

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHOS”

FACULDADE DE ENGENHRIA

CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

Rosemary Pereira de Pedro Souza

Zootecnista

**GOMA DE SOJA: UMA ALTERNATIVA DE EMULSIFICANTE PARA DIETAS DE
POEDEIRAS COMERCIAIS**

Ilha Solteira

2017

Rosemary Pereira de Pedro Souza

**GOMA DE SOJA: UMA ALTERNATIVA DE EMULSIFICANTE PARA DIETAS DE
POEDEIRAS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Prof. Dr. Antonio Carlos de Laurentiz

Orientador

Prof. Dra. Glaucia Amorim Faria

Co-orientadora

Ilha Solteira

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Souza, Rosemary Pereira de Pedro.
S729g Goma de soja: uma alternativa de emulsificante para dietas de poedeiras comerciais / Rosemary Pereira de Pedro Souza. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2017
52 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Ciência e Tecnologia Animal, 2017

Orientador: Antonio Carlos de Laurentiz

Co-orientador: Glaucia Amorim Faria

Inclui bibliografia

1. Desempenho. 2. Estabilidade oxidativa. 3. Fosfatidilcolina. 4. Lecitina. 5. Qualidade de ovos.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Goma de soja: uma alternativa de emulsificante para dieta de poedeiras comerciais

AUTORA: ROSEMARY PEREIRA DE PEDRO SOUZA

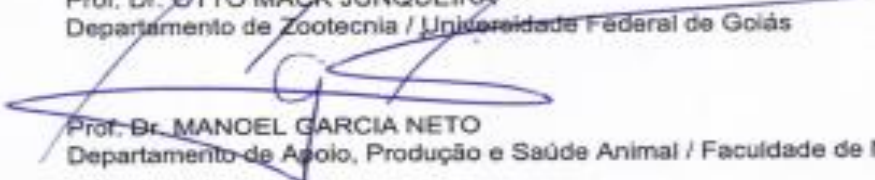
ORIENTADOR: ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ

COORDENADORA: GLAUCIA AMORIM FARIA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: PRODUÇÃO ANIMAL pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA
Departamento de Zootecnia / Universidade Federal de Goiás


Prof. Dr. MANOEL GARCIA NETO
Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba

Ilha Solteira, 03 de março de 2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e a Nossa Senhora Aparecida que sempre foram o meu refúgio nos momentos difíceis.

Aos meus pais pelo apoio, incentivo, compreensão, dedicação e aos inúmeros esforços por eles realizados, para que eu aqui chegasse.

A minha vó, tias e tio, irmã e sobrinhos que sempre acreditaram em mim, me encorajando e mostrando que tudo é possível, que apenas é necessário ter força e nunca desistir.

A minha amiga e irmã científica Flavia que mesmo longe, sempre me ajudou nos momentos de dificuldade.

As minhas amigas Anaí, Mariele e Gleice que apesar da distância, sempre estiveram presentes nos momentos importantes da minha vida.

Ao professor Dr^o. Antonio Carlos de Laurentiz e a professora Dr^a. Glaucia Amorim Faria pela orientação, confiança e incentivo durante esses dois anos, contribuíram muito para o meu crescimento pessoal e científico.

A professora Dr^a. Rosemeire da Silva Filardi pelo exemplo de profissionalismo, incentivo e conselhos.

A professora Dr^a. Elisa Helena Giglio Ponsano e toda sua equipe em especial a Doutorando Thiago Grassi, na coordenação e realização das atividades de oxidação lipídica.

Aos amigos que fiz durante a pós-graduação: Érica, Geovanna, Carol, Renan, Leonardo, Caio, Jéssica e Keler que compartilharam comigo as alegrias, conselhos e até mesmo as dificuldades.

Ao Sidval e sua clássica frase “Quem disse que seria fácil! ”, meu muito obrigada por toda paciência e ensinamentos.

Aos funcionários da UNESP pelo auxílio, disponibilidade e paciência durante as atividades desenvolvidas, em especial ao Marcio Lomba pela colaboração no manejo e na fábrica de ração.

Aos integrantes do GEAIS e ao Henrique, pela ajuda nas coletas e demais atividades realizadas no aviário.

À Universidade Estadual Paulista pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal.

À Cargill Agrícola SA pelo patrocínio e confiança neste projeto.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES
pela concessão da bolsa.

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que eu conseguisse
concluir mais essa etapa da minha vida.

RESUMO

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, com a finalidade de avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de goma de soja (0, 1, 2, 3, 4 e 5%) na alimentação de poedeiras comerciais, e verificar a viabilidade econômica de sua utilização como mais um produto comercial derivado da soja. Foram utilizadas 180 poedeiras comerciais leves da linhagem Lohmann, com 40 semanas de idade, durante o período de 112 dias (quatro ciclos de 28 dias), distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, totalizando 6 tratamentos com 5 repetições (6 aves por parcela). No experimento foram avaliados dados de parâmetros zootécnicos: porcentagem de postura (ave/dia), consumo de ração (g/ave/dia), peso dos ovos (g), conversão alimentar (kg/kg), qualidade interna e externa dos ovos e estabilidade oxidativa dos ovos. No que se refere aos parâmetros de desempenho a inclusão de 5% de goma na dieta aumentou o consumo de ração e a maior produção de ovos foi observada nos tratamentos com a inclusão de 3 e 5% de goma. Quanto ao peso médio dos ovos e massa de ovos a inclusão de goma a partir de 3% favoreceu o aumento dos mesmos. Para os parâmetros de qualidade dos ovos os tratamentos com 4 e 5% de goma foram os que apresentaram os menores valores de unidade Haugh, o aumento da coloração da gema ocorreu a partir da inclusão de 3% de goma. A estabilidade oxidativa dos ovos apresentou diferença ($P < 0,05$) apenas para os ovos provenientes do tratamento com 4% de goma armazenados sob refrigeração por 21 dias. A análise econômica mostrou maior retorno econômico com a inclusão de apenas 1% de goma de soja na dieta.

Palavras-chave: Desempenho. Estabilidade oxidativa. Fosfatidilcolina. Lecitina. Qualidade de ovos.

ABSTRACT

The experiment was carried in the Poultry Sector of the Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira Campus, in order to evaluate the effect of inclusion of increasing levels of soy gum (0, 1, 2, 3, 4 and 5 %) In the feeding of commercial laying hens, and verify the economic viability of this use as another commercial product derived from soybean. The study used 180 Lohmann commercial laying hens with 40 week old Lohmann commercial laying hens during the period of 112 days (four cycles of 28 days), distributed in a completely randomized design, totaling 6 treatments with 5 replicates (6 birds per plot). The evaluated parameters were feed intake (g/bird/day), egg weight (g), feed conversion (kg/kg), internal and external egg quality and oxidative stability of eggs. Regarding the performance parameters, the inclusion of 5% gum in the diet increased the feed intake and, the higher egg production was observed in the treatments with the inclusion of 3 and 5% of soy gum. Regarding the average egg weight and egg mass, the inclusion of soy gum from 3% favored their increase. For egg quality parameters treatments with 4 and 5% of soy gum were the ones with the lowest values of Haugh unit, the increase of the color of the yolk occurred from the inclusion of 3% of gum. The oxidative stability of the eggs presented a difference ($P<0.05$) only for the eggs from the treatment with 4% of gum stored under refrigeration for 21 days. The economic analysis showed a higher economic return with the inclusion of 1% of soy gum in the diet.

Keywords: Lecithin. Oxidative stability. Phosphatidylcholine. Performance. Quality of eggs.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição da lecitina	17
Tabela 2 - Percentual de elementos presentes na casca, albúmen e gema do ovo....	24
Tabela 3 - Composição percentual e calculada das rações experimentais.....	26
Tabela 4 - Custo (R\$.kg ⁻¹) dos ingredientes utilizados para formulação das rações....	29
Tabela 5 - Resumo da análise de variância para o desempenho das aves.....	31
Tabela 6 - Comparação dos tratamentos com a dieta controle para os parâmetros de desempenho das aves.....	32
Tabela 7 - Resumo da análise de variância para qualidade de ovos.....	36
Tabela 8 - Comparação dos tratamentos com a dieta controle para os parâmetros de qualidade de ovos.....	38
Tabela 9 - Comparação dos tratamentos com a dieta controle para os parâmetros de qualidade de ovos.....	39
Tabela 10 - Resumo da análise de variância dos parâmetros de estabilidade oxidativa (TBARS).....	43
Tabela 11 - Comparação dos tratamentos com a dieta controle para o parâmetro de estabilidade oxidativa da gema (TBARS).....	44
Tabela 12 - Resumo da análise de variância para a análise econômica.....	46
Tabela 13 - Comparação dos tratamentos com a dieta controle para os parâmetros da análise econômica.....	47

LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1 - Valores de temperatura do ar registrados no galpão experimental.....	27
Gráfico 2 - Valores de umidade relativa do ar registrados no galpão experimental.....	27
Gráfico 3 - Comportamento do consumo de ração de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	33
Gráfico 4 - Comportamento da produção de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	34
Gráfico 5 - Comportamento do peso médio dos ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	34
Gráfico 6 - Comportamento da massa de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	35

Gráfico 7 - Comportamento da conversão alimentar de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	35
Gráfico 8 - Comportamento da Unidade Haugh (UH) de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	40
Gráfico 9 - Comportamento da gravidade específica de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	40
Gráfico 10 - Comportamento da porcentagem de casca de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	41
Gráfico 11 - Comportamento da espessura de casca de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	41
Gráfico 12 - Comportamento da coloração de gema de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	42
Gráfico 13 - Estabilidade oxidativa de ovos frescos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	45
Gráfico 14 - Estabilidade oxidativa de ovos armazenados sob refrigeração por um período de 21 dias.....	46
Gráfico 15 - Custo/kg de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	47
Gráfico 16 - Comportamento do índice EFE de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja.....	48

LISTA DE FIGURA

Página

Figura 1- Fluxograma do processamento da soja para produção de farelo, óleo degomado e goma de soja.....	16
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	Goma de soja.....	14
2.2	Processo de obtenção da goma de soja	14
2.3	Emulsificantes	16
2.4	Lecitina.....	17
2.5	Ação antioxidante da Lecitina	18
2.6	Lipídios.....	19
2.7	Transporte e digestão de lipídios	21
2.8	Importância dos lipídeos na avicultura de postura	23
2.9	Estrutura e composição do ovo.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
4	RESULTADOS	32
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os dez maiores produtores mundiais de ovos. Em 2015 foram produzidos 39,51 bilhões de ovos no país, sendo o consumo per capita de 191 ovos/habitante/ano. A exportação brasileira por produto no referido ano foi de 92% de ovos *in natura* e 8% de ovos industrializados, totalizando US\$ 24,12 milhões (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA, 2016).

Nas últimas décadas o Brasil tecnificou toda sua produção no setor avícola. O seguimento recebeu melhorias principalmente provenientes das pesquisas, que visam melhorar o desempenho e a produtividade. Os avanços ocorridos dentro do setor avícola se referem à genética, manejo e nutrição.

No Brasil, existem variedades de ingredientes e subprodutos de origem vegetal que podem ser utilizados na nutrição animal. No entanto, essa variedade proporciona diferenças na composição dos alimentos. Dessa forma, novos produtos que possam ser empregados na alimentação das aves, que atendam às exigências nutricionais e que reduzam os custos das rações tornam-se interessantes (NERY et al., 2007).

A soja é uma das commodities agrícolas mais importantes no cenário mundial e nacional. O Brasil é o maior produtor de soja do mundo, com uma estimativa para a safra de 2015/2016 de 100,93 milhões de toneladas em uma área de 33,2 milhões de hectares, conforme a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016).

Por meio do processamento a soja é utilizada para a produção de óleo, sendo este destinado a alimentação animal, humana, ou produção de biocombustíveis. Já o farelo de soja, que corresponde à parte sólida do processo, é usado como a principal fonte proteica das rações para aves e suínos (AKECHI, 2015).

O refino do óleo bruto destinado ao consumo humano resulta em uma série de compostos que necessitam de correto descarte. Um destes compostos é a goma de soja, obtida através da centrifugação do óleo bruto após este ser hidratado (AKECHI, 2015).

Devido à grande quantidade de soja produzida no país, qualquer subproduto gerado durante o processamento acarreta em um enorme impacto ambiental e a destinação deste resíduo é de extrema importância. Conforme Araújo (2008) o processo de degomagem do óleo de soja bruto apresenta um rendimento de 97%, ou seja, a cada tonelada de óleo bruto tem-se 970 kg de óleo degomado e 30 kg de goma.

A goma de soja apresenta em sua composição a lecitina, uma mistura complexa de fosfatídeos, sendo os seus principais componentes a fosfatidilcolina (16 a 26%), fosfatidiletanolamina (14 a 20%), fosfatidilinositol (10 a 14%), fitoglicolipídios (13%) e fosfatidilserina (4%) (WOERFEL, 1981; ATTIA et al., 2008).

Os fosfolipídios são essenciais para a utilização das gorduras pelo organismo animal. Dentre suas propriedades pode-se citar: aumentam a emulsão dos lipídios no intestino delgado, preparam a atividade da lipase pancreática, incorporam ácidos graxos apolares na fase micelar, melhoram a digestibilidade da gordura, além de controlar a absorção do colesterol (OVERLAND et al., 1994; AL-MARZOOQUI e LEESSON, 1999).

A lecitina também possui propriedades antioxidantes que retardam a peroxidação dos nutrientes encontrados nas rações (FURTADO, 2012). Assim como todos os produtos de origem animal, o ovo também é perecível e começa a perder sua qualidade interna após a postura devido ao seu alto conteúdo de ácidos graxos insaturados (MOURA et al., 2008).

A utilização da goma de soja na alimentação de frangos de cortes vem sendo estudada, no entanto, na literatura há uma escassez de trabalhos com uso desse subproduto na alimentação de poedeiras comerciais.

Neste contexto o presente estudo teve como objetivo avaliar a inclusão de níveis crescentes de goma de soja na alimentação de poedeiras comerciais, analisando parâmetros de desempenho, qualidade interna e externa do ovo e a viabilidade econômica da utilização desse produto derivado da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Goma de soja

Devido ao fato de ser um resíduo que normalmente passa por um processo de purificação para se extrair a lecitina, pouco se sabe sobre o uso da goma de soja em sua forma bruta na alimentação de aves. Estudo conduzido por Akechi (2015) mostrou que a utilização de goma de soja na alimentação de frangos de corte pode proporcionar aumento de ganho de peso, além de uma melhor conversão alimentar.

Os consumidores, cada vez mais exigentes no que se refere a qualidade, passaram a rejeitar o uso de lecitina proveniente de soja transgênica, surgindo assim a necessidade de redirecionar a goma a um novo nicho comercial.

Na literatura há uma escassez de informação sobre a utilização da goma de soja como aditivo na produção animal.

