

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MÉTODOS DE
COCCÃO DE CARÇA DE FRANGOS DE
CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES
SUPLEMENTADAS COM ÔMEGA-3.**

FABIANA CORDEIRO ROSA

2003

FABIANA CORDEIRO ROSA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MÉTODOS DE COCÇÃO DE CARCAÇA
DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES
SUPLEMENTADAS COM ÔMEGA-3.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientadora
Prof.^a. Dr.^a. Maria Cristina Bressan

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Rosa, Fabiana Cordeiro

Composição química e métodos de cocção de carcaça de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com ômega-3 / Fabiana Cordeiro Rosa. -- Lavras : UFLA, 2003.

134 p. : il.

Orientador: Maria Cristina Bressan.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Ácidos graxos. 2. Frangos. 3. Omega-3. 4. Cocção. 5. Colesterol 6. Composição centesimal I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 636.50855

-636.513

FABIANA CORDEIRO ROSA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MÉTODOS DE COCÇÃO DE CARÇAÇA
DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES
SUPLEMENTADAS COM ÔMEGA-3.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 24 de novembro de 2003

Prof. Dr. Antonio Gilberto Bertechini - UFLA

Prof. Dr. Elias Tadeu Fialho – UFLA

Prof^ª. Dr^ª. Maria das Graças Cardoso – UFLA

Prof^ª. Dr^ª. Maria Emília de Souza Gomes Pimenta - UNIFENAS

Prof^ª. Dr^ª. Priscila Vieira Rosa Logato – UFLA

**Prof^ª Dr^ª Maria Cristina Bressan
UFLA
(Orientadora)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

*“Golpe a golpe, passo a passo,
Caminhante, não há caminho,
Andando, se faz o caminho
E se você olhar para trás
Tudo que verá são as marcas
De passos que algum dia
Seus pés tornarão a percorrer
Caminhante, não há caminho,
O caminho é feito ao andar”*

Antônio Machado

OFEREÇO

Aos meus irmãos Kátia, Helder e Fabíola, grandes realizadores, que fizeram com que eu tivesse altos padrões de referência. E aos meus sobrinhos, Felipe, Giulia, Mariana e Hermione Louise, simplesmente por serem maravilhosos.

DEDICO

Aos meus pais, Edson e Nilsia,
por terem abdicado de muito por todos nós e por nos terem encorajado a
escolher o próprio caminho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Zootecnia, e ao Programa de Pós-Graduação pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação do Curso de Doutorado em Zootecnia, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Apoio e Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela bolsa de estudos concedida.

À Professora Dra. Maria Cristina Bressan, por ter me acolhido em seu grupo de trabalho, por ter me ensinado muito dentro e fora da ciência, por me ouvir sempre com toda a dedicação e, enfim, por suas raras qualidades.

Ao Grupo de Carnes do Departamento de Ciência dos Alimentos, em especial a Peter, Josye, Milena, Priscila e Xisto, por terem sido grandes colegas e pelo apoio na condução das análises laboratoriais.

Aos colegas do Departamento de Zootecnia Édison, Reinaldo (Bidu), Jerônimo, Adriano (Piu) pelo auxílio na condução dos experimentos e pela amizade. Devo muito a vocês.

À Taciana pela paciência e pela colaboração nas análises estatísticas.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e ao Coordenador do Curso de Zootecnia, Gustavo Cunha Garcia, pelo apoio e compreensão.

Aos meus alunos do curso de Zootecnia da UNEMAT pela compreensão por minha ausência e à conseqüente reposição de aulas.

Aos professores e funcionários da UNEMAT, especialmente ao Prof. Marcelo, Wanda, Tchesco e a meus “sobrinhos”, Dereck, Jean e Emanuel, pela oportunidade de convivência, pelo apoio e amizade e por terem tornado minha vida mais doce.

Às minhas irmãs Fabíola e Kátia por terem encontrado tempo para me ajudar. Sou muito grata.

Aos meus pais Edson e Nilsia por tudo. Muito obrigada, amo vocês!

BIOGRAFIA

Fabiana Cordeiro Rosa, filha de Edson Cordeiro Rosa e Nilsia Tonon Cordeiro Rosa, nasceu em São Paulo (SP) em 28 de setembro de 1972.

Iniciou seus estudos em 1979 no Colégio Agostiniano São José, em São Paulo, SP, concluindo o ensino médio em 1990 no Wright Junior Senior High School, em Wright, WY, Estados Unidos.

Em fevereiro de 1991 ingressou na Universidade Federal de Lavras, em Lavras (MG), graduando-se em Zootecnia em janeiro de 1996.

Na mesma Universidade, em março de 1997, iniciou o curso de Pós-graduação, obtendo o título de Mestre em Zootecnia, com concentração em Nutrição de Monogástricos, em maio de 1999.

Iniciou o curso de Doutorado na UFLA em maio de 1999. Em julho de 2002 foi contratada pela Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, ocupando cargo de Docência no curso de Zootecnia do Campus de Pontes e Lacerda (MT).

Em 24 de novembro de 2003 obteve o título de Doutora em Zootecnia, com concentração em Nutrição de Monogástricos.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	i
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 Importância nutricional dos lipídeos – Histórico.....	5
2.1.1 Estrutura e Nomenclatura.....	7
2.1.3 Síntese.....	9
2.2 Efeitos dos ácidos graxos ômega-3 na saúde.....	12
2.2.1 Doenças cardiovasculares.....	12
2.2.2 Doenças inflamatórias.....	14
2.2.3 Sistema nervoso.....	15
2.3 Conversão dos ácidos graxos ômega-3.....	16
2.4 Quantidade recomendada de ômega-3 na dieta humana.....	16
2.5 Efeito do enriquecimento de rações com ômega-3 sobre o perfil de ácidos graxos de frangos de corte.....	18
2.5.1 Composição tecidual de ácidos graxos.....	18
2.6 Efeito do cozimento.....	23
2.6.1 Efeito do cozimento sobre a perda de peso por cozimento.....	23
2.6.2 Efeito do cozimento sobre a composição centesimal e colesterol.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DO FORNECIMENTO DE RAÇÕES COM DIFERENTES PERFIS DE ÁCIDOS GRAXOS E TEMPO DE FORNECIMENTO SOBRE A DEPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS ÔMEGA-3 NA CARCAÇA.....	33
RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	36
1 INTRODUÇÃO.....	37
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.1 Local de realização do experimento e análises.....	40
2.2 Aves, instalação e equipamentos utilizados.....	40

2.3	Informações gerais das rações	41
2.4	Tratamentos	42
2.5	Ganho de peso e peso médio.....	44
2.6	Consumo de ração.....	44
2.7	Conversão alimentar	44
2.8	Rendimento de carcaça, peito e coxa + sobrecoxa	44
2.9	Coleta e preparo de amostras para análises de extrato etéreo e ácidos graxos	45
2.10	Extrato etéreo.....	45
2.11	Perfil de ácidos graxos	46
2.12	Delineamento experimental e análise estatística.....	46
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
3.1	Desempenho.....	49
3.2	Rendimento de carcaça	54
3.3	Extrato etéreo (EE)	55
3.4	Ácidos graxos	58
3.4.1	Peito	58
3.4.1.1	Ácido oléico - 18:1 ω 9.....	58
3.4.1.2	Ácido Linoléico - 18:2 ω 6 e ácido araquidônico - 20:4 ω 6	61
3.4.1.3	Ácido α -linolênico - 18:3 ω 3.....	62
3.4.1.4	EPA - 20:5 ω 3 e DHA - 22:6 ω 3	64
3.4.1.5	Ácidos graxos saturados (AGS).....	65
3.4.1.6	Ácidos graxos monoinsaturados - AGM.....	67
3.4.1.7	Ácidos graxos poliinsaturados – AGP	68
3.4.1.8	Ácidos graxos ômega-6 (ω 6)	69
3.4.1.9	Ácidos graxos ômega 3 (ω 3)	69
3.4.1.10	Relação ômega 6 : ômega 3 (ω 6: ω 3)	70
3.4.1.11	Relação insaturados: saturados (I : S).....	71
3.4.2	Coxa.....	72
3.4.2.1	Ácido oléico - 18:1 ω 9.....	72
3.4.2.2	Ácido Linoléico - 18:2 ω 6 e Ácido araquidônico - 20:4 ω 6	74
3.4.2.3	Ácido α -linolênico - 18:3 ω 3.....	75
3.4.2.4	EPA - 20:5 ω 3 e DHA - 22:6 ω 3	75
3.4.2.5	Ácidos graxos saturados (AGS) e monoinsaturados (AGM).....	77
3.4.2.6	Ácidos graxos poliinsaturados (AGP)	79
3.4.2.7	Ácidos graxos ômega-6 - (ω 6).....	79
3.4.2.8	Ácidos graxos ômega 3 - (ω 3)	80
3.4.2.9	Relação ômega 6 : ômega 3 (ω 6: ω 3).....	81
3.4.2.10	Relação insaturados: saturados (I : S).....	82
4	CONCLUSÕES.....	84

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
CAPÍTULO 3 - MÉTODOS DE COCÇÃO SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA E COLESTEROL EM PEITO E COXA DE FRANGOS DE CORTE.....	91
RESUMO.....	92
ABSTRACT.....	93
1 INTRODUÇÃO.....	94
2 MATERIAL E MÉTODOS	96
2.1 Obtenção da matéria prima (frangos enriquecidos)	96
2.2 Tratamentos	97
2.3 Análises Laboratoriais	99
2.3.1 Perda de peso por cocção (PPC)	99
2.3.2 Composição centesimal	99
2.3.3 Teor de colesterol.....	100
2.4 Delineamento experimental e análise estatística.....	101
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	102
3.1 Perda de peso por cocção (PPC)	102
3.2 Composição centesimal	104
3.2.1 Umidade e Matéria Seca	106
3.2.2 Proteína	108
3.2.3 Gordura	109
3.2.4 Cinzas	111
3.3 Retenção Aparente (RA) e Verdadeira (RV) da Gordura	112
3.4 Colesterol.....	114
4 CONCLUSÕES.....	118
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXOS.....	122

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	ácido araquidônico
AG	ácido graxo
AGM	ácidos graxos monoinsaturados
AGP	ácidos graxos poliinsaturados
AGS	ácidos graxos saturados
CA	conversão alimentar
CA	cozimento em água
CC	composição centesimal
CM	comercial
CR	consumo de ração
DHA	ácido docosaexaenóico
DPA	ácido docosapentaenóico
EE	extrato etéreo
EPA	ácido icosapentaenóico
FC	forno convencional
FC	farelo de canola
FL	farelo de linhaça
FO	frito em óleo
FR	farinha de redfish
GP	ganho de peso
GR	Grelha
LN	Linhaça
LTB ₄	leucotrieno B ₄
LTB ₅	leucotrieno B ₅
MN	matéria natural
MO	Microondas
MS	matéria seca
NAC	níveis adequados de consumo
NPT	Nutrição parenteral total
OC	óleo de canola
OR	óleo de redfish
PAG	perfil de ácidos graxos
PGI ₂	prostaciclina I ₂
PIG ₃	prostaciclina I ₃
PM	peso médio
PPC	perda de peso por cozimento
RA	Taxa de retenção aparente
RC	rendimento de carcaça
RV	Taxa de retenção verdadeira

SC	Semente integral de canola
SJ	Soja
SL	Semente integral de linhaça
SO	sem óleo
TF	tempo de fornecimento
TG	triacilgliceróis
TXA ₂	tromboxano A ₂
TXA ₃	tromboxano A ₃

RESUMO

ROSA, Fabiana Cordeiro. **Composição química e métodos de cocção de carcaça de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com ômega-3**. Lavras: UFLA, 2003. 134 p. (Tese – Doutorado em Zootecnia).¹

Dois experimentos foram conduzidos no Departamento de Zootecnia e no Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, em épocas diferentes. O primeiro experimento teve como objetivo avaliar o efeito do tempo de fornecimento (TF) (7, 14 e 21 dias) de rações com diferentes perfis de ácidos graxos (PAG) sobre o desempenho, rendimento de carcaça (RC) e cortes, extrato etéreo (EE) e PAG no peito e coxa de frangos de corte. As rações experimentais (milho e farelo de soja) com adição de 3% dos óleos de linhaça (LN), comercial (CM) e soja (SJ) e uma ração sem óleo (SO), foram fornecidas de 25 a 46 dias de idade das aves. O TF afetou o peso médio (PM) ($P<0,01$), o ganho de peso (GP) ($P<0,01$), o consumo de ração (CR) ($P<0,01$) e a conversão alimentar (CA) ($P<0,01$) e as rações experimentais influenciaram ($P<0,01$) o PM e o CR. O RC e de cortes não foram afetados pelas rações experimentais e pelo TF. A ração SO proporcionou a maior deposição de EE e os valores de EE aumentaram com o TF. As aves alimentadas com LN e CM apresentaram maior deposição de 18:3 ω 3; 20:5 ω 3; 22:6 ω 3 e conseqüentemente do total de AG ω 3 no peito e na coxa do que as aves que receberam SO e SJ. As deposições de 18:2 ω 6 e do total de AG ω 6 foram mais elevadas nas aves alimentadas com SJ. O 20:4 ω 6 foi depositado em menores proporções nos frangos alimentados com LN e CM do que naqueles que receberam SO e SJ. As menores relações ω 6: ω 3 foram atingidas nas aves alimentadas com CM e LN, em todos TF. Para as aves alimentadas com CM, a relação I:S (insaturados: saturados) aumentou com o TF, pois a deposição de AG saturados (AGS) diminuiu e as deposições de AG monoinsaturados (AGM) e de AG poliinsaturados (AGP) aumentaram com o TF. As aves alimentadas com SJ não apresentaram grandes variações na deposição de AGS, AGM e AGP ao longo do TF, assim a relação I:S também não se alterou. O perfil de ácidos graxos da ração influencia o PAG do peito e da coxa. O comportamento da deposição de ácidos graxos (AG) é diferente para peito e coxa. O TF não influencia a deposição de AG na coxa e, no peito, as relações apresentadas entre TF e deposição de AG não são claras. O segundo experimento objetivou comparar os

¹ Comitê orientador: Maria Cristina Bressan -UFLA (Orientadora); Antonio Soares Teixeira – UFLA; Priscila Vieira Rosa Logato – UFLA; Neura Bragagnolo-UNICAMP.

métodos de cocção: cozimento em água (CA); em óleo (FO); em grelha (GR); em forno convencional (FC) e em forno de microondas (MO), sobre a perda de peso por cozimento (PPC), composição centesimal (CC), taxas de retenção aparente (RA) e verdadeira (RV) da gordura e teores de colesterol dos cortes peito e coxa de frangos de corte. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 5 repetições, totalizando 25 parcelas experimentais. Os métodos MO e FO proporcionaram as maiores PPC; os menores valores de umidade e maiores de matéria seca. O cozimento proporcionou aumento de proteína, na MN. O tratamento FO apresentou os maiores valores de gordura no peito e na coxa (MN), em relação aos demais tratamentos. Os valores de cinzas, na MS, demonstraram perda de minerais durante a cocção. Os métodos de cocção influenciaram apenas o colesterol na MN do peito ($P < 0,01$) e não afetaram os teores de colesterol na MS dos cortes estudados. Os métodos de cocção sem de óleo ocasionam perdas de lipídeos para o meio, enquanto os cortes submetidos à fritura absorvem óleo do meio e o peito absorve mais gordura do meio do que a coxa.

ABSTRACT

ROSA, Fabiana Cordeiro. **Effect of cooking methods on carcass chemical composition of broilers fed diets supplemented with omega 3 fatty acids.** Lavras: UFLA, 2003. 134 p. (Thesis – Doctorate in Animal Science).¹

Two experiments were conducted in the Department of Animal Science and Department of Food Science of the Federal University of Lavras, Minas Gerais, Brazil. The objective of the first experiment was to evaluate the effects of diets with different fatty acid (FA) profiles and duration of feeding (DF) on broiler chicken's breast and thigh fatty acid profile, carcass yield (CY), breast yield (BY) and thigh yield (TY), ether extract (EE), weight gain (WG), body weight (BW), feed intake (FI) and feed conversion (FC). The experimental diets were formulated in order to present different FA profiles. These different FAP were achieved by using 3% of either linseed oil (LN), commercial oil (CM) or soybean oil (SB) and a no added oil diet (NO), in a total of 4 experimental diets which were fed to the birds from 25 to 46 days old. A bird of each experimental group was killed each week in order to perform the FA and EE analyses. FI, FC, and WG were also recorded weekly. The CY was evaluated at the end of the experimental period. WG, BW, FI and FC were affected by the duration of feeding. The experimental diets had influence on BW and FI. BW and FI were greater in the birds fed LN and SB. CY, BY and TY were not affected by the experimental diets nor the DF. The greatest values for EE in breast and thigh muscles were found in the birds fed NO. The FA deposition behaved differently for breast and thigh meat. The birds fed LN and CM had greater deposition of 18:3 ω 3; 20:5 ω 3; 22:6 ω 3 and total ω 3 than birds fed NO and SB. The SB diet enabled the best deposition of 18:2 ω 6 and total ω 6. The birds that were fed LN and CM deposited less 20:4 ω 6 than the birds fed NO and SB. The CM and LN diets enabled the best ω 6: ω 3 ratio. The duration of feeding didn't have an influence on thigh FA composition. The objective of the second experiment was to evaluate the effects of different cooking methods (boiling (BO), pan frying (PF), broiling (BR), conventional oven (CO), microwave oven (MO)) on cooking loss (CL), centesimal composition (CC), true fat retention (TR) and apparent retention (AR) factors and cholesterol level (CH) of broiler chicken's breast and thigh meats. MO and PF methods enabled the greater values of CL for breast and thigh meat and the lowest values for humidity and the higher

¹ Guidance Committee: Maria Cristina Bressan – UFLA (Adviser); Antonio Soares Teixeira – UFLA; Priscila Vieira Rosa Logato – UFLA; Neura Bragagnolo – UNICAMP.

values for dry matter. The cooking procedures raised the protein levels in a wet basis (WB). The PF method enabled the greater values of fat on breast and thigh meats (WB). The ash content showed that mineral losses during cooking did occur. Breast meat CH levels (WB) were influenced by the cooking methods, but the cooking methods showed no influence on breast meat in a dry basis (DB) nor on thigh meat in a WB or DB. During cooking, fat was lost when the cooking methods had no added oil while and the lipid level was increased in the PF method.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

As recentes descobertas sobre a importância de ácidos graxos específicos na gênese ou na melhora de doenças degenerativas têm despertado a consciência e aumentado o desejo do consumidor em adquirir produtos mais saudáveis. Os nutricionistas animais, sabedores desse fato, tentam enriquecer e modificar as gorduras dos produtos animais pela manipulação das rações. Essas tentativas estão sendo bem sucedidas, nos monogástricos, pois os ácidos graxos não sofrem mudanças importantes no trato gastrointestinal desses animais. E, de uma forma geral, a composição em ácidos graxos dos lipídeos dos tecidos reflete a composição da ração de maneira dependente da dose.

Os efeitos dos ácidos graxos na saúde humana são relacionados com suas diversas funções, como, por exemplo, formação de hormônios, precursores de eicosanóides, constituintes da membrana celular, mediadores diretos ou indiretos da sinalização celular e da transcrição de genes específicos, entre outras. Cada uma dessas funções sofre regulações diferentes e elas variam de acordo com variações na composição de ácidos graxos fornecidos através da dieta.

Estudos clínicos e epidemiológicos, nos últimos 20 anos, evidenciam a importância e a essencialidade dos ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 para o desenvolvimento e o crescimento normal humano; além disso, esses compostos desempenham importante papel na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes, artrite, câncer e outras doenças auto-imunes.

Antigamente, há mais de 10.000 anos, descreve Simopoulos (2000), a relação ômega-6:ômega-3 na dieta humana era de 1:1 a 2:1 ; atualmente, nas dietas ocidentais, essa relação é de 10 a 20 a 25:1. Isso tem ocorrido devido à recomendação indiscriminada de substituir a gordura saturada proveniente de

animais por óleos vegetais que geralmente são muito ricos em ômega-6 com o intuito de diminuir as concentrações séricas de colesterol. Além do aumento no consumo de ácidos graxos ômega-6, houve também o decréscimo no consumo de ácidos graxos ômega-3, em decorrência da diminuição no consumo de peixes, e da produção industrial de rações animais ricas em grãos, contendo ácidos graxos ômega-6, que levam à produção de carnes ricas em ômega-6 e pobres em ômega-3. O mesmo acontece com os peixes cultivados e ovos.

Na dieta humana, para que a relação ômega-6: ômega-3 seja mais adequada, é necessário que haja uma diminuição no consumo de óleos e grãos ricos em ômega-6 e um aumento no consumo de ácidos graxos ômega-3. Atualmente, no mercado, existem diversos produtos ricos ou enriquecidos com ômega-3, tais como: óleos ricos em ácido α -linolênico (óleo de canola, linhaça, perila e soja); produtos de panificação (pães, cereais, massas, biscoitos, bolos) enriquecidos com farinha de linhaça e óleos de peixe encapsulados; ovos (adição de óleos, farelos e algas ricos em ômega-3); fórmulas infantis (sucedâneos de leite); leite; maioneses, margarinas e molhos de salada; carne bovina, suína, frangos e peixes criados em cativeiro.

A composição de ácidos graxos da carne *in natura* tem sido amplamente pesquisada, tanto nos produtos convencionais como nos produtos enriquecidos por manipulação da composição das rações dos animais. Contudo, pouco se sabe sobre o comportamento dos ácidos graxos da carne, quando submetido ao cozimento. Os processos de cozimento alteram as características dos produtos *in natura*, pois: a) inicialmente ocorre a perda de água, que promove a concentração dos nutrientes; b) seguido da incorporação de substâncias provenientes do meio de cocção (ex. óleo, água, temperos) e também perdas para esse meio. O calor, por si só, produz diversas modificações no produto *in natura*, incluindo: composição de ácidos graxos, teores de vitaminas, conteúdo

de colesterol, teores e forma das proteínas. Entretanto, trabalhos que relatam o efeito do cozimento sobre a estabilidade dos nutrientes, são escassos.

O presente trabalho teve como objetivos:

- a) avaliar o efeito de rações com diferentes perfis de ácidos graxos e verificar o efeito do tempo de fornecimento dessas rações sobre o ganho de peso médio, consumo de ração, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes, extrato etéreo e perfil de ácidos graxos do peito e coxa de frangos de corte; e
- b) comparar o efeito de métodos de cocção convencionais (cozimento em: água óleo; grelha; forno convencional e forno de microondas) de peito e coxa de frangos de corte enriquecidos com ácidos graxos ômega-3 sobre perda de peso por cozimento, composição centesimal e taxas de colesterol.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância nutricional dos lipídeos – Histórico

Os lipídeos, segundo Carpenter (1998), começaram a ser descritos quimicamente em 1824, quando Chevreul demonstrou que as gorduras eram ésteres de glicerol e ácidos graxos e apresentavam diferentes comprimentos de cadeia. No mesmo ano, Chevreul reconheceu a presença de uma substância insaponificável, que denominou colesterina. Berthelot, em 1959, identificou a estrutura do colesterol como sendo um álcool monohídrico e constatou sua presença em diversos tecidos do corpo. Os fosfolipídeos foram isolados e estudados no final do século XIX, por Erlandsen (1907). Frankland, em 1866, determinou o valor calórico das gorduras. Embora a ciência da nutrição, no século XIX, tenha evoluído muito em conhecimentos químicos, os estudos dos principais componentes alimentares (proteínas, carboidratos e lipídeos) ficaram restritos, de um modo geral, aos seus valores de digestibilidade, com exceção de algumas especulações, que ocorreram em 1849, sobre o valor medicinal do óleo de fígado de bacalhau, na cura de conjuntivite, raquitismo e diversas outras doenças.

No século seguinte, Burr & Burr (1930) descobriram a essencialidade dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa em experimentos feitos com ratos. Widmer & Holman (1950) descobriram que o ácido linoléico era precursor do ácido araquidônico e que o ácido α -linolênico era precursor dos ácidos icosapentaenóicos e docosaexaenóicos, presentes nos tecidos. Outro aspecto importante na história dos ácidos graxos poliinsaturados foi o uso da nomenclatura ômega proposta por Holman em 1964. Nessa proposta, a numeração das duplas ligações, a partir da terminação metílica, tornou-se mais prática, uma vez que na bioquímica desses ácidos graxos, a estrutura terminal

permanece inalterada. São essas estruturas terminais que influenciam as propriedades físicas das membranas em que eles ocorrem.

