



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

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix coturnix*) ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO DE SOJA OU GIRASSOL E SUPLEMENTADA DE VITAMINA E**

**FREDERICO LOPES DA SILVA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**BRASÍLIA/DF ABRIL DE 2014**



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

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix coturnix*) ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO DE SOJA OU GIRASSOL E SUPLEMENTADA DE VITAMINA E**

**FREDERICO LOPES DA SILVA**

**ORIENTADORA: LUCI SAYORI MURATA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**PUBLICAÇÃO: 107/2014**

**BRASÍLIA/DF**

**ABRIL DE 2014**

BRASÍLIA/DF, 14 abril de 2014

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

SILVA, F.L. **Desempenho e qualidade de ovos de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) alimentadas com dietas contendo óleo de soja ou girassol e suplementada de vitamina E**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 80p. Dissertação de Mestrado.

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

## FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA. Frederico Lopes “**Desempenho e qualidade de ovos de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) alimentadas com dietas contendo óleo de soja ou girassol e suplementada de vitamina E**” Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. 2014. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2014.

1. Alimentos funcionais 2. Avaliação de desempenho 3. Testes de oxidação 4. Armazenamento I. Murata, L.S. II. Dra<sup>o</sup>.

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

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix coturnix*) ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO DE SOJA OU GIRASSOL E SUPLEMENTADA DE VITAMINA E**

**FREDERICO LOPES DA SILVA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA  
AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS ANIMAIS DA FACULDADE DE  
AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE  
DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DE GRAU  
DE MESTRE EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

**APROVADO POR:**

---

**LUCI SAYORI MURATA, Dra. (UnB)**

**(ORIENTADOR)**

---

**RODRIGO DIANA NAVARRO, Dr. (UnB)**

**(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**SIMARA MARCIA MARCATO, Dra. (UEM)**

**(EXAMINADOR EXTERNO)**

**BRASÍLIA/DF, 14 DE ABRIL DE 2014**

## DEDICATÓRIA

“Dedico esta dissertação primeiramente a Deus pelos dons e graças recebidas, aos meus pais, a amiga Larissa e minha orientadora Luci pela contribuição e oportunidade de acreditarem em minha capacidade.”

## AGRADECIMENTOS

Rendo graças primeiramente a Deus que a luz da minha vida e comanda os meus caminhos, a Virgem Mãe de Deus com todos os seus Santos e Anjos pelas infinitas interseções e proteções.

A minha grandiosa mãe pela colaboração afetiva, apoio pedagógico, pelos conselhos dos momentos de aflição e principalmente por acreditar em mim, não tem preço!

Aos meus pais, irmãos, sobrinhos e cunhados, pela paciência e apoio sejam financeiro ou afetivo.

A minha orientadora Dra. Luci Sayori Murata, por esse tempo de conhecimento, na qual foram proporcionados muitos aprendizados, regado de muita verdade, sinceridade, disciplina e amizade que contribuí incondicionalmente para o meu crescimento profissional.

A amiga e professora Larissa Queiroz, pelo sim, eu acredito em você! Além da oferta de ensinamentos que foi a base do meu futuro profissional.

Aos mestres e amigos professores, Sérgio, Gilberto, Rodrigo Vidal, Cirilo, Ivo e Diogo, pela contribuição ao formar o meu perfil profissional, pelos momentos de amizade, consideração e desconcentrações.

Aos meus amigos Leonardo, Tatiana, Carolina, Isabela, Carlos, Fabiana, Kamila e Luanna, pelo mais valioso, carinho, amizade, sinceridade e ainda os momentos de trabalho e diversão e contribuição.

Aos meus amigos e guerreiros da pós, Batista, Lobo, Roriz, Bovi, Braga, Eufrazio, Rocha, Migoto e Beltrame, identifiquem-se pesquisadores, foi ótimo aprender, sorri, concordar, discordar e acima de tudo conhecer e estar com vocês.

Aos amigos da graduação, Felicia, Luiza Ross, Luiza Maria, Rayssa, Salvador, Caio e Keila que afinal deram um banho de maturidade e que me fez admirar vocês, obrigado por tudo.

Aos nobres amigos e colegas de trabalho Romilson, Milton (Miltinho), Edivan (Sambica), Elison, Jesse, Cristiano, Ramon e Iara, Ricardo pela consideração, respeito e satisfação, muito bom estar com todos vocês.

Aos amigos que dividem alegrias, tristezas, problemas e soluções, mas sempre estão presentes não é Noletto, Marcio Mendonça, Catarina, Glauber, Nilda e Neto obrigado pela oportunidade de estar com vocês.

Aos professores Borgo, Lucrecia, Jader e Aline por estar sempre a disposição no uso dos laboratórios e dos equipamento para realização das pesquisas.

A Fazenda Água Limpa, na pessoa do professor e Diretor Diogo, assim como todos os seus Funcionários pela colaboração em todos esses anos de pesquisa.

A Granja Coração de Leão, na pessoa do senhor Ricardo por ser um incentivar a pesquisa e o aperfeiçoamento profissional ao doar os animais experimentais e ceder o espaço para o processamento dos ovos, bem como todos os funcionários na pessoa do Senhor Adonias pela generosa recepção em todas as estadas na granja.

A Roche Vitaminas-DSM por contribuir e incentivar as pesquisas com a doação da vitamina E destinada ao preparo das dietas experimentais.

Persistir sempre e nunca desistir!

Eu só devo é agradecer.

## ÍNDICE

Capítulos e Sub-capítulos	Página
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE DE TABELAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
CAPITULO 1	1
INTRODUÇÃO	1
1. OBJETIVO	3
2. REVISÃO	4
3.1 Situação atual da coturnicultura	4
3.2 Características das codornas	5
3.3 O ovo	6
3.4 Óleo	8
3.5 Vitamina E	12
3.6 Metabolismo de vitamina E	17
3.7 Lipídeos e Lipoproteínas	18
3.8 Alimentos funcionais	20
3.9 Oxidação de Lipídeos	23
CAPITULO 2	27
1. RESUMO	27
2. ABSTRACT	29
3. INTRODUÇÃO	31
4. MATERIAL E MÉTODOS	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
6. CONCLUSÃO	67
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

## RESUMO

### **DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix coturnix*) ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO DE SOJA OU GIRASSOL E SUPLEMENTADA DE VITAMINA E**

**ALUNO: Frederico Lopes da Silva<sup>1</sup>**

**ORIENTADORA: Dra. Luci Sayori Murata<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade de Brasília – UnB

<sup>2</sup>Universidade de Brasília – UnB

Objetivou-se avaliar o desempenho e qualidade de ovos de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) alimentadas com dietas contendo 3% óleo de soja ou girassol e suplementadas com 0, 100, 200 e 400 ppm/kg de vitamina E. O experimento foi realizado no Laboratório de Ensaio Metabólicos (LabEM), na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), com latitude de 15° 56' S e longitude de 47° 56' W e altitude média de 1080 m, localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília – DF. Foram utilizadas 240 codornas europeias com 157 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4x5 (duas fontes de óleo x quatro níveis de vitamina E x cinco ciclos de produção), com 8 tratamentos e 6 repetições de 5 aves cada. O período experimental foi de 70 dias divididos em 5 ciclos de 14 dias. As codornas receberam alimento à vontade, fornecidos três vezes por dia, a água foi fornecida por bebedouros tipo “nipple” com taça e programa de luz de 17 horas de luz contínua, sendo 12 horas de luz natural e 5 horas de luz artificial. A produção de ovos foi controlada diariamente em (%) e o consumo da dieta (g/ave/dia) ao final de cada ciclo de 14 dias. No último dia de cada ciclo os ovos coletados foram destinados para análise de qualidade física do ovo: peso do ovo, casca, albúmen e gema (g) porcentagem de casca, albúmen e gema (%) e espessura da casca (mm). Foram coletados amostras de ovos para realização de análises de oxidação de ovos processados por 12 minutos a 97,6 °C e armazenados em câmara fria a 4°C nos tempos de 0,

7, 14, 21 e 28 dias de estocagem e ainda de ovos frescos armazenados em geladeira a 10 °C, simulando condições comerciais nos períodos de 0, 14, 28 e 42 dias. De acordo com os resultados encontrados as o óleo de girassol promoveu efeitos positivos ( $p < 0,05$ ) na produção de ovos, peso, porcentagem de gema e espessura de casca, houve melhoras significativas dos níveis de vitamina E sobre consumo, conversão alimentar das aves e sobre peso, massa e porcentagem de casca dos ovos, efeitos significativos foram observados dos ciclos de produção em relação ao consumo de ração, conversão alimentar, peso do ovo, gema, albúmen e espessura de casca. Além disso, as fontes de óleo utilizada não tiveram efeitos sobre a concentração de Tetrametoxipropano (TMP) independente do tipo de ovo e do tempo de armazenamento, entretanto, o nível de 400 (PPM/kg) apresentou reduções significativas dos níveis de TMP tanto nos ovos fresco quanto nos ovos processados, embora valores superiores de TMP sejam observados nos ovos processados em relação aos ovos frescos.

**Palavras-chaves:** Armazenamento, alimento funcional, produção de ovos, processamento, ácido Tiobarbitúrico.

## ABSTRACT

### PERFORMANCE AND PHYSICAL QUALITY OF EGGS EUROPEAN QUAILS (*Coturnix coturnix coturnix*) FED DIETS CONTAINING SOYBEAN OIL AND SUNFLOWER OR SUPPLEMENTED WITH VITAMIN E

**GRADUATE STUDENT: Frederico Lopes da Silva<sup>1</sup>**

**TUTOR: PhD. Luci Sayori Murata<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Universidade de Brasília – UnB.**

**<sup>2</sup>Universidade de Brasília – UnB.**

This study aimed to evaluate the performance and egg quality of European quails (*Coturnix coturnix coturnix*) fed diets containing 3% soybean or sunflower oil supplemented concomitantly with 0, 100, 200 or 400 ppm/kg of vitamin E. The experiment was conducted at the Laboratory of Metabolic Assay (Labem), located at Água Limpa Farm (FAL) a part of University of Brasilia(UNB) campus, with latitude 15°05'6"S and longitude 47°05'6' W and an average altitude of 1080m, located on the Rural Center of Vargem Bonita, Brasília-DF. For the experiment 240 european quails, with 157 days of age, were distributed in a completely randomized 2x4x5 factorial design (two oil sources x four levels of vitamin E x five cycles of production), with eight treatments and six replicates of five birds each. The experimental period was of 70 days divided into five 14-day cycles. Feed and water were provided *ad libitum*, feed was delivered three times a day and the water was provided in "nipple" drinkers. The light program consisted of 17 hours light continuous light exposure, 12 hours of day light and 5 hours of artificial light. Egg production (%) and the dietary intake (g/bird/day) were monitored daily and at the end of each 14-day cycle, respectively. On the last day of each cycle, the eggs were collected and used to analyze egg's physical quality: egg (shell, albumen and yolk) weight (g), percentage of shell, albumen and yolk(%) and shell

thickness(mm). Egg lipid oxidation was monitored in two types of eggs, processed and raw, evaluating the concentration of Tetrametoxipropane (TMP). For this variable, processed eggs were cooked for 12 minutes at 97.6°C, stored refrigerated at 4 °C and analyzed during days 0, 7, 14, 21 and 28 of storage. Raw eggs were kept in refrigerated storage at 10° C, simulating commercial conditions, and analyzed periodically on days 0, 14, 28 and 42. According to the results, the sunflower oil promoted positive effects ( $P<0.05$ ) in egg production, weight, percentage of yolk and shell thickness. Intake, feed conversion, egg weight, mass and percentage of eggshell were significantly improved by vitamin E supplementation. Significant effects were also observed in production cycles for feed intake, feed conversion, egg weight, yolk, albumen and shell thickness. Furthermore, the sources of oil used had no effect on the concentration of TMP regard less of the type and egg storage time. However, supplementation of 400 (mg/kg) of vitamin E promoted significant reductions of TMP concentrations for both raw and processed egg, but higher TMP values were observed in processed eggs when compared to the raw type.

**Keywords:** Storage, functional food, egg production, processing, thiobarbituric acid

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.1</b> Perfil de ácidos graxos dos óleos vegetais em porcentagem	11
<b>Tabela 1.2</b> Composição centesimal e calculada das dietas experimentais contendo diferentes níveis de vitamina E para codornas europeias	35
<b>Tabela 1.3</b> Dados de consumo total e individual em quilogramas, conversão alimentar por massa de ovo, ovos e por dúzia de ovos produzidos no ciclo de 14 dias	41
<b>Tabela 1.4</b> Desdobramento da interação entre ciclo de produção e níveis de vitamina E para o consumo total (kg) e consumo em (g/ave/dia) ajustar dados, tem uma coluna a mais, retire	43
<b>Tabela 1.5</b> Desdobramento da interação ciclo de produção e níveis de vitamina E para conversão alimenta de (kg) ração/dúzia de ovos	47
<b>Tabela 1.6</b> Parâmetros de produção de ovos no ciclo de 14 dias, produção em porcentagem, produção por dia, produção por dúzias, produção em quilogramas e a produção em massa de ovos e conversão alimentar da ração	48
<b>Tabela 1.7</b> Parâmetros de qualidade físicas do ovo avaliados no ciclo de 14 dias, peso do ovo, gema, albúmen e casca (g), espessura de casca porcentagem de albúmen e de casca (%)	51
<b>Tabela 1.8</b> Parâmetros de qualidade físicas do ovo avaliados no ciclo de 14 dias para gema, porcentagem de gema	54
<b>Tabela 1.9</b> Desdobramento da interação ciclo de produção e níveis de vitamina E para gema em gramas e valor percentual	55
<b>Tabela 2.0</b> Concentração de Tetrametoxipropano (TMP) na gema de ovos de codornas processados em diferentes períodos de armazenamento	56
<b>Tabela 2.1</b> Concentração de Tetrametoxipropano (TMP) na gema de ovos de codornas íntegros armazenados em geladeira, obtidos em diferentes períodos de armazenamento	58
<b>Tabela 2.2</b> Dados de comparação entre os tempos de armazenamento, níveis de vitamina E e fontes de óleo das concentração de Tetrametoxipropano (TMP) na gema dos ovos frescos e processados	61
<b>Tabela 2.3</b> Desdobramento da interação entre os tempos de armazenamento e níveis de vitamina E	63
<b>Tabela 2.4</b> Dados de comparação das concentrações de Tetrametoxipropano (TMP) no ovo fresco e processado de acordo com os tempos de estocagem, níveis de vitamina E e fontes de óleo utilizadas	64
<b>Tabela 2.5</b> Desdobramento da interação entre o tipo de ovo e os níveis de vitamina E	65

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.1</b> Condições experimentais	34
<b>Figura 1.2</b> Galpão e sala experimental do Laboratório de Ensaio Metabólicos de Suínos e Aves da Universidade de Brasília	34
<b>Figura 1.3</b> Preparo e armazenamento das dietas experimentais	36
<b>Figura 1.4</b> Aves reservas submetidas às mesmas condições experimentais	37
<b>Figura 1.5</b> Análises de qualidade física do ovo	39
<b>Figura 1.6</b> Processamento e conserva de ovos para análises de oxidação	39
<b>Figura 1.7</b> Análise de oxidação	40
<b>Figura 1.8</b> Consumo individual (g/ave/dia) em relação aos níveis de vitamina E no decorrer do ciclo de produção	45
<b>Figura 1.9</b> Regressão linear das concentrações de TMP de acordo com os níveis de vitamina E na gema de ovos processados aos 28 dias armazenamento	58
<b>Figura 2.0</b> Regressão linear das concentrações de TMP de acordo com níveis de vitamina E na gema de ovos frescos e estocados aos 28 dias armazenamento	60
<b>Figura 2.1</b> Regressão linear das concentrações de TMP de acordo com os níveis de vitamina E na gema de ovos frescos e estocados aos 42 dias de armazenamento	60
<b>Figura 2.2</b> Concentrações de Tetrametoxipropano (TMP) de acordo com os níveis de vitamina E utilizados	62

## **CAPITULO 1**

### **1. INTRODUÇÃO**

Atualmente a coturnicultura brasileira vem se destacando, deixando de ser uma produção familiar e se tornando uma produção em escala industrial. Avanços nas pesquisas inovam tecnologias de produção dando ênfase em programas de alimentação associados à saúde e ao bem estar animal e como consequência a obtenção de um produto final com valores nutricionais de qualidade com melhores proporções de ácidos graxos poli-insaturados e tocoferóis totais, que beneficiam a saúde humana. De acordo com Soares (2013) a exploração de codornas para produção de ovos em escala industrial ganhou espaços nas últimas duas décadas devido crescente demanda do mercado que atende os consumidores cada vez mais exigentes com fortes mudanças nos hábitos alimentares, sendo assim, os ovos de codorna processados em conservas esta sempre presente no cardápio brasileiro e seu consumo incentivado pela propaganda e pelo apelo ao seu perfil nutricional.

Com o passar do tempo houve incrementos no segmento da produção de ovos de codornas passando do número de 5,6 milhões de aves alojadas para próximo de 20 milhões de cabeça de codornas alojadas (Bertechini, 2013). Pois apresentam vantagens no processo de implantação como menor necessidade de espaço para criação, precocidade sexual, longevidade produtiva, rápido retorno financeiro, tolerância ao calor e maior resistência a doenças que ataca outras aves (Jordão et al., 2010)

A codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) apresenta características semelhantes a da codorna japonesa (*Coturnix coturnix japônica*) contudo possuem peso corporal superior, de aproximadamente 200 a 300 gramas, temperamento calmo, precocidade

sexual e maior peso dos ovos em média de 13 gramas. Apesar de a codorna europeia ser utilizada para produção de carne, muitas granjas fazem o uso desta ave para produção de ovos, com o diferencial de utilizar o macho para produção de carne e as fêmeas para postura (Oliveira, 2001).

O ovo é um importante alimento que colabora com uma nutrição humana de qualidade, pois em sua composição encontra-se os principais nutrientes necessários a fases de crescimento e desenvolvimento fisiológico. O consumo de uma unidade diária é capaz de atender até 50% das exigências de proteína de uma criança com três anos de idade (Filho et al., 2010). Assim como os ovos de galinha, os ovos de codornas são ricos em vitaminas lipossolúveis A,D,E e K, vitaminas do complexo B, além de ser rico em ácido ascórbico, presente no ovo fresco e inexistente no ovo de galinha (Murakami & Arikí, 1998; Santos et al., 2008).

Com o aumento do consumo de ovos de codornas, também cresceu preocupação com sua relação a doenças coronarianas, obesidade, diabetes e síndrome metabólica e com a redução do seu consumo (Bragagnolo e Rodrigues-Amaya, 2003; Lee e Griffin, 2006). A utilização de óleos vegetais em dietas de codornas podem resultar em aumento do conteúdo de ácido graxos poli-insaturado ômega 3, ômega 6 e ainda, ácido graxos conjugados eicosapentanoico (EPA) e docosahexanoico (DHA) (Kazmierka et al., 2007).

Os óleos de origem vegetal são ricos em ácidos graxos essenciais como linoleico (ômega 3), além de serem importantes fontes de energia para o funcionamento regular do organismo humano, como transporte de vitaminas lipossolúveis (Masuchi et al., 2008). No entanto, os altos níveis de instauração dos óleos vegetais são considerados importantes devido a sua distinta reatividade nos ácidos graxos monoinsaturados e poli insaturados tornando-os mais susceptíveis alterações oxidativas (Corsine e Jorge 2008).

A utilização de antioxidantes naturais e sintéticos como a vitamina E presente de na maioria dos óleos vegetais como milho, algodão, girassol, soja, oliva e amendoim e ainda em alguns tipos de pescado, possuem importante efeito nutricional, pois retardam o desenvolvimento das alterações oxidativas, principalmente nos alimentos enriquecidos com ácidos graxos mono e poli insaturados e no organismo humano interrompe as reações em cadeia com radicais livres (Ramalho et al., 2006).

Há uma compreensão de que a alimentação saudável é aquela que fornece energia e nutrientes essenciais a saúde humana, enfatizando importância dos constituintes nutricionais que promovem efeitos fisiológicos benéficos podendo prevenir ou retardar o

aparecimento de doenças como câncer, infecções intestinais, obesidade dentre outras, logo o conjunto de alimentos que contem essas propriedades podem ser definidos como alimentos funcionais, (Borges 2000). As substâncias bioativas encontradas nos alimentos funcionais como os ácidos graxos poli insaturados e a vitamina E trazem beneficio a saúde, incluindo a prevenção e tratamento de doenças, (Moraes & Colla, 2006).

## **2. OBJETIVO**

Estudar o efeito da inclusão de 0, 100, 200 e 400 ppm/kg de vitamina E em dietas para codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) formuladas com a inclusão de 3% de óleo de soja ou girassol sobre as variáveis de desempenho produtivo, qualidade física do ovo, lipídeos totais e estabilidade oxidativa dos lipídeos da gema do ovos frescos e processados estocados em ambiente refrigerado.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Situação atual da coturnicultura**

A coturnicultura brasileira industrial se estabeleceu na região sul do Brasil no ano de 1989 quando uma grande empresa avícola resolveu ampliar seu portfólio de produtos a serem comercializados e atrair paladares diferenciados. Desde então vem aumentando cada vez mais os investimentos na criação e comercialização de carcaças de codornas congeladas, que já atinge os países do Mercosul e Oriente Médio (Silva, 2009).

Nas últimas décadas a exploração comercial de codornas para produção de ovos se desenvolveu pela demanda crescente do mercado que atende consumidores com fortes mudanças nos hábitos alimentares, isso pode ser observado até nas pequenas cidades do Brasil, logo os ovos de codorna processados em conserva ganham cada vez mais espaço e estão sempre presentes nas refeições brasileiras (Soares, 2013). As características zootécnicas das codornas como pequeno porte, rusticidade, precocidade e rápido giro de capital, se torna uma ótima oportunidade para diversificação e utilização na avicultura de postura para produção de grandes volumes de ovos em conserva capaz de atender todas as redes de “*fast food*” do país (Oliveira, 2006).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2007) no ano de 2005 o Brasil alcançou a marca de 6,4 milhões de cabeças e em 2006 este número cresceu para 12,5% chegando a 7,2 milhões de codornas alojadas o que coincide com a evolução dos sistemas automatizados principalmente da região sudeste.

Já ao fim do ano de 2012 o IBGE informou que o rebanho efetivo de codornas em milhões de cabeça foi 16,436 milhões um aumento de 5,6% sobre o ano de 2011 (IBGE,

2012). Logo 77,5% do desenvolvimento foram representados pela região sul e 29,6% pela região sudeste. A produção de ovos atingiu valores de 284,973 milhões de dúzias, um incremento de 9,4% sobre o total obtido no ano de 2011. Diante dessas informações o Brasil tomou posição do quinto maior produtor de carne e segundo maior produtor de ovos de codornas do mundo (Silva et al., 2012).

### 3.2 Características das codornas

As codornas são aves exóticas originária da região norte da África, da Europa e da Ásia, pertencem à ordem dos galináceos da família faisanidae, gênero coturnix e espécie coturnix, a exploração dessas aves teve início na China e Coreia em 1910 seguida pelo Japão para fins ornamentais devido a apreciação do seu canto (Pastore et al., 2012).

Como principal característica de produção a codorna apresenta um rápido desenvolvimento e curto intervalo de gerações, o dimorfismo sexual se torna evidente a partir dos 15 dias de idade, as fêmeas são maiores e mais pesadas que os machos, possuem abdômen mais amplo, com peito mais largo, penas com coloração clara e com manchas pretas, emitem sons de piados curtos, mas não cantam. Já os machos possuem peito com penas de coloração mais avermelhada e sem pintas, tendo bico e cabeça com pigmentação mais escura e cantam, essas aves possuem maturidade sexual precoce as fêmeas por volta dos 42 dias e machos 48 dias (Fabichak, 1987).

A espécie de codorna mais comumente utilizada no Brasil é a japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) com o objetivo exclusivo de produção de ovos, na qual eram destinadas ao abate as fêmeas em final de produção, com carcaças pequenas e leves entre 70 a 130 gramas e a carne dura fora dos padrões de consumo nacionais (Rezende et al., 2004).

As codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) já estão no mercado há aproximadamente duas décadas. Contudo, não se praticava a criação para abate e as informações de manejo, nutrição e ambiência dessa criação eram escassas (Mendes et al., 2004).

Buscando atender as necessidades de mercado, produtores começaram a trabalhar com aves especializadas para ao abate que fornecessem carcaça de qualidade, a espécie (*Coturnix coturnix coturnix*) também conhecida como codornas europeias apesar de

serem fenotipicamente semelhantes à (*Coturnix coturnix japônica*) são maiores chegando a pesar em média 200 a 300 gramas de peso vivo e possuem ovos maiores com peso médio variando de 12 a 16 gramas e temperamento calmo favorecendo a criação (Rezende et al., 2004).

Embora as codornas europeias serem destinadas a produção de carne, muitas granjas fazem uso destas aves para produção de ovos, com o diferencial de explorarem os machos para produção de carne e as fêmeas para produção de ovos (Costa et al., 2013). Embora exista uma carência em atender as exigências nutricionais dessa espécie, utilizando como parâmetros muitas vezes níveis nutricionais estabelecidos para codornas japonesas (Corrêa et al. 2007).

### **3.3 O ovo**

O ovo é um veículo para reprodução e multiplicação das aves e ainda contribui como fonte de alimento para o ser humano (Jacob et al., 2011). Além disso, é um alimento completo que possui sua própria embalagem, de alta qualidade, preço acessível tornando-o mundialmente consumido, sendo assim o ovo contribui com elementos nutricionais essenciais a saúde humana como os minerais ferro, fósforo, selênio e zinco e ainda carotenoides como luteínas e zeaxantina e uma importante fonte de colina para o cérebro (Novello et al., 2006).