2.2 Processo de obtenção da goma de soja

Ao chegar à fábrica, os grãos de soja passam por um processo de pré-limpeza para a retirada de impurezas como palha, matérias verdes, terra, entre outros. Esse procedimento é essencial para remover materiais que podem causar fermentação e interferência na qualidade do lote. Seguindo o fluxo de produção, logo após a pré-limpeza a soja é direcionada para os secadores, onde ocorre a redução da umidade do grão, na sequência, os grãos seguem para a armazenagem ou diretamente para o setor de esmagamento (AKECHI, 2015).

Depois de esmagada a soja é direcionada aos quebradores de rolo, onde os grãos são reduzidos a aproximadamente 12% do seu tamanho original. É nesse momento que parte da casca da soja é retirada através de um fluxo de ar. Este procedimento é importante pois a casca de soja apresenta um alto teor de fibra, e a não retirada da casca acarretará em um elevado teor de fibra presente no farelo de soja, e consequentemente, redução do teor de proteína bruta e menor eficácia na retirada do óleo da soja (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2001).

Logo após a quebra, a soja é conduzida para o condicionador, equipamento que além de cozinhar também fornece umidade à soja, isso é necessário para ajustar a umidade e alterar características físicas, proporcionando plasticidade ideal e

redução na formação de finos e poeira, resultando em um produto de qualidade para a próxima etapa do processo. O cozimento além de coagular e desnaturar as proteínas, inativa parcialmente as enzimas lipolíticas (EMBRAPA, 2001).

Na etapa seguinte, a massa que sai do condicionador é conduzida para o laminador, onde é prensada até obter pequenos flocos com espessura previamente determinada, permitindo assim uma maior superfície de contato com o solvente. Para a extração são realizados dois processamentos, no primeiro ocorre a prensagem, o que permite a retirada parcial do óleo, e no segundo, os flocos são introduzidos no extrator e o óleo é retirado com um solvente orgânico, o hexano (AKECHI, 2015).

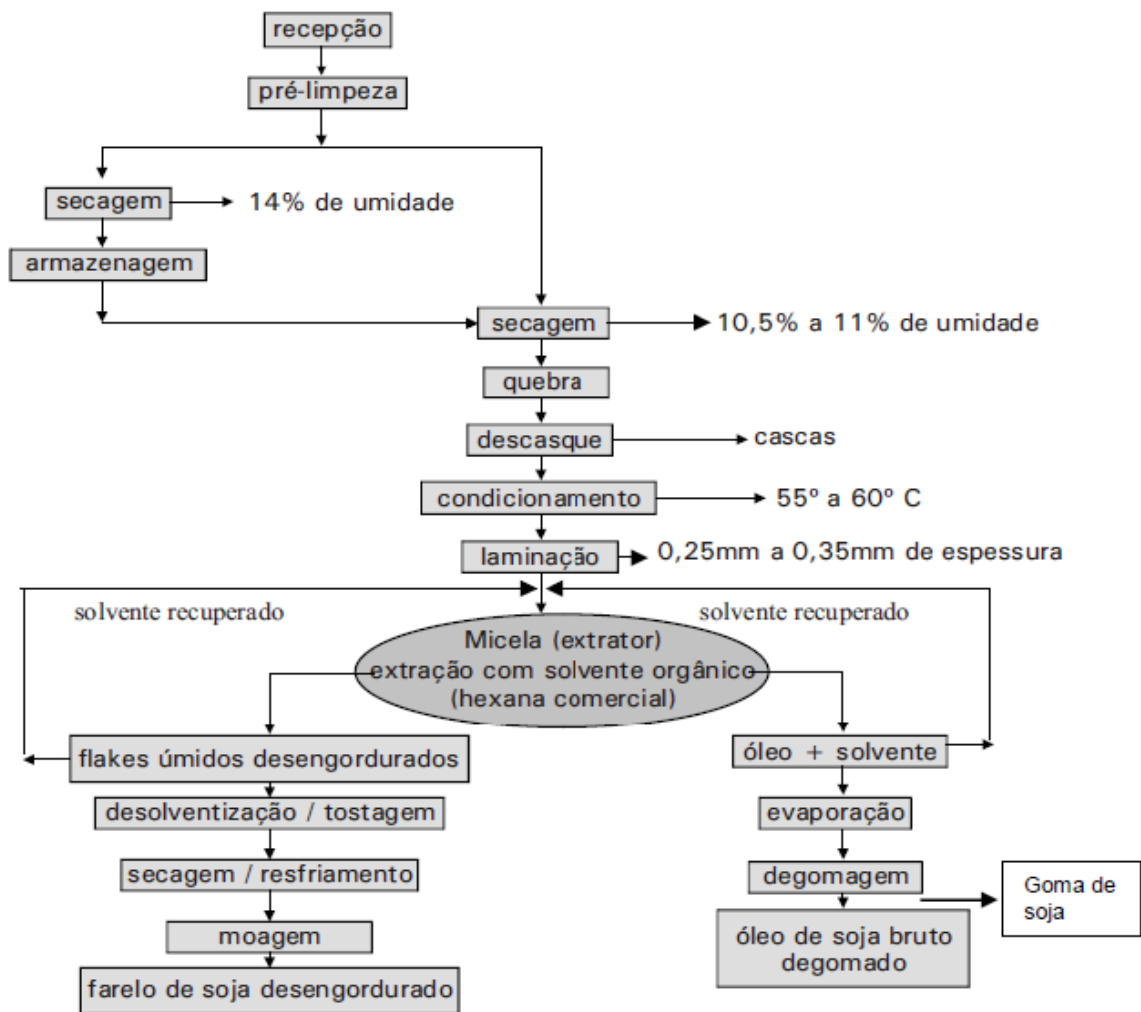
O material após ser “lavado” com o solvente dá origem à micela (óleo dissolvido no solvente), que é direcionada para a destilação, enquanto que a parte sólida, denominada farelo branco, segue para o dessolventizador e tostador (DT) (AKECHI, 2015).

No DT, o farelo branco é aquecido para que seja removido qualquer resquício de solvente, além disso, o aquecimento irá inativar os fatores antinutricionais da soja (inibidores de tripsina, hemaglutininas e fitohemaglutininas). O controle desse processo é fundamental para assegurar a qualidade final do farelo de soja, uma vez que a temperatura e o tempo de exposição influenciam diretamente a qualidade do produto. Posteriormente à tostagem, o farelo é encaminhado para a peletizadora e logo em seguida é resfriado e pronto para a expedição (AKECHI, 2015).

A micela é direcionada para três evaporadores onde ocorre a recuperação do solvente. Logo após o processo de aquecimento o óleo bruto é conduzido para o tanque de hidratação onde recebe água, que reage com os fosfolipídios presentes no óleo bruto e posteriormente são extraídos na centrifuga. Os produtos removidos por meio da centrifugação são o óleo de soja degomado e a goma de soja (AKECHI, 2015).

O fluxograma a seguir apresenta todas as etapas do processamento da soja (Figura 1).

Figura 1- Fluxograma do processamento da soja para produção de farelo, óleo degomado e goma de soja.



Fonte: Adaptado de Embrapa (2001).

2.3 Emulsificantes

Todos os emulsificantes possuem uma característica em comum, que é o fato de serem moléculas ambifílicas, ou seja, a mesma molécula apresenta uma porção polar solúvel em água, chamada de porção hidrofílica, que interage com a fase aquosa, e uma porção apolar, insolúvel em água, chamada de lipofílica ou hidrofóbica, que interage com a fase oleosa permitindo assim a emulsão (BASTIRA-RODRIGUES, 2013).

Amplamente utilizados pela indústria de alimentos os emulsificantes possuem a finalidade de melhorar a textura, estabilidade, volume, maciez, aeração e homogeneidade, conferindo qualidade aos produtos (RADUJKO et al., 2011). Um emulsificante é caracterizado por promover interações na interface de duas

substâncias imiscíveis, por meio da redução da tensão superficial, e consequentemente, da energia necessária para formar a emulsão (ARAUJO, 2008).

Existe no mercado uma variedade de emulsificantes, como por exemplo, os oligossacarídeos, celulose, gomas, lecitina entre outros (BELLAYER, 2000).

2.4 Lecitina

A lecitina presente no grão de soja pode ser definida como uma mistura complexa de fosfatídeos. Apresenta uma estrutura composta por ácidos fosfóricos ligados a bases nitrogenadas e a álcool cíclico formando estruturas como a fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina e fosfatidilinositol (Castejon, 2010) (Tabela 1).

Tabela 1- Composição da Lecitina

Fosfolipídios	%
Fosfaditilcolina	20
Fosfatidiletanolamina	15
Fosfatidilinositol	20
Outros Fosfatídios	5
Carboidratos e esteróis	5
Triglicerídios	35
Total	100

Fonte: Araújo (2008)

A obtenção da lecitina comercial é feita após a obtenção da goma de soja, através de um processo de extração do óleo presente com acetona, podendo ou não sofrer um fracionamento alcoólico para favorecer a concentração da fosfatidilcolina com a finalidade de melhorar a emulsão óleo/água (ARAÚJO, 2008).

Dentre as inúmeras funções que a lecitina apresenta, a principal é o revestimento das partículas, principalmente daquelas que apresentam gordura em sua composição, de modo que quando em solução aquosa, ocorre uma redução da tensão superficial entre as fases sólida e líquida (VISSOTTO et al., 2006). Dessa forma, a lecitina é considerada um importante emulsificante natural composto por uma mistura de fosfolipídios, os quais são essenciais para a formação de membranas biológicas, além de participarem de vários processos biológicos no organismo dos animais (DUKES; REECE, 2006).

Os fosfolipídios possuem inúmeras propriedades, como por exemplo, aumentam a emulsão dos lipídios no intestino delgado, aumentando assim a superfície de contato para a atividade da lipase pancreática; incorporam ácidos graxos apolares na fase micelar; melhoram a digestibilidade da gordura e controlam a absorção do colesterol (OVERLAND et al., 1993; AL-MARZOOQUI; LEESSON, 1999).

A lecitina apresenta em sua composição a fosfatidilcolina, que estabiliza a emulsão óleo/água, e a fosfatidiletanolamina e o fosfatidilinositol, que estabilizam a emulsão água/óleo. Dentre todos os fosfolipídios presentes na lecitina a fosfatidilcolina é o mais importante, estando presente em processos do metabolismo e influenciando na digestão e absorção das gorduras (DUKES; REECE, 2006).

2.5 Ação antioxidante da Lecitina

O butilhidroxianisol (BHA) e o butilhidroxitolueno (BHT) são os principais antioxidante fenóis sintéticos utilizados. A eficiência de um antioxidante está relacionada com muitos fatores, como a energia de ativação, as constantes de velocidade, o potencial de óxido-redução, a facilidade com a qual pode destruir ou perder o antioxidante e a sua solubilidade (CRUZ, 2013).

Os antioxidantes fenólicos são excelentes doadores de elétrons ou de hidrogênio e, além disso, seus radicais intermediários são relativamente estáveis devido à deslocação por ressonância e à falta de posições moleculares apropriadas para serem atacadas pelo oxigênio moléculas (GÓMEZ, 2003).

Estudos demonstraram que os antioxidantes BHA e BHT poderiam proporcionar certa toxicidade, ou seja, efeitos deletérios ao organismo animal quando utilizados em doses elevadas. Desse modo, a partir dos anos 80, deu-se início às pesquisas com antioxidantes naturais visando a substituição total ou parcial dos antioxidantes sintéticos (DURAM; PADILHA, 1993).

Segundo Bianchi e Antunes (1999), os antioxidantes atuam em diferentes níveis na proteção dos organismos. O primeiro mecanismo de defesa contra os radicais livres é impedir sua formação, principalmente, pela inibição das reações em cadeia com o ferro e o cobre. Além disso, os antioxidantes são capazes de interceptar os radicais livres gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, impedindo a ação sobre os lipídios, aminoácidos das proteínas, dupla ligação dos ácidos graxos

poli-insaturados e bases de DNA, evitando a formação de lesões e a perda da integridade celular.

De acordo com Surai (2002), a presença de antioxidantes no trato gastrointestinal é um fator essencial de prevenção da peroxidação lipídica do estômago e do intestino.

O sistema de defesa antioxidante é constituído por compostos enzimáticos e não-enzimáticos, estando presente tanto no organismo (localizado dentro das células ou circulação sanguínea) como nos alimentos ingeridos (CRUZ, 2013).

A lecitina, além de apresentar características emulsificantes que auxiliam a absorção de lipídios e aumentam seu aproveitamento pela ave, também possui propriedades antioxidantes, que retardam a peroxidação dos nutrientes encontrados nas rações (FURTADO, 2012).

O tocoferol é um componente que participa da composição da vitamina E. Óleos derivados de plantas e sementes representam uma das maiores fontes desta substância, sendo que os óleos derivados de soja contêm quantidades relativamente altas de tocoferol (ZINGG, 2007).

Considerado como o lipossolúvel mais abundante, o tocoferol apresenta grande atividade biológica e elevada atividade antioxidante, pois é capaz de capturar radicais livres e interromper reações de peroxidação lipídica, evitando a destruição dos lipídios (SABLIOV et al., 2009; BYUN et al., 2010).

Tendo em vista que o ovo apresenta alto conteúdo de ácidos graxos insaturados, os quais são mais propensos à oxidação lipídica, vários estudos têm sido realizados utilizando antioxidantes naturais. No entanto, há na literatura uma escassez de trabalhos com o uso da goma de soja com a finalidade de prevenir a oxidação lipídica.

2.6 Lipídios

A utilização de lipídios nas dietas das aves representa um importante papel na produção avícola, uma vez que melhoram a palatabilidade das rações, aumentam o nível energético e ajudam na absorção de vitaminas lipossolúveis, melhorando assim o desempenho animal (PAIM, 2011). Os óleos vegetais que normalmente são utilizados nas formulações de rações para aves são oriundos do beneficiamento de oleaginosas como a soja e o girassol, cuja a inclusão depende da disponibilidade e

custo. Além de incrementar a concentração de energia da alimentação, as fontes lipídicas (óleos e gorduras) também são adicionados como fonte de ácidos graxos essenciais (MAZZUCO, 2006).

No entanto, as gorduras podem ser consideradas um problema digestivo para os animais, devido a sua insolubilidade em água, fazendo que os processos de digestão e transporte desses compostos sejam complexas (CUNNINGHAM, 2004; GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

Devido a isso, se faz necessário uma ação emulsificante no intestino para dissolver estes compostos antes de serem absorvidos, permitindo assim a ação das enzimas hidrolíticas hidrossolúveis no trato gastrointestinal. Sendo assim, os fosfolipídios e ácidos biliares são importantes para a digestão e absorção de gorduras (CUNNINGHAM, 2004).

Lipídios são compostos que possuem como principais características a insolubilidade em água e a solubilidade em solventes orgânicos (LEHNINGER; NELSON; COX, 2000). Dessa forma, atuam como veículo para as vitaminas lipossolúveis e, por apresentarem elevados teores energéticos, são importantes para a dieta dos animais (OLIVEIRA, 2009).