Os efeitos da deficiência de ácidos graxos essenciais em humanos foram observados nos anos de 1969 e 1970, em casos em que pacientes foram alimentados por nutrição parenteral total (NPT). Nessa época, as preparações de NPT eram livres de lipídeos e os indivíduos que a recebiam apresentaram, nos períodos que variaram de três a sete meses, lesões de pele-dermatite e infecção generalizada, que desencadeava no óbito desses pacientes. Entretanto, o primeiro caso de deficiência de ômega 3 foi constatado por Holman et al. (1982), quando utilizaram 2 tipos de preparações para NPT, aprovadas pelo FDA, ambas com emulsão de lipídeos para fornecerem ácidos graxos essenciais: a primeira continha óleo de soja (uma fonte de 18:3 ω 3, bem como de 18:2 ω 6) e a segunda continha óleo de açafrão (com alto conteúdo de 18:2 ω 6 e muito baixo de 18:3 ω 3). A paciente que recebeu a preparação com óleo de açafrão por cinco meses começou a exibir episódios de tontura, fraqueza, distúrbios psicológicos e visão embaçada, entre outros sintomas. Os médicos suspeitaram de deficiência de ômega 3, o que foi constatado pela análise dos ácidos graxos no plasma. Quando a solução de NPT foi trocada pela que continha óleo de soja, a neuropatia desapareceu. Assim, esse caso levou a estudos posteriores da correlação da deficiência de ômega 3 com diversas doenças neurológicas, imunológicas e degenerativas, entre outras.

Muitos trabalhos clínicos e epidemiológicos, nos últimos 20 anos, foram realizados com humanos. Esses constataram: a) a relação dos ácidos graxos ômega 3 com as doenças degenerativas que acometem a sociedade moderna; e b) a atual deficiência desses ácidos graxos nas dietas ocidentais. A necessidade do aumento no consumo de ácidos graxos ômega 3 está bem documentada.

2.1.1 Estrutura e Nomenclatura

Um ácido graxo consiste de uma cadeia hidrocarbônica com um grupo carboxílico terminal. Em pH fisiológico, o grupo carboxílico terminal (-COOH) se ioniza, tornando-se -COO⁻. A cadeia hidrocarbônica tem característica hidrofóbica e o grupo carboxílico ionizado é hidrofílico (Figura 1.1). Isso confere ao ácido graxo sua natureza anfipática (hidrofílico e hidrofóbico). Contudo, quanto maior é a cadeia hidrocarbônica, maior é sua hidrofobicidade e insolubilidade em meio aquoso (Champe & Harvey, 1994).

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$	COO^-
Cadeia hidrocarbônica hidrofóbica	Grupo carboxílico hidrofílico

FIGURA 1.1. Estrutura de um ácido graxo (Champe & Harvey, 1994).

As cadeias carbônicas dos ácidos graxos podem ser saturadas ou insaturadas, isto é, sem duplas ligações entre os carbonos ou contendo duas ou mais duplas ligações. Esta característica também interfere na sua solubilidade, sendo que os ácidos graxos mais insaturados são mais solúveis.

Os nomes comuns, nomes sistemáticos e as estruturas de alguns ácidos graxos saturados e insaturados, de importância fisiológica, estão listados nas Tabelas 1.1 e 1.2, respectivamente. Os números, citados no item estrutura das Tabelas 1.1 e 1.2, indicam o número de carbonos na cadeia e os números e as posições das duplas ligações. Os átomos de carbono são numerados a partir do carbono carboxílico. Por exemplo, o ácido araquidônico, 20:4 (5, 8, 11, 14), tem 20 carbonos e 4 duplas ligações (entre os carbonos 5-6, 8-9, 11-12, e 14-15). O

carbono ao qual o grupo carboxílico está ligado (carbono 2) é também chamado de carbono α , o carbono 3 é o carbono β ; o grupo metílico terminal é chamado de carbono ω , não importando o comprimento da cadeia. Os carbonos dos ácidos graxos também podem ser contados a partir do carbono ω . Assim, quando a primeira dupla ligação ocorre entre os carbonos 3 e 4, contados a partir de ω , temos um composto $\omega 3$. Será $\omega 6$ quando ocorre entre os carbonos 6 e 7, e $\omega 9$ quando essa ocorre entre os carbonos 9 e 10 (Champe & Harvey, 1994; Harper, 1990).

TABELA 1.1. Alguns ácidos graxos saturados.

Nome comum	Nome sistemático	Estrutura
Ácido fórmico	Ácido metanóico	1
Ácido acético	Ácido etanóico	2:0
Ácido propiônico	Ácido propanóico	3:0
Ácido butírico	Ácido butanóico	4:0
Ácido valérico	Ácido pentanóico	5:0
Ácido capríco	Ácido hexanóico	6:0
Ácido caprílico	Ácido octanóico	8:0
Ácido cáprico	Ácido decanóico	10:0
Ácido láurico	Ácido dodecanóico	12:0
Ácido mirístico	Ácido tetradecanóico	14:0
Ácido palmítico	Ácido hexadecanóico	16:0
Ácido esteárico	Ácido octadecanóico	18:0
Ácido araquídico	Ácido icosanóico	20:0
Ácido beênico	Ácido docosanóico	22:0
Ácido lignocérico	Ácido tetracosanóico	24:0

Fonte: Harper, (1990).

TABELA 1.2. Ácidos graxos insaturados de importância fisiológica e nutricional.

Nome comum	Nome sistemático	Estrutura	Série
Palmitoléico	Ác. cis-9-hexadecenóico	16:1(9)	ω 7
Oléico	Ác. cis-9-octadecenóico	18:1(9)	ω 9
Elaidíco	Ác. trans-9-octadecenóico	18:1(9t)	ω 9
Erúcico	Ác. cis-13-docosaenóico	22:1(13)	ω 9
Nervônico	Ác. cis-15-tetracosaenóico	24:1(15)	ω 9
Linoléico	Ác. cis,cis-9,12-octadecadienóico	18:2(9,12)	ω 6
δ - linolênico	Ác. cis,cis,cis-6,9,12-octadecatrienóico	18:3(6,9,12)	ω 6
α - linolênico	Ác. cis,cis,cis-9,12,15-octadecatrienóico	18:3(9,12,15)	ω 3
Araquidônico	Ác. cis,cis,cis,cis-5,8,11,14-icosatetraenóico	20:4(5,8,11,14)	ω 6
EPA	Ác. cis,cis,cis,cis,cis-5,8,11,14,17-icosapentaenóico	20:5(5,8,11,14,17)	ω 3
DPA	Ác. cis,cis,cis,cis,cis-7,10,13,16,19-docosapentaenóico	22:5(7,10,13,16,19)	ω 3
DHA	Ác. cis,cis,cis,cis,cis,cis-4,7,10,13,16,19-Docosaexaenóico	22:6(4,7,10,13,16,19)	ω 3

Fonte: Harper, (1990).

2.1.3 Síntese

A síntese orgânica dos ácidos graxos saturados acontece no compartimento extramitocondrial, por um complexo multienzimático (ácido graxo sintase) cujo ponto de partida é o acetil-CoA. Quando o ácido graxo alcança um comprimento de 16 carbonos, o processo de síntese é terminado, produzindo uma molécula completamente saturada de palmitato (16:0). Apesar de o palmitato ser o produto final da atividade da ácido graxo sintase, ele pode ser alongado e dessaturado por processos enzimáticos separados. Essas enzimas estão localizadas na mitocôndria e no retículo endoplasmático e podem usar, como substrato, ácidos graxos de vários comprimentos de cadeia e graus de insaturação (Belda & Pourchet-Campos, 1991; Champe & Harvey, 1994). O

esquema da biossíntese das séries de ácidos graxos poliinsaturados ômega-9, ômega-6 e ômega-3 são mostrados na Figura 1.2.

Os animais não possuem a capacidade de inserir duplas ligações além dos carbonos 9 e 10, portanto são incapazes de produzir endogenamente os ácidos graxos das famílias $\omega 6$ e $\omega 3$, as quais, por isso, são consideradas essenciais na alimentação. A série $\omega 6$ é derivada do ácido linoléico (C18:2 $\omega 6$) e a série $\omega 3$, do ácido α -linolênico (C18:3 $\omega 3$). Os ácidos linoléico e α -linolênico são essenciais porque não podem ser sintetizados pelos animais, só pelos vegetais.

Cada série compete pelo mesmo sistema enzimático de alongamento e dessaturação e as afinidades decrescem a partir da série $\omega 3$ para a série $\omega 9$. Assim, o ácido oléico (C18:1 $\omega 9$) pode dar origem ao ácido eicosatrienóico (C20:3 $\omega 9$) e o ácido araquidônico (C20:4 $\omega 6$) pode ser obtido a partir do ácido linoléico (C18:2 $\omega 6$). Do ácido α -linolênico (C18:3 $\omega 3$) são obtidos os ácidos icosanóides e docosanóides da série $\omega 3$. Assim, a conversão de membros de uma família ômega em outra família não pode ocorrer em mamíferos.

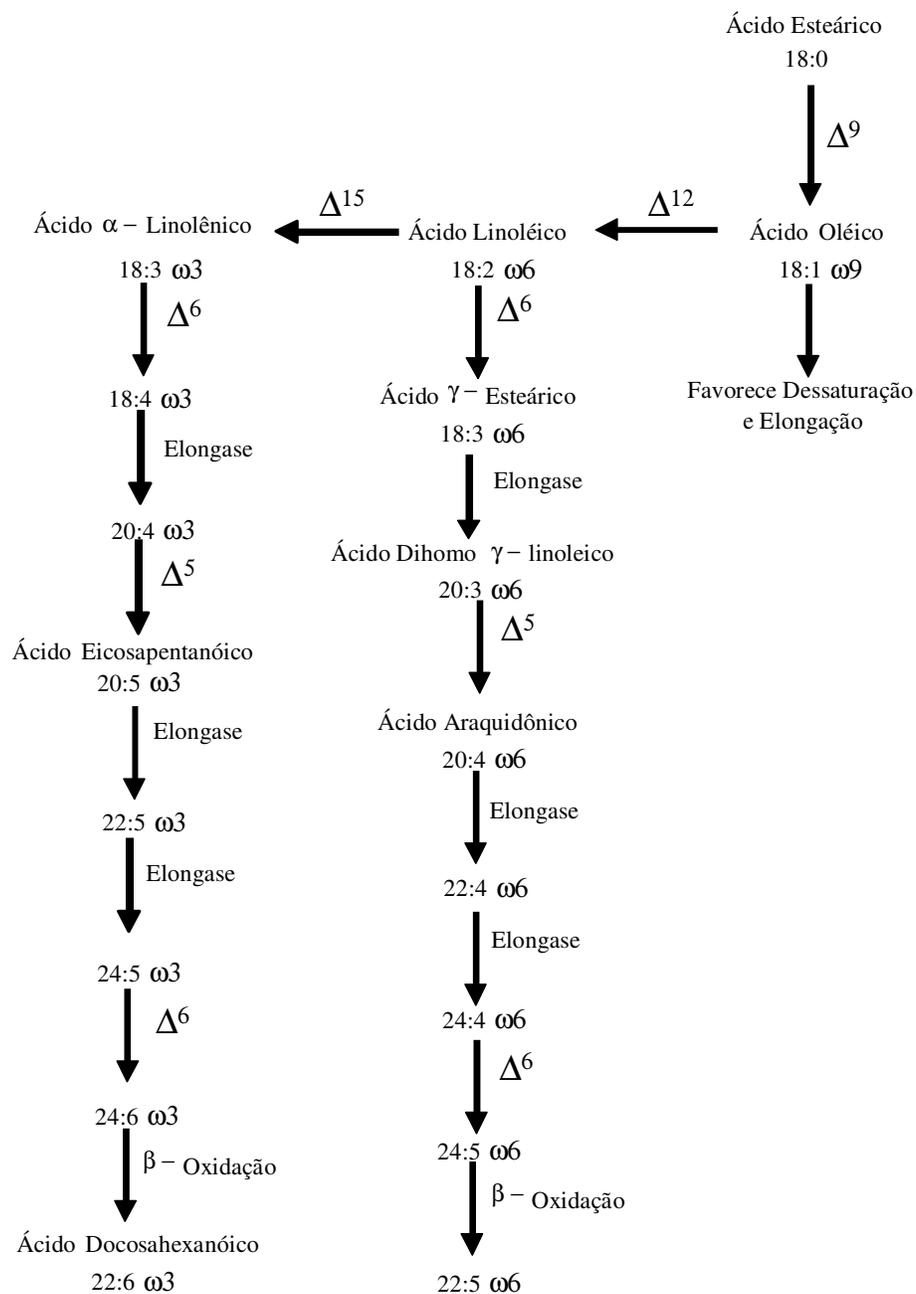


FIGURA 1.2. Alongamento e dessaturação das famílias ômega (Champe & Harvey, 1994).

2.2 Efeitos dos ácidos graxos ômega-3 na saúde

2.2.1 Doenças cardiovasculares

A utilização do peixe na alimentação, como um possível meio de evitar doenças cardiovasculares, originou-se, em grande parte, dos estudos de Sinclair (1953), que estudou as interações entre dieta e saúde nos esquimós norte-americanos. Em estudos epidemiológicos, realizados no norte da Groenlândia por Dyerberg et al. (1975), mostrou-se que a baixa incidência de infarto do miocárdio entre os esquimós está relacionada com os baixos níveis de colesterol e de triacilgliceróis plasmáticos, conseguidos graças a uma dieta rica em proteínas e gorduras provenientes de peixes e pobre em carboidratos. Kromhout (1985) descreve que a mortalidade por doenças cardiovasculares não parece variar com o consumo de 30 a 150g de peixe por dia, porém, uma maior redução na mortalidade ocorre com consumos acima de 150g. A constatação de que um consumo moderado de peixe é eficaz em reduzir a mortalidade é sustentada pelo trabalho de Burr et al. (1989).

Quando os ácidos graxos poliinsaturados das dietas e do sangue dos esquimós e dinamarqueses foram estudados com mais detalhes, foram encontrados entre os esquimós altos níveis dos ácidos icosapentaenóico (20:5 ω 3) e docosaexaenóico (22:6 ω 3), provenientes de gorduras de peixes marinhos (Doe Eicosapentaenoic, 1979). A concentração de ácido icosapentaenóico foi de 10% do total de lipídeos séricos nos esquimós e estava praticamente ausentes entre os dinamarqueses que mostraram uma elevada concentração de ácido araquidônico (20:4 ω 6).

Os efeitos dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (20:5 ω 3 e 22:6 ω 3) na redução das doenças cardíacas, na diminuição da agregação plaquetária e no aumento do tempo de coagulação nos esquimós estão

relacionados com a síntese de prostanóides que atuam inibindo a agregação de plaquetas junto às paredes dos vasos sanguíneos, evitando a trombose. Na Figura 1.3 é mostrada esquematicamente a síntese de prostanóides.

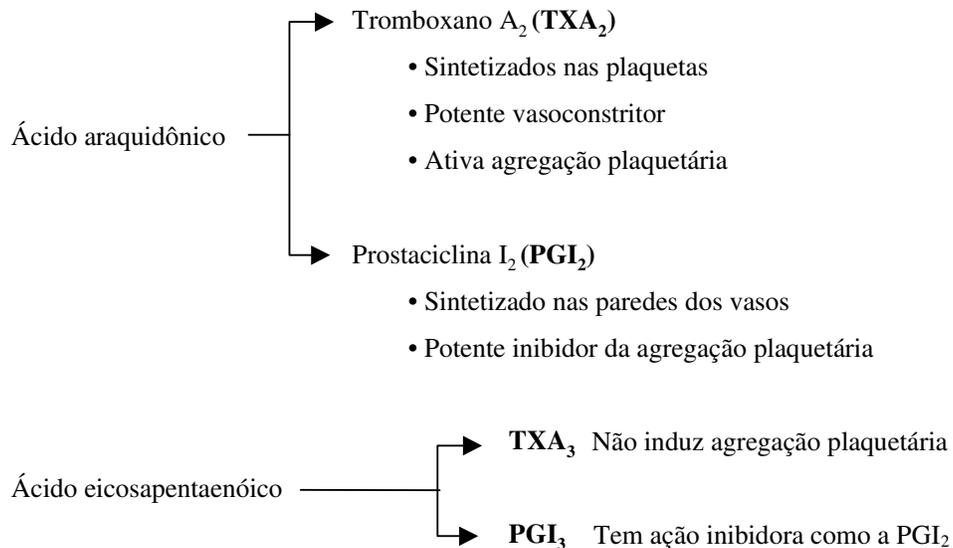


FIGURA 1.3. Síntese de prostanóides no organismo (Leskanich & Noble, 1997).

O Tromboxano A₂ (TXA₂), derivado do ácido araquidônico, é sintetizado nas plaquetas e, após liberação, causa vasoconstrição e agregação plaquetária. A Prostaciclina I₂ (PGI₂), produzida pelas paredes dos vasos sanguíneos e também derivada do ácido araquidônico, é uma potente inibidora da agregação das plaquetas. O balanço da síntese desses dois prostanóides controla e modula o processo de agregação (Leskanich & Noble, 1997).

No caso dos esquimós, segundo Dyerberg et al. (1975), o ácido icosapentaenóico forma um Tromboxano A₃ (TXA₃) que não induz à agregação das plaquetas e uma Prostaciclina I₃ (PGI₃) que tem a mesma ação da PGI₂, ou seja, inibe a agregação plaquetária. Com isso, a baixa incidência de aterosclerose

pode ser consequência de vários fatores, incluindo uma favorável dieta de lipídeos e uma baixa agregação das plaquetas devido à presença de PGI₃ e da baixa atividade do TXA₃. Além disso, nos esquimós são mais baixas as concentrações plasmáticas de colesterol, triacilgliceróis e lipoproteínas de baixa e muito baixa densidade, enquanto os níveis de lipoproteínas de alta densidade são mais elevados. Todos esses fatores considerados atuam contra aterosclerose e o infarto do miocárdio.

Dietas com óleo de peixe reduzem a mortalidade após o infarto. Barlow & Pike (1991) descrevem que em um experimento realizado por Burr e colaboradores, em 1989, com 2033 homens em fase de recuperação de infarto de miocárdio, utilizando uma quantidade moderada de gordura de peixe (300g por semana) na dieta, reduziu-se a mortalidade em 30% durante os dois primeiros anos após o infarto.

Jiang & Sim (1991) obtiveram ovos com alto teor de ácidos graxos ômega-3, colocando 20% de semente moída de linho na ração de poedeiras; em seguida utilizaram 15% de gema desidratada destes ovos na ração de ratos durante quatro semanas, com o objetivo de verificar o efeito de ovos enriquecidos sobre o nível de colesterol no fígado e no plasma de ratos. Os resultados mostraram que houve uma redução de 20% e 38% nos níveis de colesterol sanguíneo e hepático, respectivamente, e um aumento do conteúdo de ácidos graxos ômega-3 nos tecidos dos ratos. Resultados semelhantes também foram encontrados por Adams et al. (1989).

2.2.2 Doenças inflamatórias

Durante as doenças inflamatórias ocorre um aumento no metabolismo do ácido araquidônico ($\omega 6$), produzindo Leucotrienos B₄ (LTB₄). O nível de LTB₄ foi reduzido quando o paciente de artrite reumática foi tratado com os ácidos

icosapentaenóico e docosaexaenóico. Efeitos semelhantes foram encontrados por Barlow & Pike (1991) no tratamento de psoríases e colite ulcerativa. Segundo Brown (1991), o uso do óleo e da farinha de peixe menhaden na ração pode melhorar significativamente o sistema imunológico de aves e suínos e mudar a composição da gordura dos ovos. O óleo de peixe reduz a concentração de ácido araquidônico em células imunes, com melhora na produção de anticorpos e redução na intensidade do processo inflamatório.

Contudo, ainda faltam dados reais que comprovem a eficiência dos ácidos graxos ômega-3 no tratamento destas doenças e expliquem o seu modo de ação no organismo.

2.2.3 Sistema nervoso

Uma das funções mais importantes dos ácidos graxos ômega-3 é atuar como constituinte dos fosfolipídeos da membrana, regulando a sua permeabilidade. Isso é importante na membrana celular dos neurônios para a iniciação e propagação dos impulsos nervosos (Willis, 1981). Confirmando essa afirmação, Does Eicosapentanoic (1979) cita que os fosfolipídeos isolados da vesícula sináptica do cérebro de ratos mostraram conter mais de 30% de ácido docohexaenóico (22:6 ω 3), o ácido mais abundante nos lipídeos do cérebro e da retina.

O sistema nervoso do animal tem um desenvolvimento incompleto ao nascer, de forma que mais de 50% da quantidade final do ácido docosaexaenóico é acumulada após o parto (Dietary, 1985). Assim, a disponibilidade dos ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 na dieta é importante para que ocorra a incorporação do ácido docosaexaenóico no cérebro. Harris et al. (1984) descrevem que a deficiência desses ácidos, durante a gestação das mães, reduziu a visão e a habilidade de aprendizado de ratos e macacos rhesus. A adição de

óleo de peixe na dieta de mulheres em lactação aumentou a quantidade de ácido docosaexaenóico e outros ácidos graxos ômega-3 no leite (Doe Eicosapentaenoic, 1979).

Os ácidos graxos $\omega 3$ e $\omega 6$, docosaexaenóico (DHA) e araquidônico (AA) encontram-se no leite materno e são substâncias de construção do cérebro e da retina. A falta no suprimento desses ácidos graxos reduz a atividade cerebral e a visão, o que foi constatado em recém nascidos alimentados com produtos que não os continham, em comparação com bebês alimentados com leite materno. (Leskanich & Noble, 1997).

Assim, a organização Mundial de Saúde aconselha enriquecer sucedâneos de leite com DHA e AA.

2.3 Conversão dos ácidos graxos ômega-3

A conversão de um ácido graxo ômega-3 de cadeia curta (18:3 $\omega 3$) para outro da série ômega-3 de cadeia longa é possível (Figura 1.2). Entretanto, em humanos, essa transformação é muito lenta, tendo como passo limitante a enzima $\Delta 6$ -dessaturase. Conseqüentemente, o ácido α -linolênico não tem sido considerado uma significativa fonte para síntese dos ácidos icosapentaenóico e docosaexaenóico, embora seja precursor deles. Dieta enriquecida com ácido α -linolênico não produz os mesmos efeitos clínicos que os ácidos icosapentaenóico e docosaexaenóico produzem (Barlow et al. 1990, citados por Barlow & Pike, 1991).

2.4 Quantidade recomendada de ômega-3 na dieta humana

Um grupo de trabalho internacional se reuniu em abril de 1999, no National Institutes of Health em Bethesda, Maryland, para discutir as evidências

científicas relativas às recomendações dietéticas dos ácidos graxos ômega-6 e ômega-3. Esse grupo de trabalho reconheceu que não existem dados suficientes para traçar as exigências de ácidos graxos para humanos, contudo foi possível estabelecer níveis adequados de consumo (NAC) (AI = Adequate Intake). O valor NAC é um valor baseado em níveis de consumo derivados de experimentos ou aproximações do consumo médio observado em grupos de pessoas saudáveis (Simopoulos, 2000). Com os valores de NAC, é esperado que o consumo de adultos e crianças alcance ou supere a quantidade necessária para manter todos os membros de uma população saudáveis. As Tabelas 1.2 e 1.3 abaixo incluem o NAC para os ácidos graxos essenciais ômega-6 e ômega-3 para adultos e crianças respectivamente.

TABELA 1.2. Nível Adequado de Consumo (NAC) para adultos (Simopoulos, 2000).

Ácido Graxo	Dieta de 2.000 kcal (g/dia)	% da Energia
Ácido linoléico	4,44	2,0
Limite máximo	6,67	3,0
Ácido α -linolênico	2,22	1,0
DHA + EPA	0,65	0,3
DHA (mínimo) ¹	0,22	0,1
EPA (mínimo)	0,22	0,1
Ácidos Graxos TRANS Limite máximo ²	2,00	1,0
Ácidos graxos saturados Limite máximo	...	<8,0
Ác.graxos monoinsaturados ³

¹ Para mulheres grávidas e em lactação, assegurar o consumo de 300 mg de DHA/dia.

² Os ácidos graxos trans não são encontrados naturalmente em produtos alimentícios com exceção dos produtos lácteos, assim, o grupo de trabalho não recomenda a presença de ácidos graxos trans em alimentos, como resultado da hidrogenação de ácidos graxos insaturados ou do cozimento em altas temperaturas (óleos de fritura reutilizados).

