumidor (MORENG & AVENS, 1990) e também para os fabricantes de produtos oriundos dos ovos, pois quanto melhor a qualidade interna dos ovos, melhor será a separação dos seus componentes sem contaminação, especialmente, o albúmen (GARCIA et al., 2010).

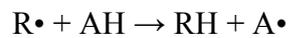
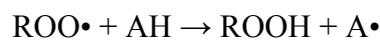
Diversos fatores, tais como a idade da poedeira, nutrição, instalações, cuidados sanitários e condições de armazenamento dos ovos estão relacionados com os parâmetros qualitativos desse produto (MAGALHÃES, 2007).

## **2.2 Antioxidantes**

Os antioxidantes são definidos como um aditivo alimentar, que prolonga o tempo de conservação de alimentos, protegendo-os contra a deterioração causada pela oxidação (CAC/GL 36-1989). Eles são descritos, segundo o seu mecanismo de ação, como aditivos que reagem com radicais livres formando produtos inativos ou quanto à sua presença em alimentos, como qualquer substância capaz de retardar ou impedir a rancidez ou outras deteriorações de “flavor” devido à oxidação (POKORNY; YANISHLIEVA & GORDON, 2001).

As substâncias antioxidantes podem apresentar diferentes propriedades protetivas e agir em diversas etapas do processo oxidativo, funcionando por diferentes mecanismos, nos quais se incluem o controle de radicais livres, pró-oxidantes (por exemplo, metais de transição, oxigênio singlete e enzimas) e intermediários da oxidação (ânion superóxido e hidroperóxidos) (DAMODARAN; PARKIN & FENNEMA, 2010). Essas

substâncias são classificadas em duas categorias principais: antioxidantes primários e secundários. São considerados primários os compostos de ação antioxidante capazes de inibir ou retardar a oxidação por inativação de radicais livres, graças à doação de átomos de hidrogênio ou de elétrons, o que transforma os radicais em substâncias estáveis, representada na figura 1.4. Os antioxidantes secundários apresentam grande variedade de modos de ação: ligação de íons metálicos (alteração de valência); inativação de espécies reativas do oxigênio (ERO), conversão de hidroperóxidos em espécies não radicais ou absorção de radiação UV (MAISUTHISAKUL; SUTTAJIT & PONGSAWATMANIT, 2007).



Em que: ROO• e R• - radicais livres; AH - antioxidante com um átomo de hidrogênio ativo; ROOH – hidroperóxido; A• - radical inerte.

**Figura 1.4** Mecanismo de ação para os antioxidantes primários (FRANKEL, 1980).

As reações oxidativas podem ser interrompidas quando o átomo de hidrogênio do antioxidante (AH) reage com radicais livres (ROO• e R•), formando produtos não radicais e radical inerte (A•). Assim, as substâncias antioxidantes podem inibir a formação de radicais livres na cadeia de iniciação ou removê-los, interrompendo o processo, na etapa de propagação das reações oxidativas desencadeadas pelos radicais (PODSEDEK, 2007).

Os aditivos utilizados pela indústria de alimentos podem ser isolados a partir de materiais naturais ou produzidos por síntese, sendo idênticos aos encontrados na natureza, e outros, são fabricados por cientistas de alimentos e não são baseados em substâncias que ocorrem naturalmente (CONEGLIAN et al., 2011). Os principais antioxidantes sintéticos, que vem sendo utilizados amplamente por essas indústrias devido ao seu nível de eficácia, são os compostos fenólicos, como o BHA (butilhidroxianisol), o BHT (butilhidroxitolueno), PG (galato de propila) e o TBHQ (terc-butilhidroquinona), (TAKEMOTO; TEIXEIRA FILHO & GODOY, 2009), antioxidantes primários que atuam na etapa de iniciação (CONEGLIAN et al., 2011). Porém outros fatores são considerados na escolha de um antioxidante, entre eles a legislação, custo e preferência do consumidor por antioxidantes naturais (RAFECAS et al., 1998).

O uso de extratos de plantas vem sendo avaliado, individualmente ou em combinação, como antimicrobianos, antioxidantes ou melhoradores de digestibilidade em rações animais (RIZZO et al., 2008).

### **2.2.1 Antioxidantes naturais**

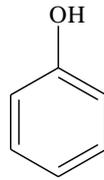
Os extratos de materiais vegetais, incluindo óleos essenciais e essências, são ricos em compostos fenólicos, os quais despertam o interesse da indústria de alimento devido a sua ação antioxidante, influenciando positivamente na qualidade e valor nutricional dos alimentos. Sua ação medicinal, na manutenção da saúde e proteção contra doenças coronárias e câncer, também aumenta o interesse de cientistas e consumidores com perspectivas futuras de terem o seu uso direcionado para a produção de alimentos funcionais, por seus efeitos específicos na saúde e devido à percepção negativa em relação aos conservantes artificiais (LOLIGER, 1991; SMITH-PALMER; STEWART & FYFE, 1998). O efeito positivo de extratos vegetais e óleos essenciais tem sido estudado também na alimentação animal como antioxidante e substituto de antimicrobianos melhoradores de desempenho (RIZZO et al., 2010).

A obtenção de extratos semi-puros, frações e, finalmente, os compostos puros, responsáveis pelos efeitos biológicos, exige ampla colaboração entre farmacólogos e químicos para fazer a análise dessas substâncias, sendo indispensável avaliar a potência das frações e das substâncias puras em relação a sua concentração (CECHINEL FILHO & YUNES, 1998). A escolha da metodologia mais eficiente, sob o ponto de vista químico, pode não ser tão fácil, já que estes compostos podem sofrer a influência de diversos fatores como a natureza do vegetal, solvente, tamanho das partículas, tempo e temperatura de extração (ANDREO & JORGE, 2006).

Os principais antioxidantes obtidos, sobretudo de produtos de origem vegetal, são: compostos fenólicos, carotenoides, vitamina C (ácido ascórbico) e vitamina E (LAGUERRE; LECOMTE & VILLENEUVE, 2007; SILVA, M. et al. 2010).

### 2.2.1.1 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são substâncias que possuem um ou mais grupamento hidroxila ligado diretamente a um anel aromático (figura 1.5) (VERMERRIS & NICHOLSON, 2006).



**Figura 1.5** Estrutura química de um fenol simples

Os compostos fenólicos tem sido muito estudados devido a sua influência na qualidade dos alimentos, englobando uma gama enorme de substâncias, entre elas os ácidos fenólicos e os flavonoides, os quais, por sua constituição química, possuem propriedades antioxidantes (SOARES, 2002; MELO et al., 2008). A capacidade dos compostos fenólicos em atuar como sequestradores de radicais livres (SRL) está relacionada à sua estrutura química, na qual o tipo de composto, o grau de metoxilação e número de hidroxilas são alguns dos parâmetros que determinam essa atividade antioxidante (GÓMEZ-RUIZ; LEAKE & AMES, 2007). Os ácidos fenólicos (não flavonoides) e os flavonoides possuem muitas propriedades SRL eficientes, doando um hidrogênio de seus grupos hidroxil (PRIOR, 2003; DAMODARAN; PARKIN & FENNEMA, 2010).

Alguns compostos fenólicos não se apresentam em forma livre nos tecidos vegetais, estando presentes sob a forma de taninos e ligninas. A ação dos taninos como SRL ocorre em função da interceptação do oxigênio ativo (SANTOS et al., 2007).

### 2.2.1.2 Carotenoides

Os carotenoides são compostos polisoprenoides, possuindo como característica estrutural comum, a cadeia polieno, que é um longo sistema de ligações duplas conjugadas e ricas em elétrons, responsáveis pela atividade antioxidante dos carotenoides (CONN; SCHALCH & TRUSCOTT, 1991; McNULTY et al., 2007; QUEIRÓZ, 2006). Esses compostos se dividem em dois grandes grupos, nos quais os principais carotenoides encontrados em produtos vegetais são o  $\beta$ -caroteno e licopeno, pertencentes ao grupo dos

carotenos; e luteína e zeaxantina, que são xantofilas. Eles possuem ação antioxidante, agindo como importante SRL (ROCHA, 2011), sendo também capazes de fazer a reciclagem de vitamina E através da doação de elétrons ao radical alfa-tocoferoxil (BÖHM et al., 1997).

### **2.2.1.3 Tocoferóis**

Os tocoferóis são um grupo de compostos que tem um sistema de anéis com hidroxilação com uma cadeia fitol. O alfa-tocoferol é a principal forma de vitamina E encontrada na maioria dos produtos de origem animal, sendo que outras formas de tocoferóis e tocotrienóis ocorrem em proporções variadas em produtos vegetais. Eles são moléculas apolares, que ocorrem na fase lipídica dos alimentos, podendo agir como antioxidantes, doando  $H^+$  fenólico e um elétron (DAMODARAN; PARKIN & FENNEMA, 2010) e, assim como os carotenoides, podem atuar na linha de defesa antioxidante.

### **2.2.1.4 Ácido ascórbico**

O ácido ascórbico é uma vitamina solúvel em água. Trata-se de um nutriente que não apresenta exigência para aves, uma vez que pode ser sintetizado nos rins, sendo, porém, recomendado em situações de estresse excessivo (MACARI; FURLAN & GONZALES, 2002). Sua ação antioxidante está na capacidade de doar elétrons para moléculas oxidadas, sendo um importante redutor de radicais superóxidos ( $O_2^{\bullet-}$ ) e radicais hidroxila ( $OH^{\bullet}$ ), além de estudos sobre sua ação em reciclar a vitamina E pela doação de um átomo de hidrogênio (PACKER, SLATER & WILSON, 1979; TANAKA et al., 1997; DAVEY et al., 2000). A vitamina C atua na oxidação lipídica como agentes quelantes ou sequestrantes, sendo considerados antioxidantes secundários (CONEGLIAN et al., 2011).

## **2.3 As Plantas do Cerrado e seus Compostos Bioativos**

O Cerrado possui uma vasta extensão na posição central do Brasil, servindo como um valioso intercâmbio da flora e fauna do território brasileiro, compreendendo importante biodiversidade (BASTOS, 2012; MACHADO et al., 2004).

O uso de plantas como fitoterápicos é um conhecimento popular que vem sendo amplamente utilizado no tratamento de doenças. Muitos pesquisadores são guiados por

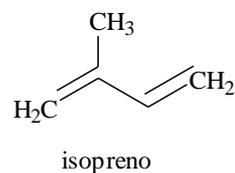
estes conhecimentos para desenvolver pesquisas farmacológicas e químicas, avaliando a atividade de extratos e óleos de diversos vegetais para obter novos compostos com fins medicinais (CECHINEL FILHO & YUNES, 1997). No Brasil, essas pesquisas são justificadas devido à existência de diferentes biomas, nos quais ocorre maior variedade de espécies vegetais (GUERRA & NODARI, 2001) que são importantes fontes de substâncias naturais, com grande potencial de compostos bioativos, principalmente, em virtude da variedade de metabólitos primários e secundários que são sintetizados por esses vegetais (BERGAMASCHI, 2010).

O metabolismo primário envolve diferentes processos com funções essenciais nos vegetais, tais como fotossíntese, respiração e o transporte de solutos, os quais possuem distribuição universal nas plantas. Já os metabólitos secundários, são compostos orgânicos restritos a uma espécie vegetal ou a um grupo de espécies relacionadas, não sendo encontrados em todo o reino vegetal (CASTRO; KLUGE & PERES, 2005).

Os metabólitos secundários são divididos em três grandes grupos: compostos nitrogenados, terpenos e compostos fenólicos (CASTRO; KLUGE & PERES, 2005).

Os compostos nitrogenados despertam grande interesse por suas propriedades medicinais. Possuem em sua estrutura química, o nitrogênio e átomos de carbono, e se incluem nessa categoria os alcaloides e os glicosídeos vegetais que atuam na defesa das plantas, como toxinas e repelentes contra herbívoros (MITHEN et al., 2000).

Os terpenos ou terpenoides são substâncias insolúveis em água, constituindo o maior grupo de substâncias secundárias, as quais são comumente classificadas pelo número de unidades pentacarbonadas (5C), derivadas do isopreno (figura 1.6) (LICHTENTHALER, 1999).



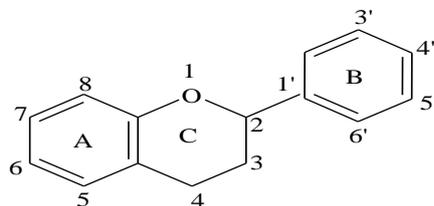
**Figura 1.6** Fórmula estrutural do isopreno (metil-buta-1,3dieno).

Por possuírem funções que caracterizam o crescimento e desenvolvimento do vegetal, alguns terpenos, podem ser considerados primários, como é o caso do hormônio giberelina (diterpeno com 20 C), os esteróis essenciais das membranas celulares (derivados de triterpenos com 30 C), os carotenoides de cores vermelha, amarela e laranja (tetraterpenos com 40 C), que atuam como pigmentos acessórios na fotossíntese e protegem os tecidos

fotossintéticos contra a fotoxidação, apresentando atividade antioxidante. Sendo assim, alguns dos compostos são terpenos ou possuem derivados de terpenos em suas moléculas (LICHTENTHALER, 1999). Os monoterpenos (10C) e os sesquiterpenos (15 C) são os mais frequentemente encontrados em óleos essenciais e já foram observados mais de 1.000 monoterpenos e mais de 7.000 sesquiterpenos (BOHLMANN et al.,1998).

Os compostos fenólicos de fontes vegetais podem ser divididos em dois grupos: os flavonoides e os não flavonoides. Os flavonoides apresentam a estrutura química descrita como C6-C3-C6. Os não flavonoides são classificados como: os derivados das estruturas químicas C6-C1, específicas dos ácidos hidroxi benzoico, gálico e elágico; os derivados das estruturas químicas C6-C3, específicas dos ácidos cafeico e p-cumáricohidroxicinamatos; e os derivados das estruturas químicas C6-C2-C6, específicas do trans-resveratrol, cis-resveratrol e trans-reverastrolglucosídeo (MELO & GUERRA, 2002; BURNS et al., 2001).

Os flavonoides contem 15 átomos de carbono em seu núcleo básico, contendo um esqueleto comum de difenilpiranos (C6-C3-C6), compostos por dois anéis aromáticos (A e B) ligados através de um anel pirano (heterocíclico), que contem um átomo de oxigênio (figura 1.7) (SAXENA; SAXENA & PRADHAN, 2012).



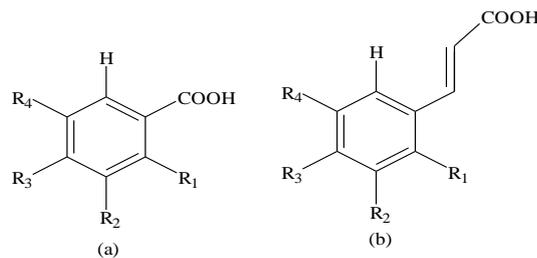
**Figura 1.7** Estrutura básica dos flavonoides.

Os quatro maiores grupos que fazem parte dos flavonoides são as flavonas, flavanonas, catequinas e antocianinas (VOLP et al., 2008). Esses polifenóis possuem capacidade antioxidante decorrente da presença dos átomos de hidrogênio dos grupos hidroxila adjacentes (orto-difenóis), localizados em várias posições dos anéis A, B e C, as duplas ligações dos anéis benzênicos e a dupla ligação da função oxo (-C=O) (HRAZDINA; BORZEL & ROBINSON, 1970).

Os taninos são divididos de acordo com sua estrutura química em dois grandes grupos: taninos hidrolisáveis, com uma estrutura poliol central e hidroxilas esterificadas pelo ácido gálico (parte fenólica); e taninos condensados ou proantocianidinas, que são polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol. Essas moléculas resultam de padrões de substituição entre

unidades flavânicas, diversidade de posições das ligações e estereoquímica. Os taninos hidrolisáveis são classificados em galotaninos e elagitaninos (MELLO & SANTOS, 2001).

Os flavonoides e os ácidos fenólicos (não flavonoides) são os metabólitos secundários e bioativos, considerados boas fontes de antioxidantes naturais utilizados na alimentação humana. Os ácidos fenólicos podem ser derivados do ácido hidroxicinâmico e derivados do ácido hidroxibenzoico (figura 1.8) (SAXENA; SAXENA & PRADHAN, 2012).



**Figura 1.8** Estrutura básica dos ácidos hidroxibenzoicos (a) e hidroxicinâmicos (b).

Os hidroxicinâmicos mais comuns nos vegetais são os ácidos p-cumárico, ferúlico, caféico e sináptico, existindo nas plantas usualmente na forma de ésteres, como por exemplo, éster do ácido quínico, cuja molécula é constituída pelo ácido quínico esterificado ao ácido caféico, a qual já foi relatada atividade antioxidante referente ao ácido cafeico (DAMASCENO, 2011; SAXENA; SAXENA & PRADHAN, 2012). No grupo dos hidroxibenzoicos, destacam-se os ácidos protocatecuíco, valínico, siríngico, gentísico, salicílico, elágico e gálico. Os dois grupos de ácidos fenólicos são caracterizados por apresentarem atividade antioxidante, determinadas pelo número de hidroxilas presentes nas moléculas (HARBORNE, 1973). A capacidade antioxidante dos não flavonoides está relacionada com a posição dos grupos hidroxilas e também com a proximidade do grupo –CO<sub>2</sub>H em relação ao grupo fenil, aumentando sua ação antioxidante quanto mais próximo estiver desse grupo (HRAZDINA; BORZEL & ROBINSON, 1970).

### 2.3.1 *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Barbatimão)

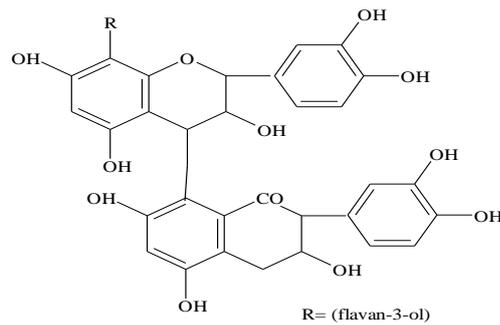
A espécie *Stryphnodendron adstringens* (sinonímia de *Stryphnodendron barbatiman* (Velloso) Martius, pertencente à família Leguminosae, sub-família Mimosoideae, sendo popularmente conhecida como barbatimão. É uma planta lenhosa que cresce no bioma Cerrado, desde o Pará na região Amazônica, Planalto Central até Minas Gerais e São Paulo.

Há registros desse gênero também em territórios fora do Brasil como a Venezuela, Guianas, Bolívia, Peru, Colômbia, Paraguai, Costa Rica, Suriname e Equador (OCCHIONI, 1990; FELFILI et al., 1999). Em estudos taxonômicos do gênero *Stryphnodendron* (Mart.), identificaram que, dos 36 táxons reunidos, 89% ocorrem no Brasil e aproximadamente 50% são exclusivos do território brasileiro, em diversos tipos de vegetação, mas principalmente Cerrado e Floresta Amazônica (SCALON, 2007).

A árvore de barbatimão é reconhecida por sua importância econômica e ecológica devido à presença de grandes quantidades de compostos fenólicos, extraídas de sua casca, as quais são utilizadas como medicamento pela população, vendidas para farmácias de manipulação e laboratórios farmacêuticos, encontrando-se sujeitas ao extrativismo desordenado. A colheita da casca deve ser realizada em espécimes adultos, preferencialmente nas regiões mais altas da árvore, protegendo o tronco principal e garantindo a conservação da espécie (BORGES FILHO & FELFELI, 2003). No entanto, em análises sobre a composição de fenólicos totais de *S. adstringens*, Macedo et al. (2007) evidenciaram que a folha apresentou maior teor de compostos fenólicos, seguidos de casca e caule, principalmente no que se refere aos flavonoides e taninos, assumindo a possibilidade de um dimensionamento extrativista harmônico alicerçado em um programa local efetivamente sustentável. O uso dessa árvore na medicina popular como fitoterápico é bastante conhecido, sendo utilizada para o tratamento de leucorreia, diarreia, hemorragia, hemorroida, feridas, conjuntivite, inflamação da garganta, corrimento vaginal e úlcera gástrica (SILVA, L. et al., 2010).

A composição de metabólicos na árvore de barbatimão sofre influência de fatores edáficos. Jacobson et al. (2005), ao estudarem duas espécies (*S. adstringens* e *S. polyphyllum*), perceberam que os maiores níveis de fenóis e taninos estão relacionados a baixa fertilidade do solo e período chuvoso. Entre os componentes de interesse científico encontrados no barbatimão, citam-se: alcaloides, terpenos, estibenos, esteroides, saponinas, inibidores de proteases e taninos, sendo que o último caracteriza o barbatimão quanto aos seus efeitos medicinais, com seu elevado teor (20 a 50%), atribuindo a este as funções adstringente, antimicrobiana, antisséptica, anti-inflamatória e antioxidante (SOUZA et al., 2007; LIMA, 2010; SANTOS FILHO et al., 2011).

A atividade antioxidante de *S. adstringens*, foi observada quanto à presença de compostos fenólicos, principalmente proantocianidinas (figura 1.9), sendo avaliada como uma substância com grande atividade antioxidante (SANTOS FILHO et al., 2011).

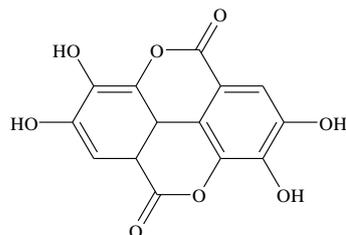


**Figura 1.9** Estrutura química de proantocianidinas

### 2.3.2 *Lafoensia pacari* (Pacari)

A espécie *Lafoensia pacari* é conhecida popularmente como dedaleiro (SP), louro-da-serra (SC), mangava-brava (GO) ou dedal (MS), e pertence à família Lythraceae (LORENZI, 2002). Ela cresce no Cerrado brasileiro, ecossistemas florestais de galeria, mata seca e altitude. No Brasil, essa espécie é encontrada nos estados da BA, GO, MG, MA, MT, SP, MS, PR, SC, AP, PA e RS, e também nos países do Paraguai e Bolívia (CARVALHO, 1994; SANTOS, L., 2006). Sua ocorrência vem sendo reduzida devido ao caráter extrativista da sua extração com fins terapêuticos, na qual a prática da retirada da casca ocasiona o anelamento do caule, comumente levando à morte da planta (TONELLO, 1997).

O interesse em desenvolver pesquisas com *L. pacari*, está na presença de alguns componentes, dos quais se destacam os taninos (CAMPOS & FRASSON, 2011), em que foram encontradas, em extratos obtidos de folha e casca do caule, grandes quantidades de ácido elágico (SOLON et al., 2000; SAMPAIO, 2010). Os taninos, de acordo com o seu tipo de estrutura, contém um núcleo central de glicose ou um álcool poliédrico, esterificado com ácido gálico ou elágico (SOARES, 2002). O ácido elágico (figura 1.10) apresenta em sua estrutura quatro grupos fenólicos, com várias atividades biológicas, incluindo a função antioxidante (EZDIHAR et al., 2006).



**Figura 1.10** Estrutura do ácido elágico.

Esse metabólito secundário, de grande interesse econômico e ecológico, parece sofrer influências de fatores ambientais, tanto qualitativas quanto quantitativas (MONTEIRO et al., 2005; SAMPAIO et al. 2010). Outros componentes como os polifenóis, quinonas, saponinas e alcaloides, assim como o tanino, tem sido foco de estudos, devido a suas variadas atividades químicas e biológicas. A atividade de *L. pacari* foi comprovada quanto a sua ação antimicrobiana (PORFÍRIO et al., 2009), ansiolítica (GALDINO et al., 2010), antifúngica (SILVA JUNIOR et al., 2010), antioxidante (CAMPOS & FRASSON, 2011), antiparasitária (FARIA, 2013), anti-inflamatório (GALDINO et al., 2007), cicatrizante (PROENÇA; OLIVEIRA; SILVA, 2000) e amplo uso medicinal (GUARIM NETO; GUARIM & PRANCE, 1994; DE LA CRUZ, 1997; TONELLO, 1997; SOMAVILLA, 1998; SOLON, 1999).

### **2.3.3 *Copaifera langsdorffii* (Copaíba)**

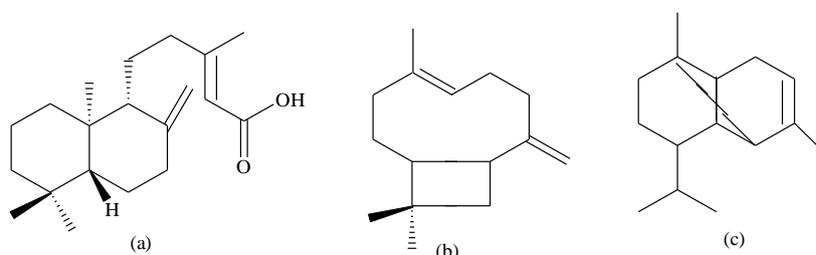
A *Copaifera langsdorffii* é uma árvore de grande porte, conhecida como copaíba, pau-d'óleo ou copaibeira. Pertencente à família Leguminosae e sub-família Caesalpinoideae. O gênero *Copaifera* é encontrado desde o norte ao sul da América do Sul, onde sua distribuição ocorre desde o Suriname até o Paraguai, estendendo-se até Peru e por todo o território Brasileiro, apresentando ampla distribuição e preferências ecológicas diversas (DWYER, 1951; CARVALHO, 1994, COSTA, 2007). Da copaíba é retirado um óleoresina, que é amplamente utilizado pela medicina popular, indígena e farmacêutica nos tratamentos das vias urinárias, respiratórias, infecções da derme e mucosas, para úlceras e feridas no útero e outras finalidades (VEIGA JUNIOR & PINTO, 2002).

A produção de óleoresina de copaibeira é influenciada por fatores ambientais do local de crescimento, época do ano e características genéticas. O manejo para retirada do óleo, em extrações consecutivas, também pode ocasionar variação na produção. Em intervalos semestrais, na segunda extração foram observadas quantidades maiores, ocorrendo declínio na terceira extração, sendo que em alguns casos, só foi possível extrair óleoresina na primeira coleta (ALENCAR, 1982). Por se tratar de um manejo extrativista, em que o intervalo de extração não está bem definido, Azevedo et al. (2004) recomendaram o uso do trado para retirada do óleo, por causar menor dano à árvore, sendo importante para o manejo sustentável.

As copaibeiras possuem componentes de interesse econômico e ecológico, os quais podem ser avaliados em extratos de folhas, flores, frutos e óleoresina (SOUSA, 2011).

O conhecimento dos compostos presentes em espécies do gênero *Copaifera* e o uso na medicina popular incentivou o desenvolvimento de pesquisas para avaliar a atividade química e biológica dessa planta, entre elas foram citadas atividades anti-inflamatória (MUNIZ et al., 2010), antimicrobiana, cicatrizante (MENDONÇA & ONOFRE, 2009; MASSON, 2011), antiulcerativo, insetífugo, antialergênico (VEIGA JUNIOR & PINTO, 2002) e antioxidante (SANTOS, A., 2006).

Em estudos realizados com óleo de copaibeira, das diferentes espécies do gênero *Copaifera*, foram reveladas grandes quantidades de diterpenos e sesquiterpenos. Os diterpenos pertencem aos esqueletos cauranos, lábdano e clerodano (PINTO et al., 1996; BRAGA et al., 1998). Nas investigações realizadas por Sousa (2011) em extratos de folhas, flores, frutos e óleoresina obtidos de *Copaifera langsdorffii* foram isolados os ácidos caurenóico (caurano), ácido copálico (labdano) e cinco flavonóis (3-O- $\alpha$ -ramnopiranosil-caferol, 3-O- $\alpha$ -ramnopiranosil-quercetina, rutina, quercetina e caferol), sendo detectados também os sesquiterpenos  $\alpha$ -copaeno,  $\beta$ -cariofileno e  $\alpha$ -humuleno em óleo de copaibeira e no óleo essencial das folhas. Em estudos fitoquímicos, demonstrou-se que o ácido copálico, o  $\beta$ -cariofileno e  $\alpha$ -copaeno (figura 1.11), são os principais componentes do óleo de copaíba (VEIGA JUNIOR & PINTO, 2002).



**Figura 1.11** Estrutura do ácido copálico (a),  $\beta$ -cariofileno (b) e  $\alpha$ -copaeno (c).

### 2.3.4 *Pterodon emarginatus* Vog. (Sucupira)

A espécie *Pterodon emarginatus* é uma planta arbórea, pertencente à família Leguminosae, subfamília Papilionoideae, que pode atingir até 20 metros de altura e está distribuída no Distrito Federal, Goiás, Bahia e Maranhão, sendo popularmente conhecida como sucupira branca, faveiro e fava de sucupira (ROCHA, 2006; BATISTA & GUIMARÃES, 2013). O gênero *Pterodon* compreende cinco espécies nativas do Brasil: *P. abruptus* Benth; *P. apparicioi* Pedersoli; *P. emarginatus* Vog., *P. pubescens* Benth e *P.*

*polygalae florus* Benth (CORREA, 1984; BRITO & BRITO, 1993). Essa árvore é amplamente utilizada pela medicina popular como anti-inflamatório, no tratamento de reumatismo, problemas de coluna e analgésicos (LEITE DE ALMEIDA & GOTTLIEB 1975), despertando interesse em mais estudos sobre suas propriedades medicinais (TEIXEIRA, 2003). Estudos científicos tem comprovado seus efeitos quanto à atividade cicatrizante (DUTRA et al., 2009), fungitóxica (BATISTA & GUIMARÃES, 2013), antimicrobiana (BUSTAMANTE et al., 2010), repelente (TEIXEIRA, 2003), cercaricida (MORS et al., 1967), antiulcerogênica, anti-inflamatória (DUTRA et al., 2009) e antioxidante (DUTRA, 2008).

As partes utilizadas em estudos são os frutos, a casca, sementes e tubérculos da raiz (CORREA, 1984; BRITO & BRITO, 1993). Nos extratos de frutos e casca de *P. emarginatus* já foram identificados vários compostos secundários como diterpenoides, triterpenoides, flavonoides e principalmente monoterpenos e sesquiterpenos (MAHJAN & MONTEIRO, 1972; DUTRA et al., 2009; BUSTAMANTE et al., 2010).

Em ensaios realizados por Dutra et al. (2008), foram extraídos e quantificados o conteúdo de compostos fenólicos de sementes de *P. emarginatus* utilizando diferentes procedimentos de extração. Foi observado que, durante o processo de secagem e aquecimento, a estabilidade dos compostos foi afetada, devido à decomposição química e enzimática, havendo perdas por volatilização e decomposição térmica. Melhores resultados foram obtidos na formação de substâncias fenólicas sob temperatura de aquecimento mais suave (refluxo).

Em estudos avaliando o estresse oxidativo e nitrosativo induzidos por exercício intenso em ratos verificou-se que, com a administração de extrato bruto de *P. emarginatus*, houve inibição *in vitro* da peroxidação lipídica de cérebro e músculo tibial anterior e, nos ensaios *in vivo*, prevenção da lipoperoxidação, da produção de nitrito e da nitração de tirosina, sendo seus efeitos explicados pela presença de compostos químicos como fenóis e terpenos. Vale ressaltar que, na análise prévia do extrato hexânico bruto de frutos, foi observada a presença do ácido  $6\alpha$ ,  $7\beta$ -dihidroxiouacapânico (diterpenoide),  $\beta$ -cariofileno,  $\alpha$ -pineno, mirceno, eugenol e geraniol (PAULA, 2004). Resultados diferentes em relação à atividade antioxidante de *P. emarginatus*, foram encontrados por Souza (2013), avaliando a adição de extratos de plantas em almôndegas de peito de frango, contendo 0,01; 0,05; 0,1 e 0,5 % de óleo de súpura obtidos de sementes. O autor não observou diferenças estatísticas no uso dos maiores níveis em relação ao controle, havendo aumento da oxidação nos demais. Já em testes, avaliando a atividade do DPPH (2,2-diphenyl-2-picrylhydrazyl hydrate) em extratos de

semente de *P. emarginatus*, obtidas por meio de Soxhlet com butanol e metanol, foram demonstradas elevadas atividades antioxidantes (DUTRA et al., 2008).

## **2.4 Importância da Qualidade dos Ovos para a Comercialização**

O conhecimento do processamento da produção, da comercialização e dos métodos de mensuração da qualidade do ovo, é importante para o consumidor (MORENG & AVENS, 1990) e também para os fabricantes de produtos oriundos dos ovos, pois ovos que contenham boa qualidade interna permitem melhor separação dos seus componentes sem contaminação, especialmente, o albúmen (GARCIA et al., 2010).

Diversos fatores, tais como a idade da poedeira, nutrição, instalações, cuidados sanitários e condições de armazenamento dos ovos estão relacionados com os parâmetros qualitativos desse produto (MAGALHÃES, 2007).

### **2.4.1 Armazenamento de ovos**

Durante o período de comercialização, o ovo precisa ser preservado para que todo o seu potencial nutritivo seja utilizado pelo homem (MORENG & AVENS, 1990), uma vez que podem transcorrer semanas entre o momento da postura, da aquisição e do consumo. No mercado interno brasileiro, 92% dos ovos são comercializados *in natura*, sem qualquer refrigeração (PASCOAL et al., 2008), pois a legislação vigente apenas recomenda que os ovos em casca sejam armazenados entre 4° a 12°C, com controle de umidade relativa do ar, por no máximo 30 dias (BRASIL, 1990). Em temperatura ambiente, a validade máxima de um ovo, sem que seja deteriorada a sua qualidade interna, pode ocorrer no prazo de 15 dias de armazenamento após a data de postura (OLIVEIRA, 2000).

O tempo de conservação de ovos frescos em temperatura ambiente e sob refrigeração são motivos de discussão permanente (CEPERO et al., 1995). De acordo com a Portaria n.1 de 21/02/1990 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1990), entende-se por ovos frescos, o ovo em casca que não foi conservado por qualquer processo e se enquadre na classificação estabelecida. Este ovo perderá sua denominação de fresco se for submetido intencionalmente a temperaturas inferiores a 8°C, visto que a temperatura recomendada para armazenamento do ovo fresco está entre 8°C e 15°C com uma umidade relativa do ar entre 70% a 90%.

No entanto, a refrigeração auxilia a preservação da qualidade interna do ovo nos pontos de comercialização (CARVALHO et al., 2007). O armazenamento dos ovos no sistema refrigerado gera altos custos, no entanto, alguns supermercados armazenam os ovos próximos a verduras e freezer, com objetivo de reduzir a temperatura deixando-a pouco abaixo da temperatura ambiente (BARBOSA et al., 2008). Considerando a refrigeração como um dos principais métodos de conservação, Souza-Soares e Siewerdt (2005), recomendam que os ovos possam ser armazenados em câmaras, acima do ponto de congelamento ( $-2^{\circ}\text{C}$ ), controlando a umidade e a temperatura.

