

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

TATIANA FONTOURA VIDAL

**QUALIDADE, COMPOSIÇÃO E ESTABILIDADE DOS OVOS DE
POEDEIRAS ALIMENTADAS COM FARELO DA CASTANHA DE
CAJU**

**FORTALEZA
2009**

TATIANA FONTOURA VIDAL

**QUALIDADE, COMPOSIÇÃO E ESTABILIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS
ALIMENTADAS COM FARELO DA CASTANHA DE CAJU**

**Dissertação submetida à Coordenação
do Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos
como requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Alimentos.**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jorge Fernando Fuentes Zapata

FORTALEZA

2009

TATIANA FONTOURA VIDAL

**QUALIDADE, COMPOSIÇÃO E ESTABILIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS
ALIMENTADAS COM FARELO DA CASTANHA DE CAJU**

**Dissertação submetida à banca
examinadora da Universidade Federal
do Ceará, como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do título
de Mestre em Ciência e Tecnologia de
Alimentos em 17 de abril de 2009.**

**Prof. Dr. Jorge Fernando Fuentes Zapata
Orientador
Departamento de Tecnologia de Alimentos – UFC**

**Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas
1º Examinador
Departamento de Zootecnia – UFC**

**Profa. Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant
2º Examinador
Departamento de Tecnologia de Alimentos – UFC**

Aos meus pais, **Léo e Mirtes**,
pela dedicação de uma vida inteira e por me ensinarem
o verdadeiro valor do conhecimento.

Ao meu esposo e amigo, **Rogério**,
pelo incentivo constante e presença indispensável.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, inteligência suprema e causa primeira de todas as coisas, pela vida, oportunidade diária de aprendizado.

À **Universidade Federal do Ceará** pela realização do mestrado.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior** (CAPES) pela bolsa a mim concedida.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico** (CNPq) pelo apoio financeiro.

Aos meus pais, **Léo e Mirtes**, que permanecem comigo em pensamentos e sentimentos, pelo esforço em nos dar o melhor e pelo privilégio de ter participado de suas jornadas.

Ao meu esposo, **Rogério**, companheiro de todas as horas, por estar ao meu lado e adivinhar meus pensamentos, sentir o que eu sinto e sonhar o que eu sonho. Pelo exemplo de dedicação e amor à profissão e por ter sido meu grande incentivador em mais essa conquista.

Aos meus irmãos, **Leo e Ticiane**, pela união e paciência, pela torcida constante e por compartilharem comigo das alegrias da vida.

Aos meus tios, **Renato e Lêda**, pela acolhida sincera de verdadeiros pais e pelo apoio e incentivo que me permitiram realizar este sonho.

Às minhas primas-irmãs, **Rosana e Luciana**, por acreditarem em mim, pela certeza que tenho de poder contar a qualquer tempo e por fazerem parte dos meus melhores sentimentos.

À minha sobrinha querida, **Sabrina**, que me ensina a cada dia a ser uma pessoa melhor.

Ao **Prof. Jorge Zapata** pela orientação e pelo exemplo de profissional, por ter confiado em mim e por todos os ensinamentos que ficarão guardados na memória.

Ao **Prof. Ednardo Freitas** pela paciência e pelo acompanhamento e colaboração inestimável em todas as etapas deste experimento.

À **Profa. Patrícia Constant** pela valiosa contribuição neste trabalho e por toda a atenção dispensada.

À **Profa. Juliane Carvalho** pelas sugestões e correções.

À minha amiga, **Ana Lúcia**, por todos os momentos que passamos juntas e pelos outros tantos que virão, pela ajuda indispensável, por me ouvir sem reclamar, pelas piadas e risadas que compartilhamos e pelo sentimento que nos une e nos faz verdadeiramente amigas.

À minha amiga, **Virgínia**, pela ajuda imprescindível não só na execução deste trabalho, como também a qualquer hora que for preciso; por participar ativamente de “grandes eventos” da minha vida e pela alegria que nos fortalece e deixa tudo mais bonito.

Às minhas amigas, **Daniela, Gisele, Geirla e Aline**, por me acompanharem a tanto tempo, pelo incentivo constante e pelas “vibrações positivas”.

A todos os **colegas de mestrado** pelos laços de amizade construídos.

Aos funcionários do Laboratório de Carnes, **Luís e Rose**, pela amizade e ajuda na realização deste experimento e de muitos outros dos quais participei.

Ao **Manoel** pela colaboração nas análises de cromatografia, cor e textura.

Ao **Departamento de Tecnologia de Alimentos e de Zootecnia da UFC e funcionários** que contribuíram neste experimento.

À todos os meus **amigos e familiares** pela força em todos os momentos.

À **todos** que de modo direto ou indireto colaboraram para o êxito alcançado na realização deste trabalho.

Muito obrigada!

REGRA DE PAZ

Se queres felicidade,
Apoio, harmonia e luz.
Atende às indicações
De Nosso Senhor Jesus.
Começa o dia pensando
No que o dever determina
E roga, em prece, o roteiro
Da Providência Divina.
Ergue-te cedo e, se falas,
Fala a palavra do bem,
Auxilia a quem te ouça,
Não penses mal de ninguém.
Se existe algum desarranjo
Em teu distrito de ação,
Conserta sem reclamar,
Não te lamentes em vão.
Trabalha quanto puderes
Que o trabalho é vida, em suma...
O tempo, igual para todos,
Não para de forma alguma.
Se alguém te ofende, perdoa.
Quem de nós não pode errar?
Não há quem colha o perdão
Se não sabe perdoar.
Trilhando a estrada sombria
De prova, rixa, pesar,
Acende a luz da concórdia
E ajuda sem perguntar.
Problemas? Dificuldades?
Aprendamos dia-a-dia
Que a bondade tudo entende,
Quem serve não se transvia.
Onde a tristeza se espalha
E a vida se ilude ou cansa,
Sê caridade, consolo,
Serenidade, esperança...
E, chegando cada noite
Por sobre os caminhos teus,
Dormirás tranquilamente
Na bênção do amor de Deus.

Casimiro Cunha

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito da inclusão de farelo da castanha de caju (FCC) na ração de poedeiras comerciais sobre a qualidade do ovo fresco e a estabilidade dos ovos armazenados a 4°C por 60 dias. Foram avaliados os ovos provenientes de 180 poedeiras Dekalb Brown com 27 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições de seis aves por tratamento. Os tratamentos consistiram em seis rações contendo FCC em níveis de 0, 5, 10, 15, 20 e 25%. O experimento foi conduzido por 84 dias. As variáveis estudadas no ovo fresco foram: peso, gravidade específica, Unidades Haugh, percentuais de casca, gema e albúmen, bem como umidade, sólidos totais, lipídios totais, perfil de ácidos graxos e colesterol da gema. Durante o armazenamento foram determinados: Unidades Haugh, cor subjetiva e objetiva da gema, pH do albúmen e da gema, umidade e oxidação lipídica da gema, bem como, firmeza da gema cozida. A inclusão de até 25% de FCC nas rações das poedeiras não afetou as características físicas e o estado de frescor dos ovos, o conteúdo de umidade, sólidos totais e lipídios totais das gemas, nem a luminosidade e o pH da gema e a firmeza da gema cozida. No entanto, foram obtidas gemas menos pigmentadas com a utilização de níveis a partir de 20% de FCC. A adição de FCC à ração das poedeiras também promoveu redução da oxidação lipídica da gema e do pH do albúmen. O nível de ácido oléico aumentou na gema, enquanto que os dos ácidos palmítico, esteárico e linoléico diminuíram com o acréscimo de FCC na ração das aves. A inclusão de FCC elevou a relação de ácidos graxos monoinsaturados para saturados na gema e promoveu a redução do seu conteúdo de colesterol. O armazenamento dos ovos a 4°C por 60 dias reduziu o frescor do ovo e a firmeza da gema cozida, intensificou a coloração da gema e aumentou o pH do albúmen e da gema, bem como, a umidade e a oxidação lipídica da gema.

PALAVRAS-CHAVE: Cor da gema. Perfil de ácidos graxos. Colesterol. Armazenamento.

ABSTRACT

The objective of this work was to assess the effect of the inclusion of cashew nuts meal (CNM) in laying hen diets on fresh egg quality and stability of eggs stored at 4C for 60 days. One hundred and eighty laying hens were assigned to a randomized block design, with six treatments and five replicates of six birds per treatment. The treatments consisted of six diets containing levels of 0, 5, 10, 15, 20 and 25% CNM. The experiment was carried out for eighty-four days. The variables studied in fresh egg were: egg weight, specific gravity, Haugh Units, percentages of shell, albumen and yolk, as well as, moisture, total solids, total lipids, fatty acids profile and cholesterol of the yolk. During the storage period were determined: Haugh Units, subjective and objective color of yolk, albumen and yolk pH, yolk moisture, yolk lipid oxidation and firmness of cooked egg yolk. The inclusion of up to 25% of CNM in hen diets did not affect egg physical condition and freshness, the content of moisture, total solids and total lipids of the yolk, or yolk lightness, yolk pH and firmness of cooked egg yolk. However, less pigmented yolks were obtained with the inclusion of levels equal or higher than 20% CNM. The inclusion of CNM provided also reduction of yolk lipid oxidation and albumen pH. The level of oleic acid increased in yolk, while those of palmitic, stearic and linoleic acids decreased with the increase of CNM in bird diets. The inclusion of CNM increased the monounsaturated/saturated fatty acids ratio in yolk and provided reduction of cholesterol. The storage of eggs at 4C for 60 days reduced freshness of eggs and firmness yolk cooked, intensified the yolk color, and increased albumen and yolk pH values, as well as, yolk moisture and lipid oxidation.

KEY-WORDS: Yolk color. Fatty acids profile. Cholesterol. Storage.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 OVOS	14
2.1.1 Definição, classificação e estrutura	14
2.1.2 Características de qualidade	16
2.1.3 Lipídios da gema	18
2.1.4 Armazenamento de ovos	20
2.2 INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE AVES	22
2.2.1 Farelo da castanha de caju	23
2.2.2 Farelo da castanha de caju na alimentação de aves	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	27
3.2 DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO	27
3.3 DETERMINAÇÕES	29
3.3.1 Peso médio dos ovos	29
3.3.2 Gravidade específica	30
3.3.3 Unidades Haugh (Estado de frescor)	30
3.3.4 Percentuais de casca, gema e albúmen	30
3.3.5 Cor da gema do ovo	31
3.3.6 Umidade e sólidos totais da gema	31
3.3.7 Lipídios totais das gemas	31
3.3.8 Perfil de ácidos graxos das rações experimentais e das gemas	32
3.3.9 Colesterol das gemas	34
3.3.10 pH do albúmen e da gema	35
3.3.11 Oxidação lipídica da gema	35
3.3.12 Firmeza da gema cozida	36
3.3.13 Análise Estatística	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 QUALIDADE DOS OVOS E COMPOSIÇÃO DAS GEMAS	37
4.2 LIPÍDIOS DAS RAÇÕES E DAS GEMAS	39
4.2.1 Perfil de ácidos graxos das rações e das gemas	39
4.2.2 Relação de ácidos graxos monoinsaturados para saturados (AGMI/AGS) e colesterol das gemas	43
4.3 ARMAZENAMENTO DOS OVOS	46
4.3.1 Estado de frescor	46
4.3.2 Cor da gema	47
4.3.3 Umidade das gemas	51
4.3.4 pH	51
4.3.4.1 pH do albúmen	51
4.3.4.2 pH da gema	52
4.3.5 Oxidação lipídica	53
4.3.6 Firmeza da gema cozida	54
5 CONCLUSÕES	56
6 REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

O ovo é utilizado com muita frequência pela população brasileira, pois, além de apresentar preços acessíveis, faz parte do seu hábito alimentar. É considerado uma boa fonte de proteínas de alto valor biológico e sua gema é rica em vitamina A (ARAGON-ALEGRO et al., 2005). Além de nutritivo, o ovo apresenta propriedades tecnológicas importantes para a produção de muitos alimentos. A capacidade de retenção de ar pela rede protéica do ovo possibilita a sua utilização como ingrediente em diversos produtos, e a formação de espuma é especialmente importante para promover boa textura em algumas preparações culinárias (ALLEONI; ANTUNES, 2001).

Em 2007, a produção de ovos no Brasil foi de, aproximadamente, 2 bilhões de dúzias, mas o consumo ainda é considerado baixo (130 ovos/habitante/ano) quando comparado a outros países, principalmente quando se observa o grande número de habitantes e o potencial da avicultura brasileira (CONAB, 2008).

O aumento no consumo de ovo depende da qualidade do produto oferecido ao consumidor, a qual está relacionada a um conjunto de características físicas visíveis no produto, bem como, a sua melhor composição lipídica.

Nos alimentos de origem animal o conteúdo em lipídios e sua natureza são objetos de crescente preocupação por parte do consumidor. No caso dos ovos, a atenção tem se concentrado nos ácidos graxos e no colesterol da fração lipídica da gema (MOURTHÉ; MARTINS, 2002).

Assim como a gordura dos frangos de corte, a composição lipídica da gema pode ser alterada em função dos ácidos graxos que compõem a dieta das poedeiras. Alguns ingredientes quando adicionados nas rações de poedeiras podem modificar a composição lipídica da gema aumentando a quantidade de ácidos graxos saturados ou insaturados em proporção ao aumento promovido pela inclusão do ingrediente na ração (AYERZA; COATES, 2001; SZYMOZYK; PISULEWISKI, 2003).

No caso da inclusão de fontes de ácidos graxos insaturados na ração de aves, é importante que sejam observados os impactos sobre a estabilidade dos ovos, já que os ácidos graxos insaturados são mais susceptíveis à oxidação lipídica.

