



BRUNO GUIMARÃES AMORIM

**UTILIZAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA ASSOCIADO AO ÓLEO
DE LINHAÇA EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

LAVRAS – MG

2017

BRUNO GUIMARÃES AMORIM

**UTILIZAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA ASSOCIADO AO ÓLEO DE LINHAÇA EM
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não-Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini

Orientador

Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa

Coorientador

LAVRAS – MG

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Amorim, Bruno Guimarães.

Utilização de óleo de soja associado ao óleo de linhaça em dietas
para frangos de corte / Bruno Guimarães Amorim. - 2017.

39 p. : il.

Orientador: Antônio Gilberto Bertechini.

Coorientador: Raimundo Vicente de Sousa

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Ácidos graxos poli-insaturados 2. Enriquecimento de
carcaça. 3. Desempenho. I. Bertechini, Antônio Gilberto. II. Sousa,
Raimundo Vicente de. III. Título.

BRUNO GUIMARÃES AMORIM

**UTILIZAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA ASSOCIADO AO ÓLEO DE LINHAÇA EM
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

***USE OF SOYBEAN OIL ASSOCIATED TO FLAXSEED OIL IN DIETS FOR BROILER
CHICKEN***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não-Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de abril de 2017.

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini	UFLA
Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa	UFLA
Prof. Dr. Alexandre de Oliveira Teixeira	UFSJ

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini
Orientador

LAVRAS – MG
2017

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria Celícia Guimarães Amorim e Jadir Amorim que são minha base, minha força para continuar seguindo nesse caminho, muitas vezes, difícil. Obrigado, por não me deixarem cair, por não me deixarem desistir dos meus sonhos e por me apoiarem, sempre incentivando-me a seguir em frente. Vocês são o meu maior exemplo de força de vontade e de otimismo mesmo em frente a tantas adversidades.

Aos meus irmãos Adriano, Alisson, Jacely e Lucas, que são motivo de orgulho e exemplo de competência e responsabilidade. Obrigado, por seguirem junto comigo, sempre na torcida.

À minha companheira, Lívia, por ser meu porto seguro e minha paz nos momentos de aflição. Obrigado pelo apoio incondicional ao longo dessa trajetória.

À minha avó, Maria Geralda (*in memoriam*), minha maior referência de simplicidade e amor ao próximo, e à minha avó Americina, pelo carinho e pelas orações diárias.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, pela oportunidade concedida para a realização do doutorado.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

À empresa Comércio e Indústria Uniquímica, pelo apoio financeiro do projeto.

Ao meu orientador, Prof. Antônio Gilberto Bertechini, pela disponibilidade e pelo comprometimento com o trabalho, por me apresentar oportunidades e propor desafios, sempre visando o meu crescimento profissional. Aprendi muito com você e foi uma honra ter sido seu orientado. Obrigado por tudo!

Ao meu coorientador, Prof. Raimundo Vicente de Sousa, pela coorientação ao longo do meu mestrado. Muito obrigado!

Ao Prof. Peter Bitencourt Faria, pela disponibilidade e pelo auxílio na condução das análises de ácidos graxos. Muito obrigado!

A todos os integrantes do NECTA, pela amizade, pelo companheirismo, pelo compromisso com o trabalho, pelo aprendizado e por me mostrarem a importância de uma equipe.

À família Mata Burro, pelo companheirismo durante toda a minha vida em Lavras. Em especial à Dona Lourdes, por ajudar a manter ordem na república.

A todos os tios e primos, pela amizade e torcida. Em especial ao Jú, Biné e Neto, que participaram de alguma forma durante essa jornada.

Aos amigos de Lavras, minha segunda família.

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar os efeitos da substituição parcial e total do óleo de soja por um óleo comercial, constituído, predominantemente, por ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) ômega 3 (n-3), na dieta de frangos de corte sobre o desempenho, rendimento de carcaça, perfil de ácidos graxos e características físico-químicas da carne. Foram utilizados 180 pintos Cobb-500, machos, de um dia de idade, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, com três tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram T1 = 0% de óleo comercial e 2,55% de óleo de soja, T2 = 2% de óleo comercial e 0,85% de óleo de soja e T3 = 3% de óleo comercial e 0% de óleo de soja. O período experimental foi de 21 dias, e o fornecimento das dietas experimentais teve início a partir do 22º dia de idade das aves. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com relação ao ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça, peito, coxa/sobrecoxa e gordura abdominal e teor de lipídeos totais nos cortes de peito e coxa/sobrecoxa das aves. Com relação ao perfil de ácidos graxos no peito, observou-se resposta quadrática da deposição de ácido palmítico, redução linear da deposição dos ácidos linoleico (AL) e gama-linolênico e aumento linear da deposição dos ácidos alfa-linolênico (ALA), eicosapentaenoico (EPA) e docosaexaenoico (DHA) à medida que se aumentou o nível de suplementação do óleo comercial. Nos cortes de coxa/sobrecoxa, a suplementação levou a uma redução linear da deposição de AL e a uma resposta quadrática na deposição de ALA, EPA e DHA. Com relação às características físico-químicas do peito de frango, o pH, a luminosidade (L^*) e o teor de amarelo (b^*) não foram influenciados pela substituição do óleo de soja pelo óleo comercial. Já o teor de vermelho (a^*) respondeu de forma quadrática à suplementação. Dessa forma, conclui-se que o óleo comercial, nos níveis avaliados, não influencia a produção das aves e as características físico-químicas dos cortes de peito e coxa/sobrecoxa. No entanto, a utilização do óleo comercial resultou em maior deposição de AGPI n-3 e menor deposição de AGPI ômega 6 (n-6) nos cortes avaliados, o que pode contribuir para a promoção da saúde em humanos que consomem esses produtos.

Palavras-chave: Ácidos graxos poli-insaturados. Enriquecimento de carcaça. Desempenho. Características físico-químicas.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of the partial and total replacement, in the broiler chicken diet, of soybean oil for a commercial oil consisting, predominantly, of omega 3 (n-3) polyunsaturated fatty acids (PUFA) over performance, carcass yield, fatty acid profile and physicochemical traits of the meat. One hundred and eighty male Cobb-500 chicks, of one day of age, were distributed in a completely randomized design with three treatments and six replicates. The treatments were as follows: T1 = 0% commercial oil and 2.55% soybean oil; T2 = 2% commercial oil and 0.85% soybean oil; and T3 = 3% commercial oil and 0% soybean oil. The experimental period was of 21 days, beginning the supplementation of the experimental diets when the birds completed 22 days of age. There were no significant differences between treatments regarding weight gain, feed intake, feed conversion, carcass yield, breast, thigh and abdominal fat yield and total lipid content in breast and thigh. Concerning the fatty acid profile in the breast, a quadratic response of the deposition of palmitic acid, linear reduction of the deposition of linoleic (LA) and gamma-linolenic acids, and a linear increase of the deposition of alpha-linolenic (ALA), eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic (DHA) acids was verified with the increase in the level of commercial oil supplementation. The supplementation led to a linear reduction of LA deposition and a quadratic response in the deposition of ALA, EPA and DHA in the thigh. Regarding the physicochemical traits of the chicken breast, pH, luminosity (L*) and yellow content (b*) were not influenced by the replacement of soybean oil for commercial oil. Meanwhile, the red content (a*) responded to the supplementation in a quadratic manner. In conclusion, the evaluated levels of commercial oil did not influence production or the physicochemical traits of breast and thigh. However, the use of commercial oil resulted in higher deposition of n-3 PUFAs and lower deposition of omega 6 (n-6) PUFAs in the evaluated meat cuts, which may contribute to health promotion in humans that consume these products.

Keywords: Polyunsaturated fatty acids. Carcass enrichment. Performance. Physicochemical traits.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1.	Composição em ingredientes e composição química das dietas avaliadas.....	33
Tabela 2.	Perfil de ácidos graxos das dietas avaliadas	34
Tabela 3.	Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CR) de frangos de corte Cobb-500, machos, de 22 aos 42 dias de idade, recebendo dietas com diferentes níveis de óleo comercial	35
Tabela 4.	Rendimentos de carcaça, coxa/sobrecoxa, peito e gordura de machos de frangos de corte Cobb-500, machos, aos 42 dias de idade, recebendo dietas com diferentes níveis de óleo comercial.....	36
Tabela 5.	Lípídeo total e perfil de ácidos graxos no corte de peito de frangos de corte Cobb-500, machos, aos 42 dias de idade, recebendo dietas com diferentes níveis de óleo comercial	37
Tabela 6.	Lípídeo total e perfil de ácidos graxos no corte de coxa/sobrecoxa de frangos de corte Cobb-500, machos, aos 42 dias de idade, recebendo dietas com diferentes níveis de óleo comercial.....	38
Tabela 7.	Valores de pH e cor (L*, a* e b*) no corte de peito de frangos de corte Cobb-500, machos, aos 42 dias de idade, recebendo dietas com diferentes níveis de óleo comercial	39