## 2.5 Composição e Estrutura do Ovo

As principais partes que formam um ovo são a casca, a membrana da casca, a gema e a clara. A casca representa 10% do peso do ovo, enquanto que a gema ou oócito representa 30% do peso total e a clara ou albúmen, representa 60% do peso do ovo (BENITES et al., 2005).

A estrutura da casca é perfeitamente ordenada, dividida em camadas, e resulta de uma deposição sequencial de fração orgânica, 3,5%, e mineral, 96,5%, que ocorre nos segmentos ístmo e útero da galinha (BARBOSA et al., 2012).

A casca é constituída por substâncias orgânicas (escleroproteína e colágeno) e minerais (carbonato de cálcio e de magnésio) (MAGALHÃES, 2007) e, representa de 8 a 11% dos constituintes do ovo. A parte mineral é composta por 98,2% de carbonato de cálcio; 0,9% de carbonato de magnésio; e 0,9% de fosfato de cálcio (ORNELLAS, 2001), sendo que o cálcio compreende cerca de 4% do peso do ovo (MILES, 2000).

As membranas da casca nos ovos de matrizes novas são mais espessas e desempenham papel importante em sua estrutura (BARBOSA et al., 2012). A espessura da casca, a cutícula e as membranas externa e interna formam uma barreira física contra a penetração de bactérias ao interior do ovo. De acordo com Carbó (1987), as duas membranas representam 4% do peso da casca e são de natureza proteica e polissacarídica.

O albúmen é formado pelas calazas, que envolvem a gema, por uma fina camada externa (23%), uma camada densa (57%) e uma fina camada interna (20%), que envolve as calazas (MULLER & TOBIN, 1996; COUTTS & WILSON, 2007). As calazas são duas estruturas esbranquiçadas e entrelaçadas, que sustentam a gema no centro do ovo (BEIG & GARCIA, 1987).

A clara possui em sua composição 87 a 88% de água, 0,6 a 0,9 % de sais minerais (SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005), 1 a 2% de gordura, menos de 1% de pequenas quantidades de glicoproteínas e glicose, sendo a proteína o componente principal (MULLER & TOBIN, 1996). O albúmen é uma solução de proteínas estando presentes as Ovalbumina, conalbumina, ovomucoide, ovomucina, lisozima, globulina e avidina (OLIVEIRA, 2006), quantificando em sua composição cerca 10,6 a 10,9% de proteína (SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

A gema é composta por 51 a 52% de umidade, 1,5 a 2% de sais minerais (SARCINELLI; VENTURINI & SILVA, 2007), contendo um terço de proteínas (16%), dois terços de lipídios (34%), vitaminas solúveis em lipídios A, D, E e K, glicose, lecitina e sais minerais, envolta pela membrana vitelina (CLOSA et al., 1999). Também é na gema que se encontra a gordura do ovo, incluindo o colesterol (somente 5% do total gorduroso), e, sobretudo, por triacilgliceróis e fosfolipídios, podendo variar bastante, dependendo do tipo de alimentação da ave (SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

## **2.6 Parâmetros de Qualidade Física Interna e Externa do Ovo**

Existem alguns parâmetros que determinam a qualidade do ovo por meio dos aspectos físicos, tais como peso, espessura da casca, pH, unidade Haugh, índice de gema e percentuais de casca, gema e albúmen. O valor nutricional, odor, cor da gema, palatabilidade e aparência são fatores de qualidade que não são facilmente determinados (MAGALHÃES, 2007).

### **2.6.1 Peso dos ovos**

Os ovos podem ser classificados manualmente ou eletronicamente de acordo com o tamanho ou peso respectivamente, sendo o peso o parâmetro mais importante para o produtor em relação à determinação do preço e destino comercial. Um ovo de galinha pesa em média 58g, mede 5,7 cm no eixo maior e 4,2 cm no eixo menor (SCHOLTYSSEK, 1970).

Segundo a Resolução N° 005 de 05 de julho de 1991 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1991), os ovos são tipificados de acordo com o peso em seis categorias:

- Tipo 1- Jumbo: Com peso mínimo acima 66 g por unidade;

- Tipo 2- Extra: Com peso mínimo de 60 g por unidade;
- Tipo 3- Grande: Com peso mínimo de 55 g por unidade;
- Tipo 4- Médio: Com peso mínimo de 50 g por unidade;
- Tipo 5- Pequeno: Com peso mínimo de 45 g por unidade;
- Tipo 6- Industrial: Com peso menor que 45 g por unidade.

O peso do ovo e o tamanho da gema aumentam com a idade da poedeira, enquanto a porcentagem de casca e albúmen diminuem, comprometendo a qualidade dos ovos (GARCIA et al., 2010).

### **2.6.2 Espessura da casca**

A qualidade da casca é importante para a boa aceitabilidade do produto pelos consumidores. Existem fatores que influenciam a qualidade da casca, como, por exemplo, períodos prolongados de postura, estresse calórico, doenças, deficiências nutricionais, idade da ave e genética (NORTH, 1972). Segundo McLoughlin e Gous (2000), ovos produzidos por matrizes mais velhas são maiores, e, conseqüentemente, sua casca é mais fina.

Em criações com temperatura ambiente acima de 26°C e com umidade elevada, o equilíbrio ácido-base das aves pode ser comprometido e, conseqüentemente, a formação do ovo. A diminuição do CO<sub>2</sub>, provocada pela ofegação, leva a alcalose respiratória que interfere no equilíbrio eletrolítico e mineral, podendo resultar em ovos pequenos e de casca fina (CARVALHO & FERNANDES, 2013).

A espessura da casca é o principal fator que determina a resistência. Porém, a relação entre a casca e a membrana orgânica, também é importante para uma casca de boa qualidade (BUTCHER & MILES, 1990). A casca do ovo tem espessura média entre 0,28 a 0,42mm e contém 7.000 a 17.000 poros com 13 micra de diâmetro, conferindo permeabilidade para a troca de gases (SOLOMON, 1991).

### **2.6.3 pH da gema e albúmen**

A qualidade interna dos ovos sofre alteração com o tempo de estocagem, sendo que o pH do albúmen é um dos primeiros parâmetros a sofrer alterações. A faixa de variação do pH em ovos frescos é de 7,6 a 8,5, podendo atingir 9,7 em ovos armazenados (LI-CHAN et al., 1994; MINE, 1995). O aumento do pH do albúmen é causado pela perda de CO<sub>2</sub> através

dos poros da casca, dependendo do equilíbrio entre dióxido de carbono dissolvido, íons de carbonato, bicarbonato e proteína (MAGALHÃES, 2007).

A gema de ovos de postura recente apresenta pH próximo de 6,0 (SESTI & ITO, 2009), havendo um aumento gradativo do pH durante o armazenamento, alcançando faixas entre 6,4 e 6,9 (ORDÓNEZ, 2005).

#### **2.6.4 Unidade Haugh**

A principal ferramenta utilizada para avaliar a qualidade de ovos frescos é por meio do cálculo da unidade Haugh, baseado na altura do albúmen denso corrigido para o peso do ovo (OLIVEIRA, 2006).

A unidade Haugh é um dos métodos mais utilizados para determinar a qualidade do ovo após a quebra. Segundo Haugh (1937), a qualidade do ovo varia com o logaritmo da altura do albúmen espesso. Sendo assim, ele desenvolveu um fator de correção para o peso do ovo, que multiplicado pelo logaritmo da altura do albúmen espesso é corrigida por 100, resultou na denominada “unidade Haugh” (UH).

A medição da altura do albúmen, quando o ovo é quebrado em uma superfície lisa, permite determinar a qualidade deste, pois à medida que ele envelhece a proporção de albumina líquida aumenta em detrimento da proteína densa (MAGALHÃES, 2007).

Um dos principais fatores que influenciam os valores de Unidade Haugh e, conseqüentemente, a qualidade interna dos ovos são o tempo e as condições de armazenamento dos mesmos (SCOTT & SILVERSIDES, 2000).

O albúmen é uma solução de proteínas em água, CO<sub>2</sub> e sais, sendo que alguns sais como o NaHCO<sub>3</sub> e Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> funcionam, juntamente com o CO<sub>2</sub> dissolvido, como um sistema tampão. A temperatura de armazenamento e umidade influenciam na perda de água e passagem do dióxido de carbono através da casca, estando associados à velocidade com que ocorrem as alterações internas, principalmente na consistência do albúmen (PLETI, 2008). A perda de água pelos poros da casca, também está relacionada com o tamanho da câmara de ar, o qual é um importante indicador do tempo de prateleira (MORENG & AVENS, 1990).

### 2.6.5 Índice de gema

O índice de gema é calculado a partir dos parâmetros de altura e diâmetro da gema (FUNK, 1973). Segundo Card e Nesheim (1968), os valores médios do índice de gema para ovos frescos oscilam entre 0,42 e 0,40 e, após avançado período de estocagem, atinge os valores próximos de 0,25, quando a gema se encontra tão frágil que se torna difícil medi-la sem rompimento.

O índice de gema diminui à medida que aumenta o tempo de armazenamento (Souza, et al., 2013). Durante o armazenamento ocorrem algumas alterações nas características físicas da gema, ocorrendo aumento do pH, as ligações entre as moléculas que compõem a membrana que envolve a gema começam a ficar mais fracas e a água passa da clara para a gema aumentando o tamanho da membrana que já se encontrava fragilizada (SARCINELLI; VENTURINI; SILVA, 2007).

### 2.6.6 Cor

A cor da gema é importante em qualquer pesquisa que avalie as preferências do consumidor em relação à qualidade do ovo, sendo determinada pela dieta da poedeira em decorrência da presença de pigmentos, principalmente xantofilas (carotenóides), em alimentos de origem vegetal (JACOB, MILES; MATHER, 2000). Os consumidores associam a intensidade da coloração da gema a valores nutricionais e quantidades de vitaminas, sendo que as gemas mais claras podem desagradar o consumidor (BISCARO, L. M.; CANNIATTI-BRAZACA, 2006). De acordo com Gerber (2006), além da composição da dieta, as alterações na coloração da gema tais como gema pálida, podem resultar de qualquer fator que venha a alterar ou impedir a absorção de pigmentos da dieta ou a deposição desses pigmentos na gema. Porém, a pigmentação da gema também pode ser alterada durante o armazenamento, em que a temperatura de armazenamento influencia na coloração do valor de  $a^*$  (vermelho – verde) e  $b^*$  (amarelo-azul), percebendo-se maior teor de coloração nas gemas de ovos submetidos à refrigeração (FONSECA et al., 2009).

## **CAPÍTULO 2**

## 1 RESUMO

### ADIÇÃO DE EXTRATOS E ÓLEOS VEGETAIS NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS: ESTABILIDADE LIPÍDICA DE OVOS ARMAZENADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS

O objetivo neste trabalho foi avaliar a adição de extratos alcoólicos e de óleos vegetais na alimentação de poedeiras da linhagem Isa-Brown sobre a estabilidade lipídica de gemas de ovos cozidas armazenados em câmara fria, e de gemas de ovos *in natura* armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA). As poedeiras receberam ração isoproteica (15% PB) e isoenergética (2900 Kcal Kg<sup>-1</sup>), à base de milho e farelo de soja, formuladas com inclusão de dois níveis (0,1 e 0,3%) de extratos de pacarí (*Lafoensia pacari*) ou barbatimão (*Stryphnodendron barbatimam*), e três níveis (0,03; 0,06 e 0,09%) de óleos de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) ou dois níveis (0,03 e 0,06%) de sucupira (*Pterodon emarginatus*), mais um tratamento controle negativo adicional. O acompanhamento do processo de oxidação lipídica durante o armazenamento foi realizado utilizando o método TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances) aplicado em duplicata periodicamente em “pool” de três ovos por tratamento em gemas cozidas e em gemas de ovos *in natura*. As amostras cozidas foram armazenadas a 4°C durante 30 dias e as amostras *in natura* foram submetidas em TA durante até 30 dias e sob R por até 60 dias. Os dados foram analisados adotando um modelo misto utilizando-se o software SAS 9.3 e o período de armazenamento dos ovos *in natura* foi considerado como um fator longitudinal, variando de 5 tempos sob R e em TA (0 a 30 dias) até 9 tempos sob R (0 a 60 dias). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em 5% de nível de significância. Foi observado que, nos ovos em TA, a adição de 0,1% de PAC melhorou ( $p < 0,05$ ) a estabilidade oxidativa dos lipídios, com efeito semelhante à refrigeração. A utilização da maior dosagem de PAC (0,3%) na dieta de poedeiras resultou em maior

proteção dos lipídios durante o cozimento, uma vez que os valores de TBARS foram menores ( $p < 0,05$ ). Contudo, durante o armazenamento de gemas cozidas, a inclusão de 0,1% de extratos de PAC e BAR retardou a oxidação lipídica até 14 e 21 dias, respectivamente. Em relação aos óleos, a inclusão de 0,03 e 0,06% de COP resultou em proteção antioxidante ( $p < 0,05$ ) até os 21 dias de estocagem, e em ação pró-oxidante ao nível de 0,09% de inclusão. Conclui-se que os antioxidantes naturais fornecidos através da alimentação de poedeiras podem resultar em maior proteção antioxidante dos lipídios dos ovos *in natura* e cozidos, necessitando ainda de mais estudos para determinar a dosagem mais efetiva.

**Palavras-chave:** Antioxidantes, extratos e óleos vegetais, ovos, poedeiras.

## 2 ABSTRACT

### **EFFECT OF DIETARY SUPPLEMENTATION WITH PLANT EXTRACS AND OILS: LIPID OXIDATION OF EGGS STORED IN DIFFERENT TEMPERATURES**

The aim of this study was to evaluate the effect of dietary supplementation of Isa-Brown layers with plant alcoholic extracts and oilresins on the antioxidant stability of cooked egg yolk kept in a cold chamber and fresh eggs stored under refrigeration (R) or kept in room temperature (TA). Hens were fed balanced corn-soybean diets formulated to be iso-proteic (15% CP) and iso-energetic (2900 Kcal Kg<sup>-1</sup>) and supplemented with two inclusion levels (0.1 and 0.3%) of pacarí (*Lafoensia pacari*) or barbatimão (*Stryphnodendron barbatimam*) extracts, three inclusion levels (0.03; 0.06 and 0.09%) of copaíba (*Copaifera langsdorffii*) oilresin or two inclusion levels (0.03 and 0.06%) of sucupira (*Pterodon emarginatus*) oilresin, plus a negative control (CN). To evaluate the progression of lipid oxidation, TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances) concentration was measured periodically, in duplicate. For each treatment, a pool of three egg yolks for cooked and another three eggs for a pool of fresh yolks were used. Cooked samples were kept in refrigerated storage at 4°C for 30 days; meanwhile, fresh eggs were stored under R for 60 days and in TA for 30 days. Data analysis was performed with SAS 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC), with a mixed model and using Tukey test, at a 5% significance level. The storage period was considered a longitudinal factor, which varied from five times, for R cooked yolk and TA fresh yolk (0-30 days), to nine times, for R fresh yolk (0-60 days). It was detected that, for TA eggs, 0.1% dietary supplementation with PAC improved lipid stability, demonstrating similar effects to the refrigeration process. Lipid protection was also detected during cooking for the higher inclusion level of PAC (0.03%), which presented lower ( $p<0.05$ ) concentrations of TBARS. However, during cooked yolk storage, the supplementation of 0.01% PAC and BAR extracts

delayed lipid oxidation for 14 and 21 days, respectively. Considering COP and SUC oilresin supplementation, the inclusion of 0.03 and 0.06% of COP presented antioxidant activity ( $p < 0.05$ ) until the 21<sup>st</sup> day; concomitantly, a prooxidant effect was detected for the 0.09% inclusion level of the same extract. Therefore, it can be inferred that the dietary supplementation of natural antioxidants for laying hens might result in an increase in antioxidant protection of fresh and cooked egg lipids, demonstrating that more studies are needed to determine the best dosage of supplementation for antioxidant activity.

**Keywords:** Antioxidants, eggs, laying hens, plant extracts and oilresins.

### 3 INTRODUÇÃO

O ovo é um dos alimentos mais completos que existe, sendo composto de proteínas, glicídios, lipídios, vitaminas, minerais e ácidos graxos essenciais. Esses componentes podem ser alterados, através da manipulação da composição da dieta usada na alimentação de poedeiras (SOARES; SIEWERDT, 2005).

Nos últimos anos, a adição de antioxidantes na alimentação de poedeiras vem sendo empregada em pesquisas científicas e em criatórios, com o objetivo de proteger os lipídios e as vitaminas que estão presentes nesse alimento, principalmente em ovos enriquecidos com ácidos graxos, a fim de promover a aceitabilidade do consumidor (QI; SIM, 1998; GALOBART et al., 2001). Os lipídios presentes em ovos são altamente insaturados e, portanto, mais propensos à oxidação durante a armazenagem, podendo gerar compostos secundários que podem reduzir o seu valor nutritivo (MARSHALL; SAMS; VAN ELSWYK, 1994). O armazenamento adequado com temperaturas baixas e o uso de antioxidantes podem prevenir ou reduzir os processos oxidativos. O uso de antioxidantes naturais em substituição aos sintéticos vem sendo testado com a finalidade de se obter as concentrações ideais para o melhor resultado protetor dos lipídios (CARVALHO, 2012). Pesquisas utilizando óleos essenciais e extratos de plantas na alimentação de poedeiras tem demonstrado que os compostos antioxidantes passam para o ovo, reduzindo a quantidade do composto MDA e, conseqüentemente, retardando a oxidação lipídica (FREITAS et al., 2013; FLOROU-PANERI et al., 2005). A composição e qualidade dos produtos de origem animal, utilizados na alimentação humana, tem se constituído no elo entre a produção animal, a tecnologia de alimentos e a nutrição humana, na busca de estratégias nutricionais (BARRETO et al., 2006).

No Brasil, o uso de plantas como antioxidante natural pode ser justificado devido à diversidade de biomas e a presença de quantidades elevadas de compostos fenólicos com potencial bioativo (BERGAMASCHI, 2010). O emprego do conhecimento técnico e científico na produção avícola de ovos armazenados em temperatura ambiente e refrigerados

pode contribuir para a comercialização de um produto dentro dos padrões de qualidade esperados pelos consumidores e indústrias de processamento, pois, por ser um alimento vendido *in natura*, os compradores tem acesso às características internas, de estrutura física e *flavor*, somente no momento de sua utilização.

### **3.1 Objetivos**

Avaliar o efeito de extratos e óleos vegetais adicionados à ração de poedeiras sobre a oxidação lipídica de ovos armazenados em temperatura ambiente e refrigerados.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local

O ensaio de armazenamento dos ovos e as análises físico-químicas foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal (LNA), na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília-UnB, localizado no Núcleo Rural Vargem Bonita, em Brasília/DF. Havendo parceria com a Universidade Federal de Goiás-UFG, instituição colaboradora onde foram conduzidos os ensaios de desempenho com as poedeiras bem como a coleta dos ovos.

### 4.2 Instalações da Avicultura

As aves foram alojadas duas a duas em gaiolas de 25 x 40 x 45 cm, em galpão experimental de postura (figura 2.1) sem ambiente controlado de temperatura, em um delineamento experimental inteiramente casualizado.

Foram utilizados comedouros industrializados em aço galvanizado e bebedouros tipo nipple.



### 4.3 Aquisição dos Extratos e Óleos Vegetais

Os extratos e óleos vegetais foram produzidos e padronizados pelo Laboratório de Pesquisas em Produtos Naturais (LPPN) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Goiás (UFG). Na extração foram utilizadas cascas de *Lafoensia Pacari* (pacari) e *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) que foram limpas e secas em estufa a 40 °C, sendo, em seguida, moídas e maceradas por 24h, em percoladores, com uma mistura de álcool/água (80/20, v/v), passando por destilação e armazenados em câmara fria. Esse extrato foi concentrado utilizando evaporador rotativo, reduzindo de 5 litros para 1,5 litros de extrato bruto. O extrato foi incorporado em uma base de amido e lactose, sendo chamado de granulado padrão. A quantificação de fenólicos totais presentes foi realizada através do método Hagerman e Butler (MOLE; WATERMAN; MOLE, 1987), sendo obtidos 35% e 43,6% de taninos totais para os extratos alcoólicos de pacari e barbatimão, respectivamente. No pacari, foi dosado também 1,98 % do tanino ácido elágico.

O óleo bruto de *Pterodon emarginatus* (sucupira) foi obtido por prensagem à frio das favas compradas em comércio. O óleorresina de *Copaifera langsdorffii* (copaíba), extraído do seio lenhoso do caule, foi comprado e padronizado. Nos óleos de sucupira e copaíba, foram realizadas a detecção e a quantificação de  $\beta$ -cariofileno, pelo método covalidado, desenvolvido em um cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) Waters ® (Massachusetts, USA) e medido espectrofotometricamente a 210 nm. As quantidades verificadas foram 21,31% no óleorresina de copaíba e 7,36% no óleo de sucupira.

### 4.4 Coleta de Ovos e Tratamentos Experimentais

#### 4.4.1 Experimento 1 - Pacari (*Lafoensia pacari*) e Barbatimão (*Stryphnodendron barbatimam*)

A coleta do material experimental para análise física, química e bromatológica de ovos crus utilizou um total de 140 aves da linhagem Isa-Brown, com 31 semanas de idade e divididas em sete repetições por tratamento. A coleta foi realizada durante 4 (quatro) dias consecutivos, totalizando 516 ovos armazenados em geladeira a 10°C, que foram transportados para o LNA para realização das análises. Também foi realizado mais 1 dia de coleta, com 37 semanas de idade, para o ensaio de armazenamento de gemas cozidas.

As aves receberam ração isoproteica (15% PB) e isoenergética (2900 Kcal/Kg), a base de milho e farelo de soja, formuladas com inclusão de dois níveis (0,1 e 0,3%) de extratos de pacari ou barbatimão nas rações de postura em substituição ao amido, e mais um tratamento controle negativo, sem a adição dos extratos. As rações basais (Tabela 2.1) foram formuladas atendendo as exigências recomendadas por Rostagno et al. (2011).

**Tabela 2.1** Composição das rações experimentais para a fase de produção de poedeiras semi-pesadas

Ingredientes (%)	31-37 semanas
Milho	65,82
Farelo de soja 45%	20,79
Calcário calcítico pedrisco	9,16
Óleo de soja	1,50
Fosfato bicálcico	0,99
Amido	0,50
Sal comum	0,45
DL-metionina	0,25
L-lisina HCL	0,25
L-treonina	0,14
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,10
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,05
Nutrientes	Composição química calculada <sup>3</sup>
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2.900
Proteína bruta (%)	15,60
Lisina digestível (%)	0,85
Metionina +cistina digestível (%)	0,69
Treonina digestível (%)	0,63
Cálcio (%)	3,85
Fósforo disponível (%)	0,28
Sódio (%)	0,21

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico - níveis de garantia por quilograma de produto: Vitamina A 8.000 UI, Vitamina E 15.000 mg, Vitamina D3 2.300 UI, Vitamina K3 1.000 mg, Vitamina B1 200 mg, Vitamina B2 3.000 mg, Vitamina B6 1.700 mg, Vitamina B12 10.000 mcg, Niacina 20.000 mg, Ácido fólico 500 mg, biotina 15,00 mg. <sup>2</sup>Suplemento mineral - níveis de garantia por quilograma de produto: Manganês 120.000 mg, Zinco 120.000 mg, Ferro 60.000 mg, Cobre 18.000 mg, Iodo 2.000 mg, Cálcio 9.600 mg. <sup>3</sup>Valores calculados baseados em Rostagno et al. (2011)

#### 4.4.2 Experimento 2 – Copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e Sucupira (*Pterodonemarginatus*)

A coleta do material experimental para análise física, química e bromatológica de ovos crus utilizou um total de 184 aves da linhagem Isa-Brown, com 37 semanas de idade,

divididas em sete repetições por tratamento. A coleta foi realizada durante 4 (quatro) dias consecutivos, totalizando 667 ovos, que foram armazenados em geladeira a 10°C até serem transportados para o LNA para realização das análises.

Durante a fase de produção, as aves receberam ração isoproteica (15% PB) e isoenergética (2900 Kcal/Kg), a base de milho e farelo de soja, formuladas com inclusão de dois níveis de óleo de sucupira (0,03 e 0,06%) e três níveis de óleo de copaíba (0,03; 0,06 e 0,09%) em substituição ao amido, e mais um tratamento controle, sem a adição dos extratos (Tabela 2.1).

#### 4.5 Ensaio de Armazenamento de Ovos *In Natura* e Gemas Cozidas

Imediatamente após a coleta, os ovos *in natura* foram divididos igualmente entre os tratamentos e alocados, conforme o dia de coleta, em um ensaio de armazenamento (Figura 2.2) em temperatura ambiente (TA) por 30 dias e em câmara fria a 4°C (R) por 56 dias (extratos de barbatimão e pacarí) e 60 dias (óleos de sucupira e copaíba).

Para o ensaio de armazenamento das gemas cozidas (Figura 2.2) foram utilizados os ovos coletados às 37 semanas de idade das poedeiras, conforme descrito anteriormente. As gemas foram preparadas conforme o tratamento, sendo homogeneizadas “pools” de três gemas e acondicionados em tubos falcon transparentes com tampa de rosca para posterior cozimento em banho-maria por 14 minutos a 100 °C. Após resfriamento, as amostras cozidas foram armazenadas em câmara fria a 4°C durante 30 dias.

Durante o período experimental foi aferida a temperatura ambiente, diariamente, pela manhã e à tarde. O ensaio de armazenamento de ovos contendo níveis de extrato de barbatimão e pacarí ocorreu nos meses de fevereiro e março de 2013, quando foram registradas temperaturas médias mínimas de 21 a 23°C e máximas de 32 a 34°C. O ensaio de armazenamento de ovos contendo níveis de óleos de copaíba e sucupira ocorreu nos meses de abril e maio, quando foram registradas temperaturas médias mínimas de 20 a 22°C e máximas de 28 a 34°C.



**Figura 2.2** Ensaio de armazenamento

#### 4.6 Análise da Oxidação Lipídica

O acompanhamento da oxidação lipídica dos ovos armazenados foi realizado usando o método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) determinado por espectrofotometria, sendo os valores expressos em micro mol de malonaldeído por quilo de amostra de gemas ( $\mu\text{mol MDA/kg}$ ), conforme o método descrito por Vyncke (1970 e 1975) e modificado por Sorensen e Jorsensen (1996).

Os valores de TBARS das amostras foram quantificados após a elaboração da curva padrão, desenvolvida a partir da solução de tetraetoxipropano (TEP) diluída em diferentes concentrações em solução de ácido tricloroacético (TCA) a 7,5 %, contendo 0,1% de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e 0,1% de propilgalato (PG), preparados em água mili-Q. Em tubos de ensaio foram pipetados 5 mL da solução de TCA com e sem TEP, mais 5mL da solução de TBA (2-thiobarbituric acid), colocando em banho-maria a 100°C por 40 minutos, com posterior resfriamento em banho frio para leitura da absorbância. A curva padrão resultou na equação  $y=0,0886x+0,001$ , com  $R^2 = 0,9992$ , em que “x” corresponde ao valor da leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda a 532 e 600nm.

A quantificação de TBARS em ovos *in natura* (Figura 2.3) foi realizada em “pools” de três gemas, correspondentes aos dias 1, 2 e 3 de coleta, determinada em quadruplicata por tratamento, sendo o primeiro dia de análise, referido como o dia zero do ensaio experimental. Periodicamente, as análises de TBARS foram realizadas com 0, 7, 14, 21, 30, 35 42, 49, 56 e 60 dias de armazenamento.

Para o ensaio de armazenamento de gemas cozidas, foram utilizadas as amostras previamente cozidas conforme descrito anteriormente para o acompanhamento da oxidação lipídica durante o armazenamento refrigerado, sendo analisadas em duplicata por tratamento nos dias 0, 7, 14, 21 e 30 dias de armazenamento.



**Figura 2.3** Quantificação de TBARS

#### **4.7 Delineamento Experimental**

O ensaio de armazenamento dos ovos *in natura* foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e com estrutura de tratamentos fatorial 2x2x2 para o ensaio com extratos vegetais (2 plantas, 2 dosagens, 2 temperaturas de armazenamento) e 2x3x2 para o ensaio com óleos vegetais (2 plantas, 3 dosagens, 2 temperaturas de armazenamento) com um tratamento controle negativo adicional. O período de armazenamento foi considerado como um fator longitudinal, variando de 5 tempos (0 a 30 dias) sob R e em TA, até 9 tempos (0 a 60 dias) sob R.

Da mesma forma, o ensaio de armazenamento das gemas cozidas foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e com estrutura de tratamento fatorial 2x2 para o ensaio com extratos vegetais (2 plantas, 2 dosagens) e 2x3 para o ensaio com óleos vegetais (2 plantas, 3 dosagens), com um tratamento controle negativo adicional. O período de armazenamento foi considerado como um fator longitudinal avaliado em 5 tempos (0 a 30 dias) sob R.

#### **4.8 Análise Estatística**

Os dados foram comparados adotando-se um modelo misto, com efeito fixo para os tratamentos e aleatório para os períodos de armazenamento, utilizando-se o procedimento PROC MIXED do software Statistical Analysis System (SAS 9.3). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em 5% de nível de significância.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Efeito Antioxidante dos Extratos de Barbatimão e Pacari

#### 5.1.1 Oxidação lipídica de ovos armazenados em diferentes temperaturas

Avaliando o efeito do tempo nos ovos armazenados sob R (Tabela 2.2), verificou-se que no tratamento CN houve redução ( $p < 0,05$ ) nos valores médios de TBARS aos 21 dias em relação aos 14 dias, porém não diferiu entre os demais dias. No tratamento BAR (0,1%), houve aumento ( $p < 0,05$ ) dos valores de TBARS aos 14 dias em relação aos 7 dias, mas não houve diferença em comparação com os demais dias. Quanto ao maior nível, BAR (0,3%), não foi observada diferença significativa entre os dias de estocagem. O valor médio de TBARS do PAC (0,1%) aumentou ( $p < 0,05$ ) aos 30 dias em comparação aos 21 dias, mas não houve diferença ( $p > 0,05$ ) em relação aos outros dias. Já para o tratamento PAC (0,3%), o valor médio de TBARS aos 21 dias foi menor ( $p < 0,05$ ) que os observados aos 14 e 30 dias, no entanto não houve diferença em relação a 0 e 7 dias. Verificou-se que não houve diferença entre o primeiro e o último dia de estocagem nos tratamentos sob R, no entanto o BAR (0,3%) foi mais estável ao processo oxidativo ao longo do tempo, uma vez que os valores de TBARS mostraram menor variação.

Quando comparados os tratamentos armazenados na mesma temperatura, não se observou diferença significativa entre os valores de TBARS. Devido à escassez de dados publicados na literatura com os extratos usados neste estudo, torna-se difícil a comparação, no entanto, outros antioxidantes naturais tem sido aplicados em pesquisas para estudar a qualidade interna de ovos. Liu et al. (2009), utilizando diferentes níveis de uma mistura de extratos de plantas (folha de amoreira e madressilva japonesa) na ração, concordaram ao não observar efeito antioxidante em comparação ao controle em ovos sob R por 14 dias. Por sua vez Gómez (2003) verificou que o uso de extratos de alecrim e orégano na ração de poedeiras

retardou a oxidação de ovos refrigerados durante a estocagem por até 30 dias, diferindo do observado neste estudo. Botsoglou et al. (1997) também divergiram, ao obter menores níveis de TBARS em ovos de poedeiras que receberam ração contendo extrato de tomilho. Radwan et al. (2008), averiguando o efeito dos extratos de tomilho, orégano, alecrim e açafreão sobre a estabilidade oxidativa de ovos em TA ( $16\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ ) aos 0, 15 e 30 dias, não observaram diferença ( $p>0,05$ ) entre os níveis de tomilho e CN, concordando com os resultados observados nesse estudo.

Ao se comparar os tratamentos nas diferentes temperaturas, verificou-se que os resultados médios de TBARS do tratamento CN sob R foram menores ( $p<0,05$ ) que os valores de CN, BAR (0,1 e 0,3%) e PAC (0,3%) em TA aos 30 dias, mas não diferiram ( $p>0,05$ ) do tratamento PAC (0,1%) em TA. Entre os tratamentos com extrato vegetal em TA, o tratamento PAC (0,1%) foi o único que manteve os valores de TBARS (0,398  $\mu\text{mol}$  MDA/kg de ovos) equivalentes ao armazenamento em R, sugerindo atividade antioxidante na preservação dos lipídios da gema.

**Tabela 2.2** Médias dos valores de TBARS em  $\mu\text{mol}$  MDA/kg de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçoadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a  $4^{\circ}\text{C}$  (R) e temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R CN	0,394 <sup>ab</sup>	0,254 <sup>ab</sup>	0,402 <sup>b</sup>	0,245 <sup>a</sup>	0,339 <sup>Aab</sup>
R BAR 0,1	0,353 <sup>ab</sup>	0,244 <sup>a</sup>	0,401 <sup>b</sup>	0,274 <sup>ab</sup>	0,367 <sup>ABab</sup>
R BAR 0,3	0,314 <sup>a</sup>	0,245 <sup>a</sup>	0,374 <sup>a</sup>	0,255 <sup>a</sup>	0,395 <sup>ABCDa</sup>
R PAC 0,1	0,326 <sup>ab</sup>	0,334 <sup>ab</sup>	0,353 <sup>ab</sup>	0,224 <sup>a</sup>	0,383 <sup>ABCb</sup>
R PAC 0,3	0,345 <sup>ab</sup>	0,332 <sup>ab</sup>	0,412 <sup>b</sup>	0,245 <sup>a</sup>	0,407 <sup>ABCDb</sup>
TA CN	0,394 <sup>bc</sup>	0,284 <sup>ab</sup>	0,406 <sup>bc</sup>	0,217 <sup>a</sup>	0,515 <sup>BCDc</sup>
TA BAR 0,1	0,353 <sup>a</sup>	0,216 <sup>a</sup>	0,464 <sup>ab</sup>	0,256 <sup>a</sup>	0,507 <sup>BCDEb</sup>
TA BAR 0,3	0,314 <sup>a</sup>	0,265 <sup>a</sup>	0,405 <sup>ab</sup>	0,275 <sup>a</sup>	0,545 <sup>Db</sup>
TA PAC 0,1	0,326 <sup>a</sup>	0,295 <sup>a</sup>	0,374 <sup>a</sup>	0,296 <sup>a</sup>	0,398 <sup>ABCDa</sup>
TA PAC 0,3	0,345 <sup>a</sup>	0,315 <sup>ab</sup>	0,425 <sup>ab</sup>	0,266 <sup>a</sup>	0,532 <sup>CDb</sup>
CV(%)	22,81	19,93	12,90	20,69	20,19
P-valor					
Dia x temperatura x tratamento	<0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Ao se observar o efeito do tempo nos tratamentos (Tabela 2.3), verificou-se que o tratamento CN apresentou redução no valor médio de TBARS aos 21 dias em relação aos 14 dias, mas não diferiu em comparação a 0 e 7 dias. Nesse tratamento, aos 30 dias não foi observada diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os dias anteriores, mas foram observados aumentos ( $p<0,05$ ) aos 35 dias, em comparação a 0, 7 e 21 dias, e aos 42 dias em relação aos dias anteriores. Aos 49 dias, o CN não diferiu ( $p>0,05$ ) do valor médio observado aos 42 dias, no entanto, foi observada redução ( $p<0,05$ ) de TBARS aos 56 dias, verificando-se diferença em relação aos 42 dias, porém não diferiu dos dias 0, 7, 14, 21, 30, 35 e 49 dias. No tratamento BAR (0,1%) foi observado aumento significativo ( $p<0,05$ ) nos valores de TBARS aos 14 dias em relação a 7 dias, mas não diferiu do dia 0. Porém, nos períodos seguintes, aos 21 e 35 dias não foi observado aumento significativo ( $p>0,05$ ) em comparação aos dias anteriores.