Na atividade avícola, a alimentação representa cerca de 60 a 70% dos custos de produção, tendo como agravante, o fato de que no Brasil, os principais ingredientes utilizados nas dietas de aves, o milho e a soja, são produtos também consumidos pelo homem. Assim, a busca por alimentos alternativos que possam suprir as necessidades das aves reduzindo ainda mais os custos de produção sem comprometer o desempenho zootécnico das mesmas, é de fundamental importância para a indústria avícola, principalmente em criatórios de pequeno e médio porte (FREITAS et al., 2006).

Várias pesquisas têm sido realizadas a fim de estudar o uso de produtos e subprodutos regionais (DING; LILBURN, 1997; BRAGA et al., 2005) na alimentação de aves. Dentre os ingredientes alternativos do Nordeste pode-se destacar o farelo da castanha de caju resultante do beneficiamento da amêndoa para o consumo humano.

Segundo os dados apresentados por Militão (1999), o farelo da castanha de caju tem alto conteúdo de gordura (41,30%) e seu perfil de ácidos graxos permite que este alimento seja considerado rico em ácidos graxos insaturados.

Dessa forma, a inclusão deste ingrediente na ração das aves pode resultar em incorporação destes ácidos graxos na gema do ovo, aumentando, conseqüentemente a quantidade de ácidos graxos insaturados.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inclusão do farelo da castanha de caju na ração de poedeiras comerciais sobre a qualidade, a composição e a estabilidade dos ovos durante a estocagem refrigerada (4°C) por 60 dias.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 OVOS

2.1.1 Definição, classificação e estrutura

A simples designação ovos é atribuída aos ovos de galinha em casca, sendo os demais acompanhados da indicação da espécie que procedem. Os ovos destinados ao comércio interno e externo são classificados, de acordo com o peso e com as características de casca, gema e albúmen, em: extra (peso superior a 61 g), especial (entre 55 e 60 g), primeira qualidade (entre 49 e 54 g), segunda qualidade (entre 43 e 48 g) e terceira qualidade (entre 35 e 42 g) (BRASIL,1997).

O ovo, anatomicamente, é formado por casca, composta por material protéico e carbonato de cálcio cristalino, clara ou albúmen, um sistema protéico constituído de fibras de ovomucina e de uma solução coloidal de várias proteínas globulares e gema, uma complexa mistura de proteínas compostas por glicoproteínas, fosfoglicoproteínas e fosfoglicolipoproteínas. Além das proteínas e lipídios, a gema apresenta cerca de 0,2 a 1,0% de carboidratos e aproximadamente 1,1% de conteúdo mineral, superando a clara que apresenta em torno de 0,5 a 0,6% (ORDÓÑEZ, 2005).

Os ovos contêm cerca de 76,77% de umidade, 0,90% de cinzas, 10,54% de lipídios e 12,90% de proteínas, totalizando 146 kcal/100 g.

Os principais componentes do ovo encontram-se na proporção aproximada de seis partes de albúmen, três partes de gema e uma parte de casca. Alguns fatores têm influência na relação desses componentes, entre eles destacam-se a espécie, raça, tamanho do ovo, estação do ano e a idade da ave (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

Segundo Fennema (2000), a casca contém 98,2% de cálcio, 0,9% de magnésio e 0,9% de fósforo, que se apresenta sob a forma de fosfato. A casca está recoberta por uma cutícula insolúvel em água, a qual forma uma capa protetora de 10 a 20µm de espessura sobre toda a extensão do ovo. Entre a superfície interna da

casca e da clara, existem duas membranas constituídas por fibras de proteína-polissacarídeo: uma, externa, de 48 µm de espessura e outra, interna, de 22 µm.

A clara do ovo contém aproximadamente de 9,7 a 12% de proteína e pode ser considerada um sistema constituído de numerosas proteínas globulares numa solução aquosa. A ovalbumina, conalbumina, ovomucóide, ovomucina e lisozima respondem por quase a totalidade das proteínas presentes na clara do ovo. A ovalbumina e a conalbumina representam, quantitativamente, cerca de 70% do total de proteínas da clara de ovo, e estão altamente relacionadas com as propriedades de gelatinização do albúmen. Estas proteínas podem ser gelatinizadas individualmente mediante tratamento com álcali, enquanto as outras proteínas da clara do ovo não possuem esta característica. As proteínas da clara e da gema possuem habilidade de se coagularem e funcionarem, em alimentos formulados, como uma espécie de ligação entre os outros ingredientes (ALLEONI; ANTUNES, 2005).

A gema, que é envolta pela membrana vitelina, possui de cada lado duas calazas, firmemente aderidas à sua superfície de um lado e entrelaçadas com fibras no albúmen, do outro lado, cuja função é estabilizar a posição daquela próxima ao centro geométrico do ovo. O blastodisco é um pequeno disco que contém o código genético do ovo, situado na superfície da gema (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

A gema do ovo consiste em uma emulsão de gordura em água constituída por um terço de proteínas e dois terços de lipídios. A fração lipídica é constituída por 66% de triacilgliceróis, 28% de fosfolipídios e 5% de colesterol. Entre os ácidos graxos presentes na gema, 64% são insaturados, predominando os ácidos oléico (C18:1) e linoléico (C18:2) (ORDÓÑEZ, 2005).

2.1.2 Características de qualidade

O ovo em boas condições deve apresentar as seguintes características de qualidade: casca limpa, espessa, pouco porosa, com uniformidade de cor e forma normal; câmara de ar pequena e imóvel; clara homogênea e transparente; gema com aspecto de uma sombra rosada, quase transparente e com movimento lento no centro do ovo, exibindo um contorno pouco visível. Essas características, em sua totalidade, somente são possíveis de se visualizar pela ovoscopia - processo pelo qual uma luz intensa atravessa o ovo (BARBOSA FILHO et al., 2005).

A qualidade do ovo é medida tanto para descrever as diferenças na produção de ovos frescos, em função de modificações genéticas, dietéticas e de fatores ambientais durante a criação das aves, como para descrever a deterioração do produto durante o período de armazenamento.

Para os produtores, a qualidade está relacionada ao peso do ovo e ao aspecto da casca (defeitos, sujeiras, quebras e manchas de sangue). Entretanto, para os consumidores, essa qualidade é determinada pelo prazo de validade do produto e por características como a coloração da gema e da casca. Quanto aos processadores, outros parâmetros de qualidade são considerados, como a facilidade de remoção da casca, a separação entre gema e clara, propriedades funcionais e cor da gema. A cor da gema é uma característica de muita importância, principalmente, quando se deseja utilizar o ovo em processos de panificação (ALLEONI; ANTUNES, 2001; ROSSI; POMPEI, 1995).

O albúmen possui uma grande influência na qualidade interna do ovo, sendo que a diminuição da viscosidade significa perda da qualidade dos ovos. Entre os métodos utilizados para estimar a qualidade de ovos abertos, com bases quantitativas relacionadas ao albúmen, o mais usado é a Unidade Haugh. A Unidade Haugh é uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura do albúmen denso. De modo geral, quanto maior o valor da Unidade Haugh, melhor a qualidade do ovo (ALLEONI; ANTUNES, 2001).

As características do albúmen não é a única medida de qualidade do ovo. O advento do processamento de ovos aumentou a importância da proporção relativa de seus componentes. A gema e o albúmen são freqüentemente utilizados para

diferentes fins e possuem características e valores comerciais distintos. Dessa forma, o conhecimento do conteúdo de úmida de e sólidos totais dos ovos é importante, uma vez que essas variáveis determinam o rendimento de ovos desidratados (SILVERSIDES; BUDGELL, 2004).

O conteúdo de sólidos totais no ovo inteiro é influenciado pela proporção de gema e albúmen e pelos seus conteúdos de sólidos. A proporção de gema e albúmen varia amplamente com o tamanho do ovo. Em ovos pequenos, há menor quantidade de gema que em ovos grandes (AHN; KIM; SHU, 1997; SCOTT; SILVERSIDES, 2000). O albúmen é constituído principalmente de 88% de água, sendo a quantidade de sólidos totais de 12%. O conteúdo de sólidos totais da gema é de aproximadamente 50%. Os ovos que contêm gemas maiores terão maior conteúdo de sólidos totais (AHN; KIM; SHU, 1997).

A qualidade da casca também é um aspecto importante da qualidade do ovo, visto que, ocorrem grandes perdas na produção devido a ovos quebrados. Entre as técnicas desenvolvidas para mensurar a espessura da casca em ovos, destaca-se a gravidade específica, utilizada como método indireto (FREITAS et al., 2004).

Outro parâmetro de qualidade avaliado em ovos é a intensidade de coloração da gema, o qual é um critério de decisão em relação à preferência do consumidor, pois se associa a cor da gema à sua quantidade de vitaminas.

A pigmentação resulta da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenóides) na gema do ovo. As fontes de pigmentos carotenóides podem ser naturais, como por exemplo, as do grupo do milho e do pimentão vermelho, mas também podem ser empregados carotenóides sintéticos, tais como a cantaxantina 10% (pigmento vermelho) e o etil éster beta apo-8-caroteno (pigmento amarelo) (GARCIA et al., 2002).

2.1.3 Lipídios da gema

2.1.3.1 Ácidos graxos

Com base na presença ou não de duplas ligações os ácidos graxos são definidos como saturados - AGS (aqueles que só têm ligações simples); monoinsaturados - AGMI (aqueles que contêm uma única dupla ligação) e polinsaturados - AGPI (quando estão presentes duas ou mais duplas ligações).

Alguns ácidos graxos polinsaturados não podem ser sintetizados pelo organismo, portanto devem ser ingeridos na alimentação. Estes ácidos são chamados ácidos graxos essenciais (HUNTER; ROBERTS, 2000).

As famílias n-6 e n-3 abrangem ácidos graxos que apresentam insaturações separadas apenas por um carbono metilênico, com a primeira insaturação no sexto e terceiro carbono, respectivamente, enumerados a partir do grupo metil terminal. Os ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa das famílias n-6 e n-3 podem ser obtidos por meio da dieta ou produzidos pelo organismo a partir dos ácidos linoléico e alfa-linolênico, pela ação das enzimas alongase e dessaturase. As alongases atuam adicionando dois átomos de carbono à parte inicial da cadeia, e as dessaturases agem oxidando dois carbonos da cadeia, originando uma dupla ligação com a configuração *cis* (MARTIN et al., 2006).

Segundo Cherian (2008), os ácidos graxos são os componentes majoritários dos lipídios da gema do ovo e constituem cerca de 4 g do seu peso médio. Os lipídios do ovo estão concentrados na gema e são constituídos por triacilgliceróis, fosfolipídios e colesterol. Os fosfolipídios são mais ricos em ácidos graxos insaturados do que os triacilgliceróis, sendo que a composição dos ácidos graxos destes lipídios pode variar em função do alimento ingerido pela ave.

Os lipídios da gema do ovo têm digestibilidade elevada no homem (94 a 96%), por se encontrarem em estado emulsionado. Esta digestibilidade é maior para os triacilgliceróis (98%), que é a fração mais rica em ácidos graxos saturados. A digestibilidade dos fosfolipídios pode chegar a 90%. A riqueza da gema do ovo em ácidos graxos insaturados e especialmente em ácido linoléico é nutricionalmente importante para o homem (CLOSA et al., 1999).

O ácido linoléico pode reduzir o LDL e o colesterol total, mas alto consumo pode abaixar o do benefício colesterol HDL (SOUZA; VISENTAINER, 2006).

O conteúdo lipídico do ovo pode ser influenciado pela linhagem, pelo tamanho do ovo e pelos componentes da ração, além do tipo de gordura adicionada à dieta (BARRETO et al, 2006).

Os lipídios do alimento, administrados via ração, são, na maioria, diretamente utilizados para a síntese de lipídios da gema, atuando sobre a vitelogenese (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

O aumento do conteúdo de ácidos graxos polinsaturados na gema pode ser facilmente alcançado. Embora isso possa trazer benefícios nutricionais ao homem, muitas considerações têm que ser feitas, como por exemplo, os aspectos econômicos, a mudança de ingestão de ácidos graxos associada aos efeitos sobre a fração lipídica da gema e os efeitos sobre a estocagem do produto.

2.1.3.1 Colesterol

O colesterol é um importante componente estrutural e funcional das células, sintetizado pelo organismo nas quantidades necessárias, sendo encontrado em todos os tecidos animais, em maior proporção no fígado, nos rins, nas glândulas supra-renais e no cérebro. Trata-se de um composto vital para o organismo, essencial nas membranas das células, na produção dos hormônios sexuais, da vitamina D e dos sucos digestivos. Nos tecidos nervosos, desempenha papel isolante e, além disso, dele se originam os sais biliares (BRANDÃO et al., 2005).

O colesterol do ovo é biossintetizado primeiramente no fígado das poedeiras e secretado no plasma na forma de lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), a qual é transportada até o ovário, onde está vinculada ao crescimento dos ovócitos das aves. O conteúdo de colesterol do ovo pode variar com a espécie, a alimentação, ou a linhagem, bem como com a idade da aves (KAYA; KEÇEÇI; HALILOGLU, 2001; WANG; PAN, 2003).

A quantificação do colesterol em ovos frescos é controversa, podendo variar em função da técnica analítica utilizada (MOURTHÉ; MARTINS, 2002). Determinações colorimétricas têm sido questionadas devido à presença de

compostos interferentes, como vitaminas A e D, hemoglobina, proteínas, carotenóides, triglicerídeos, ácidos graxos ou esteróides, os quais ocasionam uma superestimação dos valores desse componente em ovos e produtos derivados. No entanto, técnicas cromatográficas permitem a separação e quantificação especificamente do colesterol, o que confere maior exatidão aos resultados (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2003).

O consumo de colesterol através da dieta freqüentemente tem sido relacionado à incidência de doenças cardiovasculares, entretanto muitos outros fatores podem estar envolvidos, como a obesidade, o sedentarismo, o tabagismo e a genética (SILVA et al., 2008).

No organismo humano, o colesterol ingerido é contrabalanceado com o sintetizado no fígado em quantidades inferiores, excretando-o mais ou absorvendo menos. Estudos recentes revelam que o colesterol consumido através da dieta tem influência de, no máximo, 5% sobre a elevação do colesterol total do organismo de pessoas saudáveis (BRANDÃO et al., 2005).

