



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

THAIS CRUZ LOPES TAVARES

**QUALIDADE DOS OVOS FRESCOS E ARMAZENADOS DE POEDEIRAS
SEMIPESADAS ALIMENTADAS COM SEMENTE RESIDUAL DE URUCUM**

FORTALEZA

2015

THAIS CRUZ LOPES TAVARES

**QUALIDADE DOS OVOS FRESCOS E ARMAZENADOS DE POEDEIRAS
SEMIPESADAS ALIMENTADAS COM SEMENTE RESIDUAL DE URUCUM**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

Co-Orientador: Prof^a Dra. Raffaella Castro Lima

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- T233q Tavares, Thais Cruz Lopes.
Qualidade dos ovos frescos e armazenados de poedeiras semipesadas alimentadas com semente residual de urucum. / Thais Cruz Lopes Tavares. – 2015.
70 f.: il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Zootecnia, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2015.
Área de Concentração: Nutrição Animal e Forragicultura
Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.
Coorientação: Profa. Dra. Raffaella Castro Lima.

1. *Bixa orellana*. 2. Ave poedeira - Nutrição animal. 3. Zootecnia. I. Título.

THAIS CRUZ LOPES TAVARES

**QUALIDADE DOS OVOS FRESCOS E ARMAZENADOS DE POEDEIRAS
SEMIPESADAS ALIMENTADAS COM SEMENTE RESIDUAL DE URUCUM**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas


Co-Orientador: Prof^a Dra. Raffaella Castro Lima

Aprovado em 29 / 09 / 2015

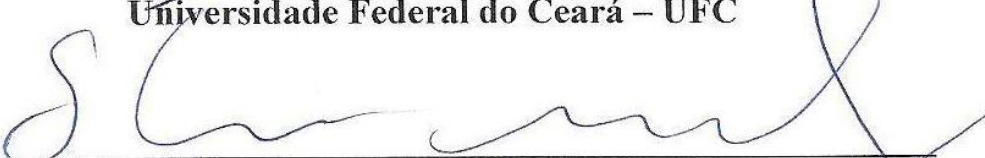
BANCA EXAMINADORA




Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC



Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará – UFC



Profa. Dra. Silvana Cavalcante Bastos Leite (Conselheira)
Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA



Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará – UFC

DEDICATÓRIA

A minha família amada: meus pais João (*in memoriam*) e Lúcia, minhas irmãs, Tallita e Tainan, e a minha avó Marieta.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder o dom da vida e me dar forças para sempre seguir em frente, não desistir e enfrentar as adversidades.

A minha Família que eu tanto amo: Minha Mãe Lúcia de Fátima, mulher guerreira, determinada, honesta e prestativa, pela ajuda, compreensão, apoio e paciência. Meu Pai João Eudes (*in memoriam*). Minhas irmãs, Tallita, pelos conselhos, ajudas, correções, incentivos, paciência e inspiração, e Tainan, também pela paciência e ajuda dada, espero que meu esforço lhe sirva de incentivo.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará – UFC, pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado em Zootecnia.

Ao professor e orientador, Ednardo Rodrigues Freitas, por ser um exemplo de dedicação à pesquisa científica, agradeço a oportunidade e honra proporcionada de ser orientado por um profissional tão competente e responsável.

Aos professores, Germano Augusto Jerônimo do Nascimento e Pedro Henrique Watanabe pela disponibilidade e colaborações.

A professora Silvana Cavalcante Bastos Leite pela colaboração para conclusão deste trabalho

Aos meus amigos e companheiros de jornada: Weiber Figueiredo e Daniela Joca pelo companheirismo e amizade, apoio e incentivo.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação da UFC, pelos ensinamentos e apoio durante as disciplinas ministradas durante o curso de mestrado.

Ao Laboratório de Frutos Tropicais do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFC, por possibilitar a realização das análises objetivas de cor da gema dos ovos.

A empresa Agropecuária Beraba Ltda pela doação do resíduo da semente de urucum.

Ao Banco do Nordeste do Brasil pelo financiamento do projeto.

Aos meus companheiros de pós-graduação e graduação colaboradores do

setor de avicultura Danilo Rodrigues, Davyd Herik, Diego Teixeira, Gilson Brito, Kassia Moreira, Nádia Braz, Marcelle Craveiro, Newton Sá, Rafaela Cipriano, Rebeca Cruz, em especial à Raffaella Castro, pela ajuda durante todo o tempo em que este trabalho foi executado, pela convivência maravilhosa e pelos momentos de esforço e diversão que nunca serão esquecidos.

Aos funcionários do setor de avicultura da UFC Isaías Carlos e Francisco Ormani, pela colaboração nas atividades relacionadas ao experimento.

A todos que contribuíram e ainda contribuem com apoio e consideração para minha vida pessoal e profissional.

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	15
CONSIDERAÇÕES GERAIS	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Produção de ovos no Brasil	19
2.2 Composição e qualidade do ovo	20
2.3 O Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	22
2.3.1 Sorgo em dietas avícolas	24
2.4 Pigmentos sintéticos e naturais.....	25
2.5 Urucum (<i>Bixa orellana L.</i>)	27
2.6 Ação antioxidante dos carotenoides	29
2.7 Alterações na qualidade do ovo durante o armazenamento	31
2.7.1 Oxidação e estabilidade lipídica na gema durante o armazenamento	34
3 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1 Delineamento experimental.....	36
3.2 Parâmetros avaliados	39
3.2.1 Densidade Específica.....	39
3.2.2 Unidades Haugh (Estado de Frecor).....	39
3.2.3 Percentuais de gema, casca e albúmen e espessura de casca.....	39
3.2.4 Cor da gema do ovo.....	40
3.2.5 pH do albúmen e da gema	40
3.2.6 Formação e estabilidade da espuma	40
3.2.7 Oxidação lipídica da gema	41
3.2.7.1 Preparo da amostra e determinação da oxidação lipídica.....	41
3.2.7.2 Curva de calibração	41

3.3 Análise estatística dos dados	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 Avaliação da qualidade do albúmen.....	43
4.2 Avaliação da qualidade da gema	48
4.3 Avaliação da qualidade da casca	57
5. CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	60

QUALIDADE DOS OVOS FRESCOS E ARMAZENADOS DE POEDEIRAS SEMIPESADAS ALIMENTADAS COM SEMENTE RESIDUAL DE URUCUM

RESUMO: Este estudo foi realizado com o objetivo de verificar os efeitos da inclusão da semente residual do urucum (SRU) na ração de poedeiras comerciais de ovos vermelhos sobre a qualidade do ovo fresco em função do tempo de armazenamento a 6°C por até 30 dias. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 3 (seis rações experimentais e três tempos de armazenamento), sendo seis repetições por tratamento, totalizando 108 observações. Inicialmente, 288 poedeiras *Lohmann Brown* com 34 semanas de idade foram distribuídas ao acaso, totalizando 48 aves (6 repetições de 8 aves) para cada ração experimental, que consistiram em: T1 - ração composta à base de milho e farelo de soja (controle positivo); T2 - ração contendo sorgo em substituição total ao milho, sem a adição de pigmentante (controle negativo); T3, T4, T5 e T6 – ração contendo sorgo em substituição total ao milho, com a adição de 2,5; 4,5; 6,5 e 8,5% de semente residual de urucum (SRU), respectivamente. Na 10ª semana após o início do fornecimento das rações experimentais foram coletados 6 ovos de cada repetição para as avaliações no dia 0 e após 15 e 30 dias de armazenamento. Foram avaliados os parâmetros de qualidade do albúmen (Unidades Haugh, percentagem, pH, formação e estabilidade da espuma), da gema (percentagem e pH, cores subjetiva e objetiva e oxidação lipídica) e da casca (percentagem e densidade específica). Houve interação significativa entre as rações experimentais e o tempo de armazenamento, apenas para as variáveis de coloração da gema. Porém, a adição de SRU aumentou linearmente a percepção da cor pelo leque colorimétrico, reduziu a luminosidade (L^*), aumentou a intensidade de vermelho (a^*) e do amarelo (b^*), enquanto o aumento do tempo de armazenamento aumentou a percepção da cor pelo leque colorimétrico, intensidade do amarelo (b^*) e reduziu a luminosidade (L^*) e a intensidade de vermelho (a^*). As rações experimentais não influenciaram as demais variáveis de qualidade da gema, entretanto o tempo de armazenamento causou um prejuízo na qualidade do albúmen e da casca, com exceção da percentagem de casca e pH do albúmen. É possível incluir até 8,5% de SRU em rações contendo sorgo para poedeiras de ovos vermelhos sem prejudicar a qualidade do albúmen e da gema dos ovos frescos e armazenados, sendo possível melhorar a coloração da gema com a inclusão a partir de 2,5%.

Palavras-Chave: Alimento alternativo, *Bixa orellana*, Carotenoides, Coloração da gema

QUALITY OF STORED FRESH EGGS FROM QUASI-WEIGHTY LAYING FED WITH RESIDUAL ANNATTO SEED

ABSTRACT: This study was conducted in order to verify the effects of the inclusion of annatto residual seed (*SRU*) in the feed of laying hens red eggs on the quality of the fresh egg depending on the storage time to 6 ° C for up to 30 days. The experimental design was completely randomized in a factorial 3 x 6 (six experimental diets and three storage times), six replicates per treatment, totaling 108 observations. Initially, 288 laying hens *Lohmann Brown* at 34 weeks of age were randomly distributed, totaling 48 birds (6 repetitions of 8 birds) for each experimental diet, which consisted of T1 - ration composed based on corn and soybean meal (positive control); T2 - diet containing sorghum in total replacement of corn without the addition of pigmentante (negative control); T3, T4, T5 and T6 - feed containing sorghum in total replacement of corn, with the addition of 2.5; 4.5; 6.5 and 8.5% residual annatto seed (*SRU*), respectively. In the 10th week, after the start of the experimental supply feed were collected 6 eggs of each repetition for evaluations on day 0 and after 15 and 30 days of storage. We evaluated the albumen quality parameters (*Haugh* units, percentage, pH, formation and foam stability), gem (percentage and pH, subjective and objective color and lipid oxidation) and bark (percentage and specific gravity). There was a significant interaction between the experimental feed and the storage time, only for yolk color variables. However, the addition *SRU* linearly increases the perception of color by colorimetric range, reduced lightness (L^*), increased redness (a^*) and yellow (b^*), while increasing storage time increased perception of color by colorimetric range, intensity of yellow (b^*) and reduced lightness (L^*) and redness (a^*). The experimental feed does not influence other gem quality variables, but the storage time caused a loss in the quality of albumen and shell, except the percentage of shell and albumen *pH*. It is possible to include up to 8.5% of *SRU* in feed containing sorghum for laying red eggs without harming the quality of the albumen and yolk of fresh and stored eggs, and improve the color of the yolk with the inclusion from 2.5 %.

Keywords: alternative food, *Bixa orellana*, Carotenoids, gem coloring.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição do ovo por 100 gramas de parte comestível	20
Tabela 2 - Composição nutricional do milho grão e sorgo baixo tanino	23
Tabela 3 - Carotenoides encontrados na natureza	26
Tabela 4 - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais	37
Tabela 5 - Valores de composição química e energética do resíduo da semente do urucum utilizado para formulação das rações experimentais	38
Tabela 6 - Valores de percentagem de albúmen de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.	43
Tabela 7 - Valores de Unidades Haugh de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.	44
Tabela 8 - Valores de pH do albúmen de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.	44
Tabela 9 - Índice de durabilidade da espuma (%) de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.	46
Tabela 10 - Overrun (%) da espuma de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.	46
Tabela 11 - Densidade da espuma de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.	47
Tabela 12 - Percentagem de gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.	48
Tabela 13 - Valores de pH da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.	49
Tabela 14 - Coloração subjetiva (leque colorimétrico) da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.	50
Tabela 15 - Componente de cor L* da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.	52

- Tabela 16 - Componente de cor a* da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C. 53
- Tabela 17 - Componente de cor b* da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C. 55
- Tabela 18 - Valores de TBARS (mg de malonaldeído/ kg de gema) da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C. 56
- Tabela 19 - Percentagem de casca de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C. 57
- Tabela 20 - Densidade específica de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C. 58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Planta de urucuzeiro e sementes do urucum	27
Figura 2 - Diferentes tonalidades de cores obtidas com corantes de urucum	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*	Intensidade de cor do verde ao vermelho
ANOVA	Análise de Variância
Anualpec	Anuário da Pecuária Brasileira
b*	Intensidade de cor do azul ao amarelo
C	Croma
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CDEB	Coeficiente de Digestibilidade da Energia Bruta
CDMS	Coeficiente de Digestibilidade da Matéria Seca
CDN	Coeficiente de Digestibilidade do Nitrogênio
CLA	Ácido linoleico conjugado
cm	Centímetro
CV	Coeficiente de Variação
DE	Densidade específica
DZ	Departamento de Zootecnia
EB	Energia Bruta
EC	Espessura de casca
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMA	Energia Metabolizável Aparente
EMAn	Energia Metabolizável Aparente Corrigida para o Balanço de Nitrogênio
Eros	Espécies reativas de oxigênio
FAO	Food and Agriculture Organization
g	Gramas
H	Altura do albúmen denso
h	Horas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
kcal	Quilocalorias
kg	Quilograma
L	Luminosidade
LANA	Laboratório de Nutrição Animal
MDA	Malonaldeído
mg	Miligramas
min	Minutos
mm	Milímetro
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
Nm	Unidade de absorvância
OMS	Organização Mundial de Saúde
P	Peso do ovo em gramas
PB	Proteína Bruta
PUFA	Ácido graxos insaturados
RL	Radicais Livre
SRU	Semente residual de urucum
SAS	Statistical Analyses System
TBA	Ácido tiobarbitúrico
TEP	Tetraetoxipropano
Tr	Traço
UBA	União Brasileira de Avicultura
UFC	Universidade Federal do Ceará

UH	Unidade Haugh
µg	Microgramas
%	Porcentagem
°C	Graus Celcius

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O ovo é um alimento de alto valor nutritivo com demanda anual crescente do mercado consumidor, onde segundo o relatório anual da UBA (2014), o consumo per capita de ovos no Brasil atingiu a marca de 168,7, um aumento de 9% em relação ao ano de 2013. O ovo apresenta composição nutricional adequada, sendo uma importante fonte energética na dieta humana e uma excelente fonte de vitaminas, lipídeos e proteínas de valor econômico mais acessível (FIGUEIREDO, 2008).

O consumo de ovos é influenciado pela qualidade do produto oferecido, estando relacionado às características externas e composição lipídica (MOURTHE e MARTINS, 2002). A composição lipídica dos ovos pode ser alterada em função da dieta das poedeiras, pois alguns ingredientes quando adicionados à ração, modificam a composição lipídica da gema podendo alterar a quantidade de ácidos graxos saturados e insaturados, causando impactos sobre a estabilidade dos ovos, em decorrência da oxidação lipídica (AYERZA e COATES, 2001).

Os ingredientes utilizados na alimentação das aves representam a maior parte dos custos de produção. Devido a isso, tem-se buscado alimentos alternativos de menor custo, que tenham a capacidade de suprir as necessidades nutricionais das aves, reduzindo os custos sem comprometer o desempenho zootécnico das mesmas (FREITAS et al., 2006).

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas com produtos e subprodutos regionais na alimentação de aves. Em determinadas épocas do ano, existe a disponibilidade de alimentos energéticos de menor custo e características nutricionais semelhantes às do milho, que podem servir como opções de substituição nas rações para aves (LEITE et al., 2011). O sorgo possui características nutricionais propícias para substituir o milho, seu uso é comum obtendo destaque em estudos com ingredientes alternativos (ROCHA et al., 2008). Segundo Miranda (2009), o valor nutricional desse ingrediente chega a alcançar 95% do valor nutricional do milho e seu o valor comercial é aproximadamente 80% do valor do milho.

O principal problema encontrado com a utilização desse alimento na dieta de aves consiste no teor de carotenoides praticamente inexistente no sorgo, causando uma despigmentação na gema dos ovos, porém essa despigmentação não afeta o valor nutricional do sorgo.