Os lipídios são considerados uma mescla de glicerídeos que possuem como características estruturais a associação química entre glicerol e uma, duas ou três moléculas de ácidos graxos (MURAKAMI, 2009).

Dentre os lipídios têm-se os triglicerídeos, que apresentam a função de armazenar energia; os fosfolipídios como constituintes das membranas biológicas; o colesterol, com importantes funções biológicas no organismo, como precursor de hormônios e de ácidos biliares; o ácido araquidônico, que é precursor de compostos que controlam vias metabólicas e processos inflamatórios, e por fim, as vitaminas lipossolúveis, que são importantes para inúmeras funções metabólicas do organismo (GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

A grande maioria dos lipídios, cerca de 90%, é composta por triglicerídeos, que ao chegarem no lúmen intestinal sofrem hidrólise devido a ação de enzimas, resultando assim em ácidos graxos, glicerol e monoglicerídeos (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002).

Os lipídios podem ser encontrados na forma sólida ou líquida, sendo que os de origem animal são considerados gorduras e apresentam-se no estado sólido, já os de origem vegetal conhecidos como óleos apresentam-se de forma líquida (PINHEIRO;

MENEZES; PORTO, 2005). Esses compostos, possuem determinadas funções no organismo, como fornecer moléculas precursoras de hormônios esteroides e de prostaglandinas, além de manter o calor corporal e servir de suporte e proteção para as vísceras (GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

2.7 Transporte e digestão de lipídios

No sistema digestório das aves o sistema linfático é pouco desenvolvido, isso em decorrência de não apresentar vaso linfático central nas vilosidades, e sim, uma rede capilar bem desenvolvida (FREEMAN, 1984). Esta configuração estrutural favorece a absorção e transporte dos triacilgliceróis via sistema porta-mesentérico (LEESON; SUMMERS, 2001).

Por não serem solúveis no sangue, os lipídios necessitam de um coadjuvante para transportá-los na corrente sanguínea. Nas aves a principal forma como os lipídios absorvidos são transportados é através de uma lipoproteína de muito baixa densidade (*very low density lipoprotein* - VLDL) (PALERMO NETO et al., 2005).

Os triglicerídeos são transportados através das VLDL do fígado para os tecidos periféricos. Conforme as VLDL vão depositando seus triglicerídeos nas células, ocorre um aumento da densidade por liberação dos ácidos graxos do triacilglicerol. Os ácidos graxos entram na célula e são reesterificados, sendo depositados nas reservas ou utilizados nos processos metabólicos. O glicerol do triglicerídeo que estava na lipoproteína não entra na célula e volta para o fígado onde é metabolizado (PALERMO NETO et al., 2005).

Para a produção de ovos é necessário que ocorra a deposição de lipídios na gema, principalmente durante os dias que antecedem a ovulação. Quando há um excesso de nutriente fornecidos a poedeira, inclusive de lipídios, os mesmos são processados no fígado e encaminhados pelo sangue até os folículos ovarianos (CAMPOS, 2003).

Para que ocorra a passagem de triacilgliceróis e fosfolipídeos para o folículo ovariano, é necessário que o fígado os preparem e secrete uma lipoproteína de pequeno tamanho e baixa densidade, a VLDLy (*very low density lipoprotein y*), tornado possível a união entre esses componentes e o oócito, estrutura precursora da gema (WALZEM et al., 1999).

No fígado, a combinação entre as estruturas do folículo ovariano e a VLDL_y possibilita modificar a gordura ingerida da dieta antes da inclusão da gema no ovo. Essa modificação não ocorre de forma completa, e consequentemente, a composição lipídica da gema e da dieta são semelhantes (SOUZA, 2007).

A maior parte da digestão dos lipídios acontece no intestino delgado com o auxílio de emulsificantes e enzimas. O início do processo caracteriza-se pela decomposição das grandes gotículas de gordura, presentes no alimento, em gotas menores, para tornar possível a ação de enzimas. Quando chegam no intestino delgado as gorduras encontram um ambiente alcalino que estimula a liberação da bile e do suco pancreático (FREEMAN, 1984; CUNNINGHAM et al., 2004). A assimilação de lipídios no organismo pode ser dividida em quatro fases: emulsificação, hidrólise, formação de micela e absorção. O processo de emulsificação inicia-se ainda no estômago, onde os lipídios são aquecidos mediante a temperatura interna do organismo, e submetidos a ações de mistura, agitação e separação exercidas pelo estômago (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002).

Considerado como uma importante glândula secretora do sistema digestório, o fígado apresenta muitas funções importantes para o organismo, dentre elas a secreção de bile, que tem o papel importante na digestão de gorduras (TAVERNARI; MENDES, 2009). A bile é composta por ácidos biliares, fosfolipídios, colesterol, proteínas e pigmentos biliares (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002), possuindo a função de emulsificar os lipídios, estimular o peristaltismo gastrointestinal e auxiliar na absorção dos lipídios da dieta. A emulsão que a bile proporciona aumenta a superfície apropriada para a ação da lipase pancreática na interfase óleo/água.

As micelas formadas no quimo intestinal são compostas de lipídios, sais biliares e produtos da digestão lipídica e por serem solúveis, permitem a difusão dos lipídios através do lúmen intestinal (DUKES; NEECE, 2006; MACARI, 2002).

Nas microvilosidades intestinais, com o auxílio da proteína transportadora de ácidos graxos, as micelas liberam os monoglicerídeos, ácidos graxos, colesterol e vitaminas lipossolúveis para o interior dos enterócitos, onde os ácidos graxos de cadeia curta e glicerol livre são absorvidos diretamente na mucosa intestinal e transportados à circulação portal. Finalizando essa etapa os sais biliares continuam misturados à digesta até a parte final do intestino delgado, sendo então reabsorvidos pelos enterócitos e conduzidos via sistema circulatório do sangue ao fígado para

serem reutilizados na síntese da bile, processo chamado de circulação entero-hepática (ROCHA, 2010).

2.8 Importância dos lipídeos na avicultura de postura

Para que ocorra a produção de ovos é necessário um que aporte significativo de lipídeos sejam depositados na gema, principalmente durante os vários dias que antecedem a ovulação. Os lipídeos da gema, bem como as proteínas, são sintetizados no fígado devido à influência do estrógeno e da progesterona, e são transportados pelo sangue até os folículos ovarianos. Os lipídeos presentes na gema são: lipoproteínas e vitelogeninas. A vitelogenina é uma proteína sintetizada pelo fígado da poedeira que se complexa com os fosfolipídios e colesterol, e posteriormente, é transportada até o oocisto em desenvolvimento e quando quebra pode gerar fosfovítina e lipovítelina (RILEY et al., 2000).

Na galinha, as lipoproteínas contribuem com aproximadamente 95% dos lipídeos encontrados na gema. O fígado prepara e secreta triglicerídeos e fosfolipídios por meio de uma VLDL especial, denominada gema-marcado (VLDLy), que apresenta propriedades estruturais e bioquímicas únicas para localizá-los no ovário (WALZEM et al., 1999). A VLDLy tem a metade do tamanho de uma VLDL normal, e tem uma apoproteína VLDL II em sua superfície, o que a torna um pobre substrato para a lipase lipoprotéica. Consequentemente, os triglicerídeos VLDLy não são bem utilizados por músculos esqueléticos ou tecido adiposo. Seu pequeno tamanho permite atravessar a lâmina basal granulosa do folículo ovariano e se liga ao receptor de apolipoproteína-B na oolema (membrana que recobre a gema), sendo endocitada intacta para formar a gema (NOBLE et al. 1996).

A combinação de ultraestruturas do folículo e o tamanho das VLDLy permite que o fígado modifique a gordura dietética antes que ocorra a sua inclusão na gema, determinando melhor controle das características do lipídeo da gema pela fêmea. Entretanto, esta modificação hepática não é completa, permitindo que a composição de lipídeos da gema ainda reflita a da dieta (NOBLE et al., 1996).

A adição de lipídios às dietas proporciona benefícios que não se resumem apenas ao fornecimento de calorias. Os lipídios, além de melhorarem a palatabilidade das dietas, reduzem a pulverulência e a perda de nutrientes, auxiliam na manutenção dos equipamentos, facilitam a peletização e, melhoram a eficiência de utilização da

dieta. Esta série de benefícios é denominada de efeito extracalórico do lipídio, e depende da quantidade de sua inclusão na dieta (PUPA, 2004; BERTECHINI, 2006).

Lipídios, carboidratos e proteínas são os fornecedores de energia presente na dieta, de modo que os lipídios, incluindo as gorduras e óleos, são considerados os melhores fornecedores de energia para os animais, por apresentarem elevado valor energético, baixo incremento metabólico e serem fontes de ácidos graxos essenciais (BRANDÃO, 2008).

2.9 Estrutura e composição do ovo

O ovo é um dos alimentos mais completos para a alimentação humana, que em termos nutricionais perde apenas para o leite materno. Contém altos níveis de vitaminas, minerais, ácidos graxos e proteínas, além de reunir vários aminoácidos essenciais de alto valor biológico (Tabela 2). Além disso, já vem embalado e apresenta baixo custo, o que o torna acessível a todas as classes sociais (CRUZ, 2013).

Tabela 2 - Percentual de elementos presentes na casca, albúmen e gema do ovo

Elementos	Casca	Albúmen	Gema
Água	1	88,5	47,5
Proteínas	4	10,5	17,4
Lipídeos	-	-	33,0
Carboidratos	Traços de proteína	0,5	0,2
Íons inorgânicos	95	0,5	1,1
Outros	-	-	0,8

Fonte: Nascimento e Salle, 2003.

Em sua composição total o ovo apresenta aproximadamente 10% de casca, 30% de gema e 60% de albúmen. Albúmen e gema possuem composição variada, enquanto as proteínas se distribuem entre albúmen e gema, os lipídios encontram-se exclusivamente na gema (ROBERTS, 2004).

O ovo é constituído de aproximadamente 10% de lipídios, os quais encontrados principalmente na gema e compostos na sua grande maioria por triglicerídeos (63%), fosfolipídeos (27,7%) e colesterol livre (5%). De acordo com Ribeiro et al., (2007), aproximadamente 33% dos ácidos graxos da gema são saturados, 47% monoinsaturados e 20% poli-insaturados. Sendo assim, a natureza lipídica da gema é predominantemente insaturada.

Assim como todos os produtos de origem animal, o ovo também é perecível e começa a perder sua qualidade interna após a postura. A perda da qualidade do ovo é inevitável e dependente dos aspectos internos e externos. Ovos embalados inadequadamente, expostos as correntes de vento e a agentes contaminantes, estocados sob temperatura elevada e baixa umidade sofrem alterações bioquímicas, ficando susceptíveis a um alto processo de oxidação (MOURA et al., 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Faculdade de Engenharia da UNESP, Câmpus de Ilha Solteira. Foram utilizadas 180 poedeiras com 40 semanas de idade, da linhagem Lohmann, sendo essas previamente selecionadas de acordo com o peso médio 1,5357 kg e taxa de postura de 80%, para que fosse possível a uniformização de cada unidade experimental. As aves foram alojadas em galpão de postura do tipo convencional, equipado com gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm, distribuídas lateralmente em dois andares. O comedouro utilizado foi do tipo calha galvanizada, individual por gaiola e fixado na extensão frontal das gaiolas e o bebedouro utilizado foi do tipo taça.

O período experimental foi de 16 semanas (quatro períodos de 28 dias), sendo as aves distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado composto por seis tratamentos e cinco repetições, com 6 animais por parcela experimental.

Ração e água foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental, sendo o consumo de ração quantificado ao final de cada período. O programa de luz adotado foi o de 16 horas de luz/dia, seguindo o manual da linhagem (LOHMANN DO BRASIL, 2011). Os tratamentos consistiram de seis níveis de inclusão de goma de soja: 0, 1, 2, 3, 4 e 5%; sendo que as dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 3), seguindo a composição dos ingredientes (ROSTAGNO et al., 2011) e as recomendações nutricionais preconizadas pelo manual da linhagem.

O consumo de ração foi determinado pela diferença entre as quantidades de ração fornecidas para cada parcela e a sobra ao final de cada período. O controle da produção de ovos e da mortalidade foi realizado diariamente em formulários preenchidos. Para o caso de aves mortas durante o período experimental, o consumo médio foi corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental em questão.

Tabela 3- Composição percentual e calculada das rações experimentais

	Níveis de inclusão de goma de soja					
	0%	1%	2%	3%	4%	5%
Milho grão	55,35	53,80	52,47	50,69	49,13	47,60
Soja farelo	30,21	30,47	30,69	30,93	31,20	31,40
Calcário calcítico	9,53	9,53	9,53	9,53	9,53	9,53
Óleo de soja	2,50	2,81	3,13	3,44	3,75	4,07
Fosfato bicálcico	1,720	1,726	1,726	1,733	1,740	1,740
Sal comum	0,359	0,360	0,361	0,362	0,362	0,363
DL-metionina	0,175	0,178	0,180	0,182	0,184	0,187
Fatec polimix Pr 101	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
L-lisina HCL	0,056	0,052	0,048	0,044	0,041	0,037
Goma de soja	0	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
Total kg	100	100	100	100	100	100
Custo por kg (R\$)	0,982	0,985	0,989	0,993	0,999	1,003
Composição calculada						
EM (kcal/kg)	2.800					
Cálcio (%)	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
Fósforo disponível (%)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Lisina digestível (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Metionina digestível (%)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Met. + Cistina dig. (%)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Composição determinada*						
Extrato etéreo	7,16	7,77	8,20	8,73	9,33	10,36
Proteína bruta	18,82	18,34	18,56	18,16	18,21	18,67

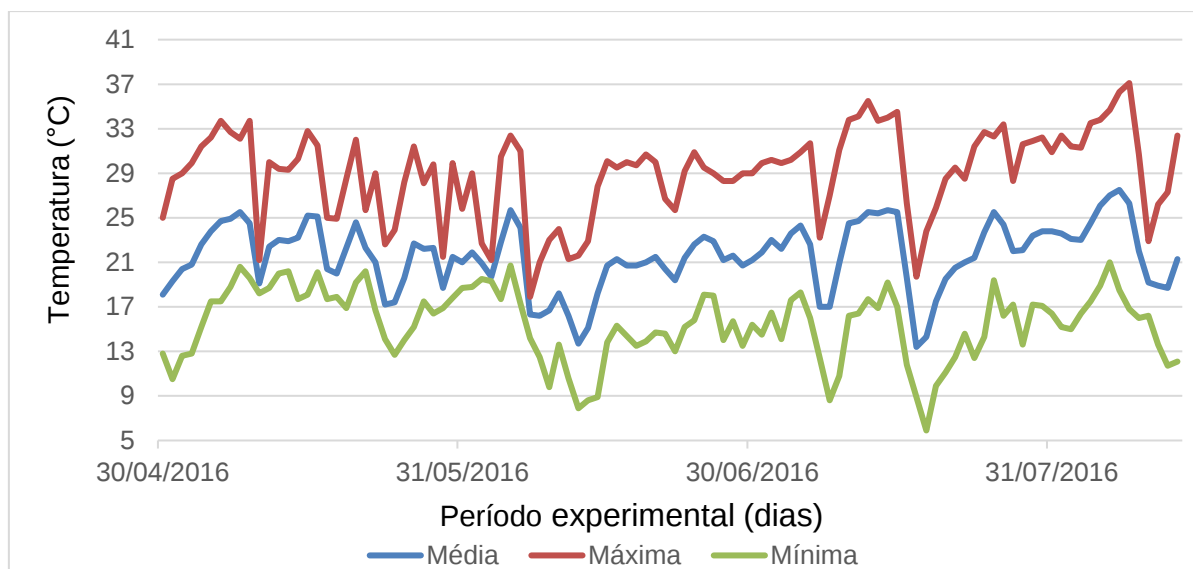
Notas: Recomendação do fabricante* composição por quilograma de ração: Vitamina A - 8.000 UI; Vitamina D3 - 2.100 UI; Vitamina E - 7 mg; Vitamina K3 - 2 mg; Vitamina B1 - 1 mg; Vitamina B2 - 3 mg; Vitamina B6 - 0,7 mg; Vitamina B12 - 6 mcg; Ácido Fólico - 0,10 mg; Biotina - 0,01 mg; Niacina - 20 mg; Pantotenato de Cálcio - 10 mg; Cobre - 6 mg; Cobalto - 0,10 mg; Iodo - 1 mg; Ferro - 50 mg; Manganês - 55 mg; Zinco - 50 mg; Selênio - 0,20 mg; Antioxidante - 2 mg.