Apesar disso, a baixa demanda pelo ovo ainda está relacionada principalmente com o seu alto conteúdo em colesterol, o qual corresponde a um dos mais elevados entre os alimentos (aproximadamente duas vezes mais que o da manteiga e cinco vezes maior que o da carne) (ESCARABAJAL; TENUTA FILHO, 2005).

Com o intuito de reduzir o conteúdo de colesterol do ovo, muitas pesquisas foram realizadas promovendo alterações na dieta das aves, como adição de fibras dietéticas (MENGE et al., 1974), sulfato de cobre pentahidratado (PESTI; BAKALLI, 1998), microalgas (GINZBERG et al., 2000) ou ácidos graxos saturados e insaturados (MOURTHÉ; MARTINS, 2002).

2.1.4 Armazenamento de ovos

A temperatura recomendada para o armazenamento de ovos está entre 8 e 15°C, com uma umidade relativa do ar entre 70 e 90%. Quando o armazenamento ultrapassa 30 dias, recomenda-se temperaturas entre 4 e 12°C ou em torno de 0°C. Para longos períodos, a umidade relativa deve estar entre 70 e 80% (BRASIL, 1990).

As características dos ovos sofrem mudanças durante o armazenamento, sendo influenciadas tanto pela temperatura, como pelas condições ambientais. O albúmen possui uma grande influência na qualidade interna do ovo, e a diminuição da sua viscosidade significa perda de qualidade nos ovos (BERARDINELLI et al., 2008).

À medida que o ovo envelhece, ocorrem reações químicas no seu interior que transformam o albúmen denso em líquido. Essas reações, possivelmente, envolvem o ácido carbônico (H_2CO_3) e causam aumento no pH do albúmen. O H_2CO_3 , um dos componentes do sistema tampão do albúmen, dissocia-se formando água e CO_2 , o qual é liberado para o ambiente através dos poros da casca, elevando o pH do albúmen. Quanto menor a temperatura, menor será a velocidade de declínio da qualidade do ovo (ORDÓÑEZ, 2005).

O frescor do ovo também pode ser avaliado utilizando-se as Unidades Haugh (KAROUI et al., 2006). De acordo com Silversides; Twizeyimana e Villeneuve (1993) e Silversides e Villeneuve (1994), somente a medida da altura do albúmen denso já seria adequada para avaliar a qualidade de ovos, pois está associada com a aparência de ovos frescos quebrados e fornece uma indicação das condições ou extensão do armazenamento, enquanto que o peso do ovo aumenta com a idade das poedeiras, o que pode levar a uma variação nos valores das Unidades Haugh.

Vários atributos de qualidade da gema também são perdidos com o armazenamento prolongado do ovo. Durante a estocagem, a gema fixa água do albúmen, tornando-se descentralizada e menos densa (SOUZA, 2002). Além disso, o pH da gema pode sofrer variação de 6,0 (ovo fresco) até 6,9 durante o armazenamento (ALLEONI; ANTUNES, 2001; ORDÓÑEZ, 2005).

A gema do ovo, sendo uma excelente fonte de ácidos graxos essenciais principalmente da série ômega 6 (ácidos linoléico e araquidônico) e também contendo quantidades moderadas de ácidos graxos polinsaturados ômega 3, que são essenciais para muitas funções biológicas, pode ainda sofrer perda na estabilidade durante a estocagem. As ligações duplas dos ácidos graxos insaturados são particularmente sensíveis à deterioração oxidativa e potencialmente responsáveis pela formação de peróxidos e alterações no odor, sabor, textura e cor,

além da perda de nutrientes e produção de compostos tóxicos (FRANCHINI et al., 2002).

2.2 INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE AVES

O farelo de soja é o principal alimento protéico usado no Brasil e em alguns outros países nas rações de monogástricos por ter elevado valor biológico e disponibilidade no mercado. Porém, com o aumento da utilização da soja na alimentação humana, novos alimentos protéicos têm sido estudados com o intuito de substituir esse ingrediente nas rações (FURLAN et al., 2001).

A alimentação dos animais representa o principal custo da produção principalmente quando se utilizam fontes nutricionais como o milho e o farelo de soja, que apesar da alta qualidade nutricional apresentam, em geral, um custo elevado. Sendo assim, a utilização de fontes nutricionais alternativas mais econômicas pode proporcionar uma diminuição nos custos de produção, acarretando um aumento na lucratividade sem perdas no desempenho animal (MICHELAN et al., 2006).

Entre os fatores que incidem no custo de produção do quilograma do ovo, a ração é o item que entra em maior proporção, totalizando 65 a 70% do custo total (BRAGA et al., 2005). Existe, portanto, constante preocupação por parte dos nutricionistas, e de todos aqueles envolvidos na área de avicultura, em elaborar dietas que propiciem excelente desempenho e que, ao mesmo tempo, reduza os custos de produção.

Pesquisas têm sido desenvolvidas no intuito de avaliar alimentos alternativos para a ração de aves e de determinar níveis práticos e econômicos de inclusão desses alimentos. Contudo, além das diferenças de custo e do valor nutricional destes alimentos na dieta, devem ser consideradas a disponibilidade e a localização geográfica.

Vários alimentos têm sido utilizados em rações de poedeiras, como o farelo de algaroba, o feno de amoreira, o extrato de urucum, o feno de *Leucaena leucocephala*, o farelo de guandu e, também, o alho (NUNES et al., 2000). Para Almeida e Cardoso (2001), raízes de mandioca podem ser usadas para substituir

cereais, representando uma alternativa de alimentação para aves em países tropicais.

Em países tropicais, também são frequentemente utilizados produtos e subprodutos da indústria açucareira, como o açúcar cristal e a cana de açúcar moída. Outros alimentos tipicamente tropicais com boa aptidão para a alimentação avícola e de pouco interesse para a alimentação humana podem ser usados na ração animal, como os farelos de semente de algodão, de amendoim, de sésamo e de coco; além das sementes de tabaco e amaranto. Os subprodutos da indústria cervejeira também têm sido referidos como bons substitutos para o milho nas rações de aves (ALMEIDA; CARDOSO, 2001). Café et al. (1999) verificaram que o milheto pode substituir o milho em até 100% nas rações de poedeiras.

No Nordeste e, principalmente, no Ceará, entre os alimentos alternativos destaca-se o farelo da castanha de caju (FCC), subproduto oriundo do beneficiamento da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.).

2.2.1 Farelo da castanha de caju

O Brasil é o terceiro produtor mundial de castanha de caju, sendo o estado do Ceará o principal produtor brasileiro, com 57% da produção nacional, produzindo em média, cerca de 150 mil t/ano (CONAB, 2008).

A amêndoa da castanha de caju é considerada uma fonte de proteína de alta qualidade, altamente energética, sendo rica em carboidratos e gorduras de elevado teor de ácidos graxos insaturados, além de conter altos níveis de cálcio, fósforo, ferro e vitaminas do complexo B (PAIVA et al., 1996).

Após o processo de despêliculagem, seleção e classificação, a amêndoa íntegra pode ser embalada *in natura* ou torrada, sendo em seguida, embalada ou moída para obtenção de uma farinha refinada, destinada à indústria de alimentos.

As etapas de processamento da amêndoa envolvem perdas significativas em decorrência da má calibragem dos equipamentos, da desuniformidade de tamanho das castanhas e quebra das amêndoas (PAIVA et al., 1996).

De acordo com Rodrigues et al. (2003), cerca de 2 a 5 % da produção de amêndoas da castanha de caju é imprópria para o consumo humano, sendo

considerada refugo, que transformado em farelo, pode ser utilizado na alimentação animal. O refugo é constituído de amêndoas inteiras, pedaços de amêndoas com pintas pretas devido ao ataque de pragas e doenças, pedaços com manchas e com películas em função do processamento e pedaços manchados por causa das condições de armazenamento.

2.2.2 Farelo da castanha de caju na alimentação de aves

O farelo da castanha de caju (FCC), subproduto oriundo do beneficiamento da castanha de caju, contém um alto valor energético e protéico. Onifade et al. (1999) afirmaram que o FCC é uma fonte moderada de proteína e um excelente fornecedor de energia por apresentar uma elevada quantidade de gordura.

Em relação à viabilidade econômica, Freitas et al. (2006) verificaram que com a inclusão do FCC nas rações de frangos de corte nos níveis de 5, 10, 15, 20 e 25%, houve redução linear no custo da ração por quilograma de ganho de peso vivo, e melhora linear nos índices de eficiência econômica e custo.

Em função destas características, este subproduto poderá ser um substituto parcial do milho e do farelo de soja nas rações de aves e suínos. O FCC apresenta valor energético, protéico, de cálcio e de fósforo mais elevados que o do milho, já em relação ao farelo de soja também apresenta maior valor energético, porém menores valores em proteína, cálcio e fósforo. Além disso, apresenta um alto teor de aminoácidos e é rico em ácidos graxos insaturados. No que diz respeito aos aminoácidos mais limitantes nas rações de aves a base de milho e farelo de soja, como metionina e lisina, verifica-se que o FCC apresenta, respectivamente, valores 2,73 e 3,91 vezes superiores ao do milho, já em relação ao farelo de soja, 1,12 e 2,82 vezes menores, respectivamente (SOARES et al., 2007).

O FCC contém 93,27% de matéria seca (MS) e 4.654 kcal EM/kg para aves; contém 22,15% de proteína bruta, 35,97% de extrato etéreo, 6,24% de fibra bruta e 3,09% de matéria mineral (EMBRAPA, 1991). Amostras desse subproduto também foram analisadas pelo Laboratório da Trouw Nutrition (1998) e mostraram que a composição centesimal e de taninos eram: 94,60% de matéria seca, 23,70% de proteína bruta, 4,20% de fibra bruta, 41,30% de extrato etéreo e 0,26% de taninos.

Em relação à composição de polissacarídeos não amídicos (PNA) e de carboidratos, presentes no FCC, foi: 0,07% de arabinose, 0,02% de xilose, 0,20% de galactose, 0,08% de glicose e 0,23% de ácido urônico para a porção solúvel e 0,09% de ramnose, 0,04% de fucose, 0,58% de arabinose, 0,33% de xilose, 0,09% de manose, 0,48% de galactose, 1,33% de glicose e 1,01% de ácido urônico para a porção insolúvel. A energia bruta determinada foi de 6.764 kcal/kg (TROUW NUTRITION, 1998).

O perfil de ácidos graxos do FCC está composto principalmente pelos ácidos mirístico (C14:0) 0,02%; palmitoléico (C16:1) 0,40%; palmítico (C16:0) 9,10%; linolênico (C18:3) 0,20%; linoléico (C18:2) 19,90%; oléico (C18:1) 61,90%; margárico (C17:0) 0,10%; esteárico (C18:0) 7,60% e araquidônico (C20:4) 0,50% (TROUW NUTRITION, 1998).

Em função da sua composição em ácidos graxos, a inclusão de 15% de FCC nas rações de frangos de corte pode proporcionar melhor desempenho zootécnico e diminuir o custo do quilograma de frango vivo. Também, pode promover aumento nos níveis de ácidos graxos insaturados e redução nos níveis de ácido graxos saturados e de colesterol da carne e diminuir a gordura abdominal (MILITÃO, 1999).

Em geral, é recomendável que nas amostras de FCC destinadas às rações dos animais, sejam realizados testes para verificar a presença de micotoxinas, principalmente de aflatoxinas que são extremamente tóxicas para as aves. Quando ingeridas, essas substâncias são absorvidas através do trato gastrintestinal, causando prejuízos à saúde animal e, conseqüentemente, afetam o desempenho das aves (SILVA, 2007).

Onifade et al. (1998) relataram que a inclusão de FCC proporcionou ganhos de peso similares aos dos animais alimentados com milho e farelo de soja, um menor consumo de ração e uma melhor conversão alimentar para frangas na fase de recria e esses resultados se devem ao melhor metabolismo da gordura oriunda do FCC e à regulação da ingestão de energia, dada a alta densidade energética desse alimento.

Freitas et al. (2000), por sua vez, observaram que a inclusão de FCC reduziu a quantidade de colesterol e modificou o perfil de ácidos graxos da gordura

abdominal de frangos de corte, demonstrado pelo aumento da quantidade de ácidos graxos insaturados.

Freitas et al. (2006), avaliando o desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo níveis crescentes (0, 5, 10, 15, 20 e 25%) do FCC, concluíram que: o FCC utilizado na alimentação de frangos de corte, não compromete o desempenho nas diferentes fases de criação e que, a inclusão desse alimento na ração para frangos de corte, a partir de 10%, melhora o ganho de peso e a conversão alimentar.

Soares et al. (2007) avaliaram o efeito da inclusão FCC sobre a utilização dos nutrientes da dieta, o desempenho e as características dos ovos de codornas japonesas. As aves foram alimentadas com rações contendo 0, 4, 8, 12, 16 e 20%, sendo observado que o FCC pode ser utilizado em níveis de até 16% na alimentação de codornas japonesas na fase de produção, sem que sejam afetadas negativamente a produtividade e a qualidade dos ovos.

Diante das informações a respeito da utilização do farelo de castanha de caju na ração de aves, observa-se que a literatura apresenta escassez de dados no que se refere a poedeiras. Assim, faz-se necessário o estudo da inclusão desse ingrediente na alimentação de poedeiras e a sua influência na qualidade, composição lipídica e estabilidade dos ovos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC) em parceria com a Embrapa Agroindústria Tropical, sendo:

- A formulação das rações, a alimentação das aves e as análises de peso médio dos ovos, gravidade específica, Unidades Haugh, percentuais de gema, casca e albúmen e cor da gema (por meio de leque colorimétrico da marca Roche) foram realizadas no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia;
- As determinações de umidade, sólidos totais, lipídios totais, preparação dos extratos de metil ésteres de ácidos graxos das rações e das gemas, saponificação direta para análise de colesterol das gemas, bem como, pH do albúmen e da gema e oxidação lipídica da gema foram executadas no Laboratório de Carnes e Pescado do Departamento de Tecnologia de Alimentos;
- As análises instrumentais de cor da gema, firmeza da gema cozida e as análises cromatográficas de perfil de ácidos graxos e colesterol foram realizadas no Laboratório de Análise Instrumental da Embrapa Agroindústria Tropical.