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	9
1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Utilização de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 na alimentação animal.....	11
2.2 Efeitos de dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 sobre o desempenho de frangos de corte.....	11
2.3 Efeitos de dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 sobre o teor de lipídeo total e perfil de ácidos graxos na carne de frangos de corte.....	13
2.4 Efeitos de dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 sobre as características físico-químicas da carne de frangos de corte.....	15
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
REFERÊNCIAS	19
SEGUNDA PARTE – ARTIGO	22
ARTIGO 1 - EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE UM ÓLEO COMERCIAL, RICO EM ÓLEO DE LINHAÇA, EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE	22

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O Brasil vem se destacando nas últimas décadas como um dos principais produtores mundiais de carne de frango, produzindo, em 2016, 12,90 milhões de toneladas de carne e exportando 4,384 milhões de toneladas (BRASIL, 2017). Dessa forma, o Brasil é o segundo maior produtor e o maior exportador de carne de frango do mundo. Isso se deve ao fato de que os produtores estão cada vez mais investindo em tecnologia e, também, pela grande oferta de grãos de qualidade, como milho e soja. Com o aumento da oferta de carne de frango, o brasileiro aumentou o consumo da carne de frango, ou seja, em 2000, o consumo per capita foi de 29,1 kg e, em 2016, foi de 41,10 kg (BRASIL, 2017). Esse aumento não se deve apenas à maior oferta da carne, mas também pelo fato da carne de frango ser um alimento de alto valor nutricional.

Na busca por alimentos mais saudáveis, destacam-se os alimentos que oferecem benefícios à saúde, além de suas funções nutricionais básicas, esses alimentos são chamados de funcionais. Entre os diferentes nutrientes que são alvos desse nicho, destacam-se os ácidos graxos pertencentes à família ômega-3, que estão relacionados à prevenção de doenças cardiovasculares e de processos inflamatórios, assim como o desenvolvimento do sistema nervoso. Quanto aos ácidos graxos da família ômega 3, destacam-se o ácido alfa-linolênico (ALA), o eicosapentaenoico (EPA) e o docosahexaenoico (DHA). Esses ácidos graxos podem ser encontrados em óleos vegetais, em sementes de linhaça e canola e em peixes de água fria.

Diversos estudos têm mostrado que é possível modificar o perfil de ácidos graxos da carcaça de frangos de corte com o intuito de se aumentarem os teores de ALA, EPA e DHA, a partir de fontes de óleos, ricos nesses ácidos graxos, incluídas na dieta de frangos de corte. O óleo de peixe se destaca como uma fonte eficaz em enriquecer a carcaça de frangos de corte, porém, essa fonte confere características organolépticas negativas, diminuindo a sua aceitação pelos consumidores.

Os óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados também são usados na dieta de frangos de corte devido a sua melhor digestibilidade em relação aos ácidos graxos saturados, podendo melhorar o desempenho das aves. Porém, algumas fontes possuem fatores antinutricionais, como é o caso do óleo de linhaça. Apesar desse óleo ser uma das fontes com maior teor de ALA, ele também contém em sua composição a linatina, que complexa com a piridoxina e evita que essa vitamina exerça o seu papel de vitamina no organismo do animal.

Dessa forma, no presente estudo, objetivou-se avaliar o desempenho, características de carcaça e enriquecimento de ácidos graxos da série ômega 3 em frangos de corte recebendo dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados da série ômega 3.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Utilização de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 na alimentação animal

Atualmente, há um número crescente de evidências que demonstram um rápido aumento da incidência de doenças crônicas em todo o mundo. Estima-se que, em 2020, essas doenças representem cerca de 75% das mortes (GIVENS; KLIEM; GIBBS, 2006). O papel dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) ômega 3 (n-3) na prevenção de doenças cardíacas coronarianas, as quais representam um dos principais tipos de doença crônica, já é bem estabelecido (RYMERS; GIVENS, 2005). Por esse motivo, inúmeras pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de se aumentar as concentrações desses ácidos graxos em produtos de origem animal amplamente consumidos pela população e nos quais a composição lipídica pode ser modificada por meio da dieta (LÓPEZ-FERRER et al., 1999).

De uma maneira geral, a composição de ácidos graxos de produtos de origem animal, como ovos, leite e carne, é um reflexo tanto da biossíntese de ácidos graxos nos tecidos quanto da composição de ácidos graxos dos lipídeos ingeridos (MOURROT; HERMIER, 2001). A manipulação da composição de ácidos graxos na carne, especificamente, tem ganhado a atenção de pesquisadores, uma vez que esse alimento representa uma das principais fontes de gordura na alimentação humana (WOOD et al., 2003).

Uma das principais fontes de AGPI n-3 utilizada na alimentação animal é o óleo de peixe, o qual é rico em ácido eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenoico (DHA). No entanto, a utilização desse ingrediente apresenta algumas limitações, como a sustentabilidade da prática, o custo e problemas organolépticos que influenciam tanto o consumo das dietas pelos animais quanto a aceitação do produto final pelos consumidores (KOUBA; MOURROT, 2011; LÓPEZ-FERRER et al., 1999). Dessa forma, fontes alternativas de AGPI n-3 têm sido avaliadas como, por exemplo, o óleo de linhaça, um ingrediente rico em ácido alfa-linolênico (ALA), o qual, no organismo, atua como um precursor de EPA e DHA (KOUBA; MOURROT, 2011; RAES; SMET; DEMEYER, 2004).

Diversos estudos avaliaram a utilização do óleo de linhaça como fonte de AGPI n-3 na dieta de frangos de corte com o objetivo de se aumentar a proporção desses ácidos graxos na carne de frango (CRESPO; ESTEVE-GARCIA, 2001, 2002; LÓPEZ-FERRER et al., 1999, 2001; MURAKAMI et al., 2010). Esses estudos demonstram que essa estratégia aumenta a deposição de ALA nas carnes. No entanto, os resultados ainda não são conclusivos com relação à deposição de EPA e DHA, há necessidade de mais estudos dessa natureza.

2.2 Efeitos de dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 sobre o

desempenho de frangos de corte

O desempenho de frangos de corte pode ser influenciado pelo tipo de ácido graxo utilizado na dieta. No geral, quanto maior o grau de insaturação do ácido graxo, maior a digestibilidade e melhor o desempenho (ALAO; BALNAVE, 1985; PINCHASOV; NIR, 1992; ZOLLITSCH et al., 1997). Crespo e Esteve-Garcia (2001) estudaram quatro fontes de lipídeos com diferentes graus de saturação, como o sebo, composto em grande parte por ácidos graxos saturados, o azeite de oliva, composto em grande parte por ácidos graxos monoinsaturados, o óleo de girassol, constituído, principalmente, por AGPI do tipo ômega 6 (n-6) e o óleo de linhaça, composto, predominantemente, por AGPI n-3. Os autores avaliaram inclusões de 6% e 10% de cada uma das fontes lipídicas em frangos de corte de 21 a 42 dias de idade e observaram que as fontes de AGPI (óleo de girassol e óleo de linhaça) resultaram em melhor conversão alimentar em relação às demais fontes de lipídeos (sebo e azeite de oliva), evidenciando que, quanto maior o grau de insaturação, melhor o aproveitamento energético da dieta. Além disso, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos com óleo de girassol e óleo de linhaça, mostrando que não houve diferença quanto ao tipo de ácido graxo (n-3 e n-6) e, sim, quanto ao grau de insaturação.

Da mesma forma, Lopes et al. (2013) não encontraram diferenças significativas relacionadas aos parâmetros de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) em um estudo avaliando duas fontes de AGPI, ou seja, uma rica em n-3 (óleo de linhaça) e a outra rica em n-6 (óleo de soja), em dietas para frangos de corte de 1 a 35 dias de idade. Os autores avaliaram níveis de 3% para a fase de 1 a 7 dias, 4% para a fase de 8 a 21 dias e 5% para a fase de 22 a 35 dias de idade. Em outro estudo, Rahimi, Azad e Torshizi (2011) testaram semente de canola moída e semente de linhaça moída em dietas para frangos de corte em até 15% de inclusão e não observaram diferença significativa quanto aos parâmetros de desempenho. Almeida et al. (2009) avaliaram a inclusão de uma mistura de óleos, no nível de 6,5%, em dietas para frangos de corte. As proporções de óleo de soja e óleo de linhaça diferiam entre as dietas de forma a obter diferentes relações de n-6:n-3. Não foram observadas diferenças significativas com relação ao desempenho das aves, demonstra-se, assim, que a relação n-6:n-3 não interfere no desempenho das aves.