A coloração da gema é o primeiro atributo avaliado pelo consumidor na aquisição do produto. Desta forma, ao utilizar o sorgo na alimentação das aves, é necessário fazer a inclusão de pigmentantes na ração, proporcionando coloração adequada (GARCIA et al., 2005; PINTO et al., 2005; ASSUENA et al., 2008; MOURA et al., 2010).

Segundo a legislação da maioria dos países desenvolvidos, o uso de pigmentos sintéticos na ração de animais pode causar danos à saúde humana devido à toxicidade dos mesmos. Desta forma, a procura por pigmentos naturais que possam corrigir o problema da descoloração é frequente. Franco et al. (2008) relataram que o urucum é uma das principais fontes de pigmentos naturais para a indústria, por possuir em suas sementes uma polpa vermelho alaranjado.

Durante o processo de extração, muitos resíduos são gerados a partir da semente bruta, produzindo aproximadamente 97 a 98% de semente residual de urucum (SRU). Esse subproduto é oriundo do processo para obtenção de corante e da extração dos pigmentos para a indústria de corantes naturais por causa de sua coloração avermelhada.

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da inclusão da semente residual de urucum em rações para poedeiras comerciais, sobre as características de qualidade e estabilidade de ovos frescos e durante o armazenamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de Ovos no Brasil

A produção brasileira de ovos de poedeiras foi de 720 milhões de dúzias no 3º trimestre de 2014 (IBGE, 2014), o que representa um aumento de 3,9% em relação ao mesmo período de 2013. A região sudeste continua sendo a principal região produtora de ovos com cerca de 50% da produção nacional, sendo o estado de São Paulo, o estado que mais produz, 33,94% da produção nacional. O aumento na produção também se deve ao crescimento significativo do plantel brasileiro de poedeiras, cerca de 33,95% entre os anos de 2003 a 2012 (SANTA CATARINA, 2012).

Segundo dados da UBA (2014), o consumo de ovos no Brasil tem aumentado ao longo dos anos, atingindo em 2014 a marca de 168,7 unidades/ano, porém ainda é

considerado baixo, quando comparado ao consumo mundial de 220 unidades/ano. Muitos brasileiros não usufruem adequadamente dos benefícios desse produto, devido à divulgação de informações equivocadas em relação à quantidade de colesterol e quantas unidades podem ser consumidas. Estudos relacionados às propriedades nutricionais do ovo têm sido realizados, a fim de divulgar o seu benefício para a saúde humana visando um aumento no consumo *per capita* (PASTORE, OLIVEIRA e BRUMANO, 2014).

2.2 Composição e qualidade do ovo

O ovo pode ser considerado um recipiente biológico que contém material orgânico e inorgânico em sua constituição. Apresenta como componentes principais, gema, clara ou albúmen, membranas da casca e casca (BERTECHINI, 2003). Devido à sua composição nutricional (Tabela 1) apresenta alto valor biológico, onde além de proteínas e lipídeos, pode ser observado em sua composição vitaminas do complexo B, A, E, K, colina, minerais como ferro, fósforo, selênio, zinco e carotenoides.

Tabela 1 - Composição do ovo por 100 gramas de parte comestível

Componentes do ovo	Quantidade	Componentes do ovo	Quantidade
Umidade (%)	75,6	Fosforo (mg)	164
Energia (kcal)	143	Ferro (mg)	1,6
Proteína (g)	13	Sódio (mg)	168
Lipídeos (g)	8,9	Potássio (mg)	150
Colesterol (mg)	356	Zinco (mg)	1,1
Carboidratos (g)	1,6	Retinol (µg)	79
Cinzas (g)	0,8	Tiamina (mg)	0,07
Cálcio (mg)	42	Riboflavina (mg)	0,58
Magnésio (mg)	13	Piridoxina (mg)	Tr ¹
Manganês (mg)	Tr ¹	Niacina (mg)	0,75

Fonte: Tabela brasileira de composição dos alimentos – (Nepa / Unicamp, 2011), ¹ Tr – elemento traço

Segundo Ornellas (2006), a casca do ovo, que corresponde a 10% do peso do ovo, contém 94% de carbonato de cálcio (CaCO₃), 0,9% de magnésio, 0,9% de fósforo e 4% de glicoproteínas, muco proteínas, colágeno e mucopolissacarídeos. A casca é recoberta por uma cutícula insolúvel em água, oferecendo proteção contra microrganismos. Entre a superfície interna da casca e da clara, existem duas membranas constituídas de proteínas e polissacarídeos.

A clara do ovo corresponde a 60% do peso do ovo, composta por 88% de água e 12% de proteínas (ovoalbumina, conalbumina, ovomucina, lisoenzima). A ovoalbumina e conalbumina se encontram em maiores quantidades sendo elas as responsáveis pelas propriedades gelatinosas do albúmen (ALLEONI e ANTUNES, 2005).

A gema constitui em cerca de 30% do peso do ovo e é constituída de uma emulsão complexa de gordura em água, composta ainda por proteínas (17,4%), lipídeos (33%), vitaminas e minerais (2%) (FREITAS, 2005). A fração lipídica é composta em 66% por triacilgliceróis, 28% de fosfolipídios e 5% de colesterol. Segundo Ordónes (2005), cerca de 64% dos ácidos graxos presentes na gema são insaturados, onde o ácido oleico (C18:1) e ácido linoleico (C18:2) são encontrados em maiores quantidades.

A qualidade do ovo está ligada a características internas e externas deste. Para ser considerado em boas condições, o ovo deve apresentar peso adequado e características tais como: casca íntegra, sem sujidades, de espessura adequada, cor uniforme e formato ovóide; câmara de ar pequena e imóvel; albúmen homogêneo, transparente e denso; gema centralizada no ovo, com aspecto de uma sombra rosada, exibindo um contorno pouco visível e coloração alaranjada. A maioria dessas características é visualizada apenas por meio de ovoscopia, processo pelo qual uma luz intensa atravessa o ovo (BARBOSA FILHO, 2006).

A definição de qualidade apresenta ainda diferentes pontos de vista de acordo com o destino final do produto, sendo diferente para produtores, consumidores e processadores. O peso do ovo e o aspecto da casca são características consideradas pelos produtores como importantes para a qualidade, enquanto que para os consumidores a qualidade vai estar atrelada ao prazo de validade, aparência externa e coloração. Já para os processadores, a facilidade de se retirar a casca, separar a gema do albúmen e as características funcionais são os aspectos considerados importantes (ALLEONI e ANTUNES, 2001; ROSSI e POMPEI, 1995).

Considerando as perdas provocadas por quebra ou rachaduras das cascas, alguns parâmetros são utilizados para a avaliação da sua qualidade, como a medida da espessura da casca através de paquímetro e a gravidade específica dos ovos (BARBOSA FILHO, 2004).

À medida de gravidade específica é importante na avaliação do produto para a determinação da qualidade da casca do ovo, sendo uma forma fácil e não destrutiva de avaliação. A metodologia constitui na imersão dos ovos em soluções salinas ou pelo

método que se baseia no princípio de Arquimedes, utilizando dados do peso do ovo no ar e do peso da água deslocada pelo ovo, ao se encontrar completamente submerso (FREITAS et al., 2004; BARBOSA FILHO et al., 2005).

Outro parâmetro de fácil aplicação para a avaliação da qualidade interna dos ovos é a altura do albúmen, expressa por Unidades Haugh (UH), que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa. Nessa abordagem, quanto maior o valor das UH, melhor a qualidade interna do ovo (JORDÃO FILHO et al., 2006).

A cor da gema é uma característica de muita importância, principalmente, quando se deseja utilizar o ovo em processos de panificação (ROSSI e POMPEI, 1995; ALLEONI e ANTUNES, 2001) e também está relacionada como indicador de qualidade interna do ovo, exercendo papel importante na aceitação do produto, pois a intensidade da coloração da gema é comumente associada ao seu valor nutricional.

2.3 O Sorgo (*Sorghum bicolor*)

A utilização de alimentos alternativos para aves, em substituição aos convencionais (milho e soja), tem sido uma estratégia de mercado com o objetivo de reduzir os custos com a produção de ração. Nesse contexto, alguns alimentos alternativos têm se destacado, devido sua excelente composição nutricional, além da contribuição na redução dos gastos com alimentação (FILLARDI et al., 2007).

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) é o quinto cereal mais importante do mundo, superado apenas por trigo, arroz, milho e cevada. Estima-se que o sorgo tem sido utilizado como alimento básico por mais de 500 milhões de pessoas que vivem em países em desenvolvimento, principalmente da África e da Ásia e 65% da produção destina-se ao consumo animal (MUTISYA et al., 2009).

Segundo Aguiar et al. (2000), o sorgo pode ser cultivado em áreas e situações ambientais secas e quentes, tolerando bem o *déficit* de água. O sorgo possui ainda outras particularidades, como a tolerância a solos de menor fertilidade e menor umidade, sendo esta uma das razões pelas quais se pode observar o aumento da área de cultivo e das formas de utilização na produção animal no Brasil (ZAGO, 1991).

A área cultivada com sorgo na safra 2013/14 na região Centro-Oeste, maior região produtora, encontra-se em torno de 500,9 mil hectares, 59% da área nacional semeada com sorgo. Na região Nordeste, a área cultivada apresenta 122,6 mil hectares

segundo a CONAB (2014).

Segundo a tabela de composição dos alimentos do NRC (1994), o teor de energia metabolizável do sorgo é de 3.288 kcal/kg. Nas tabelas apresentadas em Rostagno et al. (2011), a energia metabolizável do sorgo alto tanino é 2.956 kcal/kg e do sorgo baixo tanino é de 3.189 kcal/kg. Quanto aos níveis proteicos, de acordo com Penz (1991) o sorgo apresenta o teor de proteína de 8 – 9%, embora esses níveis possam variar dependendo da variedade do grão, e outras variáveis como o ambiente e fertilidade do solo. Para Rostagno et al. (2011) a proteína bruta do sorgo alto tanino e baixo tanino é de 8,94% e 8,97%, respectivamente.

Comparando-o ao milho, que contém 3.381 kcal/kg de energia metabolizável e 7,88% de proteína bruta (ROSTAGNO et al., 2011), observa-se na Tabela 2, que o sorgo apresenta características em sua composição nutricional aceitáveis para ser utilizado como fonte alimentar na nutrição de aves, aproximando-se inclusive dos valores de energia e proteína presentes no milho.

Um efeito importante quanto à utilização de sorgo nas rações é a redução da coloração dos produtos avícolas, principalmente a gema dos ovos, podendo levar a uma rejeição por parte dos consumidores que preferem produtos de cor amarelo-avermelhada, exigindo a adição de pigmentos artificiais ou naturais à ração para corrigir o problema ocasionado pela incorporação do sorgo nas rações (ASSUENA et al., 2008; MOURA et al., 2010).

Tabela 2. Composição nutricional do milho grão e sorgo baixo tanino

Variáveis	Milho (grão)	Sorgo (grão)
Matéria seca (%)	87,48	87,9
Proteína bruta (%)	7,88	8,97
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.381	3.223
Extrato etéreo (%)	3,65	2,96
Fibra bruta (%)	1,73	2,30
Matéria mineral (%)	1,27	1,41
Cálcio (%)	0,03	0,03
Fosforo total (%)	0,25	0,26
Fosforo disponível (%)	0,06	0,08
Sódio (%)	0,02	0,02
Potássio (%)	0,29	0,34
Metionina (%)	0,16	0,15
Metionina+Cistina (%)	0,33	0,30

Lisina (%)	0,23	0,20
Treonina (%)	0,32	0,29

Fonte: Rostagno et al. (2011)

2.3.1 Sorgo em dietas avícolas

Há poucos relatos sobre a influência do tanino do sorgo sobre a produção e qualidades dos ovos de poedeiras. De acordo com Moreno et al. (2007), o melhoramento genético do sorgo possibilitou a redução de problemas relacionados à presença de taninos, devido ao desenvolvimento de variedades de baixo tanino destinadas à produção de grãos para uso em dietas de animais não ruminantes.

O principal fator observado foi o declínio geral na coloração dos produtos, devido à ausência de pigmento no sorgo (NYACHOTI et al., 1997). O critério de decisão por parte do consumidor está relacionado à coloração da gema, pois esta coloração está associada ao estado de sanidade das aves e à quantidade de vitaminas presentes (GARCIA et al., 2002), justificando a necessidade de adição de uma fonte pigmentante.

Costa et al. (2006), em um estudo utilizando sorgo em substituição parcial ao milho em 50%, com adição de 2% de pó de rizoma de cúrcuma seco (açafraão) e com substituição total ao milho com adição de 2% de pó de urucum seco, observaram redução no escore de coloração para gema do ovo das aves que receberam a ração contendo sorgo, bem como observaram um aumento do escore, quando foi adicionado à ração uma fonte de pigmentos naturais.

Braz et al. (2007) em um experimento com poedeiras utilizando rações à base de milho e, as demais, à base de sorgo com a inclusão de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% de semente residual de urucum (SRU), observaram que a adição de 2% de SRU foi capaz de pigmentar as gemas em 61,4% da pigmentação obtida em rações com milho.

Moreno et al. (2007), ao utilizarem sorgo em substituição ao milho em 50 e 100%, com adição de páprica em níveis de 500 g/t e 1000g/t, verificaram alterações em algumas variáveis de desempenho, isso se deve aos altos níveis de tanino presentes na ração, problema que vem sendo solucionado com o melhoramento genético vegetal.

Avaliando cinco níveis diferentes (0, 25, 50, 75 e 100%) de substituição do milho pelo sorgo, para poedeiras comerciais, Casartelli et al. (2005) e Assuena et al.

(2008) observaram que os resultados obtidos foram semelhantes para os cinco níveis de substituição sem prejuízo do desempenho das aves, bem como, não houve diferença para a qualidade dos ovos.

Pinto et al. (2005), avaliando o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com dietas em cinco níveis de substituição do milho por sorgo (0, 25, 50, 75 e 100%), não observaram comprometimento no desempenho das aves, porém uma diminuição na pigmentação da gema dos ovos com o aumento na substituição do milho pelo sorgo, evidenciando a necessidade da inclusão de uma fonte de carotenoides.

2.4 Pigmentos sintéticos e naturais

A cor é indiscutivelmente o fator mais influente na tomada de decisão do consumidor ao adquirir ou não um produto alimentício, pois a coloração é tida como um indicador de qualidade dos alimentos. A preferência do consumidor é por produtos de cores intensas e brilhantes, pois a intensidade da cor está associada à qualidade e teor de vitaminas (PASCHOALIN et al., 2007).

Na produção animal intensiva, os produtos não apresentam as mesmas cores de quando criados em seu habitat natural, em virtude da incapacidade dos animais em produzir os pigmentos que proporcionam tais cores. Neste contexto, é necessária a adição de pigmentantes artificiais e/ou naturais à dieta desses animais, para que possa haver deposição de pigmentos nos produtos a serem comercializados (HARDER, 2007; PASCHOALIN et al., 2007). Os pigmentantes são aditivos utilizados com objetivo de intensificar os pigmentos naturais contidos nos alimentos e colorir os tecidos corpóreos como a pele, a gordura e seus produtos derivados melhorando seu aspecto visual, podendo ser naturais ou sintéticos (PONSANO, 2000).

Os pigmentos artificiais eram os principais agentes de coloração dos produtos, mas nos últimos quinze anos, com base nos resultados de estudos toxicológicos, o uso de inúmeros corantes tem sido proibido por legislações de países específicos e tem sido observada a substituição dos corantes sintéticos pelos naturais. O uso indiscriminado e acumulativo dos produtos sintéticos aumenta as chances de intoxicações, alergias, além do risco de se desenvolver câncer (CUNHA, 2008).

Nesse contexto, a busca por alimentos que contribuem para a saúde animal e humana tem aumentado significativamente em todo o mundo e a indústria dos corantes

naturais apresentou representativo desenvolvimento, impulsionado pela pressão dos consumidores (DOWNHAM e COLLINS, 2000).

Dentre os pigmentos naturais, os carotenoides são os de maior ocorrência, com cores variando desde o amarelo até vermelho (CARDOSO, 1997). Correspondem a um grupo de pigmentantes presentes na natureza, com mais de 600 estruturas isoladas e identificadas, produzidos por microorganismos como fungos, bactérias, algas e plantas superiores (FRASER et al., 2004; FONTANA, 2003), estando presente também em alguns órgãos não fotossintetizantes como frutas, flores, sementes e raízes (GORDON e BAUERNFIEND, 1982).