* Composição determinada no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Biologia e Zootecnia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

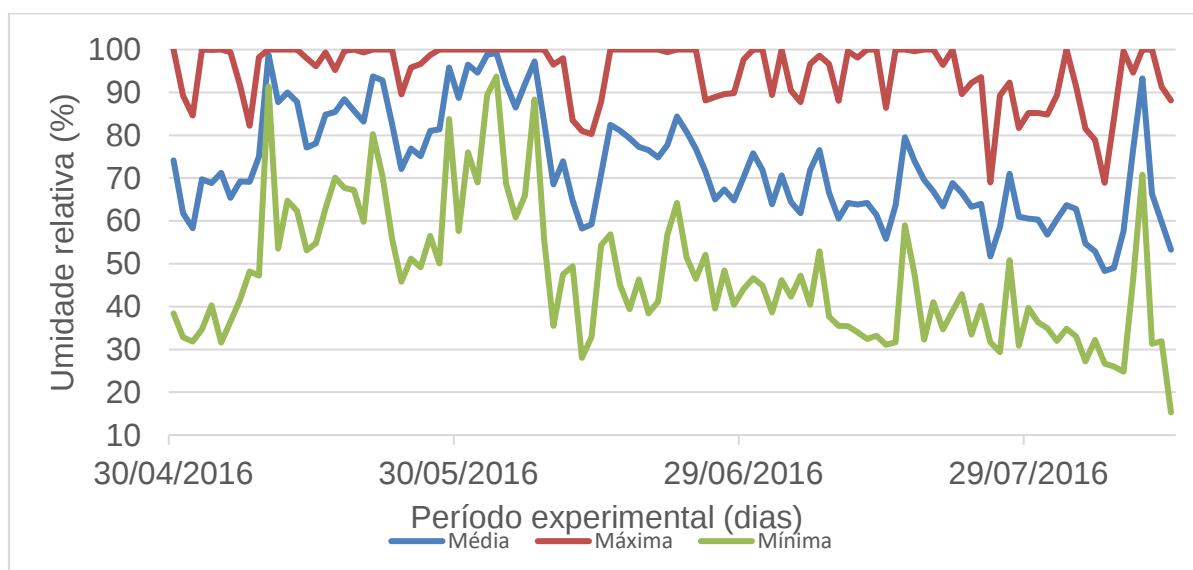
Fonte: Próprio autor.

Ao final de cada ciclo foram determinados os parâmetros produtivos: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), massa de ovos (g) e conversão alimentar (kg/kg).

A temperatura (Gráfico 1) e umidade relativa do ar (Gráfico 2), máximas, mínimas e médias, foram acompanhadas durante todo o período experimental através dados climáticos fornecidos pelo sistema de monitoramento climático do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos – UNESP Ilha Solteira.

Gráfico 1 - Valores de temperatura do ar registrados no galpão experimental

Fonte: Próprio autor.

Gráfico 2 - Valores de umidade relativa do ar registrados no galpão experimental

Fonte: Próprio autor

Ao analisar os dados de temperatura e umidade relativa do ar registrados durante o período experimental, nota-se que os valores encontrados ficaram acima da zona de termoneutralidade na maior parte do período experimental quando comparado as recomendações do manual da linhagem (LOHMANN DO BRASIL, 2011), que sugere valores para temperatura na faixa de 22° a 24° C e umidade do ar de 60 a 70%.

A zona de termoneutralidade está relacionada a um ambiente térmico ideal, no qual as aves têm condições perfeitas para expressar suas melhores características

produtivas (NAZARENO, et al., 2009). Quando há estresse térmico, o desempenho das aves pode ser afetado acarretando diminuição do consumo de ração e das atividades físicas, além de perdas na produção tais como diminuição na quantidade de ovos produzidos, aumento de ovos com má formação e até o óbito das aves (VITORASSO; PEREIRA, 2009; COSTA et al., 2012; SILVA et al., 2012).

No decorrer do período experimental foram coletados os dados referentes a produção de ovos por parcela, estimando assim o percentual de acordo com o número de dias de postura em relação à quantidade de ovos produzidos.

Nos últimos dois dias de cada ciclo foram determinados a gravidade específica, porcentagem de casca, pH do albúmen e da gema, unidade Haugh, coloração de gema e espessura de casca.

Baseados nos dados de peso total e número de ovos de cada unidade experimental determinou-se o peso médio dos ovos. Após pesados, os ovos foram mergulhados em solução salina com diferentes densidades, variando de 1,055 g.cm⁻³ até 1,100 g.cm⁻³. Considerou-se a densidade do ovo aquela em que o mesmo flutuasse.

Para a avaliação da qualidade interna três ovos por parcela foram coletados, pesados separadamente e, posteriormente, quebrados em superfície plana e lisa de vidro. Com o auxílio de um micrômetro digital (precisão de 0,001 mm) as medidas de altura de albúmen foram aferidas. Por meio da altura do albúmen e peso unitário do ovo foram calculados os valores da unidade Haugh.

(1)

$$UH = 100 \cdot \log(H + 7,57 - (1,7 \cdot W \cdot 0,37))$$

Onde:

H = altura do albúmen (mm);

W = peso do ovo (g).

A análise de coloração de gema foi efetuada por meio de um leque colorimétrico DSM (Yolk Color Fan)[®]. Posteriormente as cascas foram lavadas em água corrente, secas a temperatura ambiente por um período de 48 horas, pesadas em balança semi-analítica para a obtenção do peso da casca e posteriormente determinação da porcentagem de casca. Com auxílio de um micrômetro digital determinou-se a espessura de casca (mm).

Para a análise de pH três ovos de cada parcela foram quebrados, sendo o albúmen e gema separados e colocados em copos descartáveis devidamente identificados e posteriormente homogeneizados e, com o auxílio de um peagâmetro digital (Analion pm 608) foram determinados os valores de pH do albúmen e da gema.

Para determinar os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e matéria mineral (MN) das rações experimentais, amostras de cada uma das rações foram coletas e encaminhadas ao Laboratório de Bromatologia do Departamento de Biologia e Zootecnia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp. As análises bromatológicas foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por (SILVA; QUEIROZ, 2006).

Para a mensuração da oxidação lipídica (método TBARS), adaptado da metodologia descrita por Ramanathan e Das (1992) e Vyncke (1970), no último ciclo 6 ovos de cada unidade experimental foram selecionados com base na ausência de rachaduras, manchas ou sujeiras na casca. Posteriormente estes foram identificados, colocados em bandejas de papelão e acondicionados em diferentes ambientes de conservação (temperatura ambiente: média de 30°C; refrigerado: média de 5°C), e submetidos a diferentes períodos de armazenamento (0, 7 e 21 dias).

Para a análise econômica foi considerado o desempenho médio das aves no decorrer de todo o período experimental, sendo que para o custo de produção, somente o custo com a ração foi considerado. O custo da ração para produzir um quilograma de ovos foi determinado levando em conta a quantidade de ração consumidas pelas aves para produzir um quilograma de ovos e o preço por quilograma de ração.

Os custos dos ingredientes utilizados na formulação das rações foram cotados no mês de julho de 2016 na região de Bastos – SP e são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Custo (R\$.kg⁻¹) dos ingredientes utilizados para formulação das rações

Ingredientes	R\$.kg⁻¹	US\$*	Ingredientes	R\$.kg⁻¹	US\$*
Milho grão	0,75	0,22	Sal Comum	0,28	0,08
Soja Farelo	1,30	0,39	DL-Metionina	20,00	5,94
Calcário Calcítico	0,14	0,04	Polimix PR – 101	14,00	4,16
Óleo de Soja	3,38	1,00	L-lisina HCL	5,17	1,54
Fosfato Bicálcico	1,30	0,39	Goma de Soja	0,20	0,06

Nota: * Cotação do dia 15/12/2016

Fonte: Próprio autor.

A análise da viabilidade econômica foi realizada através da adaptação do Índice Economic Feed Efficiency (EFE) sugerido por Houndonougbo, Chwalibog e Chrysostome (2009). Este índice compreende a receita obtida com a produção dos ovos e a despesa com as rações. Dessa forma, quanto maior os valores do índice EFE, melhor a relação custo-benefício da produção. Para poedeiras o índice foi calculado pela fórmula apresentada na Equação 2.

(2)

$$EFE = \frac{kg \text{ de ovos produzidos} \times \text{preço por kg de ovo}}{\text{Consumo de ração} \times \text{preço do kg da ração}}$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011) e SAS 9.4 (2016). Quando verificada diferença significativa entre tratamentos foram realizados dois métodos de comparação: teste de Dunnett para comparar o controle (tratamento sem goma) com os demais tratamentos e a regressão, realizada entre os tratamentos com a aplicação de goma.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância com os valores de P, média e coeficiente de variação para os dados de desempenho: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), peso médio dos ovos (g), massa dos ovos (g) e conversão alimentar (kg de ração/kg de ovos), são apresentados na Tabela 5 e na Tabela 6 são apresentadas as médias para comparação dos tratamentos com a dieta controle.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para o desempenho das aves

	Consumo de ração (g/ave/dia)	Produção de ovos (%)	Peso médio dos ovos (g)	Massa de ovos (g)	Conversão alimentar (kg/kg)
P – valor					
Tratamentos	0,0429	0,008	<0,001	0,0002	0,318
Períodos	<0,0001	0,331	0,0007	0,204	<0,0001
Períodos * Trat.	0,0066	0,218	0,598	0,070	0,125
Média	102,03	92,52	62,16	57,62	1,76
CV	4,36	4,51	3,28	6,84	10,31

Nota: CV = Coeficiente de variação (%)

Fonte: Próprio autor

Para todas as variáveis (Tabela 5) foram encontradas diferença significativa para tratamentos, com exceção da conversão alimentar. Para ciclo foi verificada diferença apenas para as variáveis consumo de ração, peso médio dos ovos e conversão alimentar. Devido ao fato da maioria das variáveis terem apresentado o mesmo comportamento em todos os períodos não foi realizado o desdobramento, de modo que ciclos foi apenas uma medida repetida no tempo. Uma vez que não se tinha interesse em avaliar diferenças entre períodos e que somente foi encontrada diferença significativa na interação (períodos*tratamento) para a variável consumo de ração, optamos em não desdobrar tratamentos dentro de cada ciclo, conforme justificado anteriormente.

A comparação de médias entre os tratamentos e o controle indicou diferença ($P < 0,05$) para o consumo de ração, produção de ovos, peso médio dos ovos e massa de ovos (Tabela 6). O maior consumo de ração foi observado no tratamento que recebeu a inclusão de 5% de goma de soja. Já a maior produção de ovos foi verificada nos tratamentos que receberam 3 e 5% de inclusão goma. Em relação ao peso médio do ovo, a inclusão de goma de soja a partir de 3% proporcionou o aumento do peso, porém, o tratamento que recebeu a inclusão de 5% foi o que mostrou o maior peso

médio do ovo. Comportamento semelhante foi observado para a massa de ovos, em que a inclusão de 3% de goma proporcionou aumento da massa, sendo que o tratamento que recebeu a inclusão de 5% foi o que mostrou a maior massa de ovos quando comparado ao tratamento controle.

A análise de regressão dos níveis de goma de soja para o consumo de ração (Gráfico 3), produção de ovos (Gráfico 4), peso médio dos ovos (Gráfico 5) e massa de ovos (Gráfico 6) apresentaram efeito linear crescente ($P < 0,05$), e apenas a conversão alimentar (Gráfico 7) apresentou efeito linear decrescente.