³ O grupo de trabalho recomendou que a maioria dos ácidos graxos da dieta sejam monoinsaturados.

TABELA 1.3. Nível Adequado de Consumo (NAC) para fórmulas ou dietas infantis (Simopoulos, 2000).

Ácido Graxo	Ácidos graxos (%)
Ácido linoléico	10,00
Ácido α -linolênico	1,50
Ácido araquidônico	0,50
DHA	0,35
EPA	
Limite máximo ¹	<0,10

¹ O EPA é um constituinte natural do leite materno, mas em quantidade superior a 0,1% em sucedâneos de leite, ele pode antagonizar o ácido araquidônico e interferir no crescimento infantil.

2.5 Efeito do enriquecimento de rações com ômega-3 sobre o perfil de ácidos graxos de frangos de corte

2.5.1 Composição tecidual de ácidos graxos

Yau et al. (1991) estudaram a inclusão de 8% de óleo de açafrão, oliva ou coco que possuem 79% de ácido linoléico (C18:2 ω 6), 70% de ácido oléico (C18:1 ω 9) e 83% de ácidos graxos saturados (AGS), em sua composição, respectivamente, com o objetivo de avaliar a possibilidade de enriquecimento do peito e do tecido adiposo de frangos de corte com ácidos graxos específicos. Os resultados encontrados pelos autores revelaram que os níveis do ácido graxo predominante no óleo dietético foram elevados em ambos os tecidos, embora o aumento tenha sido maior no tecido adiposo. Além disso, a composição de ácidos graxos das aves que receberam óleo de coco se assemelhou menos à composição de ácidos graxos da ração, quando comparada com as outras rações. Segundo esses autores, isso aconteceu devido à dessaturação e ao alongamento

ocorridos durante o metabolismo de lipídeos para a formação de membranas. Quanto ao conteúdo lipídico da carne de peito, não foram encontradas diferenças entre os tratamentos.

Olumu & Baracos (1991) suplementaram as rações com 6% de gordura animal + óleo de linhaça, respectivamente, nos percentuais: (6 + 0), (4,5 + 1,5), (3 + 3), (1,5 + 4,5). Os resultados encontrados indicaram que a composição de ácidos graxos do músculo *Sartorius* (coxa) foi afetada pela composição das rações. As rações a base de óleo de linhaça provocaram um decréscimo na quantidade de ácidos graxos saturados e monoinsaturados do músculo e causaram um aumento no teor de ácidos graxos ômega-3, o qual aumentou com o aumento da duração do período de consumo do óleo de linhaça. Após uma semana de consumo das rações contendo 1,5 e 4,5% de óleo de linhaça, o músculo *Sartorius* continha 6,3 e 13,6%, respectivamente, de ácidos graxos ômega-3; após três semanas de consumo das mesmas rações, estes níveis aumentaram para 8,8 e 17,5%, respectivamente. A deposição dos ácidos graxos ômega-3 de cadeia longa, C20:5 ω 3 (EPA), C22:5 ω 3 (DPA) e C22:6 ω 3 (DHA), também aconteceu de acordo com o aumento dos níveis de óleo de linhaça nas rações. Contudo, essa deposição foi limitada, pois apesar de a quantidade de C18:3 ω 3 (α -linolênico) ter aumentado em até 14 vezes no tecido, a quantidade de ácidos graxos ômega-3 de cadeia longa aumentou apenas de 2 a 5 vezes. Os autores observaram também que as rações com óleo de linhaça fornecidas por um período prolongado reduziram a deposição de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da série ω 6 (C20:2 ω 6, C20:3 ω 6, C20:4 ω 6, C22:4 ω 6 e C22:5 ω 6) no músculo *Sartorius* e sugeriram que este fato ocorreu como resultado da inibição da dessaturação do ácido linoléico (C18:2 ω 6) a araquidônico (C20:4 ω 6), devido à competição com o ácido α -linolênico (C18:3 ω 3) pela enzima Δ -6-dessaturase. O conteúdo lipídico da coxa dos frangos não foi afetado pelos tratamentos.

Ajuyah et al. (1991) compararam rações com dois níveis (10 e 20%) de semente integral de canola (SC) ou semente integral de linhaça (SL) e a combinação de dois níveis (3,5 e 7,0%) de óleo de canola (OC) + farelo de canola (FC) ou farelo de linhaça (FL) a 6,5% ou 13%, com um tratamento adicional à base de milho e farelo de soja (controle), sendo que o conteúdo lipídico das rações experimentais era similar para todos os tratamentos. Os autores observaram que, na carne branca, o grupo controle apresentou deposição em maior quantidade do total de ácidos graxos saturados do que os grupos alimentados com 20% de OC + FC e 20% de OC + FL. Os animais alimentados com a ração controle apresentaram menores valores de ácido linoléico (C18:2 ω 6) na carne branca quando comparados com os outros grupos (exceto os animais alimentados com 10% de OC + FL). Os níveis de ácido araquidônico (C20:4 ω 6) foram significativamente menores nos grupos alimentados com SL e 10% de OC + FC do que nos grupos controle, SC, 10% OC + FC e 20% OC + FL. A concentração tecidual de ácido linolênico (C18:3 ω 3) foi influenciada significativamente pela fonte de gordura e pelos níveis de sementes integrais e de OC na ração, tal que as aves alimentadas com 20 % de SL possuíam maior quantidade desse ácido graxo que as aves que foram alimentadas com a ração controle e com os outros tratamentos.

Também entre tratamentos, os altos níveis de FC, SL e OC aumentaram os níveis de ácido α -linolênico na carne branca. As aves alimentadas com 20% de SC e SL mostraram um aumento marcante na deposição dos ácidos docosapentaenóico (C22:5 ω 3) e docosaenaenóico (C22:6 ω 3) quando comparadas com o grupo controle. Contudo, o acúmulo tecidual do total de ácidos graxos ômega-3 aumentou em proporção aos níveis de C18:3 ω 3 das rações. Na carne vermelha e na carcaça inteira, observou-se o mesmo padrão de deposição de ácidos graxos em relação às rações. Com relação aos valores de gordura total encontrado na carne branca e na carne vermelha, os autores

relataram que as aves que receberam os tratamentos com SL continham menos gordura que as alimentadas com SC e comentaram que tal fato pode indicar uma inibição da lipogênese devido aos efeitos dos altos níveis de C18:3 ω 3 encontrados na semente integral de linhaça.

Chanmugan et al. (1992) testaram rações com óleo de milho, linhaça e menhaden em níveis de 1; 2,5 e 5% para frangos de corte e os dados obtidos demonstraram que o conteúdo de ácidos graxos ômega-3 no músculo da coxa de frangos de corte pode ser aumentado pela suplementação das rações com óleo de linhaça ou de menhaden. Contudo, a maior deposição de ácidos graxos ômega-3 nas aves alimentadas com óleo de linhaça foi resultado do maior teor de ácido α -linolênico encontrado neste óleo. Os autores observaram também que a deposição dos ácidos C20:5 ω 3 e C22:6 ω 3 foi maior nos músculos da coxa das aves alimentadas com óleo de menhaden, seguida pelas que receberam óleo de linhaça, para as quais, por sua vez, a deposição foi maior do que a do grupo controle. A razão de ácidos graxos ω 3: ω 6 nos lipídeos da coxa dos frangos foi maior nas aves alimentadas com óleo de linhaça, seguidas pelas aves alimentadas com óleo de menhaden.

Ajuyah et al. (1993), que trabalharam com uma ração controle à base de milho e soja e outras quatro rações com adição de 15% de semente integral de linhaça com e sem os antioxidantes tocoferol, cantaxantina e uma mistura dos dois antioxidantes, verificaram que a composição de ácidos graxos da carne branca e da carne vermelha foi influenciada pelos ácidos graxos dietéticos, sobretudo a fração triglicéridica. A relação ω 6: ω 3 encontrada nos lipídeos da carne branca foi de 6,4:1 para o grupo controle e variou de 1,3: 1 a 1,5:1 nas rações com 15% de semente integral de linhaça com ou sem antioxidantes.

Scaife et al. (1994) examinaram os efeitos da suplementação de rações com ácidos graxos de diferentes comprimentos de cadeia e graus de insaturação

para frangos de corte. Dez rações experimentais foram utilizadas com adição de 5% de gordura animal ou óleo de soja, ou óleo de colza, ou óleo marinho, ou misturas binárias dessas fontes de gordura na proporção de 1:1. Os autores verificaram que, no músculo do peito, os teores de C18:2 ω 6, C20:4 ω 6, C22:5 ω 3 e C22:6 ω 3 diminuíram pela inclusão de gordura animal na ração. As proporções de C18:2 ω 6 e C20:4 ω 6 aumentaram significativamente nas aves alimentadas com óleo de soja, enquanto as proporções de C18:1 ω 9 e C20:5 ω 3 foram reduzidas significativamente. Os efeitos da inclusão de óleo de colza propiciaram um aumento pouco significativo nos níveis de C18:1 ω 9 e de C18:3 ω 3 e um decréscimo bastante significativo nas concentrações de C16:0 e C20:5 ω 3. O perfil de ácidos graxos do músculo foi alterado marcadamente pelas rações que continham óleo marinho, com o aumento na deposição dos ácidos C14:0, C16:0, C20:5 ω 3, C22:5 ω 3 e C22:6 ω 3 e decréscimo na deposição dos ácidos graxos C18:1 ω 9, C18:2 ω 6, C18:3 ω 3 e C20:4 ω 6. A relação poliinsaturados:saturados (P:S) decresceu significativamente nas rações com adição de gordura animal e cresceu nas rações à base de óleo de soja. A relação P:S e a relação ω 6: ω 3 tiveram alta correlação com as mesmas relações das rações. Os autores relataram uma alta correlação entre os lipídeos dietéticos e teciduais.

Hulan et al. (1988), com o objetivo de testar a inclusão de farinha de redfish (FR) ou óleo de redfish (OR), utilizaram seis rações experimentais, que foram: ração controle (sem adição de FR ou de OR); 7,5% de FR; 15% de FR; 30% de FR; 2,1% de OR e 4,2% de OR. Os pesquisadores observaram que a carne do peito apresentou menor conteúdo de lipídeos totais e de triacilgliceróis e maior conteúdo de fosfolipídeos do que a carne da coxa. Relataram, também, que o conteúdo lipídico e fosfolipídico aumentou com o maior tempo de consumo das rações, enquanto o conteúdo de triacilgliceróis decresceu. Quanto à

composição de ácidos graxos das carnes, esta não sofreu efeito das rações experimentais. A carne do peito apresentou conteúdo total de ômega-3 maior que o da coxa de (EPA, DPA e DHA). Esses parâmetros também mostraram aumento com o aumento do tempo de consumo das rações experimentais.

Rosa (1999), estudando a adição de três tipos de óleo [soja, linhaça e comercial (mistura de óleo de peixe e óleo de linhaça)] em níveis de inclusão diferentes (1, 2 e 3%) na ração de frangos de corte, verificou que a composição da ração em ácidos graxos influenciou o teor de ácidos graxos do peito e da coxa dos frangos. No peito, o nível de inclusão de 3% do óleo comercial foi o que proporcionou a maior deposição de ácido linolênico; EPA; DHA e do total de ômega-3. E a melhor relação ômega-6: ômega-3 foi encontrada nos frangos alimentados com 3% de óleo de linhaça. Na coxa, o óleo de linhaça (3%) proporcionou a melhor deposição de: ácido linolênico; EPA; DHA e total de ômega-3 e a melhor relação ômega-6: ômega-3.

2.6 Efeito do cozimento

2.6.1 Efeito do cozimento sobre a perda de peso por cozimento.

As condições de cozimento são fatores que afetam a composição final dos alimentos. Muitos trabalhos são realizados para verificar as perdas de nutrientes que ocorrem durante os diversos métodos de cocção, em diversos tipos de alimentos.

A perda de peso por cozimento (PPC) corresponde à perda de água por gotejo (*drip*) e evaporação; à perda de compostos gordurosos por fusão e eluição para o meio externo e à absorção de compostos do meio externo (Mai et al., 1978) e pode ser afetada pelo tempo e temperatura de cocção, que modulam o estresse térmico sofrido pelos cortes (Badiani et al., 2002).

As formas de condução de calor também alteram a PPC. Segundo Potter & Hotchkiss (1995), as fontes de calor das formas convencionais de cocção (chama direta, ar quente, contato direto com chapa quente e outros similares), fazem com que as moléculas do alimento reajam da superfície até o interior, de maneira que as regiões do corte vão se aquecendo em camadas sucessivas. Isso dá lugar a um gradiente de temperatura que pode cozinhar o exterior de uma peça antes que sua temperatura interna aumente, formando um envoltório que reduz as perdas. Já as microondas penetram uniformemente nas peças, fazendo com que todas as moléculas de água e outras moléculas polares se coloquem em movimento ao mesmo tempo, resultando na geração de calor uniforme por toda a peça; assim o vapor de água tende a escapar para o meio externo.

Além disso, Kilgore & Lucker (1964) afirmam que a área de superfície por unidade de volume exposta ao meio de cozimento é um fator importante que afeta a PPC.

2.6.2 Efeito do cozimento sobre a composição centesimal e colesterol

O cozimento altera os valores de proteína, gordura, cinzas e matéria seca dos cortes devido à incorporação do meio de cocção e perda de nutrientes e água para o mesmo (Steiner-Asiedu et al., 1991; Gokoglu et al., 2003).

Mai et al. (1978), estudando o efeito de diferentes métodos de cocção (assado em forno convencional, fritura por imersão e fritura) em três espécies de peixe (truta, rêmora e bluegill), relataram que o cozimento por qualquer dos métodos de cocção utilizados resultou no decréscimo do conteúdo de colesterol (na base seca) nos filés de peixe.

Gall et al. (1983) estudaram os efeitos de quatro métodos de cocção (assar, grelhar, fritar por imersão e assar no microondas) sobre a composição centesimal de filés de peixes (garoupa, caranha vermelha, pampo da Flórida e

cavalinha). Eles concluíram que em qualquer dos métodos de cocção utilizados, ocorreu perda de umidade durante o cozimento e que a perda de umidade foi similar para os métodos assar, grelhar ou microondas, enquanto a fritura por imersão causou a maior perda de umidade. Com relação à gordura, os autores afirmaram que as mudanças observadas no conteúdo de gordura dos filés cozidos parecem estar diretamente relacionadas ao conteúdo lipídico original dos filés crus, quando estes são submetidos a um meio que não contenha lipídeos. Assim, os filés de garoupa que apresentavam 1% de gordura não apresentaram perda de lipídeos durante o cozimento (assado, grelha e microondas), enquanto os filés de caranha vermelha e pampo da Flórida, com 1,5 e 5,2% de gordura (crus), respectivamente, perderam gordura quando submetidos a esses métodos de cocção, o que só ficou evidente nas análises calculadas na matéria seca. A perda de gordura verificada nos filés de cavalinha (13,75% de gordura) foi mais pronunciada e as diferenças foram verificadas na matéria natural e na matéria seca. A fritura por imersão causou um aumento, no conteúdo de gordura dos filés de garoupa, caranha vermelha e pampo e os autores explicam que esse aumento foi devido à absorção de óleo do meio pelos filés dessas três espécies. Os filés de cavalinha apresentaram perda líquida de gordura para o meio quando submetidos à fritura por imersão. Os autores concluíram que a perda ou o ganho de lipídeos dos filés para o meio de cocção estão relacionados com o conteúdo lipídico do filé cru. O conteúdo de proteína aumentou nos filés cozidos de todas as espécies quando comparados com os crus quanto aos dados na matéria natural. E os dados na matéria seca indicaram aumento de proteína para todas as espécies (exceto a garoupa), nos métodos de cocção que não utilizaram óleo. Os autores relataram que os efeitos do cozimento sobre os níveis protéicos dos filés dessas espécies de peixes não apresentaram um padrão de comportamento. Os conteúdos das cinzas foram perdidos quando os filés de baixo conteúdo lipídico foram submetidos aos

quatro métodos de cocção, diferentemente do que aconteceu com os filés de cavalinha, que não apresentaram perda de cinza durante o cozimento.

Steiner-Asiedu et al. (1991) utilizaram duas espécies de peixe de água salgada (sardinha e pardo) e uma espécie de água doce (tilápia) e as submeteram a defumação, cozimento em água e fritura por imersão em óleo de palma (azeite de dendê). Eles relataram que a defumação e a fritura por imersão causaram aumento no conteúdo de matéria seca dos filés, e atribuíram esse aumento à absorção de gordura pelo filé no método fritura por imersão e à perda de água no método defumação. Os métodos cozimento em água e defumação não alteraram o conteúdo protéico dos filés, enquanto a fritura por imersão causou diminuição na porcentagem de proteína dos filés, o que os autores explicam como sendo resultado da diluição da proteína no óleo utilizado no meio de cocção.

Badiani et al. (1998) trabalharam com carne de cordeiro (3 meses de idade) e relataram que após o cozimento, o conteúdo de proteína, lipídeos e colesterol aumentou significativamente, enquanto houve diminuição no conteúdo de umidade e cinzas.

Badiani et al. (2002), trabalhando com diferentes métodos de cocção e diferentes cortes bovinos, relataram que o cozimento causou redução no conteúdo de umidade dos cortes enquanto houve aumento nos teores de gordura e colesterol.

Gokoglu et al. (2003) avaliaram o efeito de cinco métodos de cocção (fritura, cozimento em água, grelha, assado em forno e microondas) sobre a composição centesimal de filés de truta arco-íris e relataram que foram encontradas diferenças no conteúdo de matéria seca, proteína e cinzas em todos os métodos de cocção, enquanto aumento no conteúdo lipídico só foi encontrado no método fritura. A fritura ocasionou aumento no conteúdo de matéria seca e de gordura devido à incorporação de óleo do meio de cocção no filé. Os métodos fritura e microondas proporcionaram o maior aumento no conteúdo de matéria

seca. A maior perda de umidade ocorrida nesses métodos resultou em maiores valores de proteína nesses filés.

García-Arias et al. (2003) analisaram as mudanças ocorridas na composição centesimal de filés de sardinhas submetidos a três métodos de cocção (fritura, assado em forno e grelhado). Os autores relataram que nos três métodos de cocção (dados expressos na matéria seca), os filés de sardinha cozidos apresentaram menores valores de umidade e gordura e maiores de proteína e cinzas em relação aos filés crus, contudo a extensão das mudanças foi diferente para cada método utilizado. Segundo os autores, durante a fritura, o óleo do meio penetra no alimento após a perda parcial de água por evaporação, contudo, em alimentos mais oleosos, essa troca óleo-água é menor e, além disso, ocorre a troca entre a gordura do alimento e a gordura do meio; com base nos dados apresentados, os autores concluem que o balanço dessa troca foi negativo, com mais gordura sendo liberada para o meio do que adsorvida pelo filé de sardinha. A perda de gordura foi menor nos filés de sardinha fritos do que nos filés submetidos aos demais tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R. L.; PRATT, D. E.; LIN, J. H.; STADELMAN, W. J. Introduction of omega-3 polyunsaturated fatty acids into eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, p. 166, 1989. Supplement, 1.

AJUYAH, A. O.; HARDIN, R. T.; SIM, J. S. Effect of full-fat flax seed with and without antioxidant on the fatty acid composition of major lipid classes of chicken meats. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 125-136, Jan. 1993.

AJUYAH, A. O.; LEE, K. H.; HARDIN, R. T.; SIM, J. S. Changes in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oil seeds. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 2304-2314, Nov. 1991.

BADIANI, A.; NANNI, N.; GATTA, P. P.; BITOSSI, F.; TOLOMELLI, B.; MANFREDINI, M. Nutrient content and retention in selected roasted cuts from 3-month-old ram lambs. **Food Chemistry**, Great Britain, v. 61, n. 1/2, p. 89-100, Jan./Feb. 1998.

BADIANI, A.; STIPA, S.; BITOSSI, F.; GATTA, P. P.; VIGNOLA, G.; CHIZZOLINI, R. Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by common culinary practices. **Meat Science**, Amsterdam, v. 60, n. 2, p. 169-186, Feb. 2002.

BARLOW, S.; PIKE, I. H. Humans, animals benefit from omega-3 polyunsaturated fatty acids. **Feedstuffs**, Mineapolis, v. 63, n. 19, p. 18-26, May 1991.

BELDA, M. C. R.; POURCHET-CAMPOS, M. A. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 5-35, jan./jun. 1991.

BROWN, R. H. Fish meal, oil improve immune systems. **Feedstuffs**, Mineapolis, v. 63, n. 19, p. 26, May 1991.

BURR, G. O.; BURR, M. M. The nature and role of the fatty acids essential in nutrition. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v. 82, n. 2, p. 345-367, 1930.

BURR, M. L.; FEHILY, A. M.; GILBERT, J. F. et al. Effects of changes in fat, fish and fibre intakes on death myocardial reinfarction: diet and reinfarction trial (DART). **Lancet**, London, v. 2, p. 757-761, 1989.

CARPENTER, K. J. Early ideas on the nutritional significance of lipids. In: SYMPOSIUM: Evolution of ideas about the nutritional value of dietary fat. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 128, n. 2, p. 423-426, Feb. 1998. Supplement.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. Fatty acid and triacylglycerol metabolism. In: **Biochemistry**. 2 ed. Philadelphia: Lippincott's Illustrated Reviews, 1994. p. 171-190.

CHANMUGAN, P.; BOUDREAU, M.; BOUTTE, T.; HERBERT, J.; BERRIO, L. H.; WANG, D. H. Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 3, p. 516-521, Mar. 1992.

CHEVREUL, M. Note sur la présence de la Cholesterine dans la bile de l'homme. **Mémoires Musée Historia Naturales**, Paris, v. 11, p. 239-240, 1824.

DIETARY Fish Oil increases ω 3 long-chain polyunsaturated fatty acids in human milk. **Nutrition Reviews**, St. Louis, v. 43, n. 10, p. 302-303, Oct. 1985.

DOES EICOSAPENTAENOIC acid prevent thrombosis and atherosclerosis? **Nutrition Reviews**, St. Louis, v. 37, n. 10, p. 316-317, Oct. 1979.

DYERBERG, J.; BANG, H. O.; HJORNE, N. Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 28, n.9, p. 958-966, Sept. 1975.

ERLANDSEN, A. Untersuchungen über die lecithinartigen Substanzen des Myocardiums und der quergestreiften Muskeln. **Zeitschrift für Physiologische Chemie**, Strasburg, v. 51, p. 71-155, 1907.

FLANKLAND, E. **On the origin of muscular power**. London: Philosophical Magazine, 1996. p. 192-199.

GALL, K. L.; OTWELL, W. S.; KOBURGUER, J. A.; APPLIEDORF, H. Effects of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, n. 4, p. 1068-1074, July/Aug. 1983.

GARCÍA-ARIAS, M. T.; PONTES, E. A.; GARCÍA-LINARES, M. C. et al. Cooking-freezing-reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. **Food Chemistry**, Great Britain, v.83, n.3, p.349-356, Nov. 2003.

GOKOGLU, N.; YERLIKAYA, P.; CENGIZ, E. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Food Chemistry**, 2003. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 20 jun 2003.

HARPER, R. **Bioquímica**. 6. ed. Brasil: Atheneu, 1990. 785 p.

HARRIS W. S.; CONNOR, W. E.; LINDSEY, S. Will dietary ω 3 fatty acids change the composition of human milk? **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 40, n. 4, p. 780-785, Apr. 1984.

HOLMAN, R. T. The slow discovery of the importance of ω 3 essential fatty acids in human health. In: Symposium: Evolution of ideas about the nutritional value of dietary fat. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 128, n. 2, p. 427-433, Feb. 1998. Supplement.

HOLMAN, R. T.; JOHNSON, S. B.; HATCH, T. F. A case of human linolenic acid deficiency involving neurological abnormalities. **American Journal Clinical Nutrition**, New York, v 35, n. 3, p. 617-623, Mar. 1982.

HULAN, H. W.; ACKMAN, R. G.; RATNAYAKE, W. M. N.; PROUDFOOT, F. G. Omega-3 fatty acid levels performance of broiler chickens fed redfish meal or redfish oil. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 68, n. 2, p. 533-547, June 1988.

JIANG, Z.; SIM, J. S. Effects of feeding flax and two types of sunflower seeds on fatty acid composition of yolk lipid classes. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 2467-2475, Dec. 1991.