3.2 DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Foram avaliados os ovos provenientes de 180 poedeiras Dekalb Brown com 27 semanas de idade, alojadas em gaiolas de arame galvanizado, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições de seis aves por tratamento.

Os tratamentos consistiram de uma ração controle à base de milho e farelo de soja (sem FCC) e cinco rações contendo FCC em níveis de 5, 10, 15, 20 e 25%, respectivamente.

As rações (Tabela 1) foram formuladas para serem isonutrientes, de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pelo manual de manejo da linhagem. Foram considerados os valores de composição dos alimentos segundo Embrapa (1991).

TABELA 1 - Composição percentual e calculada das rações das poedeiras comerciais contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC).

Ingredientes	Níveis de FCC (%)					
	0	5	10	15	20	25
Milho	58,13	56,48	53,82	48,16	42,51	36,86
Farelo de soja	28,25	26,30	24,45	23,22	21,88	20,59
FCC	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
Óleo de soja	2,40	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Calcário	8,71	8,64	8,58	8,51	8,44	8,37
Fosfato bicálcico	1,75	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84
Suplemento Vitamínico ¹	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Suplemento Mineral ²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
DL-Metionina 99%	0,15	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19
L - Lisina HCl	0,00	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05
Sal comum	0,36	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35
Inerte ³	0,00	0,00	0,58	2,50	4,52	6,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
EM (kcal/kg)	2.850,00	2.850,00	2.850,00	2.850,00	2.850,00	2.850,00
Proteína bruta (%)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Cálcio (%)	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Fósforo disponível (%)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Lisina total (%)	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Metionina total (%)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Metionina + cistina total (%)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Treonina (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Triptofano (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

¹ Suplemento Vitamínico (fornecido por kg do produto): vitamina A 7.950 UI; vitamina B1 1,95 mg; vitamina B12 13,05 mcg; vitamina B2 4,95 mg; vitamina B6 3,30 mg; vitamina D3 2.220 UI; vitamina E 10,95 mg; vitamina K3 1,80 mg; ácido fólico 0,81 mg; pantotenato de cálcio 12,0 mg; colina 0,51 g; niacina 36,0 mg; antioxidante 10,2 g; promotor de crescimento 0,36g; coccidiostático 1,02g; selênio 0,15 mg.

² Suplemento Mineral (fornecido por kg do produto): cobre 10 mg; zinco 50 mg; ferro 40 mg; manganês 65 mg; iodo 1 mg.

³ Areia lavada

A etapa de alimentação das aves e avaliação semanal da qualidade dos ovos teve duração de 84 dias, divididos em 4 períodos de 21 dias cada. Durante todo o período experimental, as aves receberam ração e água à vontade e um programa de iluminação com 16 horas de luz diária.

A coleta dos ovos foi realizada diariamente, e uma vez por semana, os ovos de cada parcela foram identificados e armazenados para, no dia seguinte, serem pesados. Após a pesagem, três ovos por repetição foram selecionados para a determinação da gravidade específica, Unidades Haugh e percentagens de casca, gema e albúmen.

Após 63 dias de alimentação das aves (final do terceiro período experimental), foram coletados quatro ovos por repetição para a determinação da umidade, sólidos totais, lipídios totais, colesterol e perfil de ácidos graxos das gemas. As gemas desses ovos foram congeladas em freezer a -20°C e armazenadas até as análises. Nesse período experimental, também foram coletadas amostras das rações para análise do perfil de ácidos graxos.

No último período experimental, todos os ovos produzidos foram coletados durante três dias. A cada dia, os ovos coletados foram identificados, colocados em bandejas de papelão e submetidos a armazenamento refrigerado (4°C e 68% de umidade relativa) por 0, 30 e 60 dias. Durante o armazenamento, foram avaliados os parâmetros: Unidades Haugh (frescor do ovo), cor da gema (subjetiva e objetiva), pH do albúmen e da gema, umidade da gema, oxidação lipídica da gema (TBARS) e firmeza da gema cozida.

3.3 DETERMINAÇÕES

3.3.1 Peso médio dos ovos

A determinação do peso médio dos ovos (g) foi realizada mediante pesagens individuais dos ovos de cada repetição, em balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01 g. Depois da pesagem, foi calculado o peso médio.

3.3.2 Gravidade específica

A gravidade específica dos ovos foi determinada utilizando-se o método baseado no princípio de Arquimedes, conforme Freitas et al. (2004).

Para essa determinação utilizou-se um aparelho de pesagem que consistia 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 gravidade 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.

3.3.3 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).

3.3.4 Percentuais de casca, gema e albúmen

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.

3.3.5 Cor da gema do ovo

As gemas 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 D_{65} (MINOLTA, 1998).

3.3.6 Umidade e sólidos totais da gema

A determinação de umidade foi realizada segundo técnica descrita pela AOAC (1990). Os resultados dos sólidos totais foram obtidos por diferença entre a quantidade total de amostra e o conteúdo de umidade determinado.

3.3.7 Lipídios totais das gemas

Os lipídios totais da gema foram extraídos mediante hidrólise ácida, conforme técnica descrita pela AOAC (1990). Para isso, foram pesados aproximadamente 2 g de gema de ovo em papel vegetal, os quais foram transferidos para uma proveta de 100 mL com posterior adição de 10 mL de HCl concentrado.

As provetas devidamente codificadas foram vedadas com parafilme e levadas a banho-maria (Nova Ética 314-3DN, Vargem Grande Paulista) a 70°C por 30 minutos. Após resfriamento das mesmas em água corrente, foram adicionados 25 mL de éter etílico e 25 mL de éter de petróleo, seguindo-se a separação das fases e

clarificação do solvente, quando então a cama da superior foi retirada e transferida para um funil (contendo um pequeno chumaço de algodão) acoplado a um bquer previamente seco em estufa a 105°C, sendo o seu peso registrado. As provetas foram novamente lavadas com 15 mL de cada um dos solventes acima descritos, seguindo-se o mesmo processo anterior.

Os béqueres foram deixados na capela, para evaporação dos solventes, por aproximadamente 24 horas, sendo, em seguida, transferidos para a estufa e mantidos a 105°C por cerca de 1 hora, sendo pesados em balança analítica após seu resfriamento. A porcentagem de gordura foi obtida a partir do peso da gordura presente na amostra (resíduo contido no bquer) dividido pelo peso da amostra, multiplicado por 100.

3.3.8 Perfil de ácidos graxos das rações experimentais e das gemas

Preparo dos extratos de metil ésteres de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos foi determinado através de cromatografia gasosa, sendo a preparação dos extratos realizada por metilação direta de acordo com metodologia proposta por Wang et al. (2000).

Foram pesados em balança analítica, aproximadamente 50 mg de gema de ovo e 100 mg de ração, em tubo de ensaio, com posterior adição de 1 mL de hexano e 3 mL de HCl 3 N em álcool metílico. Em seguida, os tubos de ensaio foram levados a banho-maria (Nova Ética 314-3DN, Vargem Grande Paulista) a 95°C por 1 hora sendo acrescentados, após o resfriamento até temperatura ambiente (20°C), 8 mL de solução de NaCl 0,88% e 3 mL de hexano. A camada superior formada nos tubos foi então transferida para vidros cromatográficos de 2mL, sendo fechados e armazenados ao abrigo da luz, com proteção de papel alumínio e sob refrigeração (2°C).

Análises cromatográficas dos metil ésteres de ácidos graxos

As análises cromatográficas foram realizadas em cromatógrafo gasoso (VARIAN CP 3380, Walnut Creek), equipado com um detector de ionização de chama (DIC). As condições analíticas utilizadas foram adaptadas a partir da metodologia descrita por Barreto et al. (2006): coluna capilar SPTM – 2560, (Supelco, Bellafonte, PA), de 100 m de comprimento e diâmetro interno de 0,25 mm; hidrogênio como gás de arraste com fluxo de 1,5 mL/min; *split ratio* de 10:1; programa de temperatura: 250°C para injetor e detector; 160°C (inicial) a 240°C para a coluna, com aumento numa razão de 3,5°C/min.

Foram realizadas injeções de 1 µL da amostra e os metil ésteres dos ácidos graxos presentes em maiores quantidades nas amostras foram identificados por comparação com os tempos de retenção dos padrões de ésteres metílicos (Supelco) dos ácidos graxos C-4 a C-24.

Estes padrões estavam compostos pelos ácidos butírico (C4:0), capríco (C6:0), caprílico (C8:0), cáprico (C10:0), undecanóico (C11:0), láurico (C12:0), tridecanóico (C13:0), mirístico (C14:0), miristoléico (C14:1), pentadecanóico (C15:0), cis-10-pentadecenóico (C15:1), palmítico (C16:0), palmitoléico (C16:1), heptadecanóico (C17:0), cis-10-heptadecenóico (C17:1), esteárico (C18:0), oléico (C18:1n9c), elaídico (C18:1n9t), linoléico (C18:2n6c), linolelaídico (C18:2n6t), γ-linolênico (C18:3n6), α-linolênico (C18:3n3), araquídico (C20:0), cis-11-eicosenóico (C20:1n9), cis-11,14-eicosadienóico (C20:2), cis-8,11,14-eicosatrienóico (C20:3n6), cis-11,14,17-eicosatrienóico (C20:3n3), araquidônico (C20:4n6), cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenóico (C20:5n3), henicosanóico (C21:0), behênico (C22:0), erúico (C22:1n9), cis-13,16-docosadienóico (C22:2), cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenóico (C22:6n3),tricosanóico (C23:0), lignocérico (C24:0) e nervônico (C24:1n9).

A quantificação dos ácidos graxos presentes nas gemas e nas rações experimentais foi calculada mediante a porcentagem da área de cada pico correspondente ao ácido graxo identificado pelos padrões.

A partir dos valores percentuais dos ácidos graxos foi calculada a relação de ácidos graxos monoinsaturados/saturados. Para tal, os ácidos graxos

monoinsaturados utilizados foram o palmitoléico e o oléico e os ácidos graxos saturados foram o palmítico e o esteárico.

3.3.9 Colesterol das gemas

O colesterol foi quantificado através de cromatografia gasosa sendo utilizada a técnica descrita por Botsoglou et al. (1998). Para isso, foram pesados aproximadamente 200 mg de gema em tubos de ensaio, sendo adicionados 5 mL da solução de saponificação (KOH 0,5 M em metanol). Em seguida, os tubos foram levados a banho-maria (Nova Ética, 314-3DN, Vargem Grande Paulista) a 80°C por 15 minutos. Após o resfriamento, adicionou-se 1 mL de água destilada e 5 mL de hexano para extração do material insaponificável. Por fim, a camada superior formada nos tubos foi retirada e transferida para vidro cromatográfico de 2mL, sendo fechados e armazenados ao abrigo da luz, com proteção de papel alumínio e sob refrigeração (2°C).

As análises cromatográficas foram realizadas em cromatógrafo gasoso (VARIAN CP 3380, Walnut Creek), equipado com um detector de ionização de chama (DIC). As condições analíticas utilizadas foram adaptadas a partir da metodologia descrita por Botsoglou et al. (1998): coluna capilar SPB-1, (Supelco, Bellafonte, PA), de 30 m de comprimento e diâmetro interno de 0,53 mm; hidrogênio como gás de arraste com fluxo de 3,4 mL/min; *split less*; programa de temperatura: 300°C para injetor e detector; 250°C (inicial) a 300°C para a coluna, com aumento numa razão de 10°C/min.

Foram realizadas injeções de 1 µL da amostra. A identificação do colesterol foi realizada pela comparação do tempo de retenção da amostra em relação ao padrão correspondente. A quantificação foi feita por padronização externa pela medida da área do pico, sendo a curva padrão do colesterol construída entre 100 e 500 µg/mL.

3.3.10 pH do albúmen e da gema

O pH do albúmen ou da gema foi medido em potenciômetro (Labmeter, PHS-3B, Curitiba) equipado com eletrodo combinado após diluição do material com cinco volumes de água deionizada e fervida mantendo agitação constante (SHANG et al., 2004).

3.3.11 Oxidação lipídica da gema

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, Cherian 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.

Preparo da amostra e determinação da oxidação lipídica

Em um tubo de boca larga, foram pesados aproximadamente 2 g de gema. Em seguida, foram adicionados 18 mL de ácido perclórico 3,86% e o conteúdo homogeneizado em triturador Turrtec (Tecnal TE 102, Piracicaba) por 15 segundos a alta velocidade. O homogeneizado foi filtrado em papel de filtro Whatman nº 1. Posteriormente, 2 mL do filtrado foram colocados em tubo de ensaio, adicionando-se em seguida 2 mL de solução aquosa 20 mM de TBA. Os tubos foram aquecidos em banho-maria (Tecnal TE 057, Piracicaba) fervente por 30 minutos. A leitura da densidade óptica foi realizada em espectrofotômetro (Biospectro, SP-22, Curitiba) a 531 nm. O número de TBA da amostra foi expresso como mg de malonaldeído por kg de gema.

3.3.12 Firmeza da gema cozida

Os ovos foram retirados da temperatura de armazenamento (4°C) e deixados estabilizar a temperatura ambiente (20°C). Após a separação das gemas, aproximadamente 16 g de gema foram pesados em um cilindro de polietileno de alta densidade com 2,5 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura. Os cilindros foram fechados e imersos em banho-maria (Tecnal TE 057, Piracicaba) fervente por 15 minutos. Em seguida, os mesmos foram resfriados até temperatura ambiente (20°C) e, então, os cilindros de gema cozida foram retirados do invólucro plástico. A resistência à compressão foi medida em texturômetro TA-XT2i (Stable Micro System, Surrey) equipado com ponteira cilíndrica de compressão (35 mm de diâmetro) descendo a 2,0 mm/s. A resistência foi medida em newton (N) após compressão até 50% da altura original da gema cozida (MIN et al., 2005).