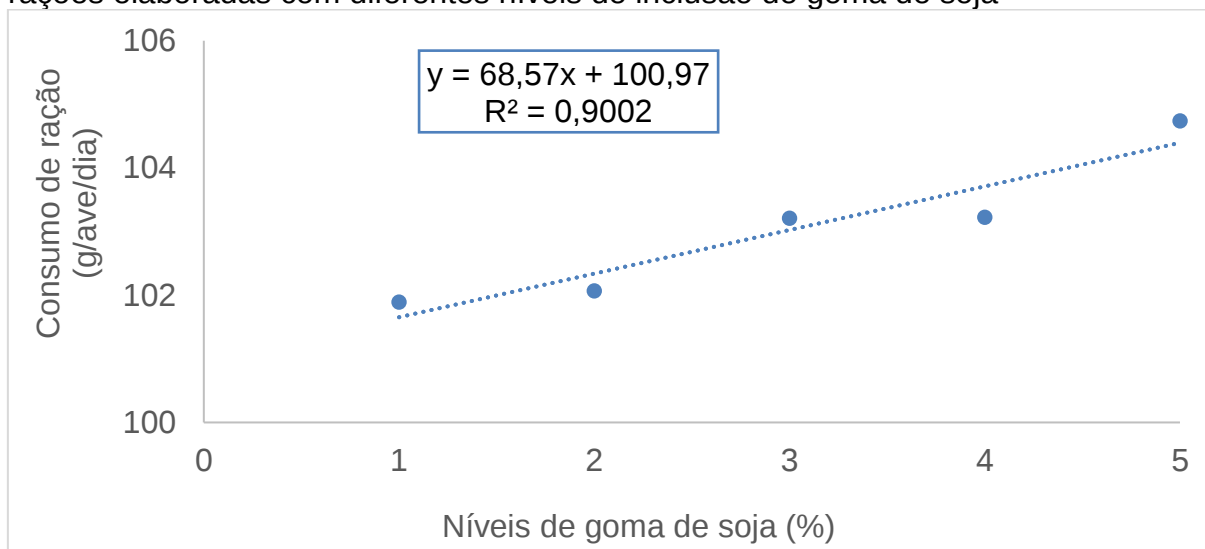
Tabela 6 - Comparação dos tratamentos com a dieta controle para os parâmetros de desempenho das aves

Tratamentos	Variáveis				
	Consumo de ração (g/ave/dia)	Produção de ovos (%)	Peso médio dos ovos (g)	Massa de ovos (g)	Conversão alimentar (kg/kg)
Controle	97,07	90,24	60,58	54,720	1,846
1%	101,89 ^{ns}	91,80 ^{ns}	61,07 ^{ns}	56,05 ^{ns}	1,81 ^{ns}
2%	102,06 ^{ns}	91,04 ^{ns}	62,11 ^{ns}	56,26 ^{ns}	1,77 ^{ns}
3%	103,20 ^{ns}	93,93*	62,58*	58,81*	1,71 ^{ns}
4%	103,22 ^{ns}	93,52 ^{ns}	63,15*	59,06*	1,75 ^{ns}
5%	104,74*	94,59*	63,46*	60,83*	1,70 ^{ns}
DMS	3,63	3,38	1,65	3,23	0,14
Regressão P-valor					
Linear	0,039	0,0004	0,000	0,000	0,182
Quadrática	0,965	0,969	0,425	0,988	0,420
Desvio	0,513	0,179	0,943	0,400	0,864
Equação escolhida	$y = 68,57x + 100,97$ $R^2 = 0,900$	$y = 80,5x + 90,56$ $R^2 = 0,726$	$y = 58,21x + 60,73$ $R^2 = 0,955$	$y = 123,47x + 54,50$ $R^2 = 0,930$	$y = -2,45x + 1,82$ $R^2 = 0,751$

Nota: * Houve diferença significativa e ^{ns} não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos e a média do controle pelo teste de Dunnett (P ≤ 0,05)

Fonte: Próprio autor.

Gráfico 3 – Comportamento do consumo de ração de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



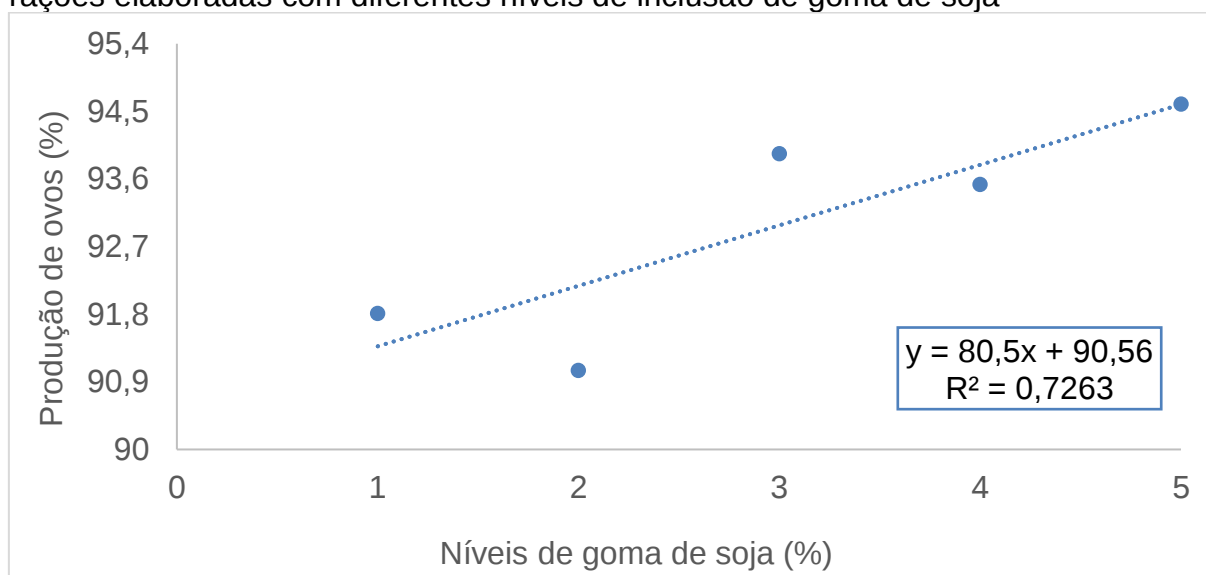
Fonte: Próprio autor.

Conforme Bertechini (2006), deve-se tomar prudência ao trabalhar em experimentos com o uso de lipídios devido ao chamado efeito extracalórico, que consiste na melhora da palatabilidade, redução de pulverulência e perda de nutrientes, fornecimento de ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis, baixo incremento calórico e redução da taxa de passagem. Inclusões baixas de lipídios em dietas formuladas com elementos vegetais e em dietas que predominam ácidos graxos insaturados, o valor energético é superior aos de energia bruta dos alimentos devido ao efeito extracalórico. Deste modo, a formulação de dietas experimentais isocalóricas deve levar em conta este fator para que os resultados experimentais não sejam prejudicados por este efeito (JUNQUEIRA, 2005).

Neste estudo tentou-se ao máximo evitar o efeito extracalórico, de modo que a variação de inclusão de óleo da dieta controle e a dieta com 5% de goma de soja foi de apenas 1,5%. Demonstrando que o aumento do consumo de ração foi favorecido devido a inclusão de goma na dieta e não devido a quantidade de óleo.

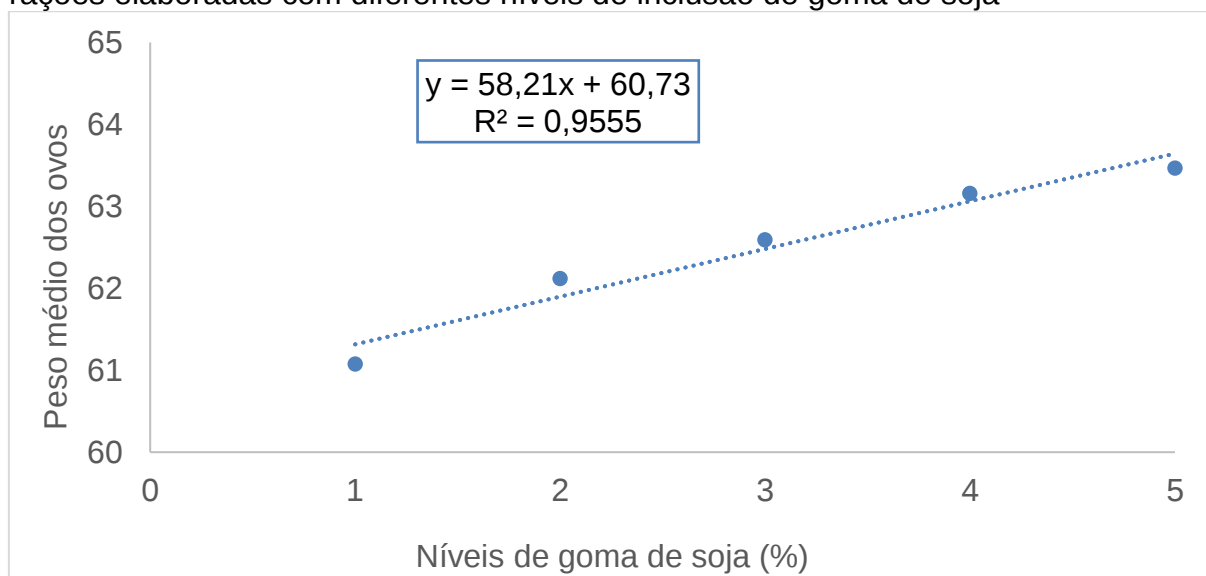
Outro fator que pode ter contribuído para o aumento do consumo é a presença da colina que faz parte da estrutura da lecitina, que por sua vez participa da composição da goma de soja (LEERSON ; SUMMERS, 2001). Experimento conduzido por Ketola e Nesheim (1974), mostrou que a suplementação de colina em dietas para poedeiras promoveu aumento no consumo de ração.

Gráfico 4 – Comportamento da produção de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



Fonte: Próprio autor

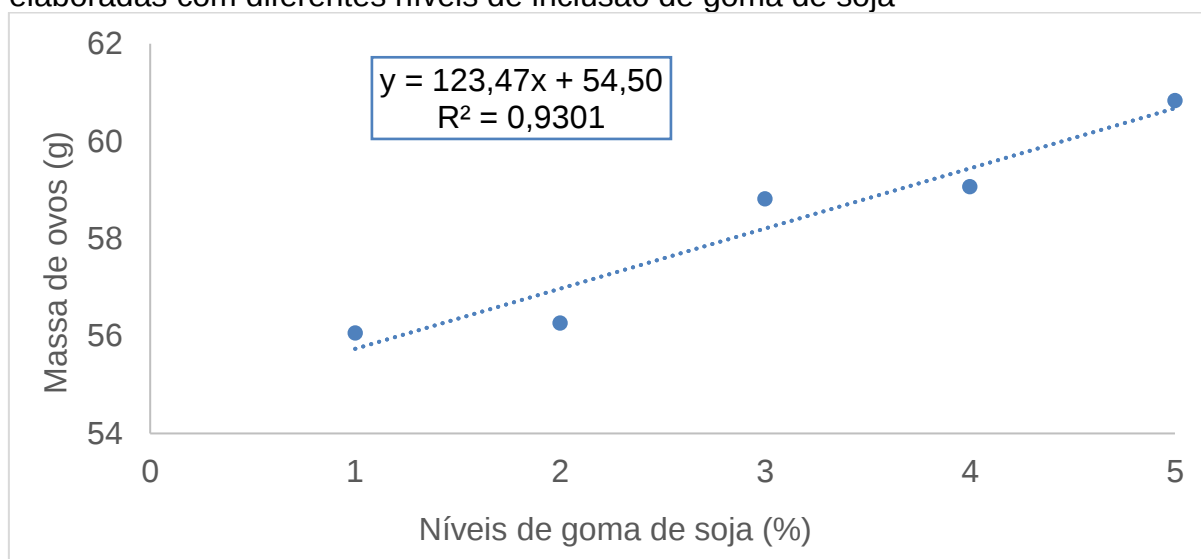
Gráfico 5 - Comportamento do peso médio dos ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



Fonte: Próprio autor

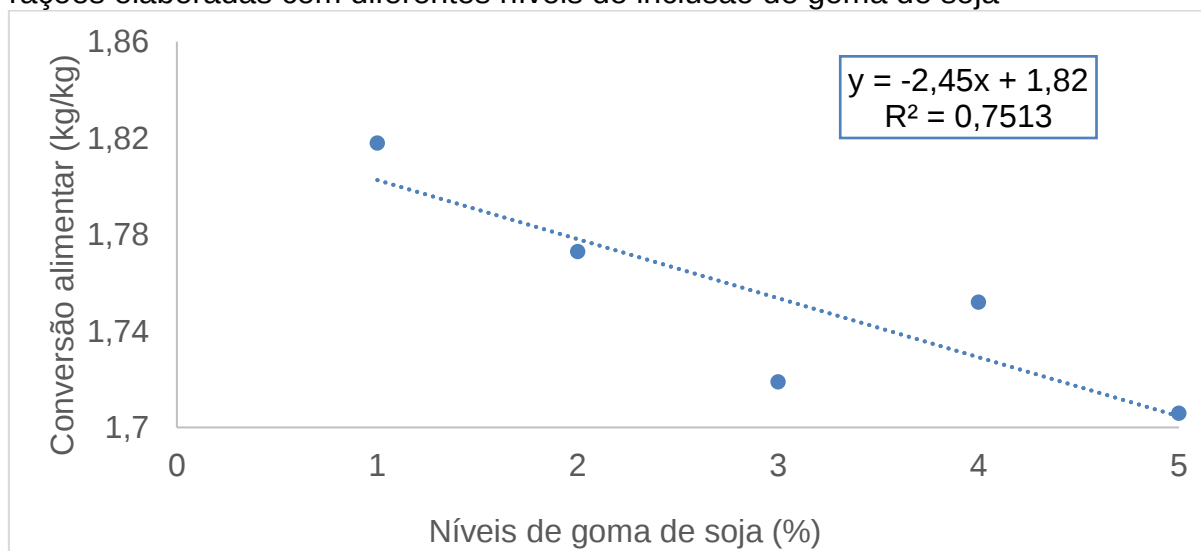
De acordo com Attia et al. (2008) a suplementação de 3 e 6% de lecitina em rações de poedeiras proporciona aumento no peso e massa de ovos. Provavelmente a presença de lecitina na composição da goma de soja tenha favorecido o aumento do peso e massa de ovos nos tratamentos que receberam os maiores níveis de inclusão de goma.

Gráfico 6 - Comportamento da massa de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



Fonte: Próprio autor

Gráfico 7 - Comportamento da conversão alimentar de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



Fonte: Próprio autor

O resumo da análise de variância com os valores de P, média e coeficientes de variação para os dados de qualidade de ovos – unidade Haugh (UH), gravidade específica, espessura de casca, porcentagem de casca, pH do albúmen e da gema, e cor de gema – são apresentados na Tabela 7 e na Tabela 8 e Tabela 9 são apresentadas as médias para comparação dos tratamentos com a dieta controle.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para qualidade de ovos

	Tratamentos	Período	Período*Trat.	Média	CV
	P - valor				
Unidade Haugh	0,0002	<0,0001	0,6043	96,73	2,69
Gravidade específica (g.cm ⁻³)	<0,0001	<0,0001	0,0099	1,09	0,19
Espessura de casca	0,0034	<0,0001	0,3755	0,36	3,93
Porcentagem de casca	<0,0001	<0,0001	0,1183	10,15	3,75
pH do albúmen	0,0866	<0,0001	0,5581	8,52	1,61
pH da gema	0,7808	<0,0001	0,8192	5,92	1,68
Cor de gema	0,0009	<0,0001	0,3283	5,03	6,08

CV = Coeficiente de variação (%)

Fonte: Próprio autor.

Não foram encontradas diferença significativa para tratamentos apenas para as variáveis pH do albúmen e pH da gema (Tabela 7). Para período foi verificada diferença em todas as variáveis. Porém, uma vez que não se tinha interesse em avaliar diferenças entre períodos e que somente foi encontrada diferença significativa na interação (ciclo*tratamento) para a variável gravidade específica, não foi desdobrado tratamentos dentro de cada período, ou seja o ciclo foi apenas uma medida repetida no tempo.