Já Murakami et al. (2010) testaram óleo de soja e óleo de linhaça, com níveis de inclusão de 6,5% na fase inicial (1 a 21 dias) e 4,95% na fase final (22 a 49 dias) em diferentes períodos de 1 a 49 dias de idade (1 a 21, 1 a 42 e 1 a 49 dias). A inclusão de óleo de linhaça prejudicou o consumo alimentar nos três períodos analisados, assim como o ganho de

peso de 1 a 21 dias e de 1 a 49 dias de idade e a conversão alimentar de 1 a 21 dias de idade. Segundo os autores, esses resultados podem ser devido às características organolépticas da linhaça, que influenciam o consumo de ração, prejudicando, assim, o ganho de peso e a conversão alimentar. Os autores destacam a presença de um fator antinutricional no óleo de linhaça, denominado linatina. Esta complexa com a piridoxina (vitamina B6) e com isso, a impede de desempenhar o seu papel de vitamina no organismo das aves (LEESON; SUMMERS; CASTON, 2000). O principal sintoma de deficiência de vitamina B6 é a falta de apetite, o que pode explicar o baixo consumo em todas as fases (MURAKAMI et al., 2010). Além disso, a exigência de vitamina B6 na fase inicial é maior e, por isso, o baixo consumo nessa fase foi mais pronunciado, afetando os demais parâmetros de desempenho. Outro fator que pode explicar os resultados encontrados por esses autores é que a inclusão de óleo de linhaça na fase inicial foi de 6,5%, valor bem acima dos níveis analisados por Lopes et al. (2013), citado anteriormente, que utilizaram menores concentrações nas fases iniciais, 3% de 1 a 7 dias e 4% de 8 a 21 dias de idade.

Dessa forma, pode-se observar que a escolha pela fonte de lipídeo usado na dieta pode influenciar de forma positiva ou de forma negativa o desempenho dos frangos de corte, uma vez que os AGPI são mais eficientes. Porém, é preciso conhecer a fonte para que se possa determinar a fase de vida a ser suplementada bem como o teor ideal de inclusão.

2.3 Efeitos de dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 sobre o teor de lipídeo total e perfil de ácidos graxos na carne de frangos de corte

Sabe-se que o tipo de óleo usado na dieta de frangos de corte pode modificar o perfil de ácidos graxos na carcaça (RAHIMI; AZAD; TORSHIZI, 2011). Dessa forma, diversas pesquisas têm sido realizadas para enriquecer a carcaça de frangos de corte com AGPI n-3, mais precisamente ALA, EPA e DHA. O ALA é considerado essencial e deve ser obtido via dieta (SANTOS, 2014). Já o EPA e o DHA podem ser convertidos, a partir do ALA, através de enzimas alongases e dessaturases. Essa conversão não é muito eficiente nas aves, principalmente, quando a relação ácido linoleico (AL):ALA na dieta é acima de 10:1, devido ao fato de que as enzimas (alongases e dessaturases) que convertem o ALA em EPA e DHA são as mesmas que convertem o AL em ácido araquidônico (AA) (CRESPO; ESTEVE-GARCIA, 2001). Por esse motivo, é necessária uma suplementação de ALA na dieta a fim de diminuir essa relação para que a conversão em EPA e DHA não seja prejudicada.

Outra forma de se obter maior teor de EPA e DHA nos tecidos é fornecer fontes ricas desses ácidos graxos na dieta das aves, como óleo de peixe, por exemplo. Nesse sentido,

López-Ferrer et al. (1999) compararam dietas com óleo de peixe e óleo de linhaça com inclusão de 8,2% em dietas para frangos de corte e observaram maior deposição de ALA e de AGPI totais nas carnes de peito e coxa de animais que receberam dietas com óleo de linhaça. Porém, para os valores de EPA e DHA, a maior deposição foi para a dieta com óleo de peixe nos mesmos tecidos analisados. No mesmo estudo, os autores fizeram avaliação sensorial das carnes de peito e coxa para determinar a aceitação das carnes com óleo de peixe e óleo de linhaça. Foi observado que as carnes de frangos que receberam a suplementação com óleo de linhaça foram consideradas aceitáveis, enquanto as carnes de frangos que receberam a suplementação com óleo de peixe foram consideradas não aceitáveis.

Testando óleo de linhaça como fonte de ALA, a fim de enriquecer a carcaça de frangos de corte com AGPI de cadeia longa, Panda et al. (2015) avaliaram a substituição de óleo de girassol por óleo de linhaça em até 2 % na fase inicial e 3% na fase final, em frangos de corte de um a 42 dias de idade. O tratamento com 100% de óleo de linhaça conferiu maior deposição de AGPI n-3 na carne de peito e coxa das aves, além de diminuir a relação n-6:n-3 nos mesmos cortes. Esses autores também avaliaram as características organolépticas das carnes e não observaram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. De maneira semelhante, Lopes et al. (2013) testaram óleo de linhaça em substituição ao óleo de soja, em dietas para frangos de corte de 1 a 35 dias de idade, com níveis de 3% para a fase de 1 a 7 dias, 4% para a fase de 8 a 21 dias e 5% para a fase de 22 a 35 dias de idade. Os autores observaram menor deposição de AL e maior deposição de ALA e EPA no peito à medida que se aumentou o nível de óleo de linhaça na dieta. Na sobrecoxa, observou-se menor deposição de AL e maior deposição de ALA à medida que se aumentou o óleo de linhaça na dieta. Os autores chamam a atenção para o fato de que os tratamentos com inclusão de óleo de linhaça não foram eficazes em aumentar a deposição de DHA em nenhum dos cortes de carne analisados e a deposição de EPA foi maior apenas no peito, mostrando que as aves não conseguiram converter o ALA em seus derivados de forma eficiente.

Salamatdoutsnohar, Aghdamshahriar e Gorbani, (2008), em um estudo testando óleo de canola com níveis de inclusão de 0%, 2% e 4% em dietas para frangos de corte de 22 a 56 dias de idade, observaram que o maior nível de inclusão foi efetivo em aumentar a deposição de ALA, EPA e DHA na coxa e no peito dos animais. Já Zelenka et al. (2008) testaram óleos de duas cultivares de linhaça, uma com alto teor de ALA e outra com alto teor de AL, em frangos de corte de 25 a 40 dias de idade, com níveis de 1%, 3%, 5% ou 7% de cada óleo. Os resultados mostraram que a dieta com a cultivar com elevado teor de ALA aumentou significativamente os teores de ALA, EPA e DHA, e diminuiu o teor dos AGPI n-6 e a

relação de AGPI n-6:n-3 nas carnes de peito e coxa das aves. No entanto, o fornecimento de uma dieta com elevado teor de AL aumentou significativamente os níveis de todos os AGPI n-6 nas carnes de peito e coxa.

Além da avaliação do perfil de ácidos graxos, os pesquisadores também têm avaliado o teor de lipídeo total na carne de aves, uma vez que a quantidade de gordura ingerida na dieta está diretamente ligada à saúde. Rahimi, Azad e Torshizi (2011), em um estudo testando semente de linhaça moída a 7,5% e 15%, semente de canola a 7,5% e 15% e o último tratamento com 10% de semente de linhaça e 10% de semente de canola moídas, não observaram diferenças significativas quanto ao teor de lipídeo total nas carnes de peito e coxa, mostrando que nem o nível de inclusão e nem as sementes analisadas foram eficazes em modificar a quantidade de lipídeo total desses cortes. Murakami et al. (2010), em um estudo citado anteriormente, não observaram diferença significativa para o teor de lipídeo total no peito, mas observaram redução significativa no corte de coxa/sobrecoxa para os tratamentos com 100% de óleo de linhaça em comparação com o tratamento com óleo de soja. Em um estudo semelhante, também citado anteriormente, Lopes et al. (2013) não observaram diferença significativa para o teor de lipídeo total no peito, porém, houve redução significativa para o corte de sobrecoxa nos tratamentos com maior inclusão de óleo de linhaça.

Os óleos vegetais ricos em ALA, como o óleo de linhaça, podem aumentar o teor de AGPI n-3 na carcaça de frangos de corte, principalmente o ALA e, apesar de serem menos eficazes na deposição de EPA e DHA em relação ao óleo de peixe, os óleos vegetais não conferem características sensoriais desagradáveis. Dessa forma, alguns óleos vegetais podem ser uma alternativa para enriquecer a carcaça de frangos de corte.

2.4 Efeitos de dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 sobre as características físico-químicas da carne de frangos de corte

Uma das características mais importantes na carne de frango é a sua aparência, a qual é essencial para a seleção do produto pelo consumidor, assim como para a satisfação com o produto final (PETRACCI et al., 2004). A coloração, uma característica diretamente relacionada à aparência da carne, pode ser influenciada por diversos fatores como sexo, idade, linhagem, método de processamento, exposição a químicos, método de cozimento, irradiação e congelamento (FLETCHER; QIAO; SMITH, 2000). Assim, produtores de frango empregam grande esforço para controlar esses fatores e garantir que a coloração da carne atenda aos padrões de qualidade impostos pelos consumidores (FLETCHER, 2002; PETRACCI et al., 2004).

Um dos principais métodos utilizados para determinar a coloração da carne de frango é o sistema da Comissão Internacional de Iluminação, que avalia parâmetros como luminosidade (L^*), teor de vermelho (a^*) e teor de amarelo (b^*). Nesse sistema, a coloração da carne é expressa em termos de diferenças de cor a partir de um padrão específico (BIANCHI; FLETCHER, 2002).