Os carotenoides mais encontrados nos alimentos vegetais são o caroteno (cenoura), licopeno (tomate), xantofilas como a zeaxantina e a luteína (manga e mamão), capsaxantina (páprica), crocina (açafraão) e a bixina presente no urucum (CURVELO, 2009). Na Tabela 3 são apresentados alguns carotenoides e suas respectivas fontes.

Tabela 3. Carotenoides encontrados na natureza

CAROTENOIDES	FONTE
α -caroteno	Cenoura
β -caroteno	Cenoura, manga, abóbora
Luteína	Gema de ovo
Criptoxantina	Milho amarelo, páprica, mamão
Zeaxantina	Gema de ovo, milho
Crocina	Açafraão
Bixina	Urucum
Capsantina	Pimenta vermelha
Capsorrubina	Páprica
Licopeno	Tomate, melancia

Fonte: Curvelo (2006)

Apesar de menos onerosas, as fontes naturais apresentam menor eficiência de pigmentação se comparadas às fontes sintéticas, sendo necessário o uso em maiores quantidades (GARCIA et al., 2002). Silva et al. (2000) observaram que 1% de urucum foi suficiente para produzir uma gema pigmentada, mas a dose de 2% produziu gemas de coloração laranja. Baião et al. (1999) ao avaliarem a eficiência de pigmentação de gema de ovos de poedeiras utilizando diferentes relações entre pigmentantes amarelo e vermelho na forma sintética e natural, também observaram resultados semelhantes.

Laganá et al. (2011) avaliaram a adição de duas fontes de pigmentos naturais, cúrcuma (1 e 2%) e a semente de urucum (1 e 2%) em ração contendo 50% de sorgo com baixo tanino para poedeiras em segundo ciclo de postura, e concluíram que não houve influência significativa dos tratamentos sobre o peso do ovo e massa de ovo.

2.5 Urucum (*Bixa orellana* L.)

O urucum (*Bixa orellana*), encontrado ao longo das florestas da América tropical é uma das maiores fontes naturais de corantes vermelhos, destacando-se como segundo em importância econômica, depois do corante carmim (MERCADANTE, 1999).

O urucuzeiro é um arbusto que pode alcançar de 2 a 9 metros de altura, possui frutos com formato do tipo cápsula ovóides, com dois carpelos cobertos de espinhos flexíveis contendo cada um 30 a 50 sementes, cobertas de uma polpa mole e tenaz, de cor vermelha constituindo dessa forma o pigmento propriamente dito (Figura 1). O Brasil é um dos maiores produtores deste grão, onde 70% da produção se destina ao processamento do colorau, 20% para a produção de corantes e 10% são exportados. A produção brasileira de urucum *in natura* é muito pequena, não conseguindo, às vezes, suprir o mercado interno (BATISTA, 1994).



Figura 1. a) Planta de Urucuzeiro; b) Sementes do urucum; (Fonte: MOREIRA, 2012)

Devido às suas características raras, como a obtenção de extratos hidrossolúveis ou lipossolúveis a partir de uma mesma matéria-prima e a estabilidade conferida por sua propriedade de se ligar a determinadas proteínas, o urucum é um dos principais corantes naturais para alimentos utilizados em todo o mundo (CONTO et al., 1991).

Segundo Rios et al. (2009), o carotenoide mais abundante encontrado no urucum é a bixina, que possui característica lipossolúvel e coloração vermelha. A norbixina também encontrada na semente do urucum tem maior tendência para coloração amarela (OLIVEIRA, 2005).

Sua ampla utilização enquanto pigmento, se deve à grande faixa no seu espectro de cores do corante, podendo ser usado em alimentos com cores fortes e em alimentos com cores menos intensas, como pode ser observado na Figura 2 (SANTOS, 2007).



Figura 2. Diferentes tonalidades de cores obtidas com corantes de urucum; (Fonte: SANTOS, 2007)

A bixina é lipossolúvel, solúvel em clorofórmio, acetona, éter etílico, etanol e outros bem como insolúvel em água, possuindo absorvância máxima a 439 nm, 470 nm e 501 nm em clorofórmio e a 526 nm, 491nm e 457 nm em dissulfeto de carbono, com ponto de fusão de 198°C, coloração amarela em extrato diluído e vermelha escura em extrato concentrado, instável a luz e a temperaturas acima de 125°C.

A norbixina é hidrossolúvel, insolúvel em álcool, propilenoglicol, óleo e gordura. Possui absorvância máxima a 527 nm, 491 nm e 458 nm em dissulfeto de carbono e ponto de fusão de 300°C, além de ser instável na presença de luz e em solução quando se muda o pH (FARIA, 1998). A norbixina tem poder de coloração similar ao da bixina. Sua conversão ocorre a partir da bixina, no qual é feita uma diluição em meio alcalino, onde a mesma perde uma molécula de metanol produzindo a norbixina (CARVALHO e HEIN, 1989).

As diferenças nas propriedades corantes dos extratos de sementes de urucum são resultantes dos diferentes processos de extração, onde há, muitas vezes, a formação de produtos com diferentes tonalidades e solubilidade (CARVALHO e HEIN, 1989). Existem dois métodos principais de extração da bixina do urucum, os quais são largamente utilizados em escala industrial, sendo a extração por centrifugação em água ou por centrifugação em óleo (PASCHOINI, 2000).

Segundo Lima et al. (2003), a bixina e norbixina possuem ação antioxidante, sendo importantes na prevenção de doenças, como a aterosclerose, uma vez que essas lesões se iniciam após traumas no endotélio causado principalmente pela lipoproteína LDL oxidativa, e a inibição da oxidação resulta na proteção do endotélio. Lima et al. (2001) estudaram o efeito das substâncias bixina e norbixina em coelhos. Foi observado melhor efeito da bixina sobre a redução do colesterol e a manutenção dos níveis de colesterol HDL mais elevados. Ainda segundo esses autores, os carotenoides apresentam diversas atividades biológicas (antioxidantes, anti-inflamatórios, anticancerígenos dentre outras).

Os efeitos benéficos de alguns carotenoides são em parte devido à sua conversão para vitamina A, mas muitos carotenoides atuam como antioxidantes protegendo dos danos dos radicais livres (DE ANGELIS, 2001). O interesse em se encontrar compostos antioxidantes naturais para uso em insumos alimentares e medicinais tem aumentado consideravelmente, substituindo os antioxidantes sintéticos, os quais têm seu uso restrito por seus efeitos carcinogênicos (ZHENG e WANG, 2001; ITO et al., 1983).

Bressani et al. (1983) conduziram estudos efetuando análises das sementes com enfoque especial para seu valor nutricional. Os resultados revelaram: elevado teor de fibras totais (16%); alto de teor de fósforo e baixo de cálcio e elevada quantidade de proteína, (13 a 17 %). A análise da semente apresenta 17,5% de lipídeo entre eles, o ácido linoléico, α -linoléico e o oleico.

O fruto do urucum contém ainda proteínas, betacaroteno e outros carotenoides. Seus principais componentes são: vitamina C, 0,05%; proteína, 6,61%; açúcares totais, 10,24%; ferro, 0,08%; resina, 1,65% e tanino em pequena quantidade (CATÁLOGO RURAL, 2005).

2.6 Ação antioxidante dos carotenoides

Carotenoide é qualquer substância química de um grupo de substâncias tetraterpênicas relacionadas ao caroteno, que são pigmentos amplamente difundidos na natureza. Caracterizam-se por apresentar moléculas oxidáveis, exibir cores que vão do amarelo ao vermelho, ser lipossolúveis, encontradas em vegetais e essenciais como precursores da síntese da vitamina A em animais.

Os carotenoides são conhecidos por serem precursores de vitamina A, conversão que ocorre naturalmente no fígado, sendo fundamentais na dieta dos animais (FONTANA et al., 1997). Kiokias e Gordon (2003), dissertaram sobre a importância dos carotenoides na proteção da célula como antioxidante contra radicais livres e espécies reativas de oxigênio (EROs) prevenindo a oxidação e reduzindo o risco de desenvolvimento de arteriosclerose e doenças coronárias.

Estudos mostram que o consumo diário de produtos à base de tomate proporciona quantidades suficientes de licopeno para redução substancial da oxidação do LDL. Foi relatado ainda, que a absorção do licopeno oriundo do processamento de tomate é mais eficiente que a absorção do composto no produto *in natura*, devido o processamento térmico, no qual licopeno ligado quimicamente a outros compostos é convertido em uma forma livre e é mais facilmente absorvível (EDGE e MCGARVEY, 1997).

Em um estudo feito por Zhang, Cooney e Bertram (1991) ao avaliar o efeito de inibição da peroxidação, através de carotenos, como o betacaroteno, a cantaxantina, a luteína, o alfa-tocoferol, o licopeno e a bixina, constatou-se a grande eficácia na inibição dos consequentes efeitos de transformações neoplásticas induzidas quimicamente. O alfa tocoferol foi o mais ativo inibidor da peroxidação, seguido pela bixina.

Em sua estrutura, os carotenoides possuem uma extensa cadeia de duplas ligações o que proporciona variações de distribuição eletrônica, permitindo a adição de radicais livres aos carbonos adjacentes às insaturações. Essa característica proporciona uma maior reatividade dessas moléculas frente a agentes oxidantes, proporcionando relativa estabilidade. A quantidade de radical peróxido formada é reduzida devido a interação com o carotenoide. Essa interação reduz a concentração de oxigênio no meio, diminuindo a auto-oxidação (KIOKIAS e GORDON, 2003).

Freitas Castro (2008) avaliou o efeito antioxidante do urucum durante processamento térmico e armazenamento de hambúrgueres elaborados com peito de frango. Ele concluiu que a quantificação de MDA (malonaldeído) demonstrou que, embora a concentração de bixina seja reduzida durante o processamento térmico, seu uso minimizou a rancidez oxidativa em todas as determinações realizadas durante os 120 dias de armazenamento a -18°C. Nas amostras cruas, não foram verificadas diferenças oxidativas resultantes do uso do pigmento, porém, foi possível identificar um efeito protetor do urucum sobre os níveis de vitamina E, substância de reconhecido

efeito antioxidante, durante o período de armazenamento do produto, quando utilizados associados.

Mercadante et al. (2010) avaliaram o uso individual de substâncias naturais (norbixina, - caroteno, licopeno e zeaxantina) substituindo o antioxidante sintético eritorbato de sódio em salsichas formuladas com mistura de carnes bovina, suína e de frango. Embora todos os pigmentos tenham sido capazes de manter a estabilidade oxidativa do produto, a norbixina e a zeaxantina apresentaram os maiores efeitos antioxidantes, causando uma redução de aproximadamente 20% nos níveis de malonaldeído.

Zarringhalami et al. (2009) avaliaram a estabilidade da cor em salsichas formuladas com duas diferentes proporções de carne (55 e 70%) e variáveis concentrações de nitrito e urucum desidratado (1% de norbixina). O produto foi mantido sob refrigeração (4°C), sendo realizadas tomadas de amostras no 2º, 10º, 20º e 30º dias de armazenamento. Os resultados demonstraram a estabilidade da coloração vermelha atribuída pelo urucum por 30 dias de armazenamento, indicando-o como possível substituto do nitrito, quando o objetivo é aumentar a intensidade da coloração vermelha do produto ou ainda para minimizar os níveis de nitrito e, por consequência, a formação de nitros-aminas, compostos químicos cancerígenos que são produzidos a partir de nitritos e aminas.

Apesar dos carotenoides serem conhecidos como precursores de vitamina A, esses possuem importante papel antioxidante, pois atuam como removedor de RL e atenuador físico, absorvendo e dissipando o excesso de energia de espécies químicas altamente reativas. Böhm et al. (1997) ainda demonstraram a possibilidade dos carotenoides reciclarem a vitamina E, uma vez que estes são capazes de doar elétrons ao radical alfa-tocoferoxil.

2.7. Alterações na qualidade do ovo durante o armazenamento

Após a postura, o ovo vai perdendo qualidade continuamente, nesse contexto, para que possa oferecer todo esse potencial nutritivo, o ovo precisa ser preservado durante o período de comercialização, tendo em vista que pode transcorrer um período considerável entre o momento de postura, a sua aquisição e o preparo (LEANDRO, 2005).

Desta forma, as condições de estocagem de ovos, tempo, umidade relativa, temperatura, condições ambientais influenciarão na manutenção da qualidade do produto sendo necessário estabelecer critérios para a análise da qualidade (SANTOS, 2005). Devido à influência dos fatores ambientais sobre a preservação da qualidade interna dos ovos, a refrigeração torna-se essencial (OLIVEIRA, 2009).

Segundo o regulamento que normatiza a inspeção de produtos de origem animal (BRASIL, 1997), a temperatura adequada para o armazenamento de ovos deve estar entre 8 e 15° C, com umidade relativa do ar entre 70 – 90%. Quando necessário o armazenamento por um período maior que 30 dias, o mesmo deve ser feito com temperaturas mais baixas, entre 4 e 12° C. De acordo com Xavier et al. (2008), a validade máxima de um ovo em temperatura ambiente, sem que sua qualidade interna seja deteriorada é de no máximo 15 dias.

A redução da qualidade interna dos ovos se relaciona principalmente à perda de água e dióxido de carbono. Durante o período de estocagem, essa perda é proporcional à elevação da temperatura do ambiente. As principais modificações acontecem no albúmen, onde as reações químicas que ocorrem no interior do ovo transformam o albúmen denso em líquido. Essas reações envolvem o ácido carbônico (H_2CO_3) causando aumento no pH do albúmen (ORDOÑEZ, 2005).

O albúmen possui uma grande importância na qualidade, e causa um grande impacto ao consumidor, pois a diminuição da viscosidade e aumento da quantidade de água não é bem aceita no mercado (BERARDINELLI et al., 2008). Com o aumento do pH, as proteínas lisozima e ovomucina se dissociam, levando a uma redução da viscosidade do albúmen. A gema também sofre as consequências do tempo de armazenamento, a esfera da mesma se aplanar, e a membrana vitelina que a envolve perde a elasticidade e rompe-se com facilidade quando o ovo é quebrado (SALINAS, 2002).

Ainda segundo Ordoñez (2005), o ácido carbônico (H_2CO_3), um dos componentes do sistema tampão do albúmen, dissocia-se e forma água e gás carbônico, sendo liberado para o ambiente elevando o pH do ovo. Além disso, há a cessão de vapor de água através dos poros da casca, apresentando como consequência a diminuição da densidade e aumento da câmara de ar.

Com a alteração do albúmen, há também modificações em algumas características de grande interesse industrial, como a capacidade de transformação do

albúmen em espuma, uma particularidade essencial para a boa qualidade organoléptica de produtos derivados do ovo (GROSCH, 1997). Durante o armazenamento, ocorre também a perda de peso, como consequência das trocas gasosas, a perda de amônia, nitrogênio e sulfeto de hidrogênio, produtos da degradação química de seus constituintes orgânicos, por meio da casca como foi observado por Silversides e Budgell (2004).

Como já observado por vários autores, a qualidade interna do ovo diminui com o tempo de armazenamento, onde quanto maior for a temperatura ambiental, maior é a velocidade de deterioração do produto. Diversas são as formas de mensurar essa perda de qualidade. Em ovos frescos, a qualidade dos componentes internos pode ser avaliada pelas Unidades Haugh e utilizando o índice de gema (ALLEONI e ANTUNES, 2001), podendo-se destacar ainda o pH (JORDÃO FILHO et al., 2006).

Alleoni e Antunes (2001) observaram redução dos valores de Unidades Haugh de ovos de poedeiras com o armazenamento por 21 dias, tanto em temperatura de refrigeração (8 °C) quanto em temperatura ambiente (25 °C).

Segundo Ahn et al. (1999), aves alimentadas com rações suplementadas com ácido linoleico conjugado (CLA) podem apresentar gema mais firme e elástica que o normal, quando cozidas. Essas alterações podem estar relacionadas a mudanças na permeabilidade da membrana vitelina durante o armazenamento do ovo a 4 °C, favorecendo a difusão dos íons H⁺ da gema para o albúmen deixando o pH da gema mais alcalino, favorecendo assim, a desnaturação das proteínas da gema.