A comparação de médias entre os tratamentos e o controle indicou diferença pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$) para unidade Haugh, gravidade específica, espessura de casca, porcentagem de casca e cor de gema (Tabela 8). Quanto a unidade Haugh os melhores resultados foram observados nos tratamentos com a inclusão de 4 e 5% de goma de soja. Já relação gravidade específica, a inclusão de goma a partir de 3% causou a redução da gravidade, ou seja, uma piora na qualidade de casca. Comportamento semelhante foi observado em relação a porcentagem de casca, em que a inclusão de goma a partir de 3% acarretou na redução da porcentagem de casca. Quanto a espessura de casca foi observado que os tratamentos que receberam a inclusão de 3 e 5% de goma de soja apresentaram menor espessura quando comparado ao tratamento controle.

A quantidade de cálcio depositado na casca permanece constante durante todo o ciclo de postura, no entanto, com o aumento do tamanho do ovo e a menor quantidade de cálcio por unidade de superfície que é depositado durante a formação da casca e, conseqüentemente há uma redução da espessura de casca (MAZZUCO et al., 1998). Os resultados entrados nesse estudo corroboram com os encontrados

por Roland (1982), que observou que o aumento do tamanho do ovo está diretamente relacionada a piora na qualidade da casca.

E para a cor de gema notou-se que inclusão de 2% de goma promoveu melhoria na coloração, sendo que o tratamento que recebeu 3% de goma foi o que apresentou a maior coloração de gema.

Um fato que deve ser considerado ao utilizar ingredientes com altas quantidades de ácidos graxos livres (AGL) como o óleo de soja na dieta poedeiras, é que esses AGL podem reagir com alguns minerais como o cálcio formando sabões. Se esses sabões forem insolúveis eles podem tornar os minerais envolvidos indisponíveis para a ave, afetando negativamente a sua retenção no organismo e também reduzindo a qualidade da casca (BREGENDAHL, 2006).

Estorino et al. (2016) observou que codornas alimentadas com rações contendo a inclusão de óleo ácido de soja e óleo degomado de soja suplementadas ou não com 1% de lecitina, não tiveram queda da gravidade específica e porcentagem de casca, demonstrando que a lecitina pode ter auxiliado na absorção dos AGL não deixando-os disponíveis para que reagissem com os minerais, o que causaria a diminuição da qualidade da casca.

Entretanto como pode ser observado neste estudo, conforme os níveis de óleo de soja usado nas rações aumentaram, houve um decréscimo da gravidade específica, porcentagem de casca e espessura de casca mesmo nos tratamentos que receberam os maiores níveis de inclusão de goma, demonstrando que a quantidade de lecitina presente na goma nos níveis de inclusão utilizado não foi suficiente para evitar a formação de sabões.

Tabela 8 - Comparação dos tratamentos com a dieta controle para os parâmetros de qualidade de ovos

Tratamentos	Variáveis			
	Unidade Haugh	Gravidade específica (g.cm ⁻³)	Espessura de casca	Porcentagem de casca
Controle	97,844	1,092	0,374	10,409
1%	98,148 ^{ns}	1,092 ^{ns}	0,373 ^{ns}	10,450 ^{ns}
2%	96,990 ^{ns}	1,091 ^{ns}	0,366 ^{ns}	10,238 ^{ns}
3%	96,477 ^{ns}	1,090*	0,358*	9,964*
4%	95,388*	1,090*	0,363 ^{ns}	9,923*
5%	95,570*	1,088*	0,361*	9,961*
DMS	2,10	0,0017	0,01	0,30
Regressão P-valor				
Linear	0,000	0,000	0,018	0,000
Quadrática	0,129	0,846	0,083	0,027
Desvio	0,500	0,249	0,548	0,726
Equação escolhida	y= -0,67x + 98,54 R ² = 0,903	y= -0,09x + 1,09 R ² = 0,920	y= 16,42x ² - 1,25x + 0,38 R ² = 0,846	y= -12,93 +10,49 R ² = 0,794

* Houve diferença significativa e ^{ns} não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos e a média do controle pelo teste de Dunnett (P ≤ 0,05)

Fonte: Próprio autor.

Tabela 9 - Comparação dos tratamentos com a dieta controle para os parâmetros de qualidade de ovos

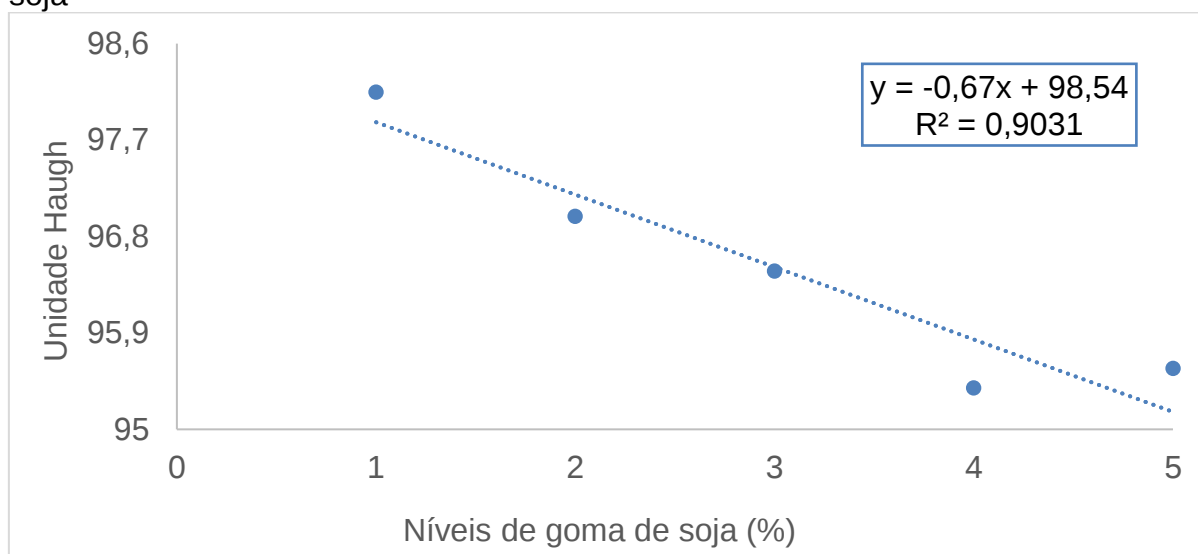
Tratamentos	Variáveis		
	pH do Albúmen	pH da gema	Cor da gema
Controle	8,469	5,919	4,800
1%	8,478 ^{ns}	5,943	4,925 ^{ns}
2%	8,550 ^{ns}	5,950	5,125*
3%	8,556 ^{ns}	5,929	5,183*
4%	8,579 ^{ns}	5,919	5,141*
5%	8,531 ^{ns}	5,913	5,050*
DMS	0,11	0,08	0,24
Regressão P - valor			
Linear	0,146	0,220	0,248
Quadrática	0,038	0,874	0,014
Desvio	0,774	0,878	0,927
Equação escolhida	$y = -0,01x^2 + 0,10x + 8,38$ $R^2 = 0,927$	$y = -0,009 + 5,95$ $R^2 = 0,847$	$y = -487,14x^2 + 31,89x + 4,66$ $R^2 = 0,979$

* Houve diferença significativa e ^{ns} não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos e a média do controle pelo teste de Dunnett (P ≤ 0,05)

Fonte: Próprio autor.

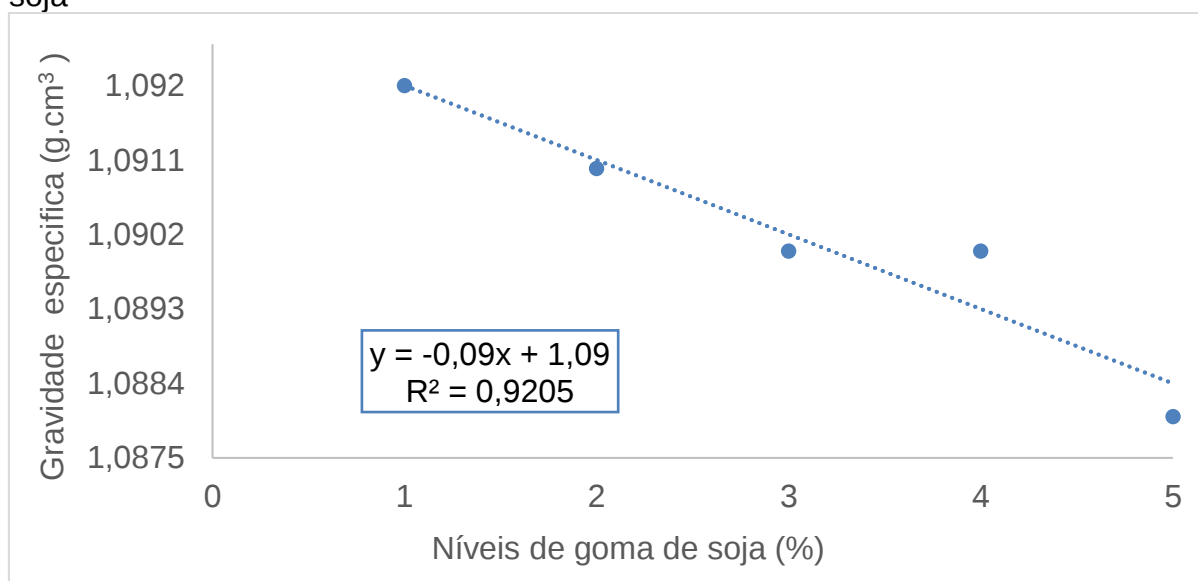
A análise de regressão dos níveis de goma de soja para unidade Haugh (Gráfico 8), gravidade específica (Gráfico 9) e porcentagem de casca (Gráfico 10) apresentaram comportamento linear decrescente ($P < 0,05$). Enquanto que espessura de casca (Gráfico 11) e cor de gema (Gráfico 12) apresentaram feito quadrático.

Gráfico 8 - Comportamento da Unidade Haugh (UH) de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



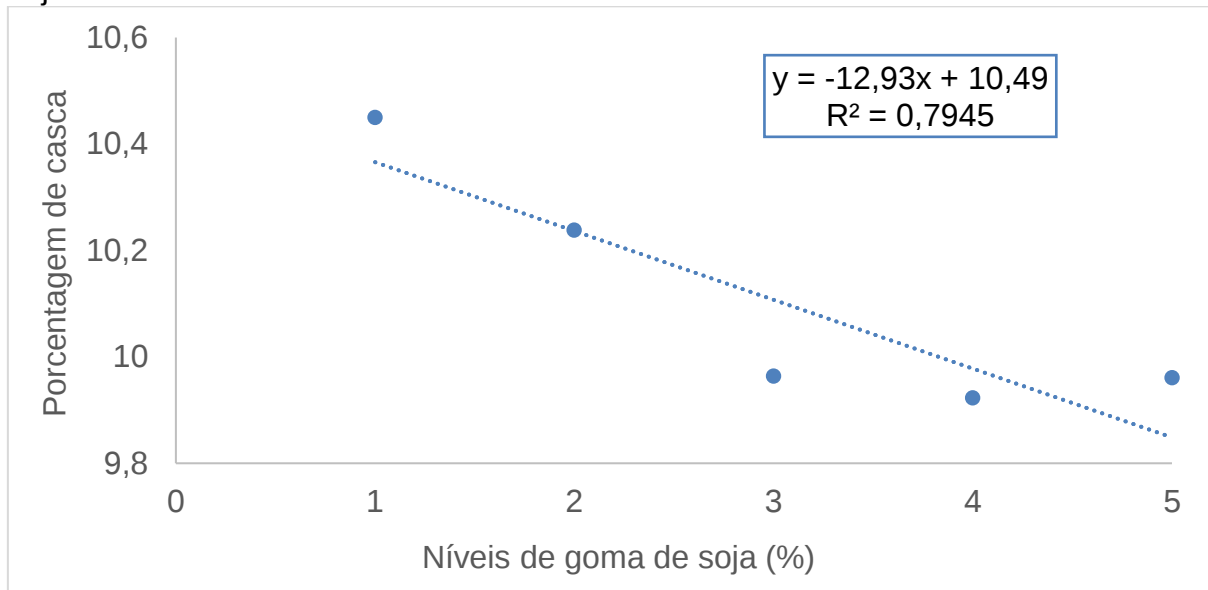
Fonte: Próprio autor

Gráfico 9 - Comportamento da gravidade específica de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



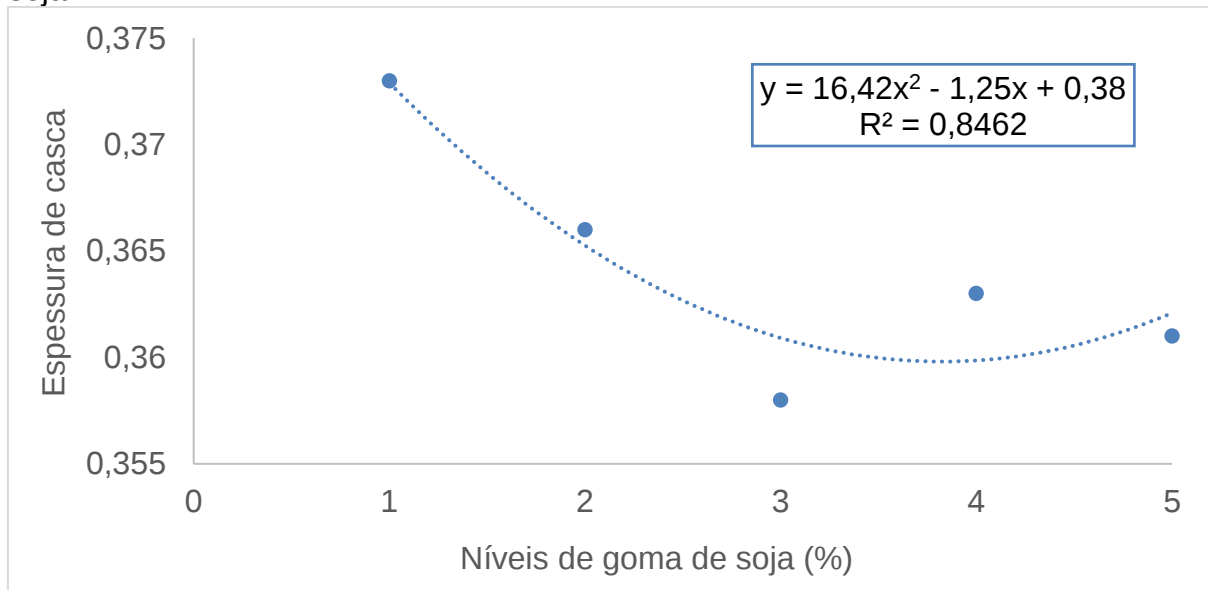
Fonte: Próprio autor

Gráfico 10 - Comportamento da porcentagem de casca de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