Na alimentação o ovo é importante para uma nutrição humana de qualidade, pois em sua composição encontram-se os principais nutrientes como ácidos graxos poliinsaturados, vitaminas, carotenoide, minerais dentre outros que se faz necessários às fases de crescimento e desenvolvimento fisiológico é capaz de atender até 50% das exigências diárias de proteína de uma criança com até três anos de idade (Filho et al., 2010). O ovo é rico em vitaminas A, D, E, K, vitaminas do complexo B, ácido ascórbico que está presente no albúmen do ovo fresco e inexistente no ovo de galinha (Murakami & Ariki 1998; Santos 2008). Entretanto, é considerado como principal fonte de colesterol dietético, elucidando preocupações a respeito da associação destes com doenças coronárias, ocasionando redução no seu consumo (Bragagnolo et al. 2003).

O ovo de codorna apresenta valores médios de 74,6% de umidade 13,1% de proteína 1,1% de minerais (Panda & Singh, 1990). A gema representa em torno de 30 a 32%

do peso do ovo e contem água, lipídeos e proteínas, a clara representa 60% do peso do ovo e é rica em água e proteínas, principalmente a albumina (Salvador & Santa, 2002).

Na gema do ovo, os lipídeos são considerados componentes primários da gema e representam cerca de 65% da matéria seca e são compostos por 65 % de triglicerídeos e 29% de fosfolipídios, 5% de colesterol e menos que 1% de ácidos graxos livres (Anton et al., 2006).

De acordo com Pastore et al. (2012) a elevação no consumo de ovos de codorna nos últimos anos pode estar relacionado a fatores como mudanças sociais nos hábitos da população, mais refeições fora de casa, diversificação nos restaurantes e “*buffets*” e conhecimento da qualidade do produto, além disso o aumento da produção de ovos reflete no preço do produto tornando-o mais acessível a todas as classes sociais, aumentando a disponibilidade de ovos frescos “*in-natura*” e industrializados de fácil acesso para todo tipo de consumidor.

Devido seu tamanho reduzido e suas variadas formas de apresentação nas redes de “*self-service*”, os ovos codorna processados em conserva e “*in-natura*” tem conquistado a simpatia de crianças, adolescentes e adultos, impulsionando assim a elevação do consumo e consequentemente sua produção, atualmente 28% dos ovos de codorna consumidos são em forma de conserva, 71% “*in natura*” e 1% de outras formas (Bertechini, 2010). Entretanto, o perfil de consumo tem mudado, sendo observados incrementos de consumo de ovos em conserva, em torno de 43% (Bertechini, 2013).

O colesterol é um componente dos produtos de origem animal, fazendo parte da estrutura das membranas celulares e participando da síntese de hormônios esteroides, do ácido biliar e vitamina D. Logo é importante salientar que as doenças isquêmicas do coração não estão ligadas apenas aos hábitos alimentares, mas também a uma série de fatores, como desgaste físico e psicológico, sedentarismo, tabagismo, histórico familiar, diabetes, obesidade, hipertensão e nível de estrógeno nas mulheres, (Novello et al., 2006).

Para Lee & Griffin (2006) o consumo de colesterol dietético principalmente pelo consumo de ovos, não contribui para o aumento de doenças coronarianas em humanos. Além disso, os benefícios ligados ao consumo de ovos que atuam sobre os fatores de risco coronariano, incluindo obesidade, diabetes e síndrome metabólica não devem ser ignorados

Com aumento do consumo de ovos de codornas, também cresceu a preocupação de sua relação com doenças cardiovasculares, a concentração de colesterol encontrada nas gemas de ovos de codorna (*Coturnix coturnix japonica*) foi similar ao de

poedeiras comerciais, aproximadamente 12 mg de colesterol/grama de gema (Bragagnolo & Rodrigues-Amaya, 2003; Novello et al., 2006). Entretanto, ao se comparar os ovos de codornas e galinhas aos ovos de pata, perua e gansa, os primeiros apresentaram as menores concentrações de colesterol (Oliveira et al. 2004). Por outro lado, Santos (2008) relatou que os ovos de codornas apresentam uma concentração de colesterol superior aos ovos de *galinhas* poedeiras em torno de 72,20 mg de colesterol/g de gordura e 63,00 mg de colesterol/g de gordura respectivamente.

A utilização de óleo de peixe e de linhaça em dietas de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) resultou no aumento do conteúdo de ácidos graxos poli insaturados ômega 3 de 0,67 % e 2,88 % para óleo de peixe e linhaça respectivamente, em relação ao grupo controle. Entretanto, o mesmo não ocorreu com a concentração de colesterol (mg/grama de gema), que se manteve semelhante ao grupo controle (Kazmierka et al., 2007). Os ácidos graxos de maior concentração nos óleos de peixe e linhaça são esteárico, oleico, linoleico e linolênico (C18:0 C18:1, C18:2 e C18:3), com níveis de 2, 25; 4 e 45% e 4, 19; 14 e 58% para óleo de peixe e linhaça respectivamente (Erasmus, 1993).

### 3.4 Óleo

Os óleos de origem vegetal são ricos em ácidos graxos essenciais como linoleico (ômega 3), além de serem importantes fontes de energia para o funcionamento regular do organismo humano, como transporte de vitaminas lipossolúveis (Masuchi et al., 2008). De acordo com Corsini & Jorge (2008), os óleos são triésteres de ácidos graxos e glicerol que são chamados de triacilgliceróis.

Segundo a resolução RDC 270 de 22 de setembro de 2005, os óleos vegetais são constituídos de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais, que podem conter pequenas quantidades de outras fontes lipídicas como fosfolipídios, produtos insaponificáveis e ácidos graxos livres, os óleos vegetais se encontram em configuração líquida a 25 °C e as gorduras vegetais se apresentam sólidas ou pastosas na mesma temperatura (ANVISA, 2005). Para Guerra (2014) os óleos e gorduras são insolúveis em água, formados mais especificamente por ésteres de triglicerídeos que na sua forma sólida ou semi-sólida a temperatura ambiente são designados de gorduras e são compostos de ácidos graxos saturados

e monoinsaturados, já os triglicerídeos em forma líquida a temperatura ambiente são categorizados como óleo e compostos de ácidos graxos insaturados e poli insaturados.

Para Ramalho & Suarez (2012) nos óleos os ácidos graxos podem ser encontrados livres ou de forma combinada como monoacilglicerídeos, diacilglicerídeos e triacilglicerídeos e ainda fosfatídeos. Vale ressaltar que uma fonte oleaginosa vegetal costuma ter mais 10 ácidos graxos diferentes que se encontram associados à glicerina, ou seja, nos óleos existe uma quantidade significativa de derivados de ácidos graxos.

Além dos compostos e derivados dos ácidos graxos presente nos óleos outras substâncias podem estar presentes como impurezas, outros lipídeos como ésteres carotenoides e ceras, pode se apresentar também substâncias não lipídicas, glicosídeos e isoflavonas oriundos da condensação de açúcares e complexos metálicos como a clorofila (Ramalho & Suarez, 2012).

A Instrução Normativa 49 de 26 de dezembro de 2006 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, regulamenta o óleo vegetal comestível como produto alimentício constituído principalmente por triglicerídeos de ácidos graxos obtidos unicamente de matéria prima de origem vegetal, refinado mediante o emprego de processos tecnológicos adequados. Assim, poderão conter pequenas quantidades de outros lipídeos, tais como fosfolipídeos constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres, naturalmente presentes no óleo vegetal (Mapa, 2006).

Mediante o processo de industrialização do óleo a extração, o refino químico e físico não altera a composição de ácidos graxos. Contudo durante a desodorização com a temperatura e o tempo de retenção pode haver alteração na formação de isômeros trans no produto final (Ramalho & Suarez 2012).

Os altos níveis de instauração dos óleos vegetais são considerados importantes devido a sua distinta reatividade nos ácidos graxos monoinsaturados e poli insaturados tornando-os mais susceptíveis alterações oxidativas (Corsine e Jorge 2008). Os antioxidantes presentes naturalmente no óleo vegetal são substâncias inibidoras da oxidação lipídica e previnem a deterioração devido à reação de oxidação por espécies reativas ao oxigênio (Masuchi et al., 2008).

Segundo Perez et al. (2004) no óleo de girassol prevalece  $\alpha$  tocoferol, embora sejam detectados pequenas quantidades de  $\beta$  tocoferol. (Masuchi et al., 2008) relataram que os tocoferóis encontrados em óleos vegetais podem ocorrer em diferentes formas  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ - tocoferol e possui alto valor nutricional.

De acordo com Masuchi et al. (2008) o óleo de girassol apresentou um teor médio de tocoferol total 820 mg/kg de óleo produzido e que durante o processo de refino ou seja desodorização pode haver uma perda de até 30% do tocoferol presente no óleo bruto. Os autores ainda ressaltam que estabilidade oxidativa dos óleos está relacionada ao grau de instauração e aos níveis antioxidante naturais, tocoferóis presentes ou sintéticos. Para Ciência Viva (2014) ao contraio da maioria dos vegetais que possuem mais  $\delta$ -tocoferol, o óleo de girassol apresenta maiores níveis  $\alpha$ -tocoferol, que em temperatura elevadas tem menor atividade antioxidante que o gama tocoferol, contudo o óleo de girassol apresenta maior atividade em  $\alpha$ -tocoferol com teor de 1,49 IU/mg e o  $\delta$ -tocoferol 0,14 IU/mg.

O interesse pelo girassol esta em alta pela sociedade brasileira, tendo em vista a excelência de qualidade nutricional que óleo de suas sementes apresenta (Smiderle et al., 2003). Por outro lado Perez et al. (2004) relataram um teor de óleo em sementes de girassol em torno de 22,8% a 39,5% na qual continha principalmente ácido graxo oleico (15-33%) e linoleico (55-80%).

A composição de ácidos graxos entre os óleos vegetais é uma identidade específica e de pouca variabilidade, não se aplicando ao caso do girassol, uma vez que existem no mercado mundial variedades submetidas ao melhoramento genético com o intuito de reduzir o acido graxo linoleico que apresenta maior instabilidade oxidativa devido a maiores quantidades de instauração presentes em sua cadeia, e aumentar o acido graxo oleico com intuito de diminuir este efeito para aumentar a estabilidade oxidativa (Masuchi et al., 2008). Os autores acrescentaram que trabalhando com amostras de diferentes óleos encontraram relações de valores diferentes para linoleico e oleico, 18 a 28% e 59 a 69 %, respectivamente, por outro lado, não se pode dizer que o óleo de girassol apresenta altos níveis de acido graxo oleico.

Para a Instrução Normativa de 26 de dezembro de 2006 o óleo de girassol refinado a partir de sementes de girassol da espécie *Helianthusannus*, por meio de processos tecnológicos adequados, devem ser óleo de girassol com médio teor de acido oleico, óleo de girassol com teor de C18:1 entre 43,1 e 71,8% e C18:2 entre 18,7 e 43,5%, óleo de girassol com teor de C18:1 entre 75 e 90,7% e C18:2 entre 2,1 e 17% Tabela 1.1 (Mapa, 2006).

Tabela 1.1. Perfil de ácidos graxos dos óleos vegetais

ÁCIDOS GRAXOS	TOTAL (%)	
	óleo de soja	óleo de girassol
<b>Palmítico (16:0)</b>	11,3	6,14
<b>Estearico (18:0)</b>	3,5	3,69
<b>Oléico (18:1)</b>	23,1	26,99
<b>Linoléico (18:2)</b>	54,2	60,48
<b>Linolênico(18:3)</b>	6,8	0,19
<b>Saturados</b>	14,8	11,03
<b>Insaturados</b>	84,1	87,9
<b>Outros</b>	1,1	1,07

Fonte: Adaptado de Corsini e Jorge (2008).

Existe uma recomendação internacional, visando diminuir as temperaturas de desodorização dos óleos vegetais de modo atenderem os padrões de qualidade, que são na maioria deles inferiores a 1% de isômeros trans e ainda ressalva que o auto consumo de ácidos graxos trans, assim como os saturados aumenta o risco de doenças cardiovasculares (Masuchi et al., 2008). De acordo com Corsini e Jorge (2008) os ácidos graxos trans foram incluídos entre os fatores dietéticos de risco a saúde humana, sendo seu principal efeito metabólico a ação hipercolesterolêmica elevando o colesterol total e o LDL reduzindo HDL, resultando em significativo aumento na relação aumento LDL/HDL.

O perfil de ácido graxo oferecido na dieta podem influenciar a deposição de tecido adiposo, ganho de peso e ainda o desenvolvimento de doenças crônicas, elevando as taxas de colesterol sanguíneo de todas as frações de lipoproteicas. Por outro lado, o consumo de alimentos rico em ácidos graxos poli insaturados, ômega 3, ômega 6, EPA e DHA promovem a redução de risco de doenças como a aterosclerose e doenças cardiovasculares (Corsini e Jorge 2008).

A soja é considerada a rainha das leguminosas, pois oferta uma concentração elevada de óleo representando quase 90 % de toda produção de óleo do Brasil (Ferrari et al., 2005). O óleo de soja é rico em ácidos graxos poli-insaturados e o mais utilizado na culinária doméstica, além disso, é utilizado a nível industrial no preparo de tinta de canetas, tintas de pintura em geral, xampus, sabões e detergentes (Missão, 2006). Segundo Damy & Jorge (2003) na composição de ácido graxos do óleo de soja, os maiores valores expressos são para os poli-insaturados 63,1%, saturados 14,7% e monoinsaturados 22,2%.

Os ácidos graxos insaturados que compõe o perfil do óleo de soja e principalmente oleico (C18:1), linoleico (C18:2), linolênico (C18:3) e palmítico (C16:0) podem se formar a partir ácidos graxos saturados (SAT) pelas reações adicionais de alongamento e ou dessaturação dos saturados e mono-insaturados (MUFA), no entanto, o linoleico e linolênico são essenciais e não podem ser sintetizados. (Leskanich & Noble, (1997); Lehninger et al (2002)). O processo dessaturação dos ácidos graxos linoleico e linolênico, resulta em uma série de outros ácidos graxos poli-insaturados como ácido araquidônico (C20:4), ácido eicosapentaenóico (C20:5, EPA), ácido docosapentaenóico (C22:5, DPA) e ácido docosahexaenóico (C22: 6, DHA) (Lehninger et al., 2002).

Os ácidos graxos da série n-6 são importantes precursores de eicosanoides, prostaglandinas e leucotrienos, prostaciclina, tromboxanos, e hidroxiácidos, enquanto os ácidos graxos da série n-3 participam em funções dos tecidos do sistema nervoso e visuais, são responsáveis pelas atividades de regulação da homeostase cardiovascular e também desempenham funções reguladoras importantes no sistema imunológico (Levinson et al. (1990); Leskanich & Noble (1997); Neuringer et al. (1998)).

A Instrução Normativa de número 49 do ministério da agricultura pecuária e abastecimento, especifica que óleo de soja deve conter ácido graxo oleico C18:1, ácido graxo linoleico C 18:2, ácido linolênico ( $\alpha$ -linolênico ou  $\delta$ -linolênico) C 18:3 e o ácido graxo insaturado eúrico C 22:1. Além disso, o óleo de soja refinado deve ser obtido dos grãos da espécie *Glycinemax*, por meio de processos tecnológicos adequados, avaliação da coloração, devido a uma série de matérias corantes, inclusive a presença de clorofila, presença de detrito do próprio produto, proveniente da matéria-prima, índice de acidez, índice de peróxidos e matéria insaponificável (Mapa, 2006).

### **3.63.5 Vitamina E**

No início do século 20 as vitaminas foram descobertas, devido a sua associação a muitas enfermidades, relacionadas à sua deficiência na dieta, os autores ressaltam que na década de setenta os óleo de bacalhau era muito apreciado e utilizado no tratamento do raquitismo, elucidando a presença da vitamina nos óleos (McDonald et al., 1973). De acordo com Pinheiro et al. (2005) as vitaminas são nutrientes essenciais ao organismo e devem ser

providos através da dieta diária e seus níveis de exigência variam de acordo com idade, clima, atividade que desenvolve e níveis de estresse a qual a pessoa é submetida.

No ano de 1923 a vitamina E foi descoberta por Evans e Bishop em estudos de fertilidade realizados em ratos, logo seu nome está associado ao estudo em questão, que significa substância requerida para assegurar nascimento normal dos ratos, os relatos indicam que a deficiência da vitamina E nos animais ocasionam problemas no sistema reprodutivo, abortos, degeneração testicular, distrofia muscular, cardiomiopatia, encefalomalácia dentre outros efeitos indesejáveis (Jordão et al., 1998).

As vitaminas são compostos orgânicos necessários em pequenas quantidades para crescimento normal e manutenção do animal Jordão et al (1998) indicaram que uma unidade internacional (UI) de vitamina E representa 1 mg de dl- $\alpha$ -tocoferol. Outros pesquisadores ressaltaram que quantidade de vitamina E presente nos alimentos não é constante e pode variar com a estação do ano que a planta foi cultivada, tipo de solo e até mesmo com a forma de preparo dos alimentos, contudo, não se pode deixar de mencionar que a maioria das vitaminas sofrem alterações na presença de calor, luz, água e substâncias conservantes ( MacDonald et al., 1973; Pinheiro et al., 2005).

A vitamina E tem participação nas membranas celulares do corpo, no processo de coagulação do sangue e controle de hemorragias, no aumento à resistência as infecções e ainda na redução dos efeitos do envelhecimento, as principais fontes citadas pelos autores se destacam os óleos vegetais, gema de ovo, margarina brócolis, germe de trigo e abacate (Pinheiro et al., 2005).

O grupo da vitamina E inclui um gama de compostos ativos intimamente relacionados, os biologicamente ativos mais conhecidos são os saturados  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$  tocoferóis, sendo o  $\alpha$ -tocoferol o de maior distribuição e os insaturados  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ -tocotrienóis na qual apenas o  $\alpha$ -tocotrienol parece ter atividade de vitamina E (MacDonald et al., 1973).

Os tocoferóis e tocotrienóis estão presentes naturalmente nos óleos vegetais e são conhecidos por serem componentes essenciais da dieta dos humanos e animais, a maioria das indicações apontam o papel fundamental que a vitamina E desempenha nas membranas, evitando assim a peroxidação lipídica. Os estudos químicos e bioquímicos da vitamina E revelam que após ser oxidada e antes de entrar em processo de decomposição, essa possa ser reduzida por ação de substâncias conhecidas como vitamina C (ácido ascórbico) e pela enzima glutatiónaperoxidase (Diplock et al., 1989).

Ao que tudo indica os tocoferóis estão presentes em alguns tipos de pescados e ainda encontrados na forma sintética, os óleos vegetais de milho, algodão, girassol, soja, oliva e amendoim que se destacam nesta ordem, como sendo a principal fonte de tocoferóis que possuem efeito nutricional como fonte de vitamina E, atuando como antioxidantes naturais (Ramalho et al., 2006). Por outro lado, nos ovos e fígados de animais podem ser encontradas um conjunto de oito compostos distintos  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$  tocoferóis e tocotrienóis (Chun et al., 2006; Guinazi et al., 2009).

No organismo a principal atuação do  $\alpha$ -tocoferol é interromper as reações químicas dos radicais livres quando a porção lipídica das células está exposta a peroxidação (Ramalho et al., 2006). A ação dos tocoferóis não é importante somente pela ação da vitamina E *in vivo*, mas também pelo efeito benéfico em conservar alimentos inibindo a oxidação de óleos e gorduras (Olcott & Emerson 1937).

Atualmente, não se pode desconsiderar a utilização dos alimentos enriquecidos e fortificados como fontes importantes de vitamina E que em conjunto com a vitamina C e os  $\beta$ -carotenos, selênio e flavonoides dominam o grupo de antioxidantes alimentares e estão associados à prevenção de doenças neurodegenerativas, aterosclerose, inflamação crônica, câncer e envelhecimento precoce (Traber (2001); Bieri(2002)).

Entre todos os isômeros da vitamina E o  $\alpha$ -tocoferol é apontado como sendo o mais potente em sua ação antioxidante, por outro lado alguns autores ressaltaram que outros compostos como  $\gamma$  e o  $\delta$ -tocoferol apresentaram resistência semelhantes, assim como existem evidencias apontando tocotrienóis como sendo o mais potente dos compostos (Frankel, 1996, Yoshida et al., 2003 & Masuchi et al., 2008). Dentre todos os óleos vegetais, o óleo de girassol e o mais rico em  $\alpha$ -tocoferol, seguido pelo de algodão, palma, canola, amendoim, oliva, milho, soja e coco, o óleo de soja devido ao grande consumo a nível mundial é o principal contribuinte do consumo de vitamina E pelo ser humano (Ramalho et al., 2006).

Dentre as múltiplas funções da vitamina E no organismo se destaca a inibir a peroxidação lipídica, que é essencialmente a captura de radicais peroxila e alcoxila, levando ao termino da reação em cadeia da lipoperoxidação e formar um aduto não radicalar, em todo o processo o  $\alpha$ -tocoferol atua doando um átomo de hidrogênio aos radicais livres, derivados da oxidação de ácidos graxos, logo em seguida o radical peroxila oxida a vitamina E produzindo um radical tocoferoxila, sendo esse estável que não propaga a cadeia, por fim o radical tocoferoxila é regenerado à vitamina E pelo ácido ascórbico, contudo a glutatona e o

ácido úrico são agentes responsáveis pela regeneração da vitamina E no plasma (Jordão et al., 1998).

É importante ressaltar que os  $\alpha$ -tocoferol não são sintetizados pelos animais, sendo esses dependentes de suas fontes dietéticas, e se encontram principalmente nos óleos vegetais e outras fontes incluindo ovos, fígado, cereais e legumes (Ramalho et al., 2006).

Devido o fato de ser do grupo das vitaminas lipossolúveis, o  $\alpha$ -tocoferol tem a propriedade de se acumular no interior das membranas em qualquer depósito de gordura e assim ser transportado por lipoproteínas especialmente de baixa densidade como LDL (Low Density Lipoprotein), sendo armazenado especialmente no fígado tecido adiposo, músculo e no ovo (Jordão et al., 1998; Pita et al., 2006).

Pesquisas recentes comparando diferentes fontes de óleo vegetal quanto à composição do tocoferol, demonstraram que no óleo de soja todos os isômeros da vitamina E apareceram com exceção do  $\delta$ -tocotrienol e ainda que o  $\alpha$ -tocoferol tenha sido o mais predominante os demais apareceram em quantidades menos expressivas (Guinazi et al., 2009).

Concordando com informações anteriores, pesquisas realizadas com óleo de soja apresentaram teores de  $\alpha$ -tocoferol em torno de 139 mg/kg (Ramalho et al., 2006). Por outro lado, ao analisarem teores de tocoferol no mesmo tipo de óleo, pesquisadores observaram níveis superiores de  $\alpha$ -tocoferol, em torno de 207 mg/kg, além disso, relataram que os níveis de tocoferol foram influenciados pelas condições de processamento do óleo (Steel et al., 2005).

Outros pesquisadores ao analisarem as concentrações de tocoferóis em óleos de soja refinado verificaram valores de 149 mg/kg de  $\alpha$ -tocoferol e 13 % de  $\alpha$  tocoferol residual após submissão do óleo ao aquecimento de 180° por 10 horas (Barrera-arellano et al., 2002). Contudo, valores mais elevados, em torno de 36 % foram encontrados no mesmo tipo de óleo submetido ao mesmo tratamento da pesquisa de (Steel et al., 2005). De acordo com Ramalho et al., (2006) mantendo-se as mesmas condições experimentais se obtém uma retenção de até 70 % de  $\alpha$ -tocoferol residual no óleo de soja.

Já no óleo de soja, o perfil cromatográfico apresentou o  $\gamma$ -tocoferol como mais predominante o  $\alpha$  e  $\beta$ -tocoferol ocorreram em menores concentrações e ainda o  $\delta$ -tocoferol que ocorrem em menor frequência nos outros alimentos (Guinazi et al., 2009). Para Ramalho et al., (2006) o teor de tocoferóis totais do óleo de soja apresentam se na média de 1,058

mg/kg. Por outro lado valores superiores à 1,353 mg/kg foram encontrados por (Barrera-Arellano et al., 2002).

Em estudos realizados em restaurantes comerciais, com intuito determinar isômeros de vitamina E, utilizando gemas dos ovos cruas e cozidas, demonstraram que a composição de tocoferol e tocotrienol variaram consideravelmente, verificando que o tocoferol foi detectado em maior quantidade e com maior frequência, enquanto que o,  $\beta$ -tocotrienol e  $\gamma$ -tocotrienol foram menos significativos, contudo, o cozimento não provocou grandes perdas entre os isômeros (Guinazi et al., 2009)

Devido à característica lipossolúvel da vitamina E a literatura apresenta uma ordem de instabilidade dos tocoferóis  $\delta > \gamma > \beta > \alpha$  quando exposto a altas temperaturas (Jorge & Gonsalves 1998). Outros estudos relataram que estabilidade dos tocoferóis decresceu na ordem  $\delta > \alpha > \beta + \gamma$  (Ramalho et al., 2006). De acordo com os achados de Steel et al. (2005) o  $\alpha$  e o  $\gamma$ -tocoferol apresentaram maiores taxas de degradação em relação ao  $\beta + \delta$ -tocoferol.

Outros efeitos fisiológicos importantes do  $\alpha$ -tocoferol é alteração da fluidez da membrana celular, aumentando a função imune e reduzindo a mortalidade por isquemia do coração, juntamente com a agregação plaquetária e a formação de coágulos, além de atuar como sequestrador de radicais livres em elevadas pressões podendo ser regenerando por vias enzimáticas ou não enzimáticas (Liebler, 1993). Evidências sugerem que além de minimizar os danos contra os radicais livres a vitamina E está associado a redução de doenças específicas como câncer, artrite, catarata e envelhecimento precoce (Heinonem et al., 1998).