O valor médio de TBARS do BAR (0,1%) apresentou aumento significativo ( $p<0,05$ ) aos 42 dias, diferindo em relação a todos os dias de armazenamento. Esse valor decresceu aos 56 dias, diferindo significativamente ( $p<0,05$ ) dos ovos armazenados aos 42 e 49 dias, mas não diferiu dos demais dias. O tratamento com inclusão de BAR (0,3%) apresentou aumentos significativos ( $p<0,05$ ) somente aos 42 e 49 dias em relação aos dias anteriores, porém seus valores reduziram ( $p<0,05$ ) aos 56 dias, que não diferiu dos valores médios observados entre 0 e 35 dias. Foi observado aumento significativo ( $p<0,05$ ) no valor médio de TBARS do PAC (0,1%) aos 30 dias em relação aos 21 dias, mas não houve diferença dos dias 0, 7 e 14. Após os 30 dias, o valor médio de TBARS aumentou significativamente ( $p<0,05$ ) em comparação aos dias anteriores e os dias seguintes, 49 e 56, que reduziram em relação a ele, mas não diferiram ( $p>0,05$ ) dos dias 0, 7, 14, 30 e 35.

No tratamento PAC (0,3%), o valor de TBARS observadas aos 21 dias foi menor ( $p<0,05$ ) em comparação aos 14 e 30 dias, mas nenhum desses dias diferiram em relação aos ovos com 0 e 7 dias de armazenamento. Após 30 dias, foi verificado aumento significativo ( $p<0,05$ ) no valor de TBARS quando estavam com 42 dias de estocagem, diferindo ( $p<0,05$ ) dos dias anteriores e subsequentes, verificando-se que aos 49 e 56 dias houve redução em relação aos 42 dias, sendo que aos 56 dias não houve diferença ( $p>0,05$ ) em comparação a nenhum dos outros dias de análise.

Esperava-se que os valores médios de TBARS observados após 42 dias de armazenamento, com o avançar do processo oxidativo dos lipídios, fossem superiores em relação ao início do armazenamento, como normalmente é verificado em carnes e produtos

cárneos. No entanto, verificou-se redução na produção do composto MDA durante o período de armazenamento, sugerindo-se que este poderia estar sendo degradado ou sendo complexado com algum outro componente da gema dos ovos. Essas reduções no valor médio de TBARS verificadas neste estudo estão de acordo com os estudos realizados por Hayat et al. (2010) e Galobart et al. (2001), que também observaram redução nos valores de TBARS dos tratamentos controle ao final de 60 dias de armazenamento a 4°C, sendo que o último autor observou redução também dos compostos primários da oxidação. Segundo Esterbauer, Schaur e Zollner (1991), a redução da concentração de MDA pode ser atribuída ao fato de que esse composto reage com vários elementos como aminas, aminoácidos, açúcares aaminados, proteínas e nucleosídeos, ou pode formar dímeros ou trímeros de MDA, reduzindo a sua disponibilidade para reagir com o TBA.

Quanto aos aumentos ( $p < 0,05$ ) dos valores de TBARS observados entre 0 e 42 dias, estão em concordância com os dados publicados anteriormente por Bölükbasi et al. (2007). Por outro lado, Botsoglou et al. (1997) não observaram alterações nos valores de TBARS em ovos refrigerados a 4°C por até 60 dias. Já Shahryar et al. (2010) divergem ao relatar aumentos significativos ( $p < 0,05$ ) aos 30 e 60 dias em comparação a 0 dias de armazenagem.

Ao compararmos os resultados médios de TBARS entre os tratamentos contendo extratos de plantas, a adição de PAC (0,1%) provocou menores valores ( $p < 0,05$ ) que no tratamento BAR (0,3%) somente aos 49 dias, mas não diferiu em relação ao CN e os outros tratamentos. No armazenamento sob R não foi verificado ( $p > 0,05$ ) efeito antioxidante da adição dos extratos vegetais em relação ao CN durante todo o período de estocagem. Em estudo semelhante, a adição de extratos de orégano, alecrim e açafraão nas dietas de poedeiras provocou reduções significativas ( $p < 0,05$ ) nos valores de TBARS, em comparação ao controle, indicando efeito antioxidante, conforme concluído por Botsoglou et al. (2005). Freitas et al. (2013) e Botsoglou et al. (1997), analisando extratos de casca e caroço de manga, e extrato de tomilho, também encontraram resultados positivos, ao estudar a oxidação lipídica de ovos estocados a 4°C por 60 dias.

**Tabela 2.3** Médias dos valores TBARS em  $\mu\text{mol MDA/kg}$  de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a  $4^{\circ}\text{C}$

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	56
CN	0,394 <sup>ab</sup>	0,254 <sup>ab</sup>	0,402 <sup>bcd</sup>	0,245 <sup>a</sup>	0,339 <sup>abc</sup>	0,443 <sup>cd</sup>	0,616 <sup>e</sup>	0,544 <sup>ABde</sup>	0,393 <sup>abcd</sup>
BAR 0,1	0,353 <sup>abc</sup>	0,244 <sup>a</sup>	0,401 <sup>bc</sup>	0,274 <sup>ab</sup>	0,367 <sup>abc</sup>	0,376 <sup>abc</sup>	0,693 <sup>d</sup>	0,493 <sup>ABc</sup>	0,326 <sup>ab</sup>
BAR 0,3	0,314 <sup>a</sup>	0,245 <sup>a</sup>	0,373 <sup>a</sup>	0,255 <sup>a</sup>	0,395 <sup>a</sup>	0,363 <sup>a</sup>	0,581 <sup>b</sup>	0,586 <sup>Bb</sup>	0,306 <sup>a</sup>
PAC 0,1	0,326 <sup>ab</sup>	0,334 <sup>ab</sup>	0,353 <sup>ab</sup>	0,224 <sup>a</sup>	0,383 <sup>b</sup>	0,343 <sup>ab</sup>	0,620 <sup>c</sup>	0,438 <sup>Ab</sup>	0,402 <sup>b</sup>
PAC 0,3	0,345 <sup>ab</sup>	0,332 <sup>ab</sup>	0,412 <sup>b</sup>	0,245 <sup>a</sup>	0,407 <sup>b</sup>	0,288 <sup>ab</sup>	0,642 <sup>c</sup>	0,436 <sup>ABb</sup>	0,407 <sup>ab</sup>
CV (%)	16,27	22,96	13,32	19,13	10,99	15,18	14,53	14,14	13,59
P-valor									
Dia x tratamento	0,1151								

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Ao verificar o efeito do tempo de armazenamento nos ovos sob R (Tabela 2.4), os resultados médios de TBARS foram maiores significativamente ( $p < 0,05$ ) nos dias 0, 14 e 30 ao se comparar com os resultados médios dos dias 7 e 21, que não diferiram entre si. Franchini et al. (2002) e Botsoglou et al. (1997) obtiveram resultados semelhantes a este estudo, uma vez que não foram observadas diferenças dos valores de TBARS entre 0 e 30 dias em ovos sob R, no entanto eles não verificaram o efeito do tempo nos outros dias, não podendo ser comparados inteiramente com os períodos observados nesse estudo. De acordo com Marshall, Sams e Van Elswyk (1994), não foram verificados aumentos nos valores médios de TBARS em os ovos crus ao longo de 4 semanas de armazenamento refrigerado, nem tampouco foram percebidas diferenças no teste de *flavor*, indicando que os ovos crus parecem apresentar características antioxidantes. Todavia, em outros experimentos, Shahryar et al. (2010), Vidal (2009) e Pereira (2009) verificaram aumentos nos valores de TBARS após 30 dias de armazenamento.

Nos ovos em TA, os resultados de TBARS mostraram redução ( $p < 0,05$ ) aos 7 e 21 dias em relação a 0 e 14 dias, respectivamente. Porém, aos 30 dias o valor médio de TBARS foi maior ( $p < 0,05$ ) em relação todos os dias de armazenamento. Cruz (2013), assim como nesse estudo, não observou aumento aos 15 dias em relação a 0 dias, verificando aumento ( $p < 0,05$ ) aos 30 dias de armazenamento em TA. Já os dados relatados por Giampietro et al. (2008) divergem dos resultados deste estudo, demonstrando aumentos aos 7 e 14 dias, mas que aos 21 dias, não diferiu ( $p < 0,05$ ) em comparação aos 14 dias de estocagem.

Ao comparar os valores médios de TBARS entre as temperaturas de armazenamento, os ovos armazenados em TA apresentaram valores significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) que os ovos sob R aos 30 dias, como esperado. A temperatura de estocagem, exposição ao oxigênio e luz são fatores que aceleram a oxidação lipídica em alimentos (LINGNERT, 1992), justificando-se a recomendação de baixas temperaturas para retardar o processo oxidativo.

Em relação aos valores de TBARS encontrados, não foi possível compará-los com outros experimentos, já que os valores podem sofrer interferência em relação à metodologia utilizada, sendo observados valores ente 0,001 a 6  $\mu\text{mol}$  de MDA  $\text{kg}^{-1}$  de gema. Segundo Osawa, Felício e Gonçalves (2005), o uso de métodos diferentes não geram valores de TBARS compatíveis, dificultando-se determinar a metodologia mais adequada a ser utilizada.

**Tabela 2.4** Médias dos valores TBARS em  $\mu\text{mol MDA/kg}$  de gemas de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com extratos vegetais

Temperaturas	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	0,354 <sup>b</sup>	0,230 <sup>a</sup>	0,389 <sup>b</sup>	0,244 <sup>a</sup>	0,377 <sup>Ab</sup>
TA	0,355 <sup>b</sup>	0,274 <sup>a</sup>	0,416 <sup>b</sup>	0,258 <sup>a</sup>	0,498 <sup>Bc</sup>
CV(%)	22,81	19,93	12,90	20,69	20,19
P-valor					
Dia x temperatura	0,0003				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

### 5.1.2 Oxidação lipídica em gemas cozidas

Ao observar o efeito do tempo (Tabela 2.5) sobre a oxidação lipídica, nota-se que o tratamento CN apresentou valores significativamente mais altos aos 30 dias em comparação aos ovos armazenados até os 14 dias, não sendo observada diferença ( $p > 0,05$ ) aos 21 dias. Já a adição do BAR (0,1%) provocou aumento significativo ( $p < 0,05$ ) aos 30 dias em relação aos demais períodos. A adição do maior nível de BAR (0,3%) às rações provocou aumento ( $p < 0,05$ ) nos valores de TBARS aos 30 dias em relação a 0 e 14 dias, não diferindo dos outros dias. O tratamento com a inclusão de PAC (0,1%) aumentou ( $p < 0,05$ ) aos 21 dias em relação aos 14 dias, e novamente aos 30 dias diferindo ( $p < 0,05$ ) dos dias anteriores. No tratamento PAC (0,3%), o valor médio de TBARS foi maior ( $p < 0,05$ ) aos 21 dias em relação a 0 dias de estocagem e aos 30 dias em relação aos dias anteriores.

Ao início do armazenamento (dia zero), a adição de 0,3% de PAC resultou em valores menores ( $p < 0,05$ ) de TBARS, quando comparados com o CN, não sendo observada diferença ( $p > 0,05$ ) entre os demais tratamentos restantes. No dia 7 não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos com extratos vegetais. Aos 14 dias, somente a média de TBARS do tratamento contendo extrato de PAC (0,1%) foi menor ( $p < 0,05$ ) do que o CN. O valor médio de TBARS do tratamento BAR (0,1%) foi menor ( $p < 0,05$ ) do que o CN aos 21 dias. Já a concentração de compostos secundários de ranço das amostras contendo PAC (0,1 e 0,3%) e BAR (0,3%) não diferiram em comparação ao tratamento CN. No último dia de armazenamento, no tratamento PAC (0,1%) houve aumento significativo em relação a todos os outros tratamentos, que não diferiram entre si. Verificou-se nesse ensaio de

armazenamento que o tratamento PAC (0,3%) demonstrou maior proteção antioxidante durante o processo de cozimento, uma vez que foram verificados os menores valores de TBARS ao dia zero, logo após o cozimento. Observou-se também, que a suplementação dietética das poedeiras com a dose mais baixa (0,1%) de extratos de PAC e BAR foi eficaz na proteção de gemas cozidas até 14 dias e 21 dias, respectivamente.

**Tabela 2.5** Médias dos valores de TBARS em  $\mu\text{mol MDA/kg}$  de gemas cozidas de ovos de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
CN	1,139 <sup>Ba</sup>	1,117 <sup>a</sup>	1,145 <sup>Ba</sup>	1,410 <sup>Bab</sup>	1,648 <sup>Ab</sup>
BAR 0,1	0,878 <sup>ABa</sup>	0,951 <sup>a</sup>	1,059 <sup>ABa</sup>	0,956 <sup>Aa</sup>	1,548 <sup>Ab</sup>
BAR 0,3	0,843 <sup>ABa</sup>	1,124 <sup>ab</sup>	0,844 <sup>ABa</sup>	1,150 <sup>ABab</sup>	1,464 <sup>Ab</sup>
PAC 0,1	0,915 <sup>ABab</sup>	1,139 <sup>ab</sup>	0,802 <sup>Aa</sup>	1,218 <sup>ABb</sup>	2,054 <sup>Bc</sup>
PAC 0,3	0,682 <sup>Aa</sup>	0,960 <sup>ab</sup>	0,970 <sup>ABab</sup>	1,184 <sup>ABb</sup>	1,645 <sup>Ac</sup>
CV(%)	19,27	12,80	18,85	16,06	14,68
P-valor	Dia x tratamento 0,0006				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Os resultados apresentados nesse estudo corroboram com Liu et al. (2009), que observaram ação antioxidante da adição de extratos vegetais na ração de poedeiras somente nas gemas cozidas de ovos armazenados a 4°C por 14 dias. Esses autores, ao verificarem a atividade do radical DPPH nas gemas cozidas e cruas, não detectaram sua redução (DPPH-H) após o cozimento das gemas, mas detectaram nas gemas cruas, independente da presença de extratos, indicando que ocorre uma perda da atividade antioxidante natural do ovo após o cozimento. O processo de aquecimento tende a acelerar a oxidação dos ácidos graxos (ESCARABAJAL, 2011), sendo de interesse técnico e científico avaliar o efeito antioxidante, especialmente quando o alimento for tratado termicamente.

## 5.2 Efeito Antioxidante de Óleo de Copaíba e Sucupira

### 5.2.1 Oxidação lipídica de ovos armazenados em diferentes temperaturas

Sobre o efeito do tempo em cada tratamento, nos ovos sob R (Tabela 2.6), foi verificado aumento significativo ( $p < 0,05$ ) nos valores médios de TBARS nos tratamentos CN, COP (0,09%) e SUC (0,03%) aos 30 dias em relação ao dia 0, não diferindo dos demais dias. Não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os dias de estocagem nos tratamentos COP (0,03 e 0,06%) e SUC (0,06%). Nos ovos armazenados em TA houve aumento significativo nos valores de TBARS dos tratamentos CN e SUC (0,03%) aos 21 dias, diferindo ( $p < 0,05$ ) do dia 0, mas não em relação aos 7 e 14 dias. Esses tratamentos aumentaram novamente aos 30 dias em comparação ao dia 0 e 7, não diferindo dos demais dias. Já no tratamento contendo SUC (0,06%), só houve aumento ( $p < 0,05$ ) aos 30 dias em relação a 0, 7 e 14 dias, não diferindo do dia 21. No menor nível de COP (0,03%) não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os dias de estocagem. Quanto a inclusão de COP (0,06%), houve aumento aos 30 dias em relação aos 7 e 14 dias, não diferindo dos outros dias. No maior nível de COP (0,09%) houve aumento aos 30 dias em relação a 0 dias, não diferindo dos outros dias de armazenamento. Embora se conheça os aumentos inevitáveis da oxidação lipídica dos alimentos durante o armazenamento, os ovos de poedeiras com a inclusão de COP (0,03 e 0,06%) e SUC (0,06%) sob R e COP (0,03%) em TA não diferiram ( $p > 0,05$ ) ao longo do tempo, sendo necessária a realização de mais estudos avaliando a ação dos compostos fenólicos desses óleos sobre a estabilidade oxidativa dos ovos estocados em diferentes condições de temperatura.

Nos tratamentos armazenados na mesma temperatura não foi observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre si. Já entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento foi observado que aos 14 dias houve aumento significativo do valor médio de TBARS no tratamento contendo COP (0,03%) em TA, quando comparado aos tratamentos CN e COP (0,03 e 0,06%) sob R, mas após esse dia os valores se estabilizaram, não diferindo entre os tratamentos nos dias subsequentes. Os outros tratamentos em TA não diferiram ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos sob R durante o ensaio de armazenamento.

**Tabela 2.6** Médias dos valores de TBARS em  $\mu\text{mol MDA/kg}$  de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçoadas com inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a  $4^{\circ}\text{C}$  (R) e temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R CN	0,243 <sup>a</sup>	0,285 <sup>ab</sup>	0,246 <sup>ABab</sup>	0,432 <sup>ab</sup>	0,498 <sup>b</sup>
R COP 0,03	0,322	0,264	0,267 <sup>AB</sup>	0,464	0,506
R COP 0,06	0,322	0,304	0,305 <sup>AB</sup>	0,472	0,478
R COP 0,09	0,254 <sup>a</sup>	0,303 <sup>ab</sup>	0,336 <sup>ABab</sup>	0,473 <sup>ab</sup>	0,556 <sup>b</sup>
R SUC 0,03	0,224 <sup>a</sup>	0,304 <sup>ab</sup>	0,314 <sup>ABab</sup>	0,443 <sup>ab</sup>	0,509 <sup>b</sup>
R SUC 0,06	0,263	0,273	0,366 <sup>AB</sup>	0,503	0,476
TA CN	0,243 <sup>a</sup>	0,285 <sup>ab</sup>	0,387 <sup>ABabc</sup>	0,515 <sup>bc</sup>	0,571 <sup>c</sup>
TA COP 0,03	0,322	0,297	0,516 <sup>B</sup>	0,509	0,528
TA COP 0,06	0,322 <sup>a</sup>	0,266 <sup>a</sup>	0,486 <sup>ABab</sup>	0,376 <sup>ab</sup>	0,592 <sup>b</sup>
TA COP 0,09	0,254 <sup>a</sup>	0,311 <sup>ab</sup>	0,358 <sup>ABab</sup>	0,444 <sup>ab</sup>	0,563 <sup>b</sup>
TA SUC 0,03	0,224 <sup>a</sup>	0,300 <sup>ab</sup>	0,376 <sup>ABabc</sup>	0,486 <sup>bc</sup>	0,699 <sup>c</sup>
TA SUC 0,06	0,263 <sup>a</sup>	0,255 <sup>a</sup>	0,357 <sup>ABa</sup>	0,435 <sup>ab</sup>	0,633 <sup>b</sup>
CV(%)	18,15	15,89	24,19	9,95	15,32
P-valor					
Dia x temperatura x tratamento	<0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Ao avaliar o efeito do tempo sobre a oxidação dos lipídios (Tabela 2.7), com exceção do tratamento COP (0,06%), os demais tratamentos aumentaram ( $p < 0,05$ ) aos 30 dias, não diferindo aos 21 dias. Quanto ao efeito do tempo nos tratamentos com e sem óleos vegetais após os 30 dias, no tratamento CN aos 35 e 42 dias, não houve diferença significativa em relação aos 21 e 30 dias, ocorrendo redução no valor médio de TBARS aos 42 dias, mas não diferindo ( $p < 0,05$ ) do dia 30. Os valores de TBARS do tratamento CN aumentaram significativamente aos 60 dias, não diferindo ( $p > 0,05$ ) somente em relação aos 30 dias. O tratamento COP (0,03%) provocou redução aos 35 dias em relação aos 30 dias, ocorrendo aumento gradativo aos 42 e 49 dias em relação aos dias 7 e 14, não diferindo dos demais dias. Esse aumento foi contínuo, observando aumento significativo aos 60 dias, que diferiu de todos os dias anteriores. No tratamento COP (0,06%) não foi observado diferença ( $p > 0,05$ ) entre os períodos de armazenamento até os 35 dias, ocorrendo aumento ( $p < 0,05$ ) aos 42 dias em relação aos dias 0, 7, 14 e 35 dias, não diferindo aos 21 e 30 dias. Porém, aos 49 dias foi observada uma redução ( $p < 0,05$ ) em relação aos 42 dias e, em seguida, um aumento significativo aos 60 dias que, com exceção do valor médio de TBARS aos 42 dias, não diferiu

( $p > 0,05$ ) dos dias anteriores. No maior nível de COP (0,09%), não foi observado diferença significativa aos 35 dias em comparação aos dias anteriores, mas foram verificados aumentos ( $p < 0,05$ ) aos 42 dias em relação aos dias 0, 7 e 14; aos 49 dias em relação aos dias 0 e 7; e aos 60 dias em comparação aos dias anteriores. O tratamento com inclusão de SUC (0,03%) não aumentou ( $p > 0,05$ ) aos 35, 42 e 49 dias em relação aos 21 e 30 dias, ocorrendo elevação dos níveis de TBARS aos 60 dias, quando diferiu dos dias anteriores. Quanto à adição de SUC (0,06%), os valores de TBARS permaneceram altos ( $p < 0,05$ ) aos 35 dias em relação a 0 e 7 dias, aos 42 dias em relação ao dia 0 e aos 60 dias houve aumento significativo ( $p < 0,05$ ) em relação aos dias anteriores. Os aumentos verificados nas concentrações de compostos de ranço ao longo do período de armazenamento eram esperados. De forma semelhante, Pereira (2009) e Vidal (2009) apresentaram valores aumentados observados aos 30 e 60 dias em relação a 0 dia de armazenamento sob R, no entanto, eles não analisaram nos períodos intermediários, impossibilitando a comparação em relação aos demais períodos de armazenamento. Porém, os aumentos verificados aos 42 dias em relação a 0 dias neste experimento, estão de acordo com os estudos realizados por Bölükbaşı et al. (2007). Esses resultados divergem de Florou-Paneri et al. (2006) e Botsoglou et al. (2005), que não observaram alterações no grau de oxidação lipídica durante os 60 dias de estocagem.

Durante o armazenamento, o resultado médio de TBARS foi menor ( $p < 0,05$ ) no tratamento com COP (0,03%) em relação ao tratamento contendo SUC (0,03%) no dia 35, porém não foi observada diferença ( $p > 0,05$ ) entre os óleos vegetais e o CN. Aos 42 dias, o tratamento com a inclusão de SUC (0,06%) foi significativamente menor em relação ao com COP (0,06%), mas também não foi observada diferença significativa entre os óleos vegetais e o CN. Aos 49 dias, o valor médio de TBARS dos óleos de SUC (0,03 e 0,06%) foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) que o tratamento CN. Já os tratamentos com óleo de COP (0,03; 0,06 e 0,09%) não diferiram ( $p > 0,05$ ) do CN. Aos 60 dias de armazenamento, o tratamento com COP (0,09%) aumentou significativamente os valores de TBARS, em comparação ao CN, indicando efeito pró-oxidante.

Nesse estudo não foi observado efeito antioxidante ( $p > 0,05$ ) dos óleos vegetais em relação ao CN no ensaio de armazenamento sob refrigeração, uma vez que os valores de TBARS não foram reduzidos. Os resultados apresentados por Florou-Paneri et al. (2005) divergem desse estudo, pois observaram efeito antioxidante de óleo essencial de orégano em ovos armazenados por 60 dias decorrente da redução dos valores de TBARS.

**Tabela 2.7** Médias dos valores de TBARS em  $\mu\text{mol MDA/kg}$  de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba(COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a  $4^{\circ}\text{C}$

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	60
CN	0,243 <sup>a</sup>	0,285 <sup>abc</sup>	0,246 <sup>a</sup>	0,432 <sup>bcde</sup>	0,498 <sup>ef</sup>	0,446 <sup>ABcde</sup>	0,456 <sup>ABde</sup>	0,336 <sup>Aabcd</sup>	0,630 <sup>Af</sup>
COP 0,03	0,322 <sup>abc</sup>	0,264 <sup>a</sup>	0,267 <sup>a</sup>	0,464 <sup>bcd</sup>	0,506 <sup>d</sup>	0,305 <sup>Aab</sup>	0,465 <sup>ABcd</sup>	0,396 <sup>ABabcd</sup>	0,681 <sup>ABe</sup>
COP 0,06	0,322 <sup>a</sup>	0,311 <sup>a</sup>	0,305 <sup>a</sup>	0,472 <sup>ab</sup>	0,478 <sup>ab</sup>	0,397 <sup>Aba</sup>	0,609 <sup>Bbc</sup>	0,416 <sup>ABa</sup>	0,696 <sup>ABc</sup>
COP 0,09	0,254 <sup>a</sup>	0,303 <sup>ab</sup>	0,336 <sup>abc</sup>	0,473 <sup>bcd</sup>	0,556 <sup>d</sup>	0,404 <sup>ABabcd</sup>	0,496 <sup>ABd</sup>	0,485 <sup>ABcd</sup>	0,799 <sup>Be</sup>
SUC 0,03	0,224 <sup>a</sup>	0,304 <sup>a</sup>	0,314 <sup>ab</sup>	0,443 <sup>bc</sup>	0,509 <sup>c</sup>	0,517 <sup>Bc</sup>	0,517 <sup>ABc</sup>	0,505 <sup>Bc</sup>	0,736 <sup>ABd</sup>
SUC 0,06	0,263 <sup>a</sup>	0,273 <sup>ab</sup>	0,366 <sup>abc</sup>	0,503 <sup>cd</sup>	0,476 <sup>cd</sup>	0,456 <sup>ABcd</sup>	0,427 <sup>Abcd</sup>	0,526 <sup>Bd</sup>	0,773 <sup>ABe</sup>
CV(%)	18,35	15,15	19,19	9,63	10,54	20,39	18,44	17,17	11,79
P-valor									

Dia x tratamento 0,0021

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Ao verificar o efeito do tempo (Tabela 2.8), nos ovos sob R houve aumento aos 21 e 30 dias em relação aos dias anteriores, não observando diferença entre si. Franchini et al. (2002) e Botsoglou et al. (1997) mostraram resultados divergentes, não observando diferenças nos valores de TBARS entre 0 e 30 dias em ovos mantidos sob R.

**Tabela 2.8** Médias dos valores de TBARS em  $\mu\text{mol MDA/kg}$  de gemas de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com óleos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	0,262 <sup>a</sup>	0,288 <sup>a</sup>	0,295 <sup>Aa</sup>	0,467 <sup>b</sup>	0,503 <sup>Ab</sup>
TA	0,262 <sup>a</sup>	0,285 <sup>a</sup>	0,403 <sup>Bb</sup>	0,463 <sup>b</sup>	0,597 <sup>Bc</sup>
CV(%)	18,15	15,89	24,19	9,95	15,32
P-valor					
Dia x temperatura	0,0035				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Nos ovos em TA houve aumento nos valores médios de TBARS aos 14 e 21 dias em relação a 0 e 7 dias, não sendo observada diferença ( $p > 0,05$ ) entre eles. No último dia, o valor médio de TBARS aumentou significativamente em relação aos dias anteriores. Esses resultados concordam parcialmente com Giampietro et al. (2008), que observaram aumentos ( $p < 0,05$ ) aos 7 e 14 dias, mas não observou diferença ( $p > 0,05$ ) entre 14 e 21 dias. Já Cruz (2013) não observou aumento aos 15 dias em relação a 0 dias, mas também verificou aumento ( $p < 0,05$ ) aos 30 dias de armazenamento.

Nos ovos em TA houve aumento significativo em relação aos ovos sob R aos 14 dias, porém aos 21 dias eles não diferiram. No último dia, foi observado aumento ( $p < 0,05$ ) do valor médio de TBARS dos ovos em TA ao comparar com os ovos sob R. Como esperado, foi verificado que o uso de temperaturas mais baixas pode retardar a oxidação lipídica em ovos crus, mesmo sem a adição de antioxidantes.

### 5.2.2 Oxidação lipídica em gemas cozidas

Verificou-se aumento significativo do acúmulo dos compostos secundários (Tabela 2.9) da oxidação das gemas dos tratamentos CN, COP (0,09%) e SUC (0,06%) aos 21 dias em relação aos dias anteriores, não diferindo ( $p > 0,05$ ) aos 30 dias. No tratamento com COP (0,03 e 0,06%) houve aumento ( $p < 0,05$ ) aos 30 dias, diferindo dos dias anteriores. Foi

observado aumento no valor de TBARS do tratamento SUC (0,03%) aos 21 dias em relação a 0 e 7 dias, não diferindo aos 14 dias. Aos 30 dias os aumentos observados foram significativos em relação a 0 e 7 dias, não diferindo em relação aos 14 e 21 dias.

**Tabela 2.9** Médias dos valores de TBARS em  $\mu\text{mol MDA/kg}$  de gemas cozidas de ovos de poedeiras arraçoadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
CN	0,622 <sup>a</sup>	0,823 <sup>a</sup>	0,982 <sup>a</sup>	1,617 <sup>BCb</sup>	1,500 <sup>b</sup>
COP 0,03	0,805 <sup>a</sup>	1,106 <sup>a</sup>	0,900 <sup>a</sup>	1,061 <sup>Aa</sup>	1,779 <sup>b</sup>
COP 0,06	0,824 <sup>a</sup>	0,971 <sup>a</sup>	0,915 <sup>a</sup>	1,141 <sup>Aa</sup>	1,874 <sup>b</sup>
COP 0,09	0,706 <sup>a</sup>	0,763 <sup>a</sup>	0,948 <sup>a</sup>	1,825 <sup>Cb</sup>	1,778 <sup>b</sup>
SUC 0,03	0,817 <sup>a</sup>	0,884 <sup>a</sup>	1,026 <sup>ab</sup>	1,364 <sup>ABb</sup>	1,859 <sup>b</sup>
SUC 0,06	0,803 <sup>a</sup>	0,869 <sup>a</sup>	1,045 <sup>a</sup>	1,546 <sup>BCb</sup>	1,833 <sup>b</sup>
CV(%)	15,05	21,21	12,54	21,31	10,82
P-valor Dia x tratamento	<0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV).

Até os 21 dias, o tratamento com inclusão de 0,03% e 0,06% de óleo de COP retardou a oxidação lipídica em comparação ao CN, uma vez que foram verificados valores de TBARS significativamente inferiores ( $p < 0,05$ ). Porém, este efeito se perdeu aos 30 dias. Além disso, ao aumentar o nível de inclusão do óleo de COP (0,09%), foi observado aumento ( $p < 0,05$ ) no valor médio de TBARS em relação aos níveis mais baixos, sugerindo efeito pró-oxidante com o maior nível. Segundo Almeida et al. (2006), os compostos de origem vegetal e vitaminas, podem atuar tanto como antioxidantes quanto como pró-oxidantes. Estudos realizados por Aguiar e Ferraz (2007) exemplificam essa ação, ao avaliar a capacidade dos compostos fenólicos em acelerar o processo oxidativo através da reação de Fenton, na qual ocorre redução dos metais  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Cu}^{3+}$  para as formas  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Cu}^{1+}$  e estes, por sua vez, reagem mais rapidamente com moléculas de  $\text{H}_2\text{O}_2$  gerando radicais OH. Em poedeiras, Gebert et al. (1998) e Chen et al. (1998) relataram efeito pró-oxidante da suplementação de vitamina E sobre a oxidação lipídica de ovos armazenados sob refrigeração.

## 6 CONCLUSÃO

Embora exista o conhecimento de que o uso da refrigeração é uma medida importante no controle da velocidade da oxidação dos lipídios nos alimentos, a estocagem em temperatura ambiente é uma realidade em muitos locais, incluindo no Brasil, onde, apesar do clima tropical, possui uma legislação que apenas recomenda a armazenagem dos ovos sob refrigeração. Isso torna importante a busca por antioxidantes naturais que minimizem a oxidação em temperaturas elevadas. Neste estudo, o uso de 0,1% de extrato alcoólico de pacari na dieta de poedeiras conferiu maior estabilidade lipídica aos ovos armazenados in natura em temperatura ambiente, semelhante à aplicação da refrigeração.

Durante o processo de cozimento, a utilização de 0,3% do extrato de pacari na dieta de poedeiras protegeu eficientemente os lipídios da gema, no entanto, a dosagem de 0,1% de pacari e de barbatimão prolongou essa proteção aos lipídios durante 14 e 21 dias de armazenamento refrigerado, respectivamente. Da mesma forma, a inclusão de até 0,06% de copaíba nas rações de poedeiras pode proteger os lipídios da gema cozida contra a oxidação durante o armazenamento refrigerado por 21 dias.

Esses resultados podem despertar o interesse das indústrias de processamento de ovos, pois mesmo após o tratamento térmico esses compostos vegetais preservaram a sua atividade antioxidante.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A.; FERRAZ, A. Mecanismo e aplicações da reação de Fenton assistida por compostos fenólicos redutores de ferro. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 623-628, 2007.
- ALENCAR, J. C. Estudos Silviculturais de uma população de Copaifera multijuga HAYNE – Leguminosae, na Amazônia Central. 2 – Produção de óleo-resina. **Acta Amazônica**, v.12, n.1, p.79-82. 1982.
- ALMEIDA, J. M. D.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema B-caroteno/ácido linoleico e método de sequestro de Radicais DPPH. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-425, 2006.
- ANDREO D.; JORGE N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. B Ceppa, Curitiba, v.24, n. 2: p. 319-36, 2006.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade federal de Viçosa, 1995. 335p.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 3ª ed. Viçosa: Viçosa: Imprensa Universitária, Universidade federal de Viçosa, 2006. 478 p.
- AZEVEDO O. C. R.; WADT P. G. S. ; WADT L. H. O. Copaíba: Ecologia e Produção de Óleo-Resina. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - **EMBRAPA**. Rio Branco, Acre, 28p., 2004.
- BARBOSA, N. A. A. SAKOMURA, N. K. MENDONÇA, M. O. FREITAS, E. R. FERNANDES, J. B. K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal. SP, v. 24, n. 2, 127-133, 2008.
- BARBOSA, V. M.; BAIÃO, N.C.; MENDES, P. M. M; ROCHA, J. S. R.; POMPEU, M. A.; LARA, L. J. C.; MARTINS, N. R. S.; NELSON, D. L.; MIRANDA, D. J. A.; CUNHA, C. E.; CARDOSO, D. M.; CARDEAL, P. C. Avaliação da qualidade

da casca dos ovos provenientes de matrizes pesadas com diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 4, p. 1036-1044, 2012.

