

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS

DIFERENTES RELAÇÕES ÔMEGA-6/ÔMEGA-3 NA DIETA
DE GALINHAS POEDEIRAS

Jéssica Franzão Ganzaroli de Oliveira
Engenheira de Alimentos

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS

**DIFERENTES RELAÇÕES ÔMEGA-6/ÔMEGA-3 NA DIETA
DE GALINHAS POEDEIRAS**

Jéssica Franzão Ganzaroli de Oliveira

Orientadora: Profa. Dra. Valquíria Cação Cruz-Polycarpo

Co-orientador: Prof. Dr. Gustavo do Valle Polycarpo

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) – UNESP, Câmpus de Dracena, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Dracena/SP

Março/2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

O482d

Oliveira, Jéssica Franzão Ganzaroli de.

Diferentes relações ômega-6/ômega-3 na dieta de galinhas poedeiras / Jéssica Franzão Ganzaroli de Oliveira. -- Dracena: [s.n.], 2018.

57 f. : il.

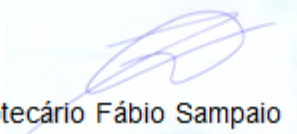
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2018.

Orientadora: Valquíria Cação Cruz-Polycarpo

Co-orientador: Gustavo do Valle Polycarpo

Inclui bibliografia.

1. Aves. 2. Desempenho zootécnico. 3. Enriquecimento de ovos. 4. Metabolismo. 5. Ômega-3. 6. Ômega-6. I. Título.



Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas
CRB 8/6665



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DIFERENTES RELAÇÕES ÔMEGA-6/ÔMEGA-3 NA DIETA DE GALINHAS
POEDEIRAS

AUTORA: JESSICA FRANZÃO GANZAROLI DE OLIVEIRA
ORIENTADORA: VALQUÍRIA CAÇÃO CRUZ-POLYCARPO
COORIENTADOR: GUSTAVO DO VALLE POLYCARPO

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



Profa. Dra. VALQUÍRIA CAÇÃO CRUZ-POLYCARPO
Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, UNESP/Câmpus de Dracena



Profa. Dra. JAQUELINE DALBELLO BILLER TAKAHASHI
Curso de Engenharia Agrônoma / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, UNESP/Câmpus de
Dracena



Prof. Ass. Dr. JOSÉ ROBERTO SARTORI
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,
UNESP/Câmpus de Botucatu

Dracena, 26 de abril de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Jéssica Franzão Ganzaroli de Oliveira – Nascida em 30 de Janeiro de 1991, na cidade de Tupi Paulista/SP – Brasil, filha de Antonia Franzão Ganzaroli e José Carlos Ganzaroli. Em Agosto de 2014, concluiu a graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR - Campus Campo Mourão - PR. Em Agosto de 2016, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal, área de concentração Produção Animal na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Programa interunidades do Campus de Dracena e Ilha Solteira, realizando estudo na área de “Nutrição e Produção Animal”.

"Dê-me, Senhor, agudeza para entender, capacidade para reter, método e faculdade para aprender, sutileza para interpretar, graça e abundância para falar. Dê-me, Senhor, acerto ao começar, direção ao progredir e perfeição ao concluir"

São Tomás de Aquino

Dedico este trabalho aos meus pais, esposo e irmão, pelo incentivo e apoio em todas as minhas escolhas e decisões. A vitória desta conquista dedico com todo o meu amor, à vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por ter me dado saúde e força para enfrentar todas as dificuldades e concluir esta etapa da minha vida.

Aos meus pais, José Carlos e Antonia, irmão (Vinícius), esposo (Caio) e todos os familiares pelo amor, carinho, incentivo, orações e paciência durante o período da pós-graduação. Obrigada por estarem sempre ao meu lado e confiarem em mim.

Agradeço à Profa. Dra. Valquíria Cação Cruz-Polycarpo e ao Prof. Dr. Gustavo do Valle Polycarpo, por toda sabedoria, compreensão e ajuda na realização deste trabalho. Agradeço, ainda, pela confiança depositada em mim e por estarem sempre presentes e à disposição. Os ensinamentos passados foram fundamentais não só para minha formação acadêmica, mas principalmente na formação humana, ética e moral.

À todos os amigos do setor de Avicultura da Faculdade de Ciência e Tecnologia Animal da Universidade Estadual Paulista – FCAT/UNESP, que sempre me apoiaram e fortaleceram os laços de igualdade, num ambiente fraterno e respeitoso.

À ATM Bastos - Comercio e Representações de Produtos Veterinários LTDA - ME e ao Andre Takami Morio pela ajuda na realização das análises de qualidade de ovos.

À todos os funcionários da UNESP de Dracena.

Agradeço à Faculdade de Ciência e Tecnologia Animal da Universidade Estadual Paulista – FCAT/UNESP, que proporcionou estabelecimentos e laboratórios para realização deste trabalho.

Agradeço aos professores da banca examinadora, pela atenção e contribuição dedicadas a este estudo.

Enfim, à todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

Muito obrigada

CERTIFICAÇÃO DE ÉTICA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada "Diferentes relações n-6/n-3 para galinhas poedeiras" (**Different ratios n-6/n-3 for laying hens**), registrada com o nº 35/2016.R1 – CEUA, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr(a). **Valquíria Cação Cruz-Polycarpo** – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em *ad referendum* no dia **29/03/2017**.

Dracena, 29 de março de 2017.

Prof. Dr. Danilo Domingues Millen
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - DTA

Rod. Cmte. João Ribeiro de Barros, km 651- Bairro das Antas – CEP: 17900-000 – Dracena/SP - Brasil

Tel. (18) 3821-8200 – www.dracena.unesp.br – academico@dracena.unesp.br

DIFERENTES RELAÇÕES ÔMEGA-6/ÔMEGA-3 NA DIETA DE GALINHAS POEDEIRAS

RESUMO - A relação entre o consumo de ácidos graxos ω -6/ ω -3 na dieta é um importante fator para determinar a ingestão adequada de ácidos graxos bem como prevenir o aparecimento de doenças, podendo interferir no desempenho, na qualidade de ovos e no comportamento plasmático dos lipídios das galinhas poedeiras. Estes ovos podem trazer benefícios para os consumidores que estão cada vez mais preocupados com a ingestão de alimentos saudáveis. O objetivo desta pesquisa foi avaliar diferentes relações ômega-6/ômega-3, visando obter incremento no desempenho, nas variáveis bioquímicas séricas e na qualidade dos ovos de galinhas poedeiras às 81 semanas de idade. Para tanto, foram utilizadas 224 poedeiras da linhagem *Hysex White* com 81 semanas de idade, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado constituído de sete tratamentos com oito repetições de quatro aves por gaiola, perfazendo um total de 56 gaiolas. Os tratamentos experimentais consistiram em sete diferentes relações de ácidos graxos ω -6/ ω -3: 1,0:1,0; 2,0:1,0; 4,0:1,0; 8,0:1,0; 16,0:1,0; 32,0:1,0; 64,0:1,0. Para a formulação dessas dietas foram utilizados o óleo de girassol, rico em ômega-6 e o óleo de linhaça, rico em ômega-3. Não foram observadas diferenças significativas para as variáveis de desempenho, exceto para consumo de ração que aumentou linearmente conforme ascendeu a relação ω -6/ ω -3 da dieta, destacando que a inclusão de óleo de linhaça em maiores proporções na dieta resultou em menor consumo de ração, indicando que o óleo de linhaça por ser rico em ômega-3 proporciona sensação de saciedade no animal. Os valores encontrados para as variáveis de qualidade de ovos também não apresentaram diferença significativa entre as dietas, sendo possível a suplementação da ração com ácidos graxos polinsaturados, em diferentes relações, sem promover alterações na qualidade de ovos com exceção da unidade Haugh, em que observou-se efeito quadrático, indicando melhor valor para a relação ω -6/ ω -3 de 32. Concluiu-se que o aumento na relação ω -6/ ω -3 eleva o consumo de ração das galinhas poedeiras. A relação ω -6/ ω -3 de 34,64 proporciona maior unidade Haugh de ovos, diminuindo a partir desse ponto. As demais variáveis de desempenho e de qualidade de ovos permanecem inalteradas. As relações ω -6/ ω -3 não influenciam as variáveis bioquímicas séricas das galinhas.

Palavras-chave: aves; desempenho zootécnico; enriquecimento de ovos; metabolismo; ômega-3; ômega-6.

DIFFERENT RELATIONS OF OMEGA-6/OMEGA-3 IN LAYING HENS DIET

ABSTRACT - The relation between consumption of ω -6/ ω -3 fatty acids in the diet is an important factor in determining the adequate intake of fatty acids and preventing the onset of diseases, which may interfere with performance, egg quality and plasma lipids behavior of laying hens. These eggs can bring benefits to consumers who are increasingly concerned about eating healthy foods. The aim of this study was to evaluate different omega-6/omega-3 ratios, and its influence to increase performance, serum biochemical variables and egg quality of laying hens at 81 weeks of age. For this, 224 laying hens of the *Hysex White*, 81 weeks old, distributed in a completely randomized experimental design consisting of seven treatments with eight replicates of four poultries per cage, making a total of 56 cages. The experimental treatments consisted of seven different fatty acid ratios ω -6/ ω -3: 1.0: 1.0; 2.0: 1.0; 4.0: 1.0; 8.0: 1.0; 16.0: 1.0; 32.0: 1.0; 64.0: 1.0. For formulation of these diets we used sunflower oil, rich in omega-6 and linseed oil, rich in omega-3. No significant differences were observed between variables, except about feed intake that increased linearly as ω -6/ ω -3 ratio of the diet rose. This result showed that the inclusion of flaxseed oil in higher proportions can lead to lower intake of ration, indicating that flaxseed oil being rich in omega-3 provides animal satiation. Values found for egg quality variables also did not present a significant difference between diets, indicating the possibility to supplement the diet with polyunsaturated fatty acids, in different ratios, without promoting changes in egg quality, except for Haugh unit, in which it observed quadratic effect. By increasing ω -6/ ω -3 ratio also increases feed consumption of laying hens, suggesting better value for the ω -6/ ω -3 ratio as 32. The ω -6/ ω -3 ratio of 34.64 provides higher Haugh unit of eggs, decreasing from that point. Other performance and egg quality variables remain unchanged. The ω -6/ ω -3 ratios did not influence the serum biochemical variables of laying hens.

Key-words: egg enrichment; metabolism; omega-3, omega-6; poultry, zootechnical performance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Teor de ácidos graxos (%) de alguns óleos vegetais e de peixe.....	18
Tabela 2.	Perfil de ácidos graxos de alguns óleos vegetais.....	19
Tabela 3.	Perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas.....	30
Tabela 4.	Composição percentual e valor nutricional calculado das dietas experimentais com ômega-6/ômega-3 de 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 64.....	32
Tabela 5.	Desempenho de poedeiras comerciais às 81 semanas de idade em função de diferentes relações ômega-6/ômega-3.....	42
Tabela 6.	Qualidade de ovos de poedeiras comerciais às 81 semanas de idade em função de diferentes relações ômega-6/ômega-3.....	43
Tabela 7.	Variáveis bioquímicas séricas de poedeiras comerciais às 81 semanas de idade em função de diferentes relações ômega-6/ômega-3.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Composição lipídica da gema do ovo (% gordura total).....	17
Figura 2.	Estrutura dos ácidos linoléico (a) e alfa-linolênico (b).....	21
Figura 3.	Metabolismo dos ácidos graxos.....	22
Figura 4.	Galpão para galinhas poedeiras.....	28
Figura 5.	Pesagem da sobra de ração para o cálculo de consumo.....	33
Figura 6.	Pesagem dos ovos para análise de sua qualidade.....	36
Figura 7.	Análise da gravidade específica dos ovos.....	36
Figura 8.	Altura do Albúmen.....	37
Figura 9.	Análise da unidade Haugh dos ovos.....	38
Figura 10.	Mensurações na gema.....	39
Figura 11.	Mensurações no albúmen.....	39
Figura 12.	Pesagem das cascas.....	40
Figura 13.	Coleta de sangue das aves.....	41
Figura 14.	Análises de colesterol e triglicerídeos. A) Kit para análise de colesterol (Gold Analisa Diagnóstico LTDA). B) Kit para análise de triglicerídeo (Gold Analisa Diagnóstico LTDA). C) Preparação do material (Gold Analisa Diagnóstico LTDA). D) Leitura das amostras no espectrofotômetro.....	41
Figura 15.	Efeito de diferentes relações ω -6/ ω -3na dietas sobre o consumo de ração de galinhas poedeiras às 81 semanas de idade.....	43
Figura 16.	Efeito de diferentes relações ω -6/ ω -3nas rações sobre a unidade Haugh de ovos de galinhas poedeiras às 81 semanas de idade.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Lipídios na Dieta de Galinhas Poedeiras	16
2.2 Fontes Lipídicas Para o Enriquecimento das Dietas de Galinhas Poedeiras.....	18
2.3 Ácidos Graxos Polinsaturados (PUFA)	20
2.4 Qualidade de Ovos e Desempenho de Galinhas Poedeiras Alimentadas com PUFA	23
2.5 Variáveis Bioquímicas Séricas.....	25
3 JUSTIFICATIVA.....	27
4 OBJETIVO GERAL	27
5 OBJETIVO ESPECÍFICO	27
6 HIPÓTESE.....	28
7 MATERIAL E MÉTODOS	28
7.1 Desempenho Produtivo das Aves.....	33
7.1.1 Consumo de ração.....	33
7.1.2 Produção de ovos	34
7.1.3 Massa de ovos	34
7.1.4 Conversão alimentar por massa de ovos.....	34
7.1.5 Conversão alimentar por dúzia de ovos.....	35
7.2 Qualidade de Ovos	35
7.2.1 Peso médio dos ovos (W)	35
7.2.2 Gravidade específica	36
7.2.3 Altura do albúmen (H).....	36
7.2.4 Unidade Haugh (UH)	37
7.2.5 Índice de gema	38
7.2.6 Índice de albúmen.....	39

7.2.7 Espessura e peso da casca.....	39
7.3 Variáveis Bioquímicas Séricas.....	40
7.4 Análise Estatística.....	42
8 RESULTADOS.....	42
9 DISCUSSÃO.....	44
10 CONCLUSÃO.....	48
11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
12 IMPLICAÇÕES.....	57

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os hábitos alimentares da população vêm sofrendo alterações devido a crescente busca por alimentos que lhes proporcionam uma vida mais saudável e com maior longevidade. Visando atingir estes consumidores que estão cada vez mais preocupados com a ingestão de alimentos saudáveis, a indústria avícola vem buscando inovações tecnológicas e nutricionais para atender esta nova demanda de mercado (BERNARDINO, 2009).