Trabalhos de pesquisa realizados com pacientes idosos de diversos hospitais apontam uma frequência de estado deficitário de vitamina E de 26% e relacionam a carência como colaborador de doenças mais comuns como insuficiência cardíaca congestiva, cardiopatia isquêmica, catarata, doença de chagas, neoplasias pulmonares, diabetes mellitus, doença pulmonar obstrutiva crônica, hipertensão arterial, alcoolismo, hepatopatia crônica, anemia, leucose dentre outras (Vannucchi et al., 1994).

Os benefícios da vitamina E à saúde humana estão aquém das preocupações em descobrir o efeito da sua carência, atualmente pesquisas utilizando dietas suplementadas de óleos vegetais para os animais possibilita a se obtenção de um alimento com características nutricionais diferenciadas, à exemplo da utilização de diferentes fontes de óleos nas dietas de aves promovendo a incorporação de ácidos graxos poli insaturados na gema dos ovos e com isso elevando-se o seu potencial oxidativo (Pita et al., 2006).

Por outro lado à inclusão de antioxidante como o  $\alpha$ -tocoferol na dieta dessas aves, além de conferir proteção dos ácidos graxos da gema contra oxidação enriquecem o ovo com vitamina E tornando-o alimento funcional (Pita et al., 2006).

### **3.6 Metabolismo de vitamina E**

Após o consumo a vitamina E juntamente com demais lipídios oriundos da dieta é rapidamente hidrolisada por lípases presentes no intestino delgado, à bile auxilia na formação de micelas e então são incorporadas em portomicrons e transportadas ao fígado onde ocorre a união da vitamina lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), em seguida são distribuídas e depositadas principalmente nas membranas, mitocôndrias e microssomos das células dos tecidos do fígado, adrenais, rins, miocárdio e tecido adiposo, nos animais adultos os depósitos de vitamina são suficientes para suprir a demanda por vários meses (Gurtler et al., 1987; Macari et al., 2002).

Muitos dos fatores necessários para processo de digestão e absorção dos lipídios nas aves, também são requeridos para a absorção de tocoferóis, um desses fatores inclui a eficiência na emulsificação e solubilização, formando as micelas a partir da mistura de sais biliares que formarão as moléculas de tocoferol que serão absorvidas pelos enterocitos, que são pequenas células do intestino delgado para o sistema porta hepático, onde são envoltos por partículas de lipoproteínas (quilomicrons) e em seguida secretadas na circulação via sistema linfático, o mecanismo fisiológico e metabólico de digestão da vitamina E é comum para todas as espécies de aves e dentre os principais sinais clínicos de sua deficiência podemos destacar a baixa fertilidade e eclodibilidade dos ovos, distrofia muscular, encefalomalacia, diástase exudativa e ainda peroxidação lipídica dos tecidos muscular e gema do ovo (Dierenfeld & Traber, 1992). Além de provocar alterações na estrutura das mitocôndrias dos microssomos e dos lisossomos, diminuindo o volume da respiração celular, reduzindo a síntese de hormônios nas diferentes glândulas endócrinas (Card & Neisheim 1966).

As carências de vitamina E nas aves domésticas geralmente ocorrem na fase de crescimento, principalmente após a ingestão de substâncias que a destroem como os radicais livres oriundos oxidação lipídica, na produção avícola a deficiência de vitamina E é um caso

raro e esta intimamente relacionada com os suprimentos de ácidos graxos insaturados, com selênio e com aminoácidos sulfurados (Gurtler et al. 1987). A vitamina E excretada na bÍlis e eliminada através das fezes está metabolicamente relacionada com vários nutrientes como o selênio, que preserva a integridade do pâncreas e a produção de lípases que atua na digestão de gorduras (Macari et al., 2002).

### 3.7 LipÍdeos e lipoproteÍnas

Os lípÍdeos são um grupo de compostos insolúveis em água, se encontram principalmente na forma de gorduras e óleos de origem animal e vegetal, fazem parte dos elementos estruturais que compõe as membranas celulares, participam como cofatores enzimáticos em múltiplos processos biológicos (Nelson & Michael, 2011). Outros autores relataram que dentro dos grupos de lípÍdeos encontram-se os triglicerÍdeos, ácidos graxos esterificados de glicerol, que contribuem como fonte ou armazenamento de energia. (Macari et al., 2002).

Os ácidos graxos possuem cadeias hidrocarbonadas de comprimento variado de 4 a 36 carbonos, podendo ser totalmente saturada e não ramificada ou possuir uma ou mais instaurações, que são os ácidos graxos monoinsaturados ou poli-insaturados como é o caso dos ácidos graxos ômega 3 ( $\omega$ 3) chamados de  $\alpha$ -linolênico e ômega 6 ( $\omega$ 6) ou linoleico, uma vez em desequilÍbrio na dieta humana, aumenta os riscos de doenças cardiovasculares, sendo a proporção ótima de 1:1 ou 4:1, podem ser oriundos de óleos vegetais e peixe que são especialmente ricos em ácido eicosapentaenoico (EPA) e docosaenoico (DHA), frequentemente prescritos para indivíduos com histórico de doença cardiovascular (Nelson & Michael, 2011).

Os níveis de exigência de lípÍdeos na dieta de aves esta relacionada à quantidade de ácidos graxos essenciais que não podem ser sintetizados pelo organismo, no entanto a digestão e absorção de lípÍdeos esta relacionados ao habito alimentar das aves, sendo assim, uma ave poedeira alimentada com dieta comercial ingere aproximadamente aproximadamente 3 gramas de gordura por dia, contudo, a quantidade de gordura no ovo é ao redor de 6 gramas, sendo assim, a maior parte da gordura do ovo oriunda de fontes lipÍdicas e necessitam serem sintetizadas pela ave (Furlan & Macari, 2011).

O mecanismo de digestão de lipídios na dieta de aves esta de acordo com o processo de maturação fisiológica do sistema digestivo das aves (Krogdahl, 1984). Após a ingestão, o alimento passa por ações mecânicas que quebram a gordura em pequenas partículas aumentando sua superfície de contato possibilitando ações enzimáticas (Sklan, 1984). O processo de digestão dos lipídeos começa com a atuação de emulsificação pelas lipases no intestino delgado, que é acelerado pela secreção de quimo, bile e secreções pancreáticas no intestino delgado, os sais biliares e os fosfolipídios compõem a emulsificação de triglicerídeos e outros nutrientes solúveis em gordura, após a quebra dos lipídios ocorre a formação espontânea das micelas composta pela água, sais biliares e ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poli insaturados e fosfolipídios, formando um líquido de aspecto cristalino (Krogdahl, 1984).

Grandes partes dos sais biliares utilizados no processo de emulsificação estão presentes na forma conjugada de glicina e taurina (Small, 1970). Contudo, a bile ainda conta com a presença de lecitina e colesterol que em conjunto atuam para aumentar superfície de contato e melhorar ação das lipases na interface entre os lipídeos e a água, trabalhos mostram que os ácidos graxos de cadeia curta e média, são mais facilmente digeridos (Furlan & Macari 2011). No entanto, pesquisas ressaltam a importância da maturação do trato digestor, bem como da produção de enzimas pelas aves durante o seu crescimento para promover uma maior eficácia da digestão e absorção dos lipídios (Nir et al., 1993).

Após a emulsificação os produtos oriundos da lipólise, são incorporados a micelas formadas pelos sais biliares, ácidos graxos de cadeia média, ácidos graxos insaturados de cadeia longa, monoglicerídeos, fosfolipídios, vitaminas e ésteres de colesterol que migram para o lúmen da porção duodenal do intestino delgado (Krogdahl et al., 1984). Em seguida, os agregados micelares encontram-se em equilíbrio no lúmen intestinal, podendo difundir-se independentemente para o local de absorção dos enterócitos (Furlan & Macari, 2011).

Para que ocorra a total absorção dos lipídios é necessário que ocorra a migração do lúmen intestinal para a superfície do enterócito, a migração através da membrana para o citosol do enterócito ocorre de forma passiva, sendo mais favorável o acesso aos ácidos graxos de cadeia longa comparada aos de cadeia curta (Sallee, 1978). Uma vez no enterócito os ácidos graxos se ligam a proteínas ligadoras de alta afinidade, responsável pelo transporte até o citosol onde são reesterificados, essas proteínas possuem maior afinidade aos ácidos graxos de cadeia longa e ácidos graxos insaturados (Furlan & Macari, 2011).

Os ácidos graxos ao serem reesterificados em ésteres de colesterol, triglicerídeos e fosfolipídios, tem-se também a formação de lipoproteínas que os carregam para serem liberados no sistema vascular, ao alimentar as aves com dietas ricas em ácidos graxos de cadeia longa e insaturado, observa-se uma redução da motilidade do trânsito intestinal, bem como, a formação de lipoproteínas, quilomícrons de baixa densidade (VLDL – very low density lipoprotein) pelo fígado (Sklan et al., 1984).

As lipoproteínas VLDL, são sintetizadas nos hepatócitos do fígado, com tamanhos que varia 30 a 80 nm e são responsáveis por transportar triglicerídeos e colesterol do fígado para os tecidos e quanto maior a oferta de ácido graxo livre, maior será a produção de VLDL (Quintão, 1992). Há relatos de que a lecitina e colina absorvida pelo intestino são necessárias para síntese de lipoproteínas, sob condições normais a bile libera quantidades suficientes desses surfactantes, como mencionado anteriormente nas aves a síntese de portomicrons ou quilomicrons e modificado de acordo com a composição da dieta (Krogdahl, 1984).

Nas aves o primeiro sítio de absorção das gorduras exógenas e sistema porta hepático, onde se encontram partículas grandes portomicrons ou menores quilomicrons de (VLDL) semelhante aos mamíferos, contudo, nas aves o principal sítio de absorção é o fígado, enquanto que nos mamíferos a biossíntese de lipídios ocorre no fígado e tecido adiposo. Além desses fatores, à o envolvimento de algumas lipoproteínas séricas precursoras de lipídios da gema do ovo, os estrógenos atuam como ativadores da síntese e secreção de (VLDL) em aves e peixes, entretanto, o mecanismo de ação das lipoproteínas séricas estão relacionadas a fatores como idade, sexo e o estado hormonal tem sido superficialmente avaliado (Skinner (1978); Pearce (1977)).

### **3.8 Alimentos funcionais**

De acordo com (Borges, 2000) a alimentação saudável é aquela que fornece energia e nutrientes essenciais à saúde humana, demonstrando a importância dos constituintes nutricionais que promovam efeitos fisiológicos benéficos podendo prevenir ou retardar o aparecimento de doenças como câncer, infecções intestinais, obesidade dentre outras, logo o conjunto de alimentos que contem essas propriedades podem ser definidos como alimentos

funcionais. O termo alimentos funcionais sugerem à ideia de um alimento comum que participa da dieta normal, produzindo benefícios à saúde como, reduzir risco de doenças e manutenção do bem estar físico e mental (Moraes & Colla, 2006).

Os alimentos funcionais se enquadram na categoria de alimentos fisiologicamente ativos que defende a ideia de que a dieta possa controlar as funções orgânicas, contribuindo para manutenção da saúde (Borges, 2000). Pesquisas consideram um alimento funcional aquele que permite combinar produtos comestíveis com moléculas biologicamente ativas capazes afetar de forma benéfica uma ou mais funções metabólicas do corpo, além de possuir efeitos nutricionais que sejam relevantes, tanto para o bem estar quanto para promoção de saúde (Roberfroide, 2002; Anjo, 2004; Walzem, 2004).

Existem alguns critérios estabelecidos para se caracterizar um alimento funcional como exercerem ação metabólica ou fisiológica que contribua para saúde física, reduzirem morbidades crônicas, fazerem parte da alimentação habitual, fornecerem efeitos positivos sem níveis tóxicos, ação em médio prazo mesmo com a suspensão da ingestão e não serem destinados a tratamentos e cura de doenças (Borges, 2000). O alimento ou ingrediente funcional pode ser categorizado de duas formas, quanto à fonte de origem, vegetal ou animal e os benefícios que oferecem, atuando em seis áreas do organismo como sistema gastrointestinal e cardiovascular, metabolismo de substratos, crescimento e desenvolvimento e ainda como antioxidante (Souza et al., 2003).

Já as substâncias bioativas encontradas nos alimentos funcionais dividem se em diferentes grupos como os probióticos (inulina e oligofrutose ou frutooligosacarídeo) e prebióticos, (lactobacilos acidófilos, casei, bulgárico e lactis), peptídeos ativos (arginina e glutamina), alimentos sulfurados, alimentos nitrogenados, pigmentos, vitaminas, compostos fenólicos, ácidos graxos poli insaturados e fibras, que trazem benefícios a saúde incluindo a prevenção e o tratamento de doenças, podem incluir desde nutrientes isolados, suplementos dietéticos até produtos projetados, herbais, e processados (Moraes & Colla (2006); Borges, (2000)).

Nos últimos anos o consumo de ovos vem declinando no mundo todo, devido a percepções negativas relacionado com alto teor de colesterol, contaminação bacteriana pela *salmonella* SSP dentre outros fatores, diante disso pesquisas recentes tentam libertar os ovos de informações equivocadas manipulando a dieta das aves para contornar a situação, já as indústrias de ovos canadenses optaram por desenvolver uma gama de novos produtos tidos

como alimentos funcionais, estimulando as indústrias de alimentação animal atentaram para o uso de fontes oleaginosas (Sim & Sun Woo 1998).

Diversos estudos clínicos e epidemiológicos demonstraram que a ingestão de pequenas quantidades de ácidos graxos ômega-3 diminuíram a taxa de mortalidade humana causada por doenças e que o consumo de ovos enriquecidos com ácidos graxos PUFAS podem contribuir para recuperação, diante disso é importante ressaltar que ovo fornece 600 mg de ácido graxo ômega-3 e 6 mg de tocoferol e que promovem efeitos benéficos adicionais aos consumidores devido a sua proporção equilibrada de PUFAS ômega-3 e ômega-6 (Sim & Sun Woo, 1998).

À inclusão de linhaça a dieta reduz o teor de ácidos graxos monoinsaturados da gema e promove a substituição de diferentes fontes de ácidos graxos da dieta, alterando as concentrações dos ácidos graxos PUFAS ômega-3 (9,60%) na gema (Pita et al, (2006); Móri, (2001)). Em pesquisas realizadas com inclusão de linhaça e canola observou-se, deposição do ácido graxo ecosapentanoico (EPA) E docosaexaenoico (DHA) na gema, o ácido araquidônico também está presente e foi sintetizado no organismo da ave a partir do ácido linoleico mediante o mecanismo de alongamento e dessaturação, sendo assim, a inclusão de fontes oleaginosas na ração proporcionam maiores teores de ácidos graxos poli-insaturados na gema (Pita et al., 2006).

Pesquisas anteriores têm demonstrado efeitos da adição de várias fontes de óleos vegetais e sementes oleaginosas como linhaça na dieta de poedeiras comerciais com intuito de manipular o perfil de ácido graxos das gemas dos ovos, ao utilizar óleo de canola e semente de linhaça em conjunto e separado e suplementado com vitamina E, pesquisas indicaram que os teores de ácidos graxos saturados da gema não sofreram qualquer alteração (Pita et al., 2006). O mesmo efeito foi observado por (Mori, 2001) quando suplementou 5% a 15 % de linhaça na dietas de poedeiras.

O consumo de alimentos enriquecidos com vitamina E inibe a ação de processos biológicos gerados por fontes endógenas que normalmente ocorrem no organismo como oxidases, cicloxigenases, lipoxigenases, desidrogenases e peroxidases que liberam flavinas e tióis na presença de metais de transição no interior da célula e de sistema de transporte de elétrons (Morales & Colla, 2006). Além disso, existem outras fontes exógenas geradoras de radicais livres que contribuem com os processos de oxidação nos sistemas biológicos como tabaco, solventes orgânicos, anestésicos, pesticidas, radiações e poluição do ar (Soares, 2002).

O estresse térmico pode ocasionar sérios transtornos na produção das aves, pois essas ao serem expostas ao excesso de temperatura acima de 18 a 22 °C reduzem o consumo alimentar, a digestibilidade dos nutrientes, e conseqüentemente a produção e peso dos ovos e ainda a porcentagem de gema, além de induzir a liberação de corticosterona e catecolaminas e ainda, aceleram o processo de peroxidação lipídica das membranas celulares (N-Sahin & Kucuk, 2001).

A vitamina E é utilizada na dieta de aves em postura por promover benefícios minimizando os efeitos do estresse por calor (Bollengier-Lee, 1998). Os benefícios da inclusão na dieta animal esta associado à melhora no desempenho e fortalecimento do estado imunológico do animal, além de melhorar a qualidade dos produtos de origem animal e conseqüentemente, aumentar ingestão de vitamina E pelos seres humanos ao ingerirem esses ovos (Flachowsky, 2000).

Pesquisas realizadas com poedeiras comerciais demonstraram que a suplementação de 60 UI de vitamina E na dieta proporcionou efeitos positivos sobre a ingestão de alimento pelas aves, produção de ovos, a espessura da membrana vitelina, sólidos da gema e albúmen, bem como a capacidade espumante dos ovos (Kirunda et al., 2001). Entretanto, a adição de vitamina E e licopeno na dieta De codornas submetidas ao estresse térmico por 34 °C não afetaram significativamente ( $P>0,05$ ) ganho de peso, o consumo alimentar e o peso dos ovos das aves (N-Sahin et al., 2006).

A redução dos efeitos do estresse pelo calor, podem ser alcançados ao suplementar de 250 a 500 mg/kg de vitamina E na ração das aves promovendo aumentos no consumo alimentar, melhorando o ganho de peso, a produção de ovos e a qualidade do ovo como peso dos ovo e a espessura da casca, já em ovos armazenados os níveis de vitamina E reduzem os níveis de substancias reativas ao acido tiobarbitúrico na gema (N-Sahin et al., 2006 & K-Sahin et al., 2002).

### **3.9 Oxidação de Lipídeos**

Os óleos e gorduras possuem poucos sítios reativos, com isso a ocorrência de reações durante o processamento e armazenamento do alimento tem uma menor variação do que ocorre com substancias solúveis em água, as degradações do lipídio podem ocorrer por

oxidação, hidrólise, pirólise e absorção de sabores e odores estranhos, porém, oxidação é a principal reação responsável pela deterioração de várias substâncias biologicamente importantes, alterando propriedades sensoriais, funcionais e nutricionais (Araújo, 1995).

Alimentos como os ovos são ricos em ácidos graxos, saturados, monoinsaturados, poli insaturados, triglicerídeos, colesterol e vitaminas lipossolúveis que outros alimentos e quando expostos a luz, oxigênio, produtos químicos e altas temperaturas podem ser rapidamente oxidados. As fontes lipídicas armazenadas em estado sólido são mais estáveis quando comparadas as de estado líquido em relação ao grau de oxidação (Nawar & Kim, 1991). Os processos oxidativos dos lipídeos são mais frequentes entre os alimentos, causada pelo oxigênio atmosférico, menos frequente pelo ozônio, peróxidos, metais pesados e outros, sendo que as reações oxidativas ocorrem por meio das perdas de elétrons durante sua transferência de uma substância a outra, com formações intermediárias de radicais livres (Araújo, 1995).

Recentemente, tem ocorrido um grande interesse de utilização de alimentos enriquecidos com ácidos graxos PUFAS ômega 3 e ácido graxo linoleico conjugados (CLA) como alimentos funcionais que diminuem os riscos de doenças cardiovasculares e minimizam efeitos da aterosclerose (Belury, 2002). Contudo, a alteração do perfil de ácidos graxos dos ovos aumenta o grau de insaturações, levando alterações na qualidade do produto pela instabilidade oxidativa (Cherian et al., 2007).

Além das reações de oxidação, a oxiredução é muito comum em sistemas biológicos, podendo ser benéfica ou destrutiva para o alimento, como é o caso de degradação de vitaminas, pigmentos e ácidos graxos essenciais, a velocidade da reação de oxidação depende do grau de instauração da molécula, à exemplo do ácido graxo linoleico que é oxidado 64 vezes mais rápido que o oleico e o linolênico, sendo o processo associado a dois mecanismos diferentes: auto-oxidação ou foto oxidação. A auto-oxidação necessita de baixa energia de ativação, abrange um grande número de moléculas relacionadas e não é inibida pela redução de temperatura de armazenamento e ainda pode ocorrer na ausência de luz, contudo a foto oxidação é uma rota alternativa para formação de hidro peróxidos e não de radicais livres, para que isso ocorra é necessária à excitação dos lipídeos com a presença de sensibilizantes como as riboflavinas ou do oxigênio na presença de luz, contudo não a um período de indução da reação (Araújo, 1995).

O processo de oxidação lipídica é constituído de três fases principais, iniciação, propagação e terminação, na iniciação os alimentos estão sujeitos a elevação das fontes de

energia ou radiação ionizante, ocorrendo a degradação térmica do material orgânico e ainda ações de redução catalisadas por metais de transição, são capazes de romper a barreira eletroquímica entre oxigênio e ácido graxo iniciando a oxidação lipídica, na propagação a formação de diversos peróxidos que podem ser medidos, contudo por serem instáveis sua mensuração é limitada, pois com esgotamento dos substratos as reações de propagação vão cessando e dão origem a formação de produtos finais que podem ser estáveis ou não reativos, podem também sofrer oxidação de polimerização ou reagir com outras substâncias, os principais produtos finais são alcoóis aldeídos, cetonas ésteres que geralmente são voláteis impedindo a detecção (Araújo 1995; Ferrari, 1998).

Além dos processos oxidativos, outros aspectos estão relacionados à deterioração do ovo no período de armazenamento como qualidade inicial do ovo fresco, proliferação de micro-organismos, temperatura e pH (Chakraborty et al., 2005). Para os processos de oxidação do lipídio estão sendo propostos estudos com a utilização de dl- $\alpha$ -tocoferil com dupla finalidade, de proteger os ácidos graxos da gema e enriquecer o ovo com vitamina E (Pita et al., 2004). A suplementação de vitamina E na ração promove a proteção dos ácidos graxos da gema contra oxidação e ainda enriquece o ovo com vitamina E (Marshall, 1994).

Segundo Giampietro (2012) no Brasil, não há um padrão certificado de qualidade interna de ovos para o consumo humano, pois ênfase tem sido dada ao peso e características de casca do ovo. Contudo, sabe-se que esses alimentos passam por várias reações enzimáticas durante seu armazenamento, na qual se destaca a oxidação lipídica, as perdas são acentuadas quando o ovo é armazenado em condições inadequadas de temperatura, umidade e exposição à luz e a microrganismos.

A realização de testes de oxidação para monitorar a produção de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) nos alimentos de origem animal e vegetal auxilia no controle e determinação do tempo de prateleira dos produtos (Rotheneder et al., 1991). Os hidroperóxidos formados durante o processo oxidativo reagem com ácido TBARs formando um composto de coloração de amarela a rósea dependendo do produto e da concentração de substâncias oxidadas (Scheideler et al., 1997).

O índice de TBARs é o preferido para se detectar a oxidação de lipídeos, é expresso em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra. O malonaldeído nada mais é que um dialdeído com três átomos de carbono, obtidos da oxidação de lipídeos poli-insaturados quando aquecido ou em meio ácido. O teste fundamenta-se na formação de um

complexo de coloração vermelha resultante da condensação de dois moles de TBARs com um mol de malonaldeído, após o aquecimento da amostra contendo TBARs o produto da reação é medido através de espectrofotometria a 532 nm (Araújo, 1995).

Como já mencionado anteriormente o teste de TBARs quantifica a concentração de malonaldeído (MDA). A formação do complexo TBARs-MDA na proporção 2:1 e possivelmente iniciada pelo ataque nucleofílico envolvendo o carbono 5 do TBARs e o carbono 1 do MDA, seguido de desidratação. A quantificação do malonaldeído é feita a partir de curvas de calibração utilizando 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP) ou 1,1,3,3-tetraetoxipropano que nas condições ácidas do teste sofrem hidrólise resultando na liberação do malonaldeído (Osawa et al., 2005).

Diante das limitações do teste de TBA é importante conhecer a composição dos ácidos graxos, pois o grau de instauração determina os níveis de oxidação assim como, amostra altamente insaturadas desenvolvem mais a cor vermelha quando comparados a amostras compostas por ácidos graxos monoinsaturados e saturados (Nawar, 1966). Outro aspecto que deve-se ser observado está relacionado aos métodos de processamento da amostra, onde o aquecimento e as condições ácidas da análise podem aumentar a quantidade de malonaldeídos e de outras substâncias reativas ao TBA, sendo assim os testes tem sofrido alterações no intuito de aumentar a sensibilidade de determinação TBARs (Kakuda et al., 1981).

Uma das metodologias existente que sofreu modificações é a base de um extrato ácido aquoso com a utilização do ácido tricloroacético (TCA) que reage com a TBA para formação do complexo avermelhado, onde o emprego de antioxidante como o Propil Galato e um agente quelante EDTA inibem a formação errônea de malonaldeídos e outras substâncias reativas ao TBA durante a mistura, filtração e aquecimento da amostra, vale ressaltar que adição de 0,1% de Propil Galato e 0,1% de EDTA de forma combinada promovem uma redução de 25 a 59% os valores de TBA (Vyncke, 1970).