- BARRETO, S. C. S.; ZAPATA, J. F. F.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; NASCIMENTO, R. F.; ARAUJO, R. S. R. M.; AMORIM, A. G. N. Ácidos graxos da gema e composição do ovo de poedeiras alimentadas com rações com farelo de coco. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1767–1773, 2006.
- BASTOS, L. A. **Caracterização Geográfica de Subsistema de Vereda: modelagem nas áreas de chapadas da bacia do Ribeirão Brumado e da Serra da Caverna no município de Pires do Rio (GO)**. 2012. 130p. Dissertação (Mestre em Estudos Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Catalão (GO), 2012.
- BATISTA, R. D.; GUIMARÃES, L. G. L. Atividade fungitóxica do óleo essencial do fruto da *Pterodon emarginatus* Vogel, *Fabaceae* sobre fungos fitopatogênicos do feijoeiro: Seminário de Iniciação Científica, 9., 2013. Palmas. **Anais...** Palmas: Universidade Federal de Tocantins, 2013. 5p.
- BEIG, D.; GARCIA, F. C. M. **O embrião de galinha**. Campo Grande, Proed. 1987.
- BENITES, C. I.; TABELÃO, V. C. Anatomia e fisiologia reprodutiva das aves e formação do ovo. In: SOUZA-SOARES, L. A. ; SIEWERDT, F. Aves e Ovos. Pelotas: UFPEL, 2005. 138 p.
- BERGAMASCHI, K.; B. **Capacidade antioxidante e composição química de resíduos vegetais visando seu aproveitamento**. 2010. 96 p. Dissertação (Mestrado em ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010).
- BERTOLIN, E.; CENTENAR, A.; GIACOMELLI, B.; GIACOMELLI, F.; COLLA, L. M.; RODRIGUES, V. M. Antioxidantes naturais na prevenção lipídica em charque de carne ovina. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 13, n. 2, p. 83-90, 2010.
- BISCARO, L. M.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. COR, BETACAROTENO E COLESTEROL EM GEMA DE OVOS OBTIDOS DE POEDEIRAS QUE RECEBERAM DIFERENTES DIETAS. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1130-1134, 2006.
- BOHLMANN, J., MEYER-GAUEN, G.; CROTEAU, R. Plant terpenoid synthases: Molecular biology and phylogenetic analysis. **National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 95, p. 4126-4133, 1998.
- BÖHM, F.; EDGE, R.; LAND, E. J.; MCGARVEY, D. J.; TRUSCOTT, T. G. Carotenoids enhance vitamin E antioxidant efficiency. **Journal of American Chemical Society**, v. 119, p. 621-622, 1997.

- BÖLÜKBAŞI, S. C.; ERHAN, M. K.; KELEŞ, M. S.; KOÇYİĞİT, R. Effect of Dietary Vitamin E on the Performance, Plasma and Egg Yolk Vitamin E Levels and Lipid Oxidation of Egg in Heat Stressed Layers. **Journal of Applied Biological Sciences**, v.1, n. 3, p. 19-23, 2007.
- BORGES FILHO, H. C.; FELFILI, J. M. Avaliação dos níveis de extrativismo da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) no Distrito Federal, Brasília. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 735-745, 2003.
- BOTSOGLOU, E.; GOVARIS, A.; FLETOURIS, D.; BOTSOGLOU, N. Lipid oxidation of stored eggs enriched with very long chain n3 fatty acids, as affected by dietary olive leaves (*Olea europea* L.) or  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation. **Food Chemistry**, v. 134, p. 1059-1068, 2012.
- BOTSOGLOU, N. A.; YANNAKOPOULOS, A. LFLETOURIS, D. J.; Angela S. TSERVENI-GOUSSI, A. S.; D. FORTOMARIS, P. D. Effect of Dietary Thyme on the Oxidative Stability of Egg Yolk. **Journal de Agricultural Food Chemistry**, v. 45, n. 10, 1997.
- BOTSOGLOU, N.; FLOROU-PANERI, P.; BOTSOGLOU, E.; DOTAS, V.; GIANNENAS, I.; KOIDIS, A.; PITRAKOS, P. The effect of feeding rosemary, oregano, saffron and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on hen performance and oxidative stability of eggs. **South African Journal of Animal Science**, v. 35, n. 3, p. 143 – 151, 2005.
- BRAGA, W. F.; REZENDE, C. M.; ANTUNES, A. C.; PINTO, A. C. Terpenoids from *Copaifera cearenses* of *Copaifera* species. **Phytochemistry**, v. 49, p. 263-264, 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução N° 005 de 05 de julho de 1991. **Padrão de identidade e qualidade para ovo integral**. MAPA, 1991.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 01 de 21 de fevereiro de 1990. **Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1990.
- BRITO, A. R. M. S.; BRITO, A. A. S. Forty years of Brazilian medicinal plant research. **Journal of Ethnopharmacology**, n. 39, p. 53-67, 1993.
- BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.167-182.
- BUSTAMANTE, K. G. L.; LIMA, A. D. F.; SOARES, M. L.; FIUZA, T. S.; TRESVENZOL, L. M. F.; BARA, M. T. F.; PIMENTA, F.; PAULA, J. R. Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato etanólico bruto da casca da sucupira branca (*Pterodon emarginatus* Vogel) – Fabaceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 341-345, 2010.

- BUTCHER, G. D.; MILES, R. Concepts of eggshell quality. Fact Sheet VM-69, Florida Cooperative Extension Service, **Institute os Food and Agricultural Sciences**, University of Florida, Dec. 1990. 3p.
- CAC (Codex Alimentarius Commission). 2013. Class names and the international numbering system for food additives, 57p., CAC/GL 36 – 1989.
- CAMPOS, J. S.; FRASSON, A. P. Z. Avaliação da atividade antioxidante do extrato aquoso de *Lafoensia pacari* A. ST-HIL. Em emulsão não-iônica. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**. v. 32, nº3, p. 363-368, 2011.
- CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Producción Avícola**. Editorial Acribia- Zaragoza- Espanha, 1968.
- CARVALHO, F. B. C.; STRINGHINI, J. H.; JARDIM FILHO, R. M.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; DEUS, H. A. S. B. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p. 25-29, 2007.
- CARVALHO, L. S. S.; FERNANDES E. A. Formação e qualidade da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais. **Medicina Veterinária**. Recife, v.7, n.1, p. 35-44, 2013.
- CARVALHO, M. G. **Influência do processamento, de antioxidantes e da estocagem sobre a estabilidade oxidativa lipídica do ovo**. 2012. 156p. Tese (doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA, CNPF. Colombo, 1994. 640 p.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal**: Teoria e prática. Piracicabana: Ed. Agronômica Ceres, 2005. 605 p.
- CECHINEL FILHO, V.; YUNES, R. A. Estratégias para obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, v.21, n.1, p. 99-105, 1998.
- CHEN, J. Y.; LATSHAW, J. D.; LEE H. O.; MIN, D. B.  $\alpha$ - Tocopherol content and oxidative stability of egg yolk as related to dietary  $\alpha$ -tocopherol. **Journal of Food Science**, v. 63, p. 919-922, 1998.
- CONEGLIAN, S. M.; LIMA, B. S.; SILVA, L. G.; LAZZARI, C. M.; SERRANO, R. D. C.; TONELLO, C. L. Utilização de antioxidantes nas rações. **PUBVET- Publicação em Medicina Veterinária e zootecnia**, Ed.152, Londrina, v.5, n. 5, 33p., 2011.

- CONN P. F.; SCHALCH, W.; TRUSCOTT, T. G. The singlet oxygen and carotenoid interaction. **Journal of Photochemistry and Photobiology**, v. 11, p. 41–47, 1991.
- CORREA, M. P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**, 6 ed., Rio de Janeiro, 1984 p. 173.
- COSGROVE, J. P., CHURCH, D. F., PRYOR, W. A. The kinetics of autoxidation of polyunsaturated fatty acids. **Lipids, Champaign**, v. 22, n. 5, p. 299-304, 1987.
- COSTA, J. A. S. **Estudos taxonômicos, biosistemáticos e filogenéticos em *Copaífera L.* (Leguminosae-Detarieae) com ênfase nas espécies do Brasil extra-amazônico**. 2007. 266 p. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, 2007.
- COTRIM, W. S. Antioxidantes naturais e seus efeitos sobre a cor e nível oxidativo de carne bovina. **Revista ABCZ**, nº60, p. 52-55, 2011.
- COUTTS, J. A.; WILSON, G. C. **Ovos de ótima qualidade - Uma abordagem rápida**. Reino Unido: 5M Publishing. 2007. 65 p.
- CRUZ, F. K. **Licopeno e minerais orgânicos na alimentação de poedeiras**. 2013. p. 64. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana – MS, 2013.
- CUPPETT, S. L. **The use of natural antioxidants in food products of animal origin**. In: Antioxidants in Food: Practical applications. Jan Pokorny, Nedyalka Yanishlieva and Michael Gordon (eds.), Cambridge, England, 2001.
- DAGG P. J.; BUTLER R. J.; MURRAY J. G.; BIDDLE R. R. Meeting the requirements of importing countries: practice and policy for on farm approaches to food safety. **Reviews of Science and technology Office of International Epizootics**, v. 25, n.2, p. 685-700, 2006.
- DAMASCENO, S. S. **Avaliação da atividade antioxidante do ácido caféico e ferúlico no controle da estabilidade oxidativa do biodiesel de soja**. 2011. 96 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4ª edição. Artmed, Porto Alegre, 2010.
- DAVEY, M. W., VAN MONTAGU, M., INZE, D., SANMARTIN, M., KANELIS, A., SMIRNOFF, N.; BENZIE, I. J. J.; STRAIN, J. J.; DEREK, F.; FLETCHER, J. Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, 825–860, 2000.
- DE LA CRUZ M. G. F. **Plantas medicinais utilizadas por raizeiros: uma abordagem etnobotânica no contexto saúde e doença- Cuiabá, MT**. 1997. Dissertação

(Mestrado em Saúde e Ambiente) - Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 1997.

- DUTRA, R. C.; FAVA, M. B.; ALVES, C. C.; FERREIRA, A. P.; RAPOSO, N. R. B. Antiulcerogenic and anti-inflammatory activities of the essential oil from *Pterodon emarginatus* seeds. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 61, p. 243-250, 2009.
- DUTRA, R. C.; LEITE, M. N.; BARBOSA, N. R. Quantification of Phenolic Constituents and Antioxidant Activity of *Pterodon emarginatus* Vogel Seeds. **International Journal of Molecular Sciences**, v.9, p. 606-614, 2008.
- DWYER, J. D. **The central American, West Indian, and South American species of *Copaifera* (Caesalpinioideae)**. Brittonia, v.7, n. 3, p. 143-172. 1951.
- ESCARABAJAL, C. **Estabilidade oxidativa do colesterol em ovo líquido, em ovo líquido pasteurizado e em ovo em pó atomizado, obtidos em laboratório**. 2011. 106 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- ESTERBAUER, H.; SCHAUR, R. J.; ZOLLNER, H. Chemistry and biochemistry of 4-hydroxynonenal, malonaldehyde and related aldehydes. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 11, n.1, p. 81-128, 1991.
- EZDIHAR, H.; VODHANEL, J.; HOLDEN, B.; ABUSHABAN, A. The effects of ellagic acid and vitamin E succinate on antioxidant enzymes activities and glutathione levels in different brain regions of rats after subchronic exposure to TCDD. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, v. 69, n. 5, p. 381-393, 2006.
- FARIA, A. M. **Estudo comparativo do uso de quatro bioprodutos do cerrado no controle da sarna sarcóptica em suínos**. 2013. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.
- FELFILI, J. M.; DA SILVA JÚNIOR, M. C.; DIAS, B. J.; REZENDE, A. V. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.). Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira. Botânica**, v. 22, p. 83-90, 1999.
- FENNEMA, O. R. **Química de Los alimentos**. 2 ed., Zaragoza, Editora Acribia, 2000, 1258 p.
- FLOROU-PANERI, P.; DOTAS, D.; MITSOPOULOS, I.; DOTAS, V.; BOTSOGLOU, E.; NIKOLAKAKIS, I.; BOTSOGLOU, N. Effect of feeding rosemary and alpha-tocopheryl acetate on hen performance and egg quality. **Journal of Poultry Science**, v. 43, n. 2, p. 143-149, 2006.
- FLOROU-PANERI, P.; NIKOLAKAKIS, I.; GIANNENAS, A.; KOIDIS, A.; BOTSOGLOU, E.; DOTAS, V.; MITSOPOULOS, I. Hen Performance and

Egg Quality as Affected by Dietary Oregano Essential Oil and Alpha-tocopheryl Acetate Supplementation. **Journal of Poultry Science**, v.4, n. 7, p. 449-454, 2005.

- FONSECA, N. A. N.; TARSITANO, M. A.; BRIDI, A. M.; CONSTANTINO, C.; CASTRO, L. M.; CARDOSO, T. A. B.; PERES, L. M. Qualidade sensorial e oxidação lipídica de ovos armazenados em diferentes formas. In: Zootec 2009. Águas Lindas, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Zootecnistas, 3p. 2009.
- FRANCHINI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N.; MINELLI, G.; IAFFALDANO, N.; MELUZZI, A. Oxidative stability and sensory and functional properties of eggs from laying hens fed supranutritional doses of vitamins E and C. **Poultry Science**, v. 81, p. 1744-1750, 2002.
- FRANKEL, E. N. Lipid oxidation. *Progress in Lipid Research*, Kidlington, v. 19, n. 1, p. 1-22, 1980.
- FREITAS, E. R.; BORGES, A. S.; TREVISAN, M. T. S.; CUNHA, A. L.; BRAZ, N. M.; WATANABE, P. H.; NASCIMENTO, G. A. J. Extratos etanólicos de manga como antioxidantes na alimentação de poedeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 7, p.714-721, 2013.
- FUNK, E. M. IN: *Egg Science and Technology*. Westport, Connecticut, **the AVI Publishing Company INC**, p. 35, 1973.
- GALDINO, P. M.; NASCIMENTO, M. V. M.; GONÇALVES, N. Z.; GUIMARÃES, H. A.; MATOS, L. G.; PAULA, J. R.; COSTA, E. A. Espécies Vegetais do Cerrado, Avaliadas no Laboratório de Farmacologia de Produtos Naturais – ICB/ UFG, Quanto ao Potencial Anti-inflamatório de Seus Extratos. **Anais eletrônicos da XV Semana Científica Farmacêutica**, Goiânia, v. 5, n. 2, p. 103-106, 2007.
- GALDINO, P. M.; NASCIMENTO, M. V. M.; SOUSA, F. B.; FERREIRA, R. N.; PAULA, J. R.; COSTA, E. A. Central activities of hydroalcoholic extract from *Lafoensia Pacari* A. St.-Hil. Stem bark. **Brazilian journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 43, n.3, p. 455-462, 2010.
- GALOBART, J; BARROETA, A. C; BAUCCELLS, M. D.; CORTINAS, L.; GUARDIOLA, F.  $\alpha$ -Tocopherol transfer efficiency and lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with n-3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, v. 80, p. 1496–1505, 2001.
- GARCIA, E. R. M.; ORLANDI, C. C. B.; OLIVEIRA, C. A. L.; CRUZ, F. K.; SANTOS, T. M. B.; OTUTUMI, L. K. Qualidade de ovos de poedeiras semipesadas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 505-518. 2010.
- GERBER, N. Factors affecting egg quality in the commercial laying hen: A review. Egg producers Federations of New Zealand. **Poultry Industry Association**, New

Zealand 96 D Carlton Gore Road, New Market, 1023, Auckland, Nova Zelândia, 2006.

- GEBERT, S.; MESSIKOMMER, R.; PFIRTER, H. P.; BEE, G.; WENK, C. Dietary fats and vitamin E in diets for laying hens: Effects on laying performance, storage stability and fatty acid composition of eggs. **Archives fur Geflugelkunde**, v.62, p.214–222, 1998.
- GIAMPIETRO, A.; SCATOLINI, A. M.; BOIAGO, M. M.; CORÓ, D. M. O.; SOUZA, H. B. A.; SOUZA, P. A.; LIMA, T. M. A.; PIZZOLANTE, C. C. Estudo da Metodologia de TBARS em Ovos. **Revista Avisite**, 2 p., 2008. Disponível em: [http://www.avisite.com.br/cet/img/20080506\\_alinetbars.pdf](http://www.avisite.com.br/cet/img/20080506_alinetbars.pdf). Acesso em 10 de fevereiro de 2014.
- GÓMEZ, M. E. D. B. **Modulação da composição de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa**. 2003. 149 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências farmacêuticas, Universidade de São Paulo. 2003.
- GÓMEZ-RUIZ, J. A.; LEAKE, D. S.; AMES, J. M. In vitro antioxidant activity of coffee compounds and their metabolites. **Journal of Agricultural and food Chemistry**, Easton, v. 55, n. 17, p. 6962-6969, 2007.
- GUARIM NETO, G.; GUARIM, V. L. M. S.; PRANCE, G. T. Structure and floristic composition of the tree of area of cerrado near Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Kew Bulletin**, v. 49, n. 3, p. 499-509, 1994.
- GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Biodiversidade: aspectos biológicos, geográficos, legais e éticos. In: SIMÕES C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: 3 ed. 2001. p. 833.
- HAMILTON, R. J.; ROSSELL, J. B.; HUDSON, B. J. F.; LÖLIGER, J.; In **Rancidity in Foods**; Allen J. C., Hamilton R. J., Ed.; Applied Science Publishers LTD.; London, 1983, p. 1.
- HARBORNE, J. B. **Phytochemical Methods**. 1ª Ed., Chapman and Hall. London, p. 33-88, 1973.
- HAUGH, R. R. **The Haugh unit for measuring egg quality**. United States Egg Poultry Magazine, v. 43, p. 552-555, 1937.
- HAYAT, Z.; CHERIAN, G.; PASHA, T. N.; KHATTAK, F. M.; JABBAR, M. A. Oxidative stability and lipid components of eggs from flax-fed hens: Effect of dietary antioxidants and storage. **Poultry Science**, v. 89, p. 1285–1292, 2010.
- HAYES, J. E.; STEPANYAN, V.; ALLEN, P.; O'GRADY, M. N.; O'BRIEN, N. M.; KERRY, J. P. The effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on lipid oxidation and oxymyoglobin oxidation in bovine and porcine muscle model systems. **Meat Science**, v. 83, p. 201-208, 2009.

- HRAZDINA, G.; BORZEL, A. J.; ROBINSON, W. B. Studies on the stability of the anthocyanidin-3,5-diglucosides. **American Journal of Technology and Viticulture**, v. 21, n. 4, p. 201-204, 1970.
- JACOB, J. P.; MILES, R. D.; MATHER, F. B. **Egg Quality**. University of Florida. 2000.
- JACOBSON, T. K. B.; GARCIA, J.; SANTOS, S. C.; DUARTE, J. B.; FARIAS, J. G.; KLIEMANN, H. J. Influência de fatores edáficos na produção de fenóis totais e taninos de duas espécies de barbatimão (*Stryphnodendron* sp.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, p. 163-169, 2005.
- LAGUERRE, M.; LECOMTE, J., VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. **Review. Progress in Lipid Research**. v. 46, p. 244-282, 2007.
- LEE, S. K., HAN, J. H.; DECKER, E. A. Antioxidant activity of phosphatidylcholine liposomes and meat model systems. **Journal of Food Science**, 67, 37-41, 2002.
- LEITE DE ALMEIDA, M. E., GOTTLIEB, O. R. The chemistry of Brazilian Leguminosae, further isoflavones from *Pterodon apparicia*. **Phytochemistry**, v. 14, n. 12, p. 2716. 1975.
- LI-CHAN, E.; POWRIE, W. D; NAKAI, S. The chemistry of eggs and egg products. In. W. J. STADELMAN and O. J. COTTERILL (Ed) **Egg Science and Technology**. Haworth Press, Inc.1994. Cap.6, p.105-176.
- LICHTENTHALER, H. K. The 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate pathway of isoprenoid biosynthesis in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 47-50, 1999.
- LIMA, C. R. O. **Reparação de feridas cutâneas incisionais em coelhos após o tratamento com barbatimão e quitosana**. 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2010.
- LINGNERT, H. **Influence of food processing on lipid oxidation and flavor stability**. In: Symposium Series Vol. 500. Lipid Oxidation in Food. Ed. American Chemical Society, Washington, DC, 1992, p. 292-301.
- LIU, X. D.; JANG, A.; LEE, B. D.; LEE, M.; JO, C. Effect of Dietary Inclusion of Medicinal Herb Extract Mix in a Poultry Ration on the Physico-chemical Quality and Oxidative Stability of Eggs. **Journal of Animal Science**, v. 22, n.3, p. 421-427, 2009.
- LOLIGER, J. **The use of antioxidants in food**. In Free Radicals and Food Additives; Aruoma, O. I., Halliwell, B., Eds.; Taylor and Francis: London, p.129-150, 1991.
- LORENZI H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. São Paulo: Instituto Plantarium; 2002. 384 p.

- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2ª Ed. Editora Funep. Jaboticabal: FUNEP/FUNESP, 2002. 375 p.
- MACHADO, R. B.; NETO, N. B. R.; PEREIRA, P. G.; CALDAS, E.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/arquivos/RelatDesmatamCerrado.pdf>>. Acesso em: 05 de Fev. de 2014.
- MACIEL, M. A. M.; PINTO A. C.; VEIGA JUNIOR, V. F. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, V. 25, n.3, p.429-438, 2002.
- MAGALHÃES, A. P. C. Qualidade de ovos comerciais de acordo com a integridade da casca, tipo de embalagem e tempo de armazenamento. 34 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Seropédica, 2007.
- MAHJAN, J. R; MONTEIRO, M. B. New diterpenoids from *Pterodon emarginatus* Vog. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, p. 44, n. 1, p. 51-53, 1972.
- MAISUTHISAKUL, P.; SUTTAJIT, M.; PONGSAWATMANIT, R. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. **Food Chemistry**, London, v. 100, p. 1409-1418, 2007.
- MARSHALL, A. C.; SAMS A. R.; VAN ELSWYK M. E. Oxidative stability and sensory quality of stored eggs from hens fed 1.5% menhaden oil. **Journal Food Science**, v. 59, p. 561-563, 1994.
- MASSON, D. S. **Atividade cicatrizante e antimicrobiana do óleo-resina de copaíba (*Copaífera langsdorffii*) em úlceras cutâneas**. 2011. 215 p. Tese (Doutorado em clínica Médica) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo. Ribeirão preto, 2011.
- McLOUGHLIN, L.; GOUS, R. M. Efecto del tamaño del huevo em el crecimiento pre y post natal de pollitos de engorde. **Avicultura Professional**, v. 18, p. 24-29, 2000.
- McNULTY, H. P.; BYUN, J.; LOCKWOOD, S. F.; JACOB, R. F.; MASON, P. Differential effects of carotenoids on lipid peroxidation due to membrane interactions: X-ray diffraction analysis. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1768, n. 1, p. 167-174, 2007.
- MELLO, J. C. P.; SANTOS, S. C. Taninos. In: SIMÕES, C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3ª ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS/Ed. UFSC, cap. 24, 2001, p. 517-543.
- MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. UFRPE, Recife, 2011, 78p.

- MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, Recife, vol.44, n.2, 2008.
- MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. *In*: Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas. v. 36, n.1, p. 1-11, 2002.
- MENDONÇA, D. E.; ONOFRE, S. B. Atividade antimicrobiana do óleo-resina produzido pela copaíba – *Copaifera multijuga* Haine (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 29, n. 2B, p. 577-581, 2009.
- MILES, R. D. Fatores nutricionais envolvidos com a qualidade da casca dos ovos. *In*: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2000, p. 163-174.
- MINE, Y. Recent advances in the understanding of egg white protein functionally. **Trends in Food Sci. and Technol.** 1995, v.6, n. 7, p. 225-232.
- MITHEN, R. F.; DEKKER, M.; VERKERK, R.; RABOT, S. JOHSON I. T. The nutritional significance and bioavailability of glucosinolates in human foods review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n. 7, p. 967-984, 2000.
- MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAUJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: Uma abordagem da química a ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.
- MORENG, R. E.; AVENS, J. S. Ciência e produção de aves. Roca, São Paulo. p. 227-249, 1990.
- MORS, W. B.; SANTOS F. M. F.; MONTEIRO H. J.; GILBER B. Chemoprophylactic agent in schistosomiasis: 14, 15 – epoxygeranylgeraniol. **Science**, v. 157: 950-951, 1967.
- MULLER, H. G.; TOBIN, G. **Nutrición y Ciencias de los alimentos**. Zaragoza: Acribia. P. 221-226. 1996.
- MUNIZ, J. W. C.; BOZZA, P. T.; NASCIMENTO, J. L. M.; REIS, P. A. Atividade anti-inflamatória do óleo-resina da *Copaifera reticulata* em modelo inflamatório de edema de pata. **Revista Paraense de Medicina**. Pará, 2010.
- NAIR, V.; TURNER, G.; *Lipids*, **1984**, *19*, 804-805.
- NASCIMENTO, J. C. S.; CAVALCANTE FILHO, L. A. C.; BARROS JÚNIOR, P. F.; ALVES, B. H. L. S.; SOUZA, D. M. B.; JIMENEZ, G. C. Efeito do Potencial antioxidante, toxicidade celular e perfil da atividade espontânea do óleo de Copaíba (*Copaifera officinalis*) em camundongos. *In*: JORNADA DE

- ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 13., 2013, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013. 3 p.
- NORTH, M. O. **Commercial chicken production manual**. The Avi Publishing Company Inc. – California, 1972.
- OCCHIONI, E. M. L. Considerações taxonômicas no gênero *Stryphnodendron* Mart. (Leguminosae-Mimosoideae) e distribuição geográfica das espécies. **Acta Botânica Brasilica**, v.4, p. 153-158, 1990.
- OLIVEIRA, B. L. Processamento e industrialização de ovos. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4., 2000, Goiânia, **Anais...** Goiânia, Associação Goiana de Avicultura, 2000. p. 177-186.
- OLIVEIRA, G. E. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminos bioativas em ovos**. 2006. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- ORDÓNEZ, J. A. Ovos e produtos derivados. In: **Tecnologia de alimentos. Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, p. 269-279, 2005.
- ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos**. 7. Ed. São Paulo: Editora Metha, 2001. 330 p.
- OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v. 28, n.4, 2005.
- PACKER, J. E., SLATER, T. F.; WILLSON, R. L. Direct observation of a free radical interaction between vitamin E and vitamin C. **Nature** 278, Uxbridge, Reino Unido, p. 737–738, 1979.
- PARAGASSU, A. C. Simpósio OvoSite: Produtor de ovos precisa conhecer sua Importância e melhorar a relação de troca com o varejo. **Revista do Ovo**. nº 21. ano III. p. 9. Set/out, 2013. Disponível em: [www.avisite.com.br/revistadoovo](http://www.avisite.com.br/revistadoovo).
- PAULA, F. B. A. **Atividade de extratos de frutos de *Pterodon emarginatus* (Sucupira Branda), contra o estresse oxidativo e nitrosativo induzido por exercício agudo em ratos**. 2004. 100 p. Tese (Doutorado em Biologia Funcional e Molecular) - Universidade de Campinas, Campinas 2004.
- PEARSON, A. M.; GRAY, I. J.; WOLZAK, A. M. and HORENSTEIN, N. A. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**, v.37, p.121, 1983.
- PEREIRA, A. L. F. **Efeito dos lipídios da ração sobre a qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras comerciais**. 2009. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

- PIKE, O. A.; PENG, I. C., Stability of shell egg and liquid yolk to lipid oxidation. **Poultry Science**. V.64, p.1470–1475, 1985.
- PINTO, A. C.; ANTUNES, O. A.; REZENDE, C. M.; CORREIA, C. R. D. Three isomeric diterpenes from *Vellozia flavicans*. **Phytochemistry**. V. 42, p. 767-769, 1996.
- PITA, M. C. G.; PIBER NETO, E.; NAKAOKA, L. M.; MENDONÇA JR, C. X. Efeito da adição de ácidos graxos insaturados e de vitamina E à dieta de galinhas e seu reflexo na composição lipídica e incorporação de alfa-tocoferol na gema do ovo. **Brazilian journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 25 – 31, 2004.
- PLETI, A. K. **Caracterização Química e Vida de Prateleira do Ovo de Avestruz**. 2008. 64p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **LWT-Food Sci. Technol**, v. 40, p. 1-11, 2007.
- POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. **Antioxidants in food: Practical applications**. CRC Press, Boca Raton, 2001.
- PORFÍRIO, Z.; MELO-FILHO, G. C.; ALVINI, V.; LIMA, M. R. F.; SANT' ANA, A. E. G. Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos de *Lafoensia pacari* A. St.-Hil., Lythraceae, frente a bactérias multirresistentes de origem hospitalar. **Revista Brasileira de farmacognosia**, v. 19, n. 3, p. 785-789, 2009.
- PRATT, D. E. Natural antioxidants from plant material. *In*: HUANG, M. T; HO, C. T.; LEE, C. Y: Phenolic compounds in food and their effects on health II: Antioxidants and cancer prevention. **American Chemical Society**. Symposium Series n.507, ACS. Washington, USA, p.54-71, 1992.
- PRIOR, R. L. Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, n. 3, p. 570S-578S, 2003.
- PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A. P. **Flores e frutos do cerrado**. Brasília: Ed. UnB, São Paulo: Imprensa oficial, 226p, 2000.
- QI, G. H.; SIM, J. S. Natural tocopherol enrichment and its effect in n-3 fatty acid modified chicken eggs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 1920–1926, 1998.
- RADWAN, N. L.; HASSAN, R. A.; QOTA, E. M.; FAYEK, H. M. Effect of Natural Antioxidant on Oxidative Stability of Eggs and Productive and Reproductive Performance of Laying Hens. **International Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 2, p. 134-150, 2008.
- RAFECAS, M.; GUARDIOLA, F.; ILLERA, M.; CODONY, R.; BOATELLA, J. Liquid chromatographic determination of phenolic antioxidants in bakery products. **Journal of Chromatography**, p.822, n.2:-305-9, 1998.

- RIZZO, P. V.; MENTEN, J. F. M.; RACANICCI, A. M. C.; SANTAROSA, J. Foundation and Perspectives of the Use of Plant Extracts as Performance Enhancers in Broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.10, n. 4, p. 195 – 204, 2008.
- RIZZO, P. V.; MENTEN, J. F.; RACANICCI, A. M. C.; TRALDI, A. B.; SILVA, C. S.; PEREIRA, P. W. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 4, p. 801-807, 2010.
- ROCHA, D. M. S. **Aspectos taxonômicos, genéticos e reprodutivos de *Pterodon pubescens* (Benth.) Benth. e *P. emarginatus* Vog. (Leguminosae, Dipteryxaceae)**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). 2006. 134 p. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- ROCHA, J. S. R. **Efeito da cantaxantina dietética para matrizes pesadas com idade avançada e do período de armazenamento dos ovos sobre a fertilidade, rendimento de incubação, nutrientes da gema e desenvolvimento embrionário**. 2011. 80 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- ROSTAGNO, H. S. (Ed.). **Tabela Brasileira para Aves e Suínos**. 3<sup>a</sup> ed. UFV Editora: Viçosa, MG, 2011, 252 p.
- SAKANAKA, S.; TACHIBANA, Y.; ISHIHARA, N.; JUNEJA, L. R. Antioxidant activity of egg-yolk protein hydrolysates in a linoleic acid oxidation system. **Food Chemistry**, v. 86, n. 1, p. 99–103, 2004.
- SAMPAIO, B. L. **Influência dos fatores ambientais sobre a concentração de compostos fenólicos nas folhas e na casca do caule de *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. (LYTHRACEAE)**. 2010, 39 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- SANTOS FILHO, P. R.; FERREIRA, L. A.; GOUVEA, C. M. C. P. Protective action against chemical-induced genotoxicity and free radical scavenging activities of *Stryphnodendron adstringens* ("barbatimão") leaf extracts. **Revista brasileira de Farmacognosia**, vol. 21, n. 6, p. 1000-1005, 2011.
- SANTOS, A. B. **Atividade Antioxidante de Extratos Vegetais da Flora Brasileira: Estudos com Ressonância Paramagnética Eletrônica (RPE) e Teoria do Funcional da Densidade (TFD)**. 2006, 103 p.. Tese (Doutorado em Física aplicada a Medicina e a Biologia) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2006.
- SANTOS, L. W. **Estudos ecológicos e agronômicos de *Lafoensia pacari* St. Hil. (LYTHRACEAE) na região de Barra do Garças – MT**. Cuiabá, 2006. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá. 2006.
- SANTOS, S. C., MELLO J. C. P. TANINOS. IN: SIMÕES C. M. O., SCHENKEL E. P., GOSMANN G., MELLO J. C. P., MENTZ L. A., PETROVICK P. R.

- Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 6. ed. Porto Alegre: UFRGS, p. 630-32, 2007.
- SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. Características dos ovos. Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. **Boletim Técnico - PIE-UFES:** 00707, 2007.
- SAXENA, M.; SAXENA, J.; PRADHAN, A. Flavonoids and phenolic acids as antioxidants in plants and human health. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 16, n. 28, p. 130-134, 2012.
- SCALON, V. R. **Revisão taxonômica do gênero *Stryphnodendron* Mart. (leguminosae-Mimosoideae).** 2007. Tese (Doutorado em Ciências, na Área de Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 264 p., 2007.
- SCHOLTYSSEK, S. **Productos Avícolas** - Manual de Avicultura moderna. Zaragoza. Espanha, 1970.
- SCOTT, T. A.; SILVERSIDES, F. G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, v. 79, n. 12, p. 1725–1729, 2000.
- SESTI, L.; ITO, N. M. K. Fisiopatologia do Sistema Reprodutor In: DI FABIO, J.; ROSSINI, L. I. **Doenças das Aves.** Campinas: FACTA, 2009. p.315- 80.
- SHAHRYAR, T. A.; SALAMATDOUST, R.; CHEKANI-AZAR, S.; AHADI, F.; VAHDATPOOR, T. Lipid oxidation in fresh and stored eggs enriched with dietary  $\omega_3$  and  $\omega_6$  polyunsaturated fatty acids and vitamin E and A dosages. **African Journal of Biotechnology**, Vol. 9, n.12, p. 1827-1832, 2010.
- SIES, H. Oxidative stress: from basic research to clinical application. **American Journal of Medicine.**, v. 91 (suppl 3C): p. 31-38, 1991.
- SILVA JUNIOR, I. F.; AIMONDI, M.; ZACCHINO, S.; CECHINEL FILHO, V.; NOLDIN, V. F.; RAO, V. S.; LIMA, J. C. S.; MARTINS, D. T. O. Evaluation of the antifungal activity and mode of action of *Lafoensia pacari* A. St.-Hil, Lythraceae, stem-barK extracts, fractions and ellagic acid. **Brazilian journal of Pharmacognosy**, v. 20, n. 3, p. 422-428, 2010.
- SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, SP. vol. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.
- SILVA, L. A. F.; SILVA, J. A.; LIMA, C. R. O.; DAMBROS, C. E.; CARDOSO, V. S. Uso popular do barbatimão. In: SILVA, L. A. F.; EURIDES, D.; PAULA, J. R.; LIMA, C. R. O.; MOURA, M. I. **Manual do Barbatimão.** Goiânia: Kelps, cap. 9, p.79-85, 2010.
- SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669 – 682, 2010.