Além da coloração, o pH da carne de frango é outra característica relacionada à qualidade do produto. Diversos autores demonstram uma correlação negativa significativa entre a luminosidade da carne e o pH do músculo (ALLEN; RUSSEL; FLETCHER, 1997; BARBUT, 1993; FLETCHER, 2002). Além disso, baixos valores de pH na carne de frango são associados à menor capacidade de retenção de água, maciez prejudicada e maior tempo de prateleira (ALLEN et al., 1998; ALLEN; RUSSEL; FLETCHER, 1997; BARBUT, 1993; NORTH CUTT; FOEGEDING; EDENS, 1994).

Por estar diretamente relacionada à qualidade da carne de frango, a análise da coloração e do pH é realizada em diversos estudos que avaliaram os efeitos da suplementação de dietas para frangos de corte com ingredientes ricos em AGPI n-3. Dessa forma, Santos (2014), ao comparar dietas com 4% de óleo de soja ou 4% de óleo de canola, observou que os valores de pH 24 horas *post mortem* de filés de peito de frango não diferiram entre os tratamentos, indicando que a composição lipídica da dieta não influencia esse parâmetro. Da mesma forma, Ebeid et al. (2011) não observaram diferenças relacionadas aos valores de pH na carne de peito de codornas que receberam dietas com 0% de óleo, 2% de óleo vegetal, 2% de óleo de linhaça, 2% de óleo de peixe ou uma mistura de 1% de óleo de linhaça e 1% de óleo de peixe. Em perus, os valores de pH da carne de peito também não foram influenciados de maneiras distintas em animais que receberam dietas suplementadas com óleo de soja, óleo de colza ou óleo de linhaça, em níveis que foram aumentando de 2% nas primeiras quatro semanas para 6% na fase final (14 a 15 semanas) (JANKOWSKI et al., 2012).

Já Betti et al. (2009) avaliaram dois níveis de inclusão de linhaça moída (10% e 17%) na dieta de frangos de corte, essas dietas foram fornecidas aos animais por períodos de tempo diferentes (0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 e 35 dias). Observaram que a duração do período em que a dieta foi suplementada com óleo de linhaça influenciou o pH dos filés de peito de frango, embora não se tenha observado diferenças significativas entre os dois níveis de inclusão do óleo. A redução do pH do filé de peito de frango começou a ser observada a partir do quarto dia de utilização da dieta suplementada com óleo de linhaça, isso indica que o metabolismo *post mortem* no músculo do peito de frango é influenciado pela suplementação da dieta com esse tipo de óleo. Os autores sugerem que tal resultado pode estar relacionado a uma maior

produção de ácido láctico no músculo. Além disso, os autores demonstraram uma associação entre menores valores de pH na carne de peito e uma coloração mais clara.

Com relação à coloração, Santos (2014) não observou diferenças significativas nos valores de L^* e de b^* entre os tratamentos, demonstrando que a inclusão de AGPI n-3 na dieta, o que foi feito por meio da utilização do óleo de canola, não altera a luminosidade e o teor de amarelo da carne. No entanto, os filés de peito dos animais que receberam a dieta com óleo de canola apresentaram menor valor de a^* , ou seja, apresentaram menor teor de vermelho. De maneira semelhante, Qi et al. (2010), ao avaliarem dietas para frangos de corte com diferentes proporções de n-6:n-3 (2,5:1, 5:1, 10:1, 20:1 e 30:1), as quais foram obtidas por meio de substituições progressivas de óleo de milho por óleo de linhaça, observaram que o valor de a^* aumenta à medida que a relação n-6:n-3 aumenta, o que sugere que a inclusão de AGPI n-3 na dieta pode diminuir o teor de vermelho da carne.

Já no estudo de Jankowski et al. (2012), citado anteriormente, a suplementação da dieta de perus com óleo de soja, óleo de colza ou óleo de linhaça não influenciou de forma distinta a coloração da carne de peito de frango. Da mesma forma, Lopes et al. (2013), ao avaliarem substituições progressivas (0%, 25%, 75% e 100%) de óleo de soja pelo óleo de linhaça, até um nível máximo de 3% na fase pré-inicial, 4% na fase inicial e 5% na fase de crescimento, não observaram diferenças relacionados à coloração da carne de peito de frango entre os tratamentos.

Assim, de acordo com os resultados observados nos estudos encontrados na literatura, pode-se dizer que, de uma maneira geral, a suplementação de dietas para aves com AGPI n-3 não influencia o pH da carne de peito. Já os parâmetros relacionados à coloração da carne de peito podem ser influenciados de forma distinta de acordo com o nível de suplementação utilizado.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pode ser observado nessa revisão de literatura, os AGPI n-3 são de grande importância para a nutrição humana, principalmente o ALA, EPA e DHA, e podem ser enriquecidos na carcaça de frangos de corte por meio da suplementação da dieta com fontes de óleos ricos nesses ácidos graxos. No entanto, algumas fontes de óleos apresentam características negativas para essa finalidade, conferindo sabor e odor indesejáveis, bem como propriedades antinutricionais para as aves. Dessa forma, o presente estudo pode mostrar uma forma de enriquecimento dos AGPI n-3 sem afetar negativamente a produção das aves.

REFERÊNCIAS

- ALAO, S. J.; BALNAVE, D. Nutritional significance of different fat sources for growing broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 8, p. 1602-1604, Aug. 1985.
- ALLEN, C. D. et al. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 2, p. 361-366, Feb. 1998.
- ALLEN, C. D.; RUSSEL, S. M.; FLETCHER, D. L. The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf-life and odor development. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 7, p. 1042-1046, July 1997.
- ALMEIDA, A. P. S. et al. Efeito do consumo de óleo de linhaça e de vitamina E no desempenho e nas características de carcaças de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 3, p. 698-705, 2009.
- BARBUT, S. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. **Food Research International**, Barking, v. 26, n. 1, p. 39-43, 1993.
- BETTI, M. et al. Omega-3-enriched broiler meat: 2. Functional properties, oxidative stability, and consumer acceptance. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 5, p. 1085-1095, May 2009.
- BIANCHI, M.; FLETCHER, D. L. Effects of broiler breast meat thickness and background on color measurements. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 11, p. 1766-1769, Nov. 2002.
- BRASIL. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2017**. São Paulo: ABPA, 2017. 133 p.
- CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p. 71-78, Jan. 2001.
- _____. Dietary linseed oil produces lower abdominal fat deposition but higher de novo fatty acid synthesis in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 10, p. 1555-1562, Oct. 2002.
- EBEID, T. et al. The effect of omega-3 enriched meat production on lipid peroxidation, antioxidative status, immune response and tibia bone characteristics in Japanese quail. **Czech Journal of Animal Science**, Essex, v. 56, n. 7, p. 314-324, 2011.
- FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. **Worlds Poultry Science Journal**, Amsterdam, v. 58, p. 131-145, 2002.
- FLETCHER, D. L.; QIAO, M.; SMITH, D. P. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 5, p. 784-788, May 2000.
- GIVENS, D. I.; KLIEM, K. E.; GIBBS, R. A. The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. **Meat Science**, Barking, v. 74, n. 1, p. 209-218, Sept. 2006.

JANKOWSKI, J. et al. Fatty acid profile, oxidative stability, and sensory properties of breast meat from turkeys fed diets with a different n-6/n-3 PUFA ratio. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 114, n. 9, p. 1025-1035, Sept. 2012.

KOUBA, M.; MOUROT, J. A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. **Biochimie**, Paris, v. 93, n. 1, p. 13-17, Jan. 2011.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D.; CASTON, L. J. Response of layers to dietary flaxseed according to body weight classification at maturity. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 9, n. 3, p. 297-302, Oct. 2000.

LOPES, D. C. N. et al. Growth performance, carcass traits, meat chemical composition and blood serum metabolites of broiler chicken fed on diets containing flaxseed oil. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 54, n. 6, p. 780-788, 2013.

LÓPEZ-FERRER, S. et al. n-3 enrichment of chicken meat using fish oil: alternative substitution with rapeseed and linseed oils. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 3, p. 356-365, Mar. 1999.

_____. n-3 enrichment of chicken meat. 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 6, p. 753-761, June 2001.

MOUROT, J.; HERMIER, D. Lipids in monogastric animal meat. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 41, n. 2, p. 109-118, Mar./Apr. 2001.

MURAKAMI, K. T. T. et al. Desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 45, n. 4, p. 401-407, abr. 2010.

NORTHCUTT, J. K.; FOEGEDING, E. A.; EDENS, F. W. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, n. 2, p. 308-316, Feb. 1994.

PANDA, A. et al. Growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition and sensory attributes of meat of broiler chickens fed diet incorporated with linseed oil. **Indian Journal of Animal Sciences**, New Delhi, v. 85, n. 12, p. 1354-1357, Dec. 2015.

PETRACCI, M. et al. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 12, p. 2086-2092, Dec. 2004.