Jones e Musgrove (2005) armazenaram ovos à temperatura de 4 °C durante 70 dias e observaram um valor de Unidades Haugh de 67,43 ao final da estocagem, indicando que os ovos apresentaram ainda qualidade satisfatória.

Souza (2002) observou que durante a estocagem prolongada, a gema fixa água do albúmen, tornando-se descentralizada e menos densa, aumentando o seu tamanho e tornando-a mais frágil. O pH da gema também é afetado, sofrendo variação de 6 até 6,9 durante o armazenamento (ALLEONI e ANTUNES, 2001; ORDONEZ, 2005; SCOTT e SILVERSIDES, 2000).

Spada et al. (2012) avaliando a adição de carotenoides naturais e artificiais na alimentação de poedeiras, não observou diferença significativa para perda de peso do ovo em decorrência do armazenamento após 14 e 36 dias para tratamentos com adição de urucum.

No Brasil, não existe uma lei que obrigue a refrigeração dos ovos comerciais nos entrepostos e nos estabelecimentos, onde muitas vezes os ovos ficam em temperatura ambiente desde o momento da postura até a distribuição final, em alguns casos, refrigerado apenas nas casas dos consumidores.

2.7.1 Oxidação e estabilidade lipídica na gema durante o armazenamento

Cerca de um terço da gema é composto por material lipídico: 65% triglicerídeos, 28,3% fosfolipídios e 5,2% de colesterol. Devido seus componentes químicos, a gema e ovoprodutos, são bastante susceptíveis a oxidação lipídica (SMITH, 1990).

A oxidação lipídica que pode ocorrer durante o período de armazenamento dos ovos é um dos fatores que pode afetar a sua qualidade. O processo consiste em uma deterioração que ocorre nos alimentos, afetando sua qualidade, aroma, sabor e valor nutricional, podendo produzir ainda compostos tóxicos. Os lipídios da gema sofrem oxidação durante o período de armazenamento. A reação de radicais livres (RL) com ácidos graxos inicia um processo em cadeia conhecido como peroxidação em sistemas vivos e rancidez oxidativa em alimentos (FRANCHINI et al., 2002; CHERIAN et al., 2007; GIAMPIETRO et al., 2008).

Os ácidos graxos, particularmente os insaturados (FENNEMA, 2000) são as moléculas mais susceptíveis à oxidação. A suplementação da ração de poedeiras com ácidos graxos poliinsaturados podem ocasionar aumento da susceptibilidade à oxidação lipídica dos ovos. Cherian et al. (2007) avaliaram a estabilidade lipídica de ovos de poedeiras alimentadas com rações ricas neste tipo de ácidos graxos, durante o armazenamento a 4 °C e observaram aumento da oxidação lipídica com 60 dias de estocagem.

Galobart et al. (2001) avaliaram o efeito antioxidante da adição de vitamina E (0 e 200 mg/kg) à ração de poedeiras contendo 5% de óleo de linhaça. A vitamina E foi eficiente como antioxidante, pois no grupo suplementado os valores de hidroperóxidos dos ovos foram significativamente menores quando comparado ao grupo não suplementado. Na oxidação induzida por ferro, a atuação da vitamina E como antioxidante ficou caracterizada, uma vez que o grupo suplementado apresentou baixos valores de TBA quando comparado ao grupo não suplementado durante todo o período de incubação da amostra de ovos.

De acordo com Böhm et al. (1997) os carotenoides podem atrasar ou inibir o processo de oxidação de maneira eficaz devido seu papel antioxidante. Em outro experimento, Galobart et al. (2001) observaram novamente o efeito positivo da vitamina E, suplementada na ração em 200 mg/kg, sobre a estabilidade oxidativa dos ovos enriquecidos com PUFA ω -3. No mesmo trabalho os pesquisadores adicionaram ainda cantaxantina à ração (0 e 5 mg / kg), porém esta concentração foi muito baixa e não foi verificada ação antioxidante ou atividade sinérgica entre a cantaxantina e a vitamina E.

Trabalhos com ovos comerciais demonstraram que os lipídios da gema sofrem oxidação durante o período de armazenamento, e que esta oxidação aumenta com o maior período, tanto em condições refrigeradas – a 4°C – quanto em temperatura ambiente – 25°C –, sendo marcante o efeito da temperatura mais alta (FRANCHINI et al., 2002; CHERIAN et al., 2007; GIAMPIETRO et al., 2008).

Botsoglou et al. (2005) avaliando a capacidade antioxidante da vitamina E suplementada na dieta de poedeiras sobre os lipídios da gema de ovos armazenados por dois meses sob refrigeração a 4°C, observaram que o ovo em casca armazenado sob refrigeração é resistente à oxidação, pois a concentração de malonaldeído manteve-se relativamente constante durante o período de armazenamento, independente dos tratamentos (0 e 200 mg/kg de acetato de alfa-tocoferil). A concentração de malonaldeído diferiu estatisticamente entre os tratamentos ainda no dia zero, o que levou os autores a concluir que a vitamina E apresentou efeito antioxidante *in vivo*, reduzindo a reação em cadeia proveniente da oxidação dos lipídios consumidos, e, portanto, diminuiu a transferência dos produtos de oxidação, MDA, à gema do ovo.

A peroxidação lipídica nas aves é influenciada pela qualidade da matéria-prima (consumo de lipídios oxidados), alta presença de ácidos graxos insaturados nos tecidos e ingestão inadequada de nutrientes envolvidos no sistema de defesa antioxidante. Desta forma, a utilização de antioxidantes nos insumos e na ração das aves visa preservar a qualidade e os níveis nutricionais do alimento e conseqüentemente proteger os tecidos da ave e os ovos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza – Ceará, com duração de 84 dias, divididos em quatro períodos de 21 dias.

Inicialmente foram adquiridas 350 frangas da linhagem Lohmann Brown com 17 semanas de idade. As aves foram alojadas em galpão equipado com gaiolas de postura de arame galvanizado (25 cm x 40 cm x 30cm), contendo um comedouro tipo calha e um bebedouro nipple, sendo duas aves alojadas por gaiola.

Quando as aves atingiram o pico de postura (34 semanas), conforme recomendações apresentadas por Sakomura e Rostagno (2007) para montagem de ensaios com aves poedeiras, foram selecionadas 288 aves em função do peso corporal e porcentagem de postura e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 6 repetições de 8 aves por parcela.

O programa de luz utilizado foi de 14 h (natural e artificial), sendo iniciado após as aves atingirem 5% de postura (19 semanas). A partir daí foram acrescentados 15 min por semana até atingir um total de 16 h/ luz/dia (natural e artificial). A coleta de ovos foi feita diariamente às 16:00 h.

As rações consistiram em: T1 - ração composta por milho e farelo de soja (controle positivo); T2 - ração contendo 100% de sorgo em substituição total ao milho sem a adição de pigmentante (controle negativo); T3, T4, T5 e T6 – ração contendo 100% de sorgo em substituição total ao milho com a adição de 2,5; 4,5; 6,5 e 8,5% de semente residual de urucum, respectivamente.

As rações experimentais (Tabela 4) foram calculadas para serem isonutrientes e isoenergéticas, considerando-se as recomendações nutricionais contidas no manual da linhagem *Lohmann Brown* (2011) e a composição química e energética dos ingredientes considerando as tabelas propostas por Rostagno et al. (2011).

Tabela 4 - Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais

Ingredientes	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	63,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sorgo	0,00	63,00	60,70	58,84	57,00	55,15
Farelo de soja	24,17	22,69	22,40	22,17	21,94	21,70
Óleo de soja	1,23	3,18	3,29	3,38	3,47	3,56
Semente residual de urucum (SRU)	0,00	0,00	2,50	4,50	6,50	8,50
Calcário calcítico	8,72	8,76	8,77	8,78	8,79	8,80
Fosfato bicálcico	1,51	1,46	1,43	1,41	1,39	1,36
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sal comum	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,47
DL-Metionina	0,12	0,15	0,15	0,16	0,15	0,16
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo/kg de ração (R\$)	1,01	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92
Nível nutricional calculado						
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Matéria seca (%)	88,90	89,39	89,38	89,37	89,36	89,36
Fibra em detergente neutro (FDN, %)	9,58	8,33	9,01	9,57	10,12	10,67
Fibra em detergente ácido (FDA, %)	3,60	4,89	5,11	5,28	5,46	5,64
Cálcio (%)	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Fósforo disponível (%)	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Lisina total (%)	0,82	0,76	0,76	0,76	0,76	0,77
Metionina+cistina total (%)	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Metionina total (%)	0,44	0,45	0,45	0,46	0,45	0,46
Treonina total (%)	0,63	0,59	0,59	0,58	0,58	0,58
Triptofano total (%)	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

¹Suplemento mineral e vitamínico (composição por kg do produto): Ácido Pantotênico (mín.) 2.580,00 mg; Bacitracina de Zinco (mín.) 6.750,00 mg; Cobre (mín.) 30,66 mg; Colina (mín.) 60,00 mg; Ferro (mín.) 16,59 mg; Iodo (mín.) 240,00 mg; Manganês (mín.) 22,31 mg; Metionina (mín.) 200,00 mg; Niacina (mín.) 6.600,00 mg; Selênio (mín.) 100,00 mg; Zinco (mín.) 17,16 mg; Vitamina A (mín.) 2.350.000,00 mg; Vitamina B1 (mín.) 440,00 mg; Vitamina B2 (mín.) 990,00 mg; Vitamina B6 (mín.) 550,00 mg; Vitamina B12 (mín.) 2.600,00 mg; Vitamina D3 (mín.) 567.500,00 mg; Vitamina E (mín.) 1.750,00 mg; Vitamina K3 (mín.) 400,00 mg.

Para a SRU (Tabela 5) foram utilizados os valores determinados por Queiroz (2006) e Souza (2014). A SRU foi proveniente da empresa Paschoini Agro Ltda, situada na cidade de São Sebastião do Paraíso – Minas Gerais.

Tabela 5 - Valores de composição química e energética do resíduo da semente do urucum utilizado para formulação das rações experimentais

Constituintes¹	Semente residual de urucum (SRU)
Matéria seca (%)	88,77 ²
EMAn (kcal/kg)	2.813 ²
Proteína bruta (%)	13,46 ²
Fibra detergente ácido (%)	12,81 ²
Fibra detergente neutro (%)	32,94 ²
Extrato etéreo (%)	1,65 ²
Matéria mineral (%)	3,14 ²
Cálcio (%)	0,18 ³
Fósforo (%)	0,31 ³
Lisina Total (%)	0,61 ²
Metionina total (%)	0,21 ²
Metionina + cistina total (%)	0,38 ²
Triptofano total (%)	0,09 ²
Treonina total (%)	0,41 ²

¹Valores expressos na matéria natural; ²Souza (2014); ³Queiroz (2006).

Para a realização das análises, foram selecionados 6 ovos de cada parcela experimental, totalizando 216 ovos em cada período de armazenamento, totalizando 648 ovos. Os ovos foram coletados na primeira semana do último período experimental, sendo que toda a produção foi coletada para em seguida serem escolhidos em função da uniformidade.

Os ovos selecionados foram acondicionados em bandejas de papelão e armazenados sob refrigeração (6°C e 70% umidade relativa) para realização das análises em função dos tempos de armazenamento.

3.2 Parâmetros avaliados

3.2.1 Densidade específica

A densidade específica dos ovos foi determinada conforme Freitas et al. (2004). Para essa determinação utilizou-se um aparelho de pesagem que consiste de uma balança com precisão de 0,01 g com um béquer de 500 mL contendo água destilada. Em um suporte de ferro acoplado ao béquer, realizou-se a pesagem do ovo no ar, lateralmente. Outra estrutura de ferro com uma haste que possuía um aro, imerso na água contida no béquer, permitiu a pesagem do ovo dentro d'água.

O equipamento foi colocado sobre a balança para a pesagem dos ovos. A temperatura da água foi medida no início e no final da pesagem de cada grupo de ovos, utilizando-se o valor médio para fazer as correções no cálculo da gravidade específica. O valor da densidade específica foi obtido relacionando o peso do ovo no ar com o peso do ovo na água multiplicado por um fator de correção da temperatura.

3.2.2 Unidades Haugh (Estado de frescor)

Para a determinação das Unidades Haugh, após a pesagem, os ovos foram quebrados sobre uma superfície de vidro e com a utilização de um micrômetro de profundidade foi medida a altura do albúmen denso, em milímetros. Com as medidas de peso e altura do albúmen, foram realizados os cálculos utilizando-se a equação: $UH = 100 \times \log (H + 7,57 - 1,7 \times P^{0,37})$, onde: UH= Unidades Haugh; H= altura do albúmen (mm) e P= peso do ovo (g).

3.2.3 Percentuais de casca, gema e albúmen, e espessura de casca

Após a quebra dos ovos, foi separado o albúmen da gema, sendo esta retirada e pesada. As cascas dos ovos foram lavadas, secas à temperatura ambiente por 48 horas e pesadas em balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01 g. O peso do albúmen foi obtido por diferença entre o peso do ovo e o peso da gema + casca. Os percentuais de gema, albúmen e casca foram calculados a partir dos seus respectivos pesos, divididos pelo peso do ovo e multiplicados por 100. Para espessura de casca dos ovos, foram

retirados fragmentos de casca dos dois polos (maior e menor) e região equatorial, sendo medidos com o uso de paquímetro digital com divisões de 0,01mm. A espessura da casca foi considerada como a média da espessura obtida nas três regiões do ovo.

3.2.4 Cor da gema do ovo

As gemas frescas foram avaliadas quanto à cor, através da comparação subjetiva com o leque colorimétrico da Roche e através de medição objetiva, mediante colorímetro (Minolta CR300, Tokyo) operando no sistema CIE (L^* , a^* e b^*), sendo L^* a luminosidade, variando de 0 (preto) para 100 (branco), a^* a intensidade da cor vermelha que varia de verde (-60) a vermelho (+60) e b^* a intensidade da cor amarela que varia de azul (-60) a amarelo (+60). A leitura colorimétrica da gema foi realizada imediatamente após a quebra do ovo. A calibração do aparelho foi realizada por meio de placa de cerâmica branca, utilizando-se o iluminante D65 (MINOLTA, 1998).

3.2.5 pH do albúmen e da gema

O pH do albúmen e da gema foi medido, logo após a quebra do ovo, utilizando um phmetro (Hanna Instruments – HI99121) equipado com um eletrodo. O eletrodo foi imerso diretamente na amostra e a leitura foi feita após 1 minuto.

3.2.6 Formação e estabilidade da espuma

A análise da estabilidade da espuma foi realizada segundo método modificado de Bovsková e Miková (2011).

Foram pesados 50 g de albúmen de cada unidade experimental. A amostra seguiu para uma batedeira (marca ARNO) por cerca de 3 minutos. Após a formação da espuma, a mesma foi pesada, e logo em seguida colocada em um funil por um período de 30 minutos. Utilizou-se uma proveta de 50 ml para coletar o líquido proveniente da degradação da espuma durante este período e então calculou-se os parâmetros de índice de durabilidade da espuma (calculado pela diferença entre o volume da espuma e o volume de sobrenadante, dividido pelo volume da amostra, %), densidade específica

(g/ml) e overrun (calculado pela diferença entre o peso da amostra e o peso da espuma, dividido pelo volume da espuma, %).

3.2.7 Oxidação lipídica da gema

3.2.7.1 Preparo da amostra e determinação da oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi avaliada através da determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), utilizando-se o método de extração ácido aquosa (CHERIAN et al., 2002; KANG; CHERIAN; SIM, 2001).

Em um tubo de 50 mL, aproximadamente 2 g de amostra fresca de gema foram homogeneizados (1 minuto) com 18 mL de ácido perclórico (solução aquosa a 3,86%) e 50 µL de BHT (solução etanólica a 4,5%). O homogeneizado foi filtrado e 2 mL foram transferidos para tubos de ensaio, juntamente com 2 mL de ácido 2-tiobarbitúrico (solução aquosa a 20 mM). Depois disso, os tubos foram aquecidos em banho termoregulador a 100°C por 30 minutos.

