

**Universidade Brasil
campus Descalvado**

TÂNIA MARA SICSÚ DA CRUZ

**IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO DE ÔMEGA 3 NO
DESEMPENHO E PERFIL LIPÍDICO SANGUÍNEO DE
CAMUNDONGOS**

**IMPACT OF OMEGA 3 SUPPLEMENTATION ON PERFORMANCE AND
BLOOD LIPID PROFILE OF MICE**

Descalvado, SP

2018

Tânia Mara Sicsú da Cruz

**IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO DE ÔMEGA 3 NO
DESEMPENHO E PERFIL LIPÍDICO SANGUÍNEO DE
CAMUNDONGOS**

Orientadora: Profa. Dra Liandra Maria Abaker Bertipaglia

Co-orientador: Prof. Dr. Gabriel Maurício Peruca de Melo

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Descalvado, SP

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

C965i Cruz, Tânia Mara Sicsú da
Impacto da suplementação de ômega 3 no desempenho e perfil lipídico sanguíneo de camundongos / Tânia Mara Sicsú da Cruz. – Descalvado, 2018.
41 f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Liandra M. Abaker Bertipaglia

Co-orientador: Prof. Dr. Gabriel M. Peruca de Melo

1. Camundongo. 2. Gema de ovo. 3. Ômega 3. 4. Perfil lipídico. I. Título.

CDD 636.0876

FOLHA DE AUTORIZAÇÃO



Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://universidadebrasil.edu.br/portal/cursos/ppgpa/>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **"Impacto da suplementação de ômega 3 no desempenho e perfil lipídico sanguíneo de camundongos"**

Autor(es):

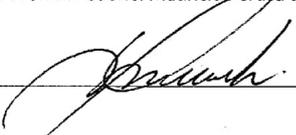
Discente: Tânia Mara Siczú da Cruz

Assinatura: Tânia Mara Siczú da Cruz.

Orientador: Profa. Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia

Assinatura: 

Co-Orientador: Prof. Dr. Gabriel Mauricio Perúcia de Melo

Assinatura: 

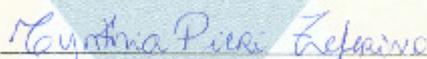
Data: 27 de abril de 2018

TERMO DE APROVAÇÃO**UNIVERSIDADE
BRASIL****CERTIFICADO DE APROVAÇÃO****Tânia Mara Siczú da Cruz****"Impacto da suplementação de ômega 3 no desempenho e perfil lipídico
sanguíneo de camundongos".**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Camilo Castelo Branco,
pela seguinte banca examinadora:



Profa. Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia
(Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal



Profa. Dra. Cynthia Pieri Zeferino
Programa de Pós-Graduação em Produção Animal



Prof. Dr. Robson Sécio de Barducci

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinária - UNESP/FCAV

Descalvado, 27 de abril de 2018

Profa. Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia

Presidente da Banca

DEDICATÓRIA

A Deus, pela força e determinação para vencer os obstáculos.

Às pessoas mais presentes em minha vida, meus pais, irmãos, sobrinho e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Obrigada pelo amor, carinho, apoio e incentivo durante todos esses anos dedicados aos estudos.

E ao Danilo, meu amigo e auxiliador, que fez com que o final dessa caminhada se tornasse bem mais leve com todo seu carinho e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar saúde e capacidade de realizar este trabalho.

A minha orientadora, professora Dr^a. Liandra M. Abaker Bertipaglia por todo apoio e ensinamento, agradeço pela colaboração com as análises laboratoriais e pela paciência e orientação, me auxiliando no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus familiares, pelas orações, pela torcida, por todo o incentivo e interesse no meu trabalho.

A todos os colegas da turma de mestrado (Alberico, Danilo, Elda, Gisele, Haruo e Leo), obrigada pelo apoio, auxílio nos trabalhos, pela amizade e principalmente os momentos de descontração.

A Prof^a. Dr^a. Cássia Maria Barroso Orlandi por todo apoio, ensinamento e principalmente amizade.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal. Obrigada por seus ensinamentos e amizade.

Ao meu amor, amigo e principalmente companheiro de mestrado Danilo Mendes, que me ajudou a ter paciência e serenidade na realização deste projeto. Obrigada por tudo! Pelo apoio, incentivo, carinho e companheirismo de sempre.

A Granja São Pedro pelo apoio por meio do fornecimento dos ovos utilizados no estudo, muito obrigada.

A ADAF e ao GIPOA que possibilitaram a realização deste sonho, não apenas financeiramente, mas me fez gerar mais amor e dedicação a minha profissão.

A Universidade Brasil, em nome do Prof. Dr. Gabriel M.P. de Melo, pela disponibilidade do Laboratório de Biogeoquímica e Nutrição Animal.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal, pela oportunidade em mais esta conquista.

A todos, muito obrigado.

IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO DE ÔMEGA 3 NO DESEMPENHO E PERFIL LIPÍDICO SANGUÍNEO DE CAMUNDONGOS

RESUMO

Os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) ômega 3 e 6 que são lipídios essenciais devem estar presentes na dieta. A indústria avícola vem estimulando o consumo de ovos por meio do enriquecimento com PUFAs da série ômega-3 (AGP ω -3), também conhecidos como ovos PUFA. Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi verificar alterações de desempenho, deposição de gordura abdominal e perfil lipídico sérico em camundongos *Swiss* sob dieta contendo gema de ovo enriquecidas com fontes de ômega3. Foram utilizados 30 camundongos *Swiss*, adultos, separados em três grupos com três tratamentos e dez repetições por tratamento: Tratamento controle - TCC (dieta sem gema ovo); Tratamento com gema de ovo comercial – TOC (1g gema de ovo/liofilizada/dia); Tratamento com gema de ovo enriquecida com omega 3 - TOE (1g gema de ovo/liofilizada/dia). Os animais foram alojados em gaiolas individuais e a quantidade de ração fornecida foi 10g/100g peso-animal/dia e água *ad libitum*, o consumo de ração foi analisado semanalmente. Após 112 dias do experimento os animais foram sacrificados para determinação do colesterol, HDL e triglicerídeo sanguíneo. De acordo com os resultados obtidos, observou-se menor variação do peso com o mesmo valor de consumo entre os camundongos com a gema enriquecida na dieta, comparados aos demais tratamentos. Na fração lipídica sanguínea, entre os animais com gema na dieta, os do tratamento com gema enriquecida apresentaram menores taxas de colesterol total e HDL no sangue. Esses resultados permitem concluir que o consumo de gema de ovo enriquecida com ômega 3 promove alterações no consumo alimentar e perda de peso, além de apresentar modificações no perfil lipídico sérico em camundongos *Swiss* em comparação com dieta com gema de ovo comercial e controle.