- SMITH-PALMER, A., STEWART, J.; FYFE, L. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. **Society for Applied Microbiology**, v. 26, p. 118–122, 1998.
- SOARES, L. A. S.; SIEWERDT, F. **Aves e Ovos**. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL, 2005. 138p.
- SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**. Campinas, v.15, n. 1, p. 71 – 81, 2002.
- SOLOMON S. E. **Egg and eggshell quality**. London: Wolfe Publishing; 1991. 149p.
- SOLON, S. **Alguns aspectos químicos-farmacológicos da entrecasca do caule de *Lafoensia pacari* St.Hil. (mangava-brava, Lythraceae)**. 1999. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 1999.
- SOLON, S.; LOPES, L.; SOUZA JUNIOR, P. T. Schmeda-Hirschmann G. Free radical scavenging activity of *Lafoensia pacari*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 72, p. 173-78, 2000.
- SOMAVILLA, N. S. **Utilização da plantas medicinais por uma comunidade garimpeira do sudoeste mato-grossense, Alto Coité-Poxoréu/ MT**. 1998. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 1998.
- SORENSEN, G.; JORJENSEN, S. S. A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbitic (TBA) test for lipid oxidation in meat products. **Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung and Forschung**, v. 202, p. 205-210, 1996.
- SOUSA, J. P. B. ***Copaifera langsdorffii*: estudo fitoquímico, validação de métodos cromatográficos e análise sazonal**. 2011. Tese (Doutorado em ciências farmacêuticas) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 179 p. 2011.
- SOUZA, D. O.; PERIM, F. S.; MINAFRA, C.; MARTINEZ, K. L. A.; MANI, I. P. **Qualidade interna e externa de ovos de granja marrom e caipira de acordo com a condição e o tempo de armazenamento**. Congresso de Pesquisa e Pós-graduação do Campus Rio Verde do Instituto Federal Goiano, I, 2012. Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2012. 4 p.
- SOUZA, T. C. **Estabilidade oxidativa da carne de frango pré-cozida contendo bioprodutos do cerrado**. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 40 p., 2013.
- SOUZA-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Editora da Universidade UFPEL, 2005. 137p.

- TAKEMOTO, E.; TEIXEIRA FILHO, J.; GODOY, H. T. Validação de metodologia para determinação simultânea dos antioxidantes sintéticos em óleos vegetais, margarinas e gorduras hidrogenadas por CLAE/UV. **Química Nova**, v. 32, n. 5, p. 1189-1194, 2009.
- TANAKA, K.; HASHIMOTO, T. ; TOKUMARU S. ; IGUCHI , H. ; KOJO, S. Interactions between Vitamin C and Vitamin E Are Observed in Tissues of Inherently Scorbutic Rats. **American Society for Nutritional Sciences: Journal of Nutrition**, n. 127, p. 2060–2064, 1997.
- TEIXEIRA, D. F. **Estudo químico e avaliação Biológica de *Attaleaexcels* Mart. ExSpreng. (surucuri) e *Pterodon emarginatus* Vog. (sucupira branca) em *Aedes aegypti***. 2003. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- TIVERON, A. N. **Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil**. 2010. p.102. Dissertação (Mestrados). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- TONELLO, V. M. **Estrutura de populações de *Lafoensia pacari* St. Hil. e dados etnobotânicos e fenológicos em Nossa Senhora da Livramento, Mato Grosso**. 1997. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) – Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, 1997.
- UBA - União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual 2014. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em 20 maio. 2014.
- VEIGA JUNIOR, F.; PINTO, A. C. O. Gênero Copaifera L. **Química Nova**. V. 25, n. 2, p. 273-286, 2002.
- VERMERRIS, W.; NICHOLSON, R. **Phenolic Compound Biochemistry**. Ed. Springer, 2006.
- VIDAL, T. F. **Qualidade, Composição e Estabilidade dos ovos de Poedeiras Alimentadas com Farelo da Castanha de Caju**. 2009. 65p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.
- VOLP, A. C. P.; RENHE I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonoides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 23, n. 2, p. 141-149, 2008.
- VYNCKE, W. Evaluation of direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (*Scomber scombrus* L.). **Fetter Seifen Anstrichmittel**, v. 77, p. 239-240, 1975.

- VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fetter Seifen Anstrichmittel**, v.72, p.1084-1087, 1970.
- WATERMAN, P. G.; MOLE, S. A critical analysis of techniques for measuring tannins in ecological studies II: techniques for chemically defining tannins. **Oecologia**, v. 72, p. 148-156, 1987.

## **CAPÍTULO 3**

## 1 RESUMO

### ADIÇÃO DE EXTRATOS E ÓLEOS VEGETAIS NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS: QUALIDADE FÍSICA DE OVOS ARMAZENADOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS

O objetivo neste trabalho foi avaliar a adição de extratos e óleos vegetais à alimentação de poedeiras da linhagem Isa-Brown, a fim de observar os seus efeitos na qualidade física de ovos in natura armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA). As poedeiras receberam ração isoproteica (15% PB) e isoenergética (2900 Kcal Kg<sup>-1</sup>), à base de milho e farelo de soja, formuladas com inclusão de dois níveis (0,1 e 0,3%) de extratos de pacarí (*Lafoensia pacari*) ou barbatimão (*Stryphnodendron barbatimam*), e três níveis (0,03; 0,06 e 0,09%) de óleos de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) ou dois níveis (0,03 e 0,06%) de sucupira (*Pterodon emarginatus*), mais um tratamento controle negativo adicional. Periodicamente, foram utilizados 3 ovos para as avaliações de unidade Haugh (UH), índice de gema (IG), cor (L\*, a\* e b\*), espessura de casca (EC), pH (gema e albúmen) e calculados: porcentagens de casca, gema e albúmen. Os resultados obtidos foram analisados adotando-se um modelo misto e utilizando-se o software SAS 9.3. O armazenamento foi considerado como um fator longitudinal, variando de 5 tempos sob R e em TA (0 a 30 dias) até 9 tempos sob R (0 a 60 dias). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em 5% de nível de significância. Verificou-se que a adição de 0,1% de BAR e PAC provocou aumento ( $p < 0,05$ ) do pigmento amarelo (+b\*) em ovos sob TA, quando comparado ovos sob R. Em relação à adição dos óleos de COP e SUC, foi observado que a elevação do pH das gemas em TA e adição de COP (0,06%) não diferiram ( $p > 0,05$ ) de nenhum dos tratamentos sob R. No entanto, não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) da adição dos óleos vegetais em relação às demais características de qualidade do ovo. Conclui-se que o uso de extratos e óleos vegetais na dieta das poedeiras influenciam a intensidade da pigmentação amarela e no pH das gemas e UH, respectivamente, em ovos armazenados em temperatura ambiente.

Palavras-chave: Extratos e óleos vegetais, ovos, poedeiras, qualidade física.

## 2 ABSTRACT

### **EFFECT OF DIETARY SUPPLEMENTATION WITH PLANT EXTRACTS AND OILS: EGG QUALITY PARAMETERS STORED IN DIFFERENT TEMPERATURES**

The aim of this study was to evaluate the effect of dietary supplementation of Isa-Brown layers with plant extracts and oils on internal and external quality of fresh eggs stored under refrigeration (R) and kept in room temperature (TA). Hens were fed balanced corn-soybean diets formulated to be iso-proteic (15% CP) and iso-energetic (2900 Kcal Kg<sup>-1</sup>) and supplemented with two inclusion levels (0.1 and 0.3%) of pacarí (*Lafoensia pacari*) or barbatimão (*Stryphnodendron barbatimam*) extracts, three inclusion levels (0.03; 0.06 and 0.09%) of copaíba (*Copaifera langsdorffii*) oilresin or two inclusion levels (0.03 and 0.06%) of sucupira (*Pterodon emarginatus*) oilresin, plus a negative control (CN). Periodically, three eggs per treatment were randomly selected to evaluate haugh unit (UH), yolk index (IG), yolk color (L\*, a\* e b\*), shell thickness (EC), pH (yolk and albumen) and to calculate percentages of shell, albumen and yolk. Data analysis was performed with SAS 9.3 (SAS Institute Inc, Cary, NC), with a mixed model and using Tukey test, at a 5% significance level. The storage period was considered a longitudinal factor, which varied from five times for TA fresh yolk (0-30 days), to nine times for R fresh yolk (0-60 days). An increase (p<0.05) in yellowness (+b\*) was observed for the egg yolk of layers fed diets supplemented with 0.1% of BAR and PAC kept in TA, when compared to R treatments. Considering COP and SUC oilresin supplementation, it was observed that an increase in pH of TA yolk did not differ (p>0.05) from any treatment kept under R; and, also, the inclusion of 0.06% of CP, the value UH kept in TA was similar to eggs kept in refrigeration until 14 days. Therefore, it can be concluded that the dietary supplementation of plant oils and extracts affect the intensity of yellow pigmentation and yolk pH and UH in eggs stored in room temperature.

Keywords: Egg, laying hens, plant extracts and oil, quality parameters.

### 3 INTRODUÇÃO

O ovo é considerado uma boa fonte de proteínas de alto valor biológico e baixo custo (ARAGON-ALEGRO et al., 2005), sendo comercializado nas formas *in natura* e processado. Devido ao seu valor tecnológico, é utilizado com frequência para a produção de muitos alimentos industrializados.

O processamento de ovos surgiu como uma alternativa para prolongar o tempo de prateleira e melhorar as condições de consumo, oferecendo segurança alimentar aos consumidores e facilidade de estocagem. Porém, no Brasil o ovo na forma *in natura* ainda é a forma mais comum encontrada no mercado e ainda não foi desenvolvido um padrão de qualidade interna de ovos de consumo, sendo que somente o peso e as características da casca tem sido considerados na comercialização (OLIVEIRA, 2006). Já os consumidores tem interesse pela composição nutricional (colesterol, proteína, ácidos graxos e vitaminas), prazo de validade, qualidades externas (cor da casca, trincas na casca) e internas (cor e integridade da gema), demonstrando maiores exigências qualitativas em relação ao produto de consumo. Vários fatores influenciam na qualidade dos ovos, dentre eles destacam-se a alimentação das aves, idade, estado sanitário, instalações do aviário, temperatura de armazenamento e cuidados no transporte (SOUZA; SOUZA & LIMA, 1993/1994; SOUZA-SOARES & SIEWERDT, 2005).

A temperatura e o tempo de armazenamento são alguns dos fatores que vem sendo muito discutidos entre os pesquisadores. Segundo Garcia et al. (2010), o armazenamento sob refrigeração pode minimizar os efeitos negativos que o tempo de prateleira influencia na qualidade dos ovos. O uso de aditivos antioxidantes em alimentos também é uma prática amplamente empregada (SILVA; BORGES & FERREIRA, 1999), na qual a produção animal e a tecnologia de alimentos tem investido em pesquisas que avaliam, tanto os antioxidantes sintéticos quanto os naturais, em relação aos seus efeitos sobre o “shelf life” e qualidade nutricional dos alimentos (WAHLE et al., 1993 ; CHERIAN et al., 1996 e

HAYAT et al., 2010). A adição de óleos e extratos de plantas na alimentação de poedeiras também vem sendo verificada quanto aos seus efeitos sobre os aspectos de qualidade física dos ovos (LIU et al., 2009; FLOROU-PANERI et al., 2005). Porém há carência de estudos avaliando a ação desses compostos vegetais sobre a qualidade físico-química de ovos armazenados, tornando-se importante o desenvolvimento de pesquisas que elucidem esses conhecimentos a fim de fornecer ao mercado consumidor produtos de melhor qualidade.

### **3.1 Objetivo**

Avaliar o efeito de extratos e óleos vegetais adicionados à ração de poedeiras sobre a qualidade física de ovos armazenados em temperatura ambiente e refrigerados.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Análises de Qualidade Física**

Para a realização das análises de qualidade física foram utilizados 3 (três) ovos por tratamento, analisados individualmente antes de serem destinados às análises de estabilidade lipídica, ao longo do armazenamento.

Os ovos foram divididos igualmente entre os tratamentos e alocados, conforme o dia de coleta, em um ensaio de armazenamento em temperatura ambiente (TA) por 30 dias e em câmara fria a 4°C (R) por 56 dias (extratos de barbatimão e pacarí) e 60 dias (óleos de sucupira e copaíba).

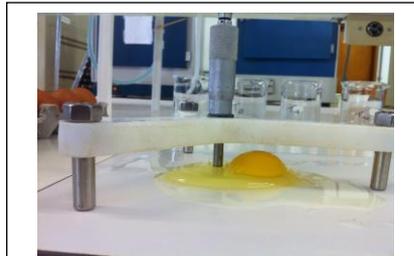
Durante o período experimental foi aferida a temperatura ambiente diariamente, pela manhã e à tarde. O ensaio de armazenamento de ovos contendo níveis de extrato de barbatimão e pacarí ocorreram nos meses de fevereiro e março de 2013, quando foram registradas temperaturas médias mínimas de 21 a 23°C e máximas de 32 a 34°C. O ensaio de armazenamento de ovos contendo níveis de óleos de copaíba e sucupira ocorreram nos meses de abril e maio, quando foram registradas temperaturas médias mínimas de 20 a 22°C e máximas de 28 a 34°C.

Os parâmetros de aspectos físicos observados foram unidade Haugh (UH), índice de gema (IG), pH da gema, pH do albúmen, porcentagem de casca (PC), porcentagem de gema (PG), porcentagem de albúmen (PA), espessura de casca (EC) e cor.

#### **4.1.1 Unidade Haugh (UH)**

Os ovos foram pesados em balança analítica com precisão de três casas decimais e em seguida foram quebrados, tendo o conteúdo de gema e albúmen colocados numa superfície de vidro plana e nivelada. Foi aferida a altura do albúmen (mm) por meio da

leitura do valor indicado pelo micrômetro tripé (Figura 3.1). De posse dos valores de peso do ovo (g) e altura do albúmen (mm), utilizou-se então a fórmula descrita por Pardi (1977), para o cálculo da Unidade Haugh:  $UH = 100\log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$ , em que: H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g).



**Figura 3.1** Micrômetro tripé

#### 4.1.2 Índice de gema (IG)

A altura da gema foi aferida por leitura do valor indicado pelo micrômetro tripé e o diâmetro da gema com paquímetro digital (Figura 3.2). A relação entre estes dois parâmetros forneceu o índice de gema, que foi calculado de acordo com Funk (1973) utilizando a seguinte equação:

$$IG = h/d$$

Em que:

IG = índice gema;

h = altura da gema (mm);

d = diâmetro da gema (mm).



**Figura 3.2** Paquímetro digital

### 4.1.3 pH da gema e pH do albúmen

A determinação do pH do albúmen e da gema foi realizada em “pool” de três ovos por dia de avaliação, utilizando-se pHmetro portátil da marca Testo, modelo T 205 (Figura 3.3). Foi realizada uma única leitura do “pool” de cada nível de inclusão na ração e por não haver um valor médio para verificar o efeito do mesmo, foi determinado apenas o efeito dos extratos nas análises estatísticas.



**Figura 3.3** pHmetro

### 4.1.4 Porcentagem de casca (PC), gema (PG) e albúmen (PA)

Os ovos foram pesados e quebrados, sendo separada a gema do albúmen e pesada. As cascas dos ovos foram lavadas em água corrente, sendo retirado o resíduo de albúmen e membrana testácea e em seguida secas em temperatura ambiente por 48 horas. Após a secagem, as cascas foram pesadas em balança analítica para a determinação da porcentagem de casca. O peso do albúmen foi determinado pela diferença do peso do ovo em relação ao peso da gema mais a casca. Os percentuais de casca, gema e albúmen foram calculados a partir dos seus respectivos pesos, dividido pelo peso do ovo e multiplicado por 100.

#### 4.1.5 Espessura da casca (EC)

A espessura da casca foi mensurada em milímetros, utilizando um micrômetro digital da marca VONDER, modelo IP 65 (Figura 3.4), aferindo-se em duplicata na região central e duas nas extremidades das cascas dos ovos após limpeza e secagem.



**Figura 3.4** Micrômetro digital

#### 4.1.6 Cor

A cor das gemas foi avaliada pela medição objetiva, em triplicata, utilizando colorímetro portátil da marca Konica Minolta, modelo Chroma Meter CR-400 (Figura 3.5), operando no sistema CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), em que:  $L^*$  corresponde a Luminosidade, variando de zero (preto) para 100 (branco);  $a^*$  corresponde à intensidade da cor vermelha que varia de verde (-60) a vermelho (+60); e  $b^*$  corresponde a intensidade da cor amarela, variando de azul (-60) a amarelo(+60). A calibração do aparelho foi feita sempre ao início das avaliações por meio de placa de cerâmica branca, utilizando-se o iluminante D65 (MINOLTA, 1998).



**Figura 3.5** Colorímetro

## **4.2 Composição Bromatológica**

### **4.2.1 Determinação de umidade**

O teor de umidade foi determinado em duplicata do “pool” de amostras de gema e albúmen, através do método gravimétrico, à temperatura de 105°C até peso constante, obtendo-se a matéria seca, como descrita por AOAC (1990), para o cálculo de umidade, com a seguinte equação:

$$\text{Umidade} = 100\% - \% \text{ Matéria Seca}$$

### **4.2.2 Determinação das cinzas ou matéria mineral (MM)**

A determinação do teor de cinzas foi realizada pelo método gravimétrico (AOAC, 1990), em duplicata através do aquecimento das amostras a 600°C até a combustão total da matéria orgânica e posterior pesagem em balança analítica.

### **4.2.3 Determinação do extrato etéreo (EE)**

O extrato etéreo das amostras de gemas foi realizado por extração com éter de petróleo por método gravimétrico segundo normas da AOAC (1990), em triplicata.

### **4.2.4 Determinação da proteína bruta (PB)**

O teor de nitrogênio foi determinado em triplicata pelo método de Micro-Kjeldahl compreendendo as etapas de digestão com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, destilação utilizando equipamento da marca TECNAL, modelo TE-036/1, com solução de NaOH 50% e, finalmente, a titulação com solução de HCl 0,1N, conforme procedimento da AOAC (1990). Foi utilizado o fator de conversão para proteína bruta equivalente a 6,25.

### **4.3 Delineamento Experimental**

O delineamento experimental dos ensaios de armazenamento foi conduzido em parcelas completamente aleatorizadas e com estrutura de tratamentos fatorial 2x2x2 para o ensaio com extratos vegetais (2 plantas, 2 dosagens, 2 temperaturas de armazenamento) e 2x3x2 para o ensaio com óleos vegetais (2 plantas, 3 dosagens, 2 temperaturas de armazenamento) com um tratamento controle negativo adicional. O período de armazenamento foi considerado como um fator longitudinal, variando de 5 períodos (0 a 30 dias) para o armazenamento sob R e em TA, até 9 períodos (0 a 60 dias) para o armazenamento sob R.

### **4.4 Análise Estatística**

Os dados foram comparados adotando um modelo misto, com efeito fixo para os tratamentos e aleatórios para os períodos de armazenamento, utilizando-se o procedimento PROC MIXED do software Statistical Analysis System (SAS 9.3). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em 5% de nível de significância.

A análise estatística dos resultados bromatológicos foi realizada pelo procedimento PROC MIXED do software SAS 9.3, sem o emprego do efeito aleatório. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey em 5% de nível de significância.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Aspectos Físicos dos Ovos de Poedeiras Alimentadas com Rações Contendo Extratos de Barbatimão e Pacarí

Ao comparar os valores médios de UH apresentados na Tabela 3.1, verificou-se que não foram encontradas diferenças significativas da adição dos extratos de BAR e PAC (0,1 e 0,3%) em relação ao controle negativo (CN) para os tratamentos sob R em todos os períodos de estocagem. Os valores de UH também não diferiram ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos em ovos armazenados em TA, até os 30 dias. Os tratamentos foram comparados entre as temperaturas, sendo que até os 7 dias de estocagem o tratamento CN e os extratos de BAR e PAC em TA não diferiram ( $p>0,05$ ) do CN de ovos sob R.

**Tabela 3.1** Valores médios de Unidade Haugh (UH) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R CN	100,78	85,54 <sup>D</sup>	81,31 <sup>A</sup>	81,79 <sup>A</sup>	78,85 <sup>A</sup>
R BAR0,1	89,69	81,41 <sup>D</sup>	80,66 <sup>A</sup>	76,54 <sup>B</sup>	74,68 <sup>A</sup>
R BAR0,3	99,64	90,92 <sup>A</sup>	85,73 <sup>A</sup>	80,74 <sup>B</sup>	80,94 <sup>A</sup>
R PAC0,1	88,52	85,92 <sup>C</sup>	76,77 <sup>B</sup>	74,98 <sup>C</sup>	86,97 <sup>A</sup>
R PAC0,3	96,83	88,57 <sup>B</sup>	71,67 <sup>C</sup>	74,60 <sup>C</sup>	80,58 <sup>A</sup>
TA CN	100,78	65,92 <sup>BCD</sup>	44,85 <sup>C</sup>	38,92 <sup>AC</sup>	28,37 <sup>B</sup>
TA BAR0,1	89,69	63,97 <sup>CD</sup>	34,78 <sup>C</sup>	39,05 <sup>A</sup>	23,13 <sup>B</sup>
TA BAR0,3	99,64	72,27 <sup>ABCD</sup>	48,59 <sup>BC</sup>	39,56 <sup>A</sup>	27,07 <sup>B</sup>
TA PAC0,1	88,52	63,77 <sup>CD</sup>	52,05 <sup>BC</sup>	40,83 <sup>A</sup>	16,90 <sup>B</sup>
TA PAC0,3	96,83	54,64 <sup>D</sup>	52,39 <sup>BC</sup>	29,49 <sup>D</sup>	29,49 <sup>B</sup>
CV(%)	8,23	18,24	30,82	41,78	57,09
P-valor					
Dia x temperatura x tratamento	<0,0001				

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste Tukey ( $p<0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

O tratamento BAR 0,3% em TA não influenciou significativamente os valores médios de UH observados nos tratamentos sob R. Aos 14 dias todos os tratamentos em TA diferiram do CN sob R, mas não diferiram ( $p>0,05$ ) do PAC (0,1 e 0,3%) sob R. Aos 21 dias o CN, BAR (0,1 e 0,3%) e PAC (0,1%) em TA não diferiram ( $p>0,05$ ) do CN sob R. Aos 30 dias todos os tratamentos de ovos sob R diferiram dos tratamentos de TA.

Nos resultados apresentados na tabela 3.2, não foram encontradas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos com extratos de BAR e PAC (0,1 e 0,3%) em relação ao CN em ovos refrigerados até os 56 dias de armazenamento. Liu et al. (2009) corroboram com os resultados encontrados ao não observar efeito da adição de mistura de extratos de plantas (folha de amoreira e madressilva japonesa) na ração de poedeiras sobre os valores de UH de ovos armazenados refrigerados por duas semanas.

**Tabela 3.2** Valores médios de Unidade Haugh (UH) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob Refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	56
CN	100,78	85,54	81,31	81,79	78,85	75,47	83,99	67,55	69,80
BAR0,1	89,69	81,41	80,67	76,54	74,68	82,21	83,50	72,70	73,18
BAR 0,3	99,64	90,92	85,73	80,74	80,94	73,04	87,64	72,55	77,27
PAC 0,1	88,52	85,92	76,77	74,98	86,97	77,92	80,70	73,89	75,43
PAC 0,3	96,83	88,57	71,67	74,60	80,58	79,17	76,30	72,27	72,27
CV (%)	8,38	6,84	8,44	6,18	6,82	8,32	8,12	5,80	5,12
P-valor									
Dia x tratamento	0,3328								

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ). Coeficiente de variação (CV).

No decorrer das investigações os valores de UH se mantiveram altos por todo o período de estocagem. Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira et al. (2011) e Vidal (2009), ao analisarem os valores de UH dos ovos armazenados por 4°C até os 60 dias.

Foram observadas diferenças significativas entre as temperaturas de armazenamento (Tabela 3.3) a partir de 7 dias. Ao longo do tempo, a altura do albúmen foi decrescendo, tanto nos ovos em TA quanto nos ovos em R, concordando com Lopes et al. (2012); Karoui et al. (2006) e Samli, Agma e Senkoylu (2005). Houve redução ( $p<0,05$ ) dos valores de UH de ovos em TA até os 30 dias de estocagem. Oliveira (2006) associa a queda de UH à perda de água do albúmen para o ambiente, proporcional ao aumento da temperatura, a qual provoca alterações do pH, levando a liquefação e redução do mesmo. Segundo Salinas

(2002), com o aumento do pH durante o armazenamento as proteínas lisozima e ovomucina se dissociam, havendo redução da viscosidade do albúmen. Figueiredo et al. (2011) sugere também que a refrigeração de ovos é benéfica para a manutenção da qualidade interna dos ovos durante a estocagem, o que pode também ser confirmado neste estudo.

**Tabela 3.3** Valores médios de Unidade Haugh (UH) de ovos armazenados sob refrigeração (R) em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	95,09 <sup>Aa</sup>	86,47 <sup>Aab</sup>	79,23 <sup>Ab</sup>	77,10 <sup>Ab</sup>	80,41 <sup>Ab</sup>
TA	95,09 <sup>Aa</sup>	64,11 <sup>Bb</sup>	46,53 <sup>Bc</sup>	37,47 <sup>Bc</sup>	23,08 <sup>Bc</sup>
CV(%)	8,23	18,24	30,82	41,78	57,09
P-valor	Dia x temperatura <0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Na Tabela 3.4, os valores médios de IG de ovos sob R dos tratamentos com extratos de BAR e PAC (0,1 e 0,3%) não diferiram (p>0,05) do CN. Os valores médios dos ovos armazenados em TA com diferentes extratos, também não diferiram do CN, demonstrando que não houve influência dos extratos para IG.

**Tabela 3.4** Valores médios de índice de gema (IG) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacará (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos		Período de Estocagem (dias)				
		0	7	14	21	30
R	CN	0,48	0,52 <sup>A</sup>	0,51 <sup>A</sup>	0,47 <sup>A</sup>	0,52 <sup>A</sup>
R	BAR0,1	0,49	0,53 <sup>A</sup>	0,51 <sup>A</sup>	0,49 <sup>A</sup>	0,52 <sup>A</sup>
R	BAR0,3	0,52	0,56 <sup>A</sup>	0,51 <sup>A</sup>	0,51 <sup>A</sup>	0,49 <sup>A</sup>
R	PAC0,1	0,51	0,53 <sup>A</sup>	0,50 <sup>A</sup>	0,48 <sup>A</sup>	0,51 <sup>A</sup>
R	PAC0,3	0,49	0,49 <sup>B</sup>	0,48 <sup>A</sup>	0,47 <sup>A</sup>	0,51 <sup>A</sup>
TA	CN	0,48	0,40 <sup>C</sup>	0,31 <sup>B</sup>	0,25 <sup>B</sup>	0,22 <sup>B</sup>
TA	BAR0,1	0,49	0,41 <sup>B</sup>	0,34 <sup>B</sup>	0,30 <sup>B</sup>	0,21 <sup>B</sup>
TA	BAR0,3	0,52	0,42 <sup>B</sup>	0,33 <sup>B</sup>	0,26 <sup>B</sup>	0,22 <sup>B</sup>
TA	PAC0,1	0,51	0,39 <sup>C</sup>	0,32 <sup>B</sup>	0,27 <sup>B</sup>	0,23 <sup>B</sup>
TA	PAC0,3	0,49	0,38 <sup>C</sup>	0,33 <sup>B</sup>	0,28 <sup>B</sup>	0,22 <sup>B</sup>
CV(%)		4,47	15,63	22,32	30,30	40,08
P-valor	Dia x temperatura x tratamento <0,0001					

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05). Coeficiente de variação (CV)

Comparando-se os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento aos 7 dias, observou-se que os tratamentos BAR (0,1 e 0,3%) de ovos em TA diferiram ( $p < 0,05$ ) do CN, BAR (0,1 e 0,3%) e PAC (0,1%) de ovos sob R, mas não diferiram ( $p > 0,05$ ) do PAC (0,3%) sob R. Aos 14, 21 e 30 dias, todos os valores médios de IG dos tratamentos sob R foram significativamente diferentes dos tratamentos em TA. Segundo Siebel e Souza-Soares (2003) a redução do IG ocorre por causa do movimento de água do albúmen para a gema ocasionando o alargamento da mesma, e conseqüentemente a redução do IG, que é calculado em função da altura e diâmetro da gema.

Na Tabela 3.5, observou-se que os valores médios de IG para ovos refrigerados até os 56 dias de armazenamento não foram influenciados pela adição dos extratos de BAR e PAC à dieta das poedeiras, uma vez que não diferiram estatisticamente em relação ao CN. Os valores de IG permaneceram elevados durante todo o período de estocagem, não diferindo ( $p > 0,05$ ) entre si. Esses valores corroboram com os resultados encontrados por Ganeco et al. (2012), que encontraram valores médios de IG estáveis até os 56 dias de ovos armazenados em refrigeradores domésticos.

**Tabela 3.5** Valores médios de índice de gema (IG) de ovos refrigerados provenientes de poedeiras arraçoadas com inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob Refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)									
	0	7	14	21	30	35	42	49	56	
CN	0,48	0,52	0,51	0,47	0,52	0,51	0,51	0,49	0,49	
BAR 0,1	0,49	0,53	0,51	0,49	0,51	0,49	0,52	0,50	0,48	
BAR 0,3	0,52	0,55	0,51	0,51	0,49	0,50	0,50	0,49	0,48	
PAC 0,1	0,51	0,53	0,50	0,48	0,51	0,47	0,51	0,49	0,49	
PAC 0,3	0,49	0,49	0,48	0,47	0,51	0,44	0,48	0,51	0,47	
CV(%)	4,55	6,71	3,98	6,06	4,90	9,33	4,97	5,22	6,48	
P-valor										
Dia x tratamento	0,5604									

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV).

Foram encontradas diferenças significativas entre as diferentes condições de armazenamento (Tabela 3.6) a partir dos 7 dias. Os ovos sob R apresentaram valores médios maiores e mais estáveis de IG, quando comparados com os em TA, não diferindo ( $p > 0,05$ ) ao longo do período de estocagem até os 30 dias.

Os ovos em TA apresentaram valores médios de IG decrescentes, diferindo significativamente entre os períodos de estocagem. Jucá et al. (2011) verificaram resultados semelhantes ao comparar IG sob R e em TA por até 30 dias, observando também pouca variação entre os valores médios de ovos armazenados sob R até os 56 dias, porém seus resultados médios em TA reduziram acentuadamente a partir dos 6 dias mantendo valores médios semelhantes ( $p>0,05$ ) até os 30 dias, divergindo dos resultados neste experimento. Os resultados de IG para ovos em TA estão de acordo com Souza et al. (2012), que também observaram a redução do IG ( $p<0,05$ ) a medida que aumentou o tempo de armazenamento e valores médios maiores de IG de ovos sob R quando comparados a ovos em TA.

**Tabela 3.6** Valores médios de índice de gema (IG) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com extratos vegetais

Temperaturas	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	0,50 <sup>a</sup>	0,52 <sup>Aa</sup>	0,50 <sup>Aa</sup>	0,49 <sup>Aa</sup>	0,51 <sup>Aa</sup>
TA	0,50 <sup>a</sup>	0,41 <sup>Bb</sup>	0,33 <sup>Bc</sup>	0,27 <sup>Bd</sup>	0,22 <sup>Be</sup>
CV(%)	4,47	15,63	22,32	30,30	40,08
P-valor					
Dia x temperatura	<0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV).

Os resultados médios de EC, apresentados na Tabela 3.7, não foram influenciados pela adição dos extratos de BAR e PAC (0,1 e 0,3%), pois não diferiram ( $p>0,05$ ) do CN nos ovos sob R até 30 dias de armazenamento. Da mesma forma, nos armazenados em TA, também não houve diferença significativa dos tratamentos contendo extratos em comparação com o CN. Ao se comparar os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento, o uso dos extratos de BAR e PAC (0,1 e 0,3%) não diferiu ( $p>0,05$ ) do CN em TA ou em R até 30 dias. Considerando os ovos sob R até os 56 dias, os extratos PAC e BAR não afetaram os valores médios de EC, quando comparados ao CN. Não houve influência do tempo de estocagem sobre os valores de EC nos tratamentos CN, BAR e PAC (0,1 e 0,3%) em ovos sob R armazenados por 56 dias. Estes resultados eram esperados e são confirmados por Oliveira (2006), que encontrou valores constantes de EC durante os 50 dias de armazenamento a 6°C.

**Tabela 3.7** Valores médios de espessura de casca (EC), em milímetro, de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacará (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)									
	0	7	14	21	30	35	42	49	56	
R CN	0,52	0,46	0,50	0,46	0,45	0,44	0,40	0,41	0,38	
R BAR0,1	0,54	0,49	0,46	0,46	0,42	0,45	0,41	0,41	0,38	
R BAR0,3	0,53	0,47	0,53	0,47	0,39	0,39	0,37	0,42	0,37	
R PAC0,1	0,48	0,45	0,50	0,50	0,44	0,45	0,40	0,39	0,42	
R PAC0,3	0,51	0,47	0,52	0,48	0,47	0,44	0,41	0,39	0,39	
TA CN	0,52	0,45	0,57	0,48	0,45	NA	NA	NA	NA	
TA BAR0,1	0,54	0,49	0,54	0,51	0,44	NA	NA	NA	NA	
TA BAR0,3	0,53	0,47	0,51	0,49	0,46	NA	NA	NA	NA	
TA PAC0,1	0,48	0,52	0,52	0,49	0,43	NA	NA	NA	NA	
TA PAC0,3	0,51	0,47	0,48	0,46	0,45	NA	NA	NA	NA	
CV(%)	7,07	9,08	10,20	5,37	6,94	9,73	7,83	7,83	6,41	
P-valor										
Dia x temperatura x tratamento	0,7777									
Dia x tratamento	0,4029									

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV), não analisado (NA)

Os valores médios de espessura de casca (EC) apresentados na Tabela 3.8 não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre as temperaturas de armazenamento. Houve diferenças ( $p < 0,05$ ) nos valores de EC com 30 dias de armazenamento em relação a 0 e 14 dias, mas não aos 7 e 21 dias. Jucá et al. (2011) e Salvador (2011) também não observaram diferenças de EC entre diferentes temperaturas de armazenamento, mas, ao contrário dos resultados verificados neste estudo, não houve diferenças entre os períodos de estocagem. Magalhães (2007), também não observou diferença ( $p < 0,05$ ) na espessura da casca ao longo do tempo, no entanto, foi relatado que durante o armazenamento pode haver deterioração microbiana e que o uso de embalagem fechada pode retardar esse processo. A qualidade da casca pode ser afetada pela idade, linhagem, alimentação, manejo, aspectos sanitários e ambientais (MAHAPATRA; PANDEY, 1989). De acordo com Romanoff e Romanoff (1963), os valores de EC podem ser influenciados pela nutrição, estação do ano e hereditariedade. Ferreira (2008) e Sakomura et al. (1995) observaram EC de cerca de 0,48 a 0,51mm (linhagem Dekalb White com 25 a 30 semanas) e valor médio de 0,47mm (linhagem Hy-Line W36 com 31 a 34 semanas), concordando com os valores médios observados neste experimento. Valores médios maiores de EC (0,64 e 0,55mm) foram observados por Oliveira (2006) e Rodrigues (2011) para ovos de poedeiras da linhagem Hisex Brown e Isa Brown entre 23 e 42 semanas de idade.