## CAPÍTULO 2

### 1. RESUMO

#### **DESEMPENHO E QUALIDADE FÍSICA DE OVOS DE CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix coturnix*) ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO DE SOJA OU GIRASSOL E SUPLEMENTADAS COM VITAMINA E**

O experimento foi realizado no Laboratório de Ensaio Metabólicos (LabEM), na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), com latitude de 15°05'6" S e longitude de 47°05'6" W e altitude média de 1080 m, localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília – DF. Foram utilizadas 240 codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) com 157 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4x5 (duas fontes de óleo x quatro níveis de vitamina E x cinco ciclos de produção), com 8 tratamentos e 6 repetições de 5 aves cada. Sendo 3% de óleo de soja ou girassol combinados com 0, 100, 200 e 400 ppm/kg de vitamina E. O período experimental foi de 70 dias divididos em 5 ciclos de 14 dias. As codornas receberam alimento à vontade, fornecidos três vezes por dia, a água foi fornecida por bebedouros tipo “nipple” com taça e programa de luz de 17 horas luz contínua, sendo 12 horas de luz natural e 5 horas de luz artificial. A produção de ovos foi controlada diariamente em (%) e o consumo da dieta (g/ave/dia) ao final de cada ciclo de 14 dias. No último dia de cada ciclo os ovos coletados foram destinados para análise de qualidade física do ovo: peso do ovo, casca, albúmen e gema (g) porcentagem de casca, albúmen e gema (%) e espessura da casca (mm). Foram coletados amostras de ovos para realização de análises de oxidação de ovos processados por 12 minutos a 97,6 °C e armazenados em câmara fria a 4°C nos tempos de 0, 7, 14, 21 e 28 dias de

estocagem e ainda de ovos frescos armazenados em geladeira a 10 °C, simulando condições comerciais nos períodos de 0, 14, 28 e 42 dias. De acordo com os resultados encontrados o óleo de girassol promoveu efeitos positivos ( $P < 0,05$ ) na produção de ovos, peso, porcentagem de gema e espessura de casca, houve melhoras ( $P < 0,05$ ) dos níveis de vitamina E sobre consumo, conversão alimentar das aves e sobre peso, massa e porcentagem de casca dos ovos, efeitos significativos foram observados dos ciclos de produção em relação ao consumo de ração, conversão alimentar, peso do ovo, gema, albúmen e espessura de casca. Além disso, as fontes de óleo utilizada não tiveram efeitos sobre a concentração de Tetrametoxipropano (TMP) independente do tipo de ovo e do tempo de armazenamento, entretanto, o nível de 400 (ppm/kg) apresentou reduções significativas dos níveis de TMP tanto nos ovos fresco quanto nos ovos processados, embora valores superiores de TMP sejam observados nos ovos processados em relação aos ovos frescos.

**Palavres-chaves:** Armazenamento, alimento funcional, produção de ovos, processamento, ácido Tiobarbitúrico.

## 2. ABSTRACT

### **PERFORMANCE AND PHYSICAL QUALITY OF EGGS EUROPEAN QUAILS (*Coturnix coturnix coturnix*) FED DIETS CONTAINING SOYBEAN OIL AND SUNFLOWER OR SUPPLEMENTED WITH VITAMIN E**

The experiment was conducted at the Laboratory of Metabolic Testing (Labem), located at the Água Limpa Farm (FAL) part of the University of Brasília (UnB) campus, with latitude 15°05' S and longitude 47°05' W and an average altitude of 1080 m, located on the Rural Section of Vargem Bonita, Brasília-DF. For the experiment, 240 European quails (*Coturnix coturnix coturnix*) with 157 days of age were distributed in a completely randomized 2x4x5 factorial design (two oil sources x four levels of vitamin x five cycles production), with eight treatments and six replicates of five birds each. The supplementation of 3% soybean or sunflower oil occurred concomitantly with the inclusion of 0, 100, 200 or 400 ppm/kg of vitamin E. The experimental period consisted of 70 days divided into five 14-day cycles. Feed and water were provided *ad libitum*, feed was delivered three times a day and water was provided in "nipple" drinkers. The light program consisted of 17 hours continuous light exposure, with 12 hours of day light and 5 hours of artificial light. Egg production was monitored daily (%) and the dietary intake (g/bird/day) at the end of each 14-day cycle. On the last day of each cycle the eggs collected were used to analyze physical quality of the egg: egg (shell, albumen and yolk) weight (g), percentage of shell, albumen and yolk (%) and shell thickness (mm). Egg oxidation was monitored in two types of eggs, processed and raw, through the concentration of Tetrametoxipropane (TMP). For this variable, processed eggs were cooked for 12 minutes at 97.6°C, stored refrigerated at 4 °C and analyzed during days 0, 7, 14, 21 and 28 of storage. Raw eggs were kept in refrigerated

storage at 10°C, simulating commercial conditions, and analyzed periodically on days 0, 14, 28 and 42. According to the results, the sunflower oil promoted positive effects ( $P < 0.05$ ) in egg production, weight, percentage of yolk and shell thickness. Intake, feed conversion, egg weight, mass and percentage of eggshell were ( $P < 0.05$ ) improved by vitamin E supplementation. Significant effects were also observed in production cycles for feed intake, feed conversion, egg weight, yolk, albumen and shell thickness. Furthermore, the sources of oil used had no effect on the concentration of TMP regard less of the type and egg storage time. However, supplementation of 400 (ppm/kg) of vitamin E promoted significant reductions of TMP concentrations for both raw and processed egg, both higher TMP values were observed in processed eggs when compared to the raw type.

**Keywords:** Storage, functional food, egg production, processing, thiobarbituric acid.

### 3. INTRODUÇÃO

A produção de codornas do Brasil está se consolidando como uma alternativa de produção proteica e energética de carne e ovos, tendo em vista a facilidade de manejo ao trabalhar com animais rústicos, de pequeno porte, que necessitam de menor espaço para alojamento, menor quantidade de alimento para manutenção e produção, além de serem animais de metabolismo acelerado que proporciona um rápido crescimento, maturidade sexual, precocidade de produção e alta produtividade, com baixos investimentos iniciais de implantação e rápido retorno financeiro que contribuem para escolha produção (Barreto et al., 2007; Pasquetti, 2011).

A utilização de óleos vegetais ricos em ácidos graxos poli insaturados em dieta de codornas aumenta a digestibilidade da dieta, melhora a conversão alimentar, além de modificar o perfil lipídico da gema, reduzindo a proporção de ácidos graxos saturados e elevando os insaturados, com isso a ave economiza parte do seu tempo e gasta menos energia para síntese dos ácidos graxos poli insaturados dispondo de maior aporte energia para o seu desempenho produtivo (Costa et al., 2008; Roll et al., 2011).

A utilização de óleo e semente de oleaginosas na dieta de aves poedeiras proporciona o incremento de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) na gema dos ovos, tendo em vista que esse tipo de alimento pode auxiliar na redução da pressão arterial e doenças cardiovasculares do ser humano, com isso aguça o interesse de um consumidor que a cada dia mais está preocupado com a sua saúde e bem estar (Faitarone, 2010).

O processo oxidativo é a mais importante das causas de deterioração que ocorre nos alimentos de origem animal e vegetal, afetando principalmente o sabor, aroma e valores nutricionais devido à formação de produtos tóxicos, os ovos, por ser fonte de ácidos graxos

essenciais estão sujeitos à oxidação lipídica, principalmente no armazenamento (Hayat et al., 2010).

Como consequência os ovos enriquecidos com PUFA's tem o seu tempo de exposição comercial reduzido, pois são mais instáveis que os ácidos graxos saturados quando expostos a fatores ambientais como luz, oxigênio, temperatura e microrganismos. Diante disso, a utilizações de antioxidante naturais e sintéticos promovem a estabilidade lipídica das gemas dos ovos e auxilia na manutenção da produção de aves submetidas ao estresse térmico (Shain et al., 2002; Irandoust et al., 2012).

De acordo com Jiang et al. (2013) a utilização de vitamina E é indispensável pois é excelente antioxidante celular que auxilia na resposta imune. Cherian et al. (1996) acrescenta que o aumento das concentrações de vitamina E na gema previne a deterioração do ovo devido oxidação lipídica. Além disso, incrementos na produção de ovos são observados em aves submetidas ao estresse térmico (Bollengier-Lee et al., 1998; Sahin et al., 2002).

As inclusões de óleos vegetais na dieta de poedeiras comerciais podem aumentar a concentração de energia da ração, e diminuir a taxa de passagem do alimento promovendo maior contato dos nutrientes com enzimas digestivas, aumentando a digestibilidade dos componentes da dieta, reduzindo o consumo alimentar, melhorando a conversão alimentar e aumentando o peso dos ovos (Gobras et al., 1999).

#### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Laboratório de ensaios metabólicos de Suínos e Aves (LabEM), da Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília, Distrito Federal (DF) a 15° 47' de latitude sul e 47° 56' de longitude oeste e altitude média de 1080 m.

O período experimental para coleta de dados e amostras foi entre 18 de setembro a 26 de novembro de 2012, totalizando 70 dias, divididos em cinco ciclos de produção de 14 dias cada. A temperatura média registrada no período experimental foi de mínima 18,9 °C e máxima 26,3°C.

Foram utilizadas 240 aves com 157 dias de idade na fase de pico de postura, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4x5 (fonte de óleo x níveis de vitamina E x ciclos de produção), totalizando oito tratamentos com seis repetições de cinco aves cada, dispostos da seguinte forma, T1 3% óleo de soja + 0 ppm vitamina E, T2 3% óleo de soja + 100ppm vitamina E, T3 3% óleo de soja + 200 ppm de vitamina E, T4 3% óleo de soja + 400 ppm de vitamina E, T5 3% óleo de girassol + 0 ppm de vitamina E, T6 3% óleo de girassol + 100 ppm de vitamina E, T7 3% óleo de girassol + 200 ppm de vitamina E e T8 3% óleo de girassol + 400 ppm de vitamina E



Figura 1.1: Condições experimentais.  
Fonte: Arquivo pessoal

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria com controle de ventilação por manejo de cortinas e ventiladores (Figura 1.2). Foram utilizadas gaiolas convencionais para codornas, cada gaiola era dividido em quatro unidades, totalizando 48 unidades experimentais dispostas em forma de escada com dois andares, cada compartimento possui uma área de (35x26x18cm) comprimento x largura x altura respectivamente, totalizando uma densidade populacional de 182 cm<sup>2</sup>/ave.



A. Vista interna



B. Vista externa

Figura 1.2: Galpão e sala experimental do Laboratório de Ensaio Metabólicos de Suínos e Aves da Universidade de Brasília.

Fonte: Arquivo pessoal.

As gaiolas experimentais continham bebedouros tipo “nipple” com taça e comedouros tipo calha. O programa de luz forneceu 17 horas de luz contínua sendo, 12 horas de luz natural e 5 horas de luz artificial, utilizando-se o temporizador automático Timer Kienzler®.

As aves foram submetidas a um período de adaptação às dietas experimentais de sete dias e após esse período iniciou-se o período experimental.

As dietas experimentais isoenergéticas e isoproteicas foram formuladas segundo as recomendações de SILVA (2009) e a tabela de alimentos utilizada de acordo com ROSTAGNO (2011) Tabela 1.2. No preparo das dietas o milho e a soja foram triturados em moinho industrial com peneira fina sendo homogeneizado em seguida com os demais componentes em misturador de 50 kg tipo Y por 15 minutos, totalizando 20 rotações por minuto, a confecção das rações experimentais era realizada a cada 15 dias de experimento com intenção de minimizar os efeitos de oxidação (Figura 1.3), pois continham óleo em sua composição, em seguida foram acondicionadas em 48 baldes diferentes que representam os tratamentos e repetições (Figura 1.3).

Tabela 1.2. Composição centesimal e calculada das dietas experimentais contendo diferentes níveis de vitamina E para codornas europeias

<b>Composição centesimal (%)</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Milho Moído	46,77	46,76	46,75	46,73
Farelo Soja	35,80	35,80	35,80	35,80
Óleo Soja e Girassol	2,7030	2,7030	2,7030	2,7030
Calcário Calcítico	7,53	7,53	7,53	7,53
Inerte	5,41	5,41	5,41	5,41
Lisina	0,14	0,14	0,14	0,14
Metionina	0,23	0,23	0,23	0,23
Premix	0,36	0,36	0,36	0,36
Cloreto de Sódio	0,36	0,36	0,36	0,36
Fosfato Bicálcio	0,70	0,70	0,70	0,70
Vitamina E	0,00	0,01	0,02	0,04
<b>Composição calculada (%)</b>				
PB			22	
Lisina			1,3	
Met+Cis			0,94	
EM (kcal/kg)			2,800	
Ca			3,5	
Pdisponível			0,32	
K			0,46	
Na			0,23	
Cl			0,24	

\*Níveis de garantia por kg de produto: vitamina A 1.750.000,00 U.I vitamina D3 500.000,00 U.I vitamina E 2.000,00 mg vitamina K3 500,00 mg vitamina B1 250,00 mg vitamina B2 875,00 mg vitamina B6 500,00 mg vitamina B12 1.250,00 mg niacina 6.250,00 mg ácido pantotênico 2.500,00 mg colina 65.000,00 mg metionina 272.500,00 mg cobre 2.000,00 mg ferro 12.500,00 mg manganês 17.500,00 mg zinco 12.500,00 mg iodo 300,00 mg selênio 50,00 mg virginiamicina 1.750,00 mg B.H.T. 3.750,00 mg



Figura 1.3. Preparo e armazenamento das dietas experimentais: A (microingredientes da dieta), B (pesagem do óleo), C (homogeneizando os ingredientes) D (misturador de ração), E (dietas experimentais por tratamento) e F (distribuição das dietas experimentais por tratamento e repetição).

Fonte: Arquivo pessoal.

As aves receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental. O arraçamento foi realizado duas vezes ao dia às 08:00 horas e às 16:00 horas e o consumo de ração estimulado quatro vezes durante o dia, entre os horários de fornecimento.

Ao final de cada ciclo de produção, foram estimados os dados de produção de ovos em (%), consumo voluntário de ração (g/ave/dia), sendo os ovos coletados para análise de qualidade física do ovo como peso do ovo, casca, albúmen e gema (g) e espessura da casca (mm). Foram realizadas análises de oxidação de ovos processados e armazenados com a adição de solução conservante em câmara fria a 4°C e oxidação de ovos frescos e armazenados em geladeira 10°C.

A produção de ovos (%) foi calculada em porcentagem dividindo-se a quantidade de ovos produzidos pelo número de aves por tratamento/período. Para obtenção dos ovos foram coletados no último dia de cada ciclo e em seguida, pesados individualmente. A massa do ovo correspondeu ao produto multiplicação do número de ovos e do peso médio (g) dos ovos por tratamento corrigidos pela taxa de produção de ovos (%).

A conversão alimentar por quilograma de ovos produzidos foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida pelo peso das aves da parcela, expresso em quilogramas, e pelo peso dos ovos postos no mesmo período, também expresso em quilogramas. O consumo voluntário (kg/ave/dia) foi calculado pela diferença de peso da ração inicial e peso final referente as sobras, no primeiro e décimo quarto dia do ciclo, respectivamente, de cada gaiola, a conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida por tratamento expresso em quilogramas, pelo número de dúzias de ovos produzidos, também expresso em quilogramas.

Foram controlados durante todo o período experimental, os dados de mortalidade de cada repetição e tratamento, após o registro da ocorrência, a codorna morta foi substituída, evitando assim, alterações nas condições experimentais, como densidade populacional, conforto térmico e competição por alimento. Para reposição das aves mortas foram utilizadas codornas reservas submetidas às mesmas condições experimentais (Figura 1.4). Ainda foram coletados diariamente os dados de temperatura máxima e mínima do ambiente experimental duas vezes ao dia no início da manhã às 08:00 horas e final da tarde às 18:00 horas por termômetro de bulbo seco INCOTERM®.



Figura 1.4. Aves reservas submetidas às mesmas condições experimentais.

As análises de qualidade externa e interna dos ovos foram realizadas no Laboratório de Ensaio Metabólicos de Suínos e Aves da Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB).

A característica de qualidade externa foi obtida a partir da pesagem dos ovos, corte da casca com uma tesoura de ponta fina, separando os constituintes do ovo, gema,

albúmen e casca, e em seguida mensurado os pesos da gema e casca de cada ovo, as cascas foram lavadas em água corrente sem a remoção da membrana e após 24 horas de secagem a temperatura ambiente as cascas com a membrana foram pesadas e a espessura aferida em três pontos distintos da zona equatorial da casca do ovo com a utilização de um paquímetro digital MITUTOYO®. A porcentagem de casca foi obtida dividindo-se o peso da casca seca pelo peso do ovo, sendo resultado multiplicado por 100 Figura 1.5.

As características da qualidade interna dos ovos avaliadas foram peso relativo da gema, albúmen e casca obtida através da relação entre o peso da gema, albúmen e casca, peso do ovo e estabilidade oxidativa. As análises de oxidação foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília (UnB).

A oxidação lipídica foi mensurada na gema do ovo, através da quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) determinado por espectrofotometria a 539 nm absorvância, expresso em mg de malonaldeído por grama de amostra, os testes de oxidação foram realizados em ovos processados e armazenados em câmara fria com temperatura média de 4°C nos tempos de zero, sete, quatorze, vinte e um e vinte e oito dias de armazenamento e em ovos frescos e armazenados em geladeira com temperatura média de 10°C nos tempos de zero, quatorze, vinte e oito e quarenta e dois dias de armazenamento.

Para obtenção do ovo processado os ovos foram coletados separadamente por tratamento e repetição durante três dias e acondicionados em sacos de ráfia, em seguida foram cozidos por 12 minutos banho de água fervente a 97,6 °C e contendo cal virgem que auxilia a afinar a casca do ovo e facilita o momento do descasque, durante o período de cozimento a cada dois minutos realizava-se a centralização da gema do ovo com movimentos semi rotativos do cesto em 180°. Após o cozimento os ovos foram imersos em banho de água fria a temperatura ambiente por cinco minutos e descascados em sistema automatizado, por fim foram embalados em baldes contendo solução conservante a base de ácido cítrico, benzoato de sódio e cloreto sódio comum e armazenados em câmara fria a 4°C Figura 1.6.

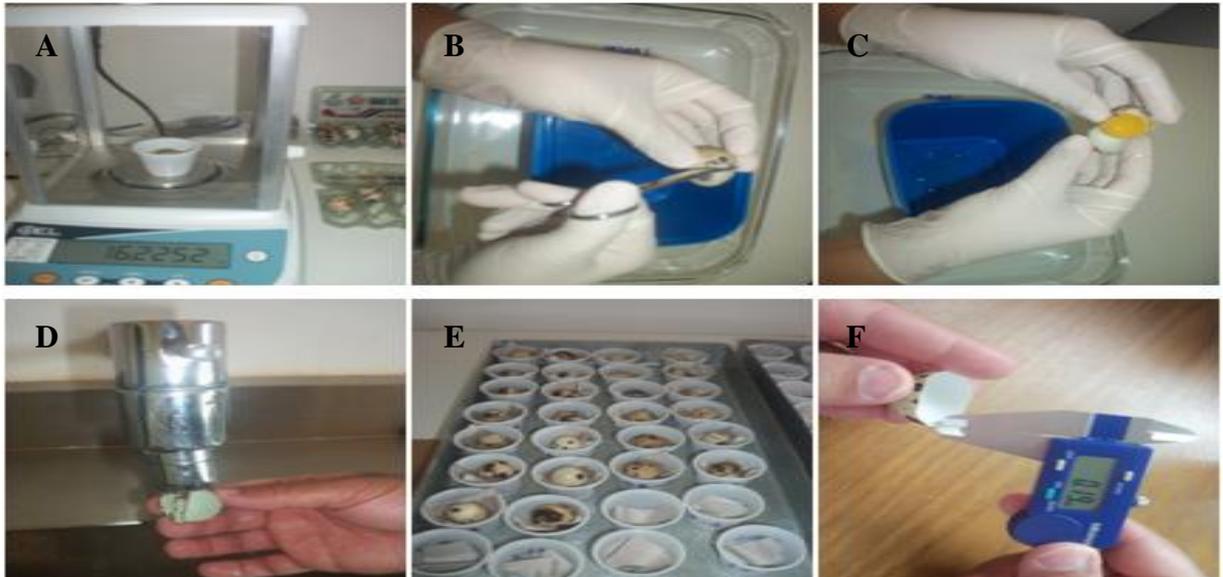


Figura 1.5. Análises de qualidade física do ovo: A (pesagem do ovo inteiro), B (corte da casca) C (separando os constituintes do ovo), D (lavagem da casca do ovo), E (secagem da casca do ovo em temperatura ambiente), F (aferindo a espessura de casca).

Fonte: arquivo pessoal



Figura 1.6. Processamento e conserva de ovos para análises de oxidação: A (amostras individuais por repetição), B (início do cozimento), C (centralização da gema), D (descasque automático), E (solução conservante) e F (ovos em conserva).

Fonte: Arquivo pessoal

As análises de TBARs foram realizadas segundo adaptação da metodologia descrita por Vyncke (1970) onde tomou-se o peso de 2,5 gramas de amostra de um pool de gema de três ovos, em seguida acrescentou-se 12,5 ml de ácido tricloroacético a 7,5 %, homogeneizou-se por dois minutos em equipamento Turrax a 13.300 rpm, filtrou-se em papel filtro qualitativo, a partir do filtrado tomou-se duas alíquotas do filtrado de cada amostra e

acrescentou-se 2,5 ml de ácido Tiobarbitúrico a 1%, emergindo as amostras por 40 minutos em banho-maria fervente, em seguida resfriou-se as amostras por 15 minutos a temperatura ambiente e por fim determinou-se a proporção de malonaldeído e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico por espectrofotometria a 539 nm (Figura 1.7).

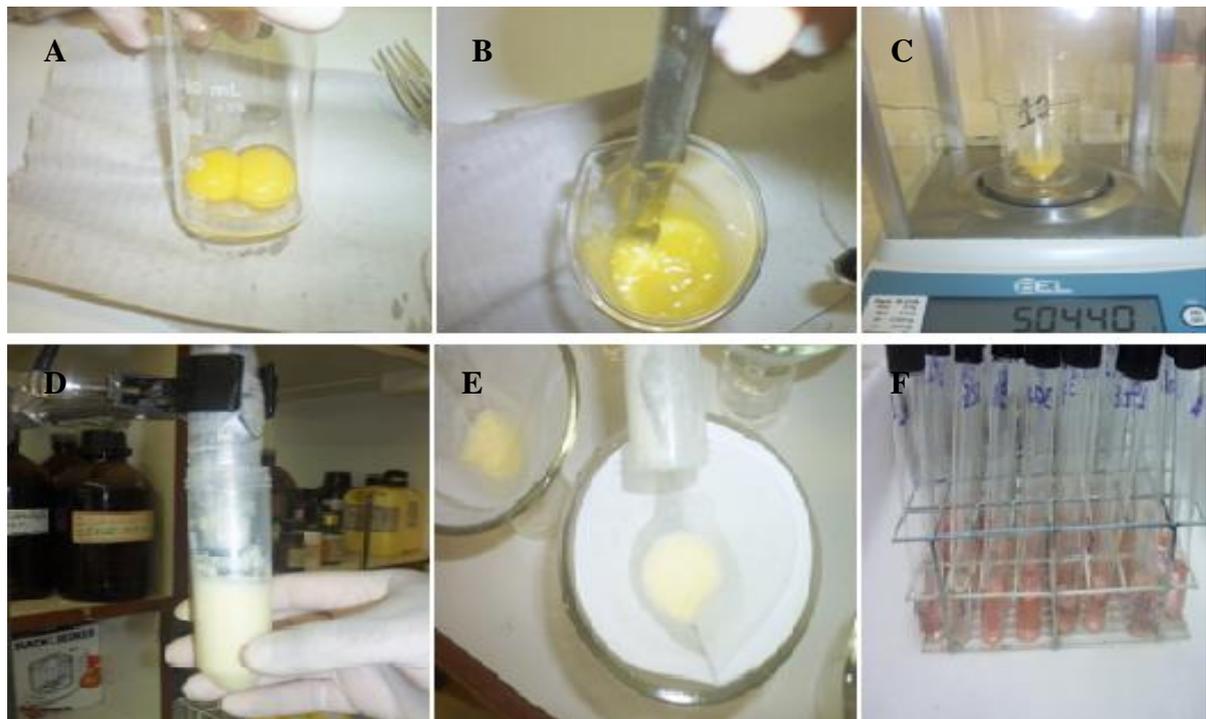


Figura 1.7: Análise de oxidação: A (separação das gemas), B (pool de três gemas), C (pesagem da amostra), D (mistura da amostra mais o ácido tricloroacético), F (filtragem da amostra) e F (reação da amostra com ácido tiobarbitúrico após fervura).

Fonte: Arquivo pessoal.

Para análise estatística foi utilizado o programa computacional SAS (2000), avaliando os dados de desempenho, produção e qualidade física do ovo, com teste de comparação de médias Student Newman Keuls (SNK) a 5% de significância e oxidação com Duncan a 5% de significância.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As médias de consumo total em (kg), consumo ave dia em (kg), conversão alimentar (kg) de ração ingerida por (kg) de ovo produzido e conversão alimentar (kg) ração consumido por dúzia de ovos produzidos em relação à fonte de óleo utilizadas estão apresentado na Tabela 1.3.

Tabela 1.3. Dados de consumo total e individual em quilogramas, conversão alimentar por massa de ovo, ovos e por dúzia de ovos produzidos no ciclo de 14 dias

<b>Tipos de óleos</b>	<b>Consumo (ave/dia/kg)</b>	<b>CA (ração/ovo)</b>	<b>CA (ração/dúzia)</b>
<b>Soja</b>	37,2	2,80	0,49
<b>Girassol</b>	37,6	2,76	0,48
<b>CV</b>	6,61	9,11	8,32
<b>Valor P</b>			
<b>Ciclo</b>	0,0001	0,0001	0,0001
<b>Vit. E</b>	0,0275	0,3922	0,4883
<b>Óleo</b>	0,2206	0,1599	0,4029
<b>Ciclo x Vit. E</b>	0,0045	0,0066	0,0315
<b>Ciclo x Óleo</b>	0,5612	0,3167	0,3733
<b>Vit. E x Óleo</b>	0,1707	0,3549	0,1137
<b>Ciclo x Vit. E x Óleo</b>	0,6633	0,6711	0,9612

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

Abreviações, vit. E: vitamina E, CA: conversão alimentar, CV: coeficiente de variação, ciclo x vit. E: interação, ciclo x óleo: interação, vit. E x óleo: interação e ciclo x vit. E x óleo: interação.