Após o resfriamento até a temperatura ambiente, foi feita a leitura no espectrofotômetro a 531 nm. A coloração rosa, produzida pela reação entre o malonaldeído e o ácido 2-tiobarbitúrico, foi medida por espectrofotômetro a 531 nm (Biospectro, SP-22, Curitiba, Brasil). Utilizou-se o branco preparado com 2mL de ácido perclórico e 2 mL de solução 20mM de TBA. O número de TBARS da amostra foi expresso como mg de malonaldeído por kg da amostra.

3.2.7.2 Curva de calibração

A curva de calibração e o preparo das amostras foram realizados utilizando-se um método de extração ácido aquosa, segundo a técnica descrita por Kang, Cherman e Sim (2001).

Para a construção da curva foi preparada uma solução 0,0001M do padrão 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) (Sigma-Aldrich) em ácido perclórico 3,86%. Dessa solução retiraram-se alíquotas que foram transferidas para balões volumétricos de 50 mL sendo, em seguida, o volume completado com ácido perclórico 3,86%. De cada balão retiraram-se 2mL que foram transferidos para tubos de ensaio com tampa. Após a

adição de 2mL da solução aquosa 20 mM de ácido-2- tiobarbitúrico (TBA), os tubos foram fechados, agitados e aquecidos em banho-maria (Tecnal TE 057, Piracicaba) fervente por 30 minutos.

Após o resfriamento até temperatura ambiente (20°C), foi lida a densidade ótica em espectrofotômetro (Biospectro, SP-22, Curitiba) a 531nm. Com as leituras de absorbâncias obtidas, foi então traçada uma curva de calibração (densidade ótica x µg de malonaldeído/2 mL), para o cálculo dos níveis de substâncias que reagem ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) nas amostras.

3.3 Análise estatística dos dados

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o “Statistical Analyses System” (SAS, 2000). Os dados obtidos para os tratamentos contendo 2,5; 4,5; 6,5 e 8,5% de RSU (tratamentos 3, 4, 5 e 6 respectivamente) foram submetidos à análise de regressão para se determinar o melhor nível de inclusão da RSU nas rações. Em seguida, os dados de todos os tratamentos e períodos de armazenamento foram comparados pelo teste SNK (5%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Avaliação da qualidade do albúmen

Os resultados obtidos para a percentagem de albúmen (Tabela 6), Unidades Haugh (Tabela 7) e pH do albúmen (Tabela 8) indicam que estas variáveis não foram influenciadas significativamente pela interação entre as rações experimentais e o tempo de armazenamento ou pelas rações experimentais.

Na análise de regressão, observou-se que os diferentes níveis de inclusão de SRU não influenciaram a proporção de albúmen, os valores de Unidades Haugh e pH do albúmen. Quanto ao efeito do tempo de armazenamento houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a percentagem de albúmen (Tabela 6), Unidades Haugh (Tabela 7), mas não para os valores de pH do albúmen (Tabela 8).

Conforme os resultados, a partir de 15 dias de armazenamento os valores de percentagem de albúmen e Unidade Haugh foram menores em relação aos dos ovos frescos, embora não tenha havido diferença significativa entre os valores determinados aos 15 e 30 dias.

Tabela 6 - Valores de percentagem de albúmen de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	15	30	Média
Milho + 0,0% SRU ¹	66,11	63,70	64,50	64,77
Sorgo + 0,0% SRU	66,20	62,87	62,30	63,79
Sorgo + 2,5% SRU	64,97	62,92	63,89	63,93
Sorgo + 4,5% SRU	64,19	62,83	63,43	63,48
Sorgo + 6,5% SRU	66,38	62,48	63,28	64,05
Sorgo + 8,5% SRU	65,56	63,46	64,16	64,39
Média	65,56a	63,04b	63,59b	
CV (%) ²	2,35			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	0,1553			
Tempo	<0,0001			
Rações x tempo	0,3042			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	0,2890			
Quadrática	0,3390			

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; (P>0,05) Efeito estatístico não significativo; Letras distintas nas linhas, diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05).

Tabela 7 - Valores de Unidades Haugh de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	15	30	Média
Milho + 0,0% SRU ¹	86,50	84,62	85,37	85,49
Sorgo + 0,0% SRU	88,64	84,30	79,30	84,08
Sorgo + 2,5% SRU	83,20	80,86	79,82	81,29
Sorgo + 4,5% SRU	82,59	81,69	79,58	81,29
Sorgo + 6,5% SRU	87,63	83,64	79,94	83,74
Sorgo + 8,5% SRU	86,20	80,20	79,60	81,88
Média	85,94a	82,57b	80,69b	
CV (%) ²	5,87			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	0,0873			
Tempo	0,0002			
Rações x tempo	0,6694			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	0,4348			
Quadrática	0,4031			

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; (P>0,05) Efeito estatístico não significativo; Letras distintas nas linhas, diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05).

Tabela 8. Valores de pH do albúmen de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	15	30	Média
Milho + 0,0% SRU ¹	8,93	9,12	9,27	9,12
Sorgo + 0,0% SRU	9,10	8,93	9,09	9,04
Sorgo + 2,5% SRU	9,09	9,01	9,09	9,07
Sorgo + 4,5% SRU	9,10	9,13	9,17	9,14
Sorgo + 6,5% SRU	9,09	9,20	9,17	9,16
Sorgo + 8,5% SRU	9,07	9,15	9,00	9,08
Média	9,07	9,09	9,14	
CV (%) ²	1,84			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	0,3389			
Tempo	0,2170			
Rações x tempo	0,0962			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	0,7304			

Quadrática

0,0670

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; (P>0,05) Efeito estatístico não significativo.

A ausência de influência significativa da substituição do milho pelo sorgo e da inclusão da SRU na qualidade do albúmen dos ovos verificada na presente pesquisa, está de acordo com os resultados encontrados na literatura para uso de produtos do urucum, onde a qualidade do albúmen dos ovos frescos não foi influenciada pela substituição total do milho pelo sorgo e pela inclusão do SRU (BRAZ et al., 2007) ou inclusão da semente integral do urucum (GARCIA et al., 2009; LAGANÁ et al., 2011; SPADA et al., 2012).

As alterações nas características do albúmen dos ovos, durante o armazenamento ocorrem, pois, durante a estocagem dos ovos acontecem trocas gasosas entre o meio interno e externo, com perda de água e dióxido de carbono e, por isso, verifica-se redução na proporção de albúmen em função da perda de água, causando um aumento do pH do albúmen devido à perda de dióxido de carbono e redução nos valores de Unidade Haugh. Devido a essas mudanças, o albúmen denso tende a se tornar líquido (SCOTT e SILVERSIDES, 2000; PAPPAS et al., 2005). No entanto, nesta pesquisa não se constatou diferença estatística no pH do albúmen até 30 dias de armazenamento.

A magnitude dessas alterações no albúmen entre os tempos de armazenamento depende da condição de armazenamento, como temperatura e umidade relativa. Assim, elas tendem a ser mais elevadas em ovos armazenados sem refrigeração. Isso justifica a ausência de diferenças significativas registradas nessa pesquisa, realizada apenas com ovos refrigerados.

Os resultados para a estabilidade da espuma medida pela durabilidade (Tabela 9), overrun (Tabela 10) e densidade da espuma (Tabela 11) indicam que estas variáveis não foram influenciadas significativamente pela interação entre as rações experimentais e o tempo de armazenamento ou pelas rações experimentais.

Na análise de regressão, observou-se que os diferentes níveis de inclusão da SRU não influenciaram a durabilidade, overrun e densidade da espuma. Quanto ao efeito do tempo de armazenamento houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a durabilidade, overrun, e densidade da espuma.

Com o tempo de armazenamento, a durabilidade e o overrun reduziram, enquanto, os valores de densidade aumentaram. Dessa forma, os valores dessas

variáveis obtidos aos 15 e 30 dias de armazenamento foram significativamente prejudicados em relação aos obtidos com os ovos frescos.

Tabela 9. Índice de durabilidade da espuma (%) de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			Média
	0	15	30	
Milho + 0,0% SRU ¹	408,23	321,20	292,28	348,30
Sorgo + 0,0% SRU	407,33	329,49	319,67	341,26
Sorgo + 2,5% SRU	386,99	326,85	319,00	338,94
Sorgo + 4,5% SRU	402,71	333,07	328,40	356,28
Sorgo + 6,5% SRU	393,43	332,44	327,60	352,54
Sorgo + 8,5% SRU	392,39	332,00	326,89	350,43
Média	398,61a	329,31b	319,85b	
CV (%) ²	7,07			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	0,3337			
Tempo	<0,0001			
Rações x tempo	0,9157			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	0,4810			
Quadrática	0,3138			

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; (P>0,05) Efeito estatístico não significativo; Letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05).

Tabela 10. Overrun (%) da espuma de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e resíduo da semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			Média
	0	15	30	
Milho + 0,0% SRU ¹	27,29	20,99	19,13	23,01
Sorgo + 0,0% SRU	27,15	21,81	21,71	22,90
Sorgo + 2,5% SRU	26,50	21,61	20,48	22,41
Sorgo + 4,5% SRU	27,12	21,54	22,00	23,65
Sorgo + 6,5% SRU	26,49	22,29	22,60	23,87
Sorgo + 8,5% SRU	26,44	22,52	21,78	23,58
Média	26,83a	21,79b	21,35b	
CV (%) ²	8,40			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	0,2760			
Tempo	<0,0001			
Rações x tempo	0,7965			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	0,2566			
Quadrática	0,2992			

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; (P>0,05) Efeito estatístico não significativo; Letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05).

A redução nos valores de overrun da clara indica que a mesma teve menor capacidade de reter ar quando submetida ao esforço mecânico para formar a espuma (clara em neve). Em consequência de uma menor quantidade de ar na espuma a sua durabilidade diminui e a mesma fica mais densa e deixando os produtos menos macios.

Tabela 11. Densidade da espuma de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	15	30	Média
Milho + 0,0% SRU ¹	0,23	0,29	0,31	0,27
Sorgo + 0,0% SRU	0,23	0,28	0,28	0,27
Sorgo + 2,5% SRU	0,24	0,28	0,30	0,28
Sorgo + 4,5% SRU	0,23	0,29	0,27	0,26
Sorgo + 6,5% SRU	0,24	0,27	0,27	0,26
Sorgo + 8,5% SRU	0,24	0,27	0,27	0,26
Média	0,23b	0,28a	0,28a	
CV (%) ²	7,47			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	0,0590			
Tempo	<0,0001			
Rações x tempo	0,5036			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	0,1028			
Quadrática	0,2334			

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; (P>0,05) Efeito estatístico não significativo. Letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05).

As alterações das propriedades funcionais do albúmen têm sido associadas a alterações promovidas pelos processos intrínsecos naturais que ocorrem no albúmen. Entre eles estão o aumento na camada fluida (KRAEMER et al., 2003) alterações na quantidade e composição proteica do mesmo, afetando a habilidade de formar espuma. Isso se deve a uma diminuição na quantidade de proteínas do albúmen decorrente das alterações que o mesmo sofre durante o armazenamento (NAKAMURA et al., 1979). Segundo Alleoni (1997) e Kraemer et al. (2003) a estabilidade da espuma diminuiu em função do aumento do período de armazenamento independentemente da temperatura.

4.2 Avaliação da qualidade da gema

Os resultados obtidos para a percentagem e pH da gema (Tabela 12 e 13), indicam que estas variáveis não foram influenciadas significativamente pela interação entre as rações experimentais e o tempo de armazenamento ou pelas rações experimentais.

Na análise de regressão, observou-se que os diferentes níveis de inclusão da SRU não influenciaram a proporção e os valores de pH da gema. Quanto ao efeito do tempo de armazenamento, houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a percentagem e os valores de pH da gema.

Conforme os resultados, a partir de 15 dias de armazenamento os valores de percentagem de gema foram maiores em relação aos dos ovos frescos, embora não tenha havido diferença significativa entre os valores determinados aos 15 e 30 dias. O aumento da proporção de gema com o decorrer do tempo de armazenamento pode ser associado à redução de peso do albúmen, devido à perda de água para o ambiente, mas também à passagem de água do albúmen para a gema (FREITAS et al., 2011) e à passagem de íons alcalinos, como sódio, potássio e magnésio que migram do albúmen para a gema aumentando seu peso (SHANG et al., 2004).

Tabela 12. Percentagem de gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			Média
	0	15	30	
Milho + 0,0% SRU ¹	24,25	26,86	25,77	25,62
Sorgo + 0,0% SRU	24,28	27,41	27,62	26,44
Sorgo + 2,5% SRU	25,40	27,40	26,27	26,36
Sorgo + 4,5% SRU	26,00	27,16	26,71	26,62
Sorgo + 6,5% SRU	24,23	28,14	27,11	26,49
Sorgo + 8,5% SRU	24,75	26,68	26,24	25,89
Média	24,82b	27,27a	26,62 ^a	
CV (%) ²				5,52
Efeitos – ANOVA ³				p-valor
Rações				0,2677
Tempo				<0,0001
Rações x tempo				0,3468
Análise de Regressão				p-valor
Linear				0,3920
Quadrática				0,2773

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; (P>0,05) Efeito estatístico não significativo; Letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05).

Para o pH, a partir de 15 dias de armazenamento os valores foram maiores em relação aos dos ovos frescos, sendo os maiores valores determinados aos 30 dias. O aumento do pH da gema com o decorrer do tempo de armazenamento tem sido relatado frequentemente (AHN et al., 1999; SHANG et al., 2004; FREITAS et al., 2011) e pode ser associado às mesmas reações bioquímicas que alteram o pH do albúmen e íons alcalinos, como sódio, potássio e magnésio que migram do albúmen para a gema, aumentando seu pH (SHANG et al., 2004).

Tabela 13- Valores de pH da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	15	30	Média
Milho + 0,0% SRU ¹	5,84	6,20	6,44	6,16
Sorgo + 0,0% SRU	5,83	6,19	6,38	6,14
Sorgo + 2,5% SRU	5,80	6,19	6,42	6,14
Sorgo + 4,5% SRU	5,79	6,16	6,44	6,13
Sorgo + 6,5% SRU	5,88	6,16	6,41	6,15
Sorgo + 8,5% SRU	5,87	6,17	6,44	6,17
Média	5,84c	6,18b	6,43a	
CV (%) ²	1,02			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	0,4788			
Tempo	<0,0001			
Rações x tempo	0,2889			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	0,9310			
Quadrática	0,8786			

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; (P>0,05) Efeito estatístico não significativo; Letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05).

Para os resultados da coloração avaliada de forma subjetiva com o uso do leque colorimétrico (Tabela 14), observou-se interação significativa entre as rações experimentais e o tempo de armazenamento, indicando variação na percepção da coloração da gema dos ovos das aves alimentadas com as diferentes rações em função do tempo de armazenamento.

Avaliando o efeito das rações experimentais em cada tempo de armazenamento, observou-se que a substituição total do milho pelo sorgo promoveu redução na

coloração da gema em todos os tempos. Esse problema foi resolvido com a inclusão de SRU a partir de 2,5%, visto que com esse nível já foi possível obter coloração superior à obtida com o milho.

Assim, na análise de regressão, verificou-se que a inclusão de SRU nas rações contendo sorgo aumentou linearmente a coloração dos ovos segundo as equações obtidas: dia 0 - ($Y = 6,14 + 0,74X$; $R^2: 0,95$); dia 15 - ($Y = 7,07 + 0,69X$; $R^2: 0,94$) e dia 30 - ($Y = 7,64 + 0,71X$; $R^2: 0,96$), sendo a magnitude desse aumento diferente entre os tempos de armazenamento.