**Tabela 3.8** Valores médios de espessura de casca (EC), em milímetro, de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com extratos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	0,52 <sup>a</sup>	0,47 <sup>ab</sup>	0,50 <sup>a</sup>	0,47 <sup>ab</sup>	0,43 <sup>b</sup>
TA	0,52 <sup>a</sup>	0,48 <sup>ab</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,48 <sup>ab</sup>	0,44 <sup>b</sup>
CV(%)	7,07	9,08	10,20	5,37	6,94
P-valor					
Dia x temperatura	0,7250				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Na tabela 3.9 estão apresentados os valores médios de pH de gema entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento. Os resultados médios de pH da gema dos ovos de aves alimentadas com rações adicionadas com extratos BAR e PAC não diferiram do CN nos ovos mantidos sob R. Também não foi observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos BAR e PAC em comparação ao CN nos ovos em TA. Ao comparar os dados entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento durante os períodos de estocagem, os extratos não diferiram entre si, nem entre os tratamentos CN.

**Tabela 3.9** Valores médios do pH de gema de ovos provenientes de poedeiras arraçoadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos		Período de Estocagem (dias)				
		0	7	14	21	30
R	CN	5,97	5,95	6,11	6,18	6,16
R	BAR	6,17	5,93	6,12	6,15	6,26
R	PAC	5,92	5,97	6,04	6,39	6,16
TA	CN	5,97	5,96	6,05	6,16	6,47
TA	BAR	6,17	6,02	6,01	6,26	6,54
TA	PAC	5,92	6,04	6,16	6,16	6,57
CV(%)		2,30	1,15	1,23	2,71	3,55
P-valor						
Dia x temperatura x tratamento		0,0050				

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

Na tabela 3.10 estão apresentados os valores médios de pH da gema de ovos armazenados sob R até os 56 dias, que não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos com extratos BAR e PAC em relação ao CN.

**Tabela 3.10** Valores médios do pH de gema de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	56
CN	5,97	5,95	6,11	6,18	6,16	6,15	6,18	6,42	7,01
BAR	6,17	5,93	6,12	6,15	6,26	6,26	6,06	6,26	6,99
PAC	5,92	5,97	6,04	6,39	6,16	6,26	6,50	6,27	6,94
CV (%)	2,44	0,63	0,95	1,28	1,52	1,26	5,25	2,65	3,29
P-valor									
Dia x tratamento	0,0015								

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

Quanto aos resultados obtidos ao se avaliar os valores de pH (Tabela 3.11) de gema de ovos armazenados por 30 dias entre diferentes temperaturas de armazenamento, observa-se que o pH da gema diferiu ( $p < 0,05$ ) entre R e TA aos 30 dias. Ao longo do período de estocagem as gemas de ovos sob R permaneceram com valores médios de pH mais estáveis, enquanto que em gemas de ovos em TA o valor médio diferiu ( $p < 0,05$ ) aos 30 dias, ocorrendo aumento do pH em comparação aos valores médios de 0 a 21 dias. Os resultados apresentados por Pereira (2009) corroboram com estes resultados, uma vez que os ovos armazenados sob R (4°C) até 30 dias permaneceram com valores médios de pH estáveis, sugerindo que, durante o armazenamento, a membrana vitelina fica mais permeável, favorecendo a difusão dos íons  $H^+$  da gema para o albúmen, deixando o pH mais alcalino. Ganeco et al. (2012) apresentam resultados em concordância com os resultados encontrados neste estudo, já que o pH da gema não diferiu ( $p > 0,05$ ) entre os períodos de estocagem em ovos refrigerados entre 14 e 28 dias.

**Tabela 3.11** Valores médios do pH de gema de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais

Temperaturas	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	6,02 <sup>a</sup>	5,95 <sup>a</sup>	6,09 <sup>a</sup>	6,10 <sup>a</sup>	6,19 <sup>Aa</sup>
TA	6,02 <sup>a</sup>	6,01 <sup>a</sup>	6,07 <sup>a</sup>	6,24 <sup>a</sup>	6,53 <sup>Bb</sup>
CV(%)	2,30	1,15	1,23	2,71	3,55
P-valor					
Dia x temperatura	<0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Na Tabela 3.12 estão apresentados os resultados médios de pH do albúmen dos ovos armazenados em R e TA. Observou-se que os extratos de BAR e PAC não afetaram ( $p>0,05$ ) os valores médios do pH do albúmen (Tabela 3.12), quando comparados ao CN nos ovos sob R. Também não foram observadas diferenças significativas entre os extratos de BAR e PAC ao serem comparados com o CN dos ovos em TA.

**Tabela 3.12** Valores médios do pH de albúmen de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos		Período de Estocagem (dias)				
		0	7	14	21	30
R	CN	8,58	9,06 <sup>C</sup>	9,07 <sup>C</sup>	9,11 <sup>C</sup>	9,02 <sup>B</sup>
R	BAR	8,44	8,97 <sup>A</sup>	9,02 <sup>B</sup>	9,07 <sup>B</sup>	9,03 <sup>C</sup>
R	PAC	8,60	9,00 <sup>B</sup>	9,01 <sup>A</sup>	9,05 <sup>A</sup>	8,94 <sup>A</sup>
TA	CN	8,58	9,16 <sup>ABC</sup>	9,04 <sup>ABC</sup>	9,35 <sup>ABC</sup>	9,31 <sup>AB</sup>
TA	BAR	8,44	9,30 <sup>C</sup>	9,36 <sup>C</sup>	9,35 <sup>BC</sup>	9,32 <sup>BC</sup>
TA	PAC	8,60	9,31 <sup>C</sup>	9,39 <sup>C</sup>	9,40 <sup>C</sup>	9,33 <sup>B</sup>
CV(%)		1,45	1,68	1,95	1,71	1,95
P-valor						
Dia x temperatura x tratamento		0,0412				

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

Ao se comparar os resultados médios nas diferentes temperaturas de armazenamento, verificou-se que aos 7 e 14 dias os valores de pH do albúmen dos ovos contendo extratos de BAR e PAC sob R diferiram ( $p<0,05$ ) entre os tratamentos com BAR e PAC em TA, percebendo-se que houve uma perda muito maior de  $\text{CO}_2$  para o ambiente nos ovos oriundos de aves que receberam os extratos e foram armazenados em TA. Aos 21 e 30 dias, apenas o tratamento com PAC em TA continuou a diferir ( $p<0,05$ ) entre os extratos BAR e PAC de ovos sob R. Porém, nesses dias, não foram observadas diferenças significativas dos tratamentos com extratos em TA quando comparado ao CN sob R.

No armazenamento de ovos sob R até os 56 dias (Tabela 3.13), não foram observadas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre a adição dos extratos BAR e BAC ao se comparar com as médias obtidas no pH do albúmen do tratamento CN.

**Tabela 3.13** Médias dos valores do pH do albúmen de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	56
CN	8,58	9,06	9,07	9,11	9,02	9,08	9,06	8,99	9,15
BAR	8,44	8,97	9,02	9,07	9,03	9,01	9,07	9,02	9,13
PAC	8,60	9,00	9,01	9,05	8,94	9,11	9,09	8,95	9,09
CV (%)	1,54	0,48	0,29	0,51	0,62	0,72	0,39	0,60	0,41
P-valor									
Dia x tratamento	<0,0001								

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05). Coeficiente de variação (CV)

Ao se estudar o pH do albúmen em ovos submetidos a TA e R (Tabela 3.14), foi observado que os valores médios dos ovos sob R foram menores (p<0,05) que os encontrados nos ovos em TA nos dias 7, 14, 21 e 30 dias. Os dados de Salvador (2011) concordam com os resultados observados neste estudo, apresentando diferenças (p<0,05) dos 7 aos 30 dias entre R e TA. Tanto nos ovos sob R quanto em TA, o aumento do pH ao longo do período de estocagem teve início aos 7 dias, diferindo (p<0,05) do dia zero, mas o mesmo não diferiu dos dias 14, 21 e 30 dias. Oliveira (2006) e Pappas et al. (2005) apresentam dados semelhantes, porém Oliveira (2006) observou aumentos contínuos entre 10 e 20 dias, com valores estáveis somente nos dias seguintes. Já Pappas (2005), analisando o pH do albúmen por 14 dias, assim como neste estudo, também apresentou resultados crescentes até os 7 dias, mas sem diferir (p>0,05) até os 14 dias. Segundo Ordoñez (2005), o aumento do pH ao longo do armazenamento ocorre devido a alterações no sistema tampão do albúmen, no qual o ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) se dissocia em água (H<sub>2</sub>O) e gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e ambos passam pelos poros da casca sendo liberados para o ambiente, provocando elevações no pH.

**Tabela 3.14** Valores médios do pH de albúmen de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com extratos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	8,54 <sup>a</sup>	9,01 <sup>Ab</sup>	9,03 <sup>Ab</sup>	9,08 <sup>Ab</sup>	9,00 <sup>Ab</sup>
TA	8,54 <sup>a</sup>	9,25 <sup>Bb</sup>	9,26 <sup>Bb</sup>	9,37 <sup>Bb</sup>	9,32 <sup>Bb</sup>
CV(%)	1,45	1,68	1,95	1,71	1,95
P-valor					
Dia x temperatura	0,0033				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Nos valores médios de PC (Tabela 3.15), não foi observado efeito significativo dos extratos nos ovos sob R em relação ao CN aos 30 dias. Da mesma forma, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos em TA quando se compara os extratos ao CN. Também não houve diferença ( $p>0,05$ ) quando se comparou os tratamentos de ovos sob R com os tratamentos de ovos em TA. Nos valores de PC entre os tratamentos de ovos armazenados sob R até os 56 dias, não houve efeito ( $p>0,05$ ) dos extratos ao se comparar com o CN.

**Tabela 3.15** Valores médios de porcentagem de casca (PC) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamento	Período de Estocagem (dias)									
	0	7	14	21	30	35	42	49	56	
R CN	9,06	10,58	10,29	9,71	10,53	10,39	10,10	10,67	10,32	
R BAR0,1	9,66	10,73	9,34	9,35	9,74	10,50	10,88	10,83	10,70	
R BAR0,3	10,19	10,74	10,41	10,32	9,24	10,35	9,50	10,96	10,45	
R PAC0,1	10,11	9,19	10,62	10,21	10,33	10,45	10,56	10,62	11,76	
R PAC0,3	10,30	9,67	10,77	11,37	9,89	9,98	10,60	10,49	10,96	
TA CN	9,06	9,78	10,39	11,34	9,68	NA	NA	NA	NA	
TA BAR0,1	9,66	10,02	10,10	11,02	8,95	NA	NA	NA	NA	
TA BAR0,3	10,19	10,47	10,39	10,64	10,07	NA	NA	NA	NA	
TA PAC0,1	10,11	11,89	10,06	9,43	10,32	NA	NA	NA	NA	
TA PAC0,3	10,30	9,94	10,25	10,42	10,10	NA	NA	NA	NA	
CV(%)	7,09	8,38	7,29	12,82	8,73	6,67	8,74	7,94	7,42	
P-valor										
Dia x tratamento	0,1279									
Dia x temperatura x tratamento	0,2508									

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo Teste de Tukey ( $P<0,05$ ). Coeficiente de variação (CV), não analisado (NA)

Nesse estudo não foram observados efeito do tempo ou da temperatura de armazenamento sobre a PC (Tabela 3.16), concordando com os resultados obtidos por Oliveira (2006). No entanto, segundo esse autor, deveria ter ocorrido aumento na PC durante o armazenamento, pois o peso da casca se mantém constante e há diminuição do peso do ovo durante o armazenamento, justificando que esse resultado depende da perda de peso do ovo ocorrida durante o período de estocagem. Houve divergência em relação aos resultados observados por Silversides e Scott (2001), que observaram aumento na porcentagem de casca em ovos armazenados em TA.

**Tabela 3.16** Valores médios de porcentagem de casca (PC) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com extratos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	9,86	10,25	10,35	10,26	9,95
TA	9,86	10,33	10,25	10,53	9,81
CV(%)	7,09	8,38	7,29	12,82	8,73
P-valor					
Dia x temperatura	0,3770				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Na tabela 3.17, os valores médios de PG não diferiram ( $p > 0,05$ ) dos extratos BAR e PAC (0,1 e 0,3%) ao serem comparados ao CN nos ovos sob R. Entre os tratamentos contendo extratos, em TA, os valores médios de PG não diferiram ( $p > 0,05$ ) do tratamento CN. Ao comparar os resultados médios de PG dos ovos com extratos nas diferentes temperaturas, não houve diferença significativa entre eles e em relação aos tratamentos CN.

**Tabela 3.17** Valores médios de porcentagem de gema (PG) de ovos provenientes de poedeiras arraçoadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos		Período de Estocagem (dias)				
		0	7	14	21	30
R	CN	25,31	25,29	25,63	25,67	25,62
R	BAR0,1	26,16	26,16	24,47	25,87	25,59
R	BAR0,3	24,10	24,61	26,75	24,67	26,19
R	PAC0,1	24,39	24,75	24,95	27,21	26,21
R	PAC0,3	25,03	23,81	24,92	24,70	32,61
TA	CN	25,31	25,38	28,55	28,05	29,06
TA	BAR0,1	26,16	25,18	25,96	26,86	27,78
TA	BAR0,3	24,10	25,80	28,77	29,51	27,97
TA	PAC0,1	24,39	25,47	26,23	24,34	28,54
TA	PAC0,3	25,03	27,44	26,74	28,86	30,09
CV(%)		6,34	6,20	8,23	9,71	11,00
P-valor						
Dia x temperatura x tratamento		0,2569				

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

Os valores médios de PG (Tabela 3.18) não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos até os 21 dias sob R. Na mesma temperatura, aos 30 dias de armazenamento,

PAC (0,3%), apresentou maior PG ao ser comparado com o CN e BAR (0,1%), não diferindo ( $p>0,05$ ) de BAR (0,3%) e PAC (0,1%). Entre 35 e 56 dias de R, os extratos não diferiram entre si e entre os tratamentos CN. No entanto, o aumento da PG dos ovos do tratamento PAC (0,3%) verificado aos 30 dias de armazenamento não se manteve nos períodos seguintes.

**Tabela 3.18** Valores médios da porcentagem de gema (PG) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	56
CN	25,31	25,29	25,63	25,67	25,62 <sup>B</sup>	25,73	26,67	29,02	29,61
BAR0,1	26,16	25,16	25,47	25,87	25,59 <sup>B</sup>	25,54	25,70	26,05	27,36
BAR0,3	24,10	24,60	26,75	24,67	26,19 <sup>AB</sup>	26,86	25,17	26,91	27,70
PAC0,1	24,39	24,75	24,95	27,21	26,21 <sup>AB</sup>	25,30	24,48	27,93	26,39
PAC0,3	25,03	23,81	24,92	24,70	32,61 <sup>A</sup>	27,01	26,70	29,47	27,26
CV (%)	6,46	5,78	6,32	6,42	10,35	4,72	6,44	7,12	8,62
P-valor									

Dia x tratamento 0,0463

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

A PG de ovos sob R (Tabela 3.19) não diferiu significativamente ( $p>0,05$ ) dos ovos em TA ao longo de 30 dias de armazenamento, observando-se também, que os ovos sob R não diferiram ( $p>0,05$ ) entre os dias de estocagem. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Freitas et al. (2011) e Garcia et al. (2010), que não observaram diferenças entre as temperaturas de armazenamento e entre os períodos de estocagem em ovos sob R. Nos estudos realizados por Santos et al. (2009) e Barbosa et al. (2008) foram observados resultados diferentes, ao apresentarem valores médios de PG diferindo aos 7, 14, 21 e 30 dias entre as temperaturas de armazenamento sob R e em TA, e aumentos significativos da PG ao longo do período de armazenamento dos ovos sob R. Aumentos ( $p<0,05$ ) de PG em ovos armazenados em TA foram observados aos 30 dias, diferindo dos ovos com 0, 7, 14 e 21 dias. Garcia et al. (2010) e Santos et al. (2009) apresentam resultados discordantes, pois foram obtidos aumentos ( $p<0,05$ ) em TA aos 12 e 21 dias, respectivamente. Segundo Salvador (2011), esse aumento na PG é causado pela existência de um gradiente de pressão osmótica entre o albúmen e a gema, que se acentua ao longo do tempo, à medida que a água passa do albúmen para a gema, podendo ser acelerado em temperaturas mais elevadas.

**Tabela 3.19** Valores médios de porcentagem de gema (PG) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com extratos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	25,00	24,72	25,54	25,62	26,88
TA	25,00 <sup>a</sup>	25,71 <sup>a</sup>	27,25 <sup>a</sup>	27,39 <sup>a</sup>	28,74 <sup>b</sup>
CV(%)	6,34	6,20	8,23	9,71	11,00
P-valor					
Dia x temperatura	<0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

No presente estudo não foram observadas diferenças significativas entre os valores médios de PA (Tabela 3.20) dos tratamentos com adição de extratos de BAR e PAC (0,1 e 0,3%) em relação ao CN em ovos armazenados R por 30 dias. Não foi observado efeito dos extratos sobre a PA nos ovos armazenados em TA, quando comparados ao CN. Ao comparar-se os tratamentos entre as temperaturas de armazenamento R e TA, não houve efeito dos extratos em comparação aos tratamentos CN.

**Tabela 3.20** Valores médios de porcentagem de albúmen (PA) de ovos provenientes de poedeiras arraçoadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamento	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R CN	65,63	64,12	64,08	64,62	63,80
R BAR0,1	64,19	64,10	65,64	64,77	64,67
R BAR0,3	65,71	64,65	62,84	64,18	63,55
R PAC0,1	65,505	65,55	64,43	62,58	63,46
R PAC0,3	64,68	66,52	64,32	63,93	56,65
TA CN	65,63	64,84	61,06	60,61	61,26
TA BAR0,1	64,19	64,80	63,94	62,12	63,26
TA BAR0,3	65,71	63,73	60,85	59,86	61,96
TA PAC0,1	65,51	63,17	64,24	66,23	61,14
TA PAC0,3	64,68	62,62	63,01	65,24	59,82
CV(%)	2,51	2,67	3,74	4,66	5,45
P-valor					
Dia x temperatura x tratamento	0,0778				

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo Teste de Tukey (P<0,05). Coeficiente de variação (CV)

Nos resultados médios de PA (Tabela 3.21) em ovos armazenados sob R, não foi observada diferença ( $p>0,05$ ) estatística entre os tratamentos no período de 0 a 21 dias, percebendo-se redução ( $p<0,05$ ) do resultado médio de PA do tratamento com PAC (0,3%) aos 30 dias, o qual diferiu dos tratamentos CN, BAR (0,1 e 0,3%) e PAC (0,1%). No entanto, nos períodos seguintes de análise, os resultados de PA dos extratos e CN não diferiam entre si.

**Tabela 3.21** Valores médios da porcentagem de albúmen (PA) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	56
CN	65,63	64,12	64,08	64,62	63,80 <sup>A</sup>	63,87	63,23	60,69	60,07
BAR0,1	64,19	64,10	65,64	64,77	64,67 <sup>A</sup>	63,96	63,42	63,12	61,95
BAR0,3	65,71	64,65	62,84	64,18	63,55 <sup>A</sup>	62,44	65,34	62,12	61,85
PAC0,1	65,51	65,55	64,43	62,58	63,46 <sup>A</sup>	64,25	64,97	61,45	61,85
PAC0,3	64,68	66,52	64,31	63,93	56,65 <sup>B</sup>	63,01	62,70	60,04	61,78
CV (%)	2,56	2,54	2,18	2,52	4,95	1,82	2,60	2,41	3,24
P-valor									
Dia x tratamento	0,0071								

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

Ao verificar o efeito da temperatura de armazenamento, não foram observadas diferenças significativas de PA entre R e TA (Tabela 3.22) no decorrer dos 30 dias. Os ovos sob R não diferiram em PA durante o armazenamento de 0 a 30 dias. Os ovos em TA obtiveram menores valores ( $p<0,05$ ) aos 30 dias de armazenagem, diferindo do dia 0, 7, 14 e 21 dias. Estes resultados corroboram os apresentados anteriormente por Freitas et al. (2011) e Garcia et al. (2010), os quais não obtiveram valores médios de PA diferindo entre ovos armazenados sob R e em TA. Silversides e Scott (2001), ao contrário dos resultados apresentados neste estudo, ao analisarem a PA em ovos da linhagem ISA-Brow e ISA-White, armazenados em TA até os 10 dias, observaram redução linear aos 3, 5 e 10 dias e aos 1, 5 e 10 dias, respectivamente, relatando a influência genética na qualidade interna dos ovos, sendo que os maiores valores ( $p<0,05$ ) de PA corresponderam a linhagem ISA-Brow.

Segundo Santos et al. (2009), a redução do albúmen ocorre em função dos fatores químicos e físicos que alteram a altura do albúmen denso e o índice de gema, com a saída de CO<sub>2</sub> e evaporação da água pelos poros da casca para o meio externo, assim como a passagem da água do albúmen para a gema, que promovem redução no peso do albúmen em

relação ao peso do ovo. De acordo com Stringhini et al. (2013a) e Stringhini et al. (2013b), a adição de BAR e PAC (0,1 e 0,3) promoveu aumento na PC em comparação ao CN, elucidando que a presença de taninos nesses extratos não reduziu a disponibilidade de cálcio, que, segundo Haslam (1996), pode ocorrer em virtude da complexação desse composto com o mineral citado. Sendo assim, sugere-se que a menor velocidade de perda de água para o ambiente pode estar relacionada tanto à qualidade da casca, reduzindo as perdas de água pelos poros, quanto à presença de compostos vegetais que podem estar retardando a perda de H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> do albúmen para o ambiente externo, não sendo verificada diferença ( $p > 0,05$ ) entre os ovos sob R e em TA durante a estocagem.

**Tabela 3.22** Valores médios da porcentagem de albúmen (PA) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com extratos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	65,14	64,95	64,26	63,91	62,67
TA	65,14 <sup>a</sup>	63,87 <sup>a</sup>	62,52 <sup>a</sup>	62,60 <sup>a</sup>	61,46 <sup>b</sup>
CV(%)	2,51	2,67	3,74	4,66	5,45
P-valor					
Dia x temperatura	0,3616				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Nos valores médios de L\*, a\* e b\* de ovos armazenados sob R (Tabela 3.23), verificou-se que os tratamentos com extratos de BAR e PAC (0,1 e 0,3%) não provocaram modificações significativas na cor da gema, quando comparados com CN. Já em TA, os valores médios de L\*, a\* e b\* das gemas também não diferiram do CN, no entanto, houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os extratos para o quesito luminosidade (L\*), observando que o valor médio do tratamento PAC (0,1%) foi maior que o BAR (0,1%) aos 30 dias de armazenamento.

Ao se comparar os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento, foi observado que somente o valor de a\*, que caracteriza a coloração na região do vermelho (+a\*) ao verde (-a\*), não diferiu ( $p > 0,05$ ) em nenhum momento do período de estocagem. Para os valores de L\* e b\* foi verificada diferença significativa entre tratamentos com 30 e 21 dias, respectivamente.

**Tabela 3.23** Valores médios de L\*, a\* e b\* de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçoadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacari (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

(L*)		Período de Estocagem (dias)				
Tratamentos		0	7	14	21	30
R	CN	66,28	65,65	67,66	58,57	63,32 <sup>A</sup>
R	BAR 0,1	65,36	70,13	64,51	63,68	64,89 <sup>A</sup>
R	BAR 0,3	66,08	65,31	67,07	63,58	61,72 <sup>A</sup>
R	PAC 0,1	67,35	67,59	66,93	62,73	64,53 <sup>A</sup>
R	PAC 0,3	67,10	68,25	65,46	63,85	65,60 <sup>B</sup>
TA	CN	66,28	68,62	68,04	65,22	63,03 <sup>ABab</sup>
TA	BAR 0,1	65,36	70,17	67,45	66,86	53,16 <sup>Ab</sup>
TA	BAR 0,3	66,08	71,06	65,44	67,06	64,00 <sup>ABab</sup>
TA	PAC 0,1	67,35	70,86	70,00	64,09	66,45 <sup>ABa</sup>
TA	PAC 0,3	67,10	70,43	69,42	62,36	65,37 <sup>ABab</sup>
CV(%)		2,01	5,14	4,18	5,09	9,89
P-valor						
Dia x temperatura x tratamento		0,0010				
(a*)						
R	CN	-3,01	-3,84	-3,51	-2,95	-2,09
R	BAR 0,1	-3,96	-3,46	-3,43	-2,95	-3,78
R	BAR 0,3	-2,95	-4,14	-3,21	-3,99	-4,30
R	PAC 0,1	-4,02	-4,56	-4,11	-4,50	-4,30
R	PAC 0,3	-3,90	-4,85	-3,65	-3,74	-3,89
TA	CN	-3,01	-3,86	-3,08	-3,44	-3,82
TA	BAR 0,1	-3,96	-3,79	-2,39	-2,92	-2,45
TA	BAR 0,3	-2,95	-4,32	-4,04	-4,01	-4,59
TA	PAC 0,1	-4,02	-4,45	-3,23	-2,99	-2,71
TA	PAC 0,3	-3,90	-4,82	-3,30	-4,02	-1,89
CV(%)		28,80	23,39	25,73	43,74	41,68
P-valor						
Dia x temperatura x tratamento		0,6855				
(b*)						
R	CN	58,74	55,17	59,72	49,45 <sup>C</sup>	56,47
R	BAR 0,1	51,54	58,23	55,27	52,55 <sup>BC</sup>	55,66
R	BAR 0,3	58,40	53,35	60,72	51,25 <sup>C</sup>	52,68
R	PAC 0,1	55,46	52,48	59,68	50,07 <sup>C</sup>	56,34
R	PAC 0,3	55,45	54,73	60,03	57,52 <sup>ABC</sup>	57,58
TA	CN	58,74	55,56	65,37	63,32 <sup>C</sup>	61,48
TA	BAR 0,1	51,54	59,20	66,93	68,44 <sup>B</sup>	60,01
TA	BAR 0,3	58,40	60,91	65,10	63,82 <sup>C</sup>	57,82
TA	PAC 0,1	55,46	57,38	66,40	69,71 <sup>A</sup>	65,78
TA	PAC 0,3	55,45	61,42	64,85	61,66 <sup>C</sup>	63,52
CV(%)		6,86	8,54	7,13	15,12	9,52
P-valor						
Dia x temperatura x tratamento		<0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo Teste de Tukey (P<0,05); e <sup>2</sup>Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento. Coeficiente de variação (CV)

Em relação ao valor de  $L^*$  aos 30 dias, verificou-se que os extratos em TA não diferiram ( $p > 0,05$ ) do CN sob R, mas foi observado que a adição de PAC (0,3%) sob R, provocou gemas mais claras ( $p < 0,05$ ) que o BAR (0,1%) em TA, não diferindo entre os outros tratamentos em TA. No valor de  $b^*$  aos 21 dias, que indica coloração no intervalo do amarelo ( $+b^*$ ) ao azul ( $-b^*$ ), as gemas do BAR e PAC em TA com inclusão de 0,1% foi maior ( $p < 0,05$ ) que no CN sob R, já os tratamentos BAR (0,3%), PAC (0,3%) e CN em TA, não diferiram ( $p > 0,05$ ) do CN e extratos sob R. De acordo com Barbosa et al. (2011), a pigmentação em ovos refrigerados é estável e diminui quando os ovos são armazenados em temperatura ambiente, no entanto, nesse estudo, os ovos armazenados em TA com extratos BAR (0,1%) e PAC (0,1%), estavam mais amarelos que o CN, PAC (0,1%) e BAR (0,3%) sob R, sendo que o PAC (0,1%) em TA também foi maior ( $p < 0,05$ ) que o BAR (0,1%) sob R. Esse resultado pode ser atribuído a presença de antioxidantes na ração com extrato vegetal. Pois, segundo Melo Filho e Vasconcelos (2011), a oxidação de alimentos destrói vitaminas, ácidos graxos essenciais, proteínas e pigmentos. No entanto, esses resultados divergiram de Gómez (2003), que observou valor maior de  $L^*$  e redução nas cores amarela e vermelha em ovos de poedeiras alimentadas com a adição de extratos de alecrim e orégano em comparação ao CN.

A pigmentação da gema pode variar de amarelo levemente claro a laranja escuro, de acordo com a alimentação e características individuais da galinha (FREITAS et al., 2011). Para os consumidores, a cor está associada ao valor nutricional, sendo que a gema mais amarela é a preferida pelos mesmos (BISCARO; CANMIATTI-BRAZACA, 2006).

Nos resultados médios de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , referentes aos tratamentos de ovos armazenados sob R por 56 dias (Tabela 3.24), não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. Como a refrigeração mantém a estabilidade da cor durante o armazenamento (BARBOSA et al., 2011) e impede as desestruturas físico-químicas que propiciam mudanças na qualidade do produto (SOUZA, 2001), entende-se que a adição de extratos na dieta das poedeiras não teve efeito sobre a coloração dos ovos sob refrigeração.

**Tabela 3.24** Valores médios de L\*, a\* e b\* de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacarí (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

(L*)	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	56
Tratamentos									
CN	66,28	65,65	67,66	58,57	63,32	62,88	64,82	62,60	62,49
BAR0,1	65,36	70,13	64,51	63,68	64,89	65,56	64,72	58,40	64,07
BAR 0,3	66,08	65,31	67,07	63,58	61,72	64,18	65,64	64,05	62,60
PAC 0,1	67,35	67,59	66,93	62,73	64,53	63,61	66,87	65,99	64,30
PAC 0,3	67,10	68,25	65,46	63,85	65,60	67,94	65,88	63,34	65,30
CV (%)	2,05	6,10	2,52	4,92	3,34	3,61	2,76	7,69	7,08
P-valor									
Dia x tratamento	0,9566								
(a*)									
CN	-3,01	-3,84	-3,51	-2,95	-2,09	-1,85	-2,27	-1,32	-2,31
BAR0,1	-3,96	-3,46	-3,43	-2,95	-3,78	-2,90	-1,54	-2,27	-2,76
BAR 0,3	-2,95	-4,14	-3,21	-3,99	-4,30	-3,76	-3,84	-2,35	-1,36
PAC 0,1	-4,02	-4,56	-4,11	-4,50	-4,30	-2,94	-2,19	-2,25	-1,26
PAC 0,3	-3,90	-4,85	-3,65	-3,74	-3,89	-4,67	-4,09	-1,86	-2,70
CV (%)	29,31	23,66	21,35	49,40	36,55	47,41	56,02	58,94	53,28
P-valor									
Dia x tratamento	0,8972								
(b*)									
CN	58,74	55,17	59,72	49,45	56,47	57,26	61,65	60,01	56,13
BAR0,1	51,54	58,23	55,27	52,55	55,66	60,36	59,85	63,06	58,07
BAR 0,3	58,40	53,35	60,72	51,25	52,68	56,02	58,91	59,78	61,19
PAC 0,1	55,46	52,48	59,68	50,07	56,34	57,96	61,59	64,66	62,50
PAC 0,3	55,45	54,73	60,03	57,52	57,58	56,41	59,34	60,73	63,59
CV (%)	6,98	9,05	5,33	12,37	6,97	8,05	8,54	7,27	7,74
P-valor									
Dia x tratamento	0,9186								

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre tratamentos pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

Os resultados médios de L\*, a\* e b\* dos ovos armazenados sob R e em TA estão apresentados na tabela 3.25. Foi verificado que houve redução do valor de L\* ao longo do tempo nos ovos sob R e em TA (Tabela 3.25) e que não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre as temperaturas. Esses resultados divergem de Freitas et al. (2011), que observaram redução apenas no armazenamento sob R aos 21 dias e verificou diferença entre os valores nas diferentes temperaturas, percebendo também, que os ovos em TA ficaram mais claros à partir dos 14 dias. Fonseca et al. (2009) também observaram que ovos em TA ficaram mais claros que os estocados sob R após 21 dias. Por sua vez, Pereira (2009) não verificou diferença no valor médio de L\* até os 30 e 60 dias dos ovos sob R.

No teor de  $a^*$  não foi observada diferença ( $p>0,05$ ) no decorrer do período de estocagem e entre R e TA, percebendo-se que a cor tendeu mais ao verde ( $-a^*$ ). Assim como neste estudo, Pereira (2009) não observou aumento no valor de  $a^*$  em ovos refrigerados. Já Vidal (2009) diverge, observando aumento na cor vermelha. Os dois autores também observaram valores na faixa do verde, atribuindo ao teor de pigmentos carotenoides na ração. Estes resultados concordam com Freitas et al. (2011) que não observaram aumento no valor de  $a^*$  nos ovos sob R e em TA, mas divergem ao verificar maior teor de vermelho aos 14 dias em câmara fria em comparação à TA, porém não houve diferença aos 21 dias. Fonseca et al. (2009) também divergiram desse estudo, verificando maior teor de vermelho nos ovos sob R em comparação aos que estavam em TA até 21 dias.