Palavras-chave: camundongo, gema de ovo, ômega 3, perfil lipídico

IMPACT OF ÔMEGA 3 SUPPLEMENTATION ON PERFORMANCE AND BLOOD LIPID PROFILE OF MICE

ABSTRACT

The polyunsaturated fatty acids (PUFAs) omega 3 and 6 which are essential lipids must be present in the diet. The poultry industry has been stimulating egg consumption through enrichment with PUFAs of the omega-3 (AGP ω -3) series, also known as PUFA eggs. In this sense, the objective of this study was to verify changes in performance, abdominal fat deposition and serum lipid profile in *Swiss* mice on a diet containing egg yolk enriched with omega3 sources. 30 *Swiss* mice, adults, were separated into three groups with three treatments and ten replicates per treatment: Control treatment - TCC (diet without egg yolk); Treatment with commercial egg yolk - TOC (1g egg yolk / lyophilized / day); Treatment with egg yolk enriched with omega 3 - TOE (1g egg yolk / lyophilized / day). The animals were housed in individual cages and the amount of feed supplied was 10g / 100g animal weight / day and water ad libitum, feed consumption was analyzed weekly. After 112 days of the experiment the animals were sacrificed for determination of cholesterol, HDL and blood triglyceride. According to the results obtained, a lower weight variation with the same consumption value was observed among the mice with the yolk enriched in the diet, compared to the other treatments. In the blood lipid fraction, among the animals with gem in the diet, those with enriched yolk had lower rates of total cholesterol and HDL in the blood. These results allow to conclude that the consumption of egg yolk enriched with omega 3 promotes changes in dietary intake and weight loss, in addition to presenting changes in the serum lipid profile in *Swiss* mice compared to diet with commercial and control egg yolk.

Keywords: egg yolk, lipid profile, mouse, omega 3

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição bromatológica das rações utilizadas no experimento. Dados expressos na matéria seca.....	24
Tabela 2. Desempenho, consumo e gordura abdominal mensurados de camundongos <i>Swiss</i> , com dieta adicionada ou não de gema de ovo.....	27
Tabela 3. Lipídios séricos mensurados de camundongos <i>Swiss</i> , com dieta adicionada ou não de gema de ovo.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gaiola individual com camundongo da raça <i>Swiss</i> e provida de bebedouro e comedouro.....	23
Figura 2. Gema de ovos em almofariz, triturada com o apoio de pistilo.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
ALA	Ácido Alfa-linolênico
AGPI	Ácidos Graxos Poliinsaturados
CEUA	Ciclo Oxigenase
DAC	Doença arterial Coronariana
DHA	Decosaheptaenóico
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EPA	Eicosapentaenóico
HDL	Lipoproteína de alta densidade
LNA	Alfa Linoleico
PG	Prostaglandina
PUFA	Ácidos Graxos Poliinsaturados
UNESP	Universidade Estadual Paulista
ω 3	Ômega 3

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Fundamentação	15
1.1.1 A importância dos ácidos graxos ômega -3	15
1.1.2 Fontes de AGPI ômega 3 nos alimentos.....	15
1.1.3 Ovos enriquecidos	17
1.1.4 Absorção de lipídeos no organismo das aves.....	18
1.2 Hipótese de trabalho	20
1.3 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo Geral	21
1.3.2 Objetivos Específicos.....	21
2. MATERIAIS E MÉTODOS	22
2.1 Período experimental.....	22
2.3. Desempenho	25
2.4. Coleta de sangue e amostragem de gordura abdominal	25
2.5. Perfil metabólico lipídico	25
2.6. Análise Estatística	26
3. RESULTADOS	27
3.1. Ganho de peso, consumo e gordura abdominal	27
3.2. Parâmetros lipídicos séricos	27
4. DISCUSSÃO	29
4.1. Desempenho e gordura abdominal.....	29
4.2. Parâmetros lipídicos séricos	30
5. CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXO A - Termo de aprovação do CEUA	41

1. INTRODUÇÃO

Nos alimentos de origem animal o conteúdo em lipídios e sua natureza são objetos de crescente preocupação por parte do consumidor. No caso dos ovos a atenção tem se concentrado no colesterol e nos ácidos graxos da fração lipídica da gema [1].

No Brasil, segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), a média per capita de consumo de ovos vem aumentando com o passar dos anos, onde 2010 fomos estimados um consumo de 148 unidades e em 2016 subiu para 190 unidades, com produção média de ovos na quantidade de 39.181.839.294 no ano de 2016 [2].

O ovo é um alimento de alta digestibilidade e fácil absorção, porém, rico em gorduras e colesterol. A composição de ácidos graxos e colesterol da gema do ovo podem ser alterados pela manipulação na dieta de aves [3,4].

No entanto, para ovos destinados ao consumo humano, o interesse está em aumentar a proporção de ácidos graxos ômega 3, através da inclusão do óleo de linhaça na dieta de poedeiras [5]. A linhaça (*Linum usitatissimum*) é rica em LNA que é uma divisão do ômega 3. Sua quantidade varia de 44,6 a 51,5 do total de ácidos graxos, além de ser rica em ω -3, também contém lignanas [6, 7, 8].

Assim, ovos com maior conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados constituíram-se alternativa para o consumo de ômega 3, pois óleos de peixe, ricos desses ácidos, têm alto preço, são de ingestão pouco agradável e, em muitos países, são escassos e caros, ou não fazem parte dos hábitos alimentares da população [9].

O enriquecimento dos ovos com ácidos graxos ômegas 3 (ω -3), bem como a redução do seu teor de colesterol, tem despertado grande interesse da indústria avícola, favorecendo o aparecimento no mercado brasileiro de marcas comerciais conquistando parcela da população preocupada em ingerir dietas mais saudáveis [10].

1.1 Fundamentação

1.1.1 A importância dos ácidos graxos ômega -3

Nos últimos anos, as investigações científicas têm comprovado que as dietas com quantidades adequadas de ômega 3 desempenham papel importante na prevenção de doenças cardiovasculares e aterosclerose, doenças inflamatórias crônicas, inibição da vasoconstrição e agregação plaquetária, no crescimento fetal e desenvolvimento neural, ação anti-inflamatória e antitrombótica, ação sobre a prevenção do câncer, e participação nas funções imunomoduladoras [6].

A deficiência dos ácidos graxos essenciais em humanos pode provocar baixas taxas de crescimento, perda de peso, falhas na ovulação e lactação, degeneração testicular, aumento da permeabilidade da pele e da membrana celular, deficiência na cicatrização, aumento da susceptibilidade a infecções, queda de pêlo, dermatite seborréica com hiperqueratose e aumento da síntese de DNA dos queratinócitos [11].

O AGPI após a absorção é esterificado nos enterócitos, formando os triglicérides; são então transportados pelos quilomícrons no sistema linfático e em seguida na corrente sanguínea. Os triglicérides dos quilomícrons são hidrolisados pela lipoproteína lípase, liberando os ácidos graxos para os tecidos, onde são re-esterificados, formando novamente os triglicérides, forma de armazenamento da gordura no organismo [12].

Pesquisas indicam que o ômega 3 interfere na produção de prostaglandina (PG) da série 3, substância que se assemelha aos hormônios e que regula e protege o organismo de efeitos, como agregação plaquetária (devido à sua ação antitrombótica), inflamação e diminuição das respostas imunes [6].

As quantidades de ácidos graxos e o balanço entre os ácidos graxos das famílias n-6 e n-3, ingeridas pelo homem dependem do metabolismo, disponibilidade de alimento e dieta de cada indivíduo [6,11].