De acordo com o Avisite (2017), em 2016 a avicultura brasileira atingiu um plantel de poedeiras de 138.700.000 de cabeças e uma produção de ovos de 3.128.905 de dúzias. Melhoramento genético, manejo, ambiência das instalações, sanidade e nutrição são alguns fatores responsáveis pelo sucesso na produção de aves.

A busca por alternativas para melhorar o produto final, o ovo, por meio do que é fornecido às poedeiras é algo de suma relevância. Sabe-se que a inclusão de fontes lipídicas na composição das dietas se faz necessária pois são fontes capazes de proporcionar diversos benefícios produtivos e qualitativos no sistema de produção avícola e tem recebido atenção especial por parte dos produtores e pesquisadores (OLIVEIRA et al., 2010a). De acordo com Potença et al. (2010), a inclusão de óleo na dieta de animais foi estudada inicialmente com o intuito de elevar a densidade energética da ração. Atualmente, modificações nas características dietéticas, por meio da inclusão de lipídios, têm sido estudadas com o objetivo de melhorar não apenas a qualidade nutricional das dietas, mas também o efeito que tais alterações promovem na qualidade dos produtos de origem animal (POTENÇA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010b).

Opções que visem enriquecer e modificar as gorduras dos produtos animais pela manipulação das rações é o objetivo de muitos pesquisadores (RODRIGUES et al., 2005; COSTA et al., 2008; SANTOS et al., 2009; OMIDI; RAHIMI; TORSHIZI, 2015). Uma dessas alternativas, vista como uma oportunidade para que a indústria avícola adicione valor a seu produto, é a suplementação da ração com óleos ricos em ácidos graxos polinsaturados, entre eles, os ácidos graxos linoleico (ω -6) e alfa-linolênico (ω -3), que são considerados essenciais para as aves e obtidos exclusivamente por meio dos lipídios contidos na ração (GARCIA et al., 2013). Fontes aquáticas (peixes e algas) e fontes vegetais (linhaça, canola e

girassol) de ácidos graxos polinsaturados vêm sendo estudadas como ingredientes nas dietas dos animais monogástricos, permitindo, conseqüentemente, o aumento desses ácidos graxos nos ovos (PITA et al., 2011).

De acordo com Zambiasi et al. (2007), o óleo de girassol apresenta alto teor (cerca de 71%) de ácidos graxos polinsaturados (PUFA), sendo o ácido linoleico (C18:2) o principal ácido graxo, quando comparado com todos os outros óleos, fazendo também com que este óleo seja uma boa fonte de ácidos graxos da série ômega-6 e ômega-9, apresentando pouca quantidade de ômega-3, viabilizando uma alternativa quando a intenção, por algum motivo, for elevar os níveis dietéticos da relação ω -6/ ω -3.

A influência dos ácidos graxos em dietas ricas em polinsaturados ômega-3 ou com baixa concentração de ômega-6 estão associadas, de um modo geral, ao aumento na fluidez da membrana, facilitando os mecanismos de transdução em diversas vias metabólicas, através da modulação da atividade de receptores de membrana e de funções enzimáticas associadas nos diferentes órgãos e tecidos (MAZZUCO, 2006). Ainda, há evidências da função de proteção dos ácidos graxos ômega-3 no esqueleto das galinhas poedeiras, indicadas pelos níveis elevados de marcadores da deposição óssea, destacando-se, assim, maior atividade das células formadoras ou osteoblastos (MAZZUCO, 2006).

Os lipídios que circulam no plasma das aves são oriundos do aporte intestinal, da síntese hepática e da mobilização de gordura estocada na carcaça. A concentração dos diferentes lipídios no sangue depende de fatores como: espécie, idade, sexo, estágio reprodutivo, presença de doenças e principalmente do aporte nutricional de ácidos graxos. No entanto, a galinha poedeira em idade reprodutiva tem produção de colesterol hepático muito elevada, com o objetivo de prover nutrição adequada ao futuro embrião intraovo. De acordo com PITA et al. (2010), a inclusão de óleos fontes de ômega-3 e ômega-6 na dieta promove alterações das concentrações de ácidos graxos da gema, o que sugere mudança no comportamento plasmático dos lipídios das galinhas poedeiras.

Assim, com o objetivo de atender aos consumidores preocupados com a ingestão de alimentos saudáveis e melhorar a qualidade dos ovos, por meio das modificações nas características dietéticas das rações que são destinadas às poedeiras, a suplementação com óleos ricos em ácidos graxos polinsaturados (ω -3

e ω -6) faz-se necessária, assim como o estudo da avaliação das relações ω -6/ ω -3 sobre o desempenho e a fisiologia de galinhas poedeiras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Lipídios na Dieta de Galinhas Poedeiras

Os lipídios correspondem a uma classe de macromoléculas orgânicas cuja principal característica é a insolubilidade em solvente aquoso. Isso lhes confere uma importância biológica, pois as células podem utilizar essa insolubilidade para dividir dois compartimentos que devem ser isolados: o meio intra e o extracelular. Além disso, devido a sua característica hidrofóbica, os lipídios podem ser armazenados de forma praticamente anidra e representar uma importante reserva energética (LIMA-SILVA et al., 2006).

Podem ser divididos basicamente em duas categorias: óleos ou gorduras, cuja distinção baseia-se no estado físico: os óleos apresentam-se líquidos à temperatura ambiente, enquanto que as gorduras apresentam-se como massas sólidas, de consistência macia. São encontrados na natureza de forma variável dependendo dos alimentos que os contém (OLIVEIRA et al., 2010b).

Os lipídios são substâncias solúveis em solventes apolares (éter, clorofórmio e hexano). Ainda são ésteres de ácidos graxos e alguns álcoois, principalmente, glicerol, no qual podem ser divididos em triglicerídios, esteróides e ceras. O triglicerídio é o lipídio padrão de um organismo, constituído por glicerol esterificado com três ácidos graxos representando mais de 90% dos constituintes utilizados na alimentação animal. Fontes lipídicas como gorduras animais e óleos vegetais são comumente incluídas para aumentar o conteúdo energético das dietas para frangos, principalmente durante o verão, quando as temperaturas são elevadas causando redução no consumo de ração pelas aves (GARCIA, 2009).

A nutrição animal hoje não mais se baseia unicamente no subsídio ao aumento de produção do animal com dietas de baixo custo. O destaque pode ser dado à possibilidade de alteração da fração lipídica do ovo, por ser um produto de baixo custo de aquisição para o consumidor, e estar envolto numa discussão com relação ao seu consumo (TORRES, DREHER, 2015).

O ovo é constituído de casca (10%), gema (30%) e albúmen ou clara (60%). Gema e albúmen apresentam composição diversificada e enquanto as proteínas se distribuem entre albúmen e gema, os lipídios estão presentes quase que exclusivamente na gema. Aproximadamente 33% do peso total da gemas são lipídios, constituídos de triglicérides, fosfolipídios, colesterol livre, ésteres de colesterol e ácidos graxos livres (Figura 1) (PITA et al., 2011).

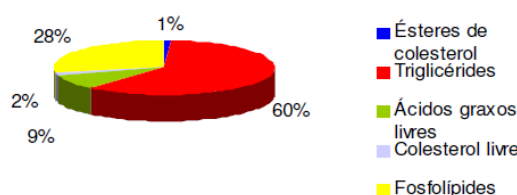


Figura 1. Composição lipídica da gema do ovo (% gordura total).

Fonte: USDA (2003).

A digestão dos lipídios nas aves inicia-se com a digestão mecânica no estômago, com a quebra das partículas maiores insolúveis em água, em partículas menores que sofrem ação das enzimas pancreáticas e ácidos biliares no intestino, em um processo denominado emulsificação formando micelas (TOGASHI, 2004).

O auxílio de enzimas e de emulsificantes permite maior área para a ação da enzima lipase pancreática, sendo que a maior parte deste processo acontece no duodeno, jejuno e íleo. A atuação da bile produzida no fígado e armazenada na vesícula biliar ocorre no intestino delgado ($\text{pH} \cong 5,8-6,0$). Esta tem por função emulsificar os lipídios, aumentando superfície dos mesmos com a formação de microgotículas de gordura (micelas). Esta fina subdivisão tem por propósito expor uma superfície apropriada para a ação da lipase pancreática na interfase óleo-água (FREEMAN, 1985).

Esta enzima digestiva converte os triacilgliceróis em monogliceróis, digliceróis, ácidos graxos livres e glicerol, que são transportados para as células epiteliais do intestino, onde são reconvertidos em triacilgliceróis e agrupados com o colesterol da dieta e com proteínas específicas que transportam os lipídios do intestino para a circulação sanguínea e depois para o músculo e tecido adiposo (TOGASHI, 2004).

2.2 Fontes Lipídicas Para o Enriquecimento das Dietas de Galinhas Poedeiras

A partir da década de 1990, os cientistas vem desenvolvendo os chamados "ovos funcionais", enriquecidos com ácidos graxos da série ômega-3, observando que os lipídios do ovo são transferidos para o organismo humano com eficiência, aumentando, assim, a biodisponibilidade do ácido docosahexaenóico (DHA) (LEWIS et al., 2000, HOFFMAN et al., 2004). Os ovos podem ser facilmente enriquecidos com ômega-3 por adição de linhaça extrusada, óleo de linhaça, óleo de peixe, entre outros na dieta de galinhas poedeiras. Estudos têm confirmado o efeito positivo dessas dietas na composição de ácidos graxos das gemas de ovos (RAKITA et al., 2016).

Óleos vegetais são excelentes fontes de ácidos graxos insaturados e nas Tabelas 1 e 2 é apresentada a composição típica desses óleos. O uso de óleos vegetais em avicultura tem se mostrado importante metabolicamente, pela riqueza nos ácidos graxos insaturados (oléico, linoléico e linolênico) que são melhor assimilados pelas aves do que a gordura animal (SILVA, 2003).

Tabela 1. Teor de ácidos graxos (%) de alguns óleos vegetais e de peixe.

ACIDOS GRAXOS(%)	ÓLEOS				
	Fig. Bacalhau	Menhaden	Sardinha	Canola	Linhaça
C16:0 - Palmítico	16,8	2,20	6,0	3,8	6,1
C18:1 - Oléico (ω -9)	22,0	11,0	12,0	62,6	17,3
C18:2- Linoléico (ω -6)	2,1	1,5	1,0	19,5	19,1
C20:4 - Araquidônico (ω -6)	1,1	1,7	0	0	0
C18:3 - Alfa-Linolênico (ω -3)	2,1	1,1	1,0	10,9	53
C20:5 - EPA (ω -3)	10,4	13,5	11,0	0	0
C22:5 - DPA (ω -6)	1,1	2,1	3,0	0	0
C22:6 - DHA(ω -3)	13,3	9,1	13,0	0	0

Fonte: Farrel (1994).

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos de alguns óleos vegetais.

ÁCIDO GRAXO (%)	ÓLEOS			
	Soja	Oliva	Girassol	Milho
C16:0 - Palmítico	12	14	6	13
C18:0 - Esteárico	4	2	3	2
C16:1 - Palmitoléico (ω -7)	0	2	0	0,8
C18:1 - Oléico (ω -9)	24	64	27	30
C18:2 - Linoléico (ω -6)	51	16	64	54
C18:2 - Linolênico (ω -3)	9	0	0	0,3

Fonte: Araújo(1999).

A inclusão de óleos na alimentação de galinhas poedeiras incrementa a densidade energética da ração, reduz a pulverulência das rações, melhora a palatabilidade e incrementa os dados de desempenho. A quantidade de lipídios adicionados à ração alteram a produção de ovos, sendo portanto, fatores que devem ser investigados (LARA et al., 2005).

De acordo com Oliveira et al. (2010a), a fonte de lipídios não afeta o desempenho produtivo de poedeiras, quando se utilizam rações isonutritivas. E o perfil de ácidos graxos da gema do ovo varia em função das fontes lipídicas que são adicionadas na ração, acrescentando que a idade da galinha também é fator determinante nessa relação existente entre os lipídios da dieta e da gema.