**Tabela 3.25** Valores médios de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de gema de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com extratos vegetais

(L*)	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
Temperatura					
R	66,44 <sup>b</sup>	67,39 <sup>ab</sup>	66,33 <sup>ab</sup>	62,48 <sup>a</sup>	64,01 <sup>a</sup>
TA	66,44 <sup>abc</sup>	70,19 <sup>c</sup>	67,85 <sup>bc</sup>	65,18 <sup>ab</sup>	62,30 <sup>a</sup>
CV(%)	2,01	5,14	4,18	5,09	9,89
P-valor					
Dia x temperatura		<0,0001			
(a*)					
R	-3,57	-4,17	-3,58	-3,63	-3,67
TA	-3,57	-4,23	-3,20	-3,51	-2,99
CV(%)	28,80	23,39	25,73	43,74	41,68
P-valor					
Dia x temperatura		0,1980			
(b*)					
R	55,92 <sup>a</sup>	54,79 <sup>a</sup>	59,09 <sup>Ba</sup>	52,17 <sup>Ba</sup>	55,75 <sup>Ba</sup>
TA	55,92 <sup>c</sup>	59,00 <sup>bc</sup>	65,75 <sup>Aa</sup>	65,08 <sup>Aa</sup>	62,00 <sup>Aab</sup>
CV(%)	6,86	8,54	7,13	15,12	9,52
P-valor					
Dia x temperatura		<0,0001			

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Para o valor de  $b^*$ , somente os ovos em TA aumentaram ( $p<0,05$ ) com o tempo, aos 14 e 21 dias em relação aos dias anteriores, e aos 30 dias quando comparados a 0 dias. O teor de amarelo dos ovos em TA foi maior ( $p<0,05$ ) que os que estavam sob R a partir dos 14 dias de estocagem. Esses resultados estão de acordo com Freitas et al. (2011), que também observaram aumento do valor de  $b^*$  apenas nos ovos em TA, que foram maiores

( $p < 0,05$ ) que os refrigerados aos 14 e 21 dias de armazenagem. Fonseca et al. (2009) divergiu desses resultados, pois observaram maior teor de amarelo nos ovos sob R em relação à TA. Segundo Santos et al. (2009), independente da temperatura, o índice de coloração da gema diminui com 21 dias, em relação a 7 e 14 dias, e é menor em ovos em TA. No entanto, neste estudo as gemas se tornaram mais amareladas e menos claras ao longo do tempo em TA. De acordo com Sauveur (1993), durante o armazenamento dos ovos, ocorre transferência de ferro da gema para o albúmen, ocasionando a coloração rósea à clara, assim como, também, penetração de proteínas na gema, tornando-a de cor salmão, sugerindo-se que o alimento fornecido às poedeiras tenha influenciado os resultados obtidos.

É de conhecimento científico que os valores de pH, UH, IG, PG, PA e cor sofrem alterações ao longo do tempo, independente da temperatura de armazenamento, podendo ser retardadas quando submetidas a temperaturas de refrigeração. Nos resultados encontrados nesse experimento, foram observadas alterações ( $p < 0,05$ ) em relação aos períodos de estocagem, concordando com vários estudos, como os de Ganeco et al. (2012), Freitas (2011), Santos (2009), Lana (2000), Vêras et al. (2000), Cherian, Wolfe e Sim (1996), Ornelas (1979), Campos e Baião (1975).

## **5.2 Aspectos Físicos dos Ovos de Poedeiras Alimentadas com Rações Contendo Óleo de Copaíba e Sucupira**

Nos valores médios de UH observados na mesma temperatura de armazenamento (Tabela 3.26), os tratamentos não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre si. Ao verificar o efeito dos óleos entre as diferentes temperaturas, aos 7 dias de estocagem, somente o tratamento COP (0,09%) foi significativamente menor que o CN sob R, mas não diferiu ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos com a inclusão de SUC (0,03 e 0,06%) sob R. Com o aumento do tempo de armazenamento, os tratamentos COP (0,03 e 0,06%) e SUC (0,03%) em TA aos 14 dias não reduziram os valores médios de UH significativamente em comparação ao CN sob R. Já o CN e os óleos com maior inclusão de COP (0,09%) e SUC (0,06%) em TA foram menores ( $p < 0,05$ ) do que os tratamentos sob R. Aos 21 dias, todos os tratamentos em TA diferiram em relação ao CN sob R, observando-se que o CN em TA não diferiu ( $p > 0,05$ ) do tratamento contendo COP (0,03, 0,06 e 0,09%) e SUC (0,06%). Quando chegaram aos 30 dias, o CN, COP (0,03%) e SUC (0,03 e 0,06%) sob R apresentaram os maiores ( $p < 0,05$ ) valores de UH, diferindo de todos os tratamentos em TA. No entanto, os ovos dos tratamentos COP (0,03% e 0,09%) e SUC (0,06%) em TA não diferiram significativamente dos ovos

correspondentes à inclusão de COP (0,09%) sob R. Segundo Melo Filho e Vasconcelos (2011) a formação de peróxidos em alimentos, além de afetar as características sensoriais, destrói proteínas. Como esperado, foram verificadas maiores perdas de qualidade dos ovos armazenados em TA, mas a presença de compostos antioxidantes dos óleos vegetais adicionados nas rações de poedeiras podem influenciar a qualidade do albúmen ao longo do "shelf life" sem controle de temperatura, pois até os 14 dias verificou-se que a dição de COP (0,06%) não diferiu ( $p < 0,05$ ) de nenhum dos tratamentos sob R. Ao final do armazenamento, esperava-se que todos os tratamentos em TA diferissem dos tratamentos sob R, porém resultados diferentes foram observados com o uso de óleos vegetais, sendo assim, é importante que mais investigações sejam realizadas.

**Tabela 3.26** Valores médios de unidade Haugh (UH) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R CN	87,87	94,72 <sup>A</sup>	81,02 <sup>A</sup>	98,35 <sup>A</sup>	83,71 <sup>A</sup>
R COP0,03	96,25	88,83 <sup>A</sup>	89,51 <sup>A</sup>	80,13 <sup>B</sup>	81,83 <sup>A</sup>
R COP0,06	93,68	94,50 <sup>A</sup>	78,29 <sup>A</sup>	80,35 <sup>B</sup>	78,40 <sup>C</sup>
R COP0,09	88,65	91,44 <sup>A</sup>	78,22 <sup>A</sup>	80,22 <sup>B</sup>	78,44 <sup>B</sup>
R SUC0,03	88,64	86,95 <sup>B</sup>	86,19 <sup>B</sup>	84,68 <sup>A</sup>	81,29 <sup>A</sup>
R SUC0,06	92,21	82,46 <sup>B</sup>	79,60 <sup>A</sup>	79,59 <sup>B</sup>	81,35 <sup>A</sup>
TA CN	87,87	66,16 <sup>A</sup>	27,36 <sup>C</sup>	37,66 <sup>B</sup>	19,88 <sup>D</sup>
TA COP0,03	96,25	77,00 <sup>A</sup>	38,13 <sup>A</sup>	24,80 <sup>C</sup>	27,32 <sup>B</sup>
TA COP0,06	93,68	77,69 <sup>A</sup>	53,50 <sup>AB</sup>	32,93 <sup>C</sup>	28,56 <sup>D</sup>
TA COP0,09	88,65	55,86 <sup>B</sup>	23,01 <sup>C</sup>	20,76 <sup>C</sup>	31,89 <sup>B</sup>
TA SUC0,03	88,64	77,86 <sup>A</sup>	42,04 <sup>A</sup>	28,99 <sup>C</sup>	26,47 <sup>D</sup>
TA SUC0,06	92,21	74,03 <sup>A</sup>	35,24 <sup>C</sup>	28,27 <sup>C</sup>	41,32 <sup>BC</sup>
CV(%)	5,34	15,40	50,35	53,66	51,15
P-valor					
Dia x temperatura x tratamento		<0,0001			

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

O uso dos óleos vegetais não provocou diferença significativa nos valores médios de UH em relação ao CN e entre si no decorrer do período de estocagem. Observou-se que os valores médios observados até os 60 dias estavam altos, ou seja, com boas características de qualidade. Segundo o Programa de Controle da Qualidade adotado pelo United States Department of Agriculture (USDA, 2000), ovos considerados de qualidade

excelente devem apresentar valores de UH superiores a 72. De acordo com Cruz e Mota (1996), a perda de água e dióxido de carbono é proporcional à elevação da temperatura, sendo assim, o armazenamento a 4°C manteve a qualidade do albúmen em relação à altura, porém não foi observado efeito dos óleos vegetais sobre essa característica.

**Tabela 3.27** Valores médios de unidade Haugh (UH) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	60
CN	87,87	94,72	81,02	98,35	83,71	81,62	78,54	73,27	73,75
COP0,03	96,25	88,83	89,51	80,13	81,83	79,28	75,03	74,46	73,04
COP0,06	93,68	94,50	78,29	80,35	78,40	80,49	77,49	74,25	71,36
COP0,09	88,65	91,44	78,22	80,22	78,44	71,30	79,35	76,47	72,56
SUC0,03	88,64	86,95	86,19	84,68	81,29	84,36	80,00	75,79	71,01
SUC0,06	92,21	82,46	79,60	79,59	81,35	70,42	81,11	78,94	77,07
CV(%)	5,42	7,25	8,05	16,24	5,51	8,65	5,42	7,05	6,36
P-valor									
Dia x tratamento	<0,0001								

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05). Coeficiente de variação (CV)

Nos valores médios de UH dos ovos sob R e em TA (Tabela 3.28) foi verificado que houve redução (p<0,05) na altura do albúmen aos 14 e 30 dias em comparação ao dia 0 em ovos sob R. Já os ovos em TA reduziram (p<0,05) aos 7 e 14 dias ao serem comparados a 0 dias, se estabilizando aos 21 e 30 dias.

**Tabela 3.28** Valores médios de unidade Haugh (UH) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	91,22 <sup>a</sup>	89,53 <sup>Aab</sup>	81,22 <sup>Ab</sup>	84,10 <sup>Aab</sup>	80,98 <sup>Ab</sup>
TA	91,22 <sup>a</sup>	71,06 <sup>Bb</sup>	36,55 <sup>Bc</sup>	28,61 <sup>Bc</sup>	29,35 <sup>Bc</sup>
CV(%)	5,34	15,40	50,35	53,66	51,15
P-valor					
Dia x temperatura	<0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Nesse estudo, os ovos sob R diferiram (p<0,05) dos que estavam em TA a partir de 7 dias, obtendo melhores resultados de qualidade interna. Lopes et al (2012),

Akyurerek e Okur (2009) e Barbosa et al. (2008), concordam com estes resultados ao relatarem diferença entre as temperaturas a partir dos 7 dias, sendo que, o último autor recomenda que o armazenamento deve ser realizado em refrigeração ou em ambiente controlado entre 17 e 23°C, a fim de manter as características de qualidade física interna.

Nos valores médios de IG dos tratamentos armazenados sob R e em TA (Tabela 3.29), não foi observado efeito dos óleos vegetais em relação ao CN. Os valores de IG observados nesse estudo estavam dentro dos limites estabelecidos para ovos frescos que, segundo Salvador (2011), correspondem aos limites de 0,50 a 0,30.

**Tabela 3.29** Valores médios de índice de gema (IG) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R CN	0,49	0,51	0,43	0,53	0,53
R COP0,03	0,52	0,51	0,53	0,53	0,53
R COP0,06	0,52	0,51	0,50	0,51	0,55
R COP0,09	0,50	0,51	0,51	0,49	0,51
R SUC0,03	0,50	0,48	0,52	0,52	0,53
R SUC0,06	0,48	0,46	0,52	0,49	0,52
TA CN	0,49	0,41	0,34	0,33	0,33
TA COP0,03	0,52	0,41	0,33	0,31	0,28
TA COP0,06	0,52	0,43	0,36	0,32	0,31
TA COP0,09	0,50	0,40	0,32	0,30	0,31
TA SUC0,03	0,50	0,43	0,32	0,27	0,33
TA SUC0,06	0,48	0,43	0,34	0,30	0,35
CV(%)	3,66	10,57	22,04	26,70	26,47
P-valor	0,0997				

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

O valor médio de IG (Tabela 3.30) do tratamento com a inclusão de SUC (0,03 e 0,06%) foi maior que o CN aos 14 dias, porém, não foi observado efeito dos óleos vegetais sobre essa característica, quando comparados a CN, nos demais dias. Mas foi observado valor médio de IG maior ( $p < 0,05$ ) no tratamento com a inclusão de COP (0,03%) em comparação ao com SUC (0,06%) aos 35 dias. Os valores observados foram altos durante todo o período de estocagem em todos os tratamentos, sugerindo-se que o bom estado de qualidade interna foi em função do armazenamento refrigerado.

**Tabela 3.30** Valores médios de índice de gema (IG) de ovos provenientes de poedeiras arraçoadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)									
	0	7	14	21	30	35	42	49	60	
CN	0,49	0,51	0,43 <sup>B</sup>	0,53	0,53	0,51 <sup>AB</sup>	0,52	0,49	0,49	
COP0,03	0,52	0,51	0,53 <sup>AB</sup>	0,53	0,53	0,55 <sup>A</sup>	0,51	0,50	0,50	
COP0,06	0,52	0,51	0,50 <sup>AB</sup>	0,51	0,55	0,49 <sup>AB</sup>	0,51	0,51	0,47	
COP0,09	0,52	0,51	0,51 <sup>AB</sup>	0,49	0,51	0,52 <sup>AB</sup>	0,51	0,49	0,49	
SUC0,03	0,52	0,48	0,52 <sup>A</sup>	0,52	0,53	0,53 <sup>AB</sup>	0,51	0,51	0,47	
SUC0,06	0,52	0,46	0,52 <sup>A</sup>	0,49	0,52	0,46 <sup>B</sup>	0,52	0,53	0,48	
CV(%)	3,72	5,69	8,74	5,51	5,78	8,03	3,07	4,40	5,25	
P-valor										
Dia x tratamento	0,0011									

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

Os valores de IG dos ovos refrigerados (Tabela 3.31) não foram reduzidos ( $p > 0,05$ ) ao longo do tempo. Já os ovos em TA tiveram valores reduzidos aos 7 e 14 dias em relação ao início da armazenagem, mas no dias seguintes não diferiram em relação a 14 dias de estocagem. Em relação às temperaturas, houve diferença significativa a partir de 7 dias. Esses resultados estão de acordo com os observados por Lopes et al (2012), Akyurerek e Okur (2009) e Barbosa et al. (2008), ao relatarem redução dos valores de IG, assim como diferença entre as temperaturas de armazenamento a partir dos 7 dias de estocagem.

**Tabela 3.31** Valores médios de índice de gema (IG) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com óleos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	0,50 <sup>Aa</sup>	0,50 <sup>Aa</sup>	0,48 <sup>Aa</sup>	0,52 <sup>Aa</sup>	0,53 <sup>Aa</sup>
TA	0,50 <sup>Aa</sup>	0,42 <sup>Bb</sup>	0,34 <sup>Bc</sup>	0,31 <sup>Bc</sup>	0,32 <sup>Bc</sup>
CV(%)	3,66	10,57	22,04	26,70	26,47
P-valor					
Dia x temperatura	<0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Os valores médios de EC (Tabela 3.32) não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos na mesma temperatura e entre temperaturas diferentes. Os valores de EC observados nesse estudo estão de acordo com os observados por Ferreira (2008) e Sakomura et al. (1995). Estes autores relataram valores de EC entre 0,40 a 0,41mm (linhagem Dekalb White com 35 a 40 semanas) e entre 0,45 a 0,43mm (linhagem Hy-Line W36 com 35 a 38 semanas).

**Tabela 3.32** Valores médios de espessura de casca (EC) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)									
	0	7	14	21	30	35	42	49	60	
R CN	0,39	0,37	0,42	0,39	0,41	0,39	0,40	0,39	0,40	
R COP0,03	0,40	0,42	0,40	0,40	0,41	0,41	0,43	0,44	0,39	
R COP0,06	0,42	0,42	0,41	0,39	0,39	0,43	0,40	0,43	0,41	
R COP0,09	0,44	0,42	0,38	0,41	0,41	0,42	0,46	0,37	0,40	
R SUC0,03	0,40	0,43	0,38	0,37	0,40	0,42	0,38	0,40	0,41	
R SUC0,06	0,40	0,42	0,42	0,43	0,37	0,42	0,41	0,42	0,39	
TA CN	0,39	0,37	0,41	0,40	0,37	NA	NA	NA	NA	
TA COP0,03	0,40	0,39	0,41	0,39	0,39	NA	NA	NA	NA	
TA COP0,06	0,42	0,42	0,38	0,39	0,41	NA	NA	NA	NA	
TA COP0,09	0,44	0,42	0,44	0,40	0,37	NA	NA	NA	NA	
TA SUC0,03	0,40	0,40	0,40	0,44	0,39	NA	NA	NA	NA	
TA SUC0,06	0,40	0,41	0,42	0,40	0,40	NA	NA	NA	NA	
CV(%)	7,12	7,23	7,75	9,98	7,39	4,11	12,65	8,98	7,63	
P-valor										
Dia x tratamento	0,6172									
Dia x temperatura x tratamento	0,7342									

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV), não analisado (NA)

Nos resultados médios de EC (Tabela 3.33) não foram observadas diferenças significativas entre os dias de estocagem e entre as temperaturas sobre o valor de EC. Da mesma forma, Oliveira (2006) e Magalhães (2007), assim como nesse experimento, não observaram mudança na EC ao longo do tempo de estocagem.

**Tabela 3.33** Valores médios de espessura de casca (EC), em mm, de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40
TA	0,41	0,40	0,41	0,40	0,38
CV(%)	7,12	7,23	7,75	9,98	7,39
P-valor	0,5082				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Não foi observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) no valor médio de pH das gemas (Tabela 3.34) de ovos armazenados na mesma temperatura. Ao comparar-se os

tratamentos em temperaturas diferentes, verificou-se que o pH da gemas dos tratamentos com óleos vegetais em TA não diferiram ( $p>0,05$ ) do pH dos ovos sob R com 30 dias de armazenamento. Já o CN em TA, como esperado, apresentou valores de pH superiores ( $p<0,05$ ) ao CN sob R, mas não diferiu do tratamento com inclusão de COP dos ovos refrigerados. Sendo assim, pode-se inferir que, a utilização dos óleos vegetais na dieta das poedeiras provocou efeito positivo na preservação do pH da gema dos ovos armazenados em TA. De acordo com Ahn et al. (1999), os valores de pH das gemas de ovos frescos apresentam valor médio de 6,0, mas no decorrer da estocagem esses valores podem variar entre 6,4 e 6,9, concordando com os valores observados nesse trabalho.

**Tabela 3.34** Valores médios do pH de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R CN	5,91	5,97	5,92	6,14	6,10 <sup>A</sup>
R COP	5,91	5,98	6,16	6,13	6,33 <sup>B</sup>
R SUC	6,01	6,03	6,08	6,28	6,22 <sup>A</sup>
TA CN	5,91	6,14	6,33	6,29	6,86 <sup>B</sup>
TA COP	5,91	5,95	6,16	6,14	6,33 <sup>AB</sup>
TA SUC	6,01	6,02	6,05	6,16	6,43 <sup>AB</sup>
CV(%)	0,97	1,10	2,85	1,44	3,59
P-valor					

Dia x temperatura x tratamento 0,0002

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

Nos resultados médios de pH de gema dos tratamentos armazenados sob R (Tabela 3.35) não foi observada diferença significativa entre os tratamentos.

**Tabela 3.35** Valores médios de pH de gemas de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	60
CN	5,91	5,97	5,92	6,14	6,10	6,22	6,39	6,32	6,52
COP	5,91	5,98	6,16	6,13	6,33	6,22	6,29	6,08	6,14
SUC	6,01	6,03	6,08	6,28	6,22	6,11	6,36	6,14	6,22
CV(%)	1,01	0,81	2,57	1,65	2,64	0,95	1,23	2,59	3,26
P-valor									

Dia x tratamento 0,0070

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

Em ovos armazenados sob R (Tabela 3.36), não foram verificados aumentos ( $p < 0,05$ ) do pH de gema de ovos ao longo do tempo. Já nos ovos em TA, houve aumento significativo dos valores de pH aos 30 dias, quando, também, foi verificada diferença significativa em comparação aos ovos sob R. Esses resultados estão de acordo com os observados por Salvador (2011), que não observou aumentos no decorrer do armazenamento refrigerado, mas divergem dos estudos realizados por Pereira (2009) e Vidal (2009), que verificaram aumento do pH da gema aos 30 dias em ovos armazenados sob R. Nos ovos em TA, Salvador (2011) e Magalhães (2007) discordam deste estudo, verificando elevação do pH da gema no 12º dia e no 14º dia, respectivamente. Já Pissinati et al. (2014), assim como neste estudo, observaram aumento no pH da gema após 21 dias em TA.

**Tabela 3.36** Valores médios do pH de gemas de ovos armazenados sob refrigeração (R) em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com óleos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	5,94 <sup>a</sup>	5,99 <sup>a</sup>	6,05 <sup>a</sup>	6,18 <sup>a</sup>	6,22 <sup>Aa</sup>
TA	5,94 <sup>a</sup>	6,03 <sup>a</sup>	6,18 <sup>a</sup>	6,20 <sup>a</sup>	6,54 <sup>Bb</sup>
CV(%)	0,97	1,10	2,85	1,44	3,59
P-valor					
Dia x temperatura	0,0411				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV).

Ao comparar os ovos entre as temperaturas de estocagem, Oliveira (2006) observou aumentos nos valores de pH das gemas aos 10 dias em TA e aos 20 dias em ovos sob R, diferindo entre as temperaturas nesses dias, porém, não diferindo após esse período, discordando dos resultados obtidos neste experimento. Lopes et al. (2012) também divergiram, verificando diferenças entre as temperaturas aos 7 dias, mas não observaram nos dias seguintes, até os 35 dias.

Os valores médios do pH do albúmen (Tabela 3.37) dos tratamentos de ovos armazenados na mesma temperatura de armazenamento ou entre as diferentes temperaturas, não diferiram significativamente entre si.

**Tabela 3.37** Valores médios do pH de albúmen de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R CN	8,33	8,93	9,14	9,26	9,33
R COP	8,47	9,01	9,28	9,26	9,25
R SUC	8,51	9,06	9,19	9,24	9,25
TA CN	8,33	9,26	9,44	9,56	9,49
TA COP	8,47	9,41	9,55	9,64	9,50
TA SUC	8,51	9,41	9,52	9,60	9,48
CV(%)	2,29	2,25	1,85	2,05	1,40
P-valor					
Dia x temperatura x tratamento	<0,0001				

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV).

Nos resultados de pH de albúmen dos tratamento refrigerados por 60 dias (Tabela 3.38), não foi verificado efeito ( $p > 0,05$ ) dos óleos sobre a característica de pH do albúmen em comparação ao CN.

**Tabela 3.38** Valores médios de pH de albúmen de ovos refrigerados provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	60
CN	8,33	8,93	9,14	9,26	9,33	9,22	9,21	8,99	9,02
COP	8,47	9,01	9,28	9,26	9,25	9,27	9,24	9,02	9,10
SUC	8,51	9,06	9,19	9,24	9,25	9,23	9,19	9,05	9,51
CV(%)	2,40	0,71	0,89	0,20	0,40	0,33	0,50	0,75	4,05
P-valor									
Dia x tratamento	<0,0001								

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV).

Nos resultados médios de pH do albúmen de ovos armazenados sob R e em TA (Tabela 3.39) houve aumento ( $p < 0,05$ ) a partir dos 7 dias de estocagem em relação ao dia 0 em ambas as temperaturas, sendo observada, também, diferença significativa entre as temperaturas dos 7 aos 30 dias, com valores mais altos em TA. Esses resultados estão de acordo com os observados por Lopes et al. (2014), Ordóñez (2005) e Alleoni e Antunes (2001), que verificaram aumento do pH do albúmen dos ovos ( $p < 0,05$ ) tanto em TA quanto

sob R, sendo que o primeiro autor, assim como nesse experimento, observou aumentos a partir dos 7 dias sob R e em TA.

**Tabela 3.39** Valores médios do pH de albúmen de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	8,45 <sup>a</sup>	9,00 <sup>Ab</sup>	9,21 <sup>Abc</sup>	9,24 <sup>Ac</sup>	9,26 <sup>Ac</sup>
TA	8,45 <sup>a</sup>	9,37 <sup>Bb</sup>	9,51 <sup>Bbc</sup>	9,59 <sup>Bc</sup>	9,47 <sup>Bbc</sup>
CV(%)	2,29	2,25	1,85	2,05	1,40
P-valor					
Dia x temperatura	0,0006				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Na Tabela 3.40, verificou-se que os valores médios de PC não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos armazenados na mesma temperatura e em diferentes temperaturas de armazenamento. Esses resultados demonstram que não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) dos óleos sobre a perda de água durante o armazenamento, ou seja, a proporção de casca em relação ao peso dos ovos no tempo não sofreu alteração significativa.

**Tabela 3.40** Valores médios de porcentagem de casca (PC) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)									
	0	7	14	21	30	35	42	49	60	
R CN	9,67	8,89	11,09	10,18	10,78	10,45	10,23	10,03	10,75	
R COP0,03	9,76	10,91	9,80	10,39	10,86	10,82	10,92	11,83	10,51	
R COP0,06	10,43	10,98	10,92	10,06	10,82	11,19	10,70	11,18	11,05	
R COP0,09	10,61	10,44	9,77	11,03	10,64	11,18	10,85	9,96	10,85	
R SUC0,03	10,02	11,04	9,79	10,10	11,18	11,75	10,22	11,12	11,15	
R SUC0,06	10,32	10,61	11,38	11,18	10,25	11,35	10,63	11,02	10,17	
TA CN	9,67	9,03	10,74	10,76	10,55	NA	NA	NA	NA	
TA COP0,03	9,76	9,93	10,82	10,57	10,67	NA	NA	NA	NA	
TA COP0,06	10,43	10,24	10,47	10,26	10,80	NA	NA	NA	NA	
TA COP0,09	10,61	10,54	11,63	10,72	9,64	NA	NA	NA	NA	
TA SUC0,03	10,02	10,63	11,88	12,20	10,73	NA	NA	NA	NA	
TA SUC0,06	10,32	10,69	11,39	10,99	11,16	NA	NA	NA	NA	
CV(%)	7,42	8,98	11,34	10,54	7,44	6,53	10,50	9,27	7,95	
P-valor										
Dia x tratamento	0,5165									
Dia x temperatura x tratamento	0,3217									

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

Não foi observado aumento significativo da PC (Tabela 3.41) ao longo do tempo em ambas as temperaturas, assim como também não houve diferença entre as temperaturas de armazenamento. Estes resultados concordam com Magalhães (2007) e Oliveira (2006), que não observaram diferença na PC durante o armazenamento sob R e em TA. Também houve concordância com os estudos realizados por Ramos et al. (2010). Já Garcia et al. (2010), Silversides e Scott (2001) divergem dos resultados, pois verificaram aumento da PC nos ovos em TA e sob R.

**Tabela 3.41** Valores médios de porcentagem de casca (PC) de ovos sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com óleos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	10,14	10,57	10,54	10,46	10,76
TA	10,14	10,15	11,16	10,95	10,59
CV(%)	7,42	8,98	11,34	10,54	7,44
P-valor	Dia x temperatura 0,1824				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Nesse estudo não foi verificado influência dos tratamentos (p>0,05) sobre PG (Tabela 3.42) na mesma temperatura ou ao compará-los nas diferentes temperaturas.

**Tabela 3.42** Valores médios de porcentagem de gema (PG) de ovos provenientes de poedeiras arraçoadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R CN	23,33	24,34	23,80	24,76	27,66
R COP0,03	27,13	25,67	23,92	26,88	27,25
R COP0,06	25,39	24,22	27,29	24,16	31,29
R COP0,09	23,19	24,94	25,64	30,30	24,03
R SUC0,03	23,38	24,27	24,47	29,74	26,34
R SUC0,06	24,84	24,04	24,72	23,78	25,99
TA CN	23,33	25,39	27,95	25,78	27,86
TA COP0,03	27,13	24,44	25,44	26,15	28,46
TA COP0,06	25,39	23,73	24,69	26,22	28,46
TA COP0,09	23,19	26,52	28,04	28,54	27,80
TA SUC0,03	23,38	24,95	29,07	27,20	29,73
TA SUC0,06	24,84	26,15	27,27	26,81	26,15
CV(%)	11,51	7,43	9,44	10,46	8,94
P-valor	Dia x temperatura x tratamento 0,0067				

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05). Legenda: Coeficiente de variação (CV)

Nos ovos armazenados sob R por 60 dias não foram verificados efeitos significativos ( $p>0,05$ ) dos tratamentos sobre os valores médios de PG (Tabela 3.43), pois não diferiram entre si no decorrer do armazenamento.

**Tabela 3.43** Valores médios de porcentagem de gema (PG) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	60
CN	23,33	24,34	23,80	24,76	27,66	26,76	28,21	26,46	27,15
COP0,03	27,13	25,67	23,92	26,88	27,25	25,45	26,86	27,55	28,63
COP0,06	25,39	24,22	27,29	24,16	31,29	25,51	25,37	25,79	27,26
COP0,09	23,19	24,94	25,64	30,30	24,03	25,19	27,59	26,17	26,05
SUC0,03	23,38	24,27	24,47	29,74	26,34	25,69	24,33	25,68	26,78
SUC0,06	24,84	24,04	24,72	23,78	25,99	25,67	25,72	26,10	27,82
CV(%)	11,68	5,85	7,10	14,06	10,64	4,90	6,99	8,32	5,04
P-valor									
Dia x tratamento	0,1291								

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ). Coeficiente de variação (CV)

Os ovos sob R (Tabela 3.44) não diferiram ( $p>0,05$ ) ao longo do tempo, enquanto que, nos mantidos em TA, a PG aumentou significativamente ( $p<0,05$ ) aos 30 dias em comparação a 0 e 7 dias. No entanto, não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre as temperaturas de armazenamento ao longo dos 30 dias. Garcia et al. (2010), Barbosa et al.(2008) e Oliveira (2006) também relataram aumento significativo na PG ao longo do período de armazenamento nos ovos em TA, porém, eles também observaram esses aumentos em ambientes refrigerados, sendo verificado valores maiores em TA.

Freitas et al. (2011) e Garcia et al. (2010) concordam ao não observar diferença entre as temperaturas de estocagem sobre a PG no decorrer de 21 e 16 dias, respectivamente. Segundo Silversides e Budgell (2004), os aumentos na PG ocorrem em função da passagem de água do albúmen para a gema e da redução do peso dos ovos no período de estocagem.

**Tabela 3.44** Valores médios de porcentagem de gema (PG) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçoadas com óleos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	24,51 <sup>a</sup>	24,58 <sup>a</sup>	25,12 <sup>a</sup>	26,30 <sup>a</sup>	27,00 <sup>a</sup>
TA	24,54 <sup>a</sup>	25,21 <sup>a</sup>	27,06 <sup>ab</sup>	26,89 <sup>ab</sup>	28,06 <sup>b</sup>
CV(%)	11,51	7,43	9,44	10,46	8,94
P-valor	Dia x temperatura <0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo Teste de Tukey (P<0,05); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Os valores médios de PA (Tabela 3.45) dos tratamentos armazenados na mesma temperatura e ao compará-los nas diferentes temperaturas, não diferiram (p>0,05) entre si.

**Tabela 3.45** Valores médios de porcentagem de albúmen (PA) de ovos provenientes de poedeiras arraçoadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R CN	67,00	66,77	65,11	65,06	61,56
R COP0,03	63,11	63,42	66,28	62,73	61,12
R COP0,06	64,21	64,08	63,44	60,24	65,44
R COP0,09	66,20	65,34	62,93	64,81	58,07
R SUC0,03	66,59	64,69	65,74	60,70	62,49
R SUC0,06	64,84	65,35	63,90	65,04	63,76
TA CN	67,00	65,58	61,31	63,46	61,59
TA COP0,03	63,11	65,63	63,74	63,27	60,88
TA COP0,06	64,21	66,04	64,84	63,53	60,74
TA COP0,09	66,20	62,94	60,33	60,74	62,56
TA SUC0,03	66,59	64,42	59,06	60,59	59,53
TA SUC0,06	64,84	63,16	61,34	62,20	62,69
CV(%)	4,35	2,98	5,17	4,33	4,12
P-valor	Dia x temperatura x tratamento 0,0028				

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05). Coeficiente de variação (CV)

Verificou-se que os tratamentos não influenciaram nos valores médios de PA (Tabela 3.46) no decorrer do armazenamento, pois não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre eles.

**Tabela 3.46** Valores médios de porcentagem de albúmen (PA) de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

Tratamentos	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	60
CN	67,00	66,77	65,11	65,06	61,56	62,79	61,56	63,51	62,10
COP0,03	63,11	63,42	66,28	62,73	61,12	63,73	62,22	60,62	60,86
COP0,06	64,21	64,08	63,44	60,24	65,44	63,30	63,93	63,02	61,70
COP0,09	66,20	65,34	62,93	64,81	58,07	63,63	61,57	63,87	63,09
SUC0,03	66,59	64,69	65,74	60,70	62,49	62,99	65,45	63,20	62,07
SUC0,06	64,84	65,35	63,90	65,04	63,76	61,56	63,65	62,88	62,01
CV(%)	4,42	2,79	3,37	5,38	4,92	2,30	3,40	3,81	2,37
P-valor									
Dia x tratamento	0,2400								

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). coeficiente de variação (CV)

Houve redução ( $p < 0,05$ ) no valor médio de PA (Tabela 3.47) aos 30 dias em comparação a 0 e 7 dias nos ovos sob R e em TA. Esta redução já era esperada devido, principalmente, à perda de água através dos poros da casca para o ambiente, porém não foi observada diferença ( $p > 0,05$ ) no valor de PA entre as temperaturas no decorrer dos dias de armazenamento. Da mesma forma, Oliveira (2006) observou redução nos valores de PA aos 30 dias em ovos refrigerados e aos 10 e 30 dias nos ovos que foram armazenados em TA, no entanto, observou perda maior em TA, divergindo, em parte, com os resultados deste trabalho.

**Tabela 3.47** Valores médios de porcentagem de albúmen (PA) de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais

Temperatura	Período de Estocagem (dias)				
	0	7	14	21	30
R	65,33 <sup>a</sup>	64,84 <sup>a</sup>	64,36 <sup>ab</sup>	63,32 <sup>ab</sup>	62,11 <sup>b</sup>
TA	65,33 <sup>a</sup>	64,64 <sup>ab</sup>	61,77 <sup>bc</sup>	62,17 <sup>bc</sup>	61,36 <sup>c</sup>
CV(%)	4,35	2,98	5,17	4,33	4,12
P-valor					
Dia x temperatura	<0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Freitas et al. (2011) concordam ao não verificar diferença entre as temperaturas de armazenamento em relação ao valor médio de PA até 21 dias, porém, discordam quanto a redução dos valores de PA ao longo do tempo. Já Salvador (2011), diverge dos resultados desse experimento ao apresentar valores médios de PA diferindo entre as temperaturas R e TA no terceiro dia, verificando que os valores médios de PA em ovos armazenados em TA foram menores que os submetidos à refrigeração.

Ao observar o efeito da adição de óleos vegetais sobre a cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) das gemas na mesma temperatura (Tabela 3.48), em relação aos valores de luminosidade ( $L^*$ ), houve diferença ( $p < 0,05$ ) somente entre os tratamentos em TA aos 30 dias, sendo observado que as gemas do tratamento SUC (0,03%) estavam significativamente ( $p < 0,05$ ) mais claras que as dos tratamentos com inclusão de COP (0,03 e 0,06%), porém não houve diferença ( $p > 0,05$ ) em comparação ao CN.