A gordura ingerida na alimentação é determinante do efeito dos ácidos graxos na concentração plasmática de colesterol e sua distribuição nas lipoproteínas [12].

1.1.2 Fontes de AGPI ômega 3 nos alimentos

O ácido alfa-linolênico está presente tanto em espécies vegetais como animais empregados na alimentação humana. Pode ser encontrado na musculatura de peixes e aves, sendo as suas quantidades presentes no alimento consumido está relacionado a dieta a que esses animais foram submetidos [7,13,14].

Inúmeros estudos têm sido conduzidos com o objetivo de estabelecer as quantidades mais apropriadas para a incorporação do ácido alfa-linolênico nas rações dos animais, que possibilitem o aumento de ômega 3 nos alimentos provenientes desses animais [13].

Nos óleos vegetais, a maior concentração do ácido alfa-linolênico ocorre na linhaça (58% a 60%), sendo que os óleos de canola (7% a 10%) e soja (5% a 7%) também apresentam concentrações significativas. Entretanto, uma incongruência é notada neste tópico, uma vez que a grande quantidade de Ômega-3 encontrada em peixes não se verifica significativamente disponível ou, sequer, presente no filé [12].

A composição em ácidos graxos das sementes oleaginosas pode variar com a localização geográfica, tipo de solo, clima, umidade, temperatura e a maturidade da semente. A linhaça, dentre as sementes oleaginosas, é a mais estudada, está constituída quase em sua totalidade por ácido linolênico, sendo utilizada inteira ou moída, geralmente em proporções variando entre 5 e 30% na dieta de poedeiras. O rendimento parece ser melhor quando a semente for administrada sob forma moída, resultando em maior enriquecimento de ácido linolênico na gema (16,2 mg/gema) quando comparado com a semente inteira (13,5 mg/g de gema), empregando-se 10% de linhaça na ração [10].

A utilização da linhaça na dieta de poedeiras comerciais através de uma manipulação nutricional permitiu enriquecer os ovos com ômega 3, o que resultou no desenvolvimento de “ovos enriquecidos”, oferecendo maior proteção à saúde.

Dessa forma, a ingestão de maiores concentrações de óleos ricos em ácidos graxos da série ômega 3, pode reduzir a incorporação de ácido araquidônico nas membranas e diminuir a capacidade de síntese de eicosanoides provenientes desse ácido graxo [15, 16].

A importância destes ácidos graxos está na sua capacidade de se transformar em substâncias biologicamente mais ativas, com funções especiais no equilíbrio homeostático, e em componente estrutural das membranas celulares e do tecido cerebral e nervoso. Por essa razão, os “ácidos graxos essenciais” devem ser incluídos na dieta alimentar [17].

1.1.3 Ovos enriquecidos

A percentagem de composição da gema do ovo em seus elementos principais, ou seja, proteína, água, gordura, vitaminas e minerais e mesmo ácidos graxos saturados, dificilmente podem ser alteradas por fatores genético (seleção de linhagens) ou meio ambiente (manipulação nutricional). Mas, ao contrário dos ácidos graxos saturados, a composição em ácidos graxos mono e poliinsaturados da gema podem ser alteradas pela manipulação da quantidade e do tipo de gordura incluída na dieta das galinhas poedeiras [18].

A grande quantidade de nutrientes (decohexaenóico (DHA), proteínas e vitaminas) podem contribuir para controlar a elevação patológica da taxa de colesterol no sangue. Isso pode ser uma das razões das diferentes respostas do ovo à colesterolemia. Outra possível razão seria o alto consumo de gordura saturada e colesterol por certas populações, e o ovo pouco acrescentará como risco para doença cardiovascular [12].

Por muito tempo o consumo de ovos apresentou-se limitado devido ao mito que relacionava o consumo destes com o aumento dos níveis plasmáticos do colesterol. Entretanto, pesquisas desmistificaram essa ideia e revelaram que a ingestão da gordura saturada combinada à predisposição genética, e não propriamente o colesterol ingerido, são os responsáveis pela elevação das taxas do colesterol sanguíneo, fator que predispõe ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares [12,19, 20].

Nos últimos anos, ovos enriquecidos com ω -3, têm sido de interesse tanto de pesquisadores, como para o setor das indústrias de alimentos por serem esses ácidos essenciais para o desenvolvimento e crescimento normal do organismo e possuir um papel importante na prevenção de doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes, artrite, problemas inflamatórios, autoimunes e câncer [20].

Pesquisadores como: Baucells et al. [21]; Grobas et al. [22]; Gómes [23]; Mazalli et al. [24, 25] demonstraram a possibilidade de modificar o perfil de ácidos graxos da fração lipídica dos ovos, reduzindo a concentração de ácidos graxos trans, ácido láurico e outros ácidos graxos saturados de cadeia curta em benefício de outros, como o eicosapentaenóico (EPA) e o DHA. Além da modificação do perfil de ácidos graxos, é necessária, também, a manutenção de adequada relação entre os AGPIs.

Com a administração de 10 a 20% de óleo de linhaça Lewis et al [26] obtiveram ovos com 216 a 517mg de ácido alfa-linolênico, teores bem maiores do que os 28 mg observados em ovos convencionais. Demonstrando que a inclusão de 7% de óleo de linhaça a uma dieta comercial controle promove aumento do ω -3 de 1,2 a 7,8% na gema de ovo, o que implica em aumento de 30 vezes no teor do ácido linolênico.

1.1.4 Absorção de lipídeos no organismo das aves

O conhecimento da fisiologia digestiva com relação ao desenvolvimento e funcionamento dos órgãos, permite buscar na nutrição o fornecimento de nutrientes que potencializem o desempenho zootécnico das aves, que se tornaram nutricionalmente mais exigentes, devido ao potencial genético adquirido para maior eficiência produtiva [27].

Nos animais, a digestão de alimentos é feita por meio de enzimas no estômago e intestino delgado [28]. A função digestiva é realizada através da atividade conjunta de enzimas proteases, carboidrases e lipases dos sucos gástrico, pancreático e intestinal, completando-se a digestão através da atividade fermentativa da microbiota existente nos intestinos [29].

O fígado e o pâncreas são órgãos auxiliares da digestão. O fígado produz o suco biliar, que é necessário para emulsificação das gorduras. A secreção é armazenada na vesícula biliar até que se torne necessária no duodeno, e é composta por ácidos biliares, fosfolipídeos, colesterol e substâncias orgânicas lipossolúveis. O pâncreas tem papel importante na digestão dos alimentos, pois produz o suco pancreático que contém enzimas que atuam na digestão do amido (amilase), das proteínas (tripsina, quimotripsina e carboxipeptidases) e dos lipídeos (lipases) [30].

Os lipídeos, incluindo as gorduras e os óleos, são uma família de compostos químicos com certa unificação química e características físicas. São pouco solúveis em água, mas são solúveis em vários solventes orgânicos. As gorduras e os óleos são produtos provenientes do processamento industrial das carnes, grãos de oleaginosas e de alguns cereais [31].

Quanto ao nutriente, pode-se afirmar que a função primária dos lipídios é a produção e armazenamento de energia, de modo que, durante o repouso, ele seja

responsável em fornecer pelo menos 50% da energia gasta pelos tecidos. A gordura fica armazenada em células denominadas adipócitos [32].