Não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) para consumo individual de ração (kg/ave/dia) entre as fontes de óleo utilizadas. Ao alimentar codornas japonesas com dietas contendo óleo de girassol e papoula combinado ou separado não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) nos

valores de consumo alimentar entre as fontes de óleo utilizadas, contudo, o consumo de ração em codornas pode estar relacionado a fatores como, espécie, peso vivo e nível de energia da dieta (Midilli et al., 2009).

Já Móri et al. (2005) ao avaliar o desempenho de quatro grupos genéticos A, B, C e D de codornas europeias, alimentadas com dietas contendo óleo de soja, não foi detectado diferenças significativas ( $P>0,05$ ) no consumo de ração e as médias encontradas foram 37,26, 37,29, 38,11 e 37,82 respectivamente, que estão próximos aos achados do presente estudo.

Os resultados do presente experimento assemelham-se aos de pesquisas realizadas com inclusão de 3,4% de óleos de soja e girassol em dietas de poedeiras comerciais brancas, onde não foram observadas diferenças no consumo de ração 95,72 e 95,62 (kg/ave/dia) para o óleo de soja e girassol respectivamente (Oliveira et al., 2010). Entretanto a inclusão de óleo de soja nos níveis de 0, 2,5 e 5% em dieta de poedeiras pode-se verificar diferenças ( $P<0,05$ ) para o consumo de ração 126,89, 122,79 e 120,35 (kg/ave/dia) entre os tratamentos com respectivas valores de médias 126,89, 122,79, e 120,35 g/ave/dia respectivamente, demonstrando declínio da ingestão conforme incremento do nível de inclusão de óleo (Faitarone, 2010).

Ao adicionar óleo de soja e canola nos níveis de 0, 1, 2 e 3% na dieta de poedeiras semi pesadas, Costa et al. (2008) não observaram efeito ( $P>0,05$ ) do tipo do óleo sobre o consumo de ração .

Não houve diferenças significativas no consumo de ração de poedeiras comerciais *Hy-line* alimentadas com dietas contendo 0, 10 e 20% de substituição da dieta basal por grão de milho seco e destilado e suplementada com 0 e 200 mg/kg de vitamina E, (Jiang et al., 2013). Efeitos ( $P>0,05$ ) semelhantes foram observados ao alimentar codornas japonesas com dietas suplementadas com 250 (mg/kg) vitamina E e licopeno, separados ou combinados, sobre o consumo de ração (Sahin et al., 2006).

Interações significativas entre ciclos de produção ( $P=0,0001$ ) e níveis de vitamina E ( $P=0,0275$ ), bem como entre si ( $P=0,0045$ ) para os dados de consumo de dieta (Kg/ave/dia) estão expostos na Tabela 1.4.

Tabela 1.4. Ciclo de produção e níveis de vitamina E para o consumo total (kg) e consumo em (g/ave/dia)

Vit. E	Ciclo de produção					CV	Valor de P
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo		
<b>0</b>	39,0AB	40,6ab	37,7B	33,2bC	34,3bC	7,60	<0,0001
<b>100</b>	41,2A	42,0a	35,6B	36,0aB	36,4aB	6,55	<0,0001
<b>200</b>	39,3A	40,6ab	36,1B	35,0abB	34,4Bb	6,17	<0,0001
<b>400</b>	38,9A	39,2b	38,2A	35,9aB	34,3bC	5,96	<0,0001
<b>CV</b>	5,88	5,13	8,80	7,09	5,72		
<b>Valor de P</b>	0,082	0,0235	0,1647	0,031	0,0251		

Médias seguidas de letras minúscula diferentes na coluna diferem significativamente pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ). Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem significativamente pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ).

Houve efeito de interação do consumo individual (kg/ave/dia) e ciclo de produção, contudo foram identificadas diferenças ( $P<0,01$ ) entre os ciclos de produção. O consumo individual médio verificado nos ciclos 1, 2, 3, 4 e 5 de produção foram 39,6, 40,6, 36,9, 35,0 e 34,8 (kg), respectivamente, demonstrando um declínio numérico e progressivo no consumo das aves a partir do segundo ciclo de produção. Por outro lado, Güçlü et al.(2008) ao avaliar codornas japonesas com 84 dias de idade, alimentadas com dietas contendo inclusão de 4% de óleo de girassol, gergelim, milho, peixe, soja, oliva, algodão e avelã não constatarem diferenças ( $P>0,05$ ) no consumo alimentar.

Resultados semelhantes foram observadas por Oliveira et al. (2010) que trabalharam com poedeiras comerciais jovens com 20 semanas de idade e velhas com 54 semanas de idade, alimentadas com dietas contendo 3,4% de óleo de soja girassol e linhaça, verificaram que as quanto mais velhas as aves maior a proporção de ração a ser consumida. Em contra partida, a utilização de poedeiras comerciais das linhagens leves (*Lohmanne*) semipesadas (*Lohmann Brow*), alimentadas com dietas contendo óleo vegetal no período de 34 a 50 semanas de idade, apresentaram diferenças no consumo de ração ( $P<0,01$ ) relacionado ao peso das aves, de modo que as aves mais leves consumiram mais ração 122,0 (g/ave/dia) que o grupo de aves semipesadas 112,5 (g/ave/dia) (Sá et al., 2007). O nível de energia da dieta constitui um fator regulador da ingestão de nutrientes, a quantidade de energia metabolizável depende das necessidades das aves, do estado fisiológico, postura, crescimento, peso corporal, manutenção e do ambiente de criação (Barreto et al., 2007).

O consumo voluntario pode ser inibido ou incentivado de acordo com a fonte de óleo utilizada, Santos (2005) ao alimentar poedeiras com dietas contendo 4% de óleo de

linhaça, soja e algodão, observou-se que as aves alimentadas com ração contendo óleo de linhaça reduziram o consumo comparado as que receberam dietas suplementadas com óleo de soja e algodão. Esta redução pode estar associado fatores intrínsecos do tipo de óleo utilizado e seu valor em energia metabolizável. Para Santos et al., (2004) os óleos de soja e linhaça apresentam valores semelhantes de energia metabolizável 9,870 e 9,560 kcal/kg respectivamente, outros autores associam a redução no consumo as características organolépticas do óleo (Almeida et al., 2009; Murakami et al., 2010). E ainda caracterizam o óleo de linhaça como tendo uma coloração alaranjada e o sabor levemente amargo (Araújo, 2007). Ao alimentar poedeiras *Hy-Line* com dietas contendo 2 e 4% de óleo de soja, linhaça e algodão Santos et al. (2009) relataram que as aves alimentadas com dietas contendo 4% e linhaça apresentaram consumo reduzido em relação as demais e maior quantidade de fezes líquidas durante o período experimental, os autores ainda observaram que nas primeiras semanas houve a formação de uma massa alimentar aderente no bico das aves, possivelmente devido a mucilagem presente na linhaça que provocou uma redução da habilidade da ave em se alimentar.

Para as interações que ocorreram entre os níveis de vitamina E e consumo individual (kg/ave/dia), foram observadas diferenças ( $P < 0,02$ ) somente para os ciclos 2, 4 e 5 de produções (Figura 1.8). No segundo ciclo de produção, os níveis 0, 100 e 200 ppm/kg de vitamina E apresentaram valores superiores de consumo em relação ao nível 400 ppm/kg, já no quarto ciclo as aves sem suplementação e com suplementação de 200 ppm/kg de vitamina E consumiram menos em relação aos demais níveis de suplementação e no quinto ciclo de produção o nível de 100 ppm/kg de vitamina E se mostrou superior quanto à ingestão de alimentos, esse comportamento sugere que as oscilações de consumo entre as aves possa estar vinculada a outros fatores como idade, temperatura, fonte e níveis de energia e não somente a vitamina E.

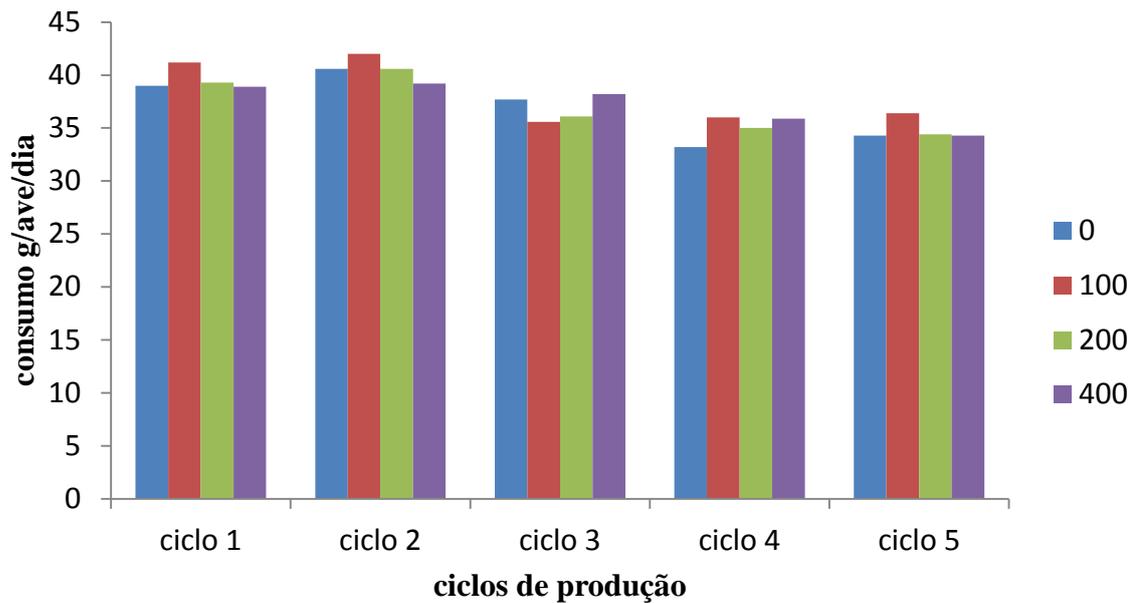


Figura 1.8. Consumo individual (kg/ave/dia) em relação aos níveis de vitamina E no decorrer do ciclo de produção.

A inclusão de 250 mg/kg vitamina E (acetato dl- $\alpha$ -tocoferol) na dieta de codornas japonesas não afetou significativamente o consumo de alimentar das aves (Sahin et al., 2006). Estudos têm demonstrado relações consistentes da suplementação dietética da vitamina E, que além participa de vários processos biológicos como, respiração celular, agregação plaquetária, resistência imunológica e eliminação de radicais livres, ainda alivia os efeitos do estresse por calor, minimizando os prejuízos causados no desempenho produtivo de aves de postura, devido a redução no consumo de alimentar (Bollengier-lee et al.(1998);N-Sahin & Kucuk (2001)).

Experimentos realizados com a suplementação 250 e 500 mg/kg vitamina E na dieta, possibilitou efeitos crescentes significativos ( $P=0,01$ ) no consumo alimentar e melhoras na eficiência alimentar ( $P=0,01$ ) de codornas japonesas submetidas ao estresse por calor a 34 °C(Sahin et al., 2002), pois a temperatura termoneutra de conforto para obtenção de bons resultados de produção em codornas fica em torno de 18 a 22°C (Ensminger et al., 1990). Sendo assim, a suplementação de 250 mg/kg tem sido indicado como ideal para amenizar os efeitos adversos do estresse por calor ao reduzir a formação de radicais livres e melhorar a permeabilidade de membranas de aves poedeiras antes, durante e após a elevação das temperaturas (Bollengier-Lee et al., 1999).

A inclusão de 3% de óleo de soja e girassol na dieta de codornas europeias com 157 dias de idade na presente pesquisa, não resultou em efeitos significativos da fonte de óleo sobre a conversão alimentar (CA) (kg ração/kg de ovo e Kg ração/dúzia de ovos), com valores médios de 2,78 kg/kg e 0,48 kg/dz, respectivamente (Tabela 1.2). Dados semelhantes foram verificados em trabalhos realizados com codornas europeias dos 60 a 150 dias de idade para conversão alimentar (kg ração/kg ovo e kg ração/dúzia) de 2,44 kg/kg e 0,48 kg/dz, respectivamente (Guimarães et al., 2014). Os dados de Shain et al. (2006) corroboram com os achados anteriores, pois ao utilizar suplementação de 250 mg/kg vitamina E (acetato de dl- $\alpha$ -tocoferol) na dieta de codornas japonesas, não se observou efeitos ( $P>0,05$ ) da ação da vitamina E sobre a conversão alimentar (g ração/g ovo), sendo as médias de conversão do grupo controle e do grupo suplementado com vitamina E de 2,57 g/g e 2,64 g/g respectivamente.

Pesquisas realizadas com codornas japonesas alimentadas com dietas contendo 4% de óleo de girassol, gergelim, milho, peixe, soja, oliva, algodão e avelã não constataram diferenças ( $P>0,05$ ) na conversão alimentar kg ração/kg ovo (Güçlü et al., 2008).

Entretanto, valores de CA são divergentes, pois em pesquisas realizadas com codornas europeias alimentadas com dietas isoenergética contendo óleo de soja, não se constatou efeitos ( $P>0,01$ ) sobre conversão alimentar das aves, sendo que as mesmas apresentaram um valor médio de conversão alimentar de 0,402 kg/dúzia (Barreto et al., 2007). Já em experimentos realizados com codornas europeias de 42 dias de idade, alimentadas com dietas contendo óleo de soja, os autores não observaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para conversão alimentar por dúzia de ovos, sendo o valor médio encontrado de 0,590 kg ração/dúzia de ovos (Móri et al., 2005).

A conversão alimentar (kg) de ração por dúzia de ovos obtiveram interação significativa entre ciclos de produção ( $P=0,0001$ ) e os níveis de vitamina E ( $P=0,0315$ ) e estão demonstrados na Tabela 1.5.

Tabela 1.5. Ciclo de produção e níveis de vitamina E para conversão alimentar de (kg)ração/dúzia de ovos

<b>CA por dúzia de ovos</b>							
<b>Níveis Vit. E</b>	<b>Ciclo 1</b>	<b>Ciclo 2</b>	<b>Ciclo3</b>	<b>Ciclo 4</b>	<b>Ciclo 5</b>	<b>CV</b>	<b>Valor de P</b>
<b>0</b>	0,51B	0,55A	0,49B	0,44C	0,45cB	9,69	<0.0001
<b>100</b>	0,51A	0,53A	0,46B	0,45B	0,48bA	7,82	<0.0001
<b>200</b>	0,51A	0,53A	0,47B	0,44C	0,44bB	7,90	<0.0001
<b>400</b>	0,50AB	0,52A	0,50AB	0,47BC	0,46cB	7,36	0,0013
<b>CV</b>	6,53	8,07	11,33	7,35	6,93		
<b>Valor de P</b>	0,6214	0,2768	0,1954	0,1033	0,0196		

Médias seguidas de letras minúscula diferentes na coluna diferem significativamente pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ). Médias seguidas de letras maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ).

Houve interação entre níveis de vitamina E e os ciclos de produção sobre os valores de conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos, apontando efeitos significativos no quinto ciclo de produção ( $P>0,05$ ), onde o nível de 100 ppm/kg de vitamina E apresentou o pior valor de conversão em relação aos demais. No entanto, os níveis de vitamina E apresentaram efeitos significativos entre si dentro dos ciclos de produção porem instáveis. Pode-se observar redução nos valores de conversão em todos os níveis de vitamina E no terceiro, quarto e quinto ciclo de produção, apontado melhores resultados com a utilização de 0, 200 e 400 (ppm/kg) de vitamina E. Contudo, as melhoras na conversão podem ter sido acentuadas devido a suplementação de vitamina E e ainda estar associadas idade das aves que com o passar do tempo reduziram o consumo de ração (Figura 1.5) e manteve a produção.

Os resultados das variáveis de produção total de ovos em 14 dias, produção em porcentagem, produção ovo ao dia, produção em dúzias, produção total em (kg), massa de ovo em (kg) e conversão alimentar (kg ração/maça de ovo) estão expressos na Tabela 1.6.

Tabela 1.6. Parâmetros de produção de ovos em porcentagem, produção por dia, produção por dúzias, produção em quilogramas e a produção em massa de ovos e conversão alimentar da ração

Níveis de Vit. E	Produção (%)	Produção (dúzias/ciclo)	Produção (kg/ciclo)	Massa de ovos (kg)	Ca (Kg ração/kg massa)
0	91,07	5,31	0,91b	0,84b	3,14
100	93,78	5,47	0,97a	0,91a	2,95
200	92,64	5,40	0,94b	0,87ab	3,00
400	91,04	5,31	0,93b	0,85b	3,10
Soja	91,26b	5,32b	0,93b	0,85b	3,10
Girassol	93,01a	5,42a	0,95a	0,89a	2,99
Ciclo 1	93,42	5,44	0,94	0,88	3,19ab
Ciclo 2	91,22	5,32	0,96	0,88	3,31a
Ciclo 3	91,99	5,36	0,94	0,87	3,00bc
Ciclo 4	92,73	5,40	0,94	0,87	2,83c
Ciclo 5	91,31	5,32	0,93	0,85	2,91c
CV	7,17	7,17	8,43	14,49	16,03
Ciclo	0,4215	0,4215	0,5037	0,8656	0,0001
Vit. E	0,0672	0,0672	0,0028	0,0106	0,1219
Óleo	0,0417	0,0417	0,0167	0,0154	0,0762
Ciclo x Vit. E	0,8425	0,8425	0,8619	0,9155	0,2356
Ciclo x óleo	0,8451	0,8451	0,8251	0,8230	0,4976
Vit. E x óleo	0,8420	0,8420	0,8124	0,8385	0,4465
Ciclo x Vit. E x óleo	0,9248	0,9248	0,5972	0,7637	0,7272

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ). Vit. E: vitamina E, CA: conversão alimentar, CV: coeficiente de variação, ciclo x vit. E: interação, ciclo x óleo: interação, vit. E x óleo: interação e ciclo x vit. E x óleo.

Os níveis de vitamina E e as fontes de óleo utilizadas, provocou efeitos ( $P < 0,05$ ) na massa de ovos, onde o nível de 100 e 200 (ppm/kg) de vitamina E e o óleo de girassol apresentaram valores superiores aos demais. Ao avaliar a produção e qualidade de ovos de quatro grupos genéticos A, B, C e D de codornas europeias alimentadas com dietas contendo óleo de soja, foram identificadas diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) para massa de ovos com as respectivas médias 11,10; 11,32; 10,56 e 10,30 (g) (Móri et al., 2005). Por outro lado, ao comparar o desempenho produtivo de codornas europeias e japonesas, pesquisas demonstraram que as codornas europeias produzem ovos com maior massa 11,7 g/ave/dia em

comparação às codornas japonesas 10,6 g/ave/dia, observando efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da linhagem em relação à massa de ovos (Guimarães et al., 2014). Para experimentos realizados com diferentes níveis de energia metabolizável 2,850, 2,950 e 3,050 kcal/kg para codornas japonesas, não foram constatados efeito significativo ( $P > 0,05$ ) sobre a massa de ovos 9,00 g/ave/dia (Pinto et al., 2002). Em contrapartida, estudo realizado com diferentes densidades de alojamento e diferentes níveis crescentes de energia metabolizável para codornas japonesa estabelece um valor inferior de massa de ovos 6,50 g/ave/dia (Lopes et al., 2006).

Houve diferenças significativas das fontes de óleo utilizadas sobre a porcentagem de produção de ovos, onde valores maiores foram obtidos com o óleo de girassol. Pesquisas realizadas com codornas japonesas alimentadas com dietas contendo 4% de óleo de girassol, gergelim, milho, peixe, soja, oliva, algodão e avelã, não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para produção de ovo, com valores médios de 81,0; 81,4; 80,4; 80,2; 90,6; 84,3 e 83,2 (%) respectivamente, embora sem efeitos significativos os óleos de oliva, algodão e avelã apresentaram valores superiores de produção (Güçlü et al., 2008)

A suplementação com diferentes níveis de vitamina E não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a porcentagem de produção de ovos. Ao avaliar o desempenho produtivo de dois grupos genéticos de codornas europeias com 40 dias de idade, alimentadas com dietas contendo 4% óleo de soja, Costa et al. (2008) não verificaram diferenças ( $P > 0,05$ ) para produção de (ovo/ave/dia e ovo/ave alojada) com médias de 74,99 e 72,29%, respectivamente. Adicionalmente Móri et al. (2005) ao analisar a produção e qualidade de ovos de quatro grupos genéticos de codornas europeias com 42 dias de idade, alimentadas com dietas contendo óleo de soja, também não detectaram diferenças ( $P > 0,05$ ) para produção de ovos com média de 82,27%.

Pesquisas realizadas por Sahin et al. (2002) com codornas japonesas submetidas ao estresse por calor de 34°C e alimentadas com dietas contendo óleo vegetal e suplementadas com 0, 125, 250 e 500 mg/kg de vitamina E, demonstraram que os níveis de 250 e 500 mg/kg melhoraram significativamente ( $P = 0,001$ ) a produção de ovos 68, 75, 83, 87 (%) respectivamente. Em estudos anteriores a inclusão de 500 mg/kg vitamina E na dieta de poedeiras comerciais aumentou a produção de ovos em até 7% nas aves estressadas em período de quatro semanas (Bollengier-lee et al., 1999).

Contudo, ao comparar o desempenho produtivo de codornas europeias e japonesas, com 45 dias de idade, pesquisas demonstraram superioridade da linhagem japonesa na produção de ovos com média de 79,8% em comparação a linhagem europeia 71,5%,

indicando que houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) da linhagem em relação ao número de ovos postos no período (Guimarães et al., 2014).

Por outro lado ao utilizar dietas contendo 20% de semente de linhaça, 6% de óleo de canola ou a combinação entre eles e acrescidos de suplementação de 0, 100 e 200 UI/kg de vitamina E para poedeiras da linhagem *Babcock*. Foi constatado que a dieta contendo 20% de linhaça provocou significativa redução na produção de ovos, que pode ser atribuída a presença de fito estrógenos na semente da linhaça que podem alterar a regulação hormonal das aves (Pita et al., 2004).

Ao realizar pesquisas com poedeiras *Hy-line* alimentadas com dietas contendo óleo de soja e peixe e suplementadas com 0 e 200 mg/kg de vitamina E, se evidenciou melhoras significativas ( $P>0,05$ ) na produção de ovos das aves que receberam dietas suplementadas em relação as não suplementadas (Jiang et al., 2013). Outras pesquisas utilizando codornas japonesas alimentadas com dietas contendo 2% de óleo vegetal suplementada com (250 mg/kg) de vitamina E, confirmaram a melhora ( $P>0,05$ ) na produção de ovos (Sahin et al., 2006).

Trabalhos realizados com a produção de ovos de codornas japonesas demonstram uma taxa de postura de 84,57% (Oliveira et al., 1999). Adicionalmente outros estudos realizados com diferentes densidades de alojamento e diferentes níveis de energia metabolizável para codornas japonesas estabeleceram valores de produção inferiores em torno de 67,30% de postura (Lopes et al., 2006). Na presente pesquisa a taxa de postura apresenta valores superiores em torno de 92,12%.

A conversão alimentar (kg ração/massa ovo) apresentou diferença ( $P<0,05$ ) e a ordem dos resultados demonstram melhoras na conversão com o passar do tempo e avançar da idade das aves. Adicionalmente pesquisas realizadas com codornas europeias, alimentadas com dietas contendo 4% óleo de soja, não houve diferenças estatísticas ( $P>0,05$ ) para conversão alimentar por massa de ovos (kg/kg) com média 3,362 (Costa et al., 2008).

Na avaliação da produção e qualidade de ovos de quatro grupos genéticos de codornas europeias alimentadas com dietas contendo óleo de soja, não foram observadas quaisquer ( $P>0,05$ ) para conversão alimentar por massa de ovos (kg/kg) com média de 3,86 kg/kg (Móri et al., 2005).

Os valores médios referentes à avaliação dos parâmetros de qualidade física como peso do ovo (g), albúmen (g), casca (g) e espessura de casca em (mm) e peso absoluto de albúmen (%) e casca (%) estão expostos na Tabela 1.7.

Tabela 1.7. Qualidade física do ovo, peso do ovo, gema, albúmen e casca (g), espessura de casca porcentagem de albúmen e de casca (%)

Níveis de Vit. E	Ovo (g)	Albúmen (g)	Casca (g)	Espessura (mm)	Albúmen (%)	Casca (%)
<b>0</b>	14,47b	8,95	1,06	18,35	61,82	7,37ab
<b>100</b>	14,88a	9,15	1,08	18,06	61,48	7,29b
<b>200</b>	14,58b	8,95	1,09	18,29	61,47	7,49a
<b>400</b>	14,72ab	9,08	1,07	18,02	61,56	7,28b
<b>Soja</b>	14,61	9,00	1,07	18,00b	61,60	7,34
<b>Girassol</b>	14,72	9,06	1,08	18,36a	61,57	7,37
<b>Ciclo 1</b>	14,40c	8,94b	0,92c	17,39cd	62,01a	6,43d
<b>Ciclo 2</b>	15,06a	9,29a	1,00b	17,61c	61,70a	7,25c
<b>Ciclo 3</b>	14,75b	9,13a	1,07b	19,03b	61,97a	7,32bc
<b>Ciclo 4</b>	14,58bc	8,87b	1,08b	17,02d	61,17b	7,47b
<b>Ciclo 5</b>	14,61bc	8,92b	1,21a	19,86a	61,08b	8,33a
<b>CV</b>	4,22	4,79	6,73	6,35	1,85	6,01
<b>Valor de P</b>						
<b>Ciclo</b>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
<b>Vit. E</b>	0,0026	0,0275	0,2668	0,3155	0,2964	0,0324
<b>Óleo</b>	0,1525	0,3192	0,1964	0,0158	0,7957	0,5957
<b>Ciclo x Vit. E</b>	0,0986	0,3956	0,9857	0,9359	0,8902	0,9724
<b>Ciclo x óleo</b>	0,7152	0,9360	0,8869	0,3758	0,4295	0,8866
<b>Vit. E x óleo</b>	0,5347	0,7586	0,2952	0,2102	0,0962	0,0546
<b>Ciclo x Vit. E x óleo</b>	0,4604	0,5845	0,3265	0,9593	0,7328	0,3631

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

Abreviações, vit. E: vitamina E, CV: coeficiente de variação, ciclo x vit. E: interação, ciclo x óleo: interação, vit. E x óleo: interação e ciclo x vit. E x óleo: interação.