KILGORE, L. T.; LUCKER, W. D. Fatty acid composition of fried foods and fats used for frying. **Journal of American Oil Chemistry Society**, New York, v. 41, p. 496, 1964.

KROMHOUT, D. P. The inverse relation between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease. **The New England Journal or Medicine**, Boston, v. 312 n. 19, 1205-1209, 1985.

LESKANICH, C. O.; NOBLE, R. C. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. **World's Poultry Science Journal**, Huntingdon, v. 53, n. 2, p. 155-183, June 1997.

MAI, J.; SHIMP, J.; WEIHRAUCH, J.; KINSELLA, J. E. Lipids of fish fillets: changes following cooking by different methods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 6, p. 1669-1674, Nov./Dec. 1978.

OLOMU, J. L.; BARACOS, V. E. Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle protein deposition and fatty acid composition of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 8, p. 1403-1411, Aug. 1991.

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.

POTTER, N. N.; HOTCHKISS, J. H. **Ciência de los Alimentos**. 5. ed. Zaragoza, España: Acribia, 1995. p. 667.

ROSA, F. C. **Teor de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 no peito e na coxa de frangos de corte alimentados com rações contendo três fontes de óleo**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SCAIFE, J. R.; MOYO, J.; GALBRAITH, M.; MICHIE, W.; CAMPBELL, V. Effect of different supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. **British Poultry Science**, Edinburg, v. 35, p. 107-118, 1994.

SIMOPOULUS, A. P. ω -3 fatty acids in growth and development and in health and disease. Part I. The role of ω -3 fatty acids in growth and development. **Nutrition Today**, Baltimore, v. 23, n. 1, p. 10-19, 1988.

SIMOPOULUS, A. P. Human Requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 7, p. 961-970, July 2000.

SINCLAIR, H. M. The diet of Canadian Indians and Eskimos. **Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 12, n. 1, p. 69-82, 1953.

STEINER-ASIEDU, M.; JULSHAMN, K.; LIE, O. Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: Part I. Proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamins. **Food Chemistry**, Oxford, v. 40, n. 3, p. 309-321, 1991.

WIDMER, C.; HOLMAN, R. T. Polyethenoid fatty acid metabolism II. Deposition of polyunsaturated fatty acids in fat-deficient rats upon single fatty acid supplementation **Archives Biochemistry**, San Diego, v. 25, n. 1, p. 1-12, 1950.

WILLIS, A. L. Nutritional and pharmacological factors in eicosanoid biology. **Nutrition Reviews**, New York, v. 39, p. 289-301, 1981.

YAU, J. C.; DENTON, J. H.; BAILEY, C. A.; SAMS, A. R. Customizing the fatty acid content of broiler tissues. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 1, p. 167-172, Jan. 1991.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DO FORNECIMENTO DE RAÇÕES COM DIFERENTES PERFIS DE ÁCIDOS GRAXOS E TEMPO DE FORNECIMENTO SOBRE A DEPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS ÔMEGA-3 NA CARÇAÇA.

RESUMO

ROSA, Fabiana Cordeiro. Avaliação do fornecimento de rações com diferentes perfis de ácidos graxos e tempo de fornecimento sobre a deposição de ácidos graxos ômega-3 na carcaça. In: _____ **Composição química e métodos de cocção de carcaça de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com ômega-3.** Lavras: UFLA, 2003. p.33-90. (Tese - Doutorado) Universidade Federal de Lavras.¹

Este experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras com o objetivo de avaliar o efeito do tempo de fornecimento (TF) (7, 14 e 21 dias) de rações com diferentes perfis de ácidos graxos (PAG) sobre o desempenho, rendimento de carcaça (RC) e cortes, extrato etéreo (EE) e PAG no peito e coxa de frangos de corte. As rações experimentais (milho e farelo de soja), com adição de 3% dos óleos de linhaça (LN), comercial (CM) e soja (SJ) e uma ração sem óleo (SO), foram fornecidas de 25 a 46 dias de idade das aves. O TF afetou o peso médio (PM) ($P < 0,01$), o ganho de peso (GP) ($P < 0,01$), o consumo de ração (CR) ($P < 0,01$) e a conversão alimentar (CA) ($P < 0,01$) e as rações influenciaram ($P < 0,01$) o PM e o CR. O RC e de cortes não foram afetados pelas rações experimentais e pelo TF. A ração SO proporcionou a maior deposição de EE e os valores de EE aumentaram com o TF. As aves alimentadas com LN e CM apresentaram maior deposição de 18:3 ω 3; 20:5 ω 3; 22:6 ω 3 e conseqüentemente do total de AG ω 3 no peito e na coxa, do que as aves que receberam SO e SJ. As deposições de 18:2 ω 6 e do total de AG ω 6 foram mais elevadas nas aves alimentadas com SJ. O 20:4 ω 6 foi depositado em menores proporções nos frangos alimentados com LN e CM do que naqueles que receberam SO e SJ. As menores relações ω 6: ω 3 foram atingidas nas aves alimentadas com CM e LN, em todos TF. O TF não influenciou a deposição de AG na coxa. Para as aves alimentadas com CM, a relação I:S (insaturados: saturados) aumentou com o TF, pois a deposição de AG saturados (AGS) diminuiu e as deposições de AG monoinsaturados (AGM) e de AG poliinsaturados (AGP) aumentaram com o TF. As aves alimentadas com SJ não apresentaram grandes variações na deposição de AGS, AGM e AGP ao longo do TF, assim a relação I:S também não se alterou. O perfil de ácidos graxos da ração influencia o PAG do peito e da coxa. O comportamento da deposição de ácidos graxos (AG) é diferente para peito e coxa. O TF não

¹ Comitê Orientador: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Antonio Soares Teixeira – UFLA; Priscila Vieira Rosa Logato - UFLA; Neura Bragagnolo – UNICAMP.

influncia a deposição de AG na coxa e, no peito, as relações apresentadas entre TF e deposição de AG no so claras.

ABSTRACT

ROSA, Fabiana Cordeiro. Evaluation of the supply of rations with different profiles of fatty acids and times of supply about the deposition of fatty acids ω -3 in the carcass. **In: _____ Effect of cooking methods on carcass chemical composition of broilers fed diets supplemented with omega 3 fatty acids.** Lavras: UFLA, 2003. p.34-92. (Thesis - Doctorate). Universidade Federal de Lavras.¹

An experiment was conducted at the Department of Animal Science of the Federal University of Lavras, Minas Gerais, Brazil. Its objective was to evaluate the effects of diets with different fatty acid profiles (FAP) and duration of feeding (DF) on broiler chicken's breast and thigh FAP, carcass yield (CY), breast yield (BY) and thigh yield (TY), ether extract (EE), weight gain (WG), body weight (BW), feed intake (FI) and feed conversion (FC). The experimental diets were formulated in order to present different FAP. In order to achieve this, 3% of either linseed oil (LN), commercial oil (CM) or soybean oil (SB) and a no added oil diet (NO) was used, in a total of 4 experimental diets which were fed to the birds from 25 to 46 days old. One bird of each experimental group was killed each week in order to perform the fatty acids (FA) and EE analyses. FI, FC, and WG were also recorded weekly. The CY was evaluated at the end of the experimental period. WG, BW, FI and FC were affected by the DF. The experimental diets had an influence on BW and FI. CY, BY and TY were not affected by the experimental diets nor the DF. The greatest values for EE in breast and thigh muscles were found in birds that were fed NO. The FA deposition behaved differently for breast and thigh meats. The birds that were fed LN and CM had greater deposition of 18:3 ω 3; 20:5 ω 3; 22:6 ω 3 and total ω 3 than birds fed NO and SB. The SB diet enabled the best deposition of 18:2 ω 6 and total ω 6. The birds fed LN and CM deposited less 20:4 ω 6 than the birds fed NO and SB. The CM and LN diets enabled the best ω 6: ω 3 ratio at any DF. The DF didn't have influence on thigh FAP and, in breast meat, there was not a clear relationship between DF and FAP.

¹ Guidance Committee Maria Cristina Bressan - UFLA (Adviser); Antonio Soares Teixeira - UFLA; Priscila Vieira Rosa Logato - UFLA; Neura Bragagnolo - UNICAMP.

1 INTRODUÇÃO

Estudos clínicos e epidemiológicos na área humana evidenciam, nos últimos 20 anos, a importância e a essencialidade dos ácidos graxos poliinsaturados para: a) o desenvolvimento e o crescimento normal; b) manutenção da qualidade de vida; e c) prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes, artrite, câncer e outras doenças auto-imunes (Holman, 1998; Takahata et al. 1998; Gonzalez-Esquerria & Lesson, 2000).

Os ácidos graxos são classificados de acordo com a posição da primeira dupla ligação, contada a partir do carbono metílico (carbono ômega), que são os ácidos graxos das famílias ômega 3, 6, 7 e 9. Os ácidos graxos não sintetizados pelos animais são os das famílias ômega (ω) 6 e ω 3. Os vegetais são capazes de sintetizá-los, contudo os animais são metabolicamente incapazes de introduzir duplas ligações nessas posições (Mayes, 1990).

Os precursores das famílias ω 6 e ω 3, os ácidos graxos linoléico e α -linolênico, respectivamente, podem sofrer alongamento e dessaturação e originar os ácidos graxos poliinsaturados de 20 carbonos: o ácido araquidônico (C20:4 ω 6) e o ácido icosapentaenóico (C20:5 ω 3). Esses, por sua vez, são precursores de um grupo de compostos conhecidos como eicosanóides (prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos), que provocam uma variedade de respostas fisiológicas (Champe & Harvey, 1994; Mayes, 1990). Quando o organismo dispõe de quantidades elevadas do precursor da família ω 6 desencadeia o surgimento de enfermidades auto-imunes e degenerativas em decorrência de respostas inflamatórias exacerbadas (compostos oriundos da família ω 3 apresentam reações inflamatórias com 3 a 10% da potência dos compostos da família ω 6). Em situações orgânicas em que haja uma quantidade

adequada das duas famílias de ácidos graxos, as respostas fisiológicas são reduzidas, tornando-se equilibradas (Leskanich & Noble, 1997; Simopoulos, 2000).

Historicamente, Simopoulos (2000) descreve que, antes da revolução agrícola, 10.000 anos atrás, a dieta humana apresentava quantidades similares de ácidos graxos $\omega 6$ e $\omega 3$ (1 a 2 :1). Entretanto, essa relação foi modificada nos últimos 150 anos e foi estimado que, atualmente, na dieta ocidental, essa é de 10 a 25:1. As possíveis causas desse aumento na relação $\omega 6:\omega 3$ podem ser: a) o aumento no consumo de ácidos graxos $\omega 6$, em decorrência da produção industrial de rações animais ricas em grãos contendo ácidos graxos $\omega 6$ (milho e farelo de soja), levando à produção de carnes, peixes e ovos ricos em $\omega 6$; b) as recomendações de profissionais da área da saúde para a ingestão de óleos vegetais em detrimento das gorduras animais ricas em ácidos graxos saturados; e c) o decréscimo no consumo de ácidos graxos $\omega 3$ em decorrência da redução na quantidade de pescados e outras fontes desses ácidos graxos na dieta, tais como: semente de linhaça, óleo de prímula e óleo de canola.

A relação $\omega 6:\omega 3$ pode tornar-se adequada na dieta humana com a diminuição no consumo de óleos e grãos ricos em $\omega 6$ e o aumento no consumo de ácidos graxos $\omega 3$. As recomendações para a relação $\omega 6:\omega 3$ adequada são: segundo a FAO (1984), de 3:1 e 4:1; e segundo Uauy et al. (1999), de 4:1 para adultos saudáveis e 2:1 na prevenção de doenças crônicas em idosos. A oferta de produtos enriquecidos com ácidos graxos $\omega 3$ é um modo de aumentar a inclusão dos ácidos graxos α -linolênico, icosapentaenóico (EPA) e docosaexaenóico (DHA) nas dietas ocidentais, melhorando, assim, a relação $\omega 6:\omega 3$. Diversos estudos têm mostrado a possibilidade da modificação do perfil de ácidos graxos da carne de frangos de corte pela manipulação da dieta desses animais (Ajuyah et al., 1991; Pinchasov & Nir, 1992; Scaife et al., 1994; Leskanich & Noble,

1997; Hulan et al., 1988 e Rosa, 1999). Esses estudos, utilizando diversos tipos de componentes de ração como as farinhas, farelos e óleos vegetais ou de peixes como fonte de ácidos graxos $\omega 3$, comprovam que a adição de ácidos graxos na carne de frangos de corte ocorre de maneira dependente da dose. Contudo, pouco se sabe sobre a curva de deposição desses ácidos graxos, isto é, como o tempo de fornecimento influencia na deposição.

O presente trabalho tem como objetivos identificar o efeito do tempo de fornecimento de rações com diferentes perfis de ácidos graxos em frangos de corte e determinar o desempenho, o rendimento de carcaça e cortes, a deposição de extrato etéreo e o perfil de ácidos graxos nos cortes peito e coxa de frangos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de realização do experimento e análises

O experimento de campo foi conduzido no Setor de Avicultura e parte das análises laboratoriais foi realizada no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, MG, localizado a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21^o14' de latitude sul e 45^o00' de longitude oeste de Greenwich. A temperatura média anual da cidade de Lavras é de 19,4°C. A outra parte das análises laboratoriais foi realizada no Centro de Química de Alimentos e Nutrição Aplicada do ITAL, em Campinas, SP. A parte experimental de campo teve duração de 46 dias e foi realizada nos meses de julho, agosto e setembro de 1998, e a parte laboratorial terminou em fevereiro de 1999.

2.2 Aves, instalação e equipamentos utilizados

Os frangos de corte foram alojados em uma instalação experimental de alvenaria com 6m de largura, piso de concreto e telhas de cimento-amianto, construído na orientação leste-oeste. Essa estrutura física possui pé direito de 3,0 m com muretas de 40cm, tela de arame galvanizado e cortinas nas laterais. O galpão é dividido em 40 boxes de 2,0 x 1,5m (3m²), 20 de cada lado, separados por um corredor de 2m de largura.

Na fase pré-experimental, 480 pintos de corte, machos e fêmeas, da linhagem Hubbard, foram alojados em 16 boxes, contendo 30 aves por box (parcela), e receberam a ração pré-experimental até 24 dias de idade. Para a alimentação das aves do primeiro ao décimo segundo dia foram utilizados

comedouro e bebedouro infantil e, após, comedouro tubular semi-automático e bebedouro pendular.

Dez frangos de cada parcela, aos 24 dias, foram selecionados aleatoriamente e retirados, de maneira a formar parcelas com 20 frangos que receberam as quatro rações experimentais e água “ad libitum”.

2.3 Informações gerais das rações

A ração utilizada até os 24 dias de idade e as rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (1996). As quatro rações experimentais, seus ingredientes e composição são apresentados na Tabela 2.1.

TABELA 2.1. Composição das rações experimentais.

INGREDIENTES	SEM ÓLEO	LINHAÇA	COMERCIAL	SOJA
Milho moído	70,18	62,61	62,36	60,97
Farelo de soja	26,39	27,80	27,85	28,63
Calcário calcítico	0,95	0,93	0,93	0,92
Fosfato bicálcico	1,72	1,74	1,74	1,74
Sal comum	0,37	0,37	0,37	0,37
DL-Metionina (99 %)	0,16	0,17	0,17	0,17
Caulim	0,02	3,18	3,38	4,00
Bacitracina de zinco	0,025	0,025	0,025	0,025
Coxistac	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05
Mistura mineral	0,05	0,05	0,05	0,05
Mistura vitamínica	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo de linhaça	-	3,00	-	-
Óleo comercial	-	-	3,00	-
Óleo de soja	-	-	-	3,00
Composição Total	100,00	100,00	100,00	100,00
E.M. (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	18,904	18,839	18,837	19,061
Metionina + Cistina (%)	0,760	0,760	0,760	0,760
Lisina (%)	0,919	0,942	0,943	0,962
Fósforo disponível (%)	0,420	0,420	0,420	0,420
Cálcio (%)	0,871	0,869	0,869	0,868

2.4 Tratamentos

Os fatores estudados foram rações e tempo de fornecimento, conforme descrito a seguir.

As rações experimentais (isoenergéticas e isonutrientes) foram planejadas a fim de apresentarem diferentes perfis de ácidos graxos (Tabela 2.2); para tanto, as rações foram:

- 1) Sem óleo (SO) – ração sem adição de óleo;

- 2) Linhaça (LN) – ração com adição de 3% de óleo de linhaça;
- 3) Comercial (CM)– ração com adição de 3% de óleo comercial (Mistura de óleos de linhaça e peixe comercializada pela Empresa Comércio e Indústria UNIQÚMICA Ltda.);
- 4) Soja (SJ) – ração com adição de 3% de óleo de soja

O perfil de ácidos graxos dos óleos utilizados nas rações experimentais é apresentado na Tabela 1A.

Os três tempos de fornecimento foram 7, 14 e 21 dias, que corresponderam às idades de abate de 32, 39 e 46 dias, respectivamente.

TABELA 2.2. Principais ácidos graxos (AG) e extrato etéreo nas rações experimentais (%).

AG (%)	SEM ÓLEO	LINHAÇA	COMERCIAL	SOJA
C18:1 ω9	32,20	26,21	25,81	29,37
C18:2 ω6	43,42	36,59	36,60	44,91
C18:3 ω3	2,21	20,97	19,35	5,71
C20:4 ω6	ND	ND	0,16	ND
C20:5 ω3	ND	ND	0,30	ND
C22:6 ω3	ND	ND	0,27	ND
Saturados	21,65	15,81	15,79	19,08
Monoinsaturados	32,70	26,31	26,13	29,37
Poliinsaturados	45,63	57,89	56,83	50,87
Ômega-6	43,42	36,92	36,89	45,03
Ômega-3	2,21	20,97	19,94	5,84
ω6:ω3	19,68	1,76	1,85	7,73
I:S	3,62	5,33	5,26	4,21
Extrato etéreo	3,75	6,67	7,00	6,64

2.5 Ganho de peso e peso médio

As aves de cada parcela foram pesadas semanalmente para o registro dos pesos médios e para a avaliação de ganho de peso semanal no período de 25 a 46 dias.

2.6 Consumo de ração

As sobras de ração foram pesadas e subtraídas do total fornecido semanalmente para determinar o consumo médio por ave por semana no período de 25 a 46 dias.

2.7 Conversão alimentar

Os valores de conversão alimentar foram obtidos pela divisão do consumo médio de ração pelo ganho médio de peso dos frangos.

2.8 Rendimento de carcaça, peito e coxa + sobrecoxa

Para as avaliações de rendimento de carcaça foram abatidas 4 aves de cada tratamento (uma de cada repetição) ao final do período experimental em abatedouro comercial, onde foram registrados os pesos de carcaça quente e carcaça fria. O peito e coxa + sobrecoxa foram separados e pesados no laboratório de carnes do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA.

Os parâmetros avaliados foram determinados como segue:

- Rendimento de carcaça quente = peso da carcaça quente / peso vivo x 100;
- Rendimento de carcaça fria = peso da carcaça fria / peso vivo x 100;
- Rendimento de peito = peso peito/ peso da carcaça fria x 100;

- Rendimento de coxa e sobrecoxa = peso de coxa + sobrecoxa/ peso da carcaça fria x 100.

A carcaça estudada apresentava pescoço, pele de pescoço, gordura abdominal e pés. Os cortes de peito e coxa + sobrecoxa foram constituídas de osso, músculos e depósitos superficiais de gordura e coxa + sobrecoxa sem pés.

2.9 Coleta e preparo de amostras para análises de extrato etéreo e ácidos graxos

As aves foram abatidas aos 32, 39 e 46 dias de idade; em cada data foi retirada uma ave de cada parcela. As amostras da coxa e do peito, num total de 48 e 48, respectivamente, foram retiradas imediatamente após a evisceração, embrulhadas em sacos plásticos, envolvidas em papel alumínio, identificadas e estocadas a -20°C.

As peças, no momento de preparo das amostras, foram descongeladas e submetidas a *toalette*, de onde foram removidos a pele, a gordura visível, o tecido conectivo e os ossos. A seguir, as mesmas foram moídas em processador e reunidas em amostras compostas constituídas de 2 repetições cada, totalizando 24 amostras de peito e 24 de coxa (2 repetições por tratamento), homogeneizadas e congeladas a -20°C.

2.10 Extrato etéreo

A determinação de extrato etéreo foi realizada através de lavagens contínuas da amostra com éter etílico em aparelho tipo Soxhlet, conforme A.O.A.C. (1990).

2.11 Perfil de ácidos graxos

A extração dos lipídeos foi feita segundo Folch et al. (1957), no Laboratório de Ciências dos Alimentos da UFPA e as amostras de lipídeos foram armazenadas em *freezer* a -20°C.

A composição de ácidos graxos foi realizada por cromatografia gasosa segundo Firestone (1998), no Centro de Química de Alimentos e Nutrição Aplicada do ITAL, em Campinas (SP). As amostras foram transmetiladas com base na metodologia de Hartman & Lago (1973), que consiste na saponificação e conversão dos ácidos graxos em ésteres metílicos.

As amostras foram injetadas em um cromatógrafo gasoso (Pye Unicam PU 4550, Philips), equipado com detector por ionização em chama, injetor split razão de 100:1; coluna capilar de sílica fundida, 50m de comprimento x 0,25mm de diâmetro interno, contendo 0,2µm de polietileno glicol (CP-Sil 88, Chrompack WCOT, Holanda) e acoplado a um software (Borwin, JMBS Developments). As condições cromatográficas foram: temperatura da coluna, 180°C (isotérmica); gás de arraste, hidrogênio numa vazão de 2,0mL/min; temperatura do detector, 300°C, e do injetor, 270°C.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada por comparação dos tempos de retenção dos padrões de ésteres metílicos com os da amostra por co-cromatografia e a quantificação foi feita por normalização.

2.12 Delineamento experimental e análise estatística

Para as análises estatísticas de desempenho, ácidos graxos e extrato etéreo o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3 (4 rações x 3 tempos de fornecimento), com 4 repetições por tratamento, totalizando 48 parcelas experimentais para os parâmetros de

desempenho e 2 repetições para ácidos graxos e extrato etéreo, totalizando 24 parcelas experimentais, sendo cada parcela constituída por 20 aves, metade de cada sexo. O modelo estatístico foi:

$$Y_{ijk} = \mu + o_i + n_j + on_{ij} + e_{ijk},$$

em que:

Y_{ijk} = efeito do uso da ração i, durante o tempo de fornecimento j, na repetição k

μ = constante associada a todos os dados

o_i = efeito da ração i

n_j = efeito do tempo de fornecimento j

on_{ij} = efeito da interação da ração i e tempo de fornecimento j

e_{ijk} = erro associado a cada observação

Para as análises de rendimento de carcaça, o delineamento experimental foi o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (rações), com 4 repetições, totalizando 16 parcelas experimentais.

O modelo estatístico para as análises de rendimento de carcaça foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij},$$

em que:

Y_{ij} = efeito do uso da ração i, na repetição j

μ = constante associada a todos os dados

t_i = efeito da ração i

e_{ij} = erro associado a cada observação

O teste utilizado para comparação de médias foi o agrupamento univariado de Scott & Knott (1974), a um nível de 5% de significância.

Esses dados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desempenho

O peso médio (PM) dos animais, apresentado na Tabela 2.3, sofreu influência ($P < 0,01$) das rações experimentais com diferentes perfis de ácidos graxos e dos tempos de fornecimento, contudo, não houve interação entre os fatores.