A digestão e a absorção das gorduras requerem alguns fatores, como a presença de sais biliares, lipase pancreática, colipase e proteína ligadora de lipídeos. Aparentemente, esta proteína está envolvida com o transporte dos ácidos graxos através da membrana dos enterócitos e depende do substrato (ácidos graxos) para aumentar sua concentração [33].

A adição de lipídeos na alimentação promove um efeito extra-calórico benéfico, auxiliando na melhor absorção de nutrientes da ração e utilizando na energia metabolizável, refletido na melhoria da taxa de crescimento e desempenho reprodutivo das aves [34].

Os lipídeos provenientes da dieta ou aquele armazenado nos adipócitos precisam ser catabolizados para que ocorra o fornecimento de energia, para isto são degradados a ácidos graxos e posteriormente são incorporados por outras células e em seu interior a partir da enzima tioquinase são transformados em ácidos graxos ativos.

Os óleos vegetais são ricos em ácidos graxos insaturados, e, devido a isso, são líquidos. As gorduras animais são ricas em ácidos graxos saturados, e, por isso, são sólidas, na maioria das vezes, à temperatura ambiente [35].

Os lipídeos desempenham funções bioquímicas e fisiológicas importantes no organismo animal. Constituem uma forma de armazenamento e fonte de energia, protegem o organismo do frio, são componentes estruturais do tecido nervoso, regulam o metabolismo e são componentes estruturais de membranas e provitaminas.

No organismo, os lipídeos compõem as estruturas das membranas biológicas e são utilizados como forma de armazenamento de energia, na forma de triglicerídeo [27].

Estes ingredientes são utilizados nas rações de aves como excelente fonte de energia e ácidos graxos essenciais. A utilização destes ingredientes tem por objetivo, aumentar o nível energético das rações, melhorar a palatabilidade das mesmas, assim como melhorar a conversão alimentar, a absorção das vitaminas lipossolúveis, além de propiciar melhoria na consistência das rações fareladas e/ou peletizadas [31].

Os lipídeos são constituintes importantes da dieta por serem considerados melhores fontes de energia a serem utilizadas pelos animais, em relação aos carboidratos e proteínas, pois possuem, em média, 2,25 vezes mais energia que os

demais nutrientes e baixo incremento calórico. São fontes de ácidos graxos essenciais (ácido linoléico e linolênico) que o organismo é incapaz de sintetizar [36].

O aproveitamento das fontes de lipídeos fornecidos na dieta está diretamente relacionado com a digestibilidade do mesmo, que é dependente do comprimento da cadeia carbônica, do grau de saturação e da posição dos ácidos graxos na molécula de glicerol que formam o triglicerídeo [37].

É importante considerar o valor de inclusão de fontes lipídicas na ração. Vários autores têm estudado esse efeito e, de modo geral, têm encontrado melhora no desempenho de frangos à medida que se aumenta o percentual de lipídeos na dieta [38].

A adição de gorduras e óleos na suplementação de dietas para aves, relatada por Pupa [31], tornou-se uma prática difundida na indústria de alimentos. O objetivo de usar uma ou mais fontes de gordura combinadas, em alimentos de aves, é de aumentar a densidade energética e de ácidos graxos essenciais nas dietas, melhorando o crescimento das aves. No entanto, os níveis recomendados de inclusão de gorduras na dieta são de 3 a 5%, um nível maior ou menor de inclusão pode comprometer a qualidade da ração.

Óleos vegetais são considerados boas fontes de AGPI [39] que são assimilados pelas aves e controlam os níveis de colesterol no sangue, facilitando sua solubilização e transporte [40, 41]. Portanto, do ponto de vista metabólico, são mais interessantes do que as gorduras de origem animal para serem utilizados na dieta das aves [36].

Dentre as vantagens do uso de óleos e gorduras nas rações, destacam-se melhora da palatabilidade, a redução nas perdas de alimento, a melhora na conversão alimentar, além de melhor preservação do maquinário através de maior lubrificação, facilidade de peletização e aumento do teor de energia da ração.

A utilização de fontes lipídicas nas dietas pode favorecer a maior conversão alimentar, obtendo maior peso, com menor consumo de ração, o que proporciona uma melhor taxa de conversão alimentar quando comparado as aves alimentadas com rações sem acréscimo de óleos e gorduras [42].

1.2 Hipótese de trabalho

A hipótese estabelecida para esta dissertação foi baseada na seguinte afirmação: o consumo de gema de ovo enriquecida com ômega 3 promove alterações no consumo

alimentar e perda de peso, além de apresentar modificações no perfil lipídico sérico em camundongos *Swiss* em comparação com dieta com gema de ovo comercial e controle.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Este estudo propõe verificar alterações de desempenho, deposição de gordura abdominal e perfil lipídico sérico em camundongos *Swiss* sob dieta contendo gema de ovo enriquecidas com fontes de ômega3.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o desempenho de camundongos *Swiss*;
- Determinar se a inclusão do ômega 3, por meio do fornecimento de dieta enriquecida é capaz de alterar os parâmetros bioquímicos: colesterol total, triglicéridio, HDL.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação e Uso Animal (CEUA), Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO sob protocolo nº001/7(Anexo A).

As gemas dos ovos usados nos tratamentos experimentais tiveram como procedência a Granja São Pedro, no município de Manaus-AM, onde houve o enriquecimento dos ovos através do fornecimento às poedeiras de dieta elaborada com farinha de linhaça, para a obtenção de ovos enriquecidos com ômega-3. O padrão de qualidade se respalda no registro do entreposto de ovos junto ao Serviço de Inspeção Estadual- SIE/GIPOA sob nº 040, conforme lei estadual 4.223 de 08/10/2015.

A condução pré-experimental com os camundongos foram realizadas no Biotério do Departamento de Tecnologia, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal e as análises laboratoriais, no laboratório de Biogeoquímica e Nutrição Animal, alocado na Universidade Brasil, Campus de Descalvado.

Foram utilizados 30 camundongos, fêmeas, da raça SWISS, com peso médio de 47,5g, com 60 dias de idade, adultos, procedentes do Biotério de Experimentação Animal da UNESP, Campus de Jaboticabal.

Durante o período quatorze (14) dias os camundongos foram aclimatados em duas caixas compartilhadas contendo 15 animais, com caixa medindo 49x34 cm, com malha de 0,5cm, contendo serragem de madeira no fundo e bebedouro em frasco de polipropileno, em ambiente com temperatura controlada de aproximadamente 25°C e ciclo de claro-escuro de 12 horas, antes de iniciarem os tratamentos da experimentação.

A alimentação em g/peso ofertada durante todo o período do experimento, desde a aclimatação até a inclusão dos tratamentos com gema de ovo foi de acordo com parâmetros de referência usados para camundongos sendo de 10g de ração/100g de peso animal/ dia de ração comercial (Probiotério MP77) para a espécie e função (biotério).

2.1 Período experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, baseado em análise subdividida no tempo e com três tratamentos de dieta. As repetições no tempo foram em quatro períodos de 28 dias cada. Dez unidades experimentais foram utilizadas em cada tratamento.