Tabela 14. Coloração subjetiva (leque colorimétrico) da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			Média
	0	15	30	
Milho + 0,0% SRU ¹	6,33Eb	7,00Ea	6,75Eab	6,69
Sorgo + 0,0% SRU	1,25Fa	1,42Fa	1,42Fa	1,36
Sorgo + 2,5% SRU	7,67Db	8,42Da	9,08Da	8,39
Sorgo + 4,5% SRU	9,68Cc	10,58Cb	11,33Ca	10,53
Sorgo + 6,5% SRU	11,42Bb	11,92Bab	12,17Ba	11,83
Sorgo + 8,5% SRU	12,00Ac	12,58Ab	13,50Aa	12,69
Média	8,06	8,65	9,04	
CV (%) ²	4,69			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	<0,0001			
Tempo	<0,0001			
Rações x tempo	0,0001			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Quadrática	0,0561	0,0590	0,0601	

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; Médias com letras maiúsculas distintas nas colunas, indicam diferença significativa entre as rações experimentais pelo teste SNK ($p < 0,05$). Médias com letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Quanto ao efeito do tempo para cada tratamento, observou-se que para a ração contendo apenas sorgo, não houve diferença significativa. Com a ração contendo milho, a coloração foi maior aos 15 dias de armazenamento, entretanto, houve diferença significativa apenas entre os resultados do dia zero e de 15 dias. Com a inclusão da SRU houve aumento na percepção da cor com o tempo de armazenamento, obtendo-se maior

pigmentação no dia 30 em relação ao dia zero para todos os níveis. Entretanto, para o nível de 2,5% de SRU não houve diferença significativa entre o valor determinado para o dia 15 e o dia 30 e para o nível de 6,5% de SRU houve diferença significativa apenas entre o valor determinado para o dia zero e o dia 30.

O aumento da coloração da gema com o decorrer do tempo de armazenamento tem sido relatado por outros pesquisadores (GIAMPIETRO-GANECO et al., 2012) e associada à concentração de pigmentos devido à perda de água e aumento do teor de sólidos na gema (FREITAS et al., 2011). Segundo Sauveur (1993), a penetração de proteínas da clara na gema pode afetar a coloração da gema. Entretanto, Santos et al. (2009) relataram que com o tempo de armazenamento, a coloração das gemas aumentou de 7 para 14 dias de armazenamento e reduziu aos 21 dias.

Os resultados obtidos para os efeitos da alimentação das aves sobre a coloração da gema são semelhantes aos relatos de outros pesquisadores. A redução na cor das gemas tem sido apontada como o principal problema para o uso do sorgo na alimentação das poedeiras (SILVA et al., 2006; BRAZ et al., 2007; GARCIA et al., 2009) mas este pode ser resolvido ou minimizado pela inclusão do SRU (SILVA et al., 2006; BRAZ et al., 2007) ou inclusão da semente integral do urucum (GARCIA et al., 2009; LAGANÁ et al., 2011; SPADA et al., 2012) na ração.

Na avaliação objetiva da cor (Tabela 15, 16 e 17), observou-se interação significativa entre as rações experimentais e o tempo de armazenamento, indicando variação nos parâmetros (L^* , a^* e b^*) da coloração da gema dos ovos das aves alimentadas com as diferentes rações em função do tempo de armazenamento.

Para a luminosidade (L^*) (Tabela 15), avaliando o efeito das rações experimentais em cada tempo de armazenamento, observou-se que a substituição total do milho pelo sorgo promoveu aumento na luminosidade da gema, exceto aos 15 dias de armazenamento. Assim, a maior luminosidade das gemas dos ovos das aves alimentadas com sorgo na ração resulta da menor coloração dessas gemas.

Embora não tenha havido diferença significativa entre a luminosidade determinada nas gemas após 15 dias de armazenamento, a adição do SRU resultou em redução significativa nos valores de L^* determinados no dia zero e após 30 dias de armazenamento, indicando que os ovos tornaram-se mais escuros com a inclusão desse alimento na ração e, segundo a análise de regressão, no dia zero a redução nos valores de L^* foi linear ($Y = 61,36 - 0,66X$; $R^2 = 0,55$) com a adição do SRU.

Tabela 15 - Componente de cor L* da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			Média
	0	15	30	
Milho + 0,0% SRU ¹	57,03Ca	51,69Ab	47,11Bc	51,95
Sorgo + 0,0% SRU	62,21Aa	51,48Ab	50,73Ab	54,80
Sorgo + 2,5% SRU	59,55Ba	52,94Ab	49,09ABc	53,86
Sorgo + 4,5% SRU	59,15Ba	50,10Ab	48,86ABb	52,70
Sorgo + 6,5% SRU	55,94Ca	52,62Ab	47,36ABc	51,97
Sorgo + 8,5% SRU	56,17Ca	50,31Ab	47,40Bc	51,29
Média	58,38	51,52	48,46	
CV (%) ²	4,31			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	<0,0001			
Tempo	<0,0001			
Rações x tempo	0,0239			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	<0,0001	0,2981	0,0866	
Quadrática	0,5900	0,8180	0,8729	

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; Médias com letras maiúsculas distintas nas colunas, indicam diferença significativa entre as rações experimentais pelo teste SNK (p<0,05). Médias com letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento pelo teste SNK (p<0,05).

Quanto ao efeito do tempo para cada tratamento, observou-se que para todos os tratamentos os maiores valores de luminosidade foram determinados nos ovos frescos, com redução significativa em relação aos valores determinados aos 15 e 30 dias de armazenamento. Entre os valores determinados aos 15 e 30 dias, também houve redução nos valores de luminosidade com o tempo de armazenamento, entretanto, apenas os valores determinados para a ração contendo sorgo e o nível de 4,5% de SRU os valores não diferiram significativamente.

Diante dos resultados obtidos para luminosidade, a redução nos valores de L* com a adição de SRU na ração e com o tempo de armazenamento, contribuiu para a percepção de gemas com coloração mais intensa na avaliação pelo leque colorimétrico, como ficou demonstrado anteriormente.

Para a intensidade de vermelho (a*) (Tabela 16), avaliando o efeito das rações experimentais em cada tempo de armazenamento, observou-se que a substituição total do milho pelo sorgo promoveu redução na intensidade de vermelho da gema, em todos

os tempos. A adição do SRU na ração contendo sorgo resultou em aumento na intensidade de vermelho, sendo a diferença significativa a partir do nível de 6,5% nos valores determinados no dia zero e a partir de 2,5% nos demais tempos.

Na análise de regressão, verificou-se que a inclusão de SRU nas rações contendo sorgo aumentou linearmente a intensidade de vermelho na gema dos ovos segundo as equações obtidas: dia 0 - ($Y = -2,15 + 0,20X$; $R^2 = 0,81$); dia 15 - ($Y = -3,91 + 0,69X$; $R^2 = 0,91$) e dia 30 - ($Y = -5,21 + 0,37X$; $R^2 = 0,71$), sendo a magnitude desse aumento diferente entre os tempos de armazenamento.

Tabela 16 - Componente de cor a* da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			Média
	0	15	30	
Milho + 0,0% SRU ¹	-1,09Aa	-3,63Db	-6,87Cc	-3,86
Sorgo + 0,0% SRU	-1,43Ba	-5,21Eb	-7,97Dc	-4,87
Sorgo + 2,5% SRU	-1,17Ba	-3,24Cb	-4,85Bc	-3,26
Sorgo + 4,5% SRU	-1,34Ba	-2,26Bb	-2,70Ab	-2,10
Sorgo + 6,5% SRU	-0,48Aa	-1,28Ab	-2,72Ac	-1,53
Sorgo + 8,5% SRU	-0,65Aa	-1,26Ab	-2,36Ac	-1,42
Média	-1,12	-2,69	-4,58	
CV (%) ²		-15,95		
Efeitos – ANOVA ³		p-valor		
Rações		<0,0001		
Tempo		<0,0001		
Rações x tempo		<0,0001		
Análise de Regressão		p-valor		
Linear	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Quadrática	0,7220	0,2512	0,3958	

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; a*: Intensidade de cor do verde ao vermelho; Médias com letras maiúsculas distintas nas colunas, indicam diferença significativa entre as rações experimentais pelo teste SNK ($p < 0,05$). Médias com letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Quanto ao efeito do tempo para cada tratamento, observou-se que para todos os tratamentos os maiores valores de intensidade do vermelho foram determinados nos ovos frescos, com redução significativa em relação aos valores determinados aos 15 e 30 dias de armazenamento. Entre os valores determinados aos 15 e 30 dias, também houve redução nos valores de luminosidade com o tempo de armazenamento,

entretanto, apenas os valores determinados para a ração contendo sorgo e o nível de 4,5% de SRU os valores não diferiram significativamente.

A adição de sorgo na ração reduz o valor de a^* nas gemas deixando-as em frequência de espectro de cor mais distante do vermelho, enquanto, a adição de semente de urucum ou seus subprodutos aumenta os valores de a^* , deixando as gemas mais avermelhadas (GARCIA et al., 2009). Isso ocorre porque aumenta o teor de bixina na ração, que é o principal pigmento carotenoide presente na semente do urucum e proporciona coloração vermelho-alaranjado, sendo este o responsável pelo aumento nos valores de a^* nas gemas, conferindo-lhes o tom mais alaranjado.

Para a intensidade de amarelo (b^*) (Tabela 17), avaliando o efeito das rações experimentais em cada tempo de armazenamento, observou-se que a substituição total do milho pelo sorgo promoveu redução na intensidade de amarelo da gema, em todos os tempos. A adição do SRU na ração contendo sorgo resultou em aumento na intensidade de amarelo, sendo a diferença significativa a partir do nível de 2,5% em todos os tempos, em relação à ração apenas com sorgo. Entretanto, em relação à ração contendo milho, observou-se no tempo zero, que a intensidade de amarelo foi semelhante no nível de inclusão de 2,5% de SRU e aumentou significativamente nos demais níveis. Aos 15 dias, a ração contendo de 2,5% de SRU proporcionou valores de b^* menores em relação à ração com milho e, embora os valores tenham aumentado com os demais níveis de SRU eles não diferiram significativamente em relação à ração com milho. Aos 30 dias, houve diferença significativa entre a ração com milho e a que continha 8,5% de SRU.

Na análise de regressão, verificou-se que a inclusão de SRU nas rações contendo sorgo aumentou linearmente a intensidade de amarelo na gema dos ovos segundo as equações obtidas: dia 0 - ($Y = 20,56 + 1,26X$; $R^2 = 0,98$); dia 15 - ($Y = 28,25 + 1,05X$; $R^2 = 0,88$) e dia 30 - ($Y = 33,33 + 1,02X$; $R^2 = 0,73$), sendo a magnitude desse aumento diferente entre os tempos de armazenamento.

Quanto ao efeito do tempo para cada tratamento, observou-se que para todos os tratamentos os menores valores de intensidade de amarelo foram determinados nos ovos frescos, com aumento significativo para os valores determinados aos 15 e 30 dias de armazenamento. Entre os valores determinados aos 15 e 30 dias, também houve aumento nos valores da intensidade do amarelo com o tempo de armazenamento, entretanto, apenas os valores determinados para a ração contendo sorgo e o nível de 6,5% de SRU os valores não diferiram significativamente.

O aumento da intensidade do amarelo nas gemas com adição de SRU se deve à presença dos pigmentos amarelo alaranjados do SRU. Já o aumento com o tempo de armazenamento se deve ao aumento do pH da gema que aumenta a transformação de bixina (vermelho) em norbixina (amarelo). Por sua vez, a maior proporção de amarelo nas gemas dos ovos das aves alimentadas com milho pode ser associada ao pigmento zeaxantina do milho que tem coloração amarela.

Tabela 17 - Componente de cor b* da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo armazenamento (dias)			Média
	0	15	30	
Milho + 0,0% SRU ¹	23,23Cc	35,76Ab	38,90Ba	32,63
Sorgo + 0,0% SRU	11,68Db	19,46Ca	19,55Ca	16,9
Sorgo + 2,5% SRU	23,80Cc	30,07Bb	36,15Ba	30,01
Sorgo + 4,5% SRU	25,83BCd	33,73Ab	38,64Ba	32,73
Sorgo + 6,5% SRU	29,21ABb	36,03Aa	37,64Ba	34,29
Sorgo + 8,5% SRU	31,05Ac	36,31Ab	43,26Aa	36,88
Média	24,16	31,78	35,60	
CV (%) ²	9,47			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	<0,0001			
Tempo	<0,0001			
Rações x tempo	0,0115			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	0,0017	0,0003	0,0026	
Quadrática	0,9555	0,1301	0,2512	

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância;; b* - Intensidade de cor do azul ao amarelo; Médias com letras maiúsculas distintas nas colunas, indicam diferença significativa entre as rações experimentais pelo teste SNK (p<0,05). Médias com letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento pelo teste SNK (p<0,05).

Os resultados obtidos para a estabilidade lipídica dos ovos (Tabela 18) indicam que esta variável não foi influenciada significativamente pela interação entre as rações experimentais e o tempo de armazenamento ou pelas rações experimentais.

Na análise de regressão, observou-se que os diferentes níveis de inclusão da SRU não influenciaram a oxidação lipídica das gemas medidas pelos valores de TBARS. Entretanto, quanto ao efeito do tempo de armazenamento houve diferença

significativa. A partir de 15 dias de armazenamento os valores de TBARS foram maiores em relação aos dos ovos frescos, sendo os maiores valores determinados aos 30 dias.

O aumento da oxidação lipídica da gema com o decorrer do tempo de armazenamento tem sido relatado frequentemente (CHERIAN; WOLFE; SIM, 1996) e pode ser associado às mesmas reações bioquímicas que alteram o pH da gema e a sua intensidade depende do perfil lipídico da gema, sendo os ácidos graxos insaturados mais propensos à oxidação.

Com os relatos de que além da pigmentação, os produtos do urucum sejam avaliados quanto à sua ação antioxidante, uma vez que em ensaios *in vitro* tem sido demonstrado o potencial antioxidante de seus compostos fenólicos e da bixina (LEMOS et al., 2011; GARCIA et al., 2012), criou-se a expectativa de que a maior inclusão do SRU pudesse beneficiar a qualidade dos ovos durante o armazenamento, reduzindo a oxidação lipídica e, conseqüentemente, os valores de TBARS. Entretanto, isso não foi verificado na presente pesquisa.

Por outro lado, vale ressaltar que os ovos avaliados foram armazenados sob refrigeração e, conforme a literatura, as alterações físicas e químicas nos ovos armazenados são mais intensas quanto maior for a temperatura do ambiente. Dessa forma, o potencial antioxidante dos produtos do urucum possa ser mais bem avaliado em ovos submetidos a condições mais extremas de temperatura durante o armazenamento.

Tabela 18. Valores de TBARS (mg de malonaldeído/ kg de gema) da gema de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			Média
	0	15	30	
Milho + 0,0% SRU ²	0,35	0,47	0,69	0,51
Sorgo + 0,0% SRU	0,36	0,51	0,54	0,47
Sorgo + 2,5% SRU	0,42	0,51	0,62	0,52
Sorgo + 4,5% SRU	0,45	0,54	0,57	0,52
Sorgo + 6,5% SRU	0,49	0,53	0,53	0,52
Sorgo + 8,5% SRU	0,39	0,47	0,47	0,44
Média	0,41c	0,51b	0,57a	
CV (%)				17,00
Efeitos – ANOVA				p-valor
Rações				0,2636
Tempo				<0,0001

Rações x tempo	0,1831
Análise de Regressão	p-valor
Linear	0,1097
Quadrática	0,2171

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; (P>0,05) Efeito estatístico não significativo. Médias com letras minúsculas diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento pelo teste SNK (p<0,05).

4.3 Avaliação da qualidade da casca

Os resultados obtidos para a percentagem de casca (Tabela 19) e densidade específica (Tabela 20) indicam que estas variáveis não foram influenciadas significativamente (p>0,05) pela interação entre as rações experimentais e o tempo de armazenamento, nem pelas rações experimentais. Quanto ao efeito do tempo de armazenamento, houve diferença significativa (p<0,05) para a densidade específica, mas não para os valores de percentagem de casca.

Na análise de regressão observou-se que os diferentes níveis de inclusão da SRU não influenciaram a proporção de casca e densidade específica. Conforme os resultados, a partir de 15 dias, os valores de densidade específica foram menores em relação aos valores dos ovos frescos, embora não tenha havido diferença significativa entre os valores determinados aos 15 e 30 dias.