A qualidade nutricional pode ser beneficiada pela qualidade das fontes lipídicas adicionadas à dieta, se caracterizando como uma alternativa viável para produzir alimentos mais saudáveis e com maior valor agregado. Diversas fontes como os óleos de soja, peixe, linhaça e girassol podem ser utilizadas para promover o enriquecimento em ômega-3 nas dietas e conseqüentemente, nos ovos (CEYLAN et al., 2011).

Segundo Oliveira et al. (2010b), a adição de óleo de soja à dieta de poedeiras em torno de 26 semanas de idade, aumenta significativamente as concentrações dos ácidos linoléico, oléico e palmítico na gema. De acordo com Rostagno et al. (2017), este óleo apresenta em sua composição 85,2% de ácidos graxos insaturados, contendo, principalmente, o ácido linoleico, sendo atualmente a principal fonte lipídica utilizada na avicultura.

Em relação ao óleo de peixe, a inclusão deste na ração de poedeiras eleva os níveis dos PUFA (ácidos graxos polinsaturados) da série ômega-3: alfa-linolênico, eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) na gema de ovos comerciais (CEDRO et al., 2010). De acordo com Pita et al. (2011), com a utilização unicamente de óleo de peixe é possível enriquecer o ovo com EPA de forma significativa, ainda que o DHA se incorpore em maior quantidade.

O uso de óleo de linhaça na dieta de poedeiras também promove aumento dos teores de ácidos graxos insaturados em ovos, principalmente o ácido linolênico, pela incorporação de pequenas quantidades de EPA e DHA (OLIVEIRA et al., 2010b). Gómez (2003) verificou aumento significativo dos ácidos graxos alfa-linolênico (LNA) e docosahexaenóico (DHA) nas gemas de ovos de aves que receberam 5% de óleo de linhaça na ração. A linhaça é uma das fontes de PUFA ω -3, com alto teor de LNA, enquanto que as sementes de girassol são ricas em ácido linoléico (LA; 18: 2 ω -6) (FILARDI et al., 2005).

Estudos relatam que o óleo de linhaça é rico em ômega-3 com aproximadamente 54% de ácido alfa-linolênico. Este ácido graxo polinsaturado desempenha papel importante na regulação das funções biológicas, prevenção e tratamento de uma grande quantidade de doenças humanas (SHAPIRO, 2003; VANSCHOONBEEK ; MAAT, 2003; WEN; CHEN, 2003).

A suplementação com óleo de girassol também pode ser analisada, pois o mesmo também apresenta consideráveis porções de ácido linoléico. O óleo de girassol, assim como o óleo de linhaça e de peixe, carece de informações sobre sua energia metabolizável. É uma fonte lipídica que pode se apresentar como estratégia nutricional durante a formulação de dietas (MARTIN et al., 2006; ARAUJO, 2017).

A combinação do óleo de girassol com o óleo de linhaça e/ou de peixe permite balancear dietas para poedeiras com diferentes relações ω -6/ ω -3, modulando a relação ω -6/ ω -3 do ovo (ARAUJO, 2017).

2.3 Ácidos Graxos Polinsaturados (PUFA)

Os ácidos graxos são substâncias que fazem parte da constituição das moléculas de lipídios. São ácidos carboxílicos, geralmente monocarboxílicos, com cadeias hidrocarbônicas, representadas pela forma RCO_2H , classificados segundo o comprimento da cadeia de carbonos (cadeia curta, média e longa), a presença e

número de duplas ligações como: saturados (sem dupla ligação), monoinsaturados (uma dupla ligação) e polinsaturados (mais de uma dupla ligação) (NASCIUTTI et al., 2015).

Os ácidos graxos polinsaturados (PUFA) são caracterizados por possuírem 18 ou mais átomos de carbono em sua estrutura química e duas ou mais insaturações. As principais séries de PUFA são os ômega 3 e 6. A designação ômega (ω) está relacionada à posição da primeira dupla ligação, contando a partir do grupo metílico final da molécula de ácido graxo. Os PUFA ω -3 (ácido alfa-linolênico) possuem a primeira dupla ligação entre o terceiro e o quarto átomo de carbono, enquanto os PUFA ω -6 (ácido linoleico) têm a primeira dupla ligação entre o sexto e o sétimo átomo de carbono (Figura 2) (CEDRO et al., 2010).

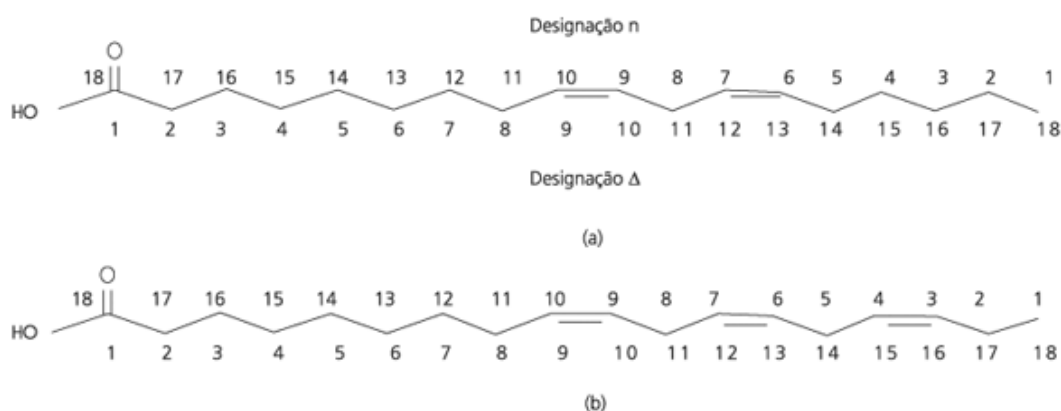


Figura 2. Estrutura dos ácidos linoléico (a) e alfa-linolênico (b).

Fonte: Martin et al. (2006).

O ácido linoleico (18:2 n-6, LA) eo ácido alfa-linolênico (18:3 n-3, LNA) devem ser obtidos a partir da dieta, visto que são ácidos graxos estritamente essenciais, sendo sintetizados a partir de precursores com as duplas ligações situadas no terceiro e sexto átomos de carbono, não podendo ser produzidos pelo organismo humano e das aves (Figura 3) (PERINI et al.,2010).

Os ácidos graxos essenciais alfa-linolênico e linoleico são os precursores de uma cadeia muito longa de ácidos graxos polinsaturados (PUFA), como o ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA) da família ω -3, e os ácidos araquidônico (AA) e docosapentaenóico (DPA) da família ω -6 (Figura 3) (HERDT et al., 1988). Essas conversões entre precursores e os metabólitos são

dinâmicas no organismo e catalisadas por um grupo de enzimas comuns para ambas as famílias, basicamente as elongases e desaturases (HAGGARTY, 2010). Por meio da atividade das enzimas ciclooxygenase e lipooxygenase, AA e EPA são convertidos para eicosanóides ativos (prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanos) que desempenham papéis importantes na sinalização celular e inflamação (HALFEN et al., 2016).

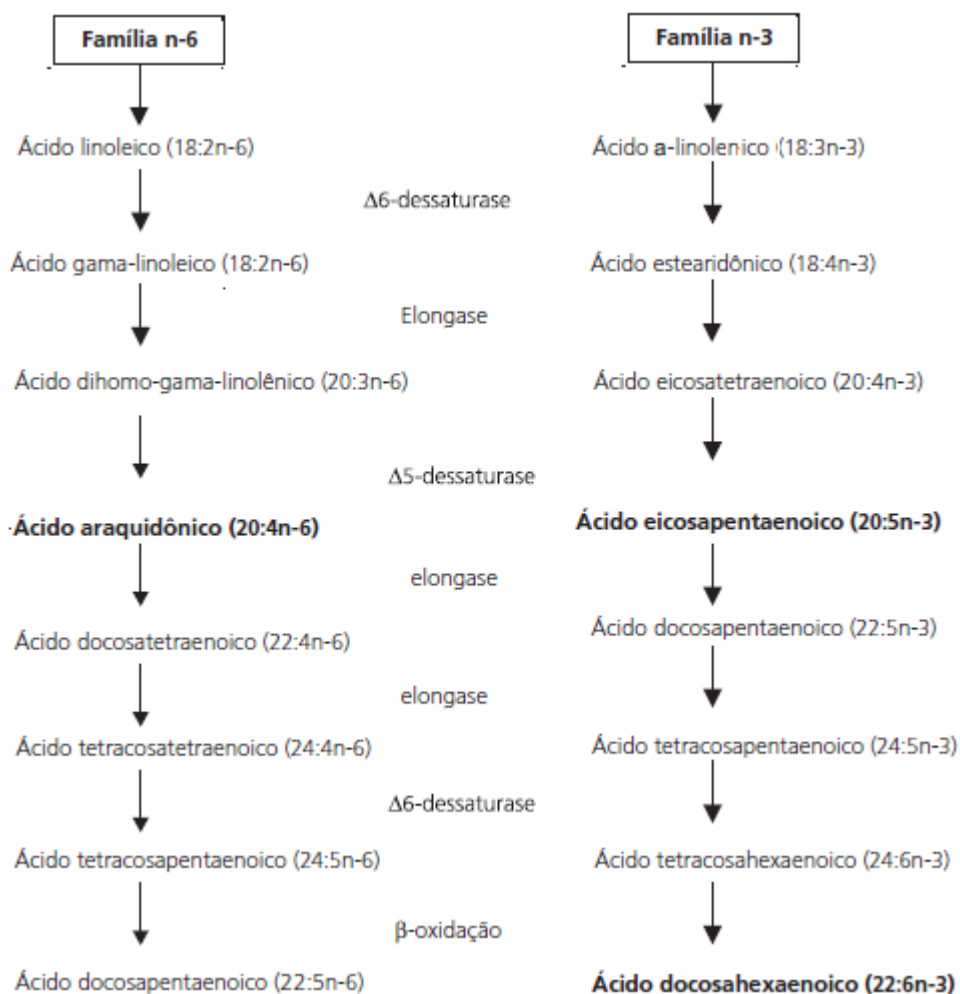


Figura 3. Metabolismo dos ácidos graxos polinsaturados das famílias ômega-3 e ômega-6.

Fonte: PERINI et al. (2010).

Os PUFA são necessários para manter sob condições normais as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos em vertebrados, assim como participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular. Os benefícios dos PUFA à saúde humana impulsionaram a indústria na busca de

produtos enriquecidos com estes ácidos graxos (MARTIN et al., 2006; GANZAROLI, 2014).

Os principais ácidos graxos encontrados na gema dos ovos são o oléico (44%) e o palmítico (26%). Por meio da alimentação da poedeira, o conteúdo de alguns componentes do ovo pode ser manipulado, como por exemplo, a modificação do perfil de ácidos graxos, com aumento da insaturação e do nível de ácido linoléico (PITA et al., 2010).

Assim, a indústria avícola vem buscando a substituição de fontes de gordura animal por óleos vegetais ricos em ácidos graxos insaturados, ou seja, promovendo o enriquecimento com fontes de ácidos graxos polinsaturados na dieta dos animais.

De acordo com ANFALPET (2008) as fontes de óleos de origem animal utilizadas nas rações de cães e gatos são óleo de aves (frango), óleos de peixe, gordura bovina e gordura suína. A composição total de ácidos graxos do produto alimentar final depende de todos os ácidos graxos contidos nos ingredientes. Esses ingredientes variam em seu conteúdo de gordura e composição de ácidos graxos polinsaturados (FRANÇA et al., 2011).

O enriquecimento da ração de poedeiras com óleos de peixe, algas ou óleos vegetais, promove deposição eficiente de ácidos graxos ômega-3 na gema dos ovos (PITA et al., 2011).

Os ácidos graxos da série ômega 3 são essenciais para crescimento e desenvolvimento humano e podem desempenhar um papel importante na prevenção e tratamento de doença arterial coronariana, hipertensão arterial, diabetes, artrite, depressão, processos inflamatórios, doenças autoimunes e câncer (GARCIA, 2009).

2.4 Qualidade de Ovos e Desempenho de Galinhas Poedeiras Alimentadas com PUFA

As inovações tecnológicas, como a automação do setor de produção, e as mudanças marcantes nas áreas de genética, nutrição e sanidade, têm contribuído para que a avicultura de postura alcance altos níveis de produção (OLIVEIRA et al., 2014). Essas inovações implicam diretamente na qualidade dos ovos, determinada pela qualidade da casca, qualidade interna, qualidade do albúmen, resistência à manipulação, idade das aves, nutrição, genética e condição sanitária das aves,

sendo de suma importância para o desempenho econômico da avicultura de postura (PIRES et al., 2015; VILELA et al., 2016).

A unidade Haugh é usada como padrão para a determinação da qualidade do albúmen (JONES; MUSGROVE, 2005). O valor mínimo da unidade Haugh para ovos indicados para consumo humano é de 60 (GERBER, 2006).

Quanto maior o valor da unidade Haugh, melhor a qualidade dos ovos, que são classificados de acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) como AA (100 a 72), A (71 a 60), B (59 a 30) e C (abaixo de 29) (USDA, 2000).