Com a utilização de níveis crescentes de vitamina E na dieta de codornas europeias, o peso do ovo (g) e a porcentagem de casca (%) apresentaram diferenças significativas, o peso do ovo apresentou melhoras ( $P < 0,05$ ) com a utilização de 100 e 400 ppm/kg de vitamina E em comparação aos demais níveis. Entretanto, na quanto ao peso relativo da casca (%) aconteceu o inverso, as melhoras estão relacionadas aos níveis 0 e 200 ppm/kg de vitamina E na dieta, demonstrando diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) nessa variável. A média de peso do ovo encontrada na presente pesquisa foi de 14,66 g. Estudando a concentração de 250 de acetato de dl- $\alpha$ -tocoferol/kg na dieta de codornas japonesas Sahin et al. (2006) não observaram efeitos ( $P > 0,05$ ) da vitamina E sobre o peso do ovos com média de 11,38 g.

As fontes de óleo utilizadas na presente pesquisa não apresentaram efeitos significativos sobre o peso do ovo. Em contrapartida Güçlü et al. (2008) observaram

diferenças significativas no peso de ovos 12,0; 11,5; 11,3; 11,7; 11,4; 12,0; 11,7 e 11,5 (g) de codornas alimentadas com dietas contendo 4% de óleo de girassol, milho, peixe, soja, gergelim, oliva, algodão e avelã respectivamente, contudo, os maiores pesos de ovos foram observados nos óleos de girassol, soja, oliva e algodão em relação aos demais.

Jaing et al.(2013) ao avaliar o desempenho de poedeiras *Hy-Line* alimentadas com dietas contendo óleo de soja e suplementada com 0 e 200 mg/kg de vitamina E não observaram efeitos ( $P>0,05$ ) dos níveis de vitamina E sobre o peso do ovo. No entanto Irandoust et al. (2012) utilizando maiores concentrações de vitamina E (10 vs. 250 UI/KG) para poedeiras *Hy-Line* alimentadas com dietas contendo óleo de soja refinado, óleo de soja reciclado e óleo de soja acidificado observaram o mesmo efeito e relação ao peso do ovo.

A porcentagem de cascas para os níveis 0 e 200 (ppm/kg) de vitamina E determinadas nesse estudo foram respectivamente 7,37 e 7,49 (%). Valores coerentes com os encontrados na literatura, foram mencionados por Guimarães et al. (2013) 7,93 e 8,01 (%) de casca de ovos de codorna japonesa e europeia respectivamente.

As fontes de óleos soja e girassol utilizado apresentaram efeito significativo sobre a espessura de casca 18,00 e 18,36 (mm) respectivamente. Entretanto, pesquisas anteriores estudando a inclusão de 4% de várias fontes de óleo girassol, milho, peixe, soja, gergelim, oliva, algodão e avelã, na dieta de codornas não constataram efeitos significativos na espessura de casca com média de 19,82 (mm) (Güçlü et al., 2008).

Os diferentes níveis de vitamina E suplementar não causou quaisquer efeitos sobre a espessura de casca concordando com os achados de Jiang et al. (2013) que suplementaram a dieta de poedeiras *Hy-Line* com níveis de 0 e 200 mg/kg de vitamina E, não detectaram influencias significativas dos níveis de vitamina E em relação ao peso e espessura da casca.

Foram detectadas diferenças significativas para variável peso do ovo em todos os ciclos de produção, com melhores resultados obtidos no segundo ciclo de produção, demonstrando que as aves independentes da idade mantiveram o padrão de peso do ovo. O peso e porcentagem de albúmen apresentaram diferenças significativas, sendo que os melhores pesos foram detectados no segundo e terceiro ciclo de produção 9,29 e 9,13 (g) respectivamente e a melhor porcentagem no primeiro, segundo e terceiro ciclo de produção 62,01, 61,7 e 61,97 (%) ciclo de produção. Os resultados estão próximos dos achados de Güçlü et al., (2008) e Móri et al., (2005) que relataram valores médios de 10,8 (g) e 61,97 (%) para peso e porcentagem de albúmen.

Entretanto (Jiang et al., 2013). ao realizar pesquisas com poedeiras *Hy-Line* alimentadas com dietas contendo 0 e 200 (mg/kg) de vitamina E a porcentagem de albúmen sofreu efeitos significativos dos níveis de vitamina E com médias de 59,3 e 58,3 respectivamente.

Ao avaliar o desempenho de codornas japonesas e europeias de 60 dias de idade Guimarães et al., (2013) identificaram diferenças significativas entre as espécies para o peso e porcentagem de albúmen, com valores de 6,70 e 7,32 (g) e 54,25 e 53,78 (%) respectivamente. Por outro lado, valores semelhantes aos da presente pesquisa foram encontrados por Costa et al., (2008) que ao utilizarem codornas europeias com 40 dias de idade não encontraram diferenças significativas ou numéricas no peso e porcentagem de albúmen 8,31 (g) e 62,41 (%) respectivamente.

Houve efeito do ciclo de produção sobre o peso relativo, porcentagem e espessura da casca, nota-se que o peso e porcentagem de casca sofreu melhoras significativas com o passar do tempo e o avançar da idade das aves, contudo os valores de espessura obtiveram mais variações em relação aos ciclos de produção, sendo os maiores valores observados no terceiro e quinto ciclo de produção. Os valores médios peso, porcentagem e espessura apresentadas pela presente pesquisa foram 1,06 (g), 7,36 (%) e 18,18 (mm) de casca respectivamente. Semelhantes aos encontrados por Móri et al. (2005) e Costa et al. (2008) 1,04 (g) e 7,86 (%) para peso e porcentagem de casca de ovos de codornas europeias. Concordando com os resultados Guimarães et al. (2013) trabalhando com codornas europeias, relataram valores 1,09 (g) e 8,01 (%) para peso e porcentagem de casca, no entanto os autores apresentaram valores superiores de espessura de casca em torno de 23,00 ( $\mu\text{m}$ ).

Os dados apresentados nessa pesquisa foram obtidos de codornas europeias com idade média de 157 dias. Estudos semelhantes realizados por Moura et al. (2010) indicam não haver efeitos das fontes e níveis de óleo sobre o peso do ovo 12,23 (g), peso do albúmen 7,12 (g), porcentagem de albúmen 59,01 (%), peso de casca 0,930 (g) e porcentagem de casca 7,78 (%) Murakami & Furlan (2002) e Pinto (2002). Sugerem que os índices das variáveis mencionadas são influenciados pela ingestão de diária de proteína com o objetivo de garantir suas exigências diárias de aminoácidos para produção de ovos.

No presente estudo houve efeito significativo dos ciclos de produção e interação significativa dos níveis de vitamina E x fonte de óleo sobre o peso e porcentagem de gema demonstrada na Tabela 1.8.

Tabela 1.8. Qualidade físicas do ovo, peso e porcentagem de gema

<b>Ciclos de produção</b>	<b>Gema (g)</b>	<b>Gema (%)</b>
<b>Ciclo 1</b>	4,54b	31,55a
<b>Ciclo 2</b>	4,67a	31,04ab
<b>Ciclo 3</b>	4,52b	30,69b
<b>Ciclo 4</b>	4,54b	31,35a
<b>Ciclo 5</b>	4,47b	30,58b
<b>CV</b>	5,54	3,58
	<b>Valor de P</b>	
<b>Ciclo</b>	0,0019	<.0001
<b>Vit. E</b>	0,0003	0,1710
<b>Óleo</b>	0,2462	0,9565
<b>Ciclo x Vit. E</b>	0,1991	0,8271
<b>Ciclo x óleo</b>	0,2402	0,2504
<b>Vit. E x óleo</b>	0,0232	0,0131
<b>Ciclo x Vit. E x óleo</b>	0,7453	0,8472

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ). Vit. E: vitamina E, CV: coeficiente de variação, ciclo x vit. E: interação, ciclo x óleo: interação, vit. E x óleo: interação e ciclo x vit. E x óleo: interação.

Houve diferenças significativas no ciclo de produção para o peso e porcentagem de gema. O peso da gema foi superior no segundo ciclo de produção, contudo, diminuiu e permaneceu constante com o passar do tempo até o fim da produção. O peso médio da gema foi em torno de (4,55 g). Já a porcentagem de gema porcentagem de gema sofreram variações frequentes, sendo que os maiores valores foram observados no primeiro, segundo e quarto ciclo de produção, demonstrando um comportamento instável dessa variável. Os valores médios de porcentagem de gema foram entorno de (31,04 %). Valores semelhantes foram encontrados por Moura et al. (2010) que embora sem diferenças significativas, demonstraram valores médios de (4,00 g) e (33,20 %) para o peso e porcentagem de gema em codornas europeias dos 76 aos 160 dias de idade. Por outro lado, Costa et al. (2008) determinaram valores inferiores para peso e porcentagem de gema em torno de (3,96 g) e (29,72%) respectivamente.

Trabalhos realizados com codornas japonesas e europeias com 60 dias de idade demonstraram efeitos ( $P < 0,05$ ) das espécies avaliadas sobre as variáveis de peso e porcentagem de gema com valores 4,34 e 4,73 (g) e 35,14 e 34,75 (%) respectivamente (Guimarães et al., 2013). Contudo, ao realizar pesquisas com codornas japonesas com cinco semanas de idade e alimentadas com dietas contendo óleo de soja, Lopes et al. (2006) não observaram diferença significativa para porcentagem de gema 28,83 (%) De acordo com Móri et al. (2005) a porcentagem de gema no ovo de codornas europeias é entorno de 29,93 (%).

Os dados de interação entre níveis de vitamina E e fontes de óleo para peso e porcentagem de gema estão apresentados na Tabela 1.9.

Tabela 1.9. Ciclo de produção e níveis de vitamina E para gema em gramas e valor percentual

<b>Gema (g)</b>						
<b>Tipos de óleo</b>	<b>Níveis Vitamina E</b>				<b>CV</b>	<b>Valor de P</b>
	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>		
<b>Soja</b>	4,46	4,54b	4,53	4,59	5,46	0,3253
<b>Girassol</b>	4,45B	4,75aA	4,49B	4,57B	5,98	<0,0001
<b>CV</b>	4,0895	6,6089	5,8594	5,9432		
<b>Valor de P</b>	0,8724	0,0096	0,5703	0,8384		
<b>Gema (%)</b>						
<b>Soja</b>	30,97	30,80b	31,13	31,25	3,70	0,4538
<b>Girassol</b>	30,61B	31,63aA	30,91B	31,04B	3,67	0,0079
<b>CV</b>	3,06	3,67	3,95	3,99		
<b>Valor de P</b>	0,1461	0,007	0,4832	0,5085		

Médias seguidas de letras minúscula diferentes na coluna diferem significativamente pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ). Médias seguidas de letras maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ).

Foram identificados efeitos significativos das fontes de óleo soja e girassol na inclusão de 100 ppm de vitamina E na dieta sobre o peso e a porcentagem de gema. Diferenças significativas foram observadas dentro do óleo de girassol em relação aos níveis de vitamina com valores superiores de ambos no nível 100 ppm de vitamina E em comparação aos demais. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2010) onde alimentando poedeiras jovens com 20 semanas de idade e velhas com 54 semanas de idade com dietas contendo 3,4% de óleo de soja e girassol, não detectaram efeitos significativos das fontes de óleo sobre a porcentagem de gema com valores médios de 22,76 e 22,52 (%) respectivamente,

Em experimento realizados com poedeiras *Hy-Line* com 36 semanas de idade, alimentadas com dietas contendo (10 vs. 250 UI/kg) de vitamina E, Irandoust et al. (2012) não constataram diferenças significativas no peso (28,2 (g)) e porcentagem de gema (40,5 (%)) em relação aos níveis de vitamina E utilizados. Para Güçlü et al.(2008) que trabalharam com 4% de diferentes fontes de óleo vegetal: girassol, milho, peixe, soja, gergelim, oliva, algodão e avelã, na dieta de codornas de 12 semanas de idade, observaram efeitos significativos das fontes de óleo sobre a porcentagem de gema (48,3; 48,5; 49,5; 47,0; 48,7; 45,5; 47,9 e 47,8 % respectivamente).

Nesta pesquisa o peso da gema foi em torno de 4,55 (g), sendo 71% mais pesado que o achado por Barreto et al. (2007) que encontraram um valor médio de peso da gema de 3,84 (g) ao alimentar codornas europeias na fase inicial de postura com dietas contendo óleo de soja.

Os dados de concentração de tetrametoxipropano (TMP) por 1000 (g) de gema de ovos cozidos e armazenados em camara fria a 4°C e avaliados nos tempos de 0, 7, 14, 21 e 28 dias estão demonstrados na Tabela 2.0.

Tabela 2.0. Concentração de Tetrametoxipropano (TMP) na gema de ovos de codornas processados em diferentes períodos de armazenamento

<b>Níveis Vit. E</b>	<b>TMP 0</b>	<b>TMP 7</b>	<b>TMP 14</b>	<b>TMP 21</b>	<b>TMP 28</b>
<b>0</b>	1,55	1,16	1,33	1,52	2,49a
<b>100</b>	1,53	1,17	1,12	1,29	1,83b
<b>200</b>	1,53	1,17	1,06	1,47	1,56b
<b>400</b>	1,53	1,17	1,05	1,36	1,26b
<b>Soja</b>	1,54	1,16	1,23	1,46	1,77
<b>Girassol</b>	1,53	1,17	1,05	1,36	1,81
<b>CV</b>	3,97	13,61	42,28	42,95	43,61
<b>Valor de P</b>					
<b>Vit. E</b>	0,8790	0,9973	0,4794	0,7931	0,003
<b>Óleo</b>	0,5825	0,9168	0,2250	0,6049	0,8628
<b>Vit. E x óleo</b>	0,8791	0,9974	0,4966	0,1491	0,5715
<b>TMP 28*</b>	Regressão linear				

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ). Abreviações, vit. E: vitamina E, CV: coeficiente de variação e vit. E x óleo: interação TMP: Tetrametoxipropano.

Houve efeito significativo dos níveis de vitamina E sobre a concentração de substancias reativas ao acido Tiobarbitúrico (TBARS) na gema do ovo somente aos 28 dias de armazenamento. Embora sem efeitos significativos dos níveis de vitamina E, as concentrações de Tetrametoxipropano (TMP) foram superiores no primeiro dia de armazenamento em que foi realizado o processamento térmico e a elevação da temperatura pode ter acelerado o processo de oxidação mantendo os valores de TMP superiores em relação ao sétimo e décimo quarto dia de estocagem. De acordo com dados da literatura a vitamina E por ser lipossolúvel e os ácidos graxos poli insaturados são sensíveis ao calor, luz e oxigênio, além disso, a vitamina E e pode ser parcialmente inativada ao reagir com radicais de peróxidos oriundos dos processos oxidativos, diminuindo assim sua concentração e atuação (Murcia et al., 1999).

Embora as concentrações de TMP na gema dos ovos tenham sido superiores em todos os níveis de vitamina E no dia do processamento, foram observadas reduções nos

sétimo e décimo quarto dia de estocagem, mas a partir do vigésimo primeiro dia de armazenamento as concentrações de TMP voltaram a se elevar até 28 dias de estocagem, podendo-se observar efeitos de regressão linear  $y = -0,00288x + 2,2945R^2 = 0,868$  (Figura 1.9).

Não foram detectadas influencias significativas das fontes de óleo soja e girassol sobre a concentração de TMP. De acordo com Galobart et al. (2001) ao avaliarem o processo de oxidação lipídica da gema de ovos enriquecidos com ácidos graxos ômega 3 e 6 fresco, processados e armazenados, oriundos de aves alimentadas com dietas suplementadas de vitamina E, constataram efeitos significativos das fontes de óleo linhaça e girassol nas concentrações de MDA com valores médios de 341,81 e 233,37 mg MDA/g de gema, dos tempo 0, 6 e 12 meses de estocagem 293,64; 347,4 e 221,74 mg MDA/g de gema e dos níveis 0 e 200 mg/kg de vitamina E 358,26 e 216,90 mg MDA/g de gema, elucidando assim, a importância da inclusão de 200 mg de  $\alpha$ -tocoferol/kg a dieta para reduzir os processos oxidativos em ovos enriquecidos com PUFAS submetidos ao processamento térmico

Ao avaliar a oxidação lipídica da gema de ovos frescos estocados a 4°C oriundos de poedeiras comerciais *Dekalb Brown* alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas 2,4% de óleo de soja, 9% semente de girassol, 5% farinha de carne e ossos e 1,6% sebo bovino, Pereira et al. (2011) observaram interações significativas entre a fonte de lipídio e o tempo de estocagem nas concentrações de malonaldeídos (MDA), nos períodos de armazenamento 0; 30 e 60 dias com valores médios em torno de 0,52; 0,71 e 0,90 (mgMDA/kg) respectivamente.

Pesquisas realizadas com gemas de ovos de galinha e pata, processados e estocados a 4°C, apresentaram valores médios em torno de 0,60 e 0,85 mg MDA/kg de gema respectivamente, já nos ovos de galinha seco a 40 °C em estufa, cozidos com molho de óleo de soja, açúcar e sal os valores foram superiores em torno de 5,62 e 4,55 mg MDA/kg, os ovos de pata estocados em conserva a 25 °C aos 14 dias, 4 meses e 45 dias apresentaram valores médios de 2,12; 6,25 e 2,34 mg MDA/kg, demonstraram diferenças significativas entre as espécies e as diversas formas de processamento e período de armazenamento (Yang & Chen, 2001). Em contrapartida Lakins et al. (2009) avaliando os processos oxidativos de ovos submetidos ao processo de tratamento térmico em micro-ondas por 20 segundos armazenados aos 0; 15 e 30 dias em temperatura de 4 ° C, não detectaram diferenças significativas entre os tempos 15 e 30 de estocagem com valores médios em torno de 3,4; 6,4 e 5,5 mg MDA/kg de gema.

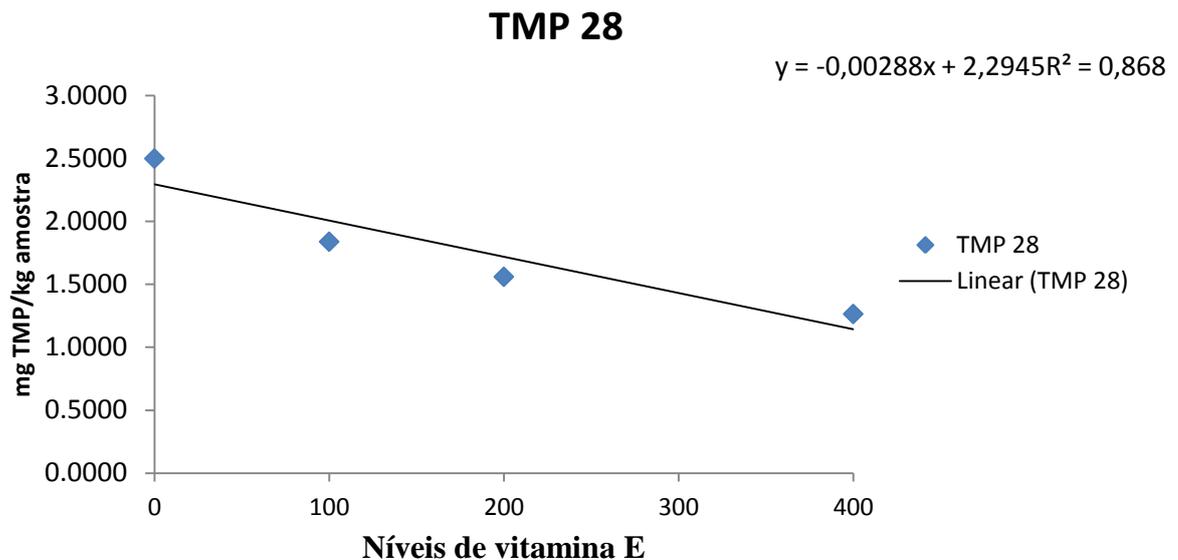


Figura 1.9. Concentrações de TMP de acordo com os níveis de vitamina E na gema de ovos processados e armazenado a 4°C aos 28 dias armazenamento.

Os valores das concentrações de tetrametoxipropano (TMP) por 100 (g) de gema de ovos frescos e armazenados em geladeira a 10 ° C avaliados nos tempos 0, 14, 28 e 42 dias estão demonstrados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Concentração de Tetrametoxipropano (TMP) na gema de ovos de codornas íntegros armazenados em geladeira, obtidos em diferentes períodos de armazenamento

Níveis Vit. E	TMP 0	TMP 14	TMP 28	TMP 42
<b>0</b>	0,66	0,82	0,97a	0,71a
<b>100</b>	0,66	0,85	0,91ab	0,71a
<b>200</b>	0,64	0,81	0,88b	0,65b
<b>400</b>	0,61	0,78	0,85b	0,67ab
<b>Soja</b>	0,67	0,91	0,82	0,68
<b>Girassol</b>	0,62	0,90	0,81	0,70
<b>Cv</b>	18,74	9,70	10,54	8,50
<b>Vit. E</b>	0,8285	0,3000	0,0246	0,056
<b>Óleo</b>	0,1857	0,6454	0,6430	0,2239
<b>Vit.E x óleo</b>	0,4626	0,2758	0,5246	0,6483
<b>TMP 28 e 42*</b>	Regressão linear			

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ( $P < 0,05$ ). Vit. E: vitamina E, CV: coeficiente de variação e vit. E x óleo: interação TMP: tetrametoxipropano.

Não houve diferenças significativas entre os níveis de vitamina E sobre as concentrações de TMP nas avaliações de ovos no primeiro dia e no décimo quarto dia de armazenamento, outras diferenças foram observadas em relação às fontes de óleo utilizadas

durante todo o período de estocagem. Contudo as concentrações de TMP se elevaram aos 28 dias de armazenamento e diminuíram aos 42 dias de estocagem, Em estudos anteriores com ovos frescos não se detectaram diferenças ( $P>0,05$ ) nos valores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico de gema de ovos enriquecidos com Omega 3 e 6 de poedeiras *Lohmann* alimentadas com dietas contendo 5% de óleo de linhaça e girassol e suplementadas com 0, 200 mg de vitamina E 0,34 e 0,40 mg MDA/g de gema (Galobart et al., 2001).

Como já mencionado no presente estudo as concentrações de TMP começaram a reduzir com 42 dias de armazenamento. A utilização de óleo de peixe e ácido linoleico conjugados na dieta de poedeiras *Leghorn*, revelaram efeitos significativos nos valores malonaldeído quando os ovos fresco foram estocados a 0, 20, 40 e 60 dias, os autores evidenciaram que a concentração de substâncias reativa ao ácido tiobarbitúrico se elevam até os 40 dias de estocagem em seguida começam a decrescer (Cherian et al., 2007). De acordo com Estebauer et al. (1991) o decréscimo nos produtos primários e secundários da oxidação, pode estar relacionado a reações dos malonaldeído com uma variedades de composto que o reduzem como o tiol, a enzima glutathione peroxidase na formação de tio-éster e ainda formação de aminos e iminos oriundos da digestão enzimática celular, impedindo-o de reagir com o ácido Tiobarbitúrico.

Por outro lado a utilização de 3 e 6% de óleo de canola e 10 e 20% de semente de linhaça separados ou combinados e ainda com suplementação de 0, 100 e 200 UI/kg de  $\alpha$ -tocoferol na dieta de galinhas poedeiras *Babcock*, causou efeitos significativos nos valores de malonaldeído presente na gemas dos ovos frescos em relação aos frescos armazenados a 25 ° C por 30 dias com valores médios de 0,109 e 0,165 mg MDA/g de gema respectivamente (Pita et al., 2008).

Na presente pesquisa os efeitos ( $P<0,05$ ) entre os níveis de vitamina E sobre a concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico podem ser observados aos 28 dias de armazenamento, onde nota-se regressão linear  $y = -0,00028x + 0,958$ ,  $R^2 = 0,858$  (Figura 2.0) de 0 ao 400 ppm/kg de vitamina E. Resultados semelhantes podem ser identificados aos 42 dias de estocagem, apresentando regressão linear  $y = -0,00011x + 0,7105$ ,  $R^2 = 0,493$  (Figura 2.1).

De acordo com Shahryar et al. (2010) os ovos enriquecidos com ácidos graxos ômega 3 e 6, de poedeiras *Hy-Line* alimentadas com dietas contendo 3,5% de óleo de peixe e girassol e suplementadas com 0, 60 e 120 mg/kg de vitamina E, frescos ou armazenados apresentaram diferenças significativas em relação as fontes de óleo 3,29 e 2,88 mg MDA/kg

de gema, para os tempos de estocagem 3,05; 3,05 e 5,88 e níveis de vitamina E 4,49; 3,64 e 3,17 mg MDA/kg de gema sobre os valores de malonaldeído.

Outros estudos realizados estabilidade oxidativa dos componentes lipídicos dos ovos de aves alimentadas com dietas contendo 10% de linhaça e suplementadas com 0; 50; 100 e 150 mg/kg de vitamina E e estocados a 4 °C por 0; 20; 40 e 60 dias demonstraram efeito significativo das dietas 0,29; 0,22; 0,14 e 0,11 mg MDA/kg de gema nos dias 0 e 60 de armazenamento sobre concentrações de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (Hayat et al., 2010).