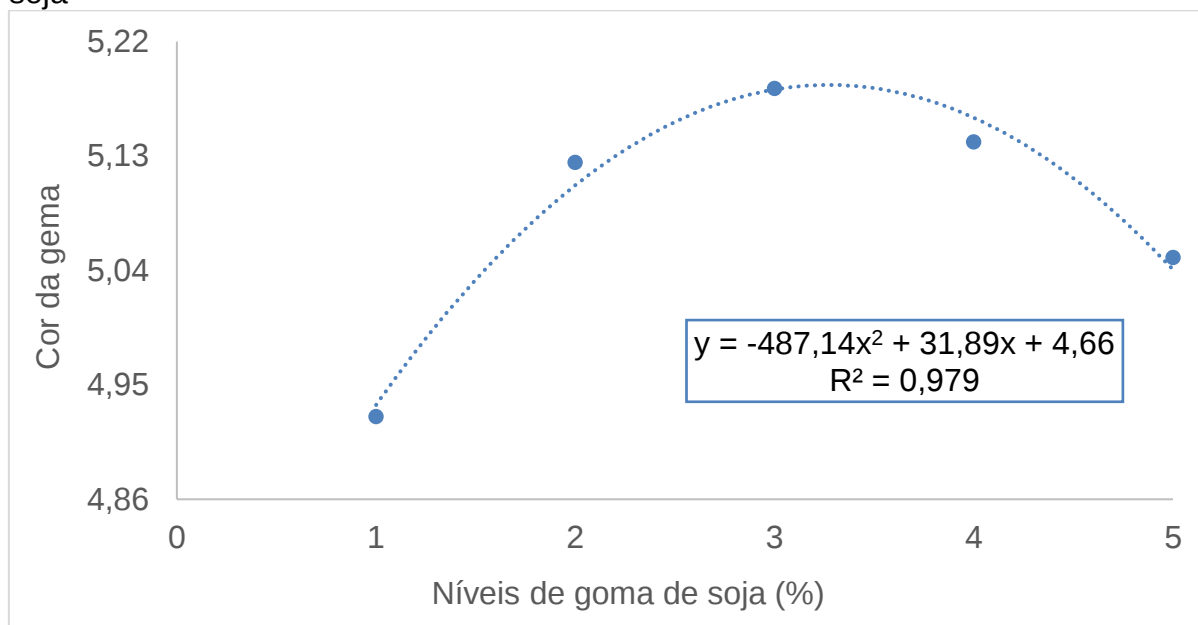
Fonte: Próprio autor

Gráfico 11 - Comportamento da espessura de casca de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



Fonte: Próprio autor

Gráfico 12 - Comportamento da coloração de gema de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



Fonte: Próprio autor

Segundo Franco e Sakamoto (2007), a qualidade de ovos recebe diferentes enfoques para produtores, processadores e consumidores. Para os produtores, a qualidade parece estar relacionada com o peso do ovo e a resistência da casca. Para os processadores a qualidade está relacionada com a facilidade de retirada da casca, separação da gema do albúmen e coloração da gema, especialmente para massas e produtos de padaria. No quesito cor de gema, os consumidores também a consideram como parâmetro de qualidade.

A grande maioria dos componentes do ovo é metabolizada no fígado, e o acúmulo de nutrientes na circulação sanguínea faz com sejam transportados até o ovário, onde ocorre a deposição dos compostos lipossolúveis, lipídios, fosfolipídios, colesterol e, os carotenoides que dão a cor amarelo-laranja da gema (LOPES et al. 2011). Estudo conduzido por Alleoni e Antunes (2001) mostrou que ovos de aves suplementadas com 6% de lecitina apresentaram uma coloração de gema mais intensa. A presença da lecitina na composição da goma de soja possivelmente tenha favorecido a absorção dos lipídios e carotenoides, o que proporcionou aumento da coloração de gema no tratamento que recebeu a inclusão de 3% de goma de soja.

O resumo da análise de variância com os valores de P, média e coeficientes de variação para os parâmetros de estabilidade oxidativa (TBARS) de ovos acondicionados em diferentes ambientes e períodos de armazenamento são

apresentados na Tabela 10 e na Tabela 11 são apresentadas as médias para comparação dos tratamentos com a dieta controle.

Tabela 10 - Resumo da análise de variância dos parâmetros de estabilidade oxidativa (TBARS)

	Fresco	Ambiente 7 dias	Refrigerado 7 dias	Ambiente 21 dias	Refrigerado 21 dias
	P - Valor				
Tratamento	0,066	0,049	0,454	0,607	0,105
Média	0,39	0,37	0,29	0,38	0,33
CV	22,95	16,05	23,61	0,33	9,65

Nota: CV= Coeficiente de variação

Fonte: Próprio autor.

Tabela 11 – Comparação dos tratamentos com a dieta controle para o parâmetro de estabilidade oxidativa da gema (TBARS)

Tratamentos	Variáveis				
	Fresco	Ambiente (7 dias)	Refrigerado (7 dias)	Ambiente (21 dias)	Refrigerado (21 dias)
Controle	0,408	0,335	0,334	0,375	0,356
1%	0,453 ^{ns}	0,409 ^{ns}	0,261 ^{ns}	0,396 ^{ns}	0,330 ^{ns}
2%	0,434 ^{ns}	0,312 ^{ns}	0,310 ^{ns}	0,354 ^{ns}	0,324 ^{ns}
3%	0,426 ^{ns}	0,353 ^{ns}	0,298 ^{ns}	0,424 ^{ns}	0,334 ^{ns}
4%	0,286 ^{ns}	0,412 ^{ns}	0,329 ^{ns}	0,398 ^{ns}	0,298*
5%	0,352 ^{ns}	0,403 ^{ns}	0,265 ^{ns}	0,332 ^{ns}	0,349 ^{ns}
DMS	0,15	0,10	0,12	0,14	0,05
Regressão P-valor					
Linear	0,016	0,283	0,769	0,522	0,778
Quadrática	0,814	0,058	0,107	0,357	0,209
Desvio	0,157	0,061	0,571	0,379	0,097
Equação escolhida	1*	-	-	-	-

Nota: * Houve diferença significativa e ^{ns} não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos e a média do controle pelo teste de Dunnett ($P \leq 0,05$)

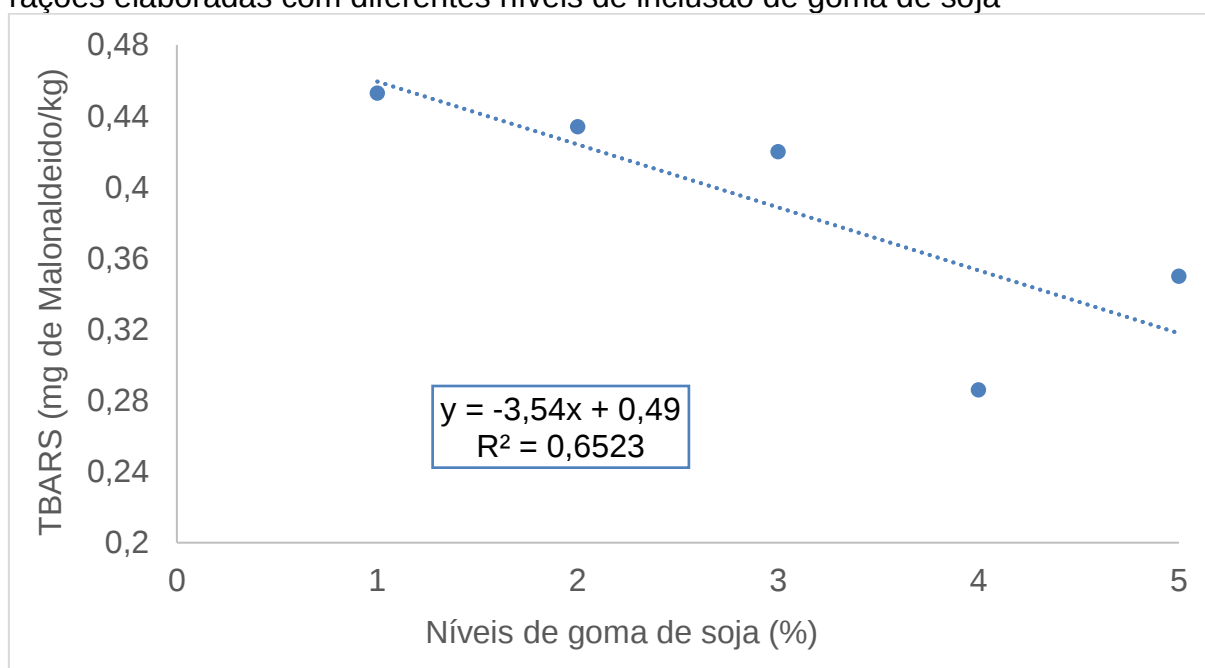
1* $y = -0,035x + 0,4952$ ($R^2 = 0,6295$)

Fonte: Próprio autor.

A comparação de médias entre os tratamentos e o controle indicou diferença através do teste de Dunnett ($P < 0,05$) apenas para os ovos provenientes do tratamento que recebeu inclusão de 4% de goma de soja e que foram armazenados sob refrigeração por um período de 21 dias. Não houve diferença ($P < 0,05$) de oxidação lipídica dos ovos armazenados sob refrigeração durante o período de 7 dias, no entanto, os ovos apresentaram menor oxidação quando se utilizou a goma de soja. Isso demonstra que a ação antioxidante da goma aliada a refrigeração contribuiu para uma melhor estabilidade oxidativa do ovo.

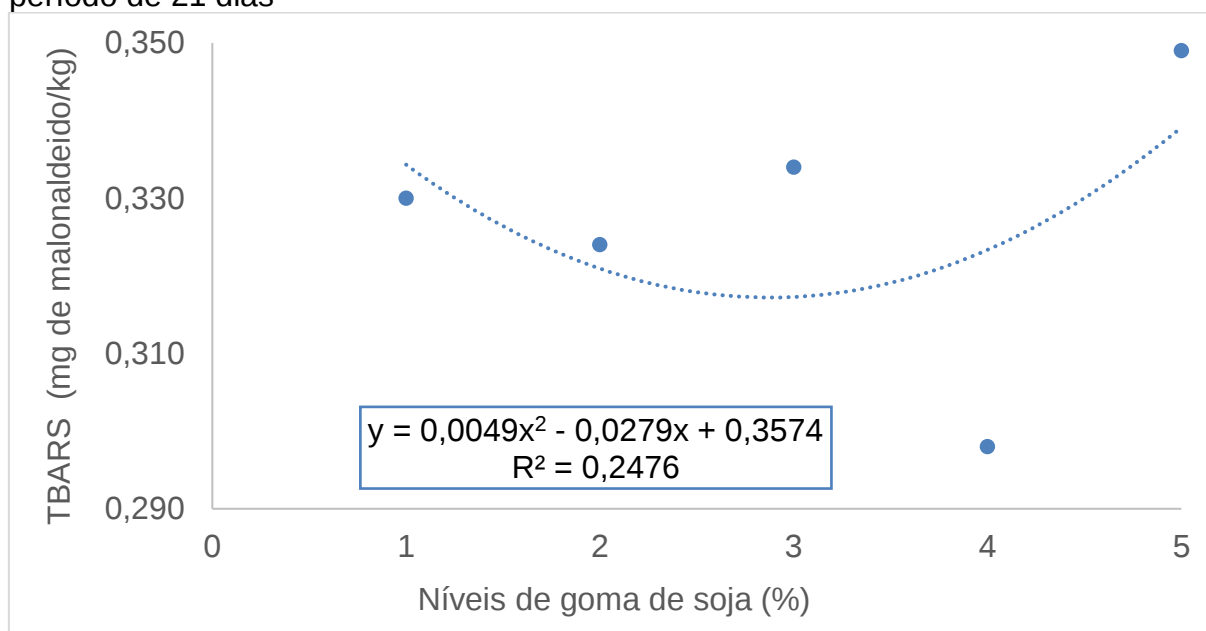
Ao realizar o estudo da regressão foi identificado efeito linear decrescente apenas para os ovos frescos (Gráfico 13) e para os ovos armazenados sob refrigeração por 21 dias a equação que melhor se ajustou foi quadrática (Gráfico 14).

Gráfico 13 – Estabilidade oxidativa de ovos frescos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



Fonte: Próprio autor.

Gráfico 14 - Estabilidade oxidativa de ovos armazenados sob refrigeração por um período de 21 dias



Fonte: Próprio autor.

O resumo da análise de variância com os valores de P, média e coeficientes de variação para os dados da avaliação econômica – custo/kg de ovos (R\$) e do Índice Economic Feed Efficiency (EFE) são apresentados na Tabela 12 e na Tabela 13 são apresentadas as médias para comparação dos tratamentos com a dieta controle.

Tabela 12- Resumo da análise de variância para a análise econômica

	Custo/kg de ovo (R\$)	EFE
	P - valor	
Tratamentos	0,206	0,036
Média	1,69	0,99
CV	5,43	0,38

Notas: CV = Coeficiente de variação

EFE = Índice Economic Feed Efficiency

Fonte: Próprio autor.

Tabela 13 - Comparação dos tratamentos com a dieta controle para os parâmetros da análise econômica

Tratamentos	Custo/kg de ovo (R\$)	EFE
-------------	-----------------------	-----

Controle	1,668	0,995
1%	1,620 ^{ns}	1,004*
2%	1,722 ^{ns}	1,000 ^{ns}
3%	1,678 ^{ns}	1,000 ^{ns}
4%	1,746 ^{ns}	0,998 ^{ns}
5%	1,754 ^{ns}	1,000 ^{ns}
DMS	0,157	0,006
Regressão P- valor		
Linear	0,022	0,068
Quadrática	0,591	0,165
Desvio	0,316	0,499
Equação escolhida	$y = 3,14x + 1,6054$ $R^2 = 0,8275$	$y = 7,1429x^2 - 0,5286x + 1,0084$ $R^2 = 0,8929$

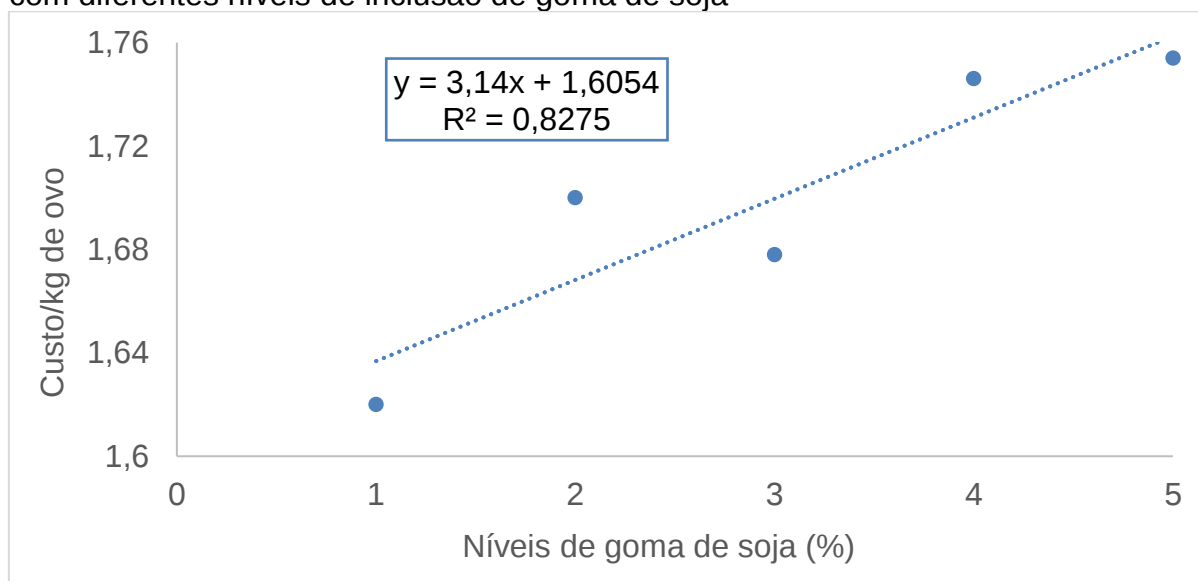
Notas: EFE = *Índice Economic Feed Efficiency*

* Houve diferença significativa e ^{ns} não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos e a média do controle pelo teste de Dunnett (P ≤ 0,05)

Fonte: Próprio autor.