A qualidade do ovo é uma característica desejada e valorizada pelos consumidores, sendo percebida pelos atributos sensoriais, nutricionais, tecnológicos, sanitários, ausência de resíduos químicos, éticos e de preservação ambiental.

Algumas estratégias nutricionais são exploradas na formulação da ração das poedeiras, como a modificação da composição de lipídios e incorporação de vitaminas e minerais, que elevam o valor nutritivo do ovo, enriquecendo-o com nutrientes específicos e agregando valor econômico ao produto (LACERDA et al., 2008).

A quantidade dos diferentes ácidos graxos presentes na gema de ovo pode ser modificada de acordo com as fontes lipídicas introduzidas na ração de galinhas poedeiras (OLIVEIRA et al., 2010b). Segundo Vilela et al. (2016), o nível de inclusão de PUFA nas dietas de galinhas poedeiras modifica o nível e tipo de PUFA retido nos ovos, sem afetar o conteúdo de lipídios totais. O conteúdo de ácidos graxos polinsaturados (ômega-6 e ômega-3) nas gemas dos ovos apresentou efeito significativo para dietas suplementadas com óleo de linhaça e algas marinhas, indicando que o conteúdo de PUFA nos ovos foi influenciado pelas fontes ricas em ômega-3 das dietas. Aves alimentadas com óleo de linhaça apresentaram teores de ácido alfa-linolênico e DHA superiores ao tratamento controle com baixo teor de ômega-3.

Mendonça Jr. et al. (2000) verificaram que a qualidade da casca, expressa em termos de gravidade específica, peso da casca (gramas e porcentagem do peso do ovo) e espessura da casca, não foi afetada significativamente pela adição de óleo de peixe à dieta (fonte de ômega-3), o mesmo ocorrendo em relação à qualidade do albúmen. Dados semelhantes foram encontrados por Cedro et al. (2010), que também não observaram diferenças significativas entre as médias de espessura,

percentual e peso da casca de dois tipos de ovos, comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3, concluindo que o enriquecimento da ração com ácidos graxos polinsaturados da série ômega-3 não influenciou a qualidade externa dos ovos comerciais. Filardi et al. (2005) constataram que a inclusão de 3% de óleo de canola, soja, linhaça ou girassol na dieta de galinhas poedeiras não afetou a qualidade da casca.

Em relação à qualidade interna dos ovos, Santos et al. (2009) verificaram que o nível de 4% de adição do óleo vegetal nas dietas provocou melhora efetiva na coloração da gema dos ovos, entretanto, o óleo de linhaça ocasionou redução na porcentagem da gema e aumento na porcentagem da clara.

As variáveis de desempenho de galinhas poedeiras alimentadas com ácidos graxos polinsaturados podem sofrer influência das fontes de óleos inseridas na dieta. O aumento dos teores de óleo de peixe na ração determinou queda no desempenho das aves relativamente ao peso do ovo e consumo alimentar. A inclusão de óleo de peixe à dieta em níveis de 1, 2, 3 e 4% proporcionou, em comparação com o grupo controle (0,5%), redução significativa do peso do ovo. E ao nível de inclusão de 4% de óleo foi verificada redução na produção de ovos e no consumo alimentar. Já, para a variável conversão alimentar, não foi observada influência significativa do óleo de peixe (MENDONÇA Jr. et al., 2000)

Para Ceylan et al. (2011), a produção de ovos, o peso do ovo, o consumo de ração, a conversão alimentar e o peso vivo não foram significativamente afetados pelos tratamentos com inclusão de óleo de girassol, peixe e linhaça. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa et al. (2008), que não observaram efeito significativo dos níveis de substituição do óleo de soja pelo óleo de linhaça sobre o consumo de ração, produção de ovos, peso do ovo, massa de ovos, conversão por massa e por dúzia de ovos. Oliveira et al. (2010a) também constataram que a utilização de diferentes fontes de lipídios (óleo de soja, girassol e linhaça) na ração das aves não alterou o desempenho produtivo das galinhas poedeiras.

2.5 Variáveis Bioquímicas Séricas

A fim de auxiliar no monitoramento da saúde das aves, no que diz respeito ao diagnóstico de doenças, tratamento e das suas condições de saúde, os testes laboratoriais de sangue são ferramentas importantes. As análises bioquímicas têm

sido citadas como uma relevante fonte de informação para o estado imune dos animais. A necessidade de conservar o bem estar das aves, leva ao conhecimento de valores bioquímicos de referência, visando melhor avaliação do estado fisiológico desses animais (MURATA et al., 2003; FEBAL et al., 2008; ROY et al., 2008; BARBOSA et al., 2011; AHMAD et al., 2014; NEIJAT et al., 2016).

O plasma sanguíneo reflete a situação metabólica dos tecidos animais, de forma a poder avaliar lesões teciduais, transtornos no funcionamento de órgãos, adaptação do animal diante de desafios nutricionais e fisiológicos, além de desequilíbrios metabólicos específicos ou de origem nutricional (GONZÁLEZ; SILVA, 2001).

De acordo com Bowes et al. (1989), o perfil bioquímico nas aves é utilizado para monitorar a saúde e para identificar possíveis doenças subclínicas. O uso desta ferramenta nestes animais está limitado nos lotes comerciais pois muitas vezes não se conta com valores de referência para explorações avícolas, ocasionando um problema, uma vez que a maior parte dos dados se baseia num tamanho pequeno de amostras. Isto pode diminuir a significância estatística dos resultados, além de muitos parâmetros obtidos de indivíduos sofrerem influência de fatores específicos como a idade, o sexo, e o estado produtivo.

A determinação dos parâmetros bioquímicos no sangue mostra-se importante pois, por meio destes, torna-se possível determinar os parâmetros de função renal como o ácido úrico; de indicadores do metabolismo protéico como as proteínas totais, uréia e albumina; indicadores do metabolismo energético como o colesterol e a glicose plasmática; indicador de glicemia e de estresse (VALLE et al., 2008).

Pesquisas sobre nutrição de aves apresentam considerável interesse no acompanhamento dos níveis séricos de lipídios, triacilgliceróis e colesterol, além dos ácidos graxos, como forma de estimar algumas condições fisiológicas das aves (HILL, 1983).

Estudos indicam os efeitos da manipulação dos ingredientes da ração de poedeiras sobre os níveis de colesterol da gema. Em muitos casos, os resultados obtidos não são aqueles esperados, havendo muitas controvérsias, pois dependem da absorção, síntese, distribuição e excreção do colesterol entre o intestino das aves e o ovo (FILARDI et al., 2005; FANCHIOTTI et al., 2010).

3 JUSTIFICATIVA

A indústria avícola vem buscando alternativas tecnológicas para elevar o consumo de seus produtos e, uma destas estratégias tem sido o enriquecimento de ovos com ácidos graxos polinsaturados por meio da incorporação de fontes ricas em ômega-3 e 6 na ração das galinhas poedeiras, formando um elo entre a produção animal, a tecnologia de alimentos e a nutrição humana.

Inúmeros trabalhos foram conduzidos para demonstrar a possibilidade de enriquecimento de ovos por meio da incorporação de ácidos graxos polinsaturados da série ômega 3 nas dietas das aves (SANTOS et al., 2009; CEDRO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010b; AHMAD et al., 2013; HAMADY et al., 2013; ANTRUEJO et al., 2014; OMIDI; RAHIMI; TORSHIZI, 2015; RAKITA et al., 2016; PANAITE et al., 2016). Estes trabalhos demonstram melhoria na qualidade dos ovos de galinhas poedeiras, indicando que os ácidos graxos polinsaturados (ômega-3) podem melhorar a qualidade de ovos em poedeiras. No entanto, é preciso ter cautela para não desbalancear a relação ω -6/ ω -3 da dieta, pois a alta suplementação da dieta em ômega-3, com o intuito de enriquecer os ovos, pode influenciar ou até prejudicar a saúde das aves.

Assim, busca-se por meio deste estudo avaliar diferentes relações ω -6/ ω -3 sobre o desempenho, variáveis bioquímicas séricas e qualidade de ovos, visando estabelecer a melhor relação ω -6/ ω -3 que possa ser utilizada para enriquecer os ovos e, em paralelo, beneficiar o metabolismo das galinhas poedeiras.

4 OBJETIVO GERAL

O objetivo desta pesquisa foi avaliar diferentes relações ômega-6/ômega-3, visando obter incremento no desempenho, nas variáveis bioquímicas séricas e na qualidade dos ovos de galinhas poedeiras às 81 semanas de idade.

5 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Avaliar o desempenho de galinhas poedeiras: peso médio dos ovos (g), produção de ovos (% ovos/ave/dia), massa de ovos (g/ave/dia), consumo de ração

(g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos (kg ração/kg ovos), conversão alimentar por dúzia de ovos (kg ração/dz ovos) e taxa de mortalidade.

- Verificar a qualidade dos ovos por meio da gravidade específica, altura do albúmen (H), unidade Haugh (UH), índice de gema, índice de albúmen, além de espessura e peso da casca.

- Determinar os níveis de colesterol e triglicerídeos séricos.

6 HIPÓTESE

A hipótese do presente estudo é que a relação ω -6/ ω -3 da dieta incrementa o desempenho, a qualidade dos ovos e a saúde das galinhas poedeiras em fase final de produção.

7 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Câmpus de Dracena, no galpão para galinhas poedeiras (Figura 4) do setor de avicultura, estando de acordo com os princípios e normas da Comissão de Ética em Uso de Animais - CEUA, da UNESP, Câmpus de Dracena (número de protocolo 35/2016).



Figura 4. Galpão para galinhas poedeiras.
Fonte: Do próprio autor.

Foram utilizadas 224 galinhas poedeiras da linhagem *Hysex White* com 81 semanas de idade por um período experimental de 28 dias (1 ciclo de 28 dias). As aves foram alojadas em aviário de produção contendo gaiolas de arame galvanizado (1,00 × 0,50 m), com comedouros do tipo frontal e bebedouros do tipo *nipple*.

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado constituído de sete tratamentos com oito repetições, de quatro aves por gaiola. Os tratamentos experimentais consistiram em sete diferentes relações de ácidos graxos ω -6/ ω -3 das dietas: 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; 32,0; 64,0.

Para a formulação dessas dietas foram utilizados o óleo de girassol (Empresa Cargill Incorporated), contendo 50,78 % de ômega-6 e o óleo de linhaça (Indústria de Óleos Vegetais Longa Vida Ltda - RS), contendo 50,10% de ômega-3, estabelecidos pelo perfil de ácidos graxos identificados por cromatografia gasosa (Tabela 3) (ARAUJO, 2017).

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas.

g / 100g de ácidos graxos	Fontes Lipídicas	
	Óleo de Girassol	Óleo de Linhaça
C8:0	0,004	-
C10:0	-	-
C11:0	-	-
C12:0	0,002	0,003
C13:0 <i>iso</i>	0,001	-
C13:0	-	-
C14:0 <i>iso</i>	-	-
C14:0	0,047	0,038
C14:1 <i>cis</i> -9	-	-
C15:0 <i>iso</i>	-	-
C15:0 <i>anteiso</i>	-	-
C15:0	0,012	0,017
C16:0 <i>iso</i>	0,001	-
C16:0	5,429	5,748
C16:1 <i>cis</i> -9	0,074	0,069
C17:0 <i>iso</i>	-	-
C17:0	0,039	0,052
C17:1 <i>cis</i> -10	0,015	0,024
C18:0	3,525	4,595
C18:1 <i>trans</i> -9	0,024	0,008
C18:1 <i>cis</i> -9	32,598	19,106
C18:1 <i>cis</i> -11	3,026	1,581
C18:1 <i>cis</i> -12	1,315	0,761
C18:1 <i>cis</i> -13	0,640	0,407
C18:1 <i>cis</i> -15	-	-
C18:1 <i>trans</i> -16	-	-
C18:2 <i>cis</i> -9, 12	50,783	14,093
C18:3 <i>cis</i> -6, 9, 12	0,021	0,019
C18:3 <i>cis</i> -9, 12, 15	0,118	50,102
C20:0	0,229	0,059
C20:1 <i>cis</i> -11	0,169	2,482
C20:2 <i>cis</i> -11, 14	0,004	0,015
C20:3 <i>cis</i> -8, 11, 14	0,659	0,092
C20:3 <i>cis</i> -11, 14, 17	-	0,025
C20:4 <i>cis</i> -5, 8, 11, 14	-	-
C20:5 <i>cis</i> -5,8,11,14,17	-	-
C21:0	-	-
C22:0	-	-
C22:1 <i>cis</i> -13	-	-
C22:5 <i>cis</i> - 7,10, 13, 16, 19	-	-
C22:6 <i>cis</i> -4,7,10,13, 16,19	-	-
C23:0	0,018	0,013
C24:0	0,352	0,074
C24:1 <i>cis</i> -15	-	0,006
Outros	0,89	0,61
Σ	100	100

Outros: Outros ácidos graxos não analisados.

Fonte: Araújo (2017).

A formulação das rações experimentais (Tabela 4), à base de milho e farelo de soja, foram adaptadas de Rostagno et al. (2017), diferindo-se apenas em relação aos níveis de ω -6 e ω -3. O arraçamento foi realizado à vontade, com as rações distribuídas de manhã e à tarde.

Tabela 4. Composição percentual e valor nutricional calculado das dietas experimentais com ômega-6/ômega-3 de 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 64.