Os camundongos após o período de aclimação de 14 dias foram transferidos para gaiolas com dois (2) indivíduos, nas medidas de 30x20x13cm (Figura 1), onde aos 74 dias de idade, foram submetidos a um período de adaptação à dieta experimental por sete (7) dias. Após a adaptação, os animais foram novamente pesados e então se iniciou o período de 112 dias de avaliação.



Figura 1. Gaiola individual com camundongo da raça Swiss e provida de bebedouro e comedouro.

Os tratamentos de dieta avaliados foram: TCC (controle - ração comercial sem gema de ovo), TOC (ração comercial com gema de ovo controle – inclusão de 1g de gema de ovo na ração) e TOE (ração comercial com gema de ovo enriquecida com ômega 3 – inclusão de 1g de gema de ovo na ração). A proporção da inclusão dos tratamentos se deu em 1g de gema de ovo para 9g de ração comercial.

Para o preparo das dietas experimentais, procedeu-se primeiramente a liofilização das gemas. A ração comercial (Probiotério MP77) e as gemas de ovos enriquecidas com ômega 3 e gemas comerciais liofilizadas foram trituradas, peneiradas e pesadas. Após, a ração e as gemas moídas (Figura 2) foram transferidas para um misturador do tipo *ribbon blender* e adicionado água (60% do peso da ração), sendo homogeneizado por 20 minutos.



Figura 2. Gema de ovos em almofariz, triturada com o apoio de pistilo.

O material processado foi submetido à formação de pellets com e pigmentados de acordo com o tipo de gema adicionado.

Depois de produzida, a ração foi adequadamente acondicionada em sacos plásticos escuros previamente identificados e armazenada sob refrigeração (4 a 8°C) durante todo o período de utilização.

A Tabela 1 apresenta a composição bromatológica das dietas experimentais utilizadas.

Tabela 1. Composição bromatológica das dietas utilizadas no experimento. Dados expressos na matéria seca

Atributos	Tratamentos/Rações		
	TCC	TOC	TOE
Umidade, %	11,55	12,25	11,50
Proteína bruta, % MS	24,50	24,00	23,95
Fibra bruta, % MS	9,82	9,55	9,91
Matéria mineral, % MS	6,82	7,22	6,99
Cálcio, % MS	0,77	0,75	0,79
Fósforo, % MS	0,52	0,49	0,54
Extrato etéreo, % MS	4,00	4,10	4,05

Ração enriquecida com 9.000 UI/kg de vitamina A, 12 mcg/kg de vitamina B12, 5 mcg/kg de vitamina B2; 1.500 UI/kg de vitamina D3, 4 mg/kg de vitamina E, 2 mg/kg de vitamina K3, 300 mg/kg de cloreto de colina, 400 mg/kg de metionina, 30 mg/kg de niacina, 10 mg de pantotenado de cálcio e BHT como antioxidante (10 mg/kg).

2.3. Desempenho

Os animais foram pesados em balança eletrônica (duas casas decimais), no início do tratamento a cada 28 dias. A variação do peso foi expressa em função do período experimental total (84 dias). O consumo de ração foi monitorado semanalmente, sendo os dados de consumo de ração expressos em g/dia.

2.4. Coleta de sangue e amostragem de gordura abdominal

Ao final do período experimental (112 dias), os camundongos foram insensibilizados utilizando anestesia inalatória com isoflurano adicionado em algodão estéril e alocado na câmara de inalação de forma isolada evitando o contato direto com o produto, neste método a quantidade precisa de anestésico oferecida ao animal não é conhecida e o plano anestésico do animal deve ser observado através da câmara de inalação. Se houver reflexo presente, ou seja, se o animal responder a estímulos, a anestesia não está no plano anestésico adequado para a intervenção cirúrgica. Confirmado a efetivação do anestésico, foi realizada a exsanguinação por punção cardíaca aplicado imediatamente após a insensibilização e antes do animal restabelecer a consciência. A confirmação de morte do animal foi realizada pela ausência de movimento respiratório (apneia) e ausência de batimentos cardíacos (assistolia).

Em seguida, foi realizada coleta de sangue por punção cardíaca para determinação dos parâmetros bioquímicos utilizando-se seringas de 1 mL preparadas com EDTA e centrifugação do sangue a 3000 rpm por 15 minutos em centrífuga modelo Eppendorf/ Centrifuge 5415, para se obter o soro.

As amostras foram mantidas a -20°C, visando o estudo bioquímico dos níveis séricos de lipídio total, colesterol total, triacilgliceróis no soro sanguíneo.

Após esse procedimento, foi realizada a dissecação da gordura abdominal e pesagem total desta gordura presente na cavidade, em balança analítica com precisão.

2.5. Perfil metabólico lipídico

Foi utilizado um analisador bioquímico automatizado hematológico para a avaliação dos os seguintes parâmetros: Colesterol total (kit Weiner, colorimétrico enzimático de

ponto final), HDL (kit Weiner, colorimétrico enzimático de ponto final) e triglicerídeos (kit Weiner, colorimétrico enzimático de ponto final).

2.6. Análise Estatística

Para as avaliações de desempenho e parâmetro lipídico sanguíneo, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, constituído por três tratamentos e dez repetições (unidade animal). Comparações entre médias foram feitas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

3.1. Ganho de peso, consumo e gordura abdominal

O ganho de peso dos camundongos *Swiss* sob a dieta com gema de ovo enriquecida com ômega-3 foi significativamente menor que os demais grupos experimentais (Tratamento controle e Tratamento com gema de ovo controle) ($P < 0.05$) (Tabela 2).

Quanto ao consumo, os animais dos tratamentos com gema e dieta controle apresentaram valores de consumo total de 5g/ por grupo, porém quando comparados estatisticamente ($P < 0,05$) houve uma variação de valores em comparação do grupo controle e dieta com gema de ovo comercial e enriquecida (Tabela 2).

A gordura abdominal dos animais do tratamento com gema de ovo enriquecida com ômega-3 foi significativamente menor que os demais grupos experimentais (Tratamento controle e Tratamento com gema de ovo controle) ($P < 0.05$) (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho, consumo e gordura abdominal mensurados de camundongos *Swiss*, com dieta adicionada ou não de gema de ovo.

Parâmetros	Tratamentos			valor de P
	TCC	TOC	TOE	
Ganho de peso(g/animal)	3,13 a	4,42 a	0,86 b	0,000
Consumo (g/animal.dia ⁻¹)	5,36 b	5,95 a	5,97 a	0,000
Gordura abdominal (g)	3,49 a	3,98 a	2,21 b	0,004

Letras minúsculas comparam médias entre os tratamentos, na linha, pelo teste Tukey ($p < 0,05$). TCC = tratamento controle, com ração comercial; TOC = ração comercial com gema de ovo controle; TOE = ração comercial com gema de ovo enriquecida com ômega 3.

3.2. Parâmetros lipídicos séricos

Na Tabela 3 estão apresentados os parâmetros lipídicos séricos dos animais experimentais. Observou-se que os valores de triglicérideo sanguíneos dos camundongos com a inclusão de gema na dieta foram superiores aos dos animais sob o tratamento controle ($P < 0,05$).