Ao comparar os tratamentos nas diferentes temperaturas, apenas o tratamento com adição de SUC (0,03%) em TA foi maior ( $p < 0,05$ ) que o CN, COP (0,06%) e SUC (0,03%) sob R. Em relação às outras características de coloração da gema, não foi observado efeito dos óleos na região do vermelho ( $+a^*$ ) ao verde ( $-a^*$ ) e do amarelo ( $+b^*$ ) ao azul ( $-b^*$ ). Verificou-se que a adição de óleos vegetais não influenciou a coloração da gema de ovos armazenados quando comparados ao CN.

**Tabela 3.48** Valores médios de L\*, a\* e b\* de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA)

(L*)		Período de Estocagem (dias)				
Tratamentos		0	7	14	21	30
R	CN	68,06	67,68	66,65	69,33	65,17 <sup>A</sup>
R	COP0,03	68,27	66,34	68,81	63,63	67,34 <sup>AB</sup>
R	COP0,06	70,18	65,12	66,90	67,61	67,82 <sup>A</sup>
R	COP0,09	69,45	65,42	67,23	66,93	68,91 <sup>AB</sup>
R	SUC0,03	71,12	68,30	67,47	66,46	68,44 <sup>A</sup>
R	SUC0,06	66,88	67,43	69,12	64,76	69,71 <sup>AB</sup>
TA	CN	68,06	64,16	70,22	68,17	71,98 <sup>Ab</sup>
TA	COP0,03	68,27	71,46	73,15	64,39	69,73 <sup>Aa</sup>
TA	COP0,06	70,18	68,94	70,32	70,80	68,48 <sup>Aa</sup>
TA	COP0,09	69,45	69,34	66,60	68,71	73,14 <sup>Ab</sup>
TA	SUC0,03	71,12	71,34	67,32	53,64	72,75 <sup>Bb</sup>
TA	SUC0,06	66,88	69,12	72,39	64,68	72,14 <sup>Ab</sup>
CV(%)		3,31	4,99	5,84	7,75	5,15
P-valor		Dia x temperatura x tratamento 0,0008				
(a*)						
R	CN	-7,25	-7,05	-6,07	-6,83	-6,07
R	COP0,03	-7,06	-6,01	-7,06	-6,76	-6,53
R	COP0,06	-7,12	-5,41	-7,08	-7,00	-5,56
R	COP0,09	-6,93	-6,22	-6,53	-6,86	-7,21
R	SUC0,03	-6,82	-6,68	-6,68	-6,24	-7,03
R	SUC0,06	-6,58	-6,87	-7,09	-6,60	-7,08
TA	CN	-7,25	-6,54	-7,54	-6,61	-6,63
TA	COP0,03	-7,06	-6,80	-7,33	-6,57	-6,38
TA	COP0,06	-7,12	-6,58	-7,19	-6,45	-6,28
TA	COP0,09	-6,93	-7,24	-6,81	-7,10	-6,71
TA	SUC0,03	-6,82	-6,29	-7,16	-5,77	-7,28
TA	SUC0,06	-6,58	-6,60	-7,28	-6,75	-6,75
CV(%)		6,49	9,05	9,48	10,19	11,13
P-valor		Dia x temperatura x tratamento 0,0233				
(b*)						
R	CN	40,51	40,96	44,42	49,16	43,28
R	COP0,03	38,94	44,85	45,43	43,66	46,06
R	COP0,06	40,89	47,03	42,57	47,78	52,01
R	COP0,09	46,19	41,64	40,02	48,32	44,36
R	SUC0,03	45,42	45,72	46,61	49,37	50,21
R	SUC0,06	42,46	45,72	47,24	48,99	51,96
TA	CN	40,51	43,54	44,82	52,10	52,79
TA	COP0,03	38,94	38,46	44,28	52,84	49,91
TA	COP0,06	40,89	42,50	52,30	50,32	50,78
TA	COP0,09	46,19	46,71	52,55	51,38	55,43
TA	SUC0,03	45,42	42,10	43,72	49,94	50,47
TA	SUC0,06	42,46	43,12	49,75	53,63	54,17
CV(%)		9,09	10,93	10,15	8,75	11,64
P-valor		Dia x temperatura x tratamento <0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05); e <sup>2</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento. Coeficiente de variação (CV)

Nesse estudo, não foi verificado efeito dos tratamentos sobre a luminosidade ( $L^*$ ) e características de coloração do valor de  $a^*$  e  $b^*$  (Tabela 3.49).

**Tabela 3.49** Valores médios de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de ovos provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de óleos de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN), armazenados sob refrigeração a 4°C

(L*)	Período de Estocagem (dias)								
	0	7	14	21	30	35	42	49	60
Tratamentos									
CN	68,06	67,68	66,65	69,33	65,17	66,73	65,14	66,44	65,53
COP0,03	68,27	66,34	68,81	63,63	67,34	66,32	65,44	66,96	61,93
COP0,06	70,18	65,12	66,90	67,61	67,82	65,37	33,24	67,67	64,98
COP0,09	69,45	65,42	67,23	66,93	68,91	66,18	67,02	64,09	66,00
SUC0,03	71,12	68,30	67,47	66,46	68,44	65,93	67,38	65,74	67,18
SUC0,06	66,88	67,43	69,12	64,76	69,71	63,38	67,16	65,41	65,13
CV(%)	3,36	4,10	3,68	3,84	4,03	4,29	2,86	3,32	3,82
P-valor									
Dia x tratamento	0,3814								
(a*)									
CN	-7,25	-7,05	-6,07	-6,83	-6,07	-6,93	-6,93	-6,91	-6,17
COP0,03	-7,06	-6,01	-7,06	-6,76	-6,53	-6,63	-6,46	-6,43	-6,24
COP0,06	-7,12	-5,41	-7,08	-7,00	-5,56	-6,27	-6,02	-6,38	-6,15
COP0,09	-6,93	-6,22	-6,53	-6,86	-7,21	-6,66	-6,45	-7,26	-6,77
SUC0,03	-6,82	-6,68	-6,68	-6,24	-7,03	-6,69	-6,67	-6,77	-6,79
SUC0,06	-6,58	-6,87	-7,09	-6,60	-7,08	-5,84	-6,22	-6,11	-6,89
CV(%)	-6,59	-9,81	-11,41	-9,92	-12,76	-9,34	-9,15	-9,41	-8,19
P-valor									
Dia x tratamento	0,3512								
(b*)									
CN	40,51	40,96	44,42	49,16	43,28	46,31	45,00	47,47	44,05
COP0,03	38,94	44,85	45,43	43,66	46,06	45,49	46,06	50,78	45,10
COP0,06	40,89	47,03	42,57	47,78	52,01	49,18	49,88	52,67	50,77
COP0,09	46,19	41,64	40,02	48,32	44,36	49,84	53,82	42,95	50,86
SUC0,03	45,42	45,72	46,61	49,37	50,21	48,09	50,80	44,74	50,54
SUC0,06	42,46	45,72	47,24	48,99	51,96	49,66	49,16	50,18	49,48
CV(%)	9,22	8,66	9,11	8,63	13,55	8,34	8,88	8,96	10,27
P-valor									
Dia x tratamento	0,0529								

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente na mesma temperatura de armazenamento pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); e <sup>2</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos nas diferentes temperaturas de armazenamento. Coeficiente de variação (CV)

Nos resultados médios de  $L^*$  (Tabela 3.50), foi verificado redução ( $p < 0,05$ ) ao longo do tempo nos ovos armazenados nas duas temperaturas e, também, não houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre as temperaturas de estocagem. Esses resultados divergem de Freitas et al.

(2011) e Fonseca et al. (2009), que observaram valores maiores nos ovos em TA em comparação aos refrigerados, no entanto, Freitas et al. (2011) concordaram com a redução no valor de L\* no final do armazenamento refrigerado. Já Pereira (2009) divergiu desse estudo ao não relatar alteração da luminosidade (L\*) em ovos armazenados sob R por 60 dias.

**Tabela 3.50** Valores médios de L\*, a\* e b\* de ovos armazenados sob refrigeração (R) e em temperatura ambiente (TA) de poedeiras arraçadas com óleos vegetais

(L*)	Período de Estocagem (dias)				
Temperatura	0	7	14	21	30
R	66,44 <sup>b</sup>	67,39 <sup>ab</sup>	66,33 <sup>ab</sup>	62,48 <sup>a</sup>	64,01 <sup>a</sup>
TA	66,44 <sup>abc</sup>	70,19 <sup>c</sup>	67,85 <sup>bc</sup>	65,18 <sup>ab</sup>	62,30 <sup>a</sup>
CV(%)	2,01	5,14	4,18	5,09	9,89
P-valor	Dia x temperatura 0,0193				
(a*)					
R	-3,57	-4,17	-3,58	-3,63	-3,67
TA	-3,57	-4,23	-3,20	-3,51	-2,99
CV(%)	28,80	23,39	25,73	43,74	41,68
P-valor	Dia x temperatura 0,0278				
(b*)					
R	55,92	54,79	59,09 <sup>B</sup>	52,17 <sup>B</sup>	55,75 <sup>B</sup>
TA	55,92 <sup>c</sup>	59,00 <sup>bc</sup>	65,75 <sup>Aa</sup>	65,08 <sup>Aa</sup>	62,00 <sup>Aab</sup>
CV(%)	6,86	8,54	7,13	15,12	9,52
P-valor	Dia x temperatura <0,0001				

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre as temperaturas de armazenamento pelo teste de Tukey (P<0,05); e <sup>2</sup>Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre os períodos de estocagem. Coeficiente de variação (CV)

Não foram encontradas diferenças significativas (p>0,05) durante os dias de estocagem e entre as temperaturas em relação aos valores de a\*. Já para os valores de b\* houve aumento (p<0,05) somente nos ovos em TA aos 14 e 21 dias em comparação aos dias anteriores, não diferindo aos 30 dias. Quando se comparou os resultados entre as temperaturas, os ovos em TA continham maior (p<0,05) proporção de amarelo aos 14 dias e nos dias seguintes. Fonseca et al. (2009) relataram valores divergentes destes resultados ao verificarem que os ovos armazenados sob refrigeração estavam mais vermelhos (p<0,05) (+a\*) e mais amarelos que os estocados em TA, explicando que os ovos podem sofrer alterações internas por putrefação fúngica e bacteriana, e que a refrigeração ou a aplicação de tratamentos que fechem os poros da casca podem retardar esses processos. Freitas et al. (2011) divergem deste trabalho, observando que a partir dos 14 dias, os valores de a\* e b\* foram maiores em ovos sob R. Segundo Santos et al. (2009), o índice de coloração nos ovos

*in natura* reduzem tanto em TA quanto sob R, porém, as reduções são maiores ( $p < 0,05$ ) em TA. Este comportamento sugere que o alimento fornecido às poedeiras tenha influenciado nos resultados obtidos.

### **5.3 Composição Bromatológica dos Ovos de Poedeiras Arraçoadas com a Adição de Extratos e Óleos Vegetais**

Nesse estudo, o teor de U da gema (Tabela 3.51) dos ovos *in natura* foi maior ( $p < 0,05$ ) no tratamento CN e com BAR (0,1%) em comparação aos outros tratamentos, seguidos de PAC (0,3%), BAR (0,3%) e PAC (0,1%). Já o valor médio de U do albúmen foi reduzido ( $p < 0,05$ ) pela adição dos extratos, em comparação ao CN. Nas gemas cozidas, a adição dos extratos BAR (0,1%) e PAC (0,3%) reduziu significativamente o valor de U, em comparação com CN. Ressalta-se que essas reduções nos teores de U podem ter influenciado os resultados de composição do albúmen e da gema *in natura*, de uma maneira geral. Os teores médios de MM não foram influenciados pelos os tratamentos, tanto para gema e albúmen de ovos *in natura*. Segundo Silva e Queiroz (2009), quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, deve ser levado em consideração os respectivos teores de umidade.

Ao observarmos as gemas cozidas, verificamos que os valores de MM dos tratamentos com extratos não diferiram em relação ao CN, mas foram observados valores maiores no tratamento BAR (0,1%) em relação ao BAR (0,3%). Quanto ao teor de PT nas gemas dos ovos, o CN foi menor ( $p < 0,05$ ) somente em comparação ao BAR (0,3%), verificando-se valores maiores ( $p < 0,05$ ) ao compará-lo com os demais tratamentos. Já nas gemas cozidas, o tratamento BAR (0,3%) resultou em valor médio de PT inferior ( $p < 0,05$ ), quando comparado aos demais tratamentos. Os tratamentos com extratos apresentaram valores maiores de PT no albúmen que o CN. Os valores médios de EE foram menores ( $p < 0,05$ ) nos tratamentos CN e BAR (0,1%) em comparação aos demais. Já nas gemas cozidas os menores ( $p < 0,05$ ) valores de EE foram observados no tratamento PAC (0,1 e 0,3%) em relação ao CN e BAR (0,1 e 0,3%).

**Tabela 3.51** Valores médios, em porcentagem, de Umidade (U), matéria mineral (MM), proteína (PT) e extrato etéreo (EE) na matéria natural, de ovos *in natura* e gemas cozidas, provenientes de poedeiras arraçadas com a inclusão de extratos de barbatimão (BAR) e pacari (PAC), mais um tratamento controle negativo (CN).

Tratamentos	ovos <i>in natura</i>							
	U		MM		PT		EE	
	gema	albúmen	gema	albúmen	gema	albúmen	gema	albúmen
CN	51,10 <sup>a</sup>	89,21 <sup>a</sup>	1,83	0,79	18,47 <sup>b</sup>	10,04 <sup>c</sup>	26,01 <sup>b</sup>	NA
BAR 0,1	51,50 <sup>a</sup>	88,28 <sup>d</sup>	1,89	0,76	17,99 <sup>cd</sup>	10,89 <sup>a</sup>	26,52 <sup>b</sup>	NA
BAR 0,3	49,48 <sup>c</sup>	88,54 <sup>c</sup>	1,95	0,76	19,05 <sup>a</sup>	10,73 <sup>a</sup>	27,74 <sup>a</sup>	NA
PAC 0,1	49,83 <sup>c</sup>	88,69 <sup>b</sup>	1,76	0,74	18,09 <sup>c</sup>	10,45 <sup>b</sup>	28,11 <sup>a</sup>	NA
PAC 0,3	50,40 <sup>b</sup>	88,57 <sup>bc</sup>	1,73	0,81	17,71 <sup>d</sup>	10,77 <sup>a</sup>	27,90 <sup>a</sup>	NA
CV(%)	1,59	0,37	8,48	4,28	2,74	3,20	3,30	
Tratamentos	Gema cozida							
	U		MM		PT		EE	
	gema	albúmen	gema	albúmen	gema	albúmen	gema	albúmen
CN	51,04 <sup>a</sup>	NA	1,86 <sup>ab</sup>	NA	18,22 <sup>a</sup>	NA	27,56 <sup>ba</sup>	NA
BAR 0,1	50,01 <sup>c</sup>	NA	2,04 <sup>a</sup>	NA	18,14 <sup>a</sup>	NA	28,08 <sup>a</sup>	NA
BAR 0,3	50,84 <sup>ba</sup>	NA	1,80 <sup>b</sup>	NA	17,69 <sup>b</sup>	NA	27,50 <sup>b</sup>	NA
PAC 0,1	50,95 <sup>ba</sup>	NA	1,86 <sup>ab</sup>	NA	18,40 <sup>a</sup>	NA	26,94 <sup>c</sup>	NA
PAC 0,3	50,59 <sup>b</sup>	NA	1,83 <sup>ab</sup>	NA	18,28 <sup>a</sup>	NA	26,68 <sup>c</sup>	NA
CV(%)	0,78		5,14		1,47		1,97	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo teste de Tukey (P<0,05).

Coefficiente de variação (CV); não analisado (NA).

Em relação ao valor médio de U da gema (Tabela 3.52), verificou-se que o tratamento contendo SUC (0,03% e 0,06%) apresentou valor superior ( $p < 0,05$ ) que o CN e COP (0,06 e 0,09%), não diferindo ( $p > 0,05$ ) do tratamento COP (0,03%). O valor de U do albúmen foi maior ( $p < 0,05$ ) no CN e COP (0,06%) quando comparados aos outros tratamentos, sendo menor no tratamento SUC (0,03%) em relação aos demais tratamentos. Nas gemas cozidas, a adição dos óleos vegetais reduziu ( $p < 0,05$ ) o teor de U das amostras em relação ao CN. Quanto aos teores de MM nos ovos *in natura* e gemas cozidas, não foi observada diferença entre os tratamentos. Ao se verificar os valores médios de PT, na gema dos ovos *in natura*, os tratamentos com a inclusão de COP (0,03; 0,06; e 0,09%) apresentaram valores maiores que o CN e SUC (0,03 e 0,06%). Nas gemas cozidas, a adição de 0,03% de COP na ração apresentou valor médio de PT maior que o CN, porém no nível de COP (0,06%) houve redução do valor de PT, que foram menores ( $p < 0,05$ ) que o CN. Ao se observar os valores médios de PT do albúmen, somente o tratamento com COP (0,06%) não diferiu do CN, observando-se valores maiores ( $p < 0,05$ ) em todos os outros tratamentos com a inclusão de óleos vegetais. Em relação à composição de EE, observou-se que, nos ovos de poedeiras que foram arraçoadas com COP (0,06%) foi obtido teor maior ( $p < 0,05$ ) que no CN, mas no tratamento COP (0,09%) não foi observada diferença significativa em comparação ao CN. No entanto, em relação aos demais tratamentos, o CN e COP (0,09%) apresentaram maiores teores ( $p < 0,05$ ) de EE. Já nas gemas cozidas, o valor médio de EE do CN foi menor que os teores observados nos tratamentos contendo os óleos vegetais.

Os resultados observados nesse estudo estão de acordo com a composição centesimal descrita por USDA (2014), Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011), Torres et al. (2000) e Madrid Cenzano e Vicente (1996) em relação aos valores médios de U, MM e PT do albúmen. A composição de PT da gema dos ovos *in natura* observada nesse trabalho corrobora com os resultados verificados por Madrid Cenzano e Vicente (1996) e Fennema (2000), mas divergem dos resultados apresentados pelo USDA (2014), que observou valor médio menor (15,86%). Os valores de EE em gemas cruas estão de acordo com USDA (2014), mas divergem de Fennema (2000). Nas gemas cozidas, o teor médio observado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011) foram maiores que os observados nesse estudo.

**Tabela 3.52** Valores médios, em porcentagem, de Umidade (U), matéria mineral (MM), proteína (PT) e extrato etéreo (EE) na matéria natural, de ovos *in natura* e gemas cozidas, provenientes de poedeiras arraçoadas com a inclusão de óleo de copaíba (COP) e sucupira (SUC), mais um tratamento controle negativo (CN).

Tratamentos	ovos <i>in natura</i>							
	U		MM		PT		EE	
	gema	albúmen	gema	albúmen	gema	albúmen	gema	albúmen
CN	50,11 <sup>c</sup>	89,07 <sup>a</sup>	1,83	0,77	18,07 <sup>c</sup>	10,30 <sup>d</sup>	27,98 <sup>b</sup>	NA
COP 0,03	50,35 <sup>ab</sup>	88,47 <sup>b</sup>	1,89	0,78	18,59 <sup>b</sup>	10,86 <sup>c</sup>	27,35 <sup>c</sup>	NA
COP 0,06	50,17 <sup>c</sup>	89,15 <sup>a</sup>	1,80	0,76	18,71 <sup>ab</sup>	10,36 <sup>d</sup>	28,53 <sup>a</sup>	NA
COP 0,09	50,11 <sup>c</sup>	88,30 <sup>c</sup>	1,88	0,78	18,97 <sup>a</sup>	11,15 <sup>b</sup>	28,16 <sup>ba</sup>	NA
SUC 0,03	50,51 <sup>b</sup>	87,90 <sup>d</sup>	1,79	0,78	18,22 <sup>c</sup>	11,33 <sup>a</sup>	27,35 <sup>c</sup>	NA
SUC 0,06	50,59 <sup>a</sup>	88,36 <sup>bc</sup>	1,83	0,78	18,19 <sup>c</sup>	10,93 <sup>c</sup>	26,72 <sup>d</sup>	NA
CV(%)	0,42	0,52	4,09	2,88	1,77	3,68	2,31	
Tratamentos	Gema cozida							
	U		MM		PT		EE	
	gema	albúmen	gema	albúmen	gema	albúmen	gema	albúmen
CN	51,94 <sup>a</sup>	NA	1,97	NA	18,63 <sup>b</sup>	NA	25,34 <sup>c</sup>	NA
COP 0,03	50,45 <sup>c</sup>	NA	1,93	NA	18,90 <sup>a</sup>	NA	27,25 <sup>b</sup>	NA
COP 0,06	51,31 <sup>b</sup>	NA	1,94	NA	17,91 <sup>c</sup>	NA	27,28 <sup>b</sup>	NA
COP 0,09	50,36 <sup>c</sup>	NA	1,79	NA	18,40 <sup>b</sup>	NA	27,26 <sup>b</sup>	NA
SUC 0,03	50,62 <sup>c</sup>	NA	2,05	NA	18,38 <sup>b</sup>	NA	27,55 <sup>ab</sup>	NA
SUC 0,06	50,34 <sup>c</sup>	NA	1,97	NA	18,70 <sup>ab</sup>	NA	27,89 <sup>a</sup>	NA
CV(%)	1,24		5,59		1,90		3,13	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre os tratamentos pelo teste de Tukey (P<0,05).

Coefficiente de variação (CV); não analisado (NA).

## 6 CONCLUSÃO

O uso dos extratos de barbatimão e de pacari na ração das poedeiras não melhorou os aspectos de qualidade interna dos ovos frescos ou armazenados. No entanto, na dosagem de 0,1% elevou a pigmentação amarela das gemas de ovos armazenados em temperatura ambiente, uma vez que retardou a oxidação destes pigmentos.

O uso dos óleos de copaíba e de sucupira auxiliou no controle do pH de gemas de ovos armazenados em temperatura ambiente, mantendo os valores médios semelhantes aos dos ovos refrigerados. Também houve influência da adição de 0,06% de copaíba até os 14 dias, nos aspectos de qualidade do albúmen, obtendo-se valores de UH em ovos armazenados em temperatura ambiente, semelhantes aos ovos mantidos refrigerados. Contudo, necessita-se de mais investigações para que se defina a dosagem mais eficiente.

A refrigeração ainda é a melhor forma de retardar os processos físico-químicos que prejudicam os aspectos de qualidade interna dos ovos *in natura*, aumentando o seu “shelf life”. Porém, sendo o armazenamento em temperatura ambiente uma realidade no varejo brasileiro, torna-se importante a realização de mais estudos que possam avaliar a influência dos compostos bioativos presentes nas plantas em relação às alterações que acontecem nestas condições.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p.681-685, 2001.
- AHN, D. U.; SELL, J. L.; JO, C.; CHAMRUSPOLLERT, M.; JEFFREY, M. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n.6, p. 922-928. 1999.
- AKYUREREK, H.; OKUR, A. A. Effect of time, temperature and Hen Age on Quality in Free-Range Layer Hens. **Journal of and Veterinary Advances**, v. 8, n. 10, p. 1953-1958, 2009.
- ARAGON-ALEGRO, L. C.; SOUZA, K. L. O.; COSTA SOBRINHO, P. S.; LANDGRAF, M. DESTRO, M. T. Avaliação da qualidade microbiológica de ovo integral pasteurizado produzido com e sem etapa de lavagem no processamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.3, p. 618-622, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington D. C., 1990. 1141p.
- BARBOSA, N. A. A. SAKOMURA, N. K. MENDONÇA, M. O. FREITAS, E. R. FERNANDES, J. B. K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras Comerciais armazenados sob diferentes tempos e Condições de ambientes. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal. SP, v.24, n.2, 127-133, 2008.
- BARBOSA, V. C.; GASPAR, A.; CALIXTO, L. F. L.; AGOSTINHO, T. S. P. Stability of the pigmentation of egg yolks enriched with omega-3 and carophyll stored at room temperature and under refrigeration. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1540-1544, 2011.
- BISCARO, L. M.; CANMIATTI-BRAZACA, S. G. Cor, betacaroteno e colesterol em gema de ovos obtidos de poedeiras que receberam diferentes dietas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p. 1130-1134. 2006.
- CAMPOS, E. J.; BAIÃO, N. C. Efeitos da temperatura, período e posição durante o armazenamento sobre a qualidade interna de ovos de consumo. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 4, 1975, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto alegre, 1975.

- CHERIAN, G.; WOLFE, E. H.; SIM, J. S. Feeding dietary oil with tocopherols: effect of internal qualities of eggs during storage. **Journal of Food Science**, v. 61, n. 1, p. 15-18, 1996.
- CLOSA, S. J.; MARCHESICH, C.; CABRERA, M.; MORALES, J. C. M. Composición de huevos de gallina y codorniz. **Archivos Latinoamericanos de nutrición**, Caracas, v. 49, n.2. 1999.
- 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, 1996, Campinas. **Anais...** Trabalhos Apresentados ao Premio Lammas. Campinas: FACTA, 1996. p. 96.
- FENNEMA, O. R. **Química de Los alimentos**. 2 ed., Zaragoza, Editora Acribia, 2000, 1258p.
- FERREIRA, K. F. **Alterações da casca e conteúdo interno de ovos de consumo em função da idade de galinhas leves**. 2008. 65p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2008.
- FIGUEIREDO, T. C.; CANÇADO, S. V.; VIEGAS, R. P.; LARA, L. J. C.; SOUZA, M. R.; BAIÃO, N. C. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 712-720, 2011.
- FONSECA, N. A. N.; TARSITANO, M. A.; BRIDI, A. M.; CONSTANTINO, C.; CASTRO, L. M.; CARDOSO, T. A. B.; PERES, L. M. Qualidade sensorial e oxidação lipídica de ovos armazenados em diferentes formas. In: Zootec 2009. Águas Lindas, São Paulo. **Anais...**São Paulo: Associação Brasileira de Zootecnistas, 3p.,2009.
- FREITAS, L. W.; PAZ, I. C. L. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; SENO, L. O.; FELIX, G. A.; LIMA, N. D. S.; FERREIRA, V. M. O. S.; CAVICHIOLO, F. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.11, p.66-72, 2011.
- FUNK, E. M. IN: Egg Science and Technology. Westport, Connecticut, **the AVI Publishing Company INC**, p. 35, 1973.
- GARCIA, E. R. M.; ORLANDI, C. C. B.; OLIVEIRA, C. A. L.; CRUZ, F. K.; SANTOS, T. M. B.; OTUTUMI, L. K. Qualidade de ovos de poedeiras semipesadas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 505-518 , 2010.

- GANEKO, A. G.; SILVA, A. M. S.; BORBA, H.; BOIAGO, M. M.; LIMA, T. M. A.; SOUZA, P. A. Estudos comparativos de ovos armazenados em refrigeradores domésticos. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, SP, v.28, n.2, p.100-104, 2012.
- GÓMEZ, M. E. D. B. **Modulação da composição de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa.** 2003. 149 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências farmacêuticas, Universidade de São Paulo. 2003.
- HASLAM, E. Natural Polyphenols (Vegetable Tannins) as Drugs: Possible Modes of Action. **Journal of Natural Products**, v. 59, n. 2, p. 205-220, 1996.
- HAYAT, Z.; CHERIAN, G.; PASHA, T. N.; KHATTAK, F. M.; JABBAR, M. A. Oxidative stability and lipid components of eggs from flax-fed hens: Effect of dietary antioxidants and storage. **Poultry Science**, v. 89, p. 1285–1292, 2010.
- KAROUI, R.; KEMPS, B.; BAMELIS, F.; KETELAERE, B. D.; DECUYPERE, E.; BAERDEMAEKER, J. D. Methods to evaluate egg freshness in research and industry: a review. **European Food Research and Technology**, v. 22, 2006.
- LANA, G. R. Q. Processamento e conservação de ovos. In: Avicultura. Campinas: **Livraria e Editora Rural Ltda**, p. 172-182, 2000.
- LOPES, L. L. R. A.; SILVA, Y. L.; NUNES, R. V. TAKAHASHI, S. E.; MORI, C. Influência do tempo e das condições de armazenamento na qualidade de ovos comerciais. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. n. 18, 15p., 2012.
- MADRID, A. V.; CENZANO, J.; VICENTE, J. M. Manual de Indústria dos Alimentos. São Paulo: Varela. p. 489-495. 1996.
- MAGALHÃES, A. P. C. Qualidade de ovos comerciais de acordo com a integridade da casca, tipo de embalagem e tempo de armazenamento. 34f. Dissertação (mestrado em Produção Animal) – **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Seropédica, 2007.
- MAHAPATRA, C. M.; PANDEY, N. K. Estimation of egg shell strength from egg weight, shape index, specific gravity and egg surface area in different breeds of chicken. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 59, n. 1, p. 181-183, 1989.
- MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. UFRPE, Recife, 78p. 2011.
- MINOLTA. Precise Color Communication. Color control from perception to instrumentation. OsaKa: MinoltaCo. Ltda., 59p, 1998.
- OLIVEIRA, G. E. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminos bioativas em ovos.** 2006. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

- ORDÓÑEZ, J. A. Ovos e produtos derivados. **In: Tecnologia de alimentos. Alimentos de origem animal.** Porto Alegre: Artmed, p. 269-279, 2005.
- PAPPAS, A. C.; ACAMOVIC, T.; SPARKS, N. H. C.; SURAI, P. F.; McDEVIT, R. M. Effect of Supplementing Broiler breeder Diets with Organic Selenium and Polyunsaturated Fatty Acids on Egg Quality During Storage. **Poultry Science Association**, 2005.
- PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; ABREU, V. K. G.; ZAPATA, J. F. F.; FREITAS, E. R. Type of dietary lipids and storing time on egg stability. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 984-991, 2011.
- PEREIRA, A. L. F. **Efeito dos lipídios da ração sobre a qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras comerciais.** 2009. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- PISSINATI, A.; ALEXANDRE OBA, A.; FÁBIO YAMASHITA, F.; SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W.; ROMAN, J. M. M. Qualidade interna de ovos submetidos a diferentes tipos de revestimento e armazenados por 35 dias a 25°C. **Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 531-540, 2014.
- RAMOS, K. C. B. T.; CAMARGO, A. M.; OLIVEIRA, E. C. D.; CEDRO, T. M. M.; MORENZ, M. J. F. Avaliação da idade da poedeira, da temperatura de armazenamento e do tipo embalagem sobre a qualidade de ovos comerciais. **Revista de Ciências da Vida.** Seropédica, RJ, EDUR, v. 30, n. 2, 2010.
- ROMANOFF, A. L.; ROMANOFF, A. J. **The avian egg.** New York: John Wiley, 1963. 918 p.
- SALVADOR, E. L. **Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem.** 2011. 97p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.
- SAKOMURA, N. K.; MOREIRA, E. P.; PINHEIRO, K. T. R.; RESENDE, K. T.; JUNQUEIRA, O. M. Exigências Nutricionais de Fósforo para Galinhas Poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 936-951, 1995.
- SAMLI, H. E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effects of Storage Time and Temperature on Egg Quality in Old Laying Hens. **Poultry Science Association**, v. 14, p. 548-553, 2005.
- SANTOS, M. S. V.; ESPÍNDOLA, G. B.; LÔBO, R. N. B.; FREITAS, E. R.; GUERRA, J. L. L.; SANTOS, A. B. E. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.3, p. 513-517, 2009.
- SAUVEUR, B. **El huevo para consumo: bases productivas.** Tradução por Carlos Buxadé Carbó. Barcelona: Aedos Editorial, 1993. 377 p.

- SIEBEL, N. F.; SOUZA-SOARES, L. A. Avaliação física de ovos de codornas em diferentes períodos de armazenamento. **Vetor**, v.13, p.47-52, 2003.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 235 p.
- SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, SP. vol. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.
- SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v. 80, p. 1240-1245, 2001.
- SILVERSIDES, F. G.; BUDGELL, K. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. *Poultry Science*, v. 83, p. 1619-1623, 2004.
- SOUZA, D. O.; PERIM, F. S.; MINAFRA, C.; MARTINEZ, K. L. A.; MANI, I. P. **Qualidade interna e externa de ovos de granja marrom e caipira de acordo com a condição e o tempo de armazenamento**. Congresso de Pesquisa e Pós-graduação do Campus Rio Verde do Instituto Federal Goiano, I, 2012,. Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2012. 4p.
- SOUZA, H. B. A.; SOUZA, P. A.; LIMA, T. M. A. Efeito da qualidade da casca e higienização com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio na manutenção da qualidade interna de ovos de consumo. **Alimentos e Nutrição** 5: 27-36. 1993/1994.
- SOUZA, P. A. **Ovos e refrigeração**. Avicultura Industrial, São Paulo, v.3, p. 44-45, 2001.
- SOUZA-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Editora da Universidade UFPEL, 2005. 137p.
- STRINGHINI, J. H.; MOREIRA, J. S.; SANTOS, B. M.; OLIVEIRA, E. M.; CASTEJON, F. V.; CONCEIÇÃO, E. C. Efeito da Inclusão de Pacari (*Lafoensia Pacari*) à Dieta de Poedeiras Comerciais na Qualidade de Ovos. In: 28º Reunião Anual do CBNA: Congresso sobre Nutrição de Animais jovens -Aves e Suínos, 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição animal, 2013a.
- STRINGHINI, J. H.; MOREIRA, J. S.; SANTOS, B. M.; OLIVEIRA, E. M.; CARVALHO, F. B.; MELLO, H. H. C. Qualidade de Ovos de Poedeiras Comerciais Alimentadas com Rações Contendo Extrato de Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). In: 28º Reunião Anual do CBNA: Congresso sobre Nutrição de Animais jovens -Aves e Suínos, 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição animal, 2013b.
- TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS –TACO. 4. Ed. NEPA – UNICAMP, Campinas , 2011. 161p.
- TORRES, E. A. F. S., CAMPOS, N. C., DUARTE, M., GARBELOTTI, M. L., PHILIPPI, S. T., RODRIGUES, R. S. M. Composição centesimal e valor calórico de

alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimento**, v. 20, p. 145-150, 2000.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Egg-Grading Manual**. USDA: Washington, DC: Department of Agriculture. 56 p. 2000. (Agricultural Marketing Service, 75)

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Composition of Foods Raw, Processed, Prepared USDA National Nutrient Database for Standard Reference**. USDA: Washington, DC, v. 14, 2014. Disponível em: <<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods>>. Acesso em 20 de jun. 2014.

VÉRAS, A. L.; VELLOSO, C. B. O.; MATIOTTI, T. G.; FARIA, T. C. Avaliação da qualidade interna de ovos armazenados em dois ambientes em diferentes tempos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, p.55, 2000. Supl.

VIDAL, T. F. **Qualidade, Composição e Estabilidade dos ovos de Poedeiras Alimentadas com Farelo da Castanha de Caju**. 2009. 65p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.