PINCHASOV, Y.; NIR, I. Effect of dietary polyunsaturated fatty acid concentration on performance, fat deposition and carcass fatty acid composition in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 9, p. 1504-1512, Sept. 1992.

QI, K. K. et al. Effect of dietary x6/x3 on growth performance, carcass traits, meat quality and fatty acid profiles of Beijing-you chicken. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 94, n. 4, p. 474-485, Aug. 2010.

RAES, K.; SMET, S. de; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 113, n. 1/4, p. 199-221, Mar. 2004.

RAHIMI, S.; AZAD, S. K.; TORSHIZI, M. A. K. Omega-3 Enrichment of broiler meat by using two oil seeds. **Journal of Agriculture and Science Technology**, Oxford, v. 13, p. 353-365, 2011.

RYMER, C.; GIVENS, D. I. n-3 fatty acid enrichment of edible tissue of poultry: a review. **Lipids**, Chicago, v. 40, n. 2, p. 121-130, Feb. 2005.

SALAMATDOUTSNOBAR, R.; AGHDAMSHAHRIAR, H.; GORBANI, A. Enrichment of broiler meat with n-3 polyunsaturated fatty acids. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, Deira, v. 3, n. 2, p. 70-77, 2008.

SANTOS, M. C. dos. **Efeito do enriquecimento da ração com ômega 3 e vitamina E sobre a qualidade de carne de frango**. 2014. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Barking, v. 66, n. 1, p. 21-32, Jan. 2003.

ZELENKA, J. et al. The effect of dietary linseed oils with different fatty acid pattern on the content of fatty acids in chicken meat. **Veterinarni Medicina**, Praha, v. 53, n. 2, p. 77–85, 2008.

ZOLLITSCH, W. et al. Effects of different dietary fat sources on performance and carcass characteristics of broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 66, n. 1/4, p. 63-73, May 1997.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

**ARTIGO 1 - EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE UM ÓLEO COMERCIAL, RICO EM
ÓLEO DE LINHAÇA, EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Bruno Guimarães Amorim, Antônio Gilberto Bertechini et al.

Formatação de acordo com as normas do periódico Revista Brasileira de Zootecnia

Introdução

Atualmente, há um número crescente de evidências que demonstram um rápido aumento da incidência de doenças crônicas em todo o mundo. Estima-se que, em 2020, essas doenças representem cerca de 75% das mortes (Givens, Kliem e Gibbs, 2006). O papel dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) ômega 3 (n-3) na prevenção de doenças cardíacas coronarianas, as quais representam um dos principais tipos de doença crônica, já é bem estabelecido (Rymers e Givens, 2005). Os alimentos ricos em AGPI n-3, como os ácidos alfa-linolênico (ALA), eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) estão relacionados à prevenção de doenças cardiovasculares, por meio da redução dos níveis sanguíneos de triacilgliceróis e colesterol, aumentando, assim, a fluidez do sangue e reduzindo a pressão arterial (Anjo, 2004).

Nos alimentos para consumo humano, considera-se que a relação ideal entre os AGPI da série ômega-6 (n-6) e n-3 é em torno de 4:1. No entanto, atualmente, a relação entre n-6 e n-3 na alimentação da população ocidental gira em torno de 15:1, um valor muito acima do recomendado (Simopoulos, 2004). Dessa forma, é necessário que se aumente a ingestão de alimentos ricos em AGPI n-3, principalmente EPA e DHA. Esses AGPI podem ser encontrados em óleos vegetais, sementes de linhaça (ALA) e peixes de água fria (EPA e DHA). No entanto, na maioria dos países, esses alimentos não fazem parte da alimentação cotidiana da população (López-Ferrer et al. 1999).

Assim, como o consumo de carne de frango é bastante elevado em todo o mundo, muitas pesquisas têm focado no aumento do teor de AGPI n-3 na carne de frango como forma de aumentar o consumo desses ácidos graxos pela população (López-Ferrer et al., 1999; Crespo e Esteve-Garcia et al., 2001; López-Ferrer et al., 2001; Crespo e Esteve-Garcia et al., 2002; Murakami et al., 2010). Diversas pesquisas vêm demonstrando que a composição de ácidos graxos na carne de frango pode ser influenciada pelo perfil de ácidos graxos presente na dieta (Rahimi, Azad e Torshizi, 2011; Dos Santos, 2014; Panda et al. 2015).

Assim, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos do uso dietético de óleo de soja associado ao óleo de linhaça sobre o desempenho, características de carcaça e perfil de ácidos graxos na carne de frango de corte.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa em Tecnologia Avícola, situado na BR-265, Km 344, na cidade de Lavras, Minas Gerais.

Foram utilizados 180 pintos Cobb-500, machos, de um dia de idade, os quais foram distribuídos em gaiolas experimentais em um delineamento inteiramente ao acaso, com três tratamentos e seis repetições, totalizando 18 parcelas com 10 aves cada.

Os tratamentos foram constituídos de dietas com diferentes inclusões de um óleo comercial (Unimix PUFA FL, Comércio e Indústria Uniquímica, Diadema, SP) em substituição ao óleo de soja. O óleo comercial tem como composição básica óleo de linhaça, óleo de soja, hidróxido de tolueno butilado (B.H.T) e butilhidroquinona terciária (T.B.H.Q), com nível de garantia mínimo de 40% de ácido alfa-linolênico (C18:3-n-3). Os tratamentos foram: Dieta com 0% de óleo comercial e 2,55% de óleo de soja; dieta com 2,0% de óleo comercial e 0,85% de óleo de soja; dieta com 3,0% de óleo comercial e 0% de óleo de soja. As rações utilizadas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, de acordo com as recomendações nutricionais para a fase de 22 a 42 dias de idade (Bertechini, 2012) e a composição dos ingredientes segundo Rostagno et al. (2011), sendo isonutrientes e isoenergéticas. A composição química e o perfil de ácidos graxos das rações são apresentados nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

O período experimental total a campo foi de 21 dias, sendo que o fornecimento da ração suplementada com óleo comercial teve início a partir do 22º dia de idade das aves. Sendo assim, as aves foram distribuídas entre as parcelas experimentais aos 22 dias de idade, apresentando um peso médio inicial homogêneo de $790 \pm 3,95\text{g}$. Aos 42 dias de idade as aves e as sobras de ração de cada parcela experimental foram pesadas para a determinação dos parâmetros relacionados ao desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar).

Aos 42 dias de idade, uma ave de cada parcela foi pesada, identificada e mantida em jejum por 8 horas até o momento do abate. As aves foram abatidas por meio de deslocamento cervical seguido de sangria, respeitando o método humanitário de abate recomendado.

Após o abate, as aves foram depenadas, evisceradas e foram retirados os pés, a cabeça e o pescoço. A carcaça foi pesada para o cálculo de rendimento de carcaça em relação ao peso vivo. Posteriormente, os cortes (peito, coxa/sobrecoxa) foram separados para o cálculo do rendimento dos cortes e gordura abdominal em relação ao peso da carcaça.

Para a determinação do teor de lipídeos totais e perfil de ácidos graxos dos cortes avaliados, foram coletadas amostras de 50g de peito e 50g de coxa/sobrecoxa após o abate das aves, sendo estas amostras identificadas e armazenadas em freezer a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o momento da realização das análises. No momento da realização das análises, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente por 24 horas. A análise de lipídeos totais foi

realizada por método gravimétrico, de acordo com a metodologia de Folch, Lees e Sloane-Stanley (1957). Para a extração dos lipídeos foi utilizada uma mistura de clorofórmio e metanol na proporção de 2:1. Neste processo, aproximadamente 5,0g de amostra seca foram acondicionados no béquer, embebidos na mistura de solventes e homogeneizados. O conteúdo do béquer foi então filtrado em tubo de centrífuga, ao qual foi adicionado 20,0 ml de KCl 0,88%, procedendo-se à centrifugação a 2500 rpm durante 15 minutos. Em seguida, o sobrenadante foi removido por sucção, adicionando-se sulfato de sódio anidro PA para a retirada de vestígios de umidade. O conteúdo foi filtrado em um balão volumétrico de 50 ml e o volume completo com clorofórmio. Foi adicionado 10 ml do filtrado do balão em cadinho de alumínio, previamente pesados, e a amostra foi dessecada em placa aquecedora. As análises foram realizadas em duplicata e a quantificação dos lipídeos foi realizada através da diferença de peso do recipiente antes e depois da evaporação do solvente, e finalmente foi pesado a amostra seca em balança de precisão para determinar a porcentagem de lipídeos.

A esterificação para determinação da composição em ácidos graxos foi feita pela saponificação com solução de hidróxido de sódio em metanol 0,5 M, seguida de metilação com cloreto de amônia, metanol e ácido sulfúrico, segundo metodologia de Hartman e Lago (1973). Após a metilação, as amostras foram submetidas à cromatografia gasosa, utilizando coluna capilar de sílica fundida de 100m de comprimento, diâmetro de 0,25mm e 0,2 μ m de espessura do filme Supelco (*SP-2560, Bellefonte, PA, US*).