Composição (%)	Dietas (relação ômega-6/ômega-3)						
	1,0:1,0	2,0:1,0	4,0:1,0	8,0:1,0	16,0:1,0	32,0:1,0	64,0:1,0
Milho	56,38	56,56	56,69	56,77	56,82	56,85	56,84
Farelo de soja	25,06	25,02	25,00	24,99	24,98	24,97	24,97
Óleo de linhaça	3,706	2,360	1,365	0,738	0,381	0,191	0,092
Óleo de girassol	0,044	1,390	2,385	3,012	3,368	3,559	3,662
Cloreto de colina 60	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Caulim	0,987	0,841	0,734	0,667	0,628	0,607	0,604
L-lisina	0,083	0,083	0,084	0,084	0,084	0,084	0,084
DL- metionina	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338
L-treonina	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
Calcário calcítico	10,811	10,811	10,812	10,812	10,812	10,812	10,812
Fosfato bicálcico	1,725	1,724	1,723	1,723	1,723	1,723	1,723
Sal	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Bicarbonato de sódio	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Valores Calculados							
EM (kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
PB (%)	15,88	15,88	15,88	15,88	15,88	15,88	15,88
Metdig. (%)	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558
Met + Cisdig. (%)	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777
Lisina dig. (%)	0,793	0,793	0,793	0,793	0,793	0,793	0,793
Treonina dig. (%)	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611
Valina dig. (%)	0,653	0,653	0,653	0,653	0,653	0,653	0,653
Cálcio (%)	4,564	4,564	4,564	4,564	4,564	4,564	4,564
Fósforo dig (%)	0,344	0,344	0,344	0,344	0,344	0,344	0,344
Sódio (%)	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215
Colina (mg/kg)	270,0	270,0	270,0	270,0	270,0	270,0	270,0
ω-6 (%)	1,858	2,370	2,748	2,987	3,123	3,195	3,234
ω-3(%)	1,858	1,185	0,687	0,373	0,195	0,100	0,050
ω-6/ω-3	1,000	2,000	4,000	8,000	16,00	32,00	64,00

¹Suplemento vitamínico para aves poedeiras (níveis de garantia por kg de ração)/M Cassab[®]: Vitamina A: 8.000 UI, vitamina D3: 2.300 UI, Vitamina E: 15 UI, Ácido Pantotênico: 6,44 mg, Biotina 0,015 mg, Ácido fólico: 0,5 mg, Niacina: 0,02 g, Vitamina B6: 1,7 mg, Vitamina B2: 3 mg, Vitamina B1: 0,2 mg, Vitamina B12: 10 µg, Vitamina K3: 1 mg e Selênio: 0,25 mg. ²Suplemento mineral para aves poedeiras (níveis de garantia por kg de ração)/M Cassab[®]: Ferro 30 mg, Cobre: 9 mg, Manganês 60 mg, Zinco 60 mg e Iodo: 1 mg.

Foram utilizados termômetros de máxima, mínima, bulbo seco, bulbo úmido e de globo negro, localizados no centro do galpão, para aferir a temperatura e umidade relativa do ar. Os dados foram aferidos diariamente às 8h, 11h e 17h horas. As médias das temperaturas foram: instantânea, $22,9 \pm 3,3^{\circ}\text{C}$; máxima, $31,2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e mínima, $12,7 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$; globo negro, $23,7 \pm 2,8^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa, $57,08 \pm 6,8\%$. O programa de luz adotado foi de 17 horas de luz por dia (natural + artificial).

7.1 Desempenho Produtivo das Aves

As características quantitativas, relacionadas aos dados de produção das aves que são normalmente calculados em criações comerciais, foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (% ovos/ave/dia), massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos (kg ração/kg ovos) e conversão alimentar por dúzia de ovos (kg ração/dz ovos).

7.1.1 Consumo de ração

A ração destinada a cada parcela foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com tampa. Ao final de cada semana, as sobras dos comedouros e dos baldes foram pesadas e o consumo de ração determinado e expresso em gramas de ração consumida por ave por dia (Figura 5). O consumo de ração por ave foi determinado semanalmente por meio da diferença entre a quantidade fornecida durante a semana e as sobras existentes no final de cada período de sete dias. O resultado foi dividido pelo número médio de aves de cada parcela e expresso em gramas por ave por dia.



Figura 5. Pesagem da sobra de ração para o cálculo de consumo.

Fonte: Do próprio autor.

7.1.2 Produção de ovos

A produção média de ovos no período de 28 dias em porcentagem por ave/dia, foi obtida registrando-se diariamente o número de ovos produzidos e o número de aves da parcela que os produziram. Assim, essa variável foi obtida dividindo-se o número total de ovos postos por ave na semana pelo número médio de aves multiplicado por sete e o resultado multiplicado por 100, de acordo com a seguinte fórmula:

$$PRO(\%) = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de ovos postos por ave na semana}}{\text{n}^{\circ} \text{ médio de aves } \times 7} \times 100$$

em que:

PRO = Produção de ovos

7.1.3 Massa de ovos

A massa de ovos foi calculada semanalmente pela relação entre o peso médio dos ovos do período de sete dias multiplicado pelo número total de ovos nos sete dias, e, o resultado dividido pela multiplicação entre o número de aves médio por sete, de acordo com a seguinte fórmula:

$$MO = \frac{\text{peso médio dos ovos } \times \text{n}^{\circ} \text{ total de ovos}}{\text{n}^{\circ} \text{ de aves médio } \times 7}$$

em que:

MO = Massa de ovos

7.1.4 Conversão alimentar por massa de ovos

A conversão alimentar por massa de ovos foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida pelas aves da parcela, expressa em quilogramas, pelo

peso total dos ovos produzidos no mesmo período, também expresso em quilogramas, de acordo com a seguinte fórmula:

$$C.Amassa = \frac{\text{peso total da ração consumida}}{\text{peso total dos ovos}}$$

em que:

C.A massa= conversão alimentar por massa de ovos

7.1.5 Conversão alimentar por dúzia de ovos

A conversão alimentar por dúzia de ovos foi mensurada semanalmente, dividindo-se o peso total da ração consumida, expresso em quilogramas, pelo respectivo número de dúzias de ovos produzidos na semana, de acordo com a seguinte fórmula:

$$C.Adúzia = \frac{\text{peso total da ração consumida}}{\text{número de dúzias de ovos}}$$

em que:

C.A dúzia= conversão alimentar por dúzia de ovos

7.2 Qualidade de Ovos

Nos últimos dias do ciclo (26, 27 e 28) foram coletados e analisados três ovos de cada parcela, para realização das seguintes análises:

7.2.1 Peso médio dos ovos (W)

Os ovos foram pesados individualmente nos três últimos dias do ciclo (26, 27 e 28), sendo que o ciclo foi de 28 dias (Figura 6).



Figura 6. Pesagem dos ovos para análise de sua qualidade.
Fonte: Do próprio autor.

7.2.2 Gravidade específica

A gravidade específica foi determinada a partir da imersão do ovo em soluções salinas de diferentes densidades, variando de 1,065 a 1,125 com variação de 0,005 para cada solução de acordo com metodologia proposta por Castelló et al. (1989). As densidades foram ajustadas com um densímetro e os ovos foram submersos da menor para a maior concentração salina. A gravidade específica de cada ovo foi determinada pela menor solução em que o ovo flutua (Figura 7).



Figura 7. Análise da gravidade específica dos ovos.
Fonte: Do próprio autor

7.2.3 Altura do albúmen (H)

A altura do albúmen foi realizada na parte do albúmen denso, numa região a 0,5 cm da borda da gema com um paquímetro (Figura 8).



Figura 8. Altura do albúmen.
Fonte: Do próprio autor

7.2.4 Unidade Haugh (UH)

A Unidade Haugh foi avaliada por meio da expressão de Card e Nesheim (1978) (equipamento DET 6000, Digital EggTester) (Figura 9).

$$UH = 100 \log. (H + 7,57 - 1,7 \times W^{0,37}).$$

em que:

H = altura do albúmen espesso (milímetros);

W= peso do ovo (gramas).

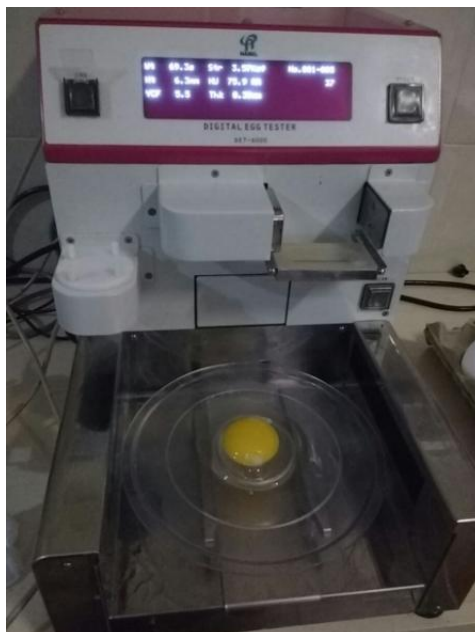


Figura 9. Análise da unidade Haugh dos ovos.
Fonte: Do próprio autor

7.2.5 Índice de gema

O índice de gema foi determinado pelo método proposto por Solomon (1991), em que a gema teve sua altura e diâmetro (transversal e longitudinal) medidos ainda dentro do albúmen (Figura 10). Mediante os resultados, foi empregada a seguinte fórmula:

$$I.G. = A.G./D.G.$$

onde:

I.G. = índice gema

A.G. = altura da gema

D.G. = diâmetro da gema (média dos diâmetros transversal e longitudinal).

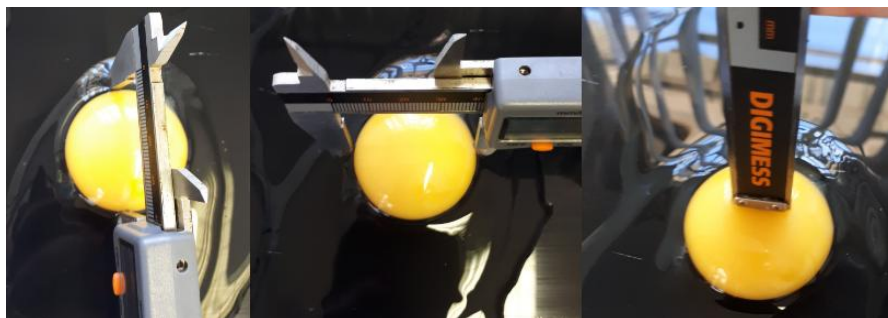


Figura 10. Mensurações na gema.
Fonte: Do próprio autor.

7.2.6 Índice de albúmen

O índice de albúmen foi obtido pela relação entre a altura do albúmen espesso e a média aritmética dos diâmetros maior e menor desta camada (Figura 11).

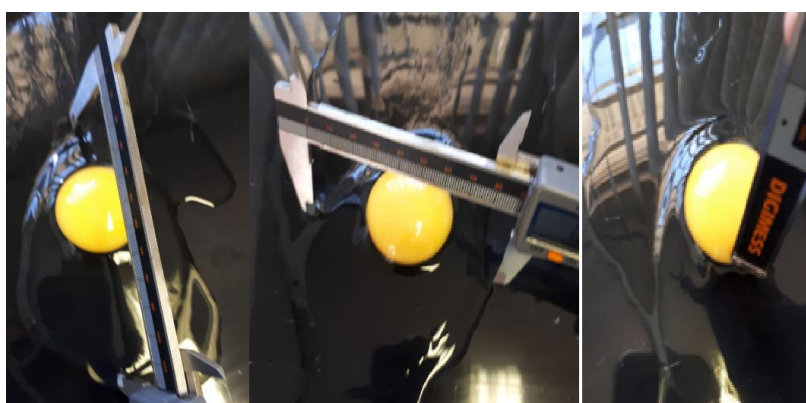


Figura 11. Mensurações no albúmen.
Fonte: Do próprio autor.

7.2.7 Espessura e peso da casca

As cascas dos ovos foram lavadas, enumeradas e secas em estufa à temperatura de 105°C por 6 horas e pesadas em balanças com precisão de 0,01 g (VILELA et al., 2016) (Figura 12).

Para avaliação da espessura de casca foi utilizado um micrômetro (0-25 mm), sendo realizadas três medidas na região equatorial da casca, sendo depois extraída a média dos resultados.



Figura 12. Pesagem das cascas.
Fonte: Do próprio autor.

7.3 Variáveis Bioquímicas Séricas

No último dia do ciclo foram colhidos cinco mL de sangue total, a partir da veia braquial da asa para posterior análise de colesterol e triglicerídeos, sendo escolhidas ao acaso duas aves de cada repetição (totalizando 16aves/tratamento) (Figura 13). O material foi acondicionado em tubos previamente identificados e centrifugados a 3.000G, por 10 minutos. O soro retirado foi estocado em freezer à -20°C para posterior análise. Os níveis de colesterol e triglicerídeos foram determinados pelo método enzimático colorimétrico utilizando-se kit comercial (Gold Analisa Diagnóstico LTDA- Lotes: 7015 e 7016), com leitura a 500nm em espectrofotômetro (Figura 14), segundo metodologia de Lumeij (1997).



Figura 13. Coleta de sangue das aves.

Fonte: Do próprio autor.