TABELA 2.3. Valores do peso médio, em gramas (g), de frangos de corte, para as rações nos diferentes tempos de fornecimento, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

Ração	Tempo de fornecimento				Médias
	0	7	14	21	
Sem óleo	908,0 ^l	1445,9	1940,3	2389,4	1670,9^b\pm14,3
Linhaça	928,0	1539,9	2062,5	2517,7	1762,0^a\pm14,3
Comercial	914,3	1445,0	1952,2	2417,0	1682,1^b\pm14,3
Soja	923,0	1511,9	2046,8	2549,3	1757,7^a\pm14,3
Médias	918,3\pm14,3	1485,6\pm14,3	2000,4\pm14,3	2468,3\pm14,3	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de significância

^l(EP \pm 28,5)

O PM foi superior nas aves que consumiram SJ e LN e inferior nas que consumiram SO e CM. O PM das aves (de 25 a 46 dias de idade) aumentou linearmente (Figura 2.1) com o aumento da idade de abate. Isso está de acordo com a curva normal de crescimento dos animais. Considerando o PM de frangos ao longo do crescimento, os autores (Kessler et al., 2000; Albino et al., 2000) descrevem que o aumento do peso médio de frangos é representado por uma

curva sigmoidal. Essa curva pode ser dividida em três partes distintas em que: a primeira tem alta taxa de crescimento (côncavo), a segunda tem taxa constante (linear) e, em sua parte final, a terceira parte, há redução na taxa de crescimento (convexo). As fêmeas apresentam curva de crescimento côncavo até 21-28 dias e convexo após os 35 dias. Os machos apresentam curva de crescimento côncavo até 28-35 dias e seguem em padrão linear estável até idades pós abate. No presente experimento, os PM nos tempos de fornecimento de 0, 7, 14 e 21 dias corresponderam a animais com 25, 32, 39 e 46 dias de idade, que apresentaram médias que se ajustaram a uma curva linear. Essa curva apresenta um comportamento diferente daquele descrito por Kessler et al. (2000) e Albino et al. (2000). Possivelmente, esse comportamento linear seja explicado por: a) a parte inicial da curva descrita pelos autores (côncavo) não foi representada no presente experimento; b) os presentes dados de PM representam a média de machos e fêmeas, que pode ter resultado na tendência linear da parte final da curva. Resultados semelhantes foram descritos por Malheiros et al. (2003), em frangos estudados no período de 28 a 42 dias.

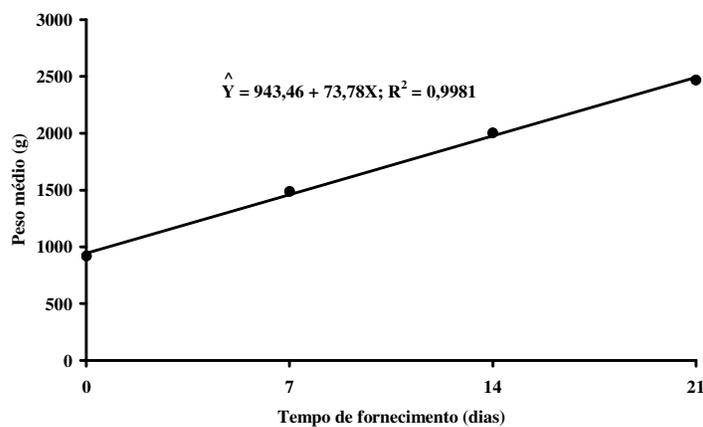


FIGURA 2.1. Representação gráfica dos pesos médios das aves (gramas), nos tempos de fornecimento (dias).

As médias de ganho de peso (GP) (g/ave/semana), mostradas na Tabela 2.4, sofreram influência dos tempos de fornecimento ($P < 0,01$). Entretanto, as rações utilizadas e a interação entre os fatores não afetaram significativamente o GP.

TABELA 2.4. Valores médios do ganho de peso (GP) em gramas, consumo de ração (CR) em gramas e conversão alimentar (CA), para as rações nos diferentes tempos de fornecimento, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

Rações	Tempo de fornecimento			Médias	
	7	14	21		
GP	Sem óleo	537,9 ¹	494,4	449,1	493,8\pm18,9
	Linhaça	611,9	522,5	455,2	529,9\pm18,9
	Comercial	530,8	507,2	489,8	509,3\pm18,9
	Soja	588,9	534,9	502,5	542,1\pm18,9
	Médias	567,4^a\pm16,4	514,8^b\pm16,4	474,2^b\pm16,4	
CR	Sem óleo	924,3 ²	1108,9	1041,8	1025,0^B\pm13,7
	Linhaça	998,3	1168,1	1081,8	1082,7^A\pm13,7
	Comercial	921,8	1139,8	1041,4	1034,3^B\pm13,7
	Soja	996,0	1188,7	1105,1	1096,4^A\pm13,7
	Médias	960,1^c\pm11,9	1151,2^a\pm11,9	1067,5^b\pm11,9	
CA	Sem óleo	1,72 ³	2,24	2,33	2,09\pm0,07
	Linhaça	1,63	2,26	2,47	2,12\pm0,07
	Comercial	1,75	2,28	2,19	2,08\pm0,07
	Soja	1,69	2,23	2,21	2,05\pm0,07
	Médias	1,70^b\pm0,06	2,26^a\pm0,06	2,30^a\pm0,06	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de significância

¹ (EP \pm 32,9); ² (EP \pm 23,7); ³ (EP \pm 0,13).

O GP foi mais elevado aos 7 dias de fornecimento (quando as aves apresentavam de 25 a 32 dias de idade) e não houve aumento da média de GP de 14 para 21 dias de fornecimento (aves de 32 a 46 dias). O GP mais elevado observado aos 7 dias (25 a 32 dias de vida da ave), possivelmente corresponda à fase de maior velocidade de crescimento. Segundo estudo de Goonewardene (2003), que usou o modelo de Richard para descrever o crescimento de frangos de corte, o tempo de inflexão (ponto da curva em que a velocidade de crescimento é máxima) e o peso de inflexão (peso do animal no tempo de inflexão) foram 32 dias e 1,67 kg, respectivamente. Isso confirma que a queda na velocidade de crescimento ocorre após os 32 dias de idade da ave (que correspondeu, no presente experimento, aos 7 dias de fornecimento). Essa tendência de resultados está de acordo com Malheiros et al. (2003), os quais, trabalhando com rações com níveis semelhantes de PB, EE e EM, encontraram: aumento linear no GP dos 21 aos 28 dias de idade; estabilização dos 28 aos 35 e decréscimo dos 35 aos 42 dias.

O CR foi influenciado ($P < 0,01$) pelo tipo de óleo e pelo tempo de fornecimento e não houve interação entre os fatores. As aves alimentadas com LN e SJ apresentaram maior CR do que as aves alimentadas com SO e CM. Aos 14 dias de fornecimento, foi observado o valor mais elevado de CR (Tabela 2.4).

As médias de CA (Tabela 2.4) foram influenciadas pelos tempos de fornecimento ($P < 0,01$) e não sofreram influência dos tipos de óleo. Não houve interação entre os fatores. A melhor CA foi observada aos 7 dias e não houve diferença nos valores de CA entre 14 e 21 dias de fornecimento das rações experimentais.

O comportamento do CR e PM (influenciados pela ração e com resultados mais elevados nas aves alimentadas com LN e SJ do que naquelas alimentadas com SO e CM) diferem de vários autores (Olomu & Baracos, 1991; Rosa, 1999; Pinchasov & Nir, 1992). Olomu & Baracos (1991), trabalhando

com adição de 6% de misturas de diversas proporções de gordura animal e óleo de linhaça em rações de frango de corte, não observaram efeito no GP, CR e CA. Rosa (1999), estudando a adição de 1, 2 e 3% dos óleos de linhaça, soja e uma mistura comercial de óleo de linhaça com óleo de peixe e uma ração controle, não encontrou diferenças entre as médias de GP, CR e CA para os tipos de óleo utilizados. Da mesma forma, Pinchasov & Nir (1992), usando gordura animal, óleo de soja e óleo de açafrão em diferentes proporções para produzir rações com diferentes concentrações de ácidos graxos poliinsaturados, não encontraram efeito sobre CR e peso vivo. Entretanto, Ajuyah et al. (1991), utilizando rações com óleo, farelo e semente integral de linhaça e canola, observaram efeito da ração sobre o GP quando foram adicionados 20% de semente integral de linhaça (SL) à ração. Os animais que receberam essa ração (20% de SL) mostraram menor GP do que os animais dos demais tratamentos, e os autores atribuem esse menor GP a fatores associados à linhaça integral, tais como presença de toxinas e menor disponibilidade dos nutrientes. As diferenças encontradas no presente trabalho para CR e PM nas aves alimentadas com LN e SJ podem ter sido resultado do maior peso desses frangos no início da fase experimental o que se manteve até o final (Tabela 2.3). Confirmando o possível efeito dos pesos iniciais das aves, a medida de ganho de peso semanal (que não leva em consideração o peso inicial das aves e sim a diferença entre pesos anteriores e posteriores) não apresentou diferenças em relação às rações experimentais (Tabela 2.4).

O ganho de peso semanal e a conversão alimentar não foram influenciados ($P>0,05$) pelas rações experimentais, o que está de acordo com os autores citados acima.

3.2 Rendimento de carcaça

Os rendimentos de carcaça quente, carcaça fria, peito e coxa + sobrecoxa não foram influenciados pelas rações experimentais ($P>0,05$) (Tabela 2.5). Os resultados do presente experimento estão de acordo com os dados encontrados na literatura. Ajuyah et al. (1993), fornecendo aos frangos de corte rações com adição de 15% de SL, com e sem diferentes antioxidantes, e uma ração controle (milho e farelo de soja), não encontraram diferenças no rendimento de peito e coxa. Olomu & Baracos (1991), suplementando rações de frango de corte com 6% de gordura animal e óleo de linhaça em diversas proporções, não observaram diferenças entre os tratamentos para rendimento de peito e coxa. Holsheimer (1991) não encontrou diferença para os rendimentos de carcaça, peito e coxa quando utilizou rações contendo 8% de gordura animal, óleo de coco, óleo de girassol e óleo de açafrão. López-Ferrer et al. (2001a), trabalhando com diferentes níveis de inclusão de óleo de peixe e gordura animal, não encontraram diferenças entre os tratamentos para rendimento de carcaça, peito e coxa, e em um segundo trabalho, López-Ferrer et al. (2001b) também não encontraram diferenças no rendimento de carcaça, peito e coxa quando utilizaram como fonte de $\omega 3$ o óleo de linhaça.

TABELA 2.5. Valores médios do rendimento, em porcentagem (%), da carcaça quente, carcaça fria, peito e coxa e sobrecoxa de frangos de corte, para as diferentes rações, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

Rações	Carcaça Quente	Carcaça Fria
Sem óleo	78,39 \pm 0,68	78,54 \pm 0,71
Linhaça	79,67 \pm 0,68	78,38 \pm 0,71
Comercial	79,01 \pm 0,68	79,22 \pm 0,71
Soja	78,04 \pm 0,68	78,37 \pm 0,71
	Peito	Coxa e Sobrecoxa
Sem óleo	28,57 \pm 0,62	26,92 \pm 0,32
Linhaça	28,22 \pm 0,62	27,62 \pm 0,32
Comercial	28,35 \pm 0,62	27,54 \pm 0,32
Soja	29,09 \pm 0,62	27,72 \pm 0,32

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott 5% de significância

3.3 Extrato etéreo (EE)

Os valores médios de EE no peito de frango mostraram influência ($P < 0,01$) das rações com diferentes perfis de ácidos graxos e dos tempos de fornecimento, havendo interação entre esses fatores (Tabela 2.6). Os peitos das aves que consumiram as rações SO apresentaram valores semelhantes de EE aos 7 e 14 dias de fornecimento (1,67 e 1,74 %, respectivamente) que foram inferiores ao valor de EE aos 21 dias (2,26 %), diferindo do comportamento das aves que receberam as rações LN, CM e SJ, as quais apresentaram deposição de EE similar aos 14 e 21 dias e menores aos 7 dias.

As diferentes rações não influenciaram os valores de EE no peito de frangos aos 7 dias de fornecimento das rações experimentais. Aos 14 dias, as

aves que receberam SO apresentaram valores inferiores de EE em relação às demais; aos 21 dias, o comportamento dos dados foi inverso e as aves que receberam SO, apresentaram maior percentual de EE (2,26%) do que aquelas alimentadas com LN, CM e SJ (2,12%; 2,11%; 2,10%, respectivamente) (Tabela 2.6).

TABELA 2.6. Valores médios de extrato etéreo, em porcentagem (%), do peito e coxa de frangos de corte, para as rações nos diferentes tempos de fornecimento, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

	Rações	Tempo de fornecimento			Médias
		7	14	21	
Peito	Sem óleo	1,67 ¹ b ^A	1,74 ^{b^B}	2,26 ^{a^A}	1,89^B \pm 0,03
	Linhaça	1,80 ^{b^A}	2,00 ^{a^A}	2,12 ^{a^B}	1,97^A \pm 0,03
	Comercial	1,76 ^{b^A}	2,05 ^{a^A}	2,11 ^{a^B}	1,98^A \pm 0,03
	Soja	1,83 ^{b^A}	2,06 ^{a^A}	2,10 ^{a^B}	1,99^A \pm 0,03
	Médias	1,77^c \pm 0,02	1,96^b \pm 0,02	2,15^a \pm 0,02	
Coxa	Sem óleo	3,68 ²	3,95	4,20	3,94 \pm 0,07
	Linhaça	3,75	3,90	4,05	3,90 \pm 0,07
	Comercial	3,80	3,85	3,95	3,87 \pm 0,07
	Soja	3,61	3,78	4,25	3,88 \pm 0,07
	Médias	3,71^b \pm 0,06	3,87^b \pm 0,06	4,11^a \pm 0,06	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de significância

¹ (EP \pm 0,05); ² (EP \pm 0,11).

As rações não influenciaram (P>0,01) os valores de EE na coxa de frangos, contudo, os tempos de fornecimento mostraram influência (P<0,01) sobre a deposição de gordura na coxa. Os valores de EE na coxa de frangos, aos

7 e 14 dias de fornecimento (3,71 e 3,87%, respectivamente), não diferiram entre si e foram inferiores ao valor de EE aos 21 dias (4,11%) (Tabela 2.6).

Os menores valores de EE encontrados no peito dos frangos aos 7 dias de fornecimento e na coxa aos 7 e 14 dias de fornecimento das rações experimentais, que correspondem a animais com idade de 32 e 39 dias, respectivamente, estão coerentes com o comportamento esperado para a deposição de gordura corporal, pois os depósitos de gordura musculares mostram um aumento mais acentuado na fase de maturidade fisiológica que coincide com o período de terminação (Moran Jr, 1996; Doreau & Chilliard, 1997). Os mesmos autores afirmam, por outro lado, que em frangos a incorporação de gordura na ração não aumenta a gordura corporal, pois esta é determinada pela razão energia: proteína da ração, independentemente da fonte de energia. Isso não explica a diferença de deposição de gordura no peito encontrada entre os frangos alimentados com a ração sem óleo em relação aos alimentados com as rações com adição de óleo, pois as rações experimentais eram isoprotéicas e isoenergéticas. Contudo, esses resultados estão de acordo com aqueles descritos por Holsheimer (1991), o qual, trabalhando com rações experimentais isocalóricas e diferentes conteúdos de extrato etéreo (que variaram de 4,4 % a 11,3%), relatou que os frangos de corte alimentados com a ração de menor valor de EE apresentaram a maior deposição de gordura corporal. No presente trabalho, a ração sem óleo apresentava valor de EE mais baixo, do que as rações com adição de óleo (3,75%, 6,67%, 7,00%, 6,64%, para as rações SO, LN, CM e SJ, respectivamente (Tabela 2.1)).

Huyghebaert et al. (1991), que avaliaram o efeito de genótipo, sexo, idade (45 e 52 dias de idade) e rações (diferentes densidades nutricionais e restrição alimentar na fase inicial) sobre a deposição de gordura em frangos de corte, relataram que a influência das diferentes densidades nutricionais (relação proteína: energia) sobre a deposição de gordura foi limitada e diminuiu com o

aumento da idade das aves. Além disso, o autor cita que o conteúdo de gordura das partes comestíveis (asa, peito e coxa) aumenta com a idade, o que está de acordo com os dados apresentados no presente trabalho para peito e coxa.

3.4 Ácidos graxos

3.4.1 Peito

3.4.1.1 Ácido oléico - 18:1 ω 9

A ração ($P<0,05$) e o tempo de fornecimento ($P<0,01$) influenciaram a deposição de 18:1 ω 9 (ácido cis-9-octadecenóico) no peito de frangos, mas não houve interação entre os fatores (Tabela 2.7). Isso demonstrou que, para as rações, as aves que receberam SO e as que receberam LN apresentaram maior deposição do que as aves alimentadas com CM e SJ. A média de deposição no peito, aos 7 dias, foi inferior às médias encontradas aos 14 e 21 dias de fornecimento.

A maior deposição de 18:1 ω 9, verificada no peito das aves que receberam SO, pode ser explicada pela maior síntese *de novo*, isto é, os ácidos graxos de origem endógena devem ter maior participação na deposição de ácidos graxos nas aves alimentadas com SO do que nas demais devido ao menor valor de EE presente nessa ração (3,75%), quando comparada com as rações com adição de óleo (LN=6,67%; CM=7,00%; SJ=6,64%) (Tabela 2.2). Pearce (1974) e Whitehead (1985) relataram que rações com suplementação de gordura reduzem a lipogênese hepática e, segundo Doreau & Chilliard (1997), a síntese *de novo* diminui com o aumento de lipídeos na ração. Os resultados encontrados por Crespo & Esteve-Garcia (2002a) que utilizaram rações com adição de 10% de gordura animal, óleo de girassol e óleo de linhaça e uma ração sem adição de óleo para medir o balanço de ácidos graxos em frangos de corte, mostram que as

aves alimentadas com a ração sem adição de óleo apresentaram o maior percentual de ganho e os menores valores de oxidação para os ácidos graxos ω 9. Isso pode explicar a tendência de deposição encontrada no presente trabalho. Além disso, Crespo & Esteve-Garcia (2002b) relatam que maiores valores de ácido esteárico (18:0) e menor de oléico (18:1 ω 9), encontrados em frangos alimentados com óleo de linhaça e óleo de girassol, refletem a atividade inibitória dos ácidos graxos poliinsaturados sobre a atividade da Δ -9 dessaturase (enzima responsável pela dessaturação do 18:0 para formar o 18:1 ω 9).

As deposições de 18:1 ω 9 nas aves que receberam as rações com adição de óleo deveriam ter comportamentos similares, pois a porcentagem desse ácido graxo, nessas rações, é similar e a contribuição endógena é menor para essas aves. Contudo, as aves alimentadas com LN apresentaram percentuais de deposição no peito similares aos das aves que receberam SO (32,71% e 31,00%, respectivamente). Apesar de a interação não ser significativa, a deposição de 18:1 ω 9 no peito dos frangos alimentados com LN aconteceu conforme o esperado aos 7 e aos 21 dias de fornecimento, com valores próximos aos das aves que receberam SJ e CM; contudo, aos 14 dias o percentual de deposição no peito dessas aves (33,72%) ultrapassou a deposição desse ácido graxo nas aves que receberam SO (32,53%). Isso fez com que a média geral dos tempos de fornecimento para essa ração (31,0%) ficasse com valor próximo ao das aves que receberam SO (37,71%). Dados com comportamentos diferentes dos encontrados no presente experimento foram relatados por López-Ferrer (2001), os quais, suplementando rações com 0, 2 e 4% de óleo de linhaça, observaram que os percentuais de 18:1 ω 9 na coxa de frangos decresceram com o aumento de óleo de linhaça nas rações. Ajuyah et al. (1991) observaram mais especificamente relação inversa entre 18:1 ω 9 e 18:3 ω 3, cujo comportamento foi atribuído à possível inibição da Δ -9 dessaturase pelos AGP ou pelo 18:3 ω 3.

TABELA 2.7. Valores médios da porcentagem dos ácidos graxos, no peito de frangos de corte, para os tipos de óleo nos diferentes tempos de fornecimento, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

AG	Rações	Tempo de fornecimento			Médias
		7	14	21	
18:1 ω 9	Sem óleo	30,34 ¹	32,53	35,26	32,71^A \pm0,62
	Linhaça	28,84	33,72	30,45	31,00^A \pm0,62
Oléico	Comercial	27,13	29,49	31,97	29,53^B \pm0,62
	Soja	29,40	28,64	30,45	29,45^B \pm0,62
	Médias	28,93^b \pm0,54	31,09^a \pm0,54	32,03^a \pm0,54	
18:2 ω 6	Sem óleo	18,50 ²	17,16	15,91	17,19^C \pm0,43
	Linhaça	19,43	18,66	17,11	18,40^B \pm0,43
linoléico	Comercial	19,46	19,45	19,58	19,49^B \pm0,43
	Soja	21,41	21,58	24,03	22,33^A \pm0,43
	Médias	19,69 \pm0,37	19,21 \pm0,37	19,70 \pm0,37	
20:4 ω 6	Sem óleo	4,98 ³	5,19	4,71	4,96^A \pm 0,30
	Linhaça	4,28	2,89	3,54	3,57^B \pm 0,30
araquidônico	Comercial	4,59	4,50	3,04	4,04^B \pm 0,30
	Soja	5,60	5,62	4,00	5,07^A \pm 0,30
	Médias	4,85^a \pm0,26	4,54^a \pm0,26	3,82^b \pm0,26	
18:3 ω 3	Sem óleo	1,23 ⁴ ^{aC}	0,85 ^{aC}	0,90 ^{aB}	0,99^C \pm0,17
	Linhaça	4,40 ^{bA}	6,48 ^{aA}	6,18 ^{aA}	5,69^A \pm0,17
α -linolênico	Comercial	3,33 ^{cB}	4,36 ^{bB}	6,17 ^{aA}	4,62^B \pm0,17
	Soja	1,46 ^{aC}	1,30 ^{aC}	1,75 ^{aB}	1,50^C \pm0,17
	Médias	2,60^c \pm0,15	3,25^b \pm0,15	3,75^a \pm0,15	
20:5 ω 3	Sem óleo	0,24 ⁵	0,18	0,17	0,19^B \pm0,05
	Linhaça	0,54	0,64	0,67	0,62^A \pm0,05
EPA	Comercial	0,68	0,78	0,81	0,75^A \pm0,05
	Soja	0,27	0,15	0,15	0,19^B \pm0,05
	Médias	0,43 \pm0,04	0,44 \pm0,04	0,45 \pm0,04	
22:6 ω 3	Sem óleo	0,71 ⁶	0,63	0,37	0,57^C \pm0,08
	Linhaça	0,73	0,92	1,04	0,90^B \pm0,08
DHA	Comercial	0,94	1,49	1,31	1,25^A \pm0,08
	Soja	0,60	0,50	0,40	0,50^C \pm0,08
	Médias	0,74 \pm0,07	0,88 \pm0,07	0,78 \pm0,07	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de significância

¹ (EP \pm 1,09); ² (EP \pm 0,74); ³ (EP \pm 0,52); ⁴ (EP \pm 0,31); ⁵ (EP \pm 0,08); ⁶ (EP \pm 0,14).

3.4.1.2 Ácido Linoléico - 18:2 ω 6 e ácido araquidônico - 20:4 ω 6

As diferentes rações influenciaram ($P < 0,01$) a deposição de 18:2 ω 6 (ácido cis,cis-9,12-octadecadienóico) no peito de frangos; contudo, o tempo de fornecimento não teve influência na deposição desse ácido graxo e não houve interação entre ração e tempo de fornecimento. As aves alimentadas com CM e LN apresentaram percentuais de deposição de 18:2 ω 6 (18, 40 e 19,49%, respectivamente), que não diferiram entre si e foram inferiores à média encontrada nas aves alimentadas com SJ (22,33%) e superiores aos das aves alimentadas com SO (17,19%) (Tabela 2.7).

A deposição de ácido araquidônico (ácido cis,cis,cis,cis-5,8,11,14-icosatetraenóico) no peito de frangos foi influenciada ($P < 0,05$) pela ração e pelo tempo de fornecimento e não houve interação entre os fatores. As aves que receberam SO e SJ apresentaram percentuais de deposição de C20:4 ω 6 no peito (4,96 e 5,07%, respectivamente) superiores aos das aves alimentadas com LN e CM (3,57 e 4,04%, respectivamente). A menor deposição de ácido araquidônico foi observada aos 21 dias de fornecimento (3,82%) e os percentuais de deposição aos 7 (4,85%) e 14 dias (4,54%) não diferiram entre si (Tabela 2.7).