Tabela 19. Percentagem de casca de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			Média
	0	15	30	
Milho + 0,0% SRU ¹	9,63	9,45	8,57	9,22
Sorgo + 0,0% SRU	9,52	9,72	10,08	9,77
Sorgo + 2,5% SRU	9,64	9,68	9,84	9,72
Sorgo + 4,5% SRU	9,81	9,88	9,86	9,85
Sorgo + 6,5% SRU	9,40	9,39	9,61	9,46
Sorgo + 8,5% SRU	9,69	9,86	9,60	9,72
Média	9,61	9,66	9,59	
CV (%) ²	8,56			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	0,1981			
Tempo	0,9364			
Rações x tempo	0,6476			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	0,3271			
Quadrática	0,5150			

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; (P>0,05) Efeito estatístico não significativo; Letras distintas nas linhas, diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05).

A ausência de influência significativa nessas características também foi relatada por Braz et al. (2007). Efeito semelhante também foi observado por Harder et al. (2008) que ao incluírem a semente integral de urucum em diferentes níveis (0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0% de urucum) nas rações de poedeiras comerciais, relataram ausência de influência significativa sobre a percentagem de casca.

Os resultados para densidade específica podem ser observados na Tabela 20.

Tabela 20. Densidade específica de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo sorgo e semente residual de urucum em função do tempo de armazenamento por 30 dias a 6 °C.

Rações	Tempo de armazenamento (dias)			Média
	0	15	30	
Milho + 0,0% SRU ¹	1,091	1,080	1,067	1,079
Sorgo + 0,0% SRU	1,092	1,080	1,062	1,078
Sorgo + 2,5% SRU	1,092	1,078	1,077	1,082
Sorgo + 4,5% SRU	1,092	1,079	1,079	1,083
Sorgo + 6,5% SRU	1,094	1,02	1,072	1,080
Sorgo + 8,5% SRU	1,095	1,077	1,086	1,086
Média	1,093a	1,078b	1,074b	
CV (%) ²	1,23			
Efeitos – ANOVA ³	p-valor			
Rações	0,4544			
Tempo	<0,0001			
Rações x tempo	0,4960			
Análise de Regressão	p-valor			
Linear	0,6340			
Quadrática	0,8292			

¹SRU – Semente residual de urucum; ²CV – Coeficiente de variação; ³ANOVA - Análise de variância; (P>0,05) Efeito estatístico não significativo; Letras distintas nas linhas, diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05).

Santos et al. (2009) e Freitas et al. (2011), também encontraram resultados semelhantes para a densidade específica, ao demonstrarem que a perda de água que ocorre no ovo após a postura em consequência da evaporação, provoca um aumento excessivo da câmara de ar, e consequentemente a diminuição da gravidade específica do ovo.

5 CONCLUSÃO

A adição do SRU não altera as características de qualidade do albúmen e, na gema, altera apenas a sua coloração, pois reduz a luminosidade e aumenta a intensidade das coordenadas de coloração vermelha (a^*) e amarela (b^*).

Embora ocorra redução na intensidade de vermelho e aumento na intensidade do amarelo com o passar do tempo de armazenamento, também haverá redução da luminosidade o que contribui para que haja a percepção de aumento na coloração da gema durante o armazenamento dos ovos das aves alimentadas com SRU.

A partir de 15 dias de armazenamento as características de qualidade do albúmen e da gema foram prejudicadas.

Pode-se incluir até 8,5% do SRU em rações de poedeiras contendo sorgo como principal fonte de energia, sendo possível solucionar os problemas de pigmentação da gema com a substituição total do milho pelo sorgo com a inclusão do SRU a partir de 2,5%.

REFERÊNCIAS

ALLEONI, A.C.C. Efeito da temperatura e do período de armazenamento na qualidade do ovo, nos teores de S-ovalbumina e nas propriedades funcionais das proteínas; Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, 1997, 110 p.

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

ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Perfil de textura e umidade espremível de géis de clara de ovos cobertos com concentrado protéico de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, p.153-157. 2005.

AHN, D. U. et al. Effects of dietary-linolenic acid and strains of hen on the fatty acid composition, storage stability, and flavor characteristics of chicken eggs. *Poultry Science*, v. 74, p. 1540-1547, 1999.

AGUIAR, L. M. S.; MORAIS, A. V. de C. de.; GUIMARÃES, D. P. Cultivo do sorgo: Clima. Embrapa Milho e Sorgo.Sistemas de Produção 2. 2000. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo/clima.htm>> Acesso em 11/03/2015.

AYERZA, R.; COATES, W. Omega-3 enriched eggs: The influence of dietary α -linolenic acid fatty acid source on egg production and composition. **Canadian Journal Science, Canada**, 2001. Disponível em: <http://pubs.aic.ca/doi/pdf/10.4141/A00-0942>. Acesso em: 20 ago. 2014.

ASSUENA, V. et al. Substituição do milho pelo sorgo em rações para poedeiras comerciais formuladas com diferentes critérios de atendimento das exigências em aminoácidos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 93-99, jan./mar. 2008

BAIAO, N.C.; MENDEZ, J.; MATEOS, J. et al. Pigmenting efficacy of several oxycarotenoids on egg yolk. *Journal Applied of Poultry Research*, v.8, n.4, p.472-479, 1999.

BARBOSA, A. A. et al. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **Arquivos de Veterinária, Jaboticabal, SP**, v.24, n.2, 127-133, 2008. Disponível em: <http://www.arsveterinaria.org.br/index.php/ars/article/viewFile/182/150>. Acesso em: 20 ago. 2014.

BARBOSA FILHO, J.A.D. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagem. 123 p. dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”; Universidade de São Paulo; Piracicaba, 2004.

BARBOSA FILHO, J.M. *Bixa orellana*: Retrospectiva de usos populares, atividades biológicas, fitoquímica e emprego na fitocosmética, no continente americano. In: SIMBRAU – Simpósio Brasileiro de Urucum; 2006 abr. 117-20; João Pessoa, Brasil

BATISTA, C.L.L.C. Produção e avaliação da estabilidade de corante hidrossolúvel de urucum. Viçosa: UFV, 1994.71p

BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, v.86, p.495-502, 2003.

BERTECHINI, A.G. Ovo é saúde. **Revista Avicultura industrial.**, São Paulo, v.94, n.6, p.40-42, 2003.

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.

BOTSOGLOU, N.A.; FLOROU-PANERI, P.; NIKOLAKAKIS, I.; GIANNENAS, I.; DOTAS, V.; BOTSOGLOU, E.N.; AGGELLOPOULOS, S. Effect of dietary saffron (*Crocyus sativus* L.) on the oxidative stability of egg yolk. *British Poultry Science*, v. 46, p. 701-707, 2005.

BOVŠKOVÁ, H.; MÍKOVÁ, K.; Factors Influencing Egg White Foam Quality. **Czech Journal. Food Science**. Vol. 29, 2011, No. 4: 322–327

BRAGA, C.V.P.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; CARVALHO, L.E.; SOUSA, F.M.; BASTOS, S.C. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.76-80, 2005.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, e alterações. DOU. Brasília atualizado em 1997

BRAZ, N.M. et al. Semente residual de urucum na alimentação de poedeiras comerciais: desempenho e características dos ovos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. 2007; 29(2):129-133.

BRESSANI, R., PORTA-ESPAÑA DE BARNEÓN, F., BRAHAM, J. E., ELÍAS, L. G., & GÓMEZ-BRENES, R. (1983). [Chemical composition, amino acid content and nutritive value of the protein of the annatto seed (*Bixa orellana*, L.)]. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 33(2), 356- 376. PMID:6673674.

CARDOSO, S. L. Fotofísica de carotenóides e o papel antioxidante de β -caroteno. *Química Nova*, p.535-540, 1997.

CARVALHO, P. R. N. (1992). Potencialidade dos corantes naturais. *Revista Brasileira de Corantes Naturais*. v. 1, n. 1, p. 244-245.

CARVALHO, P. R. N., HEIN, M. (1989). Urucum – Uma fonte de corante natural. *Coletânea ITAL*, 19 (1), 25-33, Campinas

CASARTELLI, E. M. et al., Commercial laying hen diets formulated according to different recommendations of total and digestible amino acids. **Brazilian Journal of**

poultry Science., v.7 n.3 177 – 180, Jul - Sep 2005

CHERIAN, G.; TRABER, M.G.; GOEGER, M.P.; LEONARD, S.W. Conjugated linoleic acid and fish oil in laying hen diets: effects on egg fatty acids, thiobarbituric acid reactive substances, and tocopherols during storage. *Poult. Sci.*, v.86, p.953-958, 2007.

CONTO, W. L. do; OLIVEIRA, V. P.; CARVALHO, P. R. N.; GERMER, S. P. M. (1991). Estudos econômicos de alimentos processados .p. 65, ITAL-Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas.

COSTA, F.G.P.; et al. Efeitos da inclusão do extrato oleoso de urucum em rações de poedeiras com substituição total ou parcial do milho pelo sorgo de baixo tanino. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v. 28, n. 4, p. 409-414, 2006

CUNHA, F. G. Estudo da Extração Mecânica de Bixina das Sementes de Urucum em Leito de Jorro. 2008. 92p. Dissertação (Mestre em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008. Orientador: Marcos Antonio de Souza Barrozo.

CURVELO, E.R. et al; Níveis de inclusão de extrato de urucum e açafraão em dietas para poedeiras semipesadas e seus efeitos sobre o desempenho e coloração da gema dos ovos. *Semana de Ciência e Tecnologia*, 2., 2009, Bambuí. Anais... Bambuí,2009.

DE ANGELIS, R.C. Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde. Fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas. São Paulo. Atheneu 2001, 295p.

DELGADO-VARGAS, F., JIMENEZ, A. R., e PAREDES-LÓPEZ, O.(2000). Natural pigments: carotenoids, anthocyanins and betalains—characteristics, biosynthesis, processing and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 40 (3), 173-289.

DOWNHAM, A.; COLLINS, P. (2000). Colouring our Food in the Last and Next Millennium. *Journal of Food Science and Technology*, 35, 5 - 22.

EDGE, R.; MCGARVEY, D. J.; TRUSCOTT, T. G.; *J. Photochem. Photobiol., B* **1997**, *41*, 189.

FARIA, L. J. G. (1998). Análise experimental do processo de secagem de urucum (Bixa Orellana L.) em leito fixo. Tese de doutorado em Engenharia Química, FEA/Unicamp, Campinas, 1998 apud SILVA, G. F. (1998). Extração de pigmentos de urucum com CO₂ supercrítico. Tese de doutorado em Engenharia de Alimentos, Engenharia de Alimentos/FEA/Unicamp, Campinas.

FENNEMA, O. R. Química de los alimentos. 2ed. Zaragoza. Editorial Acribia, 2000. 1258p

FILLARDI, R. S. et al., Utilização do farelo de arroz em rações para poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis. **Ciência Animal Brasileira** , v. 8, n. 3, p. 397-405, jul./set. 2007

FIGUEIREDO, T.C. Características físico-química e microbiológica e amins bioativas em ovos de consumo. 2008. 110 f. Dissertação de mestrado. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

FRANCHINI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N. et al. Oxidative stability and sensory and functional properties of eggs from laying hens fed supranutritional doses of vitamins E and C. *Poult. Sci.*, v.81, p.1744-1750, 2002.

FONTANA, J. D., MENDES, S.V., PERSIKE, D.S. PERACET, L. F., PASSOS, M. Carotenoides – Cores atraentes e ação biológica. 11º Premio Paranaense de Ciência e Tecnologia. 1997

FONTANA, J. D.; MENDES, S.V; PERSIKE, D. M.; PERACETTA, F. F.; PASSPS, M. Carotenóides: Cores atraentes e Ação biológica. *Biotechnologia Ciência & Desenvolvimento*, 2003.

FRANCO, C.F.O; SILVA, F.C.P; CAZÉ FILHO, J.; BARREIRO NETO, M.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.H.; FONTINELLI, I.S.C. Urucum: Sistema de produção para o Brasil, João Pessoa: EMEPA-PB, APTA, 2008. 112p.

FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in Lipid Research*, p.228-265, 2004.

FREITAS, E. R. et al. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 5, p. 509-512, maio 2004.

FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Efeito de níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.838-846, 2005.

FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F.; SANTOS JÚNIOR, A.; GUERREIRO, .E.F.; ESPÍNDOLA, G.B. Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p.1001-1006, 2006.

FREITAS, L. W.; PAZ, I. C. L.; 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**, v.4, n.11, p.66-72, 2011.

FREITAS CASTRO, W. **Avaliação do efeito protetor do colorífico como antioxidante natural na oxidação lipídica em carne de frango**. 2008. 84f. Dissertação (Mestrado em ciência de alimentos - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

GALOBART, J.; BARROETA, A.C; BAUCCELLS, M.D.; GUARDIOLA, F. Lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with w3 and w6 polyunsaturated fatty acids during storage as affected by dietary vitamin e and canthaxanthin supplementation. *Poultry Science*, v.80, p.327-337, 2001.

GARCIA, E.A. et al. Ground Annatto Seeds (*Bixa orellana* L.) in Sorghum-Based Commercial Layer Diets and Their Effects on Performance, Egg Quality, and Yolk Pigmentation. **Brazilian Journal of Poultry Science**. Oct - Dec 2002 v.12 n.4 / 259 – 264

GARCIA,R.G.; et al. Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.57, n.5, p.634-643, 2005

GARCIA, R. G.; MOLINO, A. B.; BERTO, D. A. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentados semente de Urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. *Veterinária e Zootecnia*, v.16, n.4, p.689- 697, 2009

GAWECKI K, POTKANMSKI A, LIPINSKA H. Effect of carophyll yellow and carophyll red added to comercial feeds for laying hens on yolk colour and its stability during short-term refrigeration. **Roczniki Akademii Rolniczez W Poznaniu** 1977; 94: 85-93.

GIAMPIETRO-GANECO, A.; SCATOLINI-SILVA, A. M.; BORBA, H.; BOIAGO, M. M., LIMA, T. M. A.; SOUZA, P. A. Estudo comparativo das características qualitativas de ovos armazenados em refrigeradores domésticos. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v.28, n.2, 100-104. 2012.

GIAMPIETRO, A.; SCATOLINI, A.M.; BOIAGO, M.M. et al. Estudo da metodologia de TBARS em ovos. *Rev. Avisite*, n.13, p.18-18, 2008.

GORDON, H. T.; BAUERNFEIND, J. C. Carotenoids as food colorants. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.18, p.59-97, 1982.

GOTTO, A. M.; BRINTON, E. A. (2004). Assessing low levels of high-density lipoprotein cholesterol as a risk factor in coronary heart disease. *Journal of the American College of Cardiology*, v.43, p. 717-724.

GROSCH, H.D.B- *Química de los alimentos*. Zaragoza. Editorial Acribia, 1997, 1087p.

HARDER , M.N.C. et al. Efeito de *bixa orellana* na alteração de características de ovos de poedeiras. **Ciência e Agrotecnologia**., Lavras, v. 32, n. 4, p. 1232-1237, jul./ago., 2008

ITO, N., FUKUSHIMA, S., HASEGAWA, A., SHIBATA, M. & OGISO, T (1983). Carcinogenicity of buthylated hydroxy anisole in F344 rats. *J The National Cancer Institue*. 27:1-4.

JIANG, Z.; AHN, D.U.; LADNER, L.; SIM, J.S. Influence of feeding full-fat flax and sunflower seeds on internal and sensory qualities of eggs. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.2, p. 378-382, 1992.

JOLY, A. B. (1993). *Botânica: introdução à taxonomia vegetal*. Ed. Nacional, p. 777. São Paulo

JONES, D.R.; MUSGROVE, M.T. Effects of extended storage on egg quality factors. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.11, p. 1774-1777, 2005.

JORDÃO FILHO, J. et al., Efeitos da relação metionina + cistina: lisina sobre os desempenhos produtivo e econômico e a qualidade interna e externa dos ovos antes e após 28 dias de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.35, n.4, p.1735-1743, 2006.

KANG, K. R.; CHERIAN, G.; SIM, J. S. Dietary palm oil alters the lipid stability of polyunsaturated fatty acid modified poultry products. **J. Poultry Science**, Honduras v. 80, n. 2, p. 228-234, 2001.