Nos valores sanguíneos de colesterol total e HDL, entre os animais sob dieta com gema de ovo, aqueles do tratamento com as gemas enriquecidas apresentaram

o menor valor, semelhantes aos animais do grupo controle, quando comparados aos dos animais com gema de ovo controle ($P < 0,05$).

Tabela 3. Lipídios séricos mensurados de camundongos *Swiss*, com dieta adicionada ou não de gema de ovo.

Parâmetros	Tratamentos			Valor de P
	TCC	TOC	TOE	
Triglicerídeo (mg/dL)	73,46 b	115,00 a	106,18 a	0,003
Colesterol total (mg/dL)	96,50 b	139,25 a	102,00 b	0,001
HDL (mg/dL)	58,53 b	69,87 a	60,26 b	0,002

Letras minúsculas comparam média na linha pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

4. DISCUSSÃO

4.1. Desempenho e gordura abdominal

Embora o consumo de alimento nos tratamentos com a inclusão de gema tenha sido semelhante, o ganho de peso nos camundongos que receberam a gema do ovo enriquecida com ômega 3 foi significativamente menor. Pita et al. [43] demonstraram que galinhas alimentadas com linhaça apresentaram redução de peso.

Embora haja limitações e controvérsias, na literatura científica estudos relatam que os AGPI ω 3 atue como reduto do ganho de peso, apresentando comportamento antiobesogênico [69, 68] através da oxidação preferencial desses ácidos graxos, bem como à produção de “buracos” na membrana que levariam ao aumento do gasto energético com concomitantes alterações nas taxas metabólicas [44].

Desta forma a capacidade da linhaça reduzir o ganho de peso parece também estar associada ao fato de que a ingestão proporciona a eliminação do colesterol de forma rápida [45, 46].

Portanto, o estímulo para o aumento do consumo de fontes alimentícias ricas em AGPI ω 3, como é o caso da linhaça e derivados, parece contribuir para a redução dos índices de obesidade na população mundial.

Quanto à gordura abdominal, Oomah et al. [47] afirmaram que o óleo de linhaça (rico em ômega 3 e 6 e, fonte de ácido linoleico), atuou como agente redutor de gordura corporal. Segundo estes autores a linhaça foi capaz de reduzir a gordura corporal e auxiliar na perda de peso. Semelhante a este resultado, no presente estudo foi observado que a gema de ovo enriquecido com o ômega 3 promoveu menor acúmulo de gordura abdominal, em relação aos tratamentos controle e com a inclusão de gema de ovo comercial na dieta. Isso significa que os camundongos que receberam dieta com gema de ovo enriquecida com ômega 3 tiveram maior eficiência em converter quantidade de alimento ingerido em menor massa corpórea e gordura abdominal. Pode-se considerar que este fato possivelmente se deve à concentração de AGPI ω 3 na gema consumida na dieta.

Assim como os componentes da linhaça parecem exercer efeito sobre o controle de ganho de massa gorda, podendo ser utilizada para o controle da obesidade e do diabetes melittus tipo 2 [48].

A quantidade do tecido gorduroso representa preocupação para a saúde, pois a obesidade abdominal está fortemente relacionada com o desenvolvimento da síndrome metabólica, e, está ligada à resistência à ação da insulina e ao desenvolvimento de diversas doenças crônicas [49].

A obesidade está fortemente associada às dislipidemias [50] e a suplementação com AGPI produz benefícios no perfil lipídico [51].

4.2. Parâmetros lipídicos séricos

No presente estudo, os valores de triglicerídeos dos camundongos alimentados com gema de ovo enriquecidas com gema de ovo ou não foram significativamente maiores.

Este resultado difere de estudos com a inclusão de farinha de linhaça na alimentação, os quais relatam diminuição dos valores de triglicerídeos sanguíneos. Pode-se inferir que tal efeito de redução está relacionado ao ácido alfa linoleico - ALA, tendo em vista que esse ácido graxo pode inibir a síntese hepática de triglicerídeos [52]. Bhatena et al. [53] avaliaram o consumo de farinha de linhaça e proteína de soja em ratos obesos, observaram maior redução de triglicerídeos séricos nos animais alimentados com a linhaça em relação aos que receberam soja.

Para os seres humanos, a recomendação da ingestão de colesterol por meio da dieta é de no máximo 300 mg/dia, para prevenir níveis altos de colesterol sérico e doença arterial coronariana (DAC). Isso se dá muitas vezes para justificar a ingestão restrita a 3 ou 4 ovos por semana. Um ovo contém, aproximadamente, 200 mg de colesterol, mas é excelente fonte de aminoácidos, vitaminas e carotenoides [54].

Em um estudo realizado com farinha de linhaça afirmou que a suplementação da dieta dos ratos com farinha de linhaça por um período de 35 dias promoveu redução significativa dos níveis de triglicerídeos e aumento significativo dos níveis de HDL em relação ao grupo controle, tanto no grupo que consumiu linhaça marrom ($P < 0,001$) quanto ao grupo que consumiu a linhaça dourada ($P < 0,01$) [55].

De acordo com os dados obtidos no presente estudo, observou-se que os níveis médios de colesterol total não diferiram significativamente entre os grupos

controle e dieta enriquecida com gema de ovo com ômega 3, mas foi observado aumento nos dados do grupo que consumiu dieta com gema de ovo comercial.

Os níveis de HDL nos grupos com a inclusão da gema na dieta indicam que a suplementação com gema de ovo enriquecida levou a uma redução discreta, comportamento semelhante à dieta controle, diferente dos dados apresentados pelos camundongos que consumiram dieta com gema de ovo comercial.

Estudos revelam que os AGPIs, apesar de apresentarem mecanismos redutores do colesterol total e conseqüente diminuição do risco de aterosclerose, podem levar a uma redução da fração HDL. Isto se deve provavelmente pela inibição da síntese de a poA-1. Esta apolipoproteína é responsável pela ativação da enzima lecitina-colesterol aciltransferase (LCAT), que esterifica o colesterol previamente retido nas HDL circulantes [56].

Uma análise estatística de 224 estudos dietéticos feita nos últimos 24 anos relacionando níveis de colesterol em mais de oito mil pessoas demonstrou que não são os alimentos ricos em colesterol, como os ovos, os responsáveis pelo aumento do colesterol sanguíneo, mas sim o excesso do consumo de gordura saturada e de gordura vegetal hidrogenada [57].

Estudos mostram que a ingestão de pequenas quantidades de linhaça ao dia promove alterações hormonais contribuindo com a redução dos níveis de colesterol total. De modo geral, as características metabólicas dos ácidos graxos sofrem muita influência das gorduras incluídas na dieta, o que resulta na variação de diferentes taxas de ganho de peso proporcionadas pelos diferentes ácidos graxos ingeridos. A capacidade da linhaça reduzir o ganho de peso parece também estar associada ao fato de que a ingestão proporciona a eliminação do colesterol em forma rápida [55].

Dentre diversas causas que vêm sendo apontadas como estímulo para a obesidade na população está a mudança qualitativa dos ácidos graxos ingeridos. A redução da ingestão dos AGPI ω 3, tem sido apontado como importante fator, responsável por contribuir no ganho de peso [49, 55]. Portanto, o estímulo para o aumento do consumo de fontes alimentícias ricas em AGPI ω 3, como é o caso da linhaça e derivados, parece poder contribuir de forma positiva para a redução dos índices de obesidade na população mundial.