3.3.13 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS, 2000). Os dados foram submetidos à análise de regressão, excluindo o nível zero de inclusão, para determinar o melhor nível e para comparar os

resultados obtidos com os diferentes níveis de inclusão de FCC em relação ao controle, foi utilizado o teste de Dunnett (5%).

Os dados obtidos para os ovos armazenados foram analisados segundo um modelo fatorial seis x três, em que os fatores estudados foram seis tipos de ração e três tempos de armazenamento.

Para descrever o efeito da inclusão do FCC sobre os parâmetros avaliados, os dados foram submetidos à análise de regressão, excluindo-se o nível zero de inclusão e para comparação dos resultados obtidos com cada um dos níveis de inclusão em relação ao controle, foi utilizado o teste de Dunnett (5%). Para descrever o efeito do tempo de armazenamento sobre as variáveis estudadas, as médias foram comparadas pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) (5%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 QUALIDADE DOS OVOS E COMPOSIÇÃO DAS GEMAS

Os valores obtidos para as características de qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com FCC na ração encontram-se na Tabela 2.

Conforme a análise de regressão, não houve influência significativa dos níveis de inclusão do FCC na ração sobre o peso médio dos ovos, gravidade específica, Unidades Haugh e percentagens de gema, albúmen e casca.

Em relação aos ovos das aves do grupo controle, também se observou que os diferentes níveis de FCC não promoveram alterações significativas para essas mesmas variáveis.

Os resultados obtidos na presente pesquisa diferem em parte dos relatados por Soares et al. (2007) que avaliaram a inclusão de FCC na ração de codornas japonesas em postura e observaram que o aumento do FCC nas rações promoveu decréscimo linear no peso dos ovos, enquanto, a percentagem de albúmen aumentou e a de gema diminuiu com a inclusão de FCC acima de 9%.

TABELA 2 - Características dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC).

Variáveis	Níveis de FCC (%) na ração						CV (%)
	0	5	10	15	20	25	
Peso do ovo (g)	63,10	61,61	62,31	61,80	60,98	63,40	2,39
Gravidade específica	1,090	1,090	1,091	1,087	1,087	1,088	0,19
Unidades Haugh	85,19	85,90	82,87	84,92	86,43	85,49	3,45
Percentual de gema (%)	21,85	22,35	22,36	22,40	22,77	22,38	2,84
Percentual de albúmen (%)	68,30	67,70	67,59	67,81	67,80	67,80	0,98
Percentual de casca (%)	9,85	9,99	10,05	9,77	9,47	9,82	2,94

n=5.

CV: Coeficiente de variação.

Os resultados obtidos para a composição das gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com FCC na ração encontram-se na Tabela 3.

Conforme a análise de regressão, o conteúdo de lipídios totais das gemas aumentou linearmente ($y = 20,30 + 0,01x$; $R^2 = 0,17$) com a inclusão do FCC nas rações. De acordo com a equação para cada 1% de acréscimo de FCC, houve um aumento da ordem de 0,01% de lipídios na gema.

Entretanto, quando foi realizado o teste de Dunnett (5%), não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre umidade, sólidos totais e lipídios totais das gemas dos ovos das aves alimentadas com cada um dos níveis de inclusão desse ingrediente em relação às alimentadas com ração sem FCC (Tabela 3).

Da mesma forma, Barreto et al. (2006) não encontraram diferenças significativas para os conteúdos de umidade, sólidos totais e lipídios totais das gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com níveis de até 20% de inclusão de farelo de coco na ração.

O conteúdo de sólidos totais da gema pode ser influenciado, principalmente, pela idade da ave, já que ocorre um aumento de tamanho do ovo; pela linhagem das poedeiras; bem como, pelas condições de estocagem dos ovos, as quais podem promover modificação na proporção dos componentes da gema, incluindo os lipídios totais (AHN; KIM; SHU, 1997).

TABELA 3 - Composição das gemas dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC).

Componentes	Níveis de FCC (%) na ração						CV (%)
	0	5	10	15	20	25	
Umidade (%)	48,58	48,91	49,15	49,12	49,30	48,93	1,07
Sólidos totais (%)	51,37	51,08	50,83	50,85	50,60	50,97	1,12
Lipídios totais ¹ (%)	20,55	20,33	20,43	20,41	20,67	20,49	0,87

¹ Efeito linear ($y = 20,30 + 0,01x$; $R^2 = 0,17$), onde y = quantidade de lipídios totais; x = nível de inclusão de farelo da castanha de caju; R^2 = coeficiente de determinação.0
n=5.

CV: Coeficiente de variação.

4.2 LIPÍDIOS DAS RAÇÕES E DAS GEMAS

4.2.1 Perfil de ácidos graxos das rações e das gemas

Na Tabela 4 são apresentados os principais ácidos graxos das rações fornecidas às poedeiras.

Conforme a análise de regressão, a inclusão do FCC nas rações promoveu redução linear na percentagem de ácido palmítico ($y = 18,74 - 0,33x$; $R^2 = 0,94$), linoléico ($y = 42,13 - 0,73x$; $R^2 = 0,95$) e α -linolênico ($y = 2,34 - 0,07x$; $R^2 = 0,87$). Em relação ao controle (0% de FCC), a proporção de ácido palmítico foi significativamente menor a partir do nível de 10% de inclusão de FCC e para os ácidos linoléico e α -linolênico, a partir de 5% de inclusão.

A proporção de ácido esteárico aumentou linearmente ($y = 4,72 + 0,08x$; $R^2 = 0,80$) com a adição de FCC, sendo a inclusão a partir de 5%, já suficiente para proporcionar níveis mais elevados desse ácido graxo em relação ao controle.

Na avaliação dos resultados para o ácido graxo oléico, observou-se efeito quadrático da inclusão do FCC. A proporção de ácido oléico ($y = 21,63 + 2,66x - 0,06x^2$; $R^2 = 0,99$) nas rações aumentou com a adição do FCC, atingindo valor máximo com 22,17%, respectivamente. Em relação ao nível zero de inclusão, o conteúdo de ácido oléico foi maior ($p < 0,05$) a partir de 5% de inclusão de FCC na ração.

TABELA 4 - Perfil dos principais ácidos graxos das rações de poedeiras comerciais contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC).

Ácidos graxos (%)	Níveis de FCC (%) na ração						CV (%)
	0	5	10	15	20	25	
Palmítico ¹ (C16:0)	16,64	17,60*	14,96*	13,71*	11,49*	11,01*	2,71
Esteárico ² (C18:0)	3,26	5,00*	5,51*	6,07*	6,44*	6,50*	5,10
Oléico ³ (C18:1)	23,11	33,52*	42,21*	48,49*	51,38*	51,53*	1,13
Linoléico ⁴ (C18:2)	51,19	39,52*	34,88*	29,30*	27,29*	25,15*	1,70
α-Linolênico ⁵ (C18:3)	3,73	2,20*	1,55*	0,98*	0,91*	0,75*	6,54

¹ Efeito linear ($y = 18,74 - 0,33x$; $R^2 = 0,94$), onde y = quantidade do ácido graxo; x = nível de inclusão de farelo da castanha de caju; R^2 = coeficiente de determinação.

² Efeito linear ($y = 4,72 + 0,08x$; $R^2 = 0,80$).

³ Efeito quadrático ($y = 21,63 + 2,66x - 0,06x^2$; $R^2 = 0,99$).

⁴ Efeito linear ($y = 42,13 - 0,73x$; $R^2 = 0,95$).

⁵ Efeito linear ($y = 2,34 - 0,07x$; $R^2 = 0,87$).

$n=5$.

* Diferente em relação ao nível zero de inclusão, pelo teste de Dunnett ($p<0,05$).

CV: Coeficiente de variação.

Os valores obtidos para os principais ácidos graxos presentes nas gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com as rações contendo FCC encontram-se na Tabela 5.

De acordo com a análise de regressão, a inclusão de FCC nas rações promoveu uma redução linear nos conteúdos dos ácidos graxos palmítico ($y = 29,43 - 0,25x$; $R^2 = 0,84$), esteárico ($y = 14,82 - 0,02x$; $R^2 = 0,19$), linoléico ($y = 15,57 - 0,11x$; $R^2 = 0,41$) e docosahexaenóico ($y = 1,67 - 0,03x$; $R^2 = 0,31$). Em relação ao controle, a proporção do ácido palmítico foi significativamente menor a partir do nível de 10% de inclusão, enquanto as proporções dos ácidos esteárico, linoléico e docosahexaenóico foi menor ($p<0,05$) a partir da inclusão de 5% de FCC.

A proporção de ácido oléico aumentou linearmente ($y = 28,35 + 0,22x$; $R^2 = 0,82$) com a adição de FCC, sendo a inclusão a partir de 5%, já suficiente para proporcionar níveis mais elevados desse ácido graxo em relação ao controle.

Para os ácidos graxos palmitoléico ($y = 1,05 + 0,02x - 0,002x^2$; $R^2 = 0,87$) e araquidônico ($y = 4,21 + 0,14x - 0,004x^2$; $R^2 = 0,43$), observou-se efeito quadrático da inclusão de FCC. As proporções desses ácidos aumentaram com a adição de FCC nas rações, atingindo valores máximos com 5 e 17,5% de FCC,

respectivamente. Em relação ao tratamento controle, o conteúdo de ácido palmítico foi maior ($p < 0,05$) com 5% de inclusão de FCC e apresentou-se menor ($p < 0,05$) a partir de 20% de inclusão, enquanto que o conteúdo de ácido araquidônico foi menor ($p < 0,05$) apenas com a inclusão de 5% de FCC.

TABELA 5 - Perfil de ácidos graxos das gemas dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC).

Ácidos graxos (%)	Níveis de FCC (%) na ração						CV (%)
	0	5	10	15	20	25	
Palmítico ¹ (C16:0)	28,23	28,99	25,96*	25,19*	24,58*	23,31*	1,94
Estearico ² (C18:0)	15,73	14,53*	14,94*	14,25*	14,25*	14,23*	2,43
Palmitoléico ³ (C16:1)	1,00	1,13*	1,03	1,07	0,76*	0,55*	7,04
Oléico ⁴ (C18:1)	24,58	28,58*	31,52*	31,93*	32,60*	33,49*	1,40
Linoléico ⁵ (C18:2)	20,03	16,13*	13,60*	12,84*	14,05*	13,24*	2,29
Araquidônico ⁶ (C20:4)	5,16	4,75*	5,26	5,07	5,31	4,84	4,39
Docosahexaenóico ⁷ (C22:6)	2,24	1,50*	1,24*	1,24*	1,51*	0,63*	14,39

¹ Efeito linear ($y = 29,43 - 0,25x$; $R^2 = 0,84$), onde y = quantidade do ácido graxo; x = nível de inclusão de farelo da castanha de caju; R^2 = coeficiente de determinação.

² Efeito linear ($y = 14,82 - 0,02x$; $R^2 = 0,19$).

³ Efeito quadrático ($y = 1,05 + 0,02x - 0,002x^2$; $R^2 = 0,87$).

⁴ Efeito linear ($y = 28,35 + 0,22x$; $R^2 = 0,82$).

⁵ Efeito linear ($y = 15,57 - 0,11x$; $R^2 = 0,41$).

⁶ Efeito quadrático ($y = 4,21 + 0,14x - 0,004x^2$; $R^2 = 0,43$).

⁷ Efeito linear ($y = 1,67 - 0,03x$; $R^2 = 0,31$).

$n=5$.

* Diferente em relação ao nível zero de inclusão, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

CV: Coeficiente de variação.

De acordo com o esperado, os ácidos graxos majoritários nas rações contendo FCC foram, em ordem decrescente, ácido oléico, ácido linoléico, ácido palmítico e ácido esteárico, os quais se encontram em maiores proporções no FCC.

Dessa forma, em relação aos ácidos graxos saturados, observou-se que, com a inclusão de FCC, o nível do ácido palmítico diminuiu nas rações e nas gemas; enquanto que o do ácido esteárico aumentou nas rações, mas decresceu nas gemas.

O ácido palmítico é um dos responsáveis pelo aumento do colesterol total e LDL colesterol em humanos (SCHAEFER, 1997). Desta forma, a redução deste ácido graxo na gema dos ovos com a inclusão do FCC na ração, constitui-se uma vantagem para o consumidor do ponto de vista nutricional.

Embora tenha havido um aumento dos níveis do ácido esteárico nas rações, a redução desse ácido graxo nas gemas pode estar relacionada com a sua conversão em ácido oléico pela enzima $\Delta 9$ -dessaturase durante o metabolismo dos lipídios nas poedeiras (LATOURET et al., 1998).

Milinsk et al. (2003), utilizando cinco dietas para poedeiras (quatro rações contendo farelos e óleos de canola, linhaça, soja ou girassol e uma dieta controle contendo milho, farelo de soja e óleo de soja), observaram que após 4 meses de tratamento com cada dieta houve um decréscimo da concentração de ácido palmítico e esteárico nos ovos em comparação à dieta controle.

No que se refere aos ácidos graxos monoinsaturados, o ácido palmitoléico foi quantificado apenas nas gemas e apresentou-se mais baixo nos maiores níveis de inclusão de FCC, enquanto que o ácido oléico apresentou-se mais alto com a inclusão de FCC nas rações e nas gemas.

Valores mais baixos de ácido palmitoléico na gema do ovo também foram obtidos por Ahn et al. (1999) com a inclusão de ácido linoléico conjugado (CLA) (fonte de CLA contendo 65% de CLA) na ração das poedeiras.