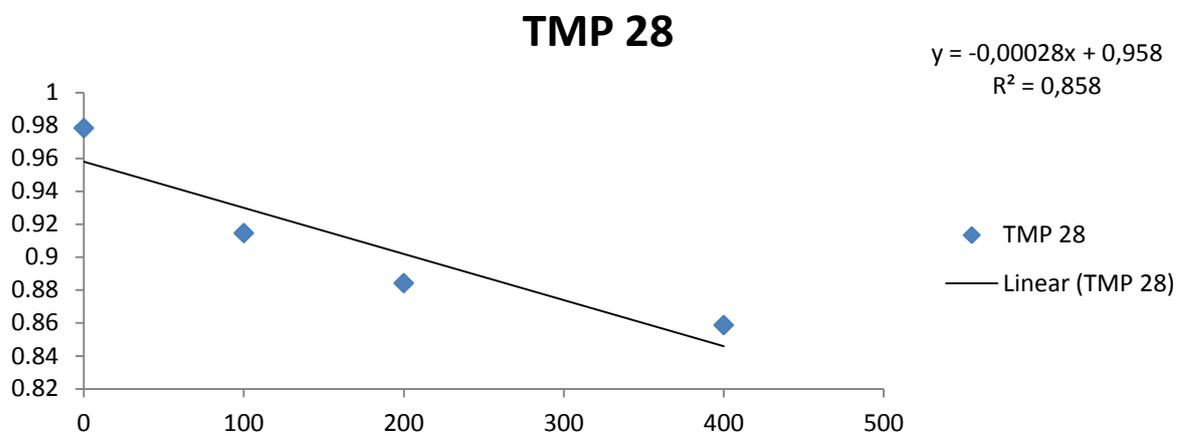


Figura 2.0. Concentrações de TMP de acordo com níveis de vitamina E na gema de ovos frescos e estocados aos 28 dias armazenamento.

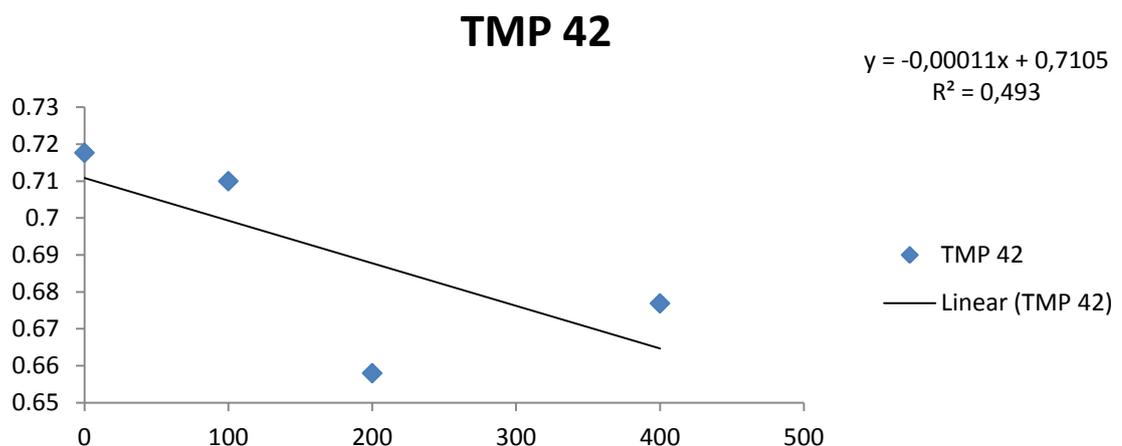


Figura 2.1. Concentrações de TMP de acordo com os níveis de vitamina E na gema de ovos frescos e estocados aos 42 dias de armazenamento.

Os dados de comparação entre os tempo de armazenamento, níveis de vitamina E e fontes de óleo utilizados para produção de ovos frescos e processados estocados sobre refrigeração estão demonstrados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2. Tempos de armazenamento, níveis de vitamina E e fontes de óleo das concentração de Tetrametoxipropano (TMP) na gema dos ovos frescos e processados

<b>Ovo cozido</b>	<b>Ovo Cozido</b>	<b>Ovo Fresco</b>
<b>Tempo 0</b>	1,53b	0,64d
<b>Tempo 7</b>	1,16c	-
<b>Tempo 14</b>	1,14c	0,81b
<b>Tempo 21</b>	1,41b	-
<b>Tempo 28</b>	1,79a	0,90a
<b>Tempo 42</b>		0,69c
<b>Vit. E 0</b>	1,61a	0,78a
<b>Vit. E 100</b>	1,39b	0,78a
<b>Vit. E 200</b>	1,36b	0,75ab
<b>Vit. E 400</b>	1,27b	0,73b
<b>Óleo soja</b>	1,41	0,76
<b>Óleo girassol</b>	1,40	0,76
<b>CV</b>	35,31	12,59
	<b>V (P)</b>	<b>V (P)</b>
<b>Tempo</b>	<0,0001	<0,0001
<b>Vit. E</b>	0,0025	0,01
<b>Óleo</b>	-	0,8154
<b>Tempo x Vit. E</b>	0, 0052	0,525
<b>Tempo x óleo</b>	0,755	0,2066
<b>Vit. E x óleo</b>	0,7377	0,4023
<b>Tempo x Vit. E x óleo</b>	0,2861	0,378

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

Abreviações, Vit. E: vitamina E, CV: coeficiente de variação, Tempo x Vit. E: interação, Tempo x óleo: interação Vit. E x óleo: interação e Tempo x Vit. E x óleo: interação TMP: Tetrametoxipropano.

Os dados obtidos de ovos cozidos apresentaram diferenças significativas entre os tempos de armazenamento e níveis de vitamina E, sendo que as maiores concentrações de TMP são observadas no tempo 28 de armazenamento. Os níveis de vitamina E não apresentaram efeitos significativos sobre as concentrações de TMP, contudo redução nos valores podem ser observados na (Figura 2.2), sugerindo a utilização mínima de 100 ppm de vitamina E para redução dos processos oxidativos e melhorar a qualidade dos ovos. De acordo com Pita et al, (2008) após o processamento térmico, nota-se aumentos significativos nos valores de TBARs 668,5 (mg MDA/kg de gema). Adicionalmente Halliwell et al. (1995) acrescentaram que o processamento térmico aumenta os danos oxidativos dos lipídeos

presente na gema dos ovos e ressalta que ao utilizar níveis crescentes de vitamina E pode-se observar redução nas concentrações de substâncias reativas ao TBARs.

Ao realizar pesquisas com ovos de poedeiras *White Leghorns* crus e submetidos a diferentes formas de processamento térmico como: em banho fervente por 3 e 10 minutos, aquecido em forno micro-ondas e frito, Mursia et al. (1999) observaram perdas significativas na concentração de tocoferol presente na gema, assim como menores concentrações PUFAS foram detectadas no ovos submetidos ao micro-ondas. De acordo com Pita et al. (2008) os ovos frescos ou frescos e armazenados por 30 dias apresentam diferenças significativas nas concentrações malonaldeído com valores médios em torno de 109,6 e 165,6 (mg MDA/kg de gema).

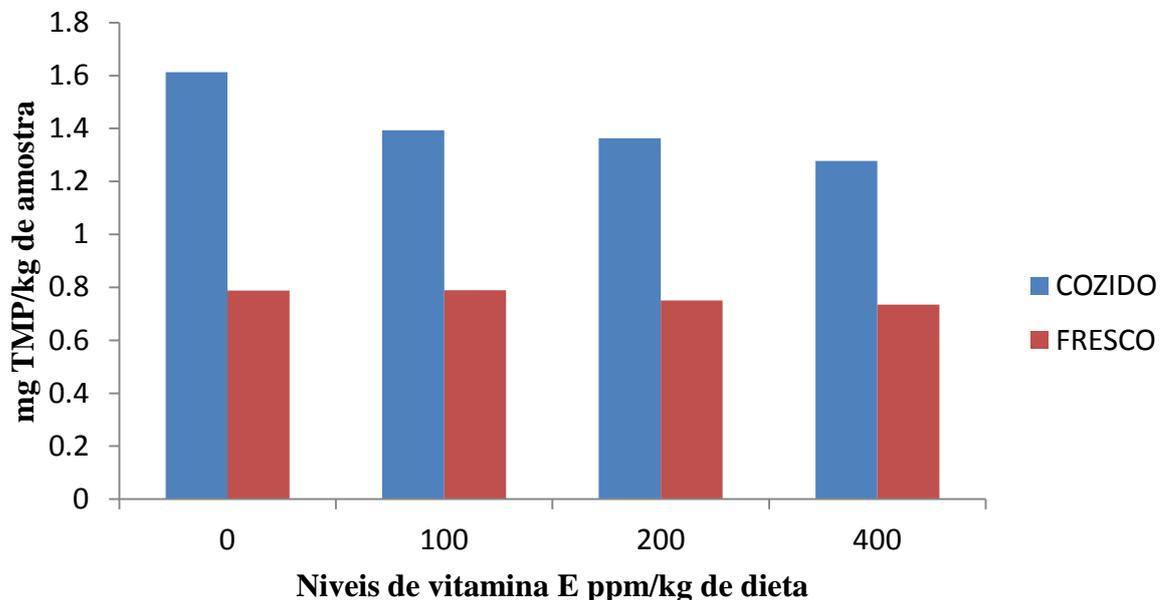


Figura 2.2. Concentrações de Tetrametoxipropano (TMP) de acordo com os níveis de vitamina E utilizados para ovo fresco e processados

Houve diferenças significativas no ovo fresco e estocado para os tempos de armazenamento e níveis de vitamina E onde as maiores concentrações de TMP foram observadas com 28 dias de armazenamento, valores inferiores foram determinados nos dias 0, 14 e 42 dias de estocagem. Anteriormente pesquisadores evidenciaram que a concentração de substâncias reativa ao ácido tiobarbitúrico se elevam até os 40 dias de estocagem em seguida começam a decrescer que esta relacionada reações do malonaldeído com uma série de compostos que o reduzem como tiol, a enzima glutatiónperoxidase e aminos e iminos oriundos da digestão enzimática celular (Estebauer et al. (1991); Cherian et al. (2007)).

Os níveis de 10 e 100 mg/kg de vitamina E apresentaram elevadas concentrações de substâncias reativas ao TBARS, reduzindo com a utilização de 200 e 400 ppm/kg de vitamina E. Em pesquisas anteriores realizadas com ovos enriquecidos com ácido graxo ômega 3 e 6 estocados por 0, 1 e 2 meses refrigerado a 4 °C, obtidos de poedeiras *Hy-Line* alimentadas com dieta contendo de 3,5% de óleo de peixe ou girassol e suplementação de 0, 60 e 120 (mg/kg) de vitamina E, demonstraram que os valores de MDA foram superiores com a inclusão de óleo de peixe e com o passar do tempo de armazenamento 3,29, 3,37 e 6,28 (mg MDA/kg de gema) em relação ao girassol 2,88, 2,74 e 5,49 (mg MDA/kg de gema) (Shahryar et al., 2009).

Os dados da interação entre os tempos de armazenamento e os níveis de vitamina E no ovo processado estão demonstrados na tabela 2.3.

Tabela 2.3. Tempos de armazenamento 0a 28 e níveis de vitamina E para ovos cozidos

<b>COZIDO</b>						
<b>DECOMPOSIÇÃO TEMPO X VIT. E</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>CV</b>	<b>V (p)</b>
<b>TEMPO 0</b>	1,55b	1,53ab	1,53a	1,53a	3,83	0,8675
<b>TEMPO 7</b>	1,16b	1,17b	1,17ab	1,17ab	12,98	0,997
<b>TEMPO 14</b>	1,33b	1,12b	1,06b	1,05b	42,26	0,4781
<b>TEMPO 21</b>	1,52b	1,29b	1,47ab	1,36ab	43,87	0,8033
<b>TEMPO 28</b>	2,49aA	1,83aB	1,56aB	1,26abB	42,64	0,0021
<b>CV</b>	43,48	28,14	30,96	31,27		
<b>V (P)</b>	0,0002	0,0002	0,0139	0,0523		

Médias seguidas de letras minúscula diferentes na coluna diferem significativamente pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ). Médias seguidas de letras maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ).

Houve interações significativas nas concentrações de TMP entre o dia 28 de armazenamento e os níveis de vitamina E, os ovos de aves que não receberam suplementação apresentaram maiores valores de TMP em relação aos tratamentos com inclusão de vitamina E que diminuíram gradativamente em relação aos ovos sem suplementação de vitamina E. As dietas sem suplementação vitamínica proporcionaram ovos mais susceptíveis a oxidação aos 28 dias de armazenamento, Nota-se que a suplementação de 100 e 200 (mg/kg) de vitamina E obteve maiores valores de TMP em relação ao nível 400 (mg/kg) aos 28 demonstrando

melhoras na estabilidade oxidativa dos ovos. De acordo com Qi & Sim, (1998) ao analisarem ovos refogados a 76 °C de poedeiras *Leghorn* alimentadas com dietas suplementadas com 0, 200, 400 e 800 (mg/kg) de tocoferol e enriquecidas com ácidos graxos ômega 3, observaram aumentos significativos na porcentagens de tocoferóis na gema do ovo com o aumentar dos níveis de inclusão de tocoferol e ainda reduções significativas nos valores de TBARs do nível 0 para 800 (mg/kg) 0,41 para 0,18 (mg MDA/kg) de gema respectivamente, concluindo que o aumento dos níveis de tocoferol melhoram a estabilidade oxidativa dos ácidos graxos da gema.

Foram observadas diferenças significativas nas concentrações de Tetrametoxipropano (TMP) entre os ovos fresco e cozido nos tempos 0, 14 e 28 de armazenamento, que estão apresentados na Tabela 2.4.

Tabela 2.4. Concentrações de Tetrametoxipropano (TMP) no ovo fresco e processado de acordo com os tempos de estocagem, níveis de vitamina E e fontes de óleo utilizadas

<b>COZIDO</b>	<b>TMP 0</b>	<b>TMP14</b>	<b>TMP28</b>
<b>Cozido</b>	1,53a	1,14a	1,79a
<b>Fresco</b>	0,64b	0,81b	0,90b
<b>Vit. E 0</b>	1,10	1,06	1,73a
<b>Vit. E 100</b>	1,10	0,98	1,37b
<b>Vit. E 200</b>	1,08	0,94	1,22b
<b>Vit. E 400</b>	1,07	0,92	1,06b
<b>Óleo soja</b>	1,10	1,02	1,36
<b>Óleo girassol</b>	1,07	0,93	1,33
<b>CV</b>	8,7851	35,655	41,2222
<b>V (P)</b>			
<b>Tip. Ovo</b>	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>Vit. E</b>	0,6491	0,05171	0,0005
<b>Óleo</b>	0,1274	0,2172	0,819
<b>Tip. ovo x Vit. E</b>	0,8588	0,4278	0,0065
<b>Tip. ovo x óleo</b>	0,3012	0,2439	0,9081
<b>Vit. E x óleo</b>	0,6135	0,3206	0,5532
<b>Tip. ovo x Vit. E x óleo</b>	0,42	0,6821	0,5835

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

Abreviações, Vit. E: vitamina E, CV: coeficiente de variação, Tip. ovo: tipo de ovo, Tip. ovo x Vit. E: interação, Tip. ovo x óleo: interação Vit. E x óleo: interação e Tip. ovo x Vit. E x óleo: interação TMP: Tetrametoxipropano.

Ao comparar os dados de ovos cozidos em relação aos ovos frescos, pode-se observar diferenças significativas, quando os ovos são submetidos a processamento térmico apresentaram concentrações superiores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico independente dos níveis de vitamina E e das fontes de óleo utilizadas devido elevadas

temperaturas do processamento e exposição a luz, oxigênio e proliferação de micro-organismos no decorrer do armazenamento. Na indústria brasileira não existe especificações técnicas quanto ao prazo de validade de consumo de ovos processados e armazenados sendo que, se recomenda o consumo em até três dias após a data do processamento. Os dados da obtidos na presente pesquisa demonstram uma estreita relação nas concentrações de TMP de ovos processados até a segunda semana de armazenamento, para os ovos frescos esse período se prolonga até quarta semana de estocagem, logo se sugere avaliar os prazos de validade do produto quando a deterioração for associada a oxidação. Corroborando com as informações da presente pesquisa, outros autores constataram valores inferiores de malonaldeídos na gema de ovos frescos em relação aos armazenados de aves poedeiras *Lohmann e Babcock* alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de ácidos graxos poli insaturados como, óleo de girassol, linhaça e semente de linhaça com suplementação de 0,100 e 200 (mg/kg) de vitamina E (Galobart et al., 2001; Pita et al., 2008).

As concentrações de TMP da presente pesquisa se assemelham aos achados de Giampietro et al. (2012) que avaliaram a oxidação lipídica de gemas de ovos vermelhos liofilizados oriundos de poedeiras *Hy-Line Brown* liofilizadas nos tempos de 0, 7, 14 e 21 dias observaram que os valores de TBARs aumentaram de acordo com o envelhecimento dos ovos 0,134; 0,169; 0,213 e 0,227 (mg TMP/kg de gema) respectivamente, e que a oxidação e mais expressiva foi a partir na segunda e terceira semana de estocagem.

Tabela 2..5. Concentração de TMP entre tipo de ovo e os níveis de vitamina E

<b>Decomposição Tip. ovo x Vit. E</b>				
<b>TMP 28</b>	<b>Cozido</b>	<b>Fresco</b>	<b>Cv</b>	<b>V (p)</b>
<b>Vit. E 0</b>	2,49aA	0,97aB	13,88	0,0001
<b>Vit. E 100</b>	1,83bA	0,91abB	32,76	<0,0001
<b>Vit. E 200</b>	1,56bA	0,88bB	36,36	0,0019
<b>Vit. E 400</b>	1,26bA	0,85bB	33,56	0,0107
<b>Cv</b>	42,64	10,36		
<b>V (p)</b>	0,0021	0,0206		

Médias seguidas de letras minúscula diferentes na coluna diferem significativamente pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ). Médias seguidas de letras maiúsculas na linha diferem significativamente pelo teste de SNK ( $P>0,05$ ).

Houve interação significativa entre o tipo de ovo e os níveis de vitamina E para as concentrações de TMP, sendo que valores superiores TBARs foram observados nos ovos frescos e cozidos de ovos de aves que não receberam suplementação de vitamina E na dieta. Ao comparar ovos frescos armazenados e processados armazenados foram observados efeitos

significativos nas concentrações de TMP, sendo que a utilização de suplementação de vitamina E na dieta, em ovos submetidos ao processamento térmico apresentaram maiores valores de substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico. Liu et al. (2009) ao avaliarem ovos frescos estocados 0; 7 e 14 dias a 4 °C de poedeiras *Lohmann Brown* com 28 semanas de idade alimentadas com dietas contendo 0; 0,3 e 1% de extratos de amoreira, madres selva e fio de ouro, não demonstraram diferenças significativas nos valores de TBARs entre os tratamentos e o tempo de estocagem com média de 0,51 (mg MDA/kg) de amostra, no entanto, os valores de TBARs aumentaram ( $p < 0,05$ ) durante o armazenamento independente do tratamento 1,66; 1,62 e 2,33 (mg MDA/kg) de amostra, para os tempos 0; 7 e 14 dias de estocagem.

No experimento realizado com ovos de poedeiras *Hisex White* com 40 semanas de idade e alimentadas com dietas contendo óleo de soja e 200 ppm de BHT, 200 e 400 ppm de extrato de casca e 200 e 400 ppm de extrato de caroço de manga, Freitas et al. (2013) constataram que o armazenamento em refrigeração a 4 °C nos dias 0; 15; 30; 45 e 60 sofreram aumentos lineares conforme o passar do tempo, revelado pela interação significativa ( $p < 0,0001$ ) entre os fatores com médias em torno de 0,67; 0,74; 0,84; 0,94 e 0,97 (mg MDA/kg) de gema, contudo a adição de BHT e extratos etanólicos de caroço e casca de manga reduziram a oxidação lipídica nos ovos 1,25; 0,76; 0,77; 0,73; 0,75 e 0,73 (mg MDA/kg) de gema, logo de acordo com os dados obtidos o extrato de caroço de manga foi o mais eficiente em retardar a oxidação dos lipídios da gema do ovo até 60 dias de estocagem (Freitas et al., 2013). Os extratos obtidos do processamento da casca e do caroço da manga possuem boas fontes de componentes antioxidantes naturais, como a vitamina A na forma de  $\beta$ -caroteno, vitaminas C e E, além dos compostos fenólicos glicosil xantona (Huber et al., 2012).

## **6. CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados obtidos, tanto o óleo de soja e girassol podem ser utilizado na dieta de codornas europeias, Entretanto recomenda-se o uso de óleo de girassol para melhorar a produção de ovos, peso e porcentagem de gema e espessura de casca, porem deve-se levar em consideração o custo de aquisição do produto. A utilização de vitamina E reduz o consumos e melhora as taxas de conversão alimentar. Contudo recomenda-se 100 ppm/kg de vitamina E para amenizar os efeitos da oxidação em ovos frescos e processados armazenados.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.P.S.; PINTO, M.F.; POLONI, L.B.; PONSANO, E.H.G.; GARCIA NETO, M..Efeito do consumo de óleo de linhaça e de vitamina E no desempenho e nas características de carcaças de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.698-705, 2009.

APPLEGATE, E..Introduction: nutritionalandfunctionalroles of eggs in the diet. **Journal ofAmerican College of Nutrition**. v. 19, n.5, p.495s-498s, 2000.

AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA. **Regulamento técnico para óleo vegetais, gorduras vegetais e creme vegetais. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005**.D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária.

ANTON, M., NAU,F., NYS,Y..Bioactiveeggcomponentsandtheirpotential uses.**XI European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Doorwerth**.Netherlands, 2005.

ANJO, D.L.C.. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**.v.3 n.2, p.145-154, 2004.

**World'sPoultry Science Journal**, v. 62, September 2006.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: teoria e prática**. ed. 3 Viçosa: IUN, 2007. p.1-62.

ARAÚJO, J.M.A.Oxidação de lipídios. **Química de alimentos teoria e prática**. Universidade Federal de Viçosa, p.2-36, Viçosa – MG, 1995.

BARRERA-ARELLANO, D.; RUIZ-MÉNDEZ, V.;VELASCO, J.; MÁRQUEZ-RUIZ, G.; DOBARGANES, C..Loss of tocopherols and formation of degradation compounds at frying temperatures in oils differing in degree of unsaturation and natural antioxidant content. **Journal.Science. Food Agricultural., London**, v.82, p.1696-1702, 2002.

BARRETO, S.L.T; QUIRINO, B.J.S; BRITO, C.O; UMIGI, R.T; ARAUJO, M.S; ROCHA, T.C; PEREIRA, C.G.. Efeitos de níveis nutricionais de energia sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas europeias na fase inicial de postura.**RevistaBrasileira de Zootecnia**.Viçosa, v.36, n.1, p.86-93, 2007.

BELURY, M.A..Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action.**Annu.Rev. Nutrition.** v.22, p.505-531, 2002.

BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL E III CONGRESSO BRASILEIRO DE COTORNICULTURA. 2010. Lavras: **Anais...** Lavras - MG, 2010.

BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas da coturniculturaindustrial.In: V SIMPÓSIO INTERNACIONAL E IV CONGRESSO BRASILEIRO DE COTORNICULTURA. 2013. Lavras: **Anais...** Lavras - MG, 2013.

BIERI, J. G.. Comments on the new dietary reference intake for vitamin E. **Am. Journal. Clinical.Nutrition.**v.75, p.781,2002.

BOLLENGIER-LEE, S.; WILLIAMS, P.E.V.; WHITEHEAD, C.C..Optimal dietary concentration of vitamin e for alleviating the effect of heat stress on egg production in laying hens.**Poultry Science.**v.40, p.102-107, 1999.

BOLLENGIER-LEE, S.; MITCHELL, M.A.; UTOMO, D.B.; WILLIAMS, P.E.V.; WHITEHEAD, C.C.. Influence of high dietary vitamin e supplementation on egg production and plasma characteristics. **PoultryScience.**v.39, p.106-112, 1998.

BORGES VC. **Alimentos funcionais: prebióticos, probióticos, fitoquímicos e simbióticos.** In: Waitzberg DL. Nutrição oral,enteral e parenteral na prática clínica. ed.3 São Paulo:Atheneu; p.1495-509, 2000.

BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Comparison of the cholesterol content of Brazilian chicken and quails eggs.**Journal of Food Science Analysis.**, v.16, p.147-153, 2003.

CARD, L.E.; NESHEIM, M.C. Poultry Production.Printed in the Unithed States of America.**Library ofCongressCatalogCard**, August, 1966.

CIENCIA VIVA. **Óleo de girassol.** Agencia Nacional para Cultura Cientifica e Tecnológica 2014. Disponível em: <http://www.cienciaviva.pt/projectos/pulsar/oleogirassol.asp> Acessado em: 12/01/2014.

CORSINI, M.S., JORGE, N..Perfil de ácidos graxos e avaliação da alteração em óleos de fritura. Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista, Campinas, São Paulo, **Quim. Nova**, vol. 31, n. 5, p.956-961, 2008.

COSTA, F.G.P; SOUZA, C.J; GOULART, C.C; NETO, R.C.L; COSTA, J.S; PEREIRA, W.E.. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com dietas

contendo óleos de soja e canola. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.37, n.8, p.1412-1418, 2008.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; MESQUITA FILHO, R.M.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T.; LIMA, H.J.D.. Avaliação do desempenho e da qualidade dos ovos de codornas de corte de dois grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n. 10, p.1823-1828, 2008.

CHAKRABORTY, A. Effect of temperature and various egg shell treatments on quality of egg during storage. **Indian Journal of Animal Health**. v.44, n.1, p.9-18, 2005.

CHUN, J.; LEE, J.; YE, L.; EXLER, J.; EITENMILLER, R. R.; **Journal Food Composition Anal.**19, 196, 2006.

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

CHERIAN, G.; WOLFE, F.H.; SIM, J.S. Dietary oils with added tocopherols: effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids, and oxidative stability. **Poultry Science**.v.75, p.423-431,1996.