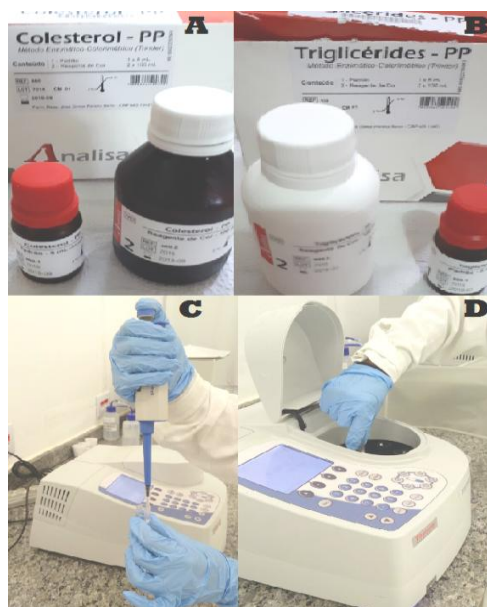


Figura 14. Análises de colesterol e triglicédeos. A) Kit para análise de colesterol (Gold Analisa Diagnóstico LTDA). B) Kit para análise de triglicérido (Gold Analisa Diagnóstico LTDA). C) Preparação do material (Gold Analisa Diagnóstico LTDA). D) Leitura das amostras no espectrofotômetro.

Fonte: Do próprio autor.

7.4 Análise Estatística

Os dados foram analisados pelo software *SAS Institute* (2012) a 5% de probabilidade. Foi realizada a análise de variância e o efeito dos tratamentos foi desdobrado em análise de regressão por meio de polinômios ortogonais ajustados para os níveis exponenciais das relações ω -6/ ω -3.

8 RESULTADOS

Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos. Os resultados médios referentes ao desempenho de poedeiras submetidas à dietas com diferentes relações ω -6/ ω -3 são observados pela Tabela 5.

Tabela 5. Desempenho de poedeiras comerciais às 81 semanas de idade em função de diferentes relações ômega-6/ômega-3.

Variáveis ¹	ω -6/ ω -3							EPM ²	Probabilidade ³	
	1:1	2:1	4:1	8:1	16:1	32:1	64:1		L	Q
CR	123,0	121,6	120,3	123,2	122,0	120,9	128,1	0,872	0,042	0,165
PRO	89,51	83,64	85,49	83,04	88,50	84,26	87,60	0,889	0,654	0,523
MO	57,32	53,29	54,69	53,25	56,77	55,07	56,71	0,591	0,330	0,820
CA/mas	2,14	2,25	2,20	2,31	2,14	2,20	2,25	0,023	0,651	0,615
CA/dúz	1,651	1,740	1,701	1,788	1,655	1,731	1,748	0,019	0,464	0,910

¹ PRO: Produção de ovos (%); MO: Massa de ovos (g/ave/dia); CR: Consumo de ração (g/ave/dia); CA/mas: Conversão alimentar por massa (kg/kg ovos); CA/dúz: Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dúz ovos).

²EPM: Erro padrão da média.

³L, efeito linear; Q, efeito quadrático.

Em relação ao consumo de ração foi possível notar (Figura 15) que o mesmo aumentou conforme ascendeu a relação ω -6/ ω -3 na dieta, apresentando efeito linear ($R^2 = 0,557$) entre os tratamentos.

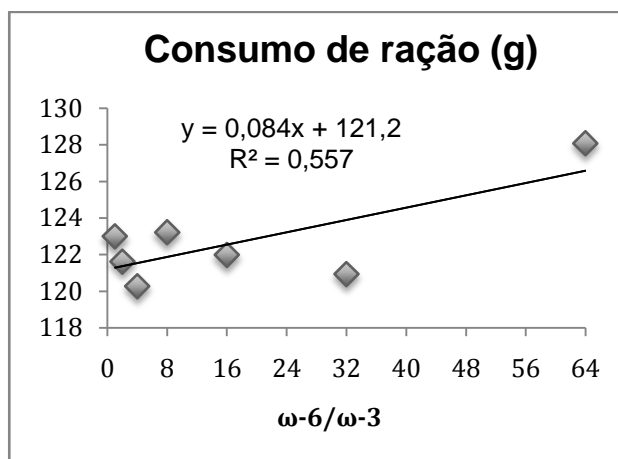


Figura 15. Efeito de diferentes relações $\omega-6/\omega-3$ na dietas sobre o consumo de ração de galinhas poedeiras às 81 semanas de idade.

Para as variáveis de qualidade de ovos os valores encontrados para peso médio dos ovos, altura de albúmen, índice de gema, índice de albúmen, espessura de casca, peso da casca e gravidade específica não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Os resultados médios para qualidade de ovos são apresentados pela Tabela 6.

Tabela 6. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais às 81 semanas de idade em função de diferentes relações ômega-6/ômega-3.

Variáveis ¹	$\omega-6/\omega-3$							EPM ²	Probabilidade ³	
	1:1	2:1	4:1	8:1	16:1	32:1	64:1		L	Q
PMO	68,33	69,63	69,91	68,82	69,88	71,47	68,62	0,399	0,927	0,053
HA	6,46	6,18	6,90	6,83	6,51	6,48	6,67	0,074	0,684	0,939
UH	78,64	78,46	80,81	80,71	81,88	82,93	80,05	0,565	0,414	0,022
IG	0,413	0,409	0,416	0,405	0,402	0,406	0,415	0,002	0,720	0,079
IA	0,073	0,068	0,078	0,077	0,073	0,072	0,074	0,001	0,943	0,883
EC	0,404	0,408	0,412	0,404	0,415	0,400	0,399	0,002	0,117	0,811
PC	6,11	6,24	6,33	6,25	6,43	6,45	6,42	0,043	0,073	0,125
GE	1,103	1,104	1,101	1,104	1,104	1,103	1,103	0,001	0,986	0,660

¹ PMO: Peso médio dos ovos (g); HA: Altura de albúmen (mm); UH: unidade Haugh; IG: Índice de gema; IA: Índice de albúmen; EC: Espessura de casca (mm); PC: Peso da casca (g); GE: Gravidade específica.

² EPM: Erro padrão da média.

³ L, efeito linear; Q, efeito quadrático.

De acordo com a Figura 16, para unidade Haugh foi possível observar efeito quadrático ($R^2 = 0,871$) com aumento crescente desta variável até a relação $\omega-6/\omega-3$ de 34,64. A partir desse ponto, a unidade Haugh decresceu novamente.

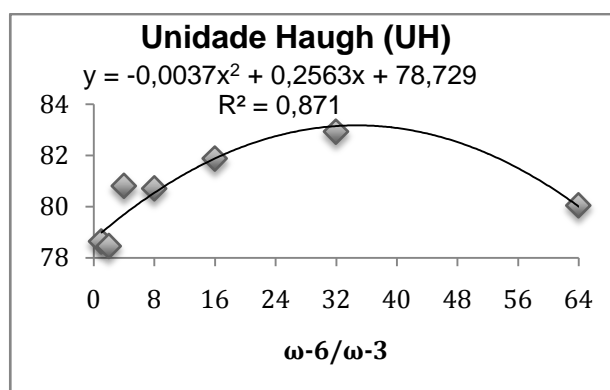


Figura 16. Efeito de diferentes relações $\omega-6/\omega-3$ na rações sobre a unidade Haugh de ovos de galinhas poedeiras às 81 semanas de idade.

Os resultados médios referentes ao colesterol e triglicerídeo plasmáticos de poedeiras submetidas à dietas com diferentes relações $\omega-6/\omega-3$ são observados pela Tabela 7.

Tabela 7. Variáveis bioquímicas séricas de poedeiras comerciais às 81 semanas de idade em função de diferentes relações ômega-6/ômega-3.

Variáveis ¹	$\omega-6/\omega-3$							EPM ²	Probabilidade ³	
	1:1	2:1	4:1	8:1	16:1	32:1	64:1		L	Q
CO	117,0	112,3	104,6	114,9	110,8	113,8	109,4	3,05	0,814	0,868
TG	77,35	76,98	73,90	77,62	75,23	73,04	71,89	1,427	0,238	0,831

¹CO: colesterol (mg/dL); TG: triglicerídeo (mg/dL).

²EPM: Erro padrão da média.

³L, efeito linear; Q, efeito quadrático.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para colesterol e triglicerídeo plasmáticos. Estes resultados indicam que as diferentes relações $\omega-6/\omega-3$ estabelecidas para as dietas das galinhas poedeiras não influenciaram estas variáveis bioquímicas sérias.

9 DISCUSSÃO

A produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar por massa e conversão alimentar por dúzia de ovos não foram afetadas pelas diferentes relações $\omega-6/\omega-3$ nas dietas das aves. Distintas relações $\omega-6/\omega-3$ obtidas por diferentes

proporções de óleo de soja e linhaça na dieta não alteraram a taxa de postura de galinhas poedeiras (COSTA et al., 2008). Filardi et al. (2005) também não encontraram diferença no desempenho de galinhas alimentadas com diferentes fontes lipídicas, ou seja, a quantidade de ω -6/ ω -3 das rações não alteraram o desempenho.

Para consumo de ração foi observado aumento linear conforme elevou-se a relação ω -6/ ω -3 na dieta, indicando que as galinhas poedeiras consumiram menos as dietas com maior quantidade de óleo de linhaça (ω -3), o que aponta que a fonte de PUFA da série ω -3 pode ter proporcionado sensação de saciedade nas aves.

Buckley e Howe (2010) afirmaram que o aumento da ingestão dietética de ácidos graxos polinsaturados da série ω -3 proporciona um mecanismo de saciedade pós-prandial que resulta na redução do consumo de alimentos.

Alguns autores afirmam que as galinhas poedeiras conseguem selecionar com precisão o equilíbrio de nutrientes para atender às suas exigências fisiológicas, pois as mesmas regulam o consumo de ração equilibrando a quantidade de nutrientes essenciais para satisfazer suas necessidades e produção (POUSGA; BOLY; OGLE, 2005; FORBES, 1995).

Para Emmans (1991), energia e os nutrientes proteína e minerais são essenciais na alimentação e, as galinhas poedeiras relacionam o consumo de ração baseado nas suas exigências nutricionais. Os sabores podem inicialmente influenciar a ingestão e a preferência, mas logo perdem essa capacidade à medida que as aves aprendem que não há implicação nutricional nos diferentes sabores (BALOG; MILLARD, 1989).

Faria et al. (2004) relatam que a quantidade de energia da ração é o primeiro fator controlador do consumo das aves. Estudos apontaram que o consumo de ração depende da composição de ácidos graxos presente na fonte lipídica suplementada na ração (POTENÇA et al., 2010).

Santos et al. (2009) observaram que poedeiras alimentadas com dietas que continham somente o óleo de linhaça diminuíram o consumo em relação àquelas que receberam dietas formuladas somente com óleo de soja e óleo de algodão nas mesmas quantidades.

Hamady et al. (2013) e Beynen (2004) analisaram dietas com diferentes relações ω -6/ ω -3 e verificaram que o consumo de ração decresce significativamente conforme diminui os índices de ω -6/ ω -3.

Por outro lado, Puthongsiriporn e Scheideler (2005) ao suplementaram a dieta de galinhas poedeiras com óleo de linhaça e óleo de milho, obtiveram taxas de ω -6/ ω -3 de 17:1, 8:1, 4:1 e 2:1, e observaram que não houve interferência no consumo de ração e ganho de peso das aves.

A análise da qualidade de ovos mostrou que não houve diferenças significativas para as variáveis analisadas com exceção da unidade Haugh. Mendonça et al. (2000) verificaram que a qualidade da casca, expressa por meio da gravidade específica, peso da casca (gramas e porcentagem do peso do ovo), espessura da casca e a qualidade do albúmen não foi significativamente afetada pela adição de óleo de peixe à dieta, indicando que a inclusão de uma fonte lipídica rica em ômega-3 não prejudica estas variáveis de qualidade de ovos.

Souza et al. (2008) avaliaram a influência da inclusão de 2% de óleos (linhaça + soja) em diferentes proporções sobre a qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas, constatando que a utilização do óleo de linhaça para poedeiras não apresentou alterações significativas no peso dos ovos, na gravidade específica e no peso da casca.

Hamady et al. (2013), em estudo sobre os efeitos de diferentes concentrações de ω -6/ ω -3 na dieta de galinhas, constataram que o grupo que se alimentou de dieta com a relação ω -6/ ω -3 de 40, apresentou significativamente maior peso de ovo, peso de gema e peso de casca em comparação com os outros grupos (ω -6/ ω -3 = 14:1) e (ω -6/ ω -3 = 7:1). Em relação à espessura da casca, os grupos alimentados com dietas de relação de 40 e 14 obtiveram a espessura de casca significativamente maior em comparação ao grupo alimentado com a relação ω -6/ ω -3 de 7. Altura do albúmen (mm) e unidade Haugh não diferiram significativamente entre os tratamentos.

Para Rakita et al. (2016), a composição da dieta enriquecida com linhaça extrusada e farinha de girassol não influenciaram a unidade Haugh. Agboola et al. (2016) utilizaram dieta com óleo de soja e óleo de peixe (ω -6/ ω -3 de 1:1) e também não encontraram alterações para unidade Haugh, indicando que esta variável não foi influenciada pela adição de ω -6 e ω -3 na dieta.