A porcentagem de 18:2 ω 6 nas rações SO (43,42%) e SJ (44,91%) são similares e o 20:4 ω 6 está ausente em ambas (Tabela 2.2), contudo, a deposição de 18:2 ω 6 no peito das aves que receberam SO foi menor do que a deposição desse ácido graxo no peito das aves alimentadas com SJ (Tabela 2.7). A maior contribuição dos ácidos graxos de origem endógena na massa muscular das aves que receberam a ração sem óleo pode explicar esse comportamento de deposição do 18:2 ω 6; contudo, os percentuais de deposição de 20:4 ω 6 (formado a partir da dessaturação e alongamento do 18:2 ω 6 e ausente nas rações) no peito das aves que consumiram SO e SJ foram iguais. A desproporção no alongamento e dessaturação do 18:2 ω 6 para formar 20:4 ω 6 entre esses dois grupos de aves

pode ser devido à maior porcentagem de 18:3 ω 3 encontrada na ração SJ (5,71% para SJ e 2,21% para SO), pois os dois ácidos graxos essenciais, 18:2 ω 6 e 18:3 ω 3, competem pelas mesmas enzimas de dessaturação (Figura 1.2, pág. 12) para a formação dos ácidos graxos poliinsaturados 20:4 ω 6 e 20:5 ω 3, respectivamente. Essa inibição competitiva depende da razão 18:2 ω 6:18:3 ω 3 na ração (Hulan et al., 1988; Olomu & Baracos, 1991; Ki An et al., 1995), prejudicando a formação de 20:4 ω 6 na carne do peito das aves alimentadas com SJ e causando o acúmulo de seu precursor (18:2 ω 6) (Ajuyah et al., 1991; Simopoulos, 1988).

A menor deposição de 18:2 ω 6 no peito das aves alimentadas com LN e CM era esperada devido ao menor percentual desse ácido graxo encontrado nessas rações (36,59 e 36,60%, respectivamente), quando comparado com o percentual da SO (43,42%) e da SJ (44,91%). A deposição de ácido araquidônico também foi menor nessas aves, o que pode ter acontecido devido à menor quantidade de 18:2 ω 6 e à maior de 18:3 ω 3 nas rações LN e CM. A ração CM foi a única que apresentou 20:4 ω 6 em sua composição, contudo, este estava presente em quantidades mínimas (0,16%).

3.4.1.3 Ácido α -linolênico - 18:3 ω 3

A deposição de ácido α -linolênico (ácido cis,cis,cis-9,12,15-octadecatrienóico) no peito de frangos sofreu influência ($P < 0,01$) das rações e dos tempos de fornecimento e houve interação entre esses fatores. A deposição de 18:3 ω 3 no peito de frangos alimentados com CM e LN foi influenciada pelo tempo de fornecimento das rações experimentais, de maneira que as aves alimentadas com CM apresentaram aumento de deposição de 18:3 ω 3 no peito com o aumento do tempo de fornecimento (3,33; 4,36; e 6,17% para 7, 14 e 21

dias, respectivamente), as aves alimentadas com LN apresentaram um aumento de percentual de deposição de 7 para 14 dias de fornecimento (de 4,40 para 6,48%) e não houve aumento de deposição desse ácido graxo de 14 para 21 dias. Para as aves que receberam SO e SJ, a deposição de 18:3 ω 3 permaneceu inalterada com o decorrer do tempo de fornecimento.

Os percentuais de 18:3 ω 3 encontrados no peito aos 7 e aos 14 dias de fornecimento, para as aves alimentadas com CM, foram de 3,33 e 4,36%, respectivamente. Esses valores foram inferiores aos das aves alimentadas com LN (4,40 e 6,48%) e superiores aos das aves que receberam SJ (1,46 e 1,30%) e SO (1,23 e 0,85%). A deposição de 18:3 ω 3 no peito das aves alimentadas com LN e CM se igualou aos 21 dias de fornecimento (6,18 e 6,17% respectivamente). Esses percentuais de deposição continuaram sendo maiores que os das aves alimentadas com SJ e SO (1,75 e 0,90%, respectivamente) (Tabela 2.7).

De um modo geral, a deposição de 18:3 ω 3 no peito aconteceu de maneira dependente do percentual desse ácido graxo presente nas rações fornecidas às aves, que foi de 2,21%; 5,71%; 19,35% e 20,97% para as rações SO, SJ, CM e LN, respectivamente (Tabela 2.2). Comportamento semelhante foi observado por Ajuyah et al. (1991) ; Pinchasov & Nir (1992); Scaife et al. (1994); Leskanich & Noble (1997); Hulan et al. (1988) e Rosa (1999). As rações com maior porcentagem de ácido α -linolênico (LN e CM) proporcionaram aumento na deposição desse ácido graxo com o tempo de fornecimento, o inverso ocorreu com as aves que receberam SO, a ração com a menor porcentagem de 18:3 ω 3.

3.4.1.4 EPA - 20:5 ω 3 e DHA - 22:6 ω 3

A deposição de EPA (ácido cis,cis,cis,cis,cis-5,8,11,14,17-icosapentaenóico) no peito de frangos sofreu influência da ração ($P < 0,01$). Entretanto, o tempo de fornecimento e a interação não foram significativos. As rações LN e CM propiciaram maior deposição de EPA (0,62 e 0,75%, respectivamente) do que as rações SJ (0,19%) e SO (0,19%) (Tabela 2.7).

As rações experimentais influenciaram a deposição de 20:5 ω 3, de maneira que as aves alimentadas com LN e CM apresentaram a maior deposição e as alimentadas com SO e SJ, as menores. Isso era esperado devido ao maior percentual de 18:3 ω 3 nas rações LN e CM (Tabela 2.2) e à capacidade das aves em alongar e dessaturar esse ácido graxo (Ajuyah et al., 1991; Olomu & Baracos, 1991; Chanmugan et al., 1992; Hulan et al., 1991; Rosa, 1999).

A deposição de DHA (ácido cis,cis,cis,cis,cis,cis-4,7,10,13,16,19-docosaexaenóico) no peito de frangos foi influenciada pelas rações com diferentes perfis de ácidos graxos ($P < 0,01$). Não houve influência do tempo de fornecimento e não houve interação entre os fatores. As médias de deposição de 22:6 ω 3 no peito das aves foram 1,25; 0,90; 0,57 e 0,50% para as aves que consumiram CM, LN, SO e SJ, respectivamente. As aves alimentadas com LN tiveram percentuais de deposição inferiores aos das aves que receberam CM e superiores aos das aves que consumiram SO e SJ, que não diferiram entre si estatisticamente (Tabela 2.7). A maior deposição de 22:6 ω 3 nas aves alimentadas com CM em relação as que receberam LN pode ser explicada pela presença desse ácido graxo na ração CM, além do alongamento e dessaturação do 18:3 ω 3. A deposição de 22:6 ω 3 no peito das aves alimentadas com as rações SO e SJ foi menor que a das citadas anteriormente, provavelmente devido à pequena quantidade de 18:3 ω 3 (precursor do 22:6 ω 3) nessas rações. Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família ω 3, os ácidos

icosapentaenóico (EPA) e o docosaexaenóico (DHA) estavam presentes na ração CM e ausentes nas demais rações, contudo houve deposição desses ácidos graxos no peito de todas as aves. A presença de 20:5 ω 3 e 22:6 ω 3 na carne de peito das aves que receberam as rações que não apresentavam esses ácidos graxos em sua composição é uma indicação da capacidade das aves em dessaturar e alongar o 18:3 ω 3 (Ajuyah et al., 1991; Olomu & Baracos, 1991; Chanmugam et al., 1992; Hulan et al., 1991; Rosa, 1999).

3.4.1.5 Ácidos graxos saturados (AGS)

Os seguintes AGS foram encontrados no peito de frangos: 12:0; 14:0; 15:0; 16:0; 17:0; 18:0; 18:2 trans*; 20:0; 21:0; 22:0 e 24:0.

A deposição total de AGS no peito de frangos de corte mostrou influência da interação entre as rações e tempo de fornecimento ($P < 0,05$) e não mostrou influência das rações e dos tempos de fornecimento isoladamente. Aos 7 e 21 dias não houve diferença entre os tratamentos para a deposição de AGS. Aos 14 dias, as aves alimentadas com LN apresentaram percentual inferior de deposição em relação às médias dos demais tratamentos e aos 7 e 21 dias de fornecimento (Tabela 2.8). É possível que este fato tenha ocorrido devido à maior deposição de 18:1 ω 9 no peito dessas aves nesse período, isto é, a deposição de 18:1 ω 9 deve ter ocorrido em detrimento da deposição de AGS. Os ácidos graxos saturados devem ter sido alongados e dessaturados para a formação dos monoinsaturados (Whitehead & Griffin, 1986; López-Ferrer, 2001).

TABELA 2.8. Valores médios da porcentagem dos ácidos graxos, no peito de frangos de corte, para as rações nos diferentes tempos de fornecimento, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

AG	Rações	Tempo de fornecimento			Médias
		7	14	21	
AGS	Sem óleo	34,50 ¹ aA	35,11 aA	34,24 aA	34,61 \pm0,17
	Linhaça	34,59 aA	28,79 bB	34,33 aA	32,57 \pm0,17
	Comercial	37,01 aA	32,67 bA	29,68 bA	33,12 \pm0,17
	Soja	33,04 aA	34,69 aA	32,68 aA	33,47 \pm0,17
	Médias	34,78 \pm0,15	32,81 \pm0,15	32,73 \pm0,15	
AGM	Sem óleo	33,86 ²	36,20	39,68	36,58^A \pm0,75
	Linhaça	31,62	37,15	33,54	34,10^B \pm0,75
	Comercial	29,65	31,96	35,39	32,33^B \pm0,75
	Soja	32,16	31,44	33,62	32,40^B \pm0,75
	Médias	31,82^b \pm0,65	34,18^a \pm0,65	35,55^a \pm0,65	
AGP	Sem óleo	27,38 ³	25,47	23,10	25,31^B \pm0,57
	Linhaça	31,15	31,84	30,46	31,14^A \pm0,57
	Comercial	30,75	32,85	33,09	32,22^A \pm0,57
	Soja	31,18	30,81	31,49	31,15^A \pm0,57
	Médias	30,11 \pm0,50	30,24 \pm0,50	29,53 \pm0,50	
Total de ω 6	Sem óleo	24,62 ⁴	23,31	21,27	23,06^B \pm0,48
	Linhaça	24,52	22,49	21,11	22,70^B \pm0,48
	Comercial	24,89	24,73	23,28	24,29^B \pm0,48
	Soja	28,24	28,35	28,78	28,45^A \pm0,48
	Médias	25,56^a \pm0,42	24,71^a \pm0,42	23,60^b \pm0,42	
Total de ω 3	Sem óleo	2,76 ⁵ aB	2,16 aC	1,82 aC	2,25^C \pm0,16
	Linhaça	6,62 bA	9,35 aA	9,35 aA	8,44^A \pm0,16
	Comercial	5,86 cA	8,12 bB	9,81 aA	7,93^B \pm0,16
	Soja	2,94 aB	2,46 aC	2,71 aB	2,70^C \pm0,16
	Médias	4,54^b \pm0,13	5,52^a \pm0,13	5,92^a \pm0,13	
ω 6: ω 3	Sem óleo	8,92 ⁶ bA	10,76 aA	11,94 aA	10,54^A \pm0,33
	Linhaça	3,71 aB	2,40 aB	2,26 aB	2,79^B \pm0,33
	Comercial	4,25 aB	3,04 aB	2,37 aB	3,22^B \pm0,33
	Soja	9,67 aA	11,56 aA	10,62 aA	10,61^A \pm0,33
	Médias	6,64^b \pm0,29	6,94^a \pm0,29	6,80^a \pm0,29	
I : S	Sem óleo	1,78 ⁷ aA	1,76 aB	1,85 aA	1,79 \pm0,07
	Linhaça	1,81 bA	2,40 aA	1,87 bA	2,03 \pm0,07
	Comercial	1,63 bA	1,98 aB	2,31 aA	1,97 \pm0,07
	Soja	1,92 aA	1,80 aB	1,99 aA	1,90 \pm0,07
	Médias	1,78 \pm0,06	1,98 \pm0,06	2,00 \pm0,06	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de significância

¹ (EP \pm 1,38); ² (EP \pm 1,31); ³ (EP \pm 0,99); ⁴ (EP \pm 0,83); ⁵ (EP \pm 0,27); ⁶ (EP \pm 0,57); ⁷ (EP \pm 0,13)

AGS=ácidos graxos saturados; AGM=ácidos graxos monoinsaturados; AGP= ácidos graxos poliinsaturados; I:S= AGM+AGP/AGS.

O total de AGS se manteve constante durante o tempo de fornecimento no peito das aves que receberam SO e SJ, o que pode ser indicação de que a deposição desses ácidos graxos seja requerida e regulada pela síntese *de novo* (Olomu & Baracos, 1991). Contudo, as aves alimentadas com CM apresentaram diminuição na deposição desses ácidos graxos com o decorrer do tempo de fornecimento. Isto pode ser devido a: i) maior proporção de AGS nas rações SO e SJ em relação à CM (21,65; 19,08 e 15,79%, respectivamente) (Tabela 2.2); e ii) maior proporção de ácidos graxos $\omega 3$ na ração CM do que nas rações SJ e SO (19,94; 15,84 e 2,21%, respectivamente) (Tabela 2.2). Segundo Pinchasov & Nir (1992), a presença de AGS depende de sua presença na ração, da sua taxa de oxidação nos tecidos e da síntese no fígado. Além disso, Wong et al. (1984) citaram que os ácidos graxos $\omega 3$ diminuem a produção de triacilgliceróis em hepatócitos de ratos e aumentam a oxidação de ácidos graxos. Esses fatores combinados podem ter contribuído para o decréscimo na concentração de AGS no peito das aves alimentadas com CM com o decorrer do tempo de fornecimento.

3.4.1.6 Ácidos graxos monoinsaturados - AGM

Na Tabela 2.8 são mostradas as médias do total de AGM (14:1 + 16:1 + 18:1 + 20:1 + 22:1) no peito de frangos. A deposição de AGM no peito de frango foi influenciada ($P < 0,01$) pelas rações e pelos tempos de fornecimento, mas não houve interação entre esses fatores. A ração SO proporcionou percentual de deposição de AGM (Tabela 2.8) superior ao das demais rações. Esses valores foram de 36,58% para as aves que receberam SO e de 34,10; 32,33 e 32,40% para as que receberam LN, CM e SJ, respectivamente. As médias de deposições de AGM no peito de frangos aos 14 e 21 dias de fornecimento (34,18 e 35,55%, respectivamente) foram superiores à deposição aos 7 dias (31,82%).

A ração mais rica em AGM foi a SO, com 32,70% desses ácidos graxos, seguida pela SJ (29,37%), LN (26,31%) e CM (26,13%) (Tabela 2.2), e os valores de extrato etéreo dessas rações foram, respectivamente, 3,75; 6,64; 6,67 e 7,00%. Além das características das rações apresentadas acima, a combinação de outros dois processos metabólicos contribui para a maior deposição de AGM no peito dos frangos alimentados com SO: i) a presença de AGM depende da presença destes na ração, da síntese no fígado e da oxidação nos tecidos (Pinchasov & Nir, 1992); ii) rações com suplementação de gordura reduzem a lipogênese hepática (Pearce, 1974 e Whitehead, 1985); e iii) a síntese *de novo* diminui com o aumento de lipídeos na ração (Doreau & Chilliard, 1997). Assim, com a maior contribuição dietética de AGM e a maior taxa de lipogênese hepática, explicam-se as maiores proporções de AGM encontradas no peito das aves que receberam SO.

3.4.1.7 Ácidos graxos poliinsaturados – AGP

A ração utilizada influenciou ($P < 0,01$) a deposição de AGP (18:2 ω 6 + 18:3 ω 6 + 18:3 ω 3 + 18:4 ω 6 + 20:2 ω 6 + 20:3 ω 6 + 20:4 ω 6 + 20:5 ω 3 + 22:5 ω 6 + 22:5 ω 3 + 22:6 ω 3) no peito de frangos; entretanto, os tempos de fornecimento não influenciaram a deposição desses ácidos graxos e não houve interação entre os fatores. A ração SO proporcionou a menor deposição de ácidos graxos poliinsaturados quando comparada com as demais (Tabela 2.8).

Os AGP depositados na carcaça de frangos têm como única origem a ração, pois os animais são incapazes de sintetizá-los e, portanto, a menor proporção de AGP no peito dos frangos que receberam SO pode ser explicada simplesmente pelos percentuais desses ácidos graxos encontrados nas rações, que foram 45,63; 50,87; 56,83 e 57,89% para as rações SO, SJ, CM e LN,

respectivamente; as deposições no peito, nessa mesma ordem, foram 25,31; 31,15; 32,22 e 31,14%.

3.4.1.8 Ácidos graxos ômega-6 (ω 6)

Os seguintes ácidos graxos ω 6 foram encontrados no peito de frangos: 18:2; 18:3; 20:2; 20:3; 20:4 e 22:5.

As rações utilizadas ($P < 0,01$) e os seus tempos de fornecimento ($P < 0,05$) influenciaram a deposição de ω 6 no peito dos frangos. Os frangos alimentados com a ração SJ apresentaram maior deposição de ω 6 do que os demais. Aos 21 dias (média dos tratamentos) foi observada a maior deposição desses ácidos graxos (Tabela 2.8).

A maior deposição de ω 6 aconteceu nas aves alimentadas com a ração SJ que apresentou o maior percentual desses ácidos graxos. Além disso, o total de ω 6 depositado é reflexo das deposições de 18:2 ω 6 e de 20:4 ω 6 que se deu conforme explicado anteriormente.

3.4.1.9 Ácidos graxos ômega 3 (ω 3)

A deposição do total de ω 3 (18:3 + 18:4 + 20:5 + 22:5 + 22:6) foi influenciada ($P < 0,01$) pelas rações e pelos tempos de fornecimento e houve interação entre os fatores.

Os tempos de fornecimento influenciaram a deposição de ω 3 no peito dos frangos alimentados com as rações CM e LN. As aves alimentadas com CM apresentaram aumento de deposição com o aumento do tempo de fornecimento, com médias de 5,86; 8,12 e 9,81% para 7, 14 e 21 dias, respectivamente. As aves alimentadas com LN apresentaram um aumento de percentual de deposição de 7 para 14 dias de fornecimento, sendo que não houve aumento de deposição

de 14 para 21 dias (6,62; 9,35 e 9,35%, respectivamente). Para as aves que receberam as rações SO e SJ, a deposição permaneceu inalterada com o decorrer do tempo de fornecimento, com médias que variaram de 1,82 a 2,76% para SO e de 2,46 a 2,94 para SJ. Aos 7 dias de fornecimento das rações experimentais as aves alimentadas com LN e CM apresentaram maior deposição de ácidos graxos $\omega 3$ do que as aves que receberam SJ e SO (6,62; 5,86; 2,94 e 2,76%). Aos 14 dias de fornecimento, as aves alimentadas com LN apresentaram maior deposição de ácidos graxos $\omega 3$ (9,35%) do que as que receberam CM (8,12%), as quais, por sua vez, tiveram maior deposição do que as alimentadas com SO (2,16%) e SJ (2,46%). Aos 21 dias de fornecimento, a deposição de $\omega 3$ no peito de frangos se igualou entre as aves alimentadas com LN e CM (9,35 e 9,81%, respectivamente), para as quais este fator continuou sendo maior do que nas aves alimentadas com SJ (2,71%). Todavia, as aves alimentadas com SO, apresentaram menor deposição desses ácidos graxos (1,82%) do que as demais (Tabela 2.8).

A deposição do total de $\omega 3$ é reflexo do que aconteceu com as deposições de 18:3 $\omega 3$, 20:5 $\omega 3$ e 22:6 $\omega 3$; porém, devido à maior proporção de deposição de 18:3 $\omega 3$ (de 5 a 9 vezes maior) no peito de frangos em relação aos demais ácidos graxos dessa família, sua influência foi mais acentuada (Ajuyah et al., 1991; Olomu & Baracos, 1991; Chanmugam, 1992; Rosa, 1999). Isso aconteceu conforme relatado anteriormente.

3.4.1.10 Relação ômega 6 : ômega 3 ($\omega 6:\omega 3$)

A relação do total de ácidos graxos $\omega 6$ e $\omega 3$ depositados no peito de frangos (Tabela 2.8) foi influenciada pelas rações ($P < 0,01$) e houve interação entre rações e tempos de fornecimento ($P < 0,05$). Aos 7, 14 e 21 dias de fornecimento das rações experimentais, os frangos alimentados com LN e CM

apresentaram menor relação $\omega_6:\omega_3$ que os frangos alimentados com SO e SJ. A ração SO foi a única que demonstrou mudança na relação $\omega_6:\omega_3$ na carne do peito com o decorrer dos dias, sendo que, aos 7 dias, a relação foi menor do que aos 14 e 21 dias de fornecimento (8,92; 10,76 e 11,94, respectivamente).

A menor relação $\omega_6:\omega_3$ encontrada nas aves alimentadas com LN e CM é resultado do aumento na deposição de ω_3 e da menor deposição de ω_6 nessas aves. Para as aves alimentadas com SO e SJ aconteceu o inverso, com menor deposição de ω_3 e maior de ω_6 . (Ajuyah et al., 1991; Olomu & Baracos, 1991; Chanmugam, 1992; Scaife et al., 1994; Rosa, 1999).

3.4.1.11 Relação insaturados: saturados (I : S)

A relação I:S no peito de frangos (Tabela 2.8) não foi influenciada pelas rações e pelos tempos de fornecimento, contudo houve interação entre esses fatores ($P < 0,05$). Aos 7 e 21 dias de fornecimento as rações experimentais não influenciaram a relação I:S no peito dos frangos, por outro lado, aos 14 dias as aves alimentadas com LN apresentaram uma maior relação I:S. As aves que receberam SO e SJ não apresentaram mudanças na relação I:S com o tempo de fornecimento, porém os frangos alimentados com LN apresentaram maior relação I:S aos 14 dias (2,40) e menor aos 7 e 21 dias (1,81 e 1,87, respectivamente), diferente do ocorrido com as aves alimentadas com CM, que apresentaram aumento da relação I:S de 7 para 14 dias, o qual foi constante até 21 dias (1,63; 1,98 e 2,31, respectivamente).

A relação I:S é calculada a partir da divisão do total de ácidos graxos insaturados (monoinsaturados + poliinsaturados) pelo total de ácidos graxos saturados; portanto, apesar de esta relação não ter apresentado variação no peito das aves alimentadas com SO ao longo do tempo de fornecimento, como ocorreu com a deposição de ácidos graxos saturados, as deposições de ácidos graxos

monoinsaturados e poliinsaturados não foram constantes no peito dessas aves, ocorrendo a deposição de monoinsaturados às custas da deposição de poliinsaturados, equilibrando a relação ao longo do tempo (Tabela 2.8).

Para as aves alimentadas com CM, a relação I:S aumentou com o tempo de fornecimento, pois a deposição de AGS diminuiu e as deposições de AGM e AGP aumentaram com o tempo. As aves alimentadas com SJ não apresentaram grandes variações na deposição de AGS, AGM e AGP ao longo do tempo de fornecimento, assim a relação I:S também não se alterou. As aves alimentadas com LN apresentaram a menor deposição de AGS aos 14 dias e deposição de AGM bem maior do que o esperado nesse mesmo período, o que afetou a relação I:S dessas aves.

3.4.2 Coxa

3.4.2.1 Ácido oléico - 18:1 ω 9

A deposição de ácido oléico (ácido cis-9-octadecenóico) na coxa de frangos de corte não foi influenciada pelas rações experimentais e pelo tempo de fornecimento e não houve interação entre os fatores. Portanto, a deposição de C18:1 ω 9 permaneceu constante, independentemente da ração experimental e do tempo de fornecimento (Tabela 2.9).

O ácido oléico depositado pode ser de origem endógena e dietética. A constância observada na deposição desse ácido graxo pode ser indicação de que a sua deposição seja requerida e regulada pela *síntese de novo* (Olomu & Baracos, 1991). Segundo proposta de Miyazaki et al. (2001), os AGM são o principal substrato para a indução da síntese de triacilgliceróis (TG); porém, a síntese de TG requer AGM sintetizados endogenamente, pois os AGM dietéticos chegam ao fígado, mas não podem ser utilizados para sintetizar TG em

quantidade suficiente. Talvez a diferença de comportamento entre a deposição de 18:1 ω 9 no peito e na coxa de frangos seja devido ao maior conteúdo de lipídeos neutros deste corte.