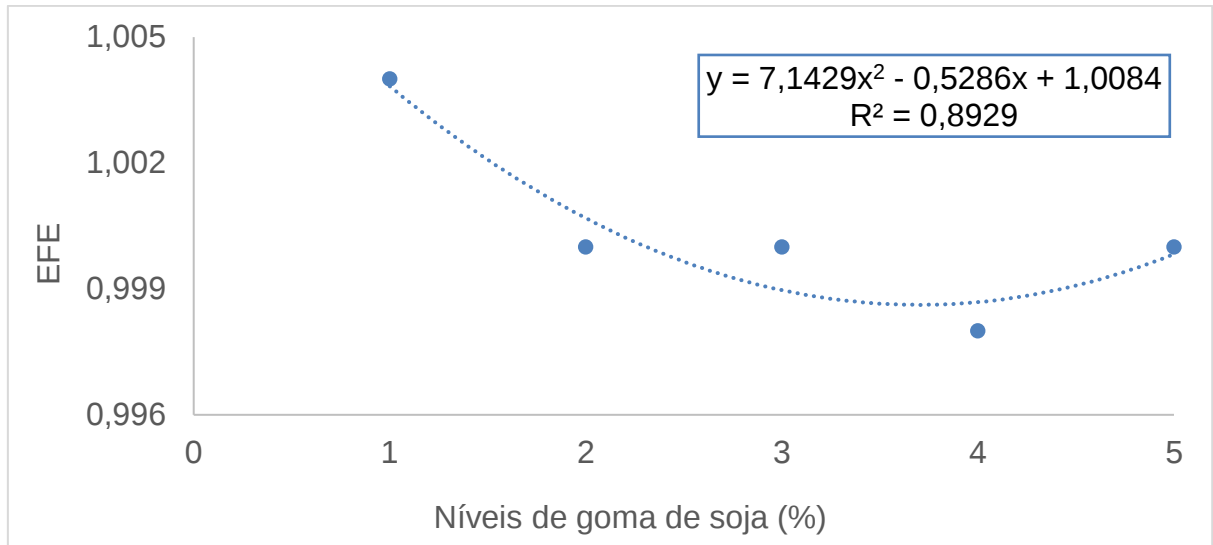
Apenas o índice EFE apresentou diferença (P>0,05) na comparação de médias entre os tratamentos e o controle (Tabela12), evidenciando que a inclusão de 1% de goma de soja na dieta proporcionou melhor retorno econômico. No estudo da regressão foi identificado efeito linear apenas para custo/kg de ovos (Gráfico 15) e efeito quadrático para índice EFE (Gráfico 16).

Gráfico 15 – Custo/kg de ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



Fonte: Próprio autor.

Gráfico 16 - Comportamento do índice EFE de poedeiras alimentadas com rações elaboradas com diferentes níveis de inclusão de goma de soja



Fonte: Próprio autor.

5 CONCLUSÃO

No que se refere aos parâmetros de desempenho, a goma de soja promoveu aumento do consumo de ração, produção de ovos, peso médio dos ovos e massa de ovos. Quanto aos parâmetros de qualidade dos ovos a inclusão de goma reduziu os valores de unidade Haugh, no entanto, aumentou a coloração de gema. Quanto a estabilidade oxidativa os melhores resultados foram obtidos com a associação dos maiores níveis de goma com o ambiente refrigerado no armazenamento dos ovos, entretanto, baseado no maior retorno econômico o melhor nível de inclusão foi o de 1% de goma.

REFERÊNCIAS

- AKECHI, B. V. **Goma de soja na alimentação de frangos de corte**: digestibilidade e desempenho. 2015. 43 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia Animal) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.
- AL-MARZOOQUI, W.; LEESON, S. Evaluation of dietary supplements of lipase, detergente, and crude Porcine pâncreas on fat utilization by Young broiler chicks. **Poultry Science**, Oxford, v. 78, p. 1561 – 1566, 1999.
- ALLEONI, A. C. A.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinhas armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 681-685, 2001.
- ARAUJO, J. M. A. **Química de alimentos, teoria e prática**. 4. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2008. 596 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. **Relatório anual**. São Paulo, 2016.
- ATTIA, Y. A. et al. Improving productive and reproductive performance of dual purpose crossbreed hens in the tropics by lecithin supplementation. **Tropical Animal Health Production**, Netherlands, v. 41, p. 461-475. 2008.
- BASTIDA-RODRÍGUEZ, J. The food additive polyglycerol polyricinoleate (E-476): structure, applications, and production methods. **ISRN Chemical Engineering**, New York, v. 2013, p. 1-21, 2013. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/124767/>>. Acesso em: 04 abr. 2017.
- BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. In: CONGRESSO MERCOSUL DE PRODUÇÃO SUÍNA, 17., 2000, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: [S.n.], 2000. p. 56-78.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Ed. UFLA, 2006. 301 p.
- BIANCHI, M.; ANTUNES, L. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-30, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v12n2/v12n2a01.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2017.
- BRANDÃO, T. M. **Diferentes tipos de óleos de soja e níveis de energia em dietas de frango**: desempenho e característica de carcaça. 2008. 62 f. Dissertação (Mestre em Ciência Animal) – Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.
- BREGENDAHL, K. **Free fatty acids in diety for laying hens**. Iowa: Department of Animal Science, 2006.

BYUN, Y. et al. Formulation and characterization of alphatocopherol loaded poly epsilon-caprolactone (PCL) nanoparticles. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 44, n.1, p. 24-28, 2010.

CAMPOS, E. J. Nutrição da matriz e do embrião. In: MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da Incubação**. 2. ed. Campinas: FACTA, 2003. v.1, p. 361-377.

CASTEJON, L. V. **Estudo da clarificação da lecitina de soja**. 2010. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 2, n. 5, safra 2014/2015. Brasil, 2015.

COSTA, E. M. S.; DOURADO, L. R. B.; MERVAL, R. R. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Londrina, v. 6, n. 31, ed. 218, 2012.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 710 p.

DUKES, H. H.; REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 954 p.

DURAN, R. M.; PADILHA, R. B. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 44, p. 101-106, 1993.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. **Tecnologia para produção do óleo de soja**: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos. Londrina: Embrapa Soja, 2001. Disponível em: < <http://www.aboissa.com.br/informativos/espec/soja/processosdasoja.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2016.

ESTORINO, I. A. et al. Associação da lecitina com óleo ácido de soja sobre a qualidade externa de ovos de codornas japonesas. In: CONGRESSO E FEIRA BRASIL SUL DE AVICULTURA, SUINOCULTURA E LACTICÍNIOS, AVISULAT, 5, 2016, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: [S.n.], 2016.

CRUZ, F. K. **Licopeno e minerais orgânicos na alimentação de poedeiras**. 2013. 50 f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCO, J. R. G. ;SAKAMOTO, M. I. Qualidade dos ovos: uma visão geral dos fatores que a influenciam. **Revista Ave World**, v. 3, n. 16, p. 20-24, 2005. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/avicultura/artigos/qualidade-ovos-genetica-ambiente-nutricao-t37478.htm>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

FREEMAN, C. P. The digestion, absorption and transport of fats – non ruminants. In: WISEMAN, J. (Ed.). **Fats in animal nutrition**. London: Butterworths, p. 105-122, 1984.

FURTADO, F.V.F. **Utilização de lecitina de soja como fonte de colina na avicultura**. 2012. 21 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

GÓMEZ, M. E. D. B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa**. 2003. 149 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

GONZÁLEZ, F. H. D; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006. 364 p.

HOUNDONUGBO, F. M.; CHWALIBOG, A.; CHRYSOSTOME, C. A. A. M. Effect of commercial diets quality on bioeconomic performances of broilers in Benin. **Tropical Animal Health Production**, Dordrecht, v. 41, n. 4, p. 693 -703, 2009.

JUNQUEIRA, O. M. et al. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2335-2339, 2005.

KETOLA, H. G.; NESHEIM, M. C. Influence of dietary protein and methionine levels on the requirement for choline by chickens. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 104, p. 1484-1489, 1974.

LEESON, S.; SUMEERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. 591 p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Vitamins. In: _____. **Commercial poultry nutrition**. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. p. 176-330.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2000. 839 p.

LOHMANN DO BRASIL. **Guia de manejo**: Lohmann LSL. São José do Rio Preto - SP, 2011. 28 p. Disponível em:
<http://www.ltz.com.br/downloads/guia_manejo_lsl.pdf>. Acesso em: 08 out. 2016.

LOPES, I.; R. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de coco tratado ou não com antioxidante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 11, p. 2431-2438, 2011.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2002. 375 p.

MAZZUCO, H.; ROSA, P. S.; JAENISCH, F. R. F. **Problemas de casca de ovos: identificando as causas**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. 21 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58288/1/doc48.pdf>>. Acesso: 19 fev. 2017.

MAZZUCO, H. **Integridade óssea em poedeiras comerciais: influência de dietas enriquecidas com ácidos graxos poliinsaturados e tipo de muda induzida**. **Circular Técnica Embrapa Suínos e Aves**, Concórdia, v. 47, n. 47, 2006. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSA/15864/1/publicacao_e9u22h1t.pdf>. Acesso em: 18 set. 2016.

MOURA, A. M. A. et al. Efeito da temperatura de estocagem e do tipo de embalagem sobre a qualidade interna de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, p. 578-583, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n2/36.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

MURAKAMI, K. T. T. **Óleo de linhaça como principal fonte lipídica na dieta de frangos de corte**. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2009.

NASCIMENTO, V. P.; SALLE, T. P. S. Biologia das aves. In: MACARI, M.; GONZALES, E. (Ed.). **Manejo da incubação**. 2. ed. Campinas: FACTA, 2003. p. 163-179.

NAZARENO, A. C. et al. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 802-808, 2009.

NERY, L.R. et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.

NOBLE, R. C. et al. Yolk lipids and their fatty acids in the wild and captive ostrich (*Struthio camelus*). **Comparative Biochemistry and Physiology B – Biochemistry and Molecular Biology**, Philadelphia, v. 113, p. 753-756, 1996.

OLIVEIRA, R. S. **Suplementação de nutracêutico (Lecipalm®) e vitamina e para frangos de corte: desempenho zootécnico e metabolismo**. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

OUROS, C. C. **Potencial de emulsificação do resíduo do óleo de soja (goma de soja) sobre a digestibilidade de dietas com inclusão de diferentes fontes lipídicas**. 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016.

OVERLAND, M. et al. Lecithin in swine diets: II growing-finishing pigs. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 5, p. 1194-1197, 1993.

PAIM, A. N. **Utilização de gordura oxidada em dietas de frangos de corte**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

PALERMO NETO, J.; SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L. **Farmacologia aplicada à avicultura**. São Paulo: Roca, 2005.

PUPA, J. M. R. Óleos e gorduras na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 1, n. 1, p. 69-73, 2004.

RADUJKO, I. et al. The influence of combined emulsifier 2 in 1 on physical and crystallization characteristics of edible fats. **European Food Research and Technology**, Switzerland, v. 232, n. 5, p. 899- 904, 2011.

RAMANATHAN, L.; DAS, N. P. Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, p. 17-21, 1992.

RIBEIRO, B. R. C. et al. Efeito do nível de ácido linoléico na ração de matrizes pesadas sobre o peso, composição e eclosão dos ovos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 789-796, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v59n3/a34v59n3.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

ROBERTS, J. R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. **Journal of Poultry Science**, Tsukuba, v. 41, p. 161-177, 2004.

ROCHA, C. **Qualidade do óleo de soja e adição de vitamina na ração de perus**. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária Agrária, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2011. 252 p.

SABLIOV, C. M. et al. Effects of temperature and UV light on degradation of alpha-tocopherol in free and dissolved form. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Heidelberg, v. 86, p. 895-902, 2009.

SAS INSTITUTE INC – SAS. **Statistical analysis system**. Realise 9.4 (Software). Cary: SAS, 2016.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 1981. 166 p.

SILVA, R. C. et al. Força de ruptura da casca do ovo em função das temperaturas da água e do ambiente. **Revista Educação Agrícola Superior**, Brasília, DF, v. 27, p. 13-18, 2012.

SOUZA, J. G. **Desempenho zootécnico e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais submetidas a dietas com óleo de linhaça**. 2007. 93 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

SURAI, P. F. Antioxidant protection in the intestine: a good beginning is half the battle. In: LYONS, T. P.; JACQUES, K.A. (Ed.). **Nutritional Biotechnology in the Feeds and Food Industries**. Nottingham: University, 2002. p. 301-321.

TAVERNARI, F. C.; MENDES, A. M. P. Desenvolvimento, crescimento e características do sistema digestório de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 6, n. 6, p. 1103-1115, 2009.

VISSOTTO, F. Z. et al. Avaliação da influência dos processos de lecitinação de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 666-671, 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n3/31772.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

VITORASSO, G.; PEREIRA, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p.788-794, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n6/v13n6a18.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

VYNCKE, B. W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette-Scifen Anstrichmittel**, Weinheim, v. 72, p. 1084-1087, 1970.

WALZEM, R. L. et al. Estrogen induction of VLDL assembly in egg-laying hens. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 129, p. 467-472, 1999.

WOERFEL, J. B. Processing and utilization of by-products from soy oil processing. Proceedings of the world conference on soya processing and utilization. **Journal of the American Oil Chemist's Society**, Champaign, v. 58, n. 3, p.159-165, 1981.

ZINGG, J. M. Vitamin E: An overview of major research directions. **Molecular Aspects of Medicine**, Kidlington, v. 28, p. 400-422, 2007.