ENSMINGER, M.E.; OLDFIELD, J.E.; HEINEMANN, W.W.. In: FEEDS AND NUTRITION, 1990. **The Ensminger Publishing Company**, USA, p.8-110, 1990.

DAMY, P.C; JORGE, N..Determinações físico-químicas do óleo de soja e da gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.6, n.2, p. 251-257, 2003.

DIERINFELD, S.E.; TRABER, G.M. **Vitamin E status of exotic animals compared with livestock and domestics**. **Vitamin E in Health and Disease: Biochemistry and Clinical Applications**.ed. Marcel Dekker, p.985, New York, USA, 1993.

DIPLOCK, T.A., MARCHLIN, J.L., PACKER, L., PRYOR, A. W. Vitamin E, Biochemistry and health implications. **Annals of the new York Academy of Sciences**. v. 570, 1989.

EMBRAPA, 2004. **Cultura da soja**. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

ESTERBAUER, H; SCHAUR, R.F; ZOLLNER, H. Chemistry and biochemistry of 4-hydroxynonenal, malonaldehyde and related aldehydes. **Free Radical Biological. Medicini**.v11: p 81-128,1991.

ERASMUS, L.J.; BOTHA, P.M.; LINDSEY, G.D. Effect of monensin supplementation and BST administration on productivity and incidence of ketosis in dairy cows. In: **WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 1993**, Edmonton. Proccengins... Edmonton. p.413-414. 1993.

FAITARONE, A.B.G. **Fornecimento de fontes lipídicas na dieta de poedeiras e seus efeitos sobre o desempenho, qualidade dos ovos, perfil de ácidos graxos e colesterol na**

**gema**.2010. 108f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu, 2010.

FABICHAK, I. **Codorna, criação, instalação e manejo**. São Paulo: Nobel, 1987. 71p.

FERRARI, R.A; OLIVEIRA, V.S; SCABIO, A.. Biodiesel de soja: Taxa de conversão em ésteres etílicos , caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**.v. 28, n.1, p.19-23, 2005.

FILHO, J. I. S.; SCHEUERMANN, G. N.; SCHLINDWEIN, M. M.; BERTOL, T. M..Perspectivas para o consume de ovos no Brasil. **Revista Avicultura Industrial**, n. 02, edição 1186, p.14-18. 2010.

FRANKEL, E. N..Food composition research-the broader context.The Second International Food Data Base Conference.**Food Chemistry**.v. 57, p. 51, 1996.

FREITAS, E.R.; BORGES, A.S.; TREVISAN, M.T.S.; CUNHA, A.L.; BRAZ, N.M.; WATANABE, P.H.; NASCIMENTO, G.A.J.. Extratos etanólicos de manga como antioxidante na alimentação de poedeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.48, n.7, p.714-721, 2013.

GALOBART, J.; BARROETA, A.C.; BAUCCELLS, M.D.; GUARDIOLA, F.. Lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with  $\omega$ 3 and  $\omega$  6 polyunsaturated fatty acids during storage as affected by dietary vitamin E and canthaxanthin supplementation. **Poultry Science**.v. 80, p.327-337, 2001.

GIAMPIETRO, A.; SCATOLINI, M.A.; BOIAGO, M.M.; CORÓ, D.M.O.; SOUZA, H.B.A.; SOUZA, P.A.; LIMA, T.M.A.; PIZZOLANTE, C.C..Estudos da metodologia de TBARS em ovos. **Departamento de Tecnologia-FCAV-Unesp**, Jaboticabal-SP, 2012.

GROBAS, S.; MÉDEZ, J.; LOPEZ BOTE, C.; BLAS, C.; MATEOS, G.G..Effect of vitamin E and A supplementation on egg yolk  $\alpha$ -tocopherol concentration.**Poultry Science**.v.81, p.376-381, 2002.

GUERRA, R.B..**Óleos e gorduras**. Química orgânica, Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista-UNESP, Disponível em: [www.ebah.com.br/quimica](http://www.ebah.com.br/quimica). Acessado em: 15/03/2014.

GUIMARÃES, M.C.C.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; TOTA, L.C.A.; SILVA, C.M.; LOPES, K.B.P.. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**.v. 18, n.2, p.231-237, 2013.

GUINAZI, M. MILAGRES, R.C.R.M. SANT ANA, H.M.P., CHAVES, J.B.P..Tocoferóis e tocotrienóis em óleos vegetais e ovos. **QuímicaNova**.v.32, n.8, p.2098-2103, 2009.

GUÇLU, B.K.; UYAMK, F.; ISCAN, K.M..Effects of dietary oil sources on egg quality, fatty acid composition of eggs and blood lipids in laying quail.**South African Journal of Animal Science**.v.38 (2), 2008.

GURTLER, H.H.A.; KOLB, K.E.; SCHRODER, L.; SEIDEL, H. **FisiologiaVeterinaria**.Editoria de Erich Kolb; Traduzido sob a supervisão de Waldir Gandolfi. ed. 4, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1987.

HALLIWELL, B.; MURCIA, M.A.; CHIRICO, S.; ARUOMA, O.. Free radicals and antioxidants in food and in vivo: what they do and how they work. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**.v.35, p.7-20, 1995.

HAYAT, Z.; CHERIAN, G.; PASHA,T.N.; KHATTAK, F.M.; JABBAR, M.A.. Oxidative stability and lipid components of eggs from flax-fed hens: effect of dietary antioxidants and storage. **Poultry Science**.v.89, p.1285-1292, 2010.

HEINONEN, O.P., ALBANES, D., VIRTAMO, J., TAYLOR, P.R., HUTTUNEN, J.K., HARTMAN, A.M., HAAPAKOSKI, J., MALILA, N., RAUTALAHTI, M., RIPATTI, S., MAENPAA, H., TEERENHOVI, L., KOSS, L., VIROLAINEN, M., EDWARDS, B.K. Prostate câncer and supplementation with alpha-tocopherol and beta--carotene: incidence and mortality in controlled trial. **Journal of the National Cancer Institute, Bethesda**, v.90, n.6, p.440-446, 1998.

HUBER, K.; QUEIROZ, J.H.; MOREIRA, A.V.B.; RIBEIRO, S.M.R.. Caracterização química do resíduo agroindustrial da manga Ubá (*Mangifera indica* L.): uma perspectiva para a obtenção de antioxidantes naturais. **RevistaBrasileira deTecnologiaAgroindustrial**.v.6, p.640-654, 2012.

IRANDOUST, H.; SAMIE, A.H.; RAHMANI, H.R.; EDRISS, M.A.; MATEOS, G.G..Influence of source of fat and supplementation of the diet with vitamin E e C on performance and egg quality of laying hens from forty four to fifty six weeks of age. **Animal Feed Science and Technology**.v.177, p.75-85, 2012.

JACOB,J.P., MILES, R.D., MATHER, F.B. Egg Quality. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service.**Institute of Food and Agricultural Sciences**.University of Florida.1998.

JIANG, W.; ZHANG, L.; SHAN, A.. The effect of vitamin E on laying performance and egg quality in laying hens fed corn dried distillers grains with solubles. **Poultry Science**. v.92, p. 2956-2964, 2013.

JORDÃO, J.A.A., CHIARELLO, P.G., BERNARDES, M.S.M. VANNUCCHI, H..**Peroxidação lipídica e etanol: papel da glutatona reduzida e da vitamina. Medicina**. Ribeirão Preto, 31: 434-449 jul./set. 1998.

JORGE, N.; GONÇALVES, L. A. G. Aditivos utilizados em óleos e gorduras de frituras. **Bol. SBCTA**.Campinas, v.32, n.1, p.40-47, 1998.

LAKINS, D.G.; ALVARADO, C.Z.; LUNA, A.M.; O KEEFE, S.F.; BOYCE, J.D.; THOMPSON, L.D.; BRASHEARS, M.T.; BROOKS, J.C.; BRASHEARS, M.M..Comparison of quality attributes of shell eggs subjected to directional microwave technology. **Poultry Science Association**.v.88, p.1257-1265, 2009.

LEE, A.; GRIFFIN, B. Dietary cholesterol, eggs and coronary disease risk in perspective.**NutritionBulletin**, v.31, p.21-27, 2006.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios da bioquímica**.Ed 4. EditoraSarvier, 975 P São Paulo, 2002.

LESKANISH, C.O.; NOBLE, R.C..Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat.**World's Poultry Science Journal**.Cambridge, v.53, p.155-183, 1997.

LEVINSON, P.D..Effects of n-3 fatty acids in essential hypertension.**American Journal of Hypertens**.New York, v.3, p.754-760, 1990.

LIEBLER, D.C..The role of metabolism in the antioxidant functionof vitamin E. **CriticalReviwToxicol**. v. 23,p.147-169, 1993

LIU, X.D.; JANG, A.; LEE, B.D.; LEE, M.; JO, C..Effect of dietary inclusion of medicinal herb extract mix in a poultry ration on the physico-chemical quality and oxidative stability of eggs.**Asian-Aust. Journal Anima Science**.v.22, n.3, p.421-427, 2009.

LOPES, I.R.V.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; SOARES, M.B.; RIBEIRO, P.S.. Efeito da densidade de alojamento e do nível de energia metabolizável da ração sobre o desempenho zootécnico e características dos ovos de codornas japonesas. **Revista de Ciências Agrônômicas**. v.37, n.3, p.369-375, 2006.

KAZMIERKA, M., KORZENIOWSKA, M., TRZISZKA, T., JAROSZ, B.. Effect of fodder enrichment with PUFAs on quail eggs.**Poultry.Journal.Food Nutrition.Science**. v.57,n.4, p.281-284, 2007.

KAKUDA, Y.; STANLEY, D. W.; VOORT, F. R.; J.. Determination of TBA number by high performance liquid chromatography **Am. Oil Chemistry**..v.58, p.773, 1981.

KROGDAHAL, A..Digestion and absorption of lipids in poultry.**Department of Poultry and Fur Animal Science, Agricultural**.American Institute of Nutrition p.675-685, 1984.

KUCUK O. **New opportunities in chemoprevention**. Cancer Invest; v.20(2), p. 237-245, 2002.

MARSHALL, A.C.; SAMS, A.R.; ELSWYK, M.E.V..Oxidative stability and sensory quality of stored eggs from hens fed 1,5% menhaden oil. **JournalofFood Science**. v.59, n.3 p. 561-563, 1994.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Lipídeos: **Digestão e absorção. Fisiologia aviária aplicadas a frangos de corte.** Editora Funep, p.143-146, Jaboticabal – SP, 2002.

MAPA. **Instrução Normativa 49/2006, (D.O.U. 26/12/2006), Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.** Disponível em:<<http://www.cidasc.sc.gov.br>> Acessado em: 10/01/2014.

MASUCHI, H.M., CELEGHINI, S.M.R., GONÇALVES, G.A.L., GRIMALDI, R.. Quantificação de TBHQ (TercButilHidroquinona) e avaliação da estabilidade oxidativa de em óleo de girassol comerciais. Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, **QuímicaNova.v.31, n.5, p.1053-1057, 2008.**

MACDONALD, P., EDWARDS, R.A., GREENHALGH, J.F.D..**Animal Nutrition, Vitamins.**Second Edition, Published in the United States of America ByLogmaninc., New York, 1973.

MAILLARD V, BOUGNOUX P, FERRARI P, JOURDAN M, PINAULT M.; LAVILLONNIÈRE, F..N-3 and n-6 fatty acids in breast cancer adipose tissue and relative risk of breast cancer in a case-control study in Tours.France.**Instute Journal Cancer.v.98 p.78-83, 2002.**

MENDES, M.A.S.A.; GATES, R.S.; TINÔCO, I.F.F. ; VIEIRA, M.F.A.; SOUSA, M.S.; SOUSA, F.C.; MENDES, M.F.S.A.; FRANÇA, L.G.F..**Caracterização química de excretas de codornas europeias criadas em câmara climática para adequação a compostagem. Departamento de Engenharia Agrícola.** Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais.

MIDILLI, M.; BAYRAM, J.; EROL, H.; CETINGUL, I.S.; CAKIR, S.; CALIKOGLU, E.; KIRALAN, M.. The effects of dietary poppy seed oil and sunflower oil on performance, reproduction and egg quality parameters and fatty acid profile of egg yolk in the japanese quail. **Journal of Animal and Veterinary Advances, Asian. v.8, n.2, p.379-384, 2009.**

MISSÃO, M.R.. Soja: Origem, classificação, utilização, e uma visão abrangente do mercado. **Revista de Ciências Empresariais. v.3, n.1 p.7-15, 2006.**

MORAIS, S. M. de, MAGALHÃES, E. F. Perfil de ácidos graxos e teor de colesterol de ovos de galinha e codorna e de carne de tilápia do nordeste do Brasil. **Ciência Animal, v.14(1)p.21-27. 2004.**

MORAES, F.P., COLLA, L.M. **Alimentos funcionais e nutraceuticos: definições legislação e benefícios a saúde. Revista Eletrônica de Farmácia.v. 3(2), p. 109-122, 2006.**

MOORE ANJ & INGOLD KU.. $\alpha$ -Tocoferylquinoneisconvertedintovitamin E in man.**Free Radical Biology Medicine.V. 22, p. 931-934, 1997.**

MORI, A.V.. **Utilização de óleo de peixe e linhaça na ração como fontes de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 em ovos**. Tese (Doutorado em Clínica Médica) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, p. 162, 2001.

MORI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C.; PICCININ, A.; SHERER, M.R.; PIZZOLANTE, C.C.. Desempenho e qualidade dos ovos de codornas de quatro grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, p. 864-869, 2005.

MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T.; LANNA, E.A.T.. Efeito da redução da densidade energética de dietas sobre as características do ovo de codornas japonesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.6, p.1266-1271, 2010.

MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L.; HOSODA, L.R.; PENA, G.M.; ANGELINI, M.S.. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante relação energia metabolizável: nutrientes para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1628-1633, 2008.

MURCIA, M.A.; MARTINEZ-TOMÉ, M.; DEL CERRO, I.; SOTILLI, F.; RAMÍREZ, A.. Proximate composition and vitamin levels in egg yolk: losses by cooking in microwave oven. **Journal of Science of Food and Agriculture**. v. 79, p.1550-1556, 1999.

MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C.. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil.. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, p.113-120, 2002.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 79p, 1998.

NAWAR, W.W. Lipids; Fennema, O. R. **Food Chemistry**. ed.; Marcel Dekker: Nova Iorque, cap. 5, 1996.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lipídios. Princípios de bioquímica de Lehninger**. Editora Artmed. 5 p.343-370, Porto Alegre – RS, 2011.

NEURINGER, M.; ANDERSON, G.J.; CONNOR, W.E.. The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of the retina and brain. **Annual Review of Nutrition**. Palo Alto, v.8, p.517-541, 1998.

NIR, I.; NITSAN, Z.; MAHAGUA, M. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. **British Poultry Science**. v.34, p.523-532, 1993.

NOVELLO, D., FRANCESCHINI, P., QUINTILIANO, D.A., OST, P.R.. Ovo: Conceitos, análises e controvérsias na saúde humana. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**. UNICENTRO-Universidade Estadual do Centro Oeste – PR. Brasil, v. 56 n. 4, 2006.

QI, G.; SIM, J.S.. Natural tocopherol enrichment and its effect in n-3 fatty acid modified chicken eggs. **Journal Agricultural Food Chemistry**. V.46, p. 1920-1926, 1998.

QUINTÃO, E. **Fisiologia das lipoproteínas. Colesterol e aterosclerose**. Editora Quality Mark, p. 1-25, Rio de Janeiro – RJ, 1992.

OLCOTT, H. S.; EMERSON, O. H. Antioxidants and the antioxidation of fats. **J. Am. Oil Chemistry Society**. Chicago, v.59, n.6, p.1008-1009, 1937.

OLIVEIRA, D.D.; BAIÃO, N.C.; CANSADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C. LARA, L.J.C.; LANA, A.M.Q.. Fontes de lipídeos na dieta de poedeiras: desempenho produtivo e qualidade dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**.v. 62, n.3, p. 718-724, 2010.

OLIVEIRA, T. T., NAGEM, T. J., SILVA, R. R., ALBINO, L. F. T., PINTO, A. S., LEÃO, M. A.. Teores de colesterol e ácidos graxos em ovos de diferentes espécies de aves. **Alimentos Nutricional**. Araraquara, v.15, n.1, p.47-50, 2004.

OLIVEIRA, E.G. **Avaliação de desempenho, rendimento de carcaça, exigência protéica, valor nutritivo e avaliação sensorial de codornas para corte**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista. 2001. 90p. Tese - Universidade Estadual Paulista, 2001.

OLIVEIRA, A.M.; FURLAN, A.C.; MURAKAMI, A.E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; MARTINS, E.N.. Exigências nutricionais de lisina para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.5, p.1050-1053, 1999.

OSAWA, C.C.; FELICIO, P.E.; LIRENY, A.G.. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**.v.28, n.4, Sao Paulo, 2005.

PANDA, B.; SINGH, R. P.. Developments in processing quail meat and eggs. **World's Poultry Science Journal**. v. 46, n. 3, p. 220-234, 1990.

PASQUETTI, T.J.. **Avaliação nutricional da glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte**. 20, 112f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, 2011.

PASTORE, S.M., OLIVEIRA, W.P., MUNIZ, J.C.L. Panorama da cuturnicultura no Brasil. **Artigo de número 180. Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n.6, p.2041-2049, 2012.

PEREIRA, A.L.F.; VIDAL, T.F. ABREU, V.K.G.; ZAPATA, J.F.F.; FREITAS, E.R.. Type of dietary lipids and storing time on egg stability. **Ciência Tecnologia Alimentos** v. 31, p. 984-991, 2011.

PEREZ, E.E., CARELLI, A.A., CAPRISTE, H.G.. Chemical Characterization of Oils and Meals from Wild Sunflower (*Helianthus petiolaris* Nutt). **JAOCs**.v.81, n.3, 2004.

PEARCE, J. Minireview: Some differences between avian and mammalian biochemistry, **IntuteJournal Biochemisty**.p. 269-275, 1977.

PIGHINELLI, A.L.M.T., PARK, K.J., RAUEM, A.M., OLIVEIRA, R.A..Otimização da prensagem de grãos de girassol e sua caracterização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**.v.13, n.1, p.63-67, 2009.

PINHEIRO, M.D., PORTO, A.R.K., MENEZES, S.E.M.A **Química dos Alimentos: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais**. Conversando sobre Ciências em Alagoas. Universidade Federal de Alagoas. p 52, Edufal, 2005.

PITA, M.C.G.; PIBER NETO, E.; MENDONÇA JUNIOR, C.X.. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre a oxidação dos ácidos graxos na gema dos ovos de galinhas poedeiras. **BrazilianJournalVeterinary. Resista Animal Science**. v.45, p.27-32, 2008.

PITA, M.C.G; NETO, E.P; CARVALHO, P.R; MENDONÇA, J.C.X.. **Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha**. Arquivo. Brasileiro. Medicina. Veterinária. Zootec., v.58, n.5, p.925-931, 2006.

PITA, M.C.G.; PIBER, N. E.; NAKAOKA, L. M.; MENDONÇA, J. C. X..Efeito da adição de ácidos graxos insaturados e de vitamina E a dieta de galinhas e se reflexo na composição de  $\alpha$ -tcoferol na gema do ovo.**Brasilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p.25-31, 2004.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; VARGAS JUNIOR, J.G.. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

RAMALHO, H.F., SUAREZ, P.A.Z.. A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. Universidade de Brasília, Laboratório de Materiais e Combustíveis, Instituto de Química, INCTCatalise. **Revista Virtual de Química**.v.1, 5, n.1,p.2-15, 2012.

REZENDE, M.J.M., FLAUZINA P.L., MCMANUS, C., OLIVEIRA, M.Q.L.. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. Faculdade de agronomia e medicina veterinária. Universidade de Brasília. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**.Maringá, v.26 n.3, p. 353-358, 2004.

ROBERFROID,M..Functional food concept and its application to prebiotics.**DigestiveandLiverDisease**.v.34, Suppl.2, p.105-110, 2002.

ROLL, A.P.; LOPES, D.N.; DEL PINO, F.A.B.; ROLL, V.; DIONELLO, N.J.L.1; RUTZ, F..Perfil de ácidos graxos de ovos de codornas alimentadas com óleo de canola e selênio orgânico.In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 13., Pelotas. **Resumos**.p.228, 2011.

ROTHENEDER, D.M.; PUHL, H.; WAEG, G.; STRIEGL, G. ESTERBAUER, H..Effect of oral supplementation with D- $\alpha$ -tocopherol on the vitamin E content of human low density lipoproteins and resistance to oxidation.**Journal of Lipid Research**.v.32, 1991.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F..**Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, 252p. 2011.

SALVADOR, M., SANTA, P. D.. Teores de macronutrientes e de colesterol em diferentes tipos de ovos. **B. CEPPA**, v. 20, n.1, p. 133-140. 2002.

SALLEE, V.L..Fatty acid and alcohol partitioning with intestinal brush border and erythrocyte membranes.**Journal Membrana Biology**, v.43, p.187-201, 1978.

SAHIN, N.; SAHIN, K.; ONDERCI, M..Effects of dietary lycopene and vitamin E on egg production, antioxidant status and cholesterol levels in japanese quail.**Asian-Aust. Journal Animal Science**.v.19, n.2 p. 224-230, 2006.

SAHIN, K.; SAHIN, N.; ONDERCI, M..Vitamin E supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality, digestibility of nutrients and egg yolk mineral concentrations of Japanese quails.**Research in Veterinary Science**.n.73, p.307–312, 2002.

SAHIN, K.; KUCUK, O.. Effects of vitamin E and Selenium on performance, digestibility of nutrients and carcass characteristics of japanese quails reared under heat stress (34°C). **Journal Animal Physiology A. Animal Nutrition**.v. 85, p.342-348, 2001.

SANTOS, Daniela Oliveira. Propriedades funcionais de proteínas da claro do ovo de codornas. Viçosa; Universidade Federal de Viçosa, 2008, 93p. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos), 2008

SCHEIDELER, S.E.; MCKEE, R. The efficacy of vitamin E (DLalpha-tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg qualitydeterioration associated with temperature exposure.**Poultry Science**.v.80, 2001.

SCHEIDELER, S.E.; FRONING, G.; CUPPETT, S.. Studies of consumer acceptance of high omega-3 fatty acid enriched eggs.**PoultryScience**.v.6, p. 137-146, 1997.

SILVA, V.H.J., JORDÃO, F.J., COSTA, F.G.P., LACERDA, P.B., VARGAS, D.G.V., LIMA, M.R. Exigências nutricionais de codornas. **Revista. Brasileira. Saúde Produção Animal**. Salvador, v.13, n.3, p.775-790, 2012.

SILVA, V.H.J.. Tópicos especiais na criação de codornas no Brasil. **Tabelas para codornas japonesas europeias**.Funep, Jaboticabal, 2009.

SKINNER, E.R.; ROGIE, A..Trout egg lipoprotein and its relationship to normal serum lipoproteins. Protidesbiologic.Fluids Proc.**Colloquio**.v. 25, p. 491-494

SKLAN, D.; GEVA, A.; BUDOWSK, P.; HURWITS, S.. Intestinal absorption and plasma transport of lipids in chicks and rats. **Comparative Biochemistry Physiology Annu...** 78, p 570-510, 1984.

SMALL, D.M. Surface and bulk interactions of lipids based on these interactions. **Federations Proceedings**. v.29, p.1320-1326, 1970.

SOARES, N.M. Diagnóstico de mortalidade em codornas japonesas In: V SIMPÓSIO INTERNACIONAL E IV CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA. 2013. Lavras: **Anais...** Lavras - MG, 2013.

SOUZA, P.H.M.; SOUZA NETO, M.H.; MAIA, G.A.. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**. V. 37, n.2, p.127-135, 2003.

SILVA, J.H.V; JORDÃO FILHO, J; COSTA, F.G.P; LACERDA, P.B; VARGAS, D.G.V.. Exigências nutricionais de codornas. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, XXI., Maceió. **Resumos**. p.15, 2011.

SIM, J.S.; SUNWOO, H.H. Designer Eggs: Nutritional and Functional Significance. **Department of Agricultural, Food and Nutritional Science**. University of Alberta, Edmonton, T6G2P5, 1998.

SHAHRYAR, H.A.; SALAMATDOUST, R.; CHEKANI-AZAR, S. FARHAN, A. VAHDATPOOR, T.. Lipid oxidation in fresh and stored eggs enriched with dietary  $\omega$ 3 and  $\omega$ 6 polyunsaturated fatty acids and vitamin E and Adosages. **African Journal of Biotechnology**. v. 9(12), p.1827-1832, 2010.

STEEL, C. J.; DOBARGANES, M. C.; BARRERAARELLANO, D.. **The influence of natural tocopherols during thermal oxidation of refined and partially hydrogenated soybean oils**. *Grasas y Aceites*, Sevilla, v.56, p.46-52, 2005.

TRABER, M. G.. Vitamin E too much or to not enough **American Journal Clinical Nutrition**. v.73, p.997, 2001.

VANNUCCHI, H., CUNHA, D.F., BERNARDES, M.M., UNAMUNO, M.R.D.L.. Avaliação dos níveis séricos das vitaminas A, E, C e B2, de carotenoides e zinco, em idosos hospitalizados. **Revista de Saúde Pública**. v.28 (2), 1994.

VYNCKE, W.. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity **Fett, Seifen, Anstrichmittel**. v.12, p.1084, 1970.

YANG, S.C.; CHEN, K.H.. The oxidation of cholesterol in the yolk of selective traditional Chinese egg products. **Poultry Science**.v. 80,p. 370-375, 2001.

YOSHIDA, Y.; NIKI, E.; NOGUCHI, N..Comparative study on the action of tocopherols and tocotrienols as antioxidant: chemical and physical effects. **Chemistry and Physics of Lipids**.1, p.13, 2003.

WALZEM, R.L..Functional foods.**Trends in Food Science and Technology**.v.15, p.518, 2004.