TABELA 2.9. Valores médios da porcentagem dos ácidos graxos, na coxa de frangos de corte, para os tipos de óleo nos diferentes tempos de fornecimento, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

AG	Rações	Tempo de fornecimento			Médias
		07	14	21	
18:1 ω 9	Sem óleo	32,78 ¹	29,20	30,75	30,91 \pm1,36
	Linhaça	27,75	30,21	28,92	28,96 \pm1,36
Oléico	Comercial	25,88	31,14	33,64	30,22 \pm1,36
	Soja	29,21	31,32	27,91	29,48 \pm1,36
	Médias	28,90 \pm1,18	30,46 \pm1,18	30,30 \pm1,18	
18:2 ω 6	Sem óleo	22,09 ²	22,64	17,80	20,84 \pm0,99
	Linhaça	23,84	18,36	19,24	20,48 \pm0,99
Linoléico	Comercial	22,81	20,43	21,18	21,47 \pm0,99
	Soja	23,93	25,64	22,18	23,91 \pm0,99
	Médias	23,16 \pm0,85	21,77 \pm0,85	20,09 \pm0,85	
20:4 ω 6	Sem óleo	3,39 ³	5,81	5,27	4,82^A \pm0,44
	Linhaça	3,96	3,11	3,54	3,53^B \pm0,44
Araquidônico	Comercial	3,73	3,46	2,12	3,10^B \pm0,44
	Soja	4,23	3,75	5,46	4,48^A \pm0,44
	Médias	3,83 \pm0,38	4,03 \pm0,38	4,09 \pm0,38	
18:3 ω 3	Sem óleo	1,86 ⁴	2,32	2,40	2,19^B \pm0,50
	Linhaça	7,32	8,26	8,59	8,05^A \pm0,50
α -linolênico	Comercial	7,25	7,25	7,01	7,17^A \pm0,50
	Soja	2,53	1,98	4,08	2,86^B \pm0,50
	Médias	4,74 \pm0,43	4,95 \pm0,43	5,52 \pm0,43	
20:5 ω 3	Sem óleo	0,08 ⁵	0,11	0,13	0,10^B \pm0,04
	Linhaça	0,39	0,48	0,59	0,49^A \pm0,04
EPA	Comercial	0,49	0,50	0,46	0,48^A \pm0,04
	Soja	0,13	0,07	0,16	0,12^B \pm0,04
	Médias	0,27 \pm0,03	0,29 \pm0,03	0,33 \pm0,03	
22:6 ω 3	Sem óleo	0,25 ⁶	0,51	0,46	0,40^B \pm0,09
	Linhaça	0,62	0,59	0,87	0,69^A \pm0,09
DHA	Comercial	0,87	0,97	0,72	0,85^A \pm0,09
	Soja	0,36	0,31	0,48	0,38^B \pm0,09
	Médias	0,52 \pm0,08	0,59 \pm0,08	0,63 \pm0,08	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott 5% de significância

¹ (EP \pm 2,36); ² (EP \pm 1,71); ³ (EP \pm 0,77); ⁴ (EP \pm 0,87); ⁵ (EP \pm 0,07); ⁶ (EP \pm 0,16).

3.4.2.2 Ácido Linoléico - 18:2 ω6 e Ácido araquidônico - 20:4 ω6

Os valores de deposição de ácido linoléico (ácido cis,cis-9,12-octadecadienóico) na coxa de frangos de corte (Tabela 2.9) não foram influenciados pelo tipo de óleo presente nas rações experimentais e pelo tempo de fornecimento das rações e não houve interação entre os fatores. Apesar de a interação não ser significativa, a mesma tendência observada para a deposição no peito pode ser observada na coxa. As aves que receberam SJ apresentaram as maiores médias de deposição em todos os tempos de fornecimento, em resposta à maior proporção desse ácido graxo na ração SJ.

Conforme observado no presente experimento, Ayerza et al. (2002) encontraram valores mais elevados de 18:2ω6 na coxa, do que no peito de frangos alimentados com sementes de chia (*Salvia hispânica* L.), ricas em 18:3ω3.

As aves alimentadas com as rações SO e SJ apresentaram maior deposição de ácido araquidônico (4,82 e 4,48%, respectivamente) do que as aves que receberam as rações LN (3,53%) e CM (3,10%) ($P < 0,05$). O tempo de fornecimento não alterou a deposição desse ácido graxo (Tabela 2.9).

As porcentagens de 18:2ω6 nas rações SO (43,42%) e SJ (44,91%) são similares e o 20:4 ω6 está ausente em ambas (Tabela 2.2). A deposição de 20:4ω6 (ácido cis,cis,cis,cis-5,8,11,14-icosatetraenóico) nos músculos de frangos depende da dessaturação e alongamento do 18:2ω6, que está presente em maior quantidade nas rações SO e SJ. O menor percentual de deposição de ácido araquidônico nas aves alimentadas com LN e CM pode ser devido à menor presença de 18:2ω6 nessas rações (36,59 e 36,60%, respectivamente) e, conseqüentemente, à menor disponibilidade de substrato para a formação do 20:4ω6. Além disso, a maior porcentagem de 18:3ω3 encontrada nas rações LN (20,97%) e CM (19,35) pode ter causado a inibição da formação de 20:4ω6, pois

existe competição entre o 18:2 ω 6 e o 18:3 ω 3 pela mesma enzima de dessaturação (Δ -6 dessaturases) (Figura 1.2). Essa inibição competitiva depende da razão 18:2 ω 6:18:3 ω 3 na ração (Hulan et al., 1988; Olomu & Baracos, 1991; Ki An et al., 1995).

3.4.2.3 Ácido α -linolênico - 18:3 ω 3

A deposição de ácido α -linolênico (ácido cis,cis,cis-9,12,15-octadecatrienóico) na coxa de frangos de corte (Tabela 2.9) mostrou influência das rações experimentais ($P < 0,01$). Contudo, o tempo de fornecimento não influenciou a deposição e não houve interação entre os fatores. As aves alimentadas com as rações CM e LN apresentaram maior deposição de ácido α -linolênico na coxa (7,17 e 8,05%, respectivamente) do que as aves que receberam as rações SO (2,19%) e SJ (2,86%).

A deposição de 18:3 ω 3 na coxa dos frangos de corte aconteceu conforme o esperado, isto é, em resposta às concentrações desse ácido graxo nas rações experimentais, que foram de 2,21% para a SO; 5,71% para a SJ; 19,35% para a CM e 20,97% para a LN. Isso confirma os achados de Phetteplace & Watkins (1990); Ajuyah et al. (1991); Pinchasov & Nir (1992); Scaife et al. (1994); Leskanich & Noble (1997); Hulan et al. (1988); Rosa (1999) e Ayerza et al. (2002).

3.4.2.4 EPA - 20:5 ω 3 e DHA - 22:6 ω 3

A deposição de EPA (ácido cis,cis,cis,cis,cis-5,8,11,14,17-icosapentaenóico) na coxa de frangos de corte (Tabela 2.9) sofreu influência das rações experimentais ($P < 0,01$). As rações LN e CM propiciaram maior deposição de EPA (0,49 e 0,48%, respectivamente), do que as rações SJ (0,12%)

e SO (0,10%). O tempo de fornecimento não influenciou a deposição de 20:5 ω 3 e não houve interação entre os fatores.

As rações experimentais influenciaram a deposição de 20:5 ω 3, de maneira que as aves alimentadas com LN e CM apresentaram a maior deposição e as alimentadas com SO e SJ, as menores. Isso era esperado devido ao maior percentual de 18:3 ω 3 nas rações LN e CM (Tabela 2.2) e à capacidade das aves em alongar e dessaturar esse ácido graxo (Ajuyah et al., 1991; Olomu & Baracos, 1991; Chanmugam et al., 1992; Hulan et al., 1991; Rosa, 1999).

As rações experimentais influenciaram ($P < 0,01$) a deposição de DHA na coxa de frangos de corte (Tabela 2.9). A utilização das rações CM e LN propiciou maior deposição de C22:6 ω 3 na coxa de frangos (0,85 e 0,69%, respectivamente) do que a utilização das rações SO (0,40%) e SJ (0,38%).

As deposições de 22:6 ω 3 na coxa das aves alimentadas com as rações SO e SJ foram menores que as das que receberam CM e LN provavelmente devido à pequena quantidade de 18:3 ω 3 (precursor do 22:6 ω 3) nessas rações.

Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família ω 3, os ácidos icosapentaenóico (EPA) e o docosaexaenóico (DHA) estavam presentes na ração CM e ausentes nas demais rações, contudo houve deposição desses ácidos graxos na coxa de todas as aves. A presença de 20:5 ω 3 e 22:6 ω 3 na carne de coxa das aves que receberam rações em que estes ácidos graxos estavam ausentes é uma indicação da capacidade das aves em dessaturar e alongar o 18:3 ω 3 e confirma as afirmações de Ajuyah et al. (1991); Olomu & Baracos (1991); Chanmugam et al. (1992); Hulan et al. (1991) e Rosa (1999).

3.4.2.5 Ácidos graxos saturados (AGS) e monoinsaturados (AGM)

Os seguintes AGS foram encontrados na coxa de frangos: 12:0; 14:0; 15:0; 16:0; 17:0; 18:0; 18:2 trans*; 20:0; 21:0; 22:0 e 24:0.

As rações experimentais e o tempo de fornecimento das mesmas não influenciaram a deposição de AGS (Tabela 3.10) na coxa de frangos.

A deposição de AGM (14:1 + 16:1 + 18:1 + 20:1 + 22:1) na coxa de frangos (Tabela 3.10) não foi influenciada pelas rações experimentais ou pelo tempo de fornecimento.

Os AGS e AGM são sintetizados pelas aves e por isso, suas deposições nos músculos devem ser reguladas pela *síntese de novo* e menos influenciadas pela ração (Olomu & Baracos, 1991).

TABELA 3.10. Valores médios da porcentagem dos ácidos graxos, na coxa de frangos de corte, para os tipos de óleo nos diferentes tempos de fornecimento, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

AG	Tipos de óleo	Tempo de fornecimento			Médias
		7	14	21	
AGS	Sem óleo	30,67 ¹	28,45	30,63	29,92 \pm0,86
	Linhaça	27,18	29,97	29,84	28,99 \pm0,86
	Comercial	29,99	28,25	27,65	28,63 \pm0,86
	Soja	30,19	29,45	28,67	29,44 \pm0,86
	Médias	29,51 \pm0,74	29,03 \pm0,74	29,19 \pm0,74	
AGM	Sem óleo	38,64 ²	35,55	38,32	37,50 \pm1,43
	Linhaça	32,60	35,45	33,63	33,89 \pm1,43
	Comercial	30,90	35,59	38,40	34,96 \pm1,43
	Soja	34,57	35,60	34,32	34,83 \pm1,43
	Médias	34,18 \pm1,24	35,54 \pm1,24	36,16 \pm1,24	
AGP	Sem óleo	28,61 ³	32,93	27,67	29,74^B \pm1,20
	Linhaça	38,24	32,88	34,94	35,35^A \pm1,20
	Comercial	37,18	34,53	32,82	34,84^A \pm1,20
	Soja	32,73	33,05	34,19	33,32^A \pm1,20
	Médias	34,19 \pm1,04	33,35 \pm1,04	32,40 \pm1,04	
Total ω 6	Sem óleo	26,16 ⁴	29,49	24,07	26,57^B \pm0,98
	Linhaça	28,82	22,37	23,39	24,86^B \pm0,98
	Comercial	27,48	24,59	23,68	25,25^B \pm0,98
	Soja	29,16	30,21	28,83	29,40^A \pm0,98
	Médias	27,90 \pm0,85	26,66 \pm0,85	24,99 \pm0,85	
Total ω 3	Sem óleo	2,45 ⁵	3,44	3,60	3,16^B \pm0,75
	Linhaça	9,42	10,51	11,55	10,50^A \pm0,75
	Comercial	9,70	9,94	9,13	9,59^A \pm0,75
	Soja	3,57	2,84	5,35	3,92^B \pm0,75
	Médias	6,29 \pm0,65	6,68 \pm0,65	7,41 \pm0,65	
ω 6: ω 3	Sem óleo	10,89 ⁶ ^{aA}	8,54 ^{bA}	6,97 ^{bA}	8,80^A \pm0,45
	Linhaça	3,09 ^{aC}	2,43 ^{aB}	2,07 ^{aB}	2,53^B \pm0,45
	Comercial	2,84 ^{aC}	2,49 ^{aB}	2,60 ^{aB}	2,65^B \pm0,45
	Soja	8,16 ^{bB}	10,68 ^{aA}	5,59 ^{cA}	8,15^A \pm0,45
	Médias	6,25 \pm0,39	6,04 \pm0,39	4,31 \pm0,39	
I : S	Sem óleo	2,21 ⁷	2,41	2,16	2,26 \pm0,10
	Linhaça	2,62	2,28	2,30	2,40 \pm0,10
	Comercial	2,27	2,48	2,59	2,45 \pm0,10
	Soja	2,24	2,33	2,45	2,34 \pm0,10
	Médias	2,33 \pm0,09	2,38 \pm0,09	2,37 \pm0,09	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de significância

¹ (EP \pm 1,48); ² (EP \pm 2,48); ³ (EP \pm 2,08); ⁴ (EP \pm 1,70); ⁵ (EP \pm 1,30); ⁶ (EP \pm 0,79); ; ⁷ (EP \pm 0,18)

AGS=ácidos graxos saturados; AGM=ácidos graxos monoinsaturados; AGP= ácidos graxos poliinsaturados; I:S= AGM+AGP/AGS.

3.4.2.6 Ácidos graxos poliinsaturados (AGP)

As médias de deposição de AGP (18:2 ω 6 + 18:3 ω 6 + 18:3 ω 3 + 18:4 ω 6 + 20:2 ω 6 + 20:3 ω 6 + 20:4 ω 6 + 20:5 ω 3 + 22:5 ω 6 + 22:5 ω 3 + 22:6 ω 3) são apresentadas na Tabela 3.10. Apenas o fator ração influenciou (P<0,05) a deposição de AGP na coxa de frangos. A ração SO proporcionou menor média de deposição (29,74%) do que LN, CM e SJ (35,35; 34,84 e 33,32%, respectivamente).

A ração SO apresentou percentuais de AGP (45,63%) e de EE (3,75%) menores que as rações LN (57,89 e 6,67%), CM (56,83 e 7,00%) e SJ (50,87 e 6,64%). Isso resulta em menor quantidade de AGP disponíveis para a deposição e maior participação dos ácidos graxos provenientes da síntese hepática na deposição total de ácidos graxos, pois a adição de gordura na ração inibe a lipogênese hepática (Crespo & Esteve-Garcia, 2002). Apesar de respostas não significativas para as médias de deposição de AGS e AGM, as aves alimentadas com SO apresentaram médias maiores do que as demais. Isso indica que a deposição de AGP ocorre às expensas da deposição de AGS (Ayerza, 2002).

3.4.2.7 Ácidos graxos ômega-6 - (ω 6)

Os seguintes ácidos graxos ω 6 foram encontrados na coxa de frangos: 18:2; 18:3; 20:2; 20:3; 20:4 e 22:5.

As rações experimentais influenciaram (P<0,05) a deposição de ω 6 na coxa dos frangos. O tempo de fornecimento não alterou a deposição desses ácidos graxos. Os frangos alimentados com a ração SJ apresentaram maior deposição de ω 6 (29,40%), do que aqueles que receberam as rações SO (26,57%), LN (24,86%) e CM (25,25%). As últimas não diferiram entre si (Tabela 3.10).

Os principais ácidos graxos ω_6 , encontrados na coxa, foram o 18:2 e o 20:4; e apesar de a diferença não ter sido significativa para a deposição do 18:2 ω_6 , as médias foram superiores para as aves alimentadas com SJ o que foi confirmado pelo total de ácidos graxos ω_6 . Possivelmente, os maiores níveis de 18:2 ω_6 na ração SJ propiciaram a maior deposição de ω_6 nas aves que a consumiram. A ração SO apresentou percentual similar ao da SJ em 18:2 ω_6 . Contudo, a deposição de 18:2 ω_6 não foi tão significativa na coxa dessas aves, possivelmente devido ao menor valor de EE da ração SO e conseqüentemente, da maior síntese hepática (Doreau & Chilliard, 1997; Pearce, 1974 e Whitehead, 1985).

3.4.2.8 Ácidos graxos ômega 3 - (ω_3)

A deposição de ω_3 (18:3 + 18:4 + 20:5 + 22:5 + 22:6) foi influenciada pelas rações experimentais ($P < 0,01$), mas não sofreu influência do tempo de fornecimento das rações experimentais. Os frangos que receberam as rações LN e CM apresentaram maior deposição de ω_3 (10,50 e 9,59%, respectivamente) do que os alimentados com as rações SO (3,16%) e SJ (3,92%).

A deposição do total de ω_3 é reflexo do que aconteceu com as deposições de 18:3 ω_3 , 20:5 ω_3 e 22:6 ω_3 . Porém, devido à maior proporção da deposição de 18:3 ω_3 (9 a 16 vezes maior) na coxa de frangos em relação aos demais ácidos graxos dessa família, sua influência foi mais acentuada (Baracos & Olomu, 1990; Ajuyah et al., 1991; Olomu & Baracos, 1991; Chanmugam, 1992; Rosa, 1999).

O percentual de deposição dos ácidos graxos ω_3 é diferente quando são comparados o peito e a coxa de frangos de corte. A coxa apresenta maior deposição de 18:3 ω_3 e menor dos AGP graxos formados a partir deste (20:5 ω_3 e

22:6 ω 3) quando comparada com o peito. No corte de peito ocorre maior deposição de AGP de cadeia longa (>20C). Esse comportamento de deposição pode ser relacionado com os diferentes tipos de fibra que compõem os cortes estudados (peito=fibras brancas ou glicolíticas ; coxa=fibras vermelhas ou oxidativas) (Alasnier & Gandemer, 1998; Andrés et al.,2001 e Fennema, 1996). Segundo Hulan et al. (1988), o peito de frangos (fibras glicolíticas) mostra perfil lipídico com maior percentual de fosfolipídeos e menor de triacilgliceróis do que a coxa (fibras oxidativas). Além disso, os AGP de cadeia longa são depositados preferencialmente na fração fosfolipídica.

3.4.2.9 Relação ômega 6 : ômega 3 (ω 6: ω 3)

A relação de ácidos graxos ω 6: ω 3 depositados na coxa de frangos (Tabela 3.10) foi influenciada pelas rações (P<0,01) e pelo tempo de fornecimento das mesmas (P<0,01) e houve interação entre os fatores (P<0,05). Aos 7 dias de fornecimento, os frangos alimentados com SO apresentaram a maior relação ω 6: ω 3 (10,89), seguidos pelos frangos que receberam SJ (8,16), e as menores relações ω 6: ω 3 foram verificadas nas aves alimentadas com as rações LN (3,09) e CM (2,84). Aos 14 e 21 dias de fornecimento, a relação se igualou nas coxas das aves alimentadas com SO e SJ e estas continuaram apresentando maior relação ω 6: ω 3 do que as aves que receberam as rações LN e CM.

As aves alimentadas com ração sem óleo demonstraram mudança na relação ω 6: ω 3 na carne da coxa com o decorrer dos dias, sendo que, aos 7 dias, a relação (10,89) foi maior do que aos 14 e 21 dias de fornecimento (8,54 e 6,97, respectivamente). As aves que receberam a ração SJ também demonstraram mudanças, sendo a maior relação ω 6: ω 3 encontrada aos 14 dias (10,68) e a menor, aos 21 dias (5,59).

De um modo geral, a relação $\omega_6:\omega_3$ foi menor em todos os tempos de fornecimento para as aves alimentadas com as rações ricas em ω_3 (LN e CM).

A menor relação $\omega_6:\omega_3$ apresentada pelas aves alimentadas com LN e CM aconteceu devido a um aumento na deposição de ácidos graxos ω_3 e diminuição na deposição de ω_6 . O inverso aconteceu com as aves alimentadas com SJ e SO (Ajuyah et al., 1991; Olomu & Baracos, 1991; Chanmugam, 1992; Rosa, 1999; López-Ferrer, 2001).

3.4.2.10 Relação insaturados: saturados (I : S)

A relação I:S da coxa de frangos não foi influenciada pelas rações experimentais e pelo tempo de fornecimento e não houve interação entre os fatores (Tabela 3.10).

A deposição de AGS e AGM não sofreu alterações na coxa de frangos sob influência das rações e do tempo de fornecimento, entretanto, a deposição de AGP foi menor nas aves alimentadas com SO. Este fato justificaria a existência de uma diferença na relação I:S para essas aves em relação às demais. Contudo, apesar de a ração não ter afetado significativamente a deposição de AGM, a média de deposição desses ácidos graxos foi maior nas aves que receberam SO. Isto indica que a deposição de AGP aconteceu às custas da deposição de AGM. Como a relação I:S é calculada através da soma de $AGM + AGP / AGS$, a deposição de AGP às custas de AGM equilibrou a relação.

A composição em ácidos graxos da gordura corporal é determinada por contribuições relativas da lipogênese hepática e da gordura dietética. Os ácidos linoléico e α -linolênico não são sintetizados pelas aves. Em decorrência disso, a deposição no corpo depende da presença na ração e da taxa de oxidação desses nos tecidos. Os AGP de cadeia longa (>20C) das famílias ω_6 e ω_3 podem ser fornecidos pela ração ou provenientes do alongamento e dessaturação do

linoléico e α -linolênico; além desses fatores, a concentração nos tecidos pode ser afetada pela taxa de oxidação. A deposição de AGS e AGM depende da presença, na ração, da taxa de oxidação e da síntese no fígado (Pinchasov & Nir, 1992).

Os cinco fatores que interferem na presença de ácidos graxos nos músculos (taxa de oxidação, síntese endógena, presença na ração, alongamento e dessaturação) são regulados pela interação entre esses fatores, pela interação entre os diferentes ácidos graxos e outros, como, a adição de gorduras ou óleos nas rações (valor de EE das rações), os tipos de fibras musculares presentes nos tecidos (fibras glicolíticas ou oxidativas), o papel fisiológico dos ácidos graxos (que podem preferencialmente ser depositados como parte de fosfolípídeos ou de triacilgliceróis, os quais, por sua vez são encontrados em concentrações diferentes em cada tipo de músculo), a idade dos animais (relacionada com a taxa de deposição e oxidação e com a capacidade de alongar e dessaturar), a digestibilidade diferenciada para cada tipo de ácido graxo e para diferentes concentrações dos mesmos, entre outros fatores conhecidos e desconhecidos.

Os resultados encontrados no presente experimento reafirmam a possibilidade de mudança no perfil de ácidos graxos do peito e da coxa de frangos de corte através da manipulação dietética, contudo, devido à natureza lábil da síntese e distribuição da gordura corporal (Ajuyah et al., 1991) e dos complexos mecanismos metabólicos que interferem na deposição dos ácidos graxos, alguns deles até hoje desconhecidos, os comportamentos de deposição, em alguns casos são difíceis de serem explicados.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados no presente trabalho, é possível inferir que:

- O desempenho dos frangos de corte e o rendimento de carcaça e cortes não são afetados pelas rações com diferentes perfis de ácidos graxos;
- O perfil de ácidos graxos da ração influencia o perfil de ácidos graxos dos cortes peito e coxa;
- A deposição de ácidos graxos ômega-3 nos cortes peito e coxa apresenta comportamento diferenciado. A coxa apresenta maior deposição de 18:3 ω 3 e menor de 20:5 ω 3 e 22:6 ω 3 do que o peito;
- O tempo de fornecimento não influencia a deposição de ácidos graxos na coxa e, no peito, as relações apresentadas entre tempo de fornecimento e deposição de ácidos graxos não são claras;
- A relação ω 6: ω 3 foi menor em todos os tempos de fornecimento para as aves alimentadas com as rações ricas em ômega-3.
- Os frangos de corte alimentados com óleo de soja apresentam níveis de deposição de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados estáveis ao longo do tempo de fornecimento, não alterando a relação I:S;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJUYAH, A. O.; HARDIN, R. T.; SIM, J. S. Effect of full-fat flax seed with and without antioxidant on the fatty acid composition of major lipid classes of chicken meats. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 125-136, Jan. 1993.

AJUYAH, A. O.; LEE, K. H.; HARDIN, R. T.; SIN, J. S. Changes in the yield and in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oil seeds. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 2304-2314, Nov. 1991.

ALASNIER, C.; GANDEMER, G. Fatty acid and aldehyde composition of individual phospholipid classes of rabbit skeletal muscles is related to the metabolic type of the fibre. **Meat Science**, Amsterdam, v. 48, n. 3/4, p. 225-235, Mar./Apr. 1998.

ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, A. H.; VALÉRIO, S. R. Níveis de energia e da temperatura ambiente sobre a composição da carcaça em frangos (músculo e gordura). In: CONFERÊNCIA APINCO' 2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2., 2000, Campinas. **Anais....** Campinas: FACTA/WPSA, 2000. p. 63-79.