Foi observado que, apesar da suplementação com gema de ovo alterar o perfil lipídico dos animais, a alimentação suplementada com gema de ovo enriquecido

promoveu efeito na redução dos níveis de colesterol e uma leve diminuição do HDL e apresentaram importante papel na melhoria do perfil lipídico dos camundongos investigados. Os efeitos sobre o ganho ponderal dos animais e deposição de gordura abdominal durante o período do experimento indicaram importante ação preventiva no desenvolvimento da obesidade na suplementação com ovo enriquecido.

5. CONCLUSÕES

O consumo de gema de ovo enriquecida com ômega 3 proporcionou modificações na perda de peso e discreta alteração no consumo alimentar dos camundongos que receberam dieta enriquecida com gema de ovo comercial e enriquecida com ômega 3, com modificações no perfil lipídico dos camundongos.

Como consideração geral, destaca-se que pesquisas adicionais necessitam ser realizadas com o intuito de identificar quais componentes estão efetivamente exercendo cada um dos efeitos observados, se há algum tipo de interação entre eles, bem como, quais as quantidades mínimas necessárias para alcançar os efeitos desejados e quais as quantidades máximas que possam vir a ser utilizadas sem causar quaisquer riscos à saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barroeta AC. Huevos enriquecidos:ciencia o ficcion. In: jornadas técnicas de avicultura, Barcelona. *Calidad de los productos avícolas*. Real Escuela de Avicultura, 1996, p.53-67.
2. ABPA. Associação Brasileira Proteína Animal. Mercado Mundial. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2017>. (acessado em 04/05/2018).
3. Hargis BM, Van Elswyk ME. Dietary modification de yolk lipici with menhaden. *Poultry Science*, v. 70, 1991. p.874-873.
4. Hammad SM, Siegel HS, Marks HL. Dietary cholesterol effects on plasma and yolk cholesterol fractions in selected lines of japanese quail. *Poultry Science*, v.75, 1996. p.933-942.
5. Briz RD. Ovos enriquecidos com ômega-3. *Aves e Ovos*, São Paulo, v.14, n.6, 1998. p.12-17.
6. Perini JAL, Stevanato FB, Sargi CS, Visentainer JEL, Dalalio MMO, Matshushita M, Souza NE, Visentainer JV. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. *Revista de Nutrição*, v.23 n.6, 2010.
7. Simopoulos AP. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food reviews international*, Campinas-SP, v. 20, n. 1,2004. p77-90.
8. Hull MA. Omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, v.25, 2011. p.547-554.
9. Briz RC. Ovos com teores mais elevados de ácidos graxos ômega 3. In: simpósio técnico de produção de ovos, 7, 1997, São Paulo: Associação Paulista de Avicultura, 1997, p.153-193.

10. Santos MSV. Avaliação do desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, submetidas às dietas suplementadas com diferentes óleos vegetais. Tese (Doutorado em Zootecnia). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2005. 74 p.
11. Moreira AB, Visentainer JV, de Souza N, Matsushita M. Fatty Acids Profile and Cholesterol Contents of Three Brazilian *Brycon* Freshwater Fishes. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 14, 2001. p.565-574.
12. Santos RD, Gagliardi ACM, Xavier HT, Magnoni CD, Cassani R, Lottenberg AMP, Casella Filho A, Araújo DB, Cesena FY, Alves RJ, Fenelon G, Nishioka SAD, Faludi AA, Geloneze B, Scherr C, Kovacs C, Tomazzela C, Carla C, Barrera-Arellano D, Cintra D, Quintão E, Nakandakare ER, Fonseca FAH, Pimentel I, Santos JE, Bertolami MC, Rogero M, Izar MCO, Nakasato M, Damasceno NRT, Maranhão R, Cassani RSL, Perim R, Ramos S. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 100, n. 1, 2013. p.1-40.
13. Martin CA, Almeida VV, Ruiz RM, Visentainer JEL, Matsushita M, Souza NE, Visentainer JV. Omega-3 and Omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods. *Revista de Nutrição, Campinas-SP*, v. 19; n. 6, 2006. p. 761-770.
14. Simopoulos, A.P. Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, v. 11, n. s6, 2002.
15. Calder PC. Immunoregulatory and anti-inflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Ribeirão Preto, v. 31, 1998. p. 467-490.
16. Murakami AE, Garcia ERM, Martins EM, Moreira I, Scapinello, C, Oliveira AFG. Efeito da inclusão de óleo de linhaça nas rações sobre o desempenho e os parâmetros ósseos de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa*, v. 38, n. 7, 2009. p.1256-1264.
17. Saldanha ESPB, Gonzales E. Enriquecimento de ácidos graxos na alimentação de poedeiras. *Pesquisa & Tecnologia*, v. 9, n. 1, 2012.

18. Cedro TMM. Teor de ácidos graxos e qualidade de ovos comerciais convencionais e modificados com ômega-3. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008. p.87.
19. Brandão PA, Costa FGP, Barros LR, Nascimento GAJ. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. *Agropecuária técnica*. v. 26, n. 1, 2005. p. 5-14.
20. Simopoulos AP. Symposium: role of poultry products in enriching the human diet with N-3 PUFA: human requirement for N-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry science*, v. 79, 2000. p. 961-970.
21. Baucells MD, Crespo N, Barroeta AC, López-Ferrer S, Grashorn MA Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. *Poultry science*, v. 79, 2000. p. 51-59.
22. Grobas S, Méndez J, Lázaro R, de Blas C, Mateo GG. Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolk of two strains of laying hens. *Poultry science.*, v. 80, 2001. p. 1171-1179.
23. Gómez MEDB. Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003. 149p.
24. Mazalli MR, Faria DE, Salvador D, Ito DT. A comparison of the feeding value of different sources of fats for laying hens: 1. Performance characteristics. *Journal of applied poultry research*, v. 13, n. 2, 2004. p. 274-279.
25. Mazalli MR, Faria DE, Salvador D, Ito DT. A comparison of the feeding value of different sources of fats for laying hens: 2. Lipid, cholesterol and vitamin E profiles of egg yolk. *Journal of applied poultry research*, v. 13, 2004b. p. 280-290.
26. Lewis NM, Seburg S, Flanagan NL. Enriched eggs n-3 as a source of polyunsaturated fatty acid for humans. *Poultry Science*, v.79, n.7, 2000. p.971-974.