A determinação das características físico-químicas (pH e cor) foram realizadas em amostras de peito, que foram descongeladas em temperatura ambiente por 24 horas. A determinação do pH foi realizada por meio de peagâmetro digital (Modelo HI 99163, Hanna Instruments Brasil, Barueri, SP), sendo que a leitura foi realizada em cada corte na porção central da musculatura, 24 horas após o abate.

A cor foi determinada de acordo com sistema de cor CIELAB (1976), em que L* representa luminosidade, a* representa teor de vermelho e b* representa teor de amarelo. As leituras dos parâmetros (L*, a*, b*) foram feitas com colorímetro (Minolta Chroma Meter-200b, Konica Minolta, Tóquio, Japão), de iluminante D65, calibrado em padrão branco ladrilho, sendo obtidas as médias de L*, a* e b* de cada repetição.

Para a análise estatística, os dados foram submetidos à análise de normalidade e identificação de possíveis outliers utilizando os procedimentos proc univariate e proc boxplot. Os dados foram submetidos à ANOVA por meio do procedimento PROC GLM e, posteriormente, submetidos à regressão polinomial por meio do procedimento proc reg. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o pacote estatístico SAS. Os tratamentos

foram considerados estatisticamente diferentes quando a probabilidade determinada foi menor que 5%.

Resultados e discussão

Os resultados de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos da linhagem Cobb-500, de 22 a 42 dias de idade, são apresentados na tabela 3. A suplementação da dieta com óleo comercial não influenciou as medidas de desempenho avaliadas ($P>0,05$). No presente estudo, tanto a dieta controle quanto as dietas suplementadas com óleo comercial apresentavam maior proporção de AGPI em relação aos ácidos graxos saturados, uma vez que as fontes de óleo utilizadas eram constituídas por óleo de soja (dieta controle) e óleo comercial (mistura de óleo de soja e óleo de linhaça). Dessa forma, a predominância de AGPI nos dois tipos de óleo avaliados pode explicar a ausência de diferenças significativas entre os tratamentos com relação às medidas de desempenho.

Corroborando com os resultados encontrados no presente estudo, Lopes et al. (2013) também não encontraram diferenças significativas nas características de desempenho quando da suplementação de dietas com até 5% de óleo de linhaça em substituição ao óleo de soja. Da mesma forma, López-Ferrer et al. (1999), ao avaliarem a suplementação de dietas para frangos de corte com óleos de linhaça, de peixe e de girassol, todos constituídos predominantemente por AGPI, não observaram diferenças significativas no desempenho dos animais. Adicionalmente, Crespo e Esteve-Garcia (2001) também não observaram diferenças significativas com relação ao consumo, ganho de peso e conversão alimentar de frangos que receberam dietas suplementadas com 6% e 10% de óleo de linhaça e óleo de girassol. Já Murakami et al. (2010), ao substituírem o óleo de soja pelo óleo de linhaça, observaram efeitos negativos nas medidas de desempenho. Segundo os autores, esse resultado pode ter ocorrido em função das diferenças nas características organolépticas do óleo de linhaça em relação ao óleo de soja ou devido à presença de linatina, que complexa com a piridoxina evitando que a mesma desempenhe o seu papel como vitamina no organismo das aves.

Os resultados de rendimentos de carcaça, peito, coxa/sobrecoxa e gordura abdominal de frangos da linhagem Cobb-500 aos 42 dias de idade são apresentados na tabela 4. Não foram observados efeitos significativos ($P>0,05$) dos tratamentos avaliados sobre estas variáveis, o que pode estar relacionado à ausência de diferenças significativas nas variáveis de desempenho. Da mesma forma, outros estudos também não encontraram diferenças significativas nos pesos e rendimentos de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa em frangos de

corte que receberam dietas suplementadas com óleo de linhaça ou com outras fontes lipídicas constituídas, predominantemente, por AGPI (Crespo e esteve-Garcia, 2001; López-Ferrer et al., 2001; Almeida et al., 2009; Murakami et al., 2010).

Com relação à gordura abdominal, diversos estudos mostram que a utilização de fontes de AGPI resulta em menor deposição de gordura abdominal devido à alta taxa de oxidação lipídica. No entanto, no presente estudo, como as fontes de óleo utilizadas nas diferentes dietas eram semelhantes com relação à predominância de AGPI, não foram observadas diferenças na porcentagem de gordura abdominal. O mesmo foi observado por Crespo e Esteve-Garcia (2001) e Crespo e Esteve-Garcia (2002), que avaliaram dietas suplementadas com até 10% de óleo de linhaça ou óleo de girassol para frangos de corte.

Os resultados de teor de lipídeos totais nos cortes de peito e coxa/sobrecoxa de frangos da linhagem Cobb-500 são apresentados nas tabelas 5 e 6, respectivamente. Não foram observados efeitos significativos ($P>0,05$) dos tratamentos avaliados para o teor de lipídeos totais nos cortes analisados. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Rahimi, Azad e Torshizi (2011), que não observaram diferença significativa no teor de lipídeos totais nas carnes de peito e coxa de frangos alimentados com semente de linhaça moída na dieta. Murakami et al. (2010), em um estudo com óleo de linhaça em substituição ao óleo de soja em frangos de corte de um a 42 dias de idade, não observaram diferença significativa na quantidade de lipídeos totais do peito, corroborando com os resultados do presente estudo. Porém, houve redução significativa do teor de lipídeos totais na coxa/sobrecoxa para o tratamento com 100% de óleo de linhaça. Da mesma forma, Lopes et al (2013), testando óleo de linhaça em substituição ao óleo de soja, não observaram diferença significativa quanto ao teor de lipídeos totais no corte de peito, mas o teor de lipídeos totais na sobrecoxa diminuiu. No entanto, é importante destacar que, nos dois estudos citados anteriormente, os níveis de óleo de linhaça utilizados nas dietas foram maiores do que os do presente estudo.

Os resultados de perfil de ácidos graxos nos cortes de peito de frangos da linhagem Cobb-500 são apresentados na tabela 5. O conteúdo de ácido palmítico (C16:0) respondeu de forma quadrática à suplementação da dieta com óleo comercial, sendo que no nível de suplementação de 3% observou-se o menor conteúdo deste ácido graxo ($P<0,05$). Tal fato pode ter ocorrido devido à quantidade de ácido palmítico nas rações, que diminuiu à medida que se adicionou o óleo comercial (Tabela 2). Lopes et. al (2013), em um estudo no qual foi feita a substituição de óleo de soja por óleo de linhaça, também observaram diminuição do ácido palmítico à medida em que se aumentou a inclusão do óleo de linhaça na dieta. Já para o conteúdo dos ácidos linoleico (AL) (C18:2-n-6) e gama-linolênico (C18:3-n-6) observou-se

redução linear à medida em que se aumentou o nível de suplementação do óleo comercial na dieta ($P < 0,05$). Estes resultados podem ser explicados pela menor concentração de AL nas dietas suplementadas com o óleo comercial em relação à dieta controle com óleo de soja (Tabela 2). Dessa forma, ao diminuir a concentração de AL na dieta, reduziu-se a deposição deste ácido graxo na carne de peito. Além disso, como o ácido gama-linolênico é sintetizado a partir do AL por meio da ação da enzima delta-6-dessaturase, a redução da deposição de AL na carne de peito levou à redução na deposição de ácido gama-linolênico neste tecido (Lopes et al, 2013).

Em contrapartida, a deposição de ALA, EPA e DHA aumentou de forma linear à medida que se aumentou o nível de suplementação de óleo comercial na dieta ($P < 0,05$). Tais resultados são explicados pelo aumento da concentração de ALA nas dietas suplementadas com óleo comercial em relação ao tratamento controle com óleo de soja (Tabela 2). Além disso, o ALA, por meio da ação de enzimas elongases e dessaturases é convertido nos ácidos EPA e DHA. Essas enzimas também convertem o AL em seus derivados, havendo uma competição entre o AL e o ALA (Crespo & Garcia-Esteve, 2001). No presente estudo, supõe-se que, devido à menor quantidade de AL nas dietas suplementadas, houve uma menor competição pelas enzimas, que ficaram então mais disponíveis para atuar na conversão de ALA em EPA e DHA, o que explica a maior deposição destes ácidos graxos no peito. Kartikasari et al. (2010), ao avaliarem dietas com níveis constantes de ALA (2,1%) e níveis variáveis de AL (2,9% a 4,4%), observaram maior deposição de AGPI n-3 no peito de frangos que receberam a dieta com o menor nível de AL, evidenciando a competição entre ALA e AL pelas enzimas de alongamento e dessaturação de ácidos graxos.

De forma semelhante ao que foi observado no presente estudo, Panda et al. (2015), ao avaliarem a substituição de óleo de girassol, que apresenta maior proporção de AGPI n-6, por óleo de linhaça em até 3%, também observaram maior deposição de AGPI n-3 na carne de peito. Entretanto, ao contrário do que foi observado no presente estudo, o teor de AGPI n-6 não foi influenciado por esta substituição. Já Lopes et al. (2013), em um estudo que avaliou a substituição de óleo de soja por óleo de linhaça em até 5%, observaram maior deposição de ALA e EPA e menor deposição dos AGPI n-6. Resultados semelhantes foram observados por Zelenka et al. (2008), que avaliaram dietas suplementadas com até 7% de óleo de linhaça.