ANDRÉS, A. I.; CAVA, R.; MAYRAL, A. I.; RUIZ, J. Oxidative stability and fatty acid composition of pig muscles as affected by rearing system, crossbreeding and metabolic type of muscle fibre. **Meat Science**, Amsterdam, v. 59, n. 1, p. 39-47, Sept. 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1990.

AYERZA, R.; COATES, W.; LAURIA, M. Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as ω -3 fatty acid source for broilers: Influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance, and sensory characteristics. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 6, p. 826-837, June 2002.

BARACOS, V. E.; OLOMU, J. M. Some effects of including flaxseed oil in broiler diets. **Feeder's Day Report**, Baltimore, v. 69, n. 1, p. 44-46, 1990.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. Fatty acid and triacylglycerol metabolism. In: **Biochemistry**. 2 ed. Philadelphia: Lippincott's Illustrated Reviews, 1994. p. 171-190.

CHANMUGAN, P.; BOUDREAU, M.; BOUTTE, T.; HERBERT, J.; BERRIO, L. H.; WANG, D. Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 3, p. 516-521, Mar. 1992.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. 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. 2002b.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 10, p. 1533-1542, Oct. 2002a.

DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 78, n. 1, p. 15-35, 1997. Supplement.

FAO/WHO. Report of a joint expert consultation: fats and oils in human nutrition. **Food and Nutrition Paper**, Rome, v. 57, n. 1, p. 49-55, Jan. 1994.

FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. 3. ed. New York: Marcel Dekker, 1996. 1069 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIRESTONE, D. **Official methods and recommended practices of the Americam Oil Chemists Society**. 4. Ed. Champaign: AOCS, 1998. VI-II. (Método Ce 1-62)

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 226, n. 1, p. 497-509, May 1957.

GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LEESON, S. Effects of menhaden oil and flaxseed in broiler diets on sensory quality and lipid composition of poultry meat. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 41, n. 4, p. 481-488, Sept. 2000.

GOONEWARDENE, L. A.; WANG, Z.; OKINE, E.; ZUIDHOF, M. J.; DUNK, E.; ONDERKA, D. Comparative growth characteristics of emus (*Dromaius novaehollandiae*). **Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 12, n. 1, p. 27-31, Spring 2003

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, London, v. 22, p. 475-476, 1973.

HOLMAN, R. T. The slow discovery of the importance of ω 3 essential fatty acids in human health. In: Symposium: Evolution of ideas about the nutritional value of dietary fat. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 128, n. 2, p. 427-438, Feb. 1998. Supplement.

HOLSHEIMER, J. P. Nutrition and product quality. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON QUALITY OF POULTRY MEAT, 10., 1991, Beekbergen, The Netherlands. **Proceedings...** Beekbergen, The Netherlands, 1991. v. 1, p. 273-287.

HULAN, H. W. Incorporating omega-3 fatty acid into product lipids. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON QUALITY OF POULTRY MEAT, 10., 1991, Beekbergen, The Netherlands. **Proceedings...** Beekbergen, The Netherlands, 1991.v. 1, p. 289-302.

HULAN, H. W.; ACKMAN, R. G.; RATNAYAKE, W. M. N.; POUNDFOOD, F. G. Omega-3 fatty acid levels performance of broiler chickens fed redfish meal or redfish oil. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 68, n. 2, p. 533-547, June 1988.

HUYGHEBAERT, G.; DE BOEVER, J. L.; DE GROOTE, G. Nutritional and genetic effects on carcass fat in broilers, with emphasis of NIRS for quality control. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON QUALITY OF POULTRY MEAT, 10., 1991, Beekbergen, The Netherlands. **Proceedings...** Beekbergen, The Netherlands, 1991. v. 1, p. 215-221.

KESSLER, A. M.; SNIZEK JUNIOR, P. N.; BRUGALLI, I. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO' 2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA/WPSA, 2000. p. 107-133.

KI AN, B.; TANAKA, K.; OHTANI, S. Effects of various n-3/n-6 ratios in diet on lipid metabolism in growing chicks. **Animal Science and Technology (Jpn)**. Tokyo, v. 66, n. 10, p. 830-840, Oct. 1995.

LESKANICH, C. O.; NOBLE, R. C. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. **World's Poultry Science Journal**, Huntingdon, v. 53, n. 2, p. 155-183, June 1997.

LÓPEZ-FERRER, S.; BAUCCELLS, M. D.; BARROETA, A. C.; GROSHORN, M. A. N-3 enrichment of chicken meat. 1. Use of very long-chain fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: fish oil. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 741-752, 2001a.

LÓPEZ-FERRER, S.; BAUCCELLS, M. D.; BARROETA, A. C.; GROSHORN, M. A. N-3 enrichment of chicken meat. 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 753-761, 2001b.

MALHEIROS, R. D.; MORAES, V. M. B.; COLLIN, A.; JANSSENS, G. P. J.; BUYSE, J. Dietary macronutrients, endocrine functioning and intermediary metabolism in broiler chickens pair wise substitutions between protein, fat and carbohydrate. **Nutrition Research**, Oxford, v. 23, n. 4, p. 567-578, Apr. 2003.

MAYES, P. A. Lipídeos de significado fisiológico. In: MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A. et al. **Harper: Bioquímica**. 6. ed. São Paulo: Ateneu, 1990. p. 133-145.

MAYES, P. A. Metabolismo dos ácidos graxos insaturados & eicosanóides. In: MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A. et al. **Harper: Bioquímica**. 6. ed. São Paulo: Ateneu, 1990. p 215-222.

MIYAZAKI, M.; KIM, Y. C.; NTAMBI, J. M. A lipogenic diet in mice with a disruption of the stearoyl-CoA desaturase 1 gene reveals a stringent requirement of endogenous monounsaturated fatty acids for triglyceride synthesis. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 42, n. 7, p. 1018-1024, July 2001.

MORAN, E. T. Fat modification of animal products for human consumption. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 58, n. 1/2, p. 91-99, Apr. 1996.

OLOMU, J. L.; BARACOS, V. E. Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle protein deposition and fatty acid composition of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 8, p. 1403-1411, Aug. 1991.

PEARCE, J. The interrelationships of carbohydrate and lipid metabolism. **World Poultry Science Association Journal**, Wellington, v. 30, n. 2, p. 115-128, June 1974.

PHETTEPLACE, H. W.; WATKINS, B. A. Lipid measurements in chickens fed different combinations of chicken fat and menhaden oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 38, p. 1848-1853, 1990.

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.

ROSA, F. C. **Teor de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 no peito e na coxa de frangos de corte alimentados com rações contendo três fontes de óleo**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. Viçosa: UFV, 1996. 59 p.

SCAIFE, J. R.; MOYO, J.; GALBRAITH, M.; MICHIE, W.; CAMPBELL, V. Effect of different supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. **British Poultry Science**, Edinburg, v. 35, n. 1, p. 107-118, Mar. 1994.

SCOTT & KNOTT. A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SIMOPOULOS, A. P. ω -3 fatty acids in growth and development and in health and disease. Part I. The role of ω -3 fatty acids in growth and development. **Nutrition Today**, Baltimore, v. 23, n. 1, p. 10-19, 1988.

SIMOPOULOS, A. P. Human Requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 7, p. 961-970, July 2000.

TAKAHATA, K.; MONOBE, K.; TADA, M.; WEBER, P. The benefits and risks of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v. 62, n. 11, p. 2079-2085, Nov. 1998.

UAUY, R.; MENA, P.; VALENZUELA, A. Essential fatty acids as determinants of lipid requirements in infants, children and adults. **European Journal of Clinical Nutrition**, Basingstoke, v. 53, n. 4, p. 66-77, Apr. 1999. Supplement.

WHITEHEAD, C. C. Influence of nutritional factors on fat in poultry, quantitatively and qualitatively. **European Symposium of Poultry Meat Quality**, 1985, Vejle, Denmark. p. 226-235.

WHITEHEAD, C. C.; GRIFFIN, H. D. Development of divergent lines using plasma very low density lipoprotein concentration as selection criterion: results over the fourth generation and lack of effect of dietary fat on performance and carcass fat content. **British Poultry Science**, Cambridge, v. 27, n. 2, p. 317-324, June 1986.

WONG, S. H.; NESTEL, P. J.; TRIMBLE, R. P.; STORER, G. B.; ILLMAN, R. J.; TOPPING, D. L. The adoptive effects of dietary fish and safflower oil on lipid and lipoprotein metabolism in perfused rat liver. **Biochimica Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 792, n. 2, p. 103-109, 1984.

CAPÍTULO 3

MÉTODOS DE COCÇÃO SOBRE A COMPOSIÇÃO QUÍMICA E COLESTEROL EM PEITO E COXA DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

ROSA, Fabiana Cordeiro. Métodos de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frangos de corte. **In: _____ Composição química e métodos de cocção de carcaça de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com ômega-3.** Lavras: UFLA, 2003. p.91-121. (Tese - Doutorado) Universidade Federal de Lavras. ¹

Este experimento objetivou comparar os métodos de cocção: cozimento em água (CA); em óleo (FO); em grelha (GR); em forno convencional (FC) e em forno de microondas (MO) sobre a perda de peso por cozimento (PPC), composição centesimal (CC), taxas de retenção aparente (RA) e verdadeira (RV) da gordura e teores de colesterol dos cortes peito e coxa de frangos de corte. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 5 repetições, totalizando 25 parcelas experimentais. Os métodos MO e FO proporcionaram as maiores PPC, os menores valores de umidade e os maiores de matéria seca. O cozimento proporcionou aumento de proteína na MN. O tratamento FO apresentou os maiores valores de gordura no peito e na coxa (MN) em relação aos demais tratamentos. Os valores de cinzas, na MS, demonstraram perda de minerais durante a cocção. Os métodos de cocção influenciaram apenas o colesterol na MN do peito ($P < 0,01$) e não afetaram os teores de colesterol na MS dos cortes estudados. Os métodos de cocção sem óleo ocasionam perdas de lipídeos para o meio, enquanto os cortes submetidos à fritura absorvem óleo do meio e o peito absorve mais gordura do meio do que a coxa.

¹ Comitê orientador: Maria Cristina Bressan -UFLA (Orientadora); Antonio Soares Teixeira – UFLA; Priscila Vieira Rosa Logato – UFLA; Neura Bragagnolo-UNICAMP.

ABSTRACT

ROSA, Fabiana Cordeiro. Cooking methods on chemical composition and colesterol content in broiler breast and thigh meat. **In: _____ Cooking methods on carcass chemical composition of broilers fed diets supplemented with omega 3 fatty acids.** Lavras: UFLA, 2003. p.93-126. (Thesis - Doctorate) Universidade Federal de Lavras¹.

An experiment was conducted with the objective to evaluate the effects of different cooking methods (boiling (BO), pan frying (PF), broiling (BR), conventional oven (CO), microwave oven (MO)) on cooking loss (CL), centesimal composition (CC), true fat retention (TR) and apparent retention (AR) factors and cholesterol level (CH) of broiler chicken's breast and thigh meats. MO and PF methods enabled the greater values of CL for breast and thigh meat and the lowest values for humidity and the higher values for dry matter. The cooking procedures raised the protein levels in a wet basis (WB). The PF method enabled the greater values of fat on breast and thigh meats (WB). The ash content showed that mineral losses during cooking did occur. Breast meat CH levels (WB) were influenced by the cooking methods, but the cooking methods showed no influence on breast meat in a dry basis (DB) nor on thigh meat in a WB or DB. During cooking, fat was lost when the cooking methods had no added oil while and the lipid level was increased in the PF method.

¹ Guidance Committee: Maria Cristina-- Bressan – UFLA (Adviser); Antonio Gilberto Bertechini – UFLA; Neura Bragagnolo – UNICAMP.

1 INTRODUÇÃO

O consumo per capita de carne de frango no Brasil dobrou nos últimos dez anos, passando de 17,87 kg/habitante/ano em 1993 para 35,1 kg/habitante/ano em 2003. A razão para essa duplicação de consumo é o aumento do poder aquisitivo da população nesse período, associado ao baixo custo da carne de frango (uma das fontes de proteína mais baratas existentes no mercado). Outro fator que pode ter influenciado esse aumento é a recomendação dos profissionais da área de saúde para diminuição no consumo de carne vermelha.

As diversas informações sobre como se alimentar adequadamente, veiculadas pelos meios de comunicação, tornaram os consumidores mais conscientes da importância de uma alimentação saudável e das propriedades dos nutrientes contidos nos alimentos.

Neste sentido, ênfase é dada ao papel das gorduras saturadas e do colesterol. Esses, quando em excesso na alimentação, podem elevar a taxa de colesterol no sangue, que, por sua vez, pode ser depositado na parede das artérias, levando a um quadro de arteriosclerose (principal causa de morte por doenças cardíacas e circulatórias).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabeleceu, através da Resolução RDC nº 40, de 21 de março de 2001, a obrigatoriedade da rotulagem nutricional de alimentos e bebidas embalados, com a apresentação da informação nutricional em percentuais de Valores Diários (Inmetro). Isso permite o acesso dos consumidores às informações sobre a composição química dos alimentos, possibilitando escolhas mais saudáveis em relação à dieta. Entretanto, as informações referentes ao conteúdo nutricional dos alimentos após o preparo não estão disponíveis aos consumidores.

As condições de cozimento são fatores que afetam a composição final dos alimentos, pois durante o processo de cocção ocorrem alterações químicas e físicas que podem melhorar ou piorar o valor nutricional dos alimentos (García-Arias et al., 2003). As formas de condução de calor, a temperatura e a duração do cozimento e o meio de cocção (água, óleo) são características dos diversos métodos de cocção utilizados convencionalmente que podem ser responsáveis por essas mudanças. Ainda, certas características dos cortes, como a área de superfície por unidade de volume exposta ao meio de cozimento e o teor inicial de gordura destes, afetam a sua composição final (Potter & Hotchkiss, 1995; Kilgore & Lucker, 1964).

Autores como Steiner-Asiedu et al. (1991) e Gokoglu et al. (2003) relatam, em pescado, que o cozimento altera os valores de proteína, gordura, cinzas e matéria seca dos cortes devido à incorporação do meio de cocção e à perda de nutrientes e água para o mesmo. Entretanto, a literatura a respeito das alterações ocorridas com os alimentos durante o cozimento é escassa, principalmente com relação à carne de frango.

O presente trabalho tem como objetivo comparar o efeito de métodos de cocção convencionais (cozimento em água; óleo; grelha; forno convencional e forno de microondas) de peito e coxa de frangos de corte sobre a perda de peso por cozimento, composição centesimal, taxa de retenção aparente e verdadeira de gordura e teores de colesterol.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção da matéria prima (frangos enriquecidos)

Um total de 25 frangos, da linhagem Cobb, foi criado até os 42 dias e alimentado, dos 21 aos 42 dias de idade, com ração (Tabela 3.1) contendo 3% de um óleo comercial (obtido pela mistura de óleo de linhaça e óleo de peixe).

TABELA 3.1. Composição das rações enriquecidos com ômega-3, utilizadas para a produção de frangos dos 21 a 42 dias de idade.

Ingredientes	Composição (%)
Milho moído	63,46
Farelo de soja	29,78
Óleo comercial	3,00
Calcário calcítico	0,94
Fosfato bicálcico	1,61
Sal comum	0,38
DL-Metionina (99 %)	0,22
Cloreto de colina (60%)	0,08
L-lisina (99%)	0,22
Mistura mineral	0,10
Mistura vitamínica	0,10
Bacitracina de zinco	0,025
Anticoccidiano	0,05
TOTAL	100,00
COMPOSIÇÃO	
E.M.(kcal/kg)	3.100,00
Proteína bruta (%)	19,30
Metionina + Cistina (%)	0,83
Lisina (%)	1,16
Fósforo disponível (%)	0,41
Cálcio (%)	0,87

Os frangos, aos 42 dias de idade, foram abatidos, resfriados convencionalmente e os cortes (peito e coxa) foram separados da carcaça, identificados e congelados a -20°C .

2.2 Tratamentos

Considerando que a temperatura interna dos músculos ao atingirem o cozimento é de $72\pm 2^{\circ}\text{C}$, e tentando padronizar os tempos de cozimento de cada tratamento de cocção, pré-testes foram desenvolvidos em laboratório e por meio desses foram estabelecidos tempos médios de cocção para cada método e corte (Tabela 3.2).

TABELA 3.2. Tempos médios de cocção para os diferentes tratamentos e cortes.

Método de cocção	Cortes	Tempo médio de cocção (minutos)
Em água	Peito	18
	Coxa	20
Forno convencional	Peito	20
	Coxa	25
Em óleo	Peito	06
	Coxa	08
Grelha	Peito	05
	Coxa	05
Microondas	Peito	10
	Coxa	12

Os cortes (peito e coxa) foram descongelados e pesados. Os cortes do lado direito da carcaça permaneceram crus e os, do lado esquerdo foram submetidos aos tratamentos:

- a) Cozimento em água (CA): os cortes foram colocados em água fria (peito em 1 litro de água e coxa em 1,5 litro de água) e cozidos em fogo médio;
- b) Forno convencional a gás (FC): os cortes foram colocados em forma de vidro cobertos com papel alumínio e assados em temperatura média alta, em forno pré-aquecido;
- c) Grelha (GR): os cortes foram embrulhados em papel alumínio e colocados na grelha pré-aquecida a 180°C;
- d) Microondas (MO): os cortes foram colocados em forma de vidro coberta com filme plástico e cozidos na potência máxima; e
- e) Frito em óleo (FO): os cortes foram colocados em frigideira anti-aderente com 20mL de óleo de soja frio e foram virados a cada 2 minutos.

Os cortes em todos os tratamentos, com exceção do tratamento FO, foram virados na metade do tempo previsto, e cada unidade experimental (peito ou coxa) foi submetida ao método de cocção individualmente. A temperatura interna das massas musculares do corte, após tratamento de cocção conforme os tempos previstos, foi monitorada.

A metodologia para analisar o efeito dos métodos de cocção sobre os constituintes químicos da carne de peito e coxa foi a de cortes “gêmeos”, descrita por Murphy, Criner e Gray (1975), que consiste em utilizar os cortes anatomicamente pareados (lados esquerdo e direito), de uma mesma carcaça, com o objetivo de estabelecer claramente as relações existentes entre os cortes cozidos e crus. Além disso, essa metodologia permite o cálculo dos fatores de retenção dos nutrientes, verdadeiro e aparente.

RA= [conteúdo do nutriente por g do alimento cozido (base seca)]/[conteúdo do nutriente por g do alimento cru (base seca)] x 100

RV= [conteúdo do nutriente por g do alimento cozido x g do alimento após cozimento]/ [conteúdo do nutriente por g do alimento cru x g do alimento antes do cozimento] x 100

2.3 Análises Laboratoriais

2.3.1 Perda de peso por cocção (PPC)

A PPC, para cada tratamento, foi determinada por pesagens, em balança semi-analítica (Hobart-Dayton M 14239), das amostras antes e após o cozimento (quando estas atingiram temperatura ambiente). A PPC em porcentagem foi calculada da seguinte maneira:

$$PPC = \left(\frac{\text{Peso antes do cozimento} - \text{Peso após o cozimento}}{\text{Peso antes do cozimento}} \right) \times 100$$

2.3.2 Composição centesimal

Para a determinação da composição centesimal, as amostras foram homogeneizadas em multiprocessador até a obtenção de uma amostra homogênea. A proteína bruta foi quantificada pelo método de análise de nitrogênio Kjeldahl; os lipídeos foram extraídos pelo método de Soxhlet, a umidade em estufa a 105°C até a obtenção de peso constante e as cinzas em mufla a 550°C, (A.O.A.C., 1990). As análises foram realizadas em duplicata.

2.3.3 Teor de colesterol

Para a realização das análises de colesterol, os lipídeos foram extraídos conforme metodologia de Folch et al. (1957), adaptada para amostras de 5 gramas, que foi homogeneizada em 50 mL de clorofórmio/metanol (2:1). A amostra homogeneizada foi filtrada para funil de separação de 250 mL, permanecendo em repouso por 2 horas para a separação física. A fração apolar do homogeneizado, contendo lipídios e clorofórmio, foi recolhida e a fração polar foi descartada. A fração apolar foi submetida à nova separação por 12 horas; dessa segunda separação, a fração apolar foi recolhida em balão volumétrico e foi adicionado clorofórmio até completar 50 mL. Desse extrato foram retirados 5 mL para a determinação de colesterol.

A determinação de colesterol foi realizada por colorimetria segundo Bohac et al. (1988), adaptado por Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995), em que a alíquota de 5 mL foi evaporada com nitrogênio gasoso e submetido à saponificação com solução de hidróxido de potássio em etanol 12%. A fração que não saponificou (o colesterol) foi extraída com hexano, purificada e submetida à reação de cor com ácido acético e ácido sulfúrico, tendo como catalisador o sulfato ferroso. Em seguida, foi procedida a leitura em espectrofotômetro em 490 nm. A curva de calibração para colesterol foi elaborada utilizando 0,01 grama de colesterol p.a., diluído em 50 mL de hexano, do qual foram retiradas alíquotas que corresponderam a 40, 80, 120, 160 e 200 µg/mL. Essa curva foi linear, passou pela origem e cobriu a faixa de concentração das amostras.

2.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 5 repetições, totalizando 25 parcelas experimentais, conforme modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij},$$

em que:

Y_{ij} = observação referente à parcela i na repetição j ;

μ = média geral do experimento;

t_i = efeito do método de cocção i , sendo $i = 1, 2, \dots, I$;

e_{ij} = erro experimental associado à observação Y_{ij} , normalmente distribuída, com média 0 e variância σ^2 .

Esses dados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000). E o teste utilizado para comparação de médias foi o agrupamento univariado de Scott & Knott (1974), a um nível de 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perda de peso por cocção (PPC)

Os métodos de cocção afetaram ($P < 0,01$) a PPC (Tabela 3.3). Nos cortes peito e coxa, as perdas médias mais elevadas (32,49 e 28,89; respectivamente) foram observadas no método de cozimento por microondas, seguido do método frito em óleo (29,18 e 25,37%; respectivamente). As médias mais reduzidas foram verificadas no método grelhado (23,46 e 18,37% para peito e coxa, respectivamente). Isso significa que os cortes peito e coxa apresentam maiores perdas quando submetidos ao cozimento em forno de microondas e menores perdas em grelha.

TABELA 3.3. Valores médios da perda de peso por cozimento, em porcentagem (%), do peito e coxa de frangos de corte, para os diferentes métodos de cocção, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

Métodos de Cocção	Perda de Peso por Cozimento	
	Peito	Coxa
Cozido em água (CA)	28,40 ^b \pm 1,05	22,34 ^c \pm 1,07
Forno convencional (FC)	27,04 ^c \pm 1,05	22,71 ^c \pm 1,07
Frito em óleo (FO)	29,18 ^b \pm 1,05	25,37 ^b \pm 1,07
Grelhado (GR)	23,46 ^d \pm 1,05	18,37 ^d \pm 1,07
Microondas (MO)	32,49 ^a \pm 1,05	28,89 ^a \pm 1,07

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott 5% de significância

Em músculos de bovinos, Badiani et al. (2002), estudando os métodos de cocção cozido em água, grelhado, forno convencional e forno

de microondas encontraram médias de perdas totais (*drip* e evaporação), durante o cozimento, de 40,4; 21,6; 37,5; e 35,6% nos músculos: *infraspinatus*, *longissimus lumborum*, *semitendinosus* e *semitendinosus*, respectivamente. Embora esses autores tenham utilizado diferentes músculos para os diferentes métodos de cocção, a menor perda foi observada no cozimento por grelha, confirmando os resultados encontrados no presente trabalho para a menor PPC.

As justificativas para as menores perdas que foram observadas (Tabela 3.3) nos métodos GR e FC, para peito, e GR, FC, CA, para coxa, podem estar relacionados com a forma de condução do calor. Potter & Hotchkiss (1995) descrevem que, nas formas de aquecimento convencionais para realizar o cozimento (chama direta, ar quente, contato direto com chapa quente e outros similares), as fontes de calor fazem com que as moléculas do alimento reajam da superfície até o interior de maneira que as regiões do corte vão se aquecendo em camadas sucessivas. Isso dá lugar a um gradiente de temperatura que pode cozinhar o exterior de uma peça antes que sua temperatura interna aumente, formando um envoltório que reduz as perdas.

As causas responsáveis por alterações na PPC são: a) segundo Mai et al. (1978), perda de água por gotejo (*drip*) e evaporação; perda de compostos gordurosos por fusão e eluição para o meio externo; e, absorção de compostos do meio externo; b) segundo Badiani et al. (2002), o tempo de cocção e a