Mazalli et al. (2004) reportaram concentrações mais altas de ácido oléico quando óleo de canola foi oferecido às poedeiras, o que foi atribuído ao fato de o óleo de canola, assim como o FCC, ser rico nesse ácido graxo (60,32%), promovendo uma maior deposição desse ácido no ovo.

Já em relação aos ácidos graxos polinsaturados, a inclusão de FCC nas rações proporcionou uma redução dos ácidos linoléico, araquidônico e docosahexaenóico nas gemas. O ácido linoléico, além de apresentar-se em menor quantidade nas rações adicionadas de FCC, também é utilizado na síntese de outros ácidos graxos da gema, o que justifica seu decréscimo no ovo.

Os ácidos araquidônico e docosahexaenóico foram detectados apenas nas gemas devido, provavelmente, ao fato da enzima $\Delta 6$ -dessaturase ser capaz de

converter o ácido linoléico das rações em araquidônico e o ácido α -linolênico em ácido docosahexaenóico (DHA) (SIMOPOULOS, 2000).

Ahn et al. (1999) também obtiveram menores conteúdos dos ácidos linoléico, araquidônico e docosahexaenóico nas gemas quando comparado ao tratamento controle quando alimentaram poedeiras com níveis de 0, 2,5 e 5,0% de CLA nas rações. Esses autores atribuíram esse resultado a uma menor concentração dos ácidos linoléico e linolênico na fonte de CLA utilizada, assim como ocorreu nas rações contendo FCC, quando comparada ao óleo de soja presente na ração controle.

Embora tenha sido observada redução no conteúdo de ácidos graxos polinsaturados, a inclusão do FCC promoveu acréscimo significativo do ácido graxo monoinsaturado oléico. Esse efeito pode ser considerado benéfico para o consumidor, visto que, segundo Lima et al. (2000), alguns estudos revelaram redução na incidência de doenças cardiovasculares com uma maior ingestão de ácidos graxos monoinsaturados, sendo esse benefício associado a efeitos positivos sobre as concentrações de LDL e HDL-colesterol.

4.2.2 Relação de ácidos graxos monoinsaturados para saturados (AGMI/AGS) e colesterol das gemas

A qualidade das gorduras ingeridas pelo consumidor pode ser definida através da relação entre as monoinsaturadas e as saturadas e quanto maior esta relação (maior a quantidade de monoinsaturadas), mais aconselhável é o seu consumo.

De acordo com a análise de regressão, os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) ($y = 29,69 + 0,19x$; $R^2 = 0,76$) e a relação monoinsaturados para saturados (AGMI/AGS) ($y = 0,66 + 0,01x$; $R^2 = 0,88$) aumentaram linearmente com a inclusão de FCC; enquanto que os ácidos graxos saturados (AGS) sofreram uma redução linear ($y = 44,26 - 0,28x$; $R^2 = 0,85$) (Tabela 6).

Em relação ao tratamento controle, os conteúdos de AGMI e a relação AGMI/AGS foram maiores ($p < 0,05$) a partir do nível de inclusão de 5%, enquanto

que os conteúdos de AGS foram menores ($p < 0,05$) a partir do nível de inclusão de 10% de FCC.

Bonanome et al. (1992) reportaram que o aumento dos AGMI da dieta reduz a suscetibilidade oxidativa das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) do plasma sanguíneo e decresce o conteúdo de colesterol do sangue e a ocorrência de doenças coronarianas em humanos.

Além disso, tem sido atribuído um aumento da estabilidade oxidativa das células da mucosa intestinal à ingestão de alimentos ricos em ácido oléico (GRUNDY, 1987).

O conteúdo de colesterol das gemas também foi afetado pela inclusão de FCC na ração de poedeiras, sendo observada uma redução linear ($y = 787,00 - 8,70x$; $R^2 = 0,92$) com a adição de FCC na ração, sendo a inclusão a partir de 10% de FCC suficiente para reduzir os níveis de colesterol das gemas (Tabela 6).

A redução do colesterol das gemas com a inclusão de FCC na ração pode ter sido influenciada pelo aumento do conteúdo de ácido oléico nas rações (Tabela 4), já que a esse ácido graxo, por ser monoinsaturado, pode promover uma redução dos níveis de colesterol durante seu metabolismo no organismo da ave.

Dessa forma, a inclusão de FCC na ração de poedeiras é benéfica, visto que o conteúdo de colesterol dos ovos representa um dos maiores obstáculos ao aumento do consumo desse produto.

Harder et al. (2007), ao incluir níveis de 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% de *Bixa orellana* na ração de poedeiras, também obtiveram redução do colesterol das gemas dos ovos.

Freitas et al. (2000) observaram uma redução da quantidade de colesterol da gordura abdominal de frangos de corte com a inclusão de FCC nas rações das aves.

Embora os níveis de colesterol nos ovos sejam realmente altos, estudos recentes mostram que a qualidade nutricional da gordura nos produtos alimentícios pode ser avaliada levando em conta não somente os níveis de colesterol, mas também seu conteúdo de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados (MILINSK et al., 2003).

Além disso, de modo geral, o organismo contrabalança o colesterol ingerido, sintetizando-o no fígado em quantidades menores e excretando-o mais ou

absorvendo-o menos. Assim, a quantidade ingerida por meio da alimentação não eleva automaticamente os níveis de colesterol sanguíneo (BRANDÃO et al., 2005).

TABELA 6 - Ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos saturados (AGS), relação AGMI/AGS e conteúdo de colesterol das gemas dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC).

Níveis de FCC na ração (%)	AGMI ¹ (%)	AGS ² (%)	AGMI/AGS ³	Colesterol ⁴ (mg/100 g)
0	25,58	43,97	0,58	729,85
5	29,71*	43,52	0,68*	727,75
10	32,55*	40,90*	0,79*	713,13*
15	33,00*	39,44*	0,84*	680,00*
20	33,36*	38,83*	0,86*	589,76*
25	34,04*	37,54*	0,91*	571,98*
CV (%)	1,43	1,65	2,13	0,85

¹ Efeito linear ($y = 29,69 + 0,19x$; $R^2 = 0,76$), onde y = quantidade dos ácidos polinsaturados; x = nível de inclusão de farelo da castanha de caju; R^2 = coeficiente de determinação.

² Efeito linear ($y = 44,26 - 0,28x$; $R^2 = 0,85$).

³ Efeito linear ($y = 0,66 + 0,01x$; $R^2 = 0,88$).

⁴ Efeito linear ($y = 787,00 - 8,70x$; $R^2 = 0,92$).

n=5.

* Diferente em relação ao nível zero de inclusão, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

AGMI: Ácido palmitoléico (C16:1) + ácido oléico (C18:1); AGS: Ácido palmítico (C16:0) + ácido esteárico (C18:0).

CV: Coeficiente de variação.

4.3 ARMAZENAMENTO DOS OVOS

No presente estudo, não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre o nível de inclusão de FCC na ração e o tempo de armazenamento para as análises de Unidades Haugh, coloração da gema, umidade da gema, pH da gema e firmeza da gema cozida. No entanto, para o pH do albúmen e a oxidação lipídica da gema foi observada interação significativa ($p < 0,05$) entre o nível de inclusão de FCC na ração e o tempo de armazenamento.

4.3.1 Estado de frescor

Durante o armazenamento a 4°C por 60 dias foi observada uma redução ($p < 0,05$) dos valores das Unidades Haugh (Tabela 7), o que implica na perda de frescor dos ovos. A redução deste parâmetro se deve, provavelmente, à perda da viscosidade durante o armazenamento, que leva à redução da altura do albúmen denso, parâmetro este usado na determinação das Unidades Haugh.

Durante a estocagem do ovo, ocorre transformação da ovoalbumina em S-ovoalbumina e a dissociação do complexo ovomucina-lisozima, com destruição do gel de ovomucina. Estas reações são importantes no plano tecnológico, pois podem provocar a perda, ao menos parcial, das propriedades geleificantes e espumantes e também a liquefação do albúmen (FENNEMA, 2000).

Alleoni e Antunes (2001) também observaram uma redução dos valores de Unidades Haugh quando estocaram ovos a 8°C e 70% de umidade relativa do ar por 21 dias. Resultados similares também foram obtidos por Jones e Musgrove (2005), analisando ovos armazenados a 4°C durante 70 dias.

Em relação ao tratamento controle (sem inclusão de FCC), não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) para os valores de Unidades Haugh nos níveis de inclusão de FCC estudados (Dunnnett, 5%) (Tabela 7).

Um valor elevado para as Unidades Haugh está associado a um ovo de boa qualidade (BERARDINELLI, 2003). Dessa forma, os resultados obtidos no presente estudo demonstram ovos em bom estado de frescor.

TABELA 7 - Valores de Unidades Haugh dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC) armazenados por 60 dias a 4°C e 68% de umidade relativa.

Tempo (dias)	Níveis de FCC (%) na ração						Média
	0	5	10	15	20	25	
0	83,13	85,28	81,45	84,64	86,35	86,80	84,61A
30	79,22	80,66	74,14	79,70	76,79	80,20	78,45B
60	70,92	74,35	70,93	75,81	73,61	75,17	73,47C
Média	77,76	80,10	75,51	80,05	78,92	80,72	

n=5.

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ($p < 0,05$).

4.3.2 Cor da gema

Os resultados obtidos para a coloração subjetiva (leque colorimétrico) da gema durante o armazenamento encontram-se na Tabela 8.

TABELA 8 - Coloração subjetiva (leque colorimétrico) das gemas dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC) armazenados por 60 dias a 4°C e 68% de umidade relativa.

Tempo (dias)	Níveis de FCC (%) na ração						Média
	0	5	10	15	20	25	
0	7,30	7,40	6,90	7,00	6,10	5,50	6,70B
30	8,00	7,80	7,40	7,60	7,00	6,30	7,35A
60	7,40	7,80	7,40	7,30	7,20	6,30	7,23A
Média¹	7,57	7,67	7,23	7,30	6,77*	6,03*	

¹ Efeito linear ($y = 8,12 - 0,07x$; $R^2 = 0,43$), onde y = cor da gema; x = nível de inclusão de farelo da castanha de caju; R^2 = coeficiente de determinação.

n=5.

* Diferente em relação ao nível zero de inclusão, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ($p < 0,05$).

No que se refere ao armazenamento a 4°C por 60 dias, observou-se um aumento ($p < 0,05$) dos valores médios de cor a partir do 30º dia.

Jiang et al. (1992), estudando a coloração das gemas de ovos estocados por 42 dias a 4°C, também obtiveram um aumento nos valores de cor, utilizando o leque

colorimétrico da Roche. No entanto, esses autores afirmaram ser ainda desconhecida a causa exata para este aumento na cor das gemas.

De acordo com Sauveur (1993), ovos de poedeiras armazenados durante certo período, apresentam uma penetração de proteínas na gema, o que pode levar à modificação de sua coloração.

Conforme a análise de regressão, a inclusão de FCC nas rações das poedeiras promoveu uma redução linear da pigmentação das gemas ($y = 8,12 - 0,07x$; $R^2 = 0,43$). De acordo com a equação, a inclusão do FCC reduz a pigmentação das gemas na proporção de 0,07 pontos da escala colorimétrica para cada 1% de FCC adicionado. Em relação ao tratamento controle, observou-se uma redução dos valores de cor a partir do nível de inclusão de 20% de FCC.

Este resultado deve-se ao menor teor de pigmentos carotenóides das rações contendo FCC, já que a inclusão desse ingrediente promoveu redução na quantidade de milho presente nas rações (Tabela 1).

Redução na coloração da gema tem sido comum com a inclusão de alguns ingredientes alternativos na ração de poedeiras sem a adição de agentes pigmentantes (BRAGA et al., 2005).

Considerando que essa característica tem grande influência na comercialização dos ovos e que a preferência do mercado é por gemas mais pigmentadas, a inclusão desse ingrediente deveria se situar em níveis inferiores a 20%. A inclusão em níveis mais elevados fica na dependência da adição de um agente pigmentante às rações.

Semelhante ao observado na presente pesquisa, Soares et al. (2007) relataram que, com a inclusão de 20% de FCC na ração de codornas japonesas, houve redução na quantidade de milho da dieta e com isso, certamente, a quantidade de pigmentos amarelos reduziu, resultando em gemas menos amarelas.

Braga et al. (2005), trabalhando com a inclusão de farelo de coco na ração de poedeiras, também registraram alterações na coloração da gema do ovo. Segundo esses autores, a inclusão de 5% de farelo de coco foi suficiente para reduzir a intensidade da cor da gema.

A redução na coloração da gema dos ovos, único problema relacionado à qualidade dos ovos de aves alimentadas com farelo de coco, foi contornada por Lima et al. (2007) com a inclusão de pigmento às rações.

Os valores dos componentes de cor L*, a* e b* (medição objetiva) da gema durante o armazenamento encontram-se nas tabelas 9, 10 e 11.

Foi verificado efeito do tempo de estocagem sobre a luminosidade das gemas. O componente L* de cor sofreu redução ($p < 0,05$) durante o armazenamento a 4°C por 60 dias, levando à obtenção de gemas mais claras (Tabela 9).

Os níveis de FCC não afetaram significativamente ($p < 0,05$) a luminosidade das gemas (Tabela 9), quando feita a comparação de médias pelo teste de Dunnett (5%).

TABELA 9 - Parâmetro L* de cor das gemas dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC) armazenados por 60 dias a 4°C e 68% de umidade relativa.

Tempo (dias)	Níveis de FCC (%) na ração						Média
	0	5	10	15	20	25	
0	52,83	54,45	54,36	53,64	53,80	53,22	53,72A
30	52,01	53,05	53,46	52,91	54,27	52,79	53,08A
60	52,34	52,36	52,23	52,92	52,47	51,26	52,26B
Média	52,39	53,29	53,35	53,16	53,51	52,42	

n=5.

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ($p < 0,05$).

Ao longo da estocagem por 60 dias (4°C), a intensidade da cor vermelha (componente a* de cor) das gemas aumentou ($p < 0,05$).