27. Oliveira RS. Suplementação de nutracêutico (Icepalm®) e vitamina E para frangos de corte: desempenho zootécnico e metabolismo. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2009.
28. Nery VLH, Lima JAF, Melo RCA, Melo RCA, Fialho ET Adição de enzimas exógenas para leitões dos 10 aos 30 kg de peso. Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.3, 2000. p.794-802.
29. Santos LS, Mascarenhas AG, Oliveira HF. Fisiologia digestiva e nutrição pós desmame em leitões. Nutritime Revista Eletrônica, v.13, n.1, 2016. p.4570-4584. ISSN: 1983-9006. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/364 - 4570-4584 - NRE 13-1 jan-fev 2016.pdf (acessado em 09/11/2016).
30. Roppa L. Nutrição dos leitões na fase pós-desmame. In: Congresso nordestino de produção animal, 1, Fortaleza, Ceará. 1998. p.265-271.
31. Pupa JMR. Óleos e gorduras na alimentação de aves e suínos. Revista Eletrônica Nutritime, v.1, n.1, 2004. p.69-73. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br> (acessado em 29/11/2016).
32. Lelis GR, Brito CO, Tavernari FC, Albino LFT. Metabolismo de Carboidratos e Lipídeos em Aves. Revista Eletrônica Nutritime. 2009. v. 6, n. 3. p. 980-990.
33. Jeanson SE, Kellogg TF. Ontogeny of taurocho late accumulation in the terminal ileal mucosal cells of young chicks. Poultry Science. v. 71, 1992. p. 367-372.
34. Brandão TM. Diferentes tipos de óleos de soja e níveis de energia em dietas de frango: desempenho e característica de carcaça. Dissertação (Mestrado), Piauí: Universidade Federal do Piauí, 2008. Disponível em: <http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/ciencianimal/arquivos/files/DM> (acessado em 09/11/2016).
35. Zardo AO, Lima GJ. Alimentos para suínos. Boletim Informativo de Pesquisa—Embrapa Suínos e Aves e Extensão—EMATER/RS. v. 8, n. 12, 1999. Disponível em:

<http://file.aviculturaindustrial.com.br/Material/Tecnico/alimentosuino.pdf>. (acessado em 29/11/2016).

36. Duarte FD. Efeitos de fontes lipídicas em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça. Dissertação (Mestrado), Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

37. Andreotti MO, Junqueira OM, Barbosa MJB, Cancherini LC, Araújo LF, Rodrigues EA. Energia metabolizável do óleo de soja em diferentes níveis de inclusão para frangos de corte nas fases de crescimento e final. Revista Brasileira de Zootecnia. v.33, n.5, 2004.

38. Ferreira AF. Valor nutricional do óleo de soja, sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2004.

39. Oliveira JED, Santos AC, Wilson AC. Nutrição Básica. 1 ed. São Paulo: Editora Almed, 1992.

40. Marconcin SA. Respostas fisiológicas em cães suplementados com lecitina de soja e lecipalm®: estudo sobre os parâmetros metabólicos, bioquímicos e hematológicos. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008.

41. Baião NC, Lara LJC. Oil and fat in broiler nutrition. Revista Brasileira de Ciência Avícola. v.7, n.3, 2005.

42. Fuller HL. Energetic efficiency of fat in poltry diets. In: nutrition conference for the feed industry, 1980. p. 38-46.

43. Pita MCG, Piber Neto E, Carvalho PR, Mendonça JR CX. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha. Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia, v.58, n.5. 2006. p.925-931.

44. Ailhaud G, Massiera F, Weill P, Legrand P, Alessandri JM, Guesnet P. Temporal changes in dietary fats: Role of n-6 polyunsaturated fatty acids in excessive adipose tissue development and relationship to obesity. *v.45, n.3. 2006. p.203-36.*
45. Pan DA, Storlirn LH. Dietary lipid profile is a determinant of tissue phospholipid fatty acid composition and rate of weight gain in rats. *. Journal Nutrition, v.123, n.3, 1993. p.9-512 .*
46. Wang H, Storlien LH, Huang XF. Effects of dietary fat types on body fatness, leptin, and ARC leptin receptor, NPY, and AgRP mRNA expression. *American Journal Physiology and Endocrinology Metabolic, v.282, n.6, 2002. p.1352-9.*
47. Oomah BD, Der TJ, Godfrey DV. Thermal characteristics of Flaxseed (*linum usitatissimum* L.) proteins. *Food Chemistry, 2006. p.495-502.*
48. Bhathena SJ, Ali AA, Haudenschild C, Latham P, Ranich T, Mohamed AI, Hansen CT, Velasquez MT. Dietary flaxseed meal is more protective than soy protein concentrate against hypertriglyceridemia and steatosis of the liver in an animal model of obesity. *Journal of the American College of Nutrition, v. 22, n. 2, 2003. p. 157-164.*
49. SBC - Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz brasileira de diagnóstico e tratamento da síndrome metabólica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 84, n. 1, 2005. p. 3-28.*
50. Giuliano Ide C, Coutinho MS, Freitas SF, Pires MM, Zunino JN, Ribeiro RQ. Lipídeos séricos em crianças e adolescentes da rede escolar de Florianópolis, SC - Estudo Floripa Saudável. *Arquivos brasileiros de cardiologia, v.85, n.2. 2005. p. 85-91.*
51. Marques AC. Propriedades funcionais da linhaça (*linum Usitatissimum* L.) em diferentes condições de preparo e de uso em alimentos. *Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2008. p.115.*
52. Murase T, Aoki M, Tokimitsu I. Supplementation with α -linolenic acid-rich diacylglycerol suppresses fatty liver formation accompanied by an up-regulation of β -

oxidation in Zucker fatty rats. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*, v. 1733, n. 2, 2005. p. 224-231.

53. Bhatena SJ, Velazquez MT. Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.76, n.6, 2002. p.1191-201.

54. Vorster HH, Beynen AC, Berger GM, Venter CS. Dietary cholesterol – the role of eggs in the prudent diet. *South African Medical Journal*, v. 85, n. 4, 1995.

55. Hoffman DR, Theuer RC, Castaneda YS, Wheaton DH., Bosworth RG, O'Connor AR, Morale SE, Wiedemann LE, Birch EE. Maturation of visual acuity is accelerated in breast-fed term infants fed baby food containing DHA-Enriched Egg Yolk. *The Journal of nutrition*, v. 134, n. 9, 2004. p. 2307-2313.

56. Applebaum-Bowden D. Lipases and lecithin: cholesterol acyltransferase in the control of lipoprotein metabolism. *Current opinion in lipidology*, v. 6, n. 3, 1995. p. 130-135.

57. Howell WH, McNamara DJ, Tosca MA, Smith BT, Gaines JA. Plasma lipid and lipoprotein responses to dietary fat and cholesterol: a meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, v. 65, n. 6, 1997. p. 1747-1764.

ANEXO A – Termo de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

Unicastelo

Universidade Camilo Castelo Branco

UNIVERSIDADE CAMILO CASTELO BRANCO

CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado: Perfil lipídico sérico em camundongos swiss suplementados com ovos produzidos com dietas enriquecidas com ômega 3, protocolo nº 0001/7, sob responsabilidade da Mestranda em Produção Animal Tânia Sicsú está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal preconizados pela Sociedade Brasileira de Ciência de Animais de Laboratório e com a Legislação vigente, Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, que estabelece os procedimentos para uso científico de animais e o decreto nº 6.899, de 15 julho de 2009.

O projeto foi aprovado pela foi aprovado pela **Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Camilo Castelo Branco (CEUA / UNICASTELO)**, em 16 de agosto de 2016

Fernandópolis, 17 de junho de 2016



Profa. Dra. Dora Inés Kozusny- Andreani

Coordenadora da CEUA/UNICASTELO