Os resultados de perfil de ácidos graxos nos cortes de coxa/sobrecoxa de frangos da linhagem Cobb-500 são apresentados na tabela 6. De maneira semelhante ao que foi observado nos cortes de peito, o conteúdo de AL reduziu de forma linear à medida em que se aumentou o nível de suplementação do óleo comercial na dieta ($P < 0,05$), o que, assim como

para os cortes de peito, também é explicado pela menor concentração de AL nas dietas suplementadas. Além disso, o conteúdo de ALA, EPA e DHA respondeu de forma quadrática à medida em que se aumentou o nível de suplementação do óleo comercial na dieta ($P < 0,05$), o que é explicado pela maior concentração de ALA nas dietas suplementadas, o qual, então, foi convertido em maior proporção nos seus ácidos graxos derivados EPA e DHA nas aves que receberam estas dietas.

Os resultados de pH e cor das carnes de peito de frangos da linhagem Cobb-500 são apresentados na tabela 7. O pH, a luminosidade (L^*) e o teor de amarelo (b^*) não foram influenciados pela substituição do óleo de soja pelo óleo comercial utilizado ($P > 0,05$). Já o teor de vermelho (a^*) respondeu de forma quadrática à substituição do óleo de soja pelo óleo comercial, sendo que o maior valor foi observado com o maior nível de inclusão do óleo comercial ($P < 0,05$).

Com relação ao pH, de forma semelhante ao que foi observado no presente estudo, Dos Santos (2014) também não observou diferenças nos valores de pH de filés de peito de frangos que receberam dietas com 4% de óleo de soja ou 4% de óleo de canola. Da mesma forma, Ebeid et al. (2011) não observaram diferenças relacionados aos valores de pH na carne de peito de codornas que receberam dietas suplementadas com diferentes tipos de óleos no nível de 2% de inclusão. Em perus, os valores de pH da carne de peito também não foram influenciados de maneiras distintas em animais que receberam óleo de soja, óleo de colza ou óleo de linhaça no nível de 2% (Jankowski et al., 2012). Já Betti et al. (2009) observaram queda significativa dos valores de pH de filés de peito de frango a partir do quarto dia de suplementação com níveis de 10% e 17% de óleo de linhaça. No entanto, neste último estudo os níveis de suplementação utilizados foram muito superiores aos empregados no presente estudo, o que pode explicar as diferenças observadas.

Com relação à coloração, Dos Santos (2014) também encontrou resultados semelhantes aos observados no presente estudo, ou seja, os valores de L^* e b^* não foram influenciados de maneiras distintas pelos diferentes tratamentos. Entretanto, ao contrário do que foi observado no presente estudo, os filés de peito dos animais que receberam a dieta suplementada com óleo de canola apresentaram menores valores de a^* . Embora o óleo de canola também represente uma fonte de AGPI n-3, assim como o óleo comercial utilizado no presente estudo, outras características podem ter influenciado este resultado. Já no estudo de Jankowski et al. (2012), citado anteriormente, a suplementação da dieta de perus com óleo de soja, óleo de colza ou óleo de linhaça não influenciou de forma distinta a coloração da carne de peito. Da mesma forma, Lopes et al. (2013), ao avaliarem substituições progressivas (0%,

25%, 75% e 100%) de óleo de soja pelo óleo de linhaça, até um nível máximo de 3% na dieta na fase pré-inicial, 4% na fase inicial e 5% na fase de crescimento, não observaram diferenças relacionados à coloração da carne de peito de frango entre os tratamentos.

Conclusão

O uso do óleo de linhaça associado ou não ao óleo de soja não afeta o desempenho e as características de carcaça dos frangos de corte, incrementa a deposição de AGPI-n3 na carne de peito e coxa/sobrecoxa de frangos de corte.

O uso de óleo de linhaça ao nível de 3% resulta em relação w6/w3... na carne de peito e coxa/sobrecoxa de frangos de corte. Dessa forma, conclui-se que o óleo comercial, nos níveis avaliados, não influencia, de uma maneira geral, a produção das aves e as características físico-químicas dos cortes de peito e coxa/sobrecoxa. No entanto, a utilização do óleo comercial resultou em maior deposição de AGPI n-3 e menor deposição de AGPI n-6 nos cortes avaliados, o que pode contribuir para a promoção da saúde em humanos que consomem esses produtos.

Literatura citada

Almeida, A. P. S.; Pinto, M. F.; Poloni, L. B.; Ponsano, E. H. G.; Garcia Neto, M. 2009. Efeito do consumo de óleo de linhaça e de vitamina E no desempenho e nas características de carcaças de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 61: 698-705.

Anjo, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. 2004. *Jornal Vascular Brasileiro* 3: 145-154.

Bertechini, A. J. 2012. *Nutrição de Monogástricos*. 2 ed. Editora UFLA, Lavras.

Betti, M.; Schneider, B. L.; Wismer, W. V.; Carney, V. L.; Zuidhof, M. J.; Renema, R. A. 2009. Omega-3-enriched broiler meat: 2. Functional properties, oxidative stability, and consumer acceptance. ***Poultry Science*** 88: 1085-1095.

Crespo, N.; Esteve-Garcia, E. 2001. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poultry Science* 80: 71-78.

Crespo, N.; Esteve-Garcia, E. 2002. Dietary linseed oil produces lower abdominal fat deposition but higher de novo fatty acid synthesis in broiler chickens. *Poultry Science* 81: 1555-1562.

Dos Santos, M. C. 2014. Efeito do enriquecimento da ração com ômega 3 e vitamina E sobre a qualidade de carne de frango. Dissertação (M.Sc.). Universidade Estadual de Londrina.

Ebeid, T.; Fayoud, A.; El-Soud, S. A.; Eid, Y.; El-Habback, M. 2011. The effect of omega-3 enriched meat production on lipid peroxidation, antioxidative status, immune response and tibia bone characteristics in Japanese quail. *Czech Journal of Animal Science* 56: 314-324.

Folch, J.; Lees, M.; Sloane-Stanley, G. H. 1957. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226: 479-503.

Givens, D. I.; Kliem, K. E.; Gibbs, R. A. 2006. The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. *Meat Science* 75: 209-218.

Hartman, N. L.; Lago, R. C. 1973. A rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory Practice* 22: 475-476.

Jankowski, J.; Zdunczyk, Z.; Mikulski, D.; Juskiewicz, J.; Naczmanski, J.; Pomianowski, J. F.; Zdunczyk, P. 2012. Fatty acid profile, oxidative stability, and sensory properties of breast meat from turkeys fed diets with a different n-6/n-3 PUFA ratio. *European Journal of Lipid Science and Technology* 114: 1025-1035.

Kartikasari, L. R.; Hughes, R. J.; Geier, M. S.; Makrides, M.; Gibson, R. A. 2010. Diets high in LA reduce omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids in chicken tissues. *Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium, Sydney, Australia.*

Lopes, D. C. N.; Xavier, E. G.; Santos, V. L.; Gonçalves, F. M.; Anciuti, M. A.; Roll, V. F. B. 2013. Growth performance, carcass traits, meat chemical composition and blood serum metabolites of broiler chicken fed on diets containing flaxseed oil. *British Poultry Science* 54: 780-788.

López-Ferrer, S.; Baucells, M. D.; Barroeta, A. C.; Galobart, J.; Grashorn, M. A. 2001. n-3 enrichment of chicken meat. 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. *Poultry Science* 80: 753-761.

López-Ferrer, S.; Baucells, M. D.; Barroeta, A. C.; Grashorn, M. A. 1999. n-3 enrichment of chicken meat using fish oil: alternative substitution with rapessed and linseed oils. *Poultry Science* 78: 356-365.

Murakami, K. T. T.; Pinto, M. F.; Ponsano, E. H. G.; Garcia Neto, M. 2010. Desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 45: 401-407.

Panda, A. K.; Sridhar, K.; Lavanya, G.; Prakash, B.; Rama Rao S. V.; Rajum. V. L. N. 2015. Growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition and sensory attributes of meat of broiler chickens fed diet incorporated with linseed oil. *Indian Journal of Animal Sciences* 85: 1354–1357.

Rahimi, S.; Azad, S. K.; Torshizi, M. A. K. 2011. Omega-3 enrichment of broiler meat by using two oil seeds. *Journal of Agriculture and Science Technology* 13: 353-365.

Rymer, C.; Givens, D. I. 2005. n-3 fatty acid enrichment of edible tissue of poultry: a review. *Lipids* 40: 121-130.

Simopoulos, A. P. 2004. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Review International* 20: 77–90.