Para esse componente de cor das gemas, de acordo com a análise de regressão, observou-se uma redução linear da intensidade da cor vermelha das gemas com a inclusão de FCC ($y = -3,69 - 0,04x$; $R^2 = 0,21$). Em relação ao tratamento controle, houve uma redução ($p < 0,05$) do componente a* de cor das gemas a partir do nível de inclusão de 20% (Tabela 10).

Herber-Mcneill e Van Elswyk (1998), adicionando 0; 2,4 e 4,8% de algas marinhas na ração de poedeiras, observaram menores valores do componente a* de cor para as gemas do tratamento controle (sem algas marinhas) e atribuíram esse resultado ao menor conteúdo de pigmentos carotenóides dessa ração.

TABELA 10 - Parâmetro a* de cor das gemas dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC) armazenados por 60 dias a 4°C e 68% de umidade relativa.

Tempo (dias)	Níveis de FCC (%) na ração						Média
	0	5	10	15	20	25	
0	-4,42	-4,03	-4,69	-4,90	-4,81	-5,07	-4,65C
30	-3,75	-3,65	-4,27	-4,17	-4,53	-4,81	-4,20B
60	-3,66	-3,65	-3,91	-3,70	-4,33	-4,12	-3,90A
Média¹	-3,94	-3,78	-4,29	-4,26	-4,56*	-4,67*	

¹ Efeito linear ($y = -3,69 - 0,04x$; $R^2 = 0,21$), onde y = componente a* de cor da gema; x = nível de inclusão de farelo da castanha de caju; R^2 = coeficiente de determinação.

n=5.

* Diferente em relação ao nível zero de inclusão, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ($p < 0,05$).

O armazenamento por 60 dias (4°C) proporcionou um aumento ($p < 0,05$) da intensidade da cor amarela (componente b* de cor) das gemas (Tabela 11).

O componente b* de cor das gemas reduziu linearmente com a inclusão de FCC nas rações das poedeiras ($y = 40,61 - 0,27x$; $R^2 = 0,42$). Os valores do parâmetro b* de cor diminuíram ($p < 0,05$) a partir de 20% de inclusão de FCC, o que sugere gemas com menor intensidade da cor amarela (Tabela 11), à medida que ocorre a adição de FCC e redução do conteúdo de pigmentos carotenóides das rações.

TABELA 11 - Parâmetro b* de cor das gemas dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC) armazenados por 60 dias a 4°C e 68% de umidade relativa.

Tempo (dias)	Níveis de FCC (%) na ração						Média
	0	5	10	15	20	25	
0	34,75	37,49	35,21	35,57	34,15	31,58	34,79C
30	38,34	39,42	38,03	36,73	37,16	33,55	37,21B
60	40,63	40,90	39,50	39,08	36,74	34,24	38,52A
Média¹	37,91	39,27	37,58	37,13	36,02*	33,12*	

¹ Efeito linear ($y = 40,61 - 0,27x$; $R^2 = 0,42$), onde y = componente b* de cor da gema; x = nível de inclusão de farelo da castanha de caju; R^2 = coeficiente de determinação.

n=5.

* Diferente em relação ao nível zero de inclusão, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ($p < 0,05$).

4.3.3 Umidade das gemas

A umidade das gemas aumentou significativamente ($p < 0,05$) durante a estocagem por 60 dias (4°C) (Tabela 12).

Durante o armazenamento, pode ocorrer uma difusão da água do albúmen para a gema em decorrência de uma maior pressão osmótica. Esse fato concorre para o alargamento da gema, diminuindo sua viscosidade e enfraquecendo suas membranas vitelinas (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

Ahn et al. (1999) obtiveram valores mais altos de umidade para as gemas dos ovos armazenados por 49 dias a 4°C , quando comparadas às gemas dos ovos frescos.

Entretanto, a umidade das gemas não variou ($p > 0,05$) com a inclusão de FCC nas rações das aves, de acordo com o teste de Dunnett (5%).

TABELA 12 - Umidade (%) das gemas dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC) armazenados por 60 dias a 4°C e 68% de umidade relativa.

Tempo (dias)	Níveis de FCC (%) na ração						Média
	0	5	10	15	20	25	
0	48,62	49,12	48,83	48,66	48,41	48,84	48,75C
30	50,05	50,30	50,41	49,74	50,08	50,03	50,10B
60	51,39	50,96	50,98	51,62	51,57	51,56	51,35A
Média	50,02	50,13	50,07	50,01	50,02	50,14	

n=5.

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste SNK ($p < 0,05$).

4.3.4 pH

4.3.4.1 pH do albúmen

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre o nível de inclusão de FCC e o tempo de armazenamento para a variável pH do albúmen (Tabela 13).

Com o desmembramento da interação, foi observado um aumento dos valores de pH do albúmen com o tempo de armazenamento para todos os níveis de inclusão de FCC e uma redução linear com a inclusão de FCC para os tempos 30 ($y = 9,29 - 0,003x$; $R^2 = 0,36$) e 60 dias ($y = 9,49 - 0,008x$; $R^2 = 0,42$). Em relação ao nível zero de inclusão, observou-se redução do pH do albúmen nos tempos 0, 30 e 60 dias a partir dos níveis de 25, 20 e 15%, respectivamente (Tabela 13).

Lapão (1999) e Alleoni e Antunes (2001) também observaram um aumento do pH do albúmen após o armazenamento de ovos a 16°C e 78% UR por 8 dias e a 8°C e 70% por 21 dias, respectivamente. O aumento do pH do albúmen se deve à liberação de dióxido de carbono que ocorre durante a estocagem do produto (SCOTT; SILVERSIDES, 2000).

TABELA 13 - Valores de pH do albúmen dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC) armazenados por 60 dias a 4°C e 68% de umidade relativa.

Tempo (dias)	Níveis de FCC (%) na ração						Média
	0	5	10	15	20	25	
0	8,99C	8,92C	8,93C	8,92B	8,92C	8,88*B	8,93
30 ¹	9,28B	9,29B	9,26B	9,24A	9,22*B	9,22*A	9,25
60 ²	9,46A	9,44A	9,45A	9,31*A	9,39A	9,26*A	9,39
Média	9,24	9,22	9,21	9,16	9,18	9,12	

¹ Efeito linear ($y = 9,29 - 0,003x$; $R^2 = 0,36$), onde y = pH do albúmen; x = nível de inclusão de farelo da castanha de caju; R^2 = coeficiente de determinação.

² Efeito linear ($y = 9,49 - 0,008x$; $R^2 = 0,42$).

$n=5$.

* Nas linhas, valores diferentes em relação ao nível zero de inclusão, pelo teste de Dunnett ($p<0,05$). Nas colunas, médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ($p<0,05$).

4.3.4.2 pH da gema

O pH da gema aumentou ($p<0,05$) durante o armazenamento a 4°C por 60 dias (Tabela 14). Resultados semelhantes foram reportados por Shang et al. (2004) ao avaliarem as gemas de ovos armazenados a 4°C por 28 dias.

Os valores de pH das gemas de ovos frescos são geralmente em torno de 6,0, no entanto, durante a estocagem, esses valores podem variar entre 6,4 e 6,9 em cerca de 50 dias (AHN et al., 1999); o que pode ser observado pelos resultados

obtidos no presente estudo. Esta variação do pH das gemas durante o armazenamento é decorrente da migração de íons entre a gema e o albúmen, resultante do aumento da permeabilidade da membrana que envolve a gema.

Pelo teste de comparação de médias (Dunnett, 5%), não houve variação significativa ($p > 0,05$) do pH das gemas com a inclusão de FCC nas rações das poedeiras (Tabela 14).

TABELA 14 - Valores de pH da gema dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC) armazenados por 60 dias a 4°C e 68% de umidade relativa.

Tempo (dias)	Níveis de FCC (%) na ração						Média
	0	5	10	15	20	25	
0	6,05	6,13	6,09	6,10	6,15	6,20	6,12C
30	6,22	6,17	6,21	6,25	6,32	6,28	6,24B
60	6,53	6,60	6,56	6,45	6,53	6,57	6,54A
Média	6,27	6,30	6,29	6,27	6,33	6,35	

n=5.

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ($p < 0,05$).

4.3.5 Oxidação lipídica

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre o nível de inclusão de FCC e o tempo de armazenamento dos ovos para a oxidação lipídica das gemas medida pelo valor de TBARS (Tabela 15).

Com o desmembramento da interação, foi observado um aumento ($p < 0,05$) dos valores de TBARS com o tempo de armazenamento para todos os níveis de inclusão de FCC (Tabela 15).

Cherian, Wolfe e Sim (1996) ao estocarem ovos por 40 dias sob refrigeração também obtiveram um aumento nos valores desta variável.

Para os tratamentos, pela análise de regressão, foi observado um efeito quadrático para o tempo 0 do armazenamento ($y = 0,44 + 0,02x - 0,0006x^2$; $R^2 = 0,49$), onde os valores de TBARS aumentaram atingindo valor máximo com 16,67% de FCC; e uma redução linear nos tempos 30 ($y = 0,89 - 0,008x$; $R^2 = 0,77$) e 60 dias ($y = 1,05 - 0,01x$; $R^2 = 0,72$). Em relação ao controle, observou-se aumento do

valor de TBARS no tempo 0 para os níveis de inclusão de 15 e 20% de FCC, e redução deste parâmetro nos tempos 30 e 60 dias a partir do nível de inclusão de 5% (Tabela 15).

A redução dos valores de TBARS das gemas com a inclusão de FCC nas rações das poedeiras pode ser decorrente do aumento do conteúdo de ácido oléico, o qual por ser monoinsaturado, encontra-se menos suscetível à oxidação.

Hsieh, Chiang e Lu (2002) afirmaram que o aumento do conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados, bem como o decréscimo dos ácidos graxos saturados e o consequente aumento da relação ácidos graxos monoinsaturados para saturados podem ser responsáveis pelo aumento da estabilidade oxidativa.

TABELA 15 - Valores de TBARS (mg de malonaldeído/ kg de gema) da gema dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC) armazenados por 60 dias a 4°C e 68% de umidade relativa.

Tempo (dias)	Níveis de FCC (%) na ração						Média
	0	5	10	15	20	25	
0 ¹	0,55C	0,54C	0,55C	0,62*C	0,60*C	0,56C	0,57
30 ²	1,06B	0,84*B	0,83*B	0,76*B	0,77*B	0,67*B	0,82
60 ³	1,40A	1,00*A	0,92*A	0,93*A	0,85*A	0,78*A	0,98
Média	1,00	0,79	0,77	0,77	0,74	0,67	

¹ Efeito quadrático ($y = 0,44 + 0,02x - 0,0006x^2$; $R^2 = 0,49$), onde y = valor de TBARS; x = nível de inclusão de farelo da castanha de caju; R^2 = coeficiente de determinação.

² Efeito linear ($y = 0,89 - 0,008x$; $R^2 = 0,77$).

³ Efeito linear ($y = 1,05 - 0,01x$; $R^2 = 0,72$).

n=5.

* Nas linhas, diferente em relação ao nível zero de inclusão, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Nas colunas, médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ($p < 0,05$).

4.3.6 Firmeza da gema cozida

Durante a estocagem a 4°C por 60 dias, a firmeza da gema cozida aumentou no 30º dia e, em seguida, diminuiu até o final do período de armazenamento (Tabela 16). Em relação ao tratamento controle (0% de FCC), não foi observada variação significativa ($p > 0,05$) da firmeza das gemas cozidas com a inclusão de FCC nas rações das poedeiras (Tabela 16).

Ahn et al. (1999), observando o efeito do tempo de armazenamento sobre a firmeza da gema cozida, reportaram um aumento do valor deste parâmetro nos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo 2,5 e 5,0% de ácido linoléico conjugado, após estocagem a 4°C por 49 dias. Os autores atribuíram este resultado ao aumento do conteúdo de umidade e às alterações no pH da gema durante o armazenamento. Resultados semelhantes também foram encontrados por Watkins et al. (2003).

TABELA 16 - Firmeza (N) das gemas dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo da castanha de caju (FCC) armazenados por 60 dias a 4°C e 68% de umidade relativa.

Tempo (dias)	Níveis de FCC (%) na ração						Média
	0	5	10	15	20	25	
0	65,19	55,73	50,92	51,48	53,42	64,60	56,89B
30	73,61	72,25	73,65	74,18	78,54	72,70	74,16A
60	50,53	54,22	53,07	46,77	47,76	50,08	50,41C
Média*	63,11	60,73	59,21	57,48	59,91	62,46	

n=5.

* Não difere em relação ao nível zero de inclusão, pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste SNK ($p < 0,05$).

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitem concluir que:

- A inclusão de até 25% de farelo da castanha de caju em rações de poedeiras comerciais não afeta o peso do ovo, a gravidade específica, as Unidades Haugh, as percentagens de gema, albúmen e casca dos ovos, os conteúdos de umidade, sólidos totais e lipídios totais da gema, a luminosidade e o pH da gema e a firmeza da gema cozida.

- A utilização do farelo da castanha de caju em níveis iguais ou superiores a 20% da ração fornece gemas menos pigmentadas e, portanto, a inclusão desse subproduto em níveis elevados depende da adição de pigmentos às rações.

- A adição de farelo da castanha de caju à ração de poedeiras promove redução da oxidação lipídica da gema e do pH do albúmen.

- A inclusão de farelo da castanha de caju na ração de poedeiras comerciais modifica favoravelmente o perfil de ácidos graxos da gema dos ovos, aumentando a relação de ácidos graxos monoinsaturados/saturados e reduzindo seu conteúdo de colesterol.

- O armazenamento dos ovos a 4°C e 68% de umidade relativa por 60 dias reduz o frescor do ovo, intensifica a coloração da gema e aumenta o pH do albúmen e da gema e a umidade da gema, bem como, a oxidação lipídica da gema e a firmeza da gema cozida.

6 REFERÊNCIAS

AHN, D.U.; KIM, S.M.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.6, p.914-919, 1997.