KINSELLA, J.E., FRANKEL, E., GERMAN, B. e KANNER, J. (1993). Possible mechanism for the protective role of the antioxidant in wine and plant foods. **Food Technology**. 47:85 - 89.

KIOKIAS, S.; GORDON, M.H. Antioxidant properties of annatto carotenoids. **Food Chemistry**, v.83, p.523-529, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814603001481>>. Acesso em: 16 abr. 2015. doi:10.1016/S0308-8146(03)00148-1.

KRAEMER, F. B., et al. Avaliação da qualidade interna de ovos em função da variação da temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 10, n. 3, p. 145-151, set./dez. 2003

LAI, L.S., CHOU, S.T. e CHAO, W. W. (2001). Studies on the antioxidant activities of Hsiantso (Mesona procumbens Hemsl) leaf gum. **J Agricultural and Food Chemistry**. 49:963-968.

LAGANÁ C; PIZZOLANTE CC; SALDANHA ESPB; MORAES JE DE. Turmeric root and annatto seed in second-cycle layer diets: performance and egg quality **Rev. Bras. Cienc. Avic.** vol.13 no.3 Campinas July/Sept. 2011

LEANDRO, N. S. M.; DEUS, H. A. B.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A.; CARVALHO, F. B. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 2, p. 71-78, 2005.

LEITE, P. R. S. C.; LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; GOMES, N. A.; JARDIM FILHO, R. M. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milho e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p.280-286, 2011.

68

LIMA, L.R.P. Efeitos farmacológicos toxicológicos e mecanismo de ação flavonoides e corantes naturais extraídos do urucum (*Bixa orellana*) no metabolismo lipídico de coelhos. Viçosa: UFV, 2001. 122p

LOPES, L. L. 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 eletrônica de Medicina Veterinária**. n. 18. 2012. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/veterinaria18/artigos/art11.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2013.

MARMION, D. M Handbook of U. S. Colorants: Foods, Drugs, Cosmetics, and Medical Devices. Third Edition, USA, 120-122. 1991.

MELO, M.; FAZUOLI, L. C.; TEIXEIRA, A. A.; AMORIM, H. V. Alterações físicas, químicas e organolépticas em grãos de café armazenados. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 468-471, 1980.

MERCADANTE, A. Z., STECK A. e PFANDER H. (1997). Isolation and identification of new apocarotenoids from annatto (Bixa orellana) seeds. *Journal of agricultural and Food Chemistry*. 45, (4) 1050-1054.

MEYDANI, M., MARTIN, A., RIBAYA-MERCADO, J., GONG, J., BLUMBERG, J. B. and RUSSEL, R. M. (1994). β -Carotene supplementation increases antioxidant capacity of plasma in older women. *Journal of Nutrition*, v. 124, p. 2397 - 2403.

MIRANDA, ADÉLIA PEREIRA. Suínos em diferentes fases de crescimento alimentados com milho ou sorgo: desempenho, digestibilidade e efeitos na biodigestão anaeróbia. 2009. 123 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

MORENO, J. O.; et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, alimentadas com dietas contendo sorgo e páprica em substituição ao milho *Acta Sci. Anim. Sci.*, v. 29, n. 2, p. 159-163, 2007

MOURA, A.M.A. et al., Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.12, p.2697-2702, 2010

MOURTHÉ, K; MARTINS, R.T. Perfil de colesterol de ovos enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados ômega-3. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.54, n.4, p.429-431, 2002.

MUTISYA, J.; SUN, C.; ROSENQUIST, S.; BAGUMA, Y.; JANSSON, C. Di 69 oscillation of SBE expression in sorghum endosperm. *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, v. 166, p. 428- 434, 2009

NACHTIGALL, A.M. et al; Geleias light de amora-preta. *Bol Cent Pesq Process Alim*. 2004;22(2):337-54.

NAJAR, S. V., BOBBIO, F. O. e BOBBIO, P. (1988). Effects of lighth, air, anti-oxidants and pro-oxidants on Annatto extracts (Bixa orellana). *Food Chemistry*, 29, nº 4, 283-289.

NAKAMURA R., UMEMURA O., TAKEMOTO H. (1979): Effect of heating on the functional properties of ovotransferrin. *Agricultural and Biological Chemistry*, 43: 325.

NYACHOTI CM, ATKINSON JL, LEESON S. Sorghum tannins: a review. *Worlds*

poultry Science Journal 1997; 53:5-21.

OLIVEIRA, V. P. 1 Composição do urucum. 2005. Disponível em: http://www.globorural.com.br/edic./180gr_responde1.htm.

OLIVEIRA, G.E.; FIGUEIREDO T.C; SOUZA, M.R. et al. Bioactive amines and quality of egg from dekalb hen under different storage conditions. *Poult. Sci.*, v.88, p.2428-2434, 2009.

ORDÓÑEZ, J.A. et al. **Tecnologia de alimentos**.v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.

ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética, Seleção e Preparo de Alimentos**. 8 ed. São Paulo: Atheneu, 2006.

PAPPAS, A.C.; ACAMOVIC, T.; SPARKS, N.H.C.; SURAI, P.F.; MCDEVITT, R.M. Effects of supplementing broiler breeder diets with organic selenium and polyunsaturated fatty acids on egg quality during storage. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.6, p.865-874, 2005.

PASCHOALIN, G. C. et al. Efeitos da adição de carophyll red* e carophyll yellow* na coloração da gema de ovos de poedeiras. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 5, 2007, Indaiatuba-SP. Anais... Indaiatuba-SP: 2007. p.49.

PASCHOINI, J.R. **Nutricum: A proteína e o corante natural do urucum**. São Sebastião do Paraíso: Paschoini Agro Ltda, 2000

PASTORE S. M.; OLIVEIRA W. P. de; BRUMANO G. Mercado de milho, farelo de soja e ovos no Brasil de 2010 a 2013. **Revista Eletrônica Nutritime.**, Artigo 225 – v. 11 - n. 01 – p. 2982 – 3006, jan/fev 2014.

PENZ Jr, A.M. Hipótesis que justifican el uso de acidos organicos en las dietas para aves e cerdos. *Avicultura Professional*, v.9, p.46, 1991.]

PEREIRA, A. L. F. Efeitos dos lipídeos da ração sobre a qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras comerciais. 2009. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ppgcta.ufc.br%2Fanaluciapereira.pdf&ei=fxJ5UrQBeTMsQTQgIGABg&usq=AFQjCNGFC2BZBoK3ET7UCS4RloIzbCsOgw&sig2=b3XPoAwlcHIqJB2IW-0cQA&bvm=bv.55980276,d.cWc> Acesso em: 15 set. 2014

PINTO, M. et al., Uso do sorgo na alimentação de poedeiras. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, suplemento, n. 7, p. 101, 2005.

PRYOR, W. A. (1991). The antioxidant nutrient and disease prevention: What do we know and what do we need to find out? *Amer J Clin Nutri*53:391-393.

QUADROS, D. G.; JESUS, T. R.; KANEMATSU, C. H.; SÁ, A. M.; SILVA, G. A. V.; SILVA, A. L. R.; ANDRADE, A. P. Qualidade de ovos de galinha comercializados em Barreiras, BA, estocados em diferentes condições de temperatura. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias Ambiental**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 363-369. 2011

- QUEIROZ, E.A. Níveis de farelo de urucum (*Bixa orellana* L.) em rações à base de sorgo para poedeiras comerciais. 2006. 38p. dissertação (Mestrado em Ciências. Área de Concentração: em produção animal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Serópedica, 2006.
- RIOS, A. O.; ANTUNES, L. M. G.; BIANCHI, M. L. P. Proteção de carotenóides contra radicais livres gerados no tratamento de câncer com cisplatina. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 343-350, 2009.
- ROCHA, V. R. R. A.; et al Substituição total do milho por sorgo e óleo de abatedouro avícola em dietas para frangos de corte. *R. Bras. Zootec.*, v. 37, n.1, p.95-102, 2008
- ROCHA, V. R. R. A.; JÚNIOR, W. M. D.; RABELLO, C. B. et al. Substituição total do milho por sorgo e óleo de abatedouro avícola em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.95-102, 2008.
- ROSSI, M.; POMPEI, C. Changes in some egg components and analytical values due to hen age. *Poultry Science*, v.74, p.152-160, 1995.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa:UFV, 2011. 252 p.
- ROSTAGNO, H.S. et al. Utilização do sorgo nas rações de suínos e aves. 2001. Disponível em: <<http://www.polinutri.com.br>> Acesso em: 18 de Setembro de 2014
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2007. 283p.
- SALINAS, R. D. *Alimentos e Nutrição: Introdução a Bromatologia*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 278.
- SANTA CATARINA, **Secretaria de Estado de Agricultura e do Abastecimento**, Análise de conjuntura agropecuária: Avicultura de postura 2012/2013, Paraná, 2012. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/avicultura_postura_2012_1_3.pdf>. Acesso em: 15 de dez 2015.
- 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**, v.29, n.3, p.513-517, 2005.
- SAS Institute. **SAS Users guide**: Statistics. Version 8. Carry, NC, 2000.
- SAUVEUR, B. **El Huevo para Consumo: Bases Productivas**. Tradução por Carlos Buxadé Carbó. Barcelona: Aedos Editorial, 1993. 377p.
- SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, F.G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.12, p.1725- 1729, 2000.
- SECHINATO, A. S.; ALBUQUERQUE, R.; NAKADA, S. Efeito da suplementação dietética com microminerais orgânicos na produção de poedeiras poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 2, p. 159-166, 2006.

SHANG, E. et al; Identification of unique, differentiation stage-specific patterns of expression of the bromodomain-containing genes Brd2, Brd3, Brd4, and Brdt in the mouse testis. *Gene Expr. Patterns* 4, 513-519, 2014.

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; GODOI, M. J. S. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n.5, p.1435-1439, 2000.

SILVA, J.H.V. et al., Efeitos da inclusão do resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) na dieta para de frangos de corte: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2005; 34(5):1606-13.

SILVA, J.H.V. et al., Resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana*.) como corante da gema, pele, bico e ovário de poedeiras avaliado por dois métodos analíticos. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 30, n. 5, p. 988-994, set./out., 2006

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

SILVERSIDES, F.G; TWIZEYMANA, F.; VILLENEUVE, P. Research note: a study relating to the validity of the Haugh Unit correction for egg weight in fresh eggs. *Poultry Science*, v. 72, n. 4, p. 760-764, 1993.

SILVERSIDES, F.G; VILLENEUVE, P. Is the Unit Haugh correction for egg weight valid for eggs stored at room temperatura? *Poultry Science*, v. 73, n. 1, p. 50-55, 1994.

SILVERSIDES, F.G; BUDGELL, K. (2004). *Poultry Science*. 83. 1619-1623p

SMITH, L.L. Mechanisms of formation of oxysterols: a generate survey. Free radical lipoproteins and membrane lipids. New York. Plenum Press, 1990. 409p

SOUZA-SOARES, L. A., & Siewerdt, F. (2005). *Aves*. Pelotas: Ed Universitária.

SOUZA, T.C. Alimentos: Propriedades físico-químicas. 2 ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2002. P.117-119

SOUZA, D. H. Avaliação nutricional do resíduo da semente do urucum e sua utilização em rações para frangos de crescimento lento contendo sorgo como principal fonte de energia, 2014. 76p. dissertação (Mestrado em Zootecnia. Área de Concentração: nutrição animal) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SPADA, F.P. et al. Adição de carotenoides naturais e artificiais na alimentação de poedeiras poedeiras: efeitos na qualidade de ovos frescos e armazenados. **Ciência Rural**, v.42, n.2, fev, 2012.

SPARKS, N. H. C. The egg: a compartmentalized, aseptically package food. In: BOARD, R. G.; FULLER, R. (Eds.). **Microbiology of the avian egg**. New York: Chapman & Hall. 1994. p. 95-99.

STALDELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. Eggscience & technology. 2. ed. Westport: Avi Publishing Company, 1977.

STALDELMAN, W.J.; OLSON, V.M.; SHEMWELL, G.A.; PASCH, S. Egg and poultry-meat processing. VCH Publishers, Ellis Horwood Ltda., Chichester (Inglaterra). 1988. 211 p.

SUBRAMANIAN, V.; METTA, V.C. Sorghum Grain for Poultry Feed. In: TECHNICAL AND INSTITUTIONAL OPTIONS FOR SORGHUM GRAIN, OLD MANAGEMENT. 2000. Patancheru Proceedings... Patancheru: Índia International Consultation, 2000. p. 242-247.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. Relatório anual, São Paulo, 2014

VIDAL, T.F. Qualidade, composição e estabilidade dos ovos de poedeiras alimentadas com farelo da castanha de caju. 2009. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ppgcta.ufc.br%2Ftatianavidal.pdf&ei=ehN5UoqVCtPksAT_2oGoCA&usq=AFQjCNFVDGAp0fN6fCWNd7QqH74wa8IIHQ&sig2=6cz1OEn-TbpXKhwqAa4LRQ&bvm=bv.55980276,d.cWc>. Acesso em: 15 ago 2013

XAVIER, A. N. Caracterização química e vida-de-prateleira do doce em massa de umbu. 1999. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

XAVIER, I. M. C.; CANSADO, S. V.; FIGUEIREDO, T.C.; LARA, L. J. C. SOUZA, M.R.; BAIÃO, N.C. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia**. v. 60, n. 4, p.953-959, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v60n4/26.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2014

ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS,4, Piracicaba, 1991. Anais... Piracicaba, FEALQ, 1991, p.169-217.

ZHANG, L-X., COONEY, R.V., BERTRAM, J.S. Carotenoids up-regulate connexin 43 gene expression independent of their provitamin A or antioxidant properties. *Cancer Research*, Chicago, v.52, n.20, p.5707-5712, 1992.

ZANZAD, A.G. et al. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo sorgo. *J. Anim. Sci.*, v. 64, p. 1348-1355, 2000

ZARRINGHALAMI, S. et al. Partial replacement of nitrite by annatto as a colour additive in sausage. **Meat Science**, v.81, p.281-284, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917400800257X>>. Acesso em: 16 mar. 15

ZHENG, W. e WANG, S. Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Agricultural and Food*. 49:5165:5170.

DECLARAÇÃO DE CORREÇÃO ORTOGRÁFICA

Eu, Mirleide Pereira dos Santos , RG 96002459110 SSP - CE, CPF: 840.554.723-15. Licenciada em Letras e Língua Portuguesa pela Universidade Federal do Ceará – UFC.

Declaro para devidos fins que efetuei a verificação e correção de alguns aspectos do texto, tais como: Ortografia, Acentuação, Uso de Concordância nominal e verbal, Pontuação e coerência textual. Outros aspectos também foram verificados, como por exemplo, a ambigüidade de frases ou palavras, repetições, ordem estrutural das frases e correção de acordo com as normas técnicas da ABNT, tudo isso sempre visando melhorar a clareza do seu trabalho para a fluidez na leitura e compreensão.

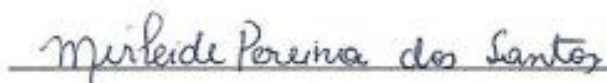
ALUNA: THAIS CRUZ LOPES TAVARES

ASSUNTO DISSERTAÇÃO: QUALIDADE DOS OVOS FRESCOS E ARMAZENADOS DE POEDEIRAS SEMIPESADAS ALIMENTADAS COM SEMENTE RESIDUAL DE URUCUM

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Por ser verdade firmo o presente.

Caucaia, 14 de Março de 2016



Mirleide Pereira dos Santos

Licenciada em Letras e Língua Portuguesa

CERTIFICATE OF TRANSLATION

I hereby declare that I translated the manuscript entitled “QUALITY OF STORED FRESH EGGS FROM QUASI-WEIGHTY LAYING FED WITH RESIDUAL ANNATTO SEED” from Portuguese to American English and returned it to the author, **Thaís Cruz Lopes Tavares** on March 17th, 2016. The translated paper contained 389 words. It is up to the author to accept, refuse, or reply to any changes, corrections and suggestions made in the manuscript. This translation does not imply acceptance or rejection of the manuscript by whatever journal to which it may be submitted.

March 17th, 2016.

Liana Maria da Silva Gadelha.

Translator

Liana Maria da Silva Gadelha
Specialist in Applied Linguistics – FA7