Pesquisas apontam que os fatores que podem afetar a unidade Haugh são a idade da galinha (FLETCHER et al., 1983; TRINDADE et al., 2007, RAMOS et al., 2010, OLIVEIRA et al., 2010b), tempo de armazenamento e temperatura (MENEZES et al., 2012) e acreditam que a nutrição contribua de forma pouco significativa para a qualidade do albúmen (ROBERTS Jr., 2004; SAMLI et al., 2005). Muitos outros estudos também relatam que a composição da dieta não influencia a unidade Haugh (KIRUNDA; MCKEE, 2000; GROBAS et al., 2001; BASMACOGLU et al., 2003; LOKAEWMANEE et al., 2010).

Assim, a maioria dos autores afirmam que a nutrição não influencia essa variável de qualidade de ovos. Entretanto, este trabalho demonstrou que as diferentes relações de ω -6/ ω -3 incluídas na dieta elevou a unidade Haugh até a relação de 32:1 sendo possível verificar que as aves aceitam melhor as relações elevadas de ω -6/ ω -3, provavelmente em relações mais altas do que as recomendadas para humanos. Ressalta-se que as recomendações ω -6/ ω -3, tanto para humanos quanto para animais, não possuem ainda indicações bem definidas.

Em relação ao colesterol total sérico e aos triglicerídeos das galinhas poedeiras, não houve diferença significativa entre os tratamentos. O mesmo foi constatado por Ahmad et al. (2014), que utilizaram óleo de canola e óleo de linhaça suplementando dietas com diferentes relações ω -6/ ω -3 (20:1, 10:1, 4:1, 2:1, 1:1), e concluíram que não houve diferença significativa para essas variáveis séricas em poedeiras.

Em experimentos com frangos de corte, Roy et al. (2008) verificaram que dietas ricas em ácidos graxos polinsaturados da série ω -3 não proporcionaram alterações nos níveis de colesterol total sérico das aves. Febal et al. (2008) indicaram que a suplementação de óleo de linhaça, óleo de girassol não alterou o nível de triglicerídeos e colesterol (HDL) no plasma dos frangos de corte.

Murata et al. (2003) verificaram as relações ω -6/ ω -3 de diferentes dietas contendo óleo de soja e óleo de peixe sobre as variáveis lipídicas no sangue de galinhas poedeiras e relataram que não houve influência sobre o colesterol total, HDL-colesterol e LDL-colesterol nas aves.

Neijat et al. (2016) incluíram óleo de linhaça e algas marinhas na dieta de poedeiras com o intuito de aumentar o teor do ácido alfa-linolênico (0,03%; 0,20%, 0,40% e 0,60%) e não observaram diferença significativa no teor de colesterol total e triglicerídeos no plasma das aves.

10 CONCLUSÃO

O aumento na relação ω -6/ ω -3 eleva o consumo de ração das galinhas poedeiras. A relação ω -6/ ω -3 de 34,64 proporciona maior unidade Haugh de ovos, diminuindo a partir desse ponto. As demais variáveis de desempenho e de qualidade de ovos permanecem inalteradas.

As relações ω -6/ ω -3 não influenciam as variáveis bioquímicas séricas das galinhas.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGBOOLA, A. F.; OMIDIWURA, B. R. O.; OYEYEMI, A. IYAYI, E. A.; ADELANI, A. S. Effects of four dietary oils on cholesterol and fatty acid composition of egg yolk in layers. **International Journal of Nutrition and Food Engineering**, v. 10, n. 2, 2016.

AHMAD, S.; AHSAN-UL-HAQ.; YOUSAF. M.; KAMRAN, Z.; ATA-UR-REHMAN.; SOHAIL, M. U.; SHAHID-UR-RAHMAN. Effect of feeding whole linseed as a source of polyunsaturated fatty acids on performance and egg characteristics of laying hens kept at high ambient temperature. **Brazilian Journal of Poultry Science**,v. 15, n. 1, p. 21-26, 2013.

AHMAD, S.; AHSAN-UL-HAQ.; YOUSAF. M.;KAMRAN, Z.; ATA-UR-REHMAN.; SOHAIL, M. U.; SHAHID-UR-RAHMAN. Production of n-3PUFA Enriched Eggs By Feeding Various Dietary Ratios of n-6 to n-3 Fatty Acids and Vitamin A Levels to the Laying Hens in Hot Climate. **Journal of Poultry Science**,v. 51, n. 2, p. 213-219, 2014.

ANTRUJO, A.; AZCONA, J.O.;GARCIA, P. T.; GALLINGER, C.; ROSMINI M.; AYERZA, R. Omega-3 enriched egg production: the effect of α -linolenic ω -3 fatty acid sources on laying hen performance and yolk lipid content and fatty acid composition. **British Poultry Science**, v. 52, n. 6, p. 750-760, 2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO - ANFALPET. Manual do programa integrado de qualidade pet. 2.d. São Paulo: 2008. 238 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química dos alimentos: teoria e prática**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1999. p. 416.

ARAUJO, R. G. A. C. **Perfil de ácidos graxos e energia metabolizável aparente de diferentes fontes lipídicas para galinhas poedeiras**. 2017. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Dracena, 2017.

AVISITE. **IBGE**: produção de ovos aumenta 4% no 1º trimestre de 2017. 2016. Disponível em:<<http://www.avisite.com.br/noticias/?codnoticia=15750>>. Acesso em: 14 dez.2017.

BALOG, J. M; MILLARD, R. J. Influence of the sense of taste on broiler chick feed consumption. **Poultry Science**, v. 68, p. 1519-1526.

BARBOSA, T. S.; MORI, C. K.; POLÔNIO, L. B.; PONSANO, E. H. G.; CIARLINI, P. C. Perfil bioquímico sérico de galinhas poedeiras na região de Araçatuba, SP. **Seminário Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1583-1588, 2011.

BASMACOGLU, H.; CABUK, M.; UNAL, K.; OZKAN, K.; AKKAN, S.; YALCN H. Effect of dietary fish oil and flax seed on cholesterol and fatty acid composition of egg yolk and blood parameters of laying hens. **South African Journal of Animal Science**, v. 33, p. 266-273, 2003.

BEYNEN, A. C. Fatty acids composition of eggs produced by hens fed diets containing groundnut, soybean or linseed. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 52, n. 1, p. 1-8, 2004.

BERNARDINO, V. M. P. Influência dos lipídios da dieta sobre o desenvolvimento ósseo de frango de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 3, p. 960-966, 2009.

BOWES, V.; JULIAN, R.; STIRTZINGER, T. Comparison of serum biochemical profiles of male broilers with female broilers and white leghorn chickens. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 53, n. 1, p. 7-11, 1989.

BUCKLEY, J. D.; HOWE, P. R. C. Long-Chain Omega-3 polyunsaturated fatty acids may be beneficial for reducing obesity: a review. **Nutrients**, v.2, p.1212-1230, 2010.

CARD, L. E., NESHEIM, M. C. **Producción avícola**. Zaragoza: Acribia, 1978.

CASTELLÓ, J. A. L.; PONTES, M.; GONZÁLEZ, F. F. Producción de huevos. 1. ed. Barcelona: Real Escuela de Avicultura, 1989. 367 p.

CEYLAN, N.; CIFTÇI, I.; MIZRAK, C.; KAHRAMAN Z.; EFIL, H. Influence of different dietary oil sources on performance and fatty acid profile of egg yolk in laying hens. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 20, n. 1, p. 1-83, 2011.

CEDRO, T. M. M.; CALIXTO, L. F. L.; GASPAR, A.; HORA, A. S. Teores de ácidos graxos em ovos comerciais convencionais e modificados com ômega-3. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 8, p. 1733-1739, 2010.

COSTA, F. G. P.; NOBRE, J. G. S.; SILVA, J. H. V.; RABELLO, C. B. V.; GOULART, C. C.; LIMA NETO, R. C. Influência do óleo de linhaça sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia/Brazilian Journal of Animal Science**, v. 37, p. 861-868, 2008.

EMMANS, G. C. Diet selection by animals: Theory and experimental design. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 50, n. 1, p. 59-64, 1991.

FANCHIOTTI, F. E.; MORAES, G. H. K.; BARBOSA, A. A.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R.; MOURA, A. M. A. Avaliação de óleos, carvão vegetal e vitamina E no desempenho e nas concentrações lipídicas do sangue e dos ovos de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2676-2682, 2010.

FARREL, D. J. The fortification of hen's eggs with n-3 long chain fatty acids and their effect in humans. In: **EGG uses and processing technologies: new developments**. [s.l.]: CAB International, 1994. p. 386-4010

FARIA, D.E.; RIZZO, M.F.; DEPOTI, B.J.; ROMBOLA, L.G.; SILVA, F.H.A.; ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M. Effects of different levels of crude protein and lysine on performance and nitrogen excretion of the commercial laying hens. **International Poultry Scientific Forum**, p. 44, 2004,

FEBAL, H.; MEZES, M.; PLFY, T.; HERMAN, A.; GUNDEL, J.; LUGASI, A.; BALOGH, K.; KOCSIS, I.; BLAZOVICS, A. Effect of dietary fatty acid pattern on

growth, body fat composition and antioxidant parameters in broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 92, p.369-376, 2008.

FILARDI, R.S.; JUNQUEIRA, O.M.; LAURENTIZ, A. C.; CASARTELLI, E.M.; RODRIGUES, E.A.; ARAÚJO, L.F. Influence of different fat sources on the performance, egg quality, and lipid profile of egg yolks of commercial layers in the second laying cycle. **Poultry Science Association**, n. 14, p. 258–264, 2005.

FLETCHER, D. L.; BRITTON, W. M.; PESTI, G. M.; RAHN, A. P. The relationship of layer flock age egg component yields and solids content. **Poultry Science**, Savoy, v 62, p. 1800-1805, 1983.

FREEMAN, C.P. **The digestion, absorption and transport of fats – non-ruminants**. [S.l: s.n], 1985.

FRANÇA, J; SAAD, F. M. O. B; SAAD, C. E. P; SILVA, R. C; REIS, J. S. Avaliação de ingredientes convencionais e alternativos em rações de cães e gatos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 222-231, 2011.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. 1ª ed., Wallingford: British Library, 1995. 532 p.

GANZAROLI, J. F. **Avaliação da composição centesimal e do perfil de ácidos graxos presentes nas sementes *Salvia hispânica* L. (CHIA)**. 2014. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão - PR, 2014.

GARCIA, A. M. L. **Perfil de ácidos graxos e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo óleo de soja e/ou sebo bovino**. 2009. 46.f. Dissertação (Programa de Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2009.

GARCIA, A. B. F.; DELBEM, N. L. C.; ROCA, R. O.; SARTORI, J. R.; ARAUJO, A. P. Desempenho de frangos de corte suplementados com diferentes óleos vegetais. In: SEMINÁRIO TÉCNICO CIENTÍFICO DE AVES E SUÍNOS, 12. 2013. **Anais** [S.l: s.n], 2013.

GERBER, N. Factors affecting egg quality in the commercial laying hen: A review. **Poultry industry Association of New Zealand Carlton Gore Road**, Auckland, v. 1023, 2006.

GROBAS, S.; MÉNDEZ, J.; LÁZARO, R.; BLAS, C.; MATEO, G. G. Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. **Poultry Science**, v. 80, p. 1171- 1179, 2001

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. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária..** Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 418-419. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/ufrgs/favet/bioquimica>>. Acesso em: 02 out. 2017.

HAGGARTY P. Fatty acid supply to the human fetus. **Annual Review of Nutrition**, v.30, p. 237-55, 2010.

HALFEN, S.; JACOMETO, C.; MATTEI, P.; FENSTENSEIFER, S. R.; PFEIFER, L.F.M.; DEL PINO, F.A.B.; SANTOS, M.A.Z.; PEREIRA, C.M.P.; SCHMITT, E; CORRÊA, M. N. Diets rich in polyunsaturated fatty acids with different omega-6/omega-3 ratio decrease liver content of saturated fatty acids across generations of wistar rats. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.59, 2016.

HAMADY, G. A. A. Effects of different ratios of dietary omega-6 to omega-3 fatty acids on laying performance and egg quality of lohmann brown hens. **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 33, p. 957-969, 2013.

HERDT, T. H.; WENSING T, HAAGSMAN, H. P.; VAN GOLDE, L. M.; BREUKINK, H. J. Hepatic triacylglycerol synthesis during a period of fatty liver development in sheep. **Journal of Animal Science**, v. 66, n. 8, p. 1997-2013,1988.

HILL, J.A. Indicators of stress in poultry. **Word's Poultry Science Journal**, v. 39, p. 24-32, 1983.

HOFFMAN, D. R.; THEUER, R. C.; CASTANEDA, Y. S.; WHEATON, D. H.; BOSWORTH, R. G.; O'CONNOR, A. R.; MORALE, S.E.; WIEDEMANN, L. E.; BIRCH, E.E. Maturation of visual acuity is accelerated in breast-fed term infants fed baby food containing DHA-enriched egg yolk. **Journal of Nutrition**, v. 134, n. 9, p. 2307– 2313, 2004.

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

KIRUNDA, D. F. K.; MCKEE, S. R. Relating Quality Characteristics of Aged Eggs and Fresh Eggs to Vitelline Membrane Strength as Determined by a Texture Analyzer. **Poultry Science**, v. 79, p. 1189–1193, 2000.

LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; AGUILAR, C. A. L.; CANÇADO, S. V.; FIUZA, M. A.; RIBEIRO, B. R. C. Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 6, p. 792-798, 2005.

LACERDA, M. J. R.; STRINGHINI, M. L.; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. M.; SANTOS, J. S.; ALCÂNTARA, J. B. Temperatura e período de armazenamento na qualidade de ovos comerciais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008. **Anais...** [S.l: s:n], 2008.

LEWIS, N. M.; SEBURG, S.; FLANAGAN, N. L. Enriched eggs as a source of N-3 polyunsaturated fatty acids for humans. **Poultry Science**, v. 79, n. 7, p. 971–974, 2000.

LIMA-SILVA, A. E.; OLIVEIRA, F. R.; Mecanismos de fadiga durante o exercício físico. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 1, n. 8, p. 105-113, 2006.

LOKAEWMANEE, K.; YAMAUCHI, K.; KOMORI, T.; SAITO K. Effects on egg yolk colour of paprika or paprika combined with marigold flower extracts. **Italian Journal of Animal Science**, v. 9, n. 67, p. 356-359, 2010.

LUMEIJ, J. T. Avian clinical biochemistry. In: kaneko, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* 5th edition. San Diego, Academic Press, 1997. 932p.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E; VISENTAINER, J. U. Omega- 3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods. **Revista Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MAZZUCO, H. **Integridade óssea em poedeiras comerciais**: influência de dietas enriquecidas com ácidos graxos poliinsaturados e tipo de muda induzida. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 2006,.12 p. (Embrapa- CNPSA. Documento, 47).

MENEZES, P. C. , EVILDA RODRIGUES DE LIMA, E. R; DE MEDEIROS, J. P; OLIVEIRA, W. N. K; EVÊNCIO-NETO, J. Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 9, p. 2064-2069, 2012.

MENDONÇA JR., C. X.; MARTINS, A.P.; MORI, A. V.; SILVA, E. B.; MORI, C. S. Efeito da adição de óleo de peixe à dieta sobre o desempenho e níveis de lípidos plasmáticos e de colesterol no ovo de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 37, n. 1, 2000.

MURATA, L. S.; MACHADO, C. R. ; ARIKI, J. ; SILVA, L. P. G. ; REZENDE, M. J. M . Effect of oil sources on blood lipid parameters of commercial laying hens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 5, p. 203-206, 2003.

NASCIUTTI, P. R.; COSTA, A. P. A.;JÚNIOR, M. B. S.; MELO, N. G.; CARVALHO, R. O. A. Ácidos graxos e o sistema cardiovascular. **Enciclopédia Biosfera**. 2015. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/acidoss%20graxos.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2017.

NEIJAT, M.; OJEKUDO, O.; HOUSE, J. D. Effect of flaxseed oil and microalgae DHA on the production performance, fatty acids and total lipids of egg yolk and plasma in laying hens. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 115, p.77–88, 2016.

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

OLIVEIRA, D. D.; BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V.; GRIMALDI, R.; SOUZA, M. R.; LARA, L. J. C.; LANA, A. M. Q. Effects of lipid sources in the diet of laying hens on the fatty acid profiles of egg yolks. **Poultry Science**, v. 89, n. 11, p. 2484-2490, 2010b.

OLIVEIRA, D. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; CAMERINI, N. L.; SILVA, R. C.; FURTADO, D. A.; ARAUJO, T. G. P. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 11, p. 1186–1191, 2014.

OMIDI, M.; RAHIMI, S.; TORSHIZI, M.A. K. Modification of egg yolk fatty acids profile by using different oil sources. **Veterinary Research Forum**, v. 6, n. 2, p.137-141, 2015.

PANAITE, T.; CRISTE, R.D.; ROPOTA, M.; CORNESCU, G. M.; ALEXANDRESCU, D. C.; CRISTE, V.; VASILE, G.; OLTEANU, M.; UNTEA, A. Effect of layer diets enriched in omega-3 fatty acids supplemented with Cu on the nutritive value of the eggs. **Romanian Biotechnological Letters**, v. 21, n. 4, 2016.

PERINI, J. A. L.; STEVANATO, F. B.; SARGI, S. C.; VISENTAINER, J. E. L.; DALALIO, M. M. O. Ácidos graxos polinsaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista Nutrição**, v.23, n.6, p.1075-1086, 2010.

PIRES, M. F.; PIRES, S. F.; ANDRADE, C. L.; CARVALHO, D. P.; BARBOSA, A. F. C.; MARQUES, M. R. Fatores que afetam a qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 12, p. 4379-4385, 2015.

PITA, M. C. G.; CARVALHO, P. R.; PIBER NETO, E.; MENDONÇA JUNIOR, C.X. Vegetable and marine sources of supplementaries PUFAs in the diet of laying hens. **Journal of applied sciences research**, v. 7, p. 654-671, 2011.

PITA, M. C. G.; CARVALHO, P. R.; PIBER NETO, E.; MENDONÇA JUNIOR, C.X. Effect of marine and vegetal sources on the hen diets on the PUFAs and PUFAs n-3 in laying hens egg yolk an plasm. **International Journal of Poultry Science**, v. 9, p. 148-151, 2010.

POTENÇA, A.; MURAKAMI, A. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V.; MARTINS, E.N.; FURLAN, A. C. Perfil lipídico e maciez da carne de coxa e sobrecoxa de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes fontes lipídicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1774-1783, 2010.

POUSGA, S., BOLY, H.; OGLE, B., Choice-feeding of poultry: a review. **Livestock Research for Rural Development**, v.17, n. 4, 2005.

PUTHPONGSIRIPORN, U.; SCHEIDELER, S.E. Effects of dietary ratio of linoleic to linolenic acid on performance, antibody production, and in vitro lymphocyte proliferation in two strains of leghorn pullet chicks. **Poultry Science**, v. 84, n. 6, p. 846-857, 2005.

RAMOS, K. C. B. T.; CAMARGO, A. M.; OLIVEIRA, E. C. D.; CEDRO, T. M. M.; MORENZ, M. J. F. Avaliação da idade da poedeira, da temperatura de

armazenamento e do tipo de embalagem sobre a qualidade de ovos comerciais. **Revista de Ciência da Vida**, v. 30, n. 2, p. 37-46, 2010.

RAKITA, S.; SPASEVSKI, N.; COLOVIC, D.; POPOVIC, S.; IKONIC, P.; COLOVIC, R.; LEVIC, J. The influence of laying hens' diet enriched with omega-3 fatty acids, paprika and marigold on physical properties of eggs. **Journal on Processing and Energy in Agriculture**, v. 20; n. 2; p. 58-62, 2016.

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

RODRIGUES, E. A.; CANCHERINI, L. C.; JUNQUEIRA, O. M.; LAURENTZ, A.C.; FILARDI, R. S.; DUARTE, K. F.; CASARTELLI, E. M. Desempenho, qualidade da casca e perfil lipídico de gemas de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com níveis crescentes de óleo de soja no segundo ciclo de postura. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 27, p. 207-212, 2005.

ROY, R.; SINGH, S.; PUJARI, S. Dietary role of omega-3 polyunsaturated fatty acid (PUFA): a study with growing chicks, *Gallus domesticus*. **International Journal of Poultry Science**, v. 7, p. 360-367, 2008.

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**. 4. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 488 p. 2017.

SAMLI, H.E.; AGMA A.; SENKOYLU N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, p. 548–553, 2005.

SANTOS, M. S. V.; ESPÍNDOLA, G. B.; LÔBO, R. N. B.; FUENTES, M. F. F.; CARVALHO, L. E.; SANTOS, A. B. E. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais submetidas às dietas com diferentes óleos vegetais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 3, p. 654-667, 2009.

SHAPIRO, H. Could ω -3 polyunsaturated fatty acids reduce pathological pain by direct actions on the nervous system? **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 68, n.3, p. 219-224, 2003.

SILVA, M. D. **Os óleos vegetais têm uma composição mais interessante para o uso avícola sob o ponto de vista metabólico, uma vez que têm maior riqueza em ácidos graxos insaturados (oléico, linoléico, linolênico)**. 2003. 45.f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2003.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM.(SAS). Institute Inc. **User's Guide**. Cary: SAS Institute Inc., 2012.

SOLOMON, S.E. **Egg and eggshell quality**. Aylesbury: Wolfe Publishing, 1991. 365 p.

SOUZA, J.G.; COSTA, F.G.P.; QUEIROGA, R.C.R.E.; SILVA, J.H.V.; SCHULER, A.R.P.; GOULART, C. C. Fatty Acid Profile of eggs of semi-heavy layers fed feeds

containing linseed oil. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 10, n. 1, p. 37-44, 2008.

TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 6, p. 652-657, 2007.

TOGASHI, C. K. **Teores de Colesterol e Ácidos graxos em tecidos e soro de frangos de corte submetidos a diferentes programas nutricionais**. 2004. 118 f. Tese (Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias) Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes. 2004.

TORRES, R. N. S.; DREHER, A. Fontes de lipídeos na dieta de poedeiras: produção e qualidade dos ovos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 12, n. 1, p. 3952-3963, 2015.

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

VALLE, S. F.; ALLGAYERI, M. C.; PEREIRA, R. A.; BARCELLOS, L. J. G.; HLAVAC, N. R. C.; FRANÇA, R. T.; LOCATELLI, M. L. Parâmetros de bioquímica sérica de machos, fêmeas e filhotes de Araras canindé (*Ara ararauna*) saudáveis mantidas em cativeiro comercial. Parâmetros de bioquímica sérica de machos, fêmeas e filhotes de Araras canindé (*Ara ararauna*) saudáveis. **Ciência Rural**, v.38, n.3, 2008.

VANSCHOONBEEK, K.; MAAT, M. P. Fish oil consumption and reduction of arterial disease. **Journal of Nutrition**, v. 133, n. 3, p. 657-660, 2003.

VILELA, D. R.; CARVALHO, L.S.S.; SILVA, L. S.; FAGUNDES, N. S.; FERNANDES, E. A. Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais com cascas normal e vítrea. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 4, p. 509-518. 2016.

WEN, Z. Y.; CHEN, F. Heterotrophic production of eicosapentaenoic acid by microalgae. **Biotechnology Advance**, v. 21, n. 4, p. 273-294, 2003.

ZAMBIAZI, R. C.; ROMAN, P.; ZAMBIAZI, M. W.; MENDONÇA, C. B. Fatty acid composition of vegetable oils and fats. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 111-120, 2007.

12 IMPLICAÇÕES

Desde o início da década de 1990, muitas pesquisas vem sendo conduzidas em relação ao enriquecimento de ovos com ácidos graxos polinsaturados da série ômega-3, relatando com eficiência o enriquecimento dos ovos a partir da suplementação das dietas de galinhas poedeiras com fontes lipídicas ricas nesses ácidos graxos, estreitando um elo entre a produção animal, a tecnologia de alimentos e a nutrição humana.

Muitas vezes esse enriquecimento de ovos é realizado sem a devida cautela nas relações ω -6/ ω -3 na composição dietética podendo prejudicar o desempenho zootécnico, a qualidade de ovos, a composição lipídica do sangue e,consequentemente, a saúde das galinhas poedeiras.

No presente trabalho foi constatado que o consumo de ração da aves elevou-se conforme aumentou a relação ω -6/ ω -3, ou seja, na relação 64:1, em que havia menor quantidade de ômega-3, as galinhas poedeiras precisaram aumentar o consumo de ração para atender suas necessidades metabólicas de ômega-3 em dietas escassas nesse nutriente.

Para a qualidade de ovos, foi observado que a melhor relação para unidade Haugh foi a 32:1, sendo possível verificar que, provavelmente, as aves aceitam melhor as relações elevadas de ω -6/ ω -3, maior do que as recomendadas para humanos. Ressalta-se que as recomendações de ω -6/ ω -3, tanto para humanos quanto para animais, não possuem ainda indicações bem definidas.

Neste estudo foi possível verificar também que as relações ω -6/ ω -3 das dietas não proporcionaram diferença significativa entre os tratamentos em relação às variáveis bioquímicas séricas mensuradas (colesterol e triglicerídeos), enfatizando que a inclusão de fontes lipídicas na dieta das poedeiras pode ser realizada sem prejudicar a saúde das aves sobre essas variáveis.

Sugere-se em futuras pesquisas desta natureza a realização de outras análises sanguíneas, como: lipoproteínas de alta (HDL), baixa (LDL) e muito baixa densidade (VLDL). Seria interessante também o estudo das características imunológicas celular das aves para verificar se a suplementação lipídica na dieta proporciona alterações, e, ainda, se a ação de ácidos graxos polinsaturados em diferentes relações administrados na dieta de galinhas poedeiras poderia influenciar a defesa imunológica e reduzir o aparecimento de doenças.

Outro fator a ser considerado é a idade das aves. Neste estudo trabalhou-se com galinhas poedeiras já em idade avançada, com 81 semanas. A avaliação de diferentes relações ω -6/ ω -3 na composição dietética sobre o desempenho e a qualidade de ovos de galinhas poedeiras jovens poderia trazer resultados diferentes.

Tais estudos permitirão gerar informações adicionais sobre a melhor relação ω -6/ ω -3 que deverá ser incluída nas dietas de poedeiras com o intuito de enriquecer os ovos, possibilitando a manipulação desses nutrientes com mais cautela e conhecimento com a intenção de não prejudicar o metabolismo da aves.