AHN, D.U., SELL, J.L, JO, C., CHAMRUSPOLLERT, M., JEFFREY, M. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. **Poultry Science**, Champaign, v.78, n.6, p.922-928. 1999.

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 do albume de ovos recobertos com soro de leite. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.153-157, 2005.

ALMEIDA, A.M.; CARDOSO, L.G.A. A avicultura africana - limitações e perspectivas de desenvolvimento. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v.96, n.539, p.114-123, 2001.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**, 15th ed., Published by the Association of Official Analytical Chemists, Virginia, 1214p, 1990.

ARAGON-ALEGRO, L. C.; SOUZA, K.L.O.; COSTA SOBRINHO, P.S.; LANDGRAF, M.; DESTRO, M.T. Avaliação da qualidade microbiológica de ovo integral pasteurizado produzido com e sem a etapa de lavagem no processamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.3, p.618-622, 2005.

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 Animal Science**, Ottawa, v.81, n.3, p.355-362, 2001.

BARBOSA FILHO, J.A.D. SILVA M.A.N.; SILVA I.J.O.; COELHO A.A.D. Egg quality in layers housed in different production systems and submitted to two environmental conditions. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.8, n.1, p.23-28, 2005.

BARRETO, S.C.S.; ZAPATA, J.F.F.; FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F.; NASCIMENTO, R.F.; ARAÚJO, R.S.R.M.; AMORIM, A.G.N. Composição do ovo e dos ácidos graxos da gema de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de coco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.12, p.1767-1773, 2006.

BERARDINELLI, A.; DONATI, V.; GIUNCHI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, London, v. 86, n. 4, p. 495-502, 2003.

BERARDINELLI, A.; RAGNI, L.; GIUNCHI, A.; GRADARI, P.; GUARNIERI, A. Physical-mechanical modifications of eggs for food-processing during storage. **Poultry Science**, Champaign, v.87, n.10, p. 2117-2125, 2008.

BONANOME, A.; PAGNAN, A.; BIFFANTI, S.; OPPORTUNO, A.; SORGATO, F.; MARIORINO, M.; URSINI, M. Effect of dietary monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on the susceptibility of plasma low density lipoproteins to oxidative modification. **Arteriosclerosis and Thrombosis**, Dallas, v.12, n.4, p.529-533, 1992.

BOTSOGLOU, N.A.; YANNAKOPOULOS, A.L.; FLETOURIS, D.J.; TSERVERI-GOUSSI, A.S.; PSOMAS, I.E. Yolk fatty acid composition and cholesterol content in response to level and form of dietary flaxseed. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.46, n.11, p.4652-4656, 1998.

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.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Comparison of the cholesterol content of Brazilian chicken and quail eggs. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.16, n.2, p.147-153, 2003.

BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.26, n.1, p.5-14, 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados**. Portaria nº 01 de 21 de fevereiro de 1990. Brasília, 1990.

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, 1997.

CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N.S.; FRANÇA, A.F.S.; ROCHA, F.R.T. Milheto-grão (*Pennisetum glaucum*) como substituto do milho em rações para poedeiras comerciais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.51, n.2, p.171-176, 1999.

CHERIAN, G. Egg quality and yolk polyunsaturated fatty acid status in relation to broiler breeder hen age and dietary n-3 oils. **Poultry Science**, Champaign, v.87, n.6, p.1131-1137, 2008.

CHERIAN, G.; WOLFE, F.H.; SIM, J.S. Feeding dietary oils with tocopherols: effects on internal qualities of eggs during storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v.61, n.1, p.15-18, 1996.

CLOSA, S.J; MARCHESICH, C.; CABRERA, M.; MORALES, J.C. Composición de huevos de gallina y codorniz. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.49, n.2, p.181-185, 1999.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**, 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 21 nov. 2008.

DING, S. T.; LILBURN, M. S. Inclusion of coconut oil in diets for turkey breeders and its effects on embryonic yolk and liver fatty acids. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.12, p.1714–1721, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabelas de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3ªed. Concórdia: Embrapa-CNPSEA, 1991. 97p.

ESCARABAJAL, C.; TENUTA FILHO, A. Estabilidade oxidativa do colesterol em ovo integral em pó. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 41, n. 4, p.483-490, 2005.

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

FRANCHINI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N.; MINELLI, G.; IAFFALDANO, N.; MELUZZI, A. Oxidative stability and sensory and functional properties of eggs from laying hens fed supranutritional doses of vitamins E and C. **Poultry Science**, Champaign, v.81, n.11, p.1744-1750, 2002.

FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F.; SANTOS JÚNIOR, A.; GUERREIRO, M.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, E.R.; MILITÃO, S.F.; FUENTES, M.F.F.; ESPINDOLA, G.E.; MORAIS, S.M. Colesterol e ácidos graxos da gordura de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo da amêndoa da castanha de caju suplementado com enzimas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p.261.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; GONZALEZ, M.M.; BARBOSA, N.A.A. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.5, p.509-512, 2004.

FURLAN, A.C.; FARIA, H.G.; SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A.E.; SANTOLIN, M.L.R. Farelo de girassol para coelhos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.4, p.1023-1027, 2001.

GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C.; GONÇALVES, H.C.; OLIVEIRA, R.P.; SILVA, M.A. Efeito dos níveis de cantaxantina na dieta sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.4, n.1, p.001-007, 2002.

GINZBERG, A.; COHEN, M.; SOD-MORIAH, U. A.; SHANY, S.; ROSENSHTRAUCH, A.; ARAD, S. Chickens fed with biomass of the red microalga *Porphyridium* sp. have reduced blood cholesterol level and modified fatty acid composition in egg yolk. **Journal of Applied Phycology**, Dordrecht, v.12, n.3-5, p.325-330, 2000.

GRUNDY, S.M. Monounsaturated fatty acid, plasma cholesterol, and coronary heart disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v.45, n.5, p.1168-1175, 1987.

HARDER, M.N.C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; COELHO, A.A.D.; SAVINO, V.J.M.; FRANCO, C.F.O. Cholesterol and iron availability in yolk of laying hens feed with annatto (*Bixa orellana*). **Animal Science**, Penicuik, v.1, n.3, p.477-482, 2007.

HERBER-MCNEILL, S.M.; VAN ELSWYK, M.E. Dietary Marine Algae Maintains Egg Consumer Acceptability While Enhancing Yolk Color. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n.3, p.493-496, 1998.

HSIEH, H.; CHIANG, S.; LU, M. Effect of dietary monounsaturated/saturated fatty acid ratio on fatty acid composition and oxidative stability of tissues in broilers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.95, n.3-4, p.189-204, 2002.

HUNTER, B.J.; ROBERTS, D.C.K. Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. **Nutrition Research**, Tarrytown, v.20, n.7, p.1047-1058, 2000.

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.

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.

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

KAROUI, R.; KEMPS, B.; BAMELIS, F.; DE KETELAERE, B.; DECUYPERE, E.; DE BAERDEMAEKER, J. Methods to evaluate egg freshness in research and industry: a review. **European Food Research and Technology**, Berlin, v.222, n.5-6, p.727-732, 2006.

KAYA, S.; KECECI, T.; HALILOGLU, S. Effects of zinc and vitamin A supplements on plasma levels of thyroid hormones, cholesterol, glucose and egg yolk cholesterol of laying hens. **Research in Veterinary Science**, London, v.71, n.2, p.135-139, 2001.

LAPÃO, C.; GAMA, L.T.; SOARES, M.C. Effects of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristics and hatchability. **Poultry Science**, Champaign, v.78, n.5, p.640-645, 1999.

LATOURE, M.A.; PEEBLES, E.D.; DOYLE, S.M.; PANSKY, T.; SMITH, T.W.; BOYLE, C.R. Broiler breeder age and dietary fat influence the fatty acid profiles of fresh eggs and newly hatched chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n.1, p.47-53, 1998.

LIMA, R.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; SUCUPIRA, F.S.; MOREIRA, R.F.; BRAZ, N.M. Farelo de coco na ração de poedeiras comerciais: digestibilidade dos nutrientes, desempenho e qualidade dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1340-1346, 2007.

LIMA, F.E.L.; MENEZES, T.N.; TAVARES, M.P.; SZARFARC, S.C.; FISBERG, R.M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.13, n.2, p.73-80, 2000.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.19, n.6, p.761-770, 2006.

MAZALLI, M.R.; FARIA, D.E.; SALVADOR, D.; ITO, D.T. A comparison of the feeding value of different sources of fat for laying hens: 2. Lipid, cholesterol, and vitamin E profiles of egg yolk. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v.13, n.2, p.280-290, 2004.

MENGE, H.; LITTLEFIELD, L. H.; FROBISH, L. T.; WEINLAND, B. T. Effect of cellulose and cholesterol on blood, yolk lipids and reproductive efficiency on the hen. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.104, n.12, p.1554-1566, 1974.

MICHELAN, A.C.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N.; FARIA, H.G.; ANDREAZZI, M.A. Utilização da casca de mandioca desidratada na alimentação de coelhos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.28, n.1, p.31-37, 2006.

MILINSK, M. C.; MURAKAMI, A. E.; GOMES, S. T. M.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. Fatty acid profile of egg yolk lipids from hens fed diets rich in n-3 fatty acids. **Food Chemistry**, London, v.83, n.2, p.287-292, 2003.

MILITÃO, S. F. **Utilização do farelo da amêndoa da castanha de caju suplementado com enzimas em dietas de frangos de corte**. 1999. 113f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

MIN, B.R.; NAM, K.C.; LEE, E.J.; KO, G.Y.; TRAMPEL, D.W.; AHN, D.U. Effect of irradiating shell eggs on quality attributes and functional properties of yolk and white. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.11, p.1791-1796, 2005.

MINOLTA. **Precise Color Communication** - color control from perception to instrumentation. Osaka: Minolta Co. Ltda., 59p, 1998.

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.

NUNES, R.V.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Resultados de pesquisa em nutrição de aves no Brasil - resumo dos últimos 5 anos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.2, n.2, 2000.

ONIFADE, A.A.; TEWE, O.O.; FANIMO, A.O.; OKUNOLA, O.O.; AFOLABI, A.B. Replacement value of cashew nut meal for groundnut-cake in pullet diets: effect on pre-laying performance and serum biochemical indices. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v.68, n.3, p.273-275, 1998.

ONIFADE, A.A.; TEWE, O.O.; OKUNOLA, O.O.; FANIMO, A.O. Performance of laying hens fed on cereal-free diets based on maize offal, cassava peel and reject cashew nut meal. **British Poultry Science**, London, v.40, n.1, p.84-87, 1999.

ORDÓÑEZ, J.A. Ovos e produtos derivados. In: **Tecnologia de alimentos**. Alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, 2005. p.269-279.

PAIVA, F.; GARRUTTI, D.; SILVA NETO, R.M. **Aproveitamento Industrial do Caju**. Fortaleza: Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical – CNPAT (EMBRAPA), 1996. 58p.

PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Studies on the effect of feeding cupric sulfate pentahydrate to laying hens on egg cholesterol content. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n.10, p.1540-1545, 1998.

RODRIGUES, M.M.; NEIVA, J.N.M.; VASCONCELOS, V.R.V.; LÔBO, R.N.B.; PIMENTEL, J.C.M.; MOURA, A.A.N. Utilização do farelo de castanha de caju na terminação de ovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.1, p.240-248, 2003.

ROSSI, M.; POMPEI, C. Changes in some egg components and analytical values due to hen age. **Poultry Science**, Champaign, v.74, n.1, p.152-160, 1995.

SAS, STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS/STAT: User's guide**. Version 6, 12. ed. Cary:SAS Institute Inc., 2000.

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

SCHAEFER, E.J. Effect of dietary fatty acids on lipoproteins and cardiovascular disease risk: summary. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v.65, n.5, p.1655-1656, 1997.

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.

SHANG, X.G.; WANG, F.L.; LI, D.F.; YIN, J.D.; LI, J.Y. Effect of dietary conjugated linoleic acid on productivity of laying hens and egg quality during refrigerated storage. **Poultry Science**, Champaign, v.83, n.10, p.1688-1695, 2004.

SILVA, F.B.; TANAMATI, A.A.C.; STEVANATO, F.B.; ALMEIDA, V.V.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Composição em ácidos graxos e colesterol na gema de ovos comerciais. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, 2008. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=182>>. Acesso em: 21 nov. 2008.

SILVA, R.B. **Valores de energia metabolizável de alguns subprodutos da agroindústria e sua utilização na alimentação de frangos de corte**. 2007. 62f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SILVERSIDES, F.G.; BUDGEELL, K. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. **Poultry Science**, Champaign, v.83, n.10, p.1619-1623, 2004.

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

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

SIMOPOULOS, A.P. Role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.7, p.961-970, 2000.

SOARES, M.B.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; LOPES, I.R.V.; MOREIRA, R.F.; SUCUPIRA, F.S.; BRAZ, N.M.; LIMA, R.C. Farelo de amêndoa da castanha de caju na alimentação de codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.1076-1082, 2007.

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

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

SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. **Colesterol da mesa ao corpo**. São Paulo, Varela, 2006, 85p.

SZYMOZYK, B.; PISULEWSKI, P. M. Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition and cholesterol content of hen egg yolks. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.90, n.1, p.93-99, 2003.

TROUW NUTRITION. **Ficha Técnica**. Madrid, 1998.

WANG, J.J.; PAN, T.M. Effect of red mold rice supplements on serum and egg yolk cholesterol levels of laying hens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.51, n.16, p.4824-4829, 2003.

WANG, Y.; SUNWOO, H.; CHERIAN, G.; SIM, J.S. Fatty acid determination in chicken egg yolk: a comparison of different methods. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.8, p.1168-1171, 2000.

WATKINS, B.A.; FENG, S.; STROM, A.K. ; DEVITT, A.A.; YU, L.; LI, Y. Conjugated linoleic acids alter the fatty acid composition and physical properties of egg yolk and albumen. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.51, n.23, p. 6870-6876, 2003.