Zelenka, J.; Schneiderova, E.; Mrkvicova, E.; Dolezal, P. 2008. The effect of dietary linseed oils with different fatty acid pattern on the content of fatty acids in chicken meat. *Veterinarni Medicina* 53: 77–85, 2008.

Tabela 1. Composição em ingredientes e composição química das dietas avaliadas

Ingrediente	Níveis do óleo comercial (%)		
	0	2	3
Milho	66,08	66,08	66,08
Farelo de soja	27,50	27,50	27,50
Fosfato Monobicálcico	0,48	0,48	0,48
Calcário	1,04	1,04	1,04
Sal	0,48	0,48	0,48
Óleo de soja	2,55	0,85	0,00
Óleo comercial	0,00	2,00	3,00
L-Lisina, 78%	0,37	0,37	0,37
DL-Metionina, 99%	0,32	0,32	0,32
L-Treonina, 98%	0,16	0,16	0,16
Premixe vitamínico e mineral ¹	0,20	0,20	0,20
Bacitracina de zinco, 10%	0,03	0,03	0,03
Colina, Cl, 60%	0,04	0,04	0,04
Caulim	0,75	0,45	0,30
Total	100,00	100,00	100,00
EMA (kcal/kg) ²	3078,42	3078,42	3078,42
Proteína Bruta (%)	17,80	17,80	17,80
Lisina digestível (%)	1,12	1,12	1,12
Metionina + cistina díg. (%)	0,83	0,83	0,83
Treonina digestível (%)	0,73	0,73	0,73
Cálcio (%)	0,59	0,59	0,59
Fósforo disponível (%)	0,20	0,20	0,20
Fósforo total (%)	0,41	0,41	0,41
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21

¹Composição por kg do produto: Ácido Fólico (mín.) 902,5 mg; Ácido Pantotênico (mín.) 12.000,00 mg; Biotina (mín.) 77,0 mg; Niacina (mín.) 39.996,0 mg; Selênio (mín.) 350,0 mg; Vitamina A (mín.) 8.800.000,0 UI; Vitamina B1 (mín.) 2.499,0 mg; Vitamina B12 (mín.) 16.200,0 µg; Vitamina B2 (mín.) 5.704,0 mg; Vitamina B6 (mín.) 3.998,4 mg; Vitamina D3 (mín.) 3.000.000,0 UI; Vitamina E (mín.) 30.000,0 UI; Vitamina K3 (mín.) 2.198,1 mg. Cobre (mín.) 7.000,0 mg; ferro (mín.) 50,4 g; iodo (mín.) 1.464,0 mg; manganês (mín.) 67,5 g; zinco (mín.) 43,2 g.

²EMA: energia metabolizável aparente

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos das dietas avaliadas

Ácido Graxo (%)	Níveis do óleo comercial (%)		
	0	2	3
C14:0	0,087	0,106	0,076
C14:1	0,001	0,009	0,004
C15:0	0,043	0,027	0,037
C16:0	12,772	12,971	10,867
C16:1	0,225	0,524	0,309
C17:0	0,121	0,080	0,056
C17:1	0,046	0,023	0,023
C18:0	3,925	3,881	4,194
C18:1 (ω -9t)	0,089	0,035	0,042
C18:1 (ω -9c)	29,945	30,525	27,609
C18:2 (ω -6)	47,991	43,444	33,080
C20:0	0,197	0,218	0,226
C18:3 (ω -6)	0,034	0,035	0,068
C20:1	0,105	0,167	0,108
C18:3 (ω -3)	4,347	7,569	23,091
C20:2 (ω -6)	0,005	0,009	0,012
C20:3 (ω -3)	0,010	0,010	0,006
C20:3 (ω -6)	0,000	0,034	0,001
C20:4 (ω -6)	0,056	0,167	0,046

Tabela 3. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte Cobb-500, machos, de 22 aos 42 dias de idade, recebendo dietas com diferentes níveis de óleo comercial

Variável	Níveis do óleo comercial (%)			P=	CV (%)
	0	2	3		
CR (kg)	3,054	3,100	3,016	0,714	5,71
GP (kg)	1,864	1,869	1,912	0,811	7,34
CA (kg/kg)	1,640	1,661	1,580	0,077	3,601

Tabela 4. Rendimentos de carcaça, coxa/sobrecoxa, peito e gordura de machos de frangos de corte Cobb-500, machos, aos 42 dias de idade, recebendo dietas com diferentes níveis de óleo comercial

Rendimento (%)	Níveis do óleo comercial (%)			P	CV (%)
	0	2	3		
Carcaça	73,547	74,067	74,643	0,596	2,48
Coxa/sobrecoxa	14,762	14,672	14,630	0,963	5,80
Peito	39,448	39,751	38,792	0,890	8,91
Gordura	1,808	1,667	1,420	0,531	36,27

Tabela 5. Lipídeo total e perfil de ácidos graxos no corte de peito de frangos de corte Cobb-500, machos, aos 42 dias de idade, recebendo dietas com diferentes níveis de óleo comercial

Parâmetro	Níveis do óleo comercial (%)			P=	CV (%)
	0	2	3		
Lipídeo total (%)	2,240	2,317	2,765	0,312	22,57
Ácidos graxos (%)					
C14:0	0,444	0,381	0,393	0,634	29,52
C14:1	0,053	0,070	0,043	0,170	43,45
C15:0	0,048	0,040	0,096	0,151	83,11
C16:0	23,015	23,291	20,835	0,005	5,32
C16:1	3,377	3,763	2,772	0,227	28,94
C17:0	0,092	0,078	0,168	0,205	79,62
C17:1	0,326	0,351	0,560	0,277	64,58
C18:0	7,820	8,813	8,970	0,741	32,40
C18:1 (ω -9t)	0,098	0,093	0,108	0,960	94,34
C18:1 (ω -9c)	32,780	34,689	32,350	0,481	10,45
C18:2 (ω -6)	23,197	20,148	18,997	0,001	7,15
C20:0	0,042	0,031	0,055	0,270	58,57
C18:3 (ω -6)	0,134	0,081	0,078	0,048	40,58
C20:1	0,173	0,166	0,151	0,616	24,04
C18:3 (ω -3)	1,526	2,376	7,806	<0,001	37,88
C20:2 (ω -6)	0,459	0,343	0,357	0,427	42,18
C20:3 (ω -3)	0,049	0,086	0,237	0,523	36,07
C20:3 (ω -6)	0,797	0,735	0,625	0,523	36,07
C20:4 (ω -6)	5,181	3,650	3,236	0,108	38,71
C20:5 (ω -3)	0,094	0,394	1,054	<0,001	40,73
C22:6 (ω -3)	0,401	0,631	1,104	0,017	53,20

Tabela 6. Lipídeo total e perfil de ácidos graxos no corte de coxa/sobrecoxa de frangos de corte Cobb-500, machos, aos 42 dias de idade, recebendo dietas com diferentes níveis de óleo comercial

Parâmetro	Níveis do óleo comercial (%)			P=	CV (%)
	0	2	3		
Lipídeo total (%)	2,600	3,227	2,708	0,483	37,41
Ácidos graxos (%)					
C14:0	0,420	0,453	0,451	0,849	24,68
C14:1	0,066	0,075	0,057	0,561	44,27
C15:0	0,080	0,054	0,056	0,625	79,73
C16:0	22,102	23,736	20,331	0,003	6,33
C16:1	3,933	4,229	2,981	0,383	42,47
C17:0	0,144	0,135	0,112	0,786	61,37
C17:1	0,146	0,135	0,244	0,313	75,03
C18:0	8,252	8,647	9,513	0,369	17,36
C18:1 (ω -9t)	0,131	0,114	0,114	0,933	75,09
C18:1 (ω -9c)	34,215	34,334	33,280	0,767	8,01
C18:2 (ω -6)	24,496	20,934	20,545	0,001	6,74
C20:0	0,052	0,033	0,037	0,112	37,20
C18:3 (ω -6)	0,041	0,079	0,095	<0,001	13,89
C20:1	0,147	0,176	0,157	0,168	16,00
C18:3 (ω -3)	1,563	2,860	6,837	<0,001	28,51
C20:2 (ω -6)	0,179	0,126	0,273	0,038	46,88
C20:3 (ω -3)	0,404	0,464	0,539	<0,001	57,49
C20:3 (ω -6)	0,032	0,049	0,175	<0,001	57,49
C20:4 (ω -6)	3,146	2,966	3,117	0,953	34,94
C20:5 (ω -3)	0,078	0,225	0,819	<0,001	41,81
C22:6 (ω -3)	0,355	0,345	0,964	0,003	53,24

Tabela 7. Valores de pH e cor (L*, a* e b*) no corte de peito de frangos de corte Cobb-500, machos, aos 42 dias de idade, recebendo dietas com diferentes níveis de óleo comercial

Parâmetro	Níveis do óleo comercial (%)			P=	CV (%)
	0	2	3		
pH	5,013	5,451	5,489	0,425	10,63
L*	58,243	58,207	58,540	0,984	5,26
a*	14,083	11,518	14,383	0,039	20,70
b*	7,736	7,383	8,208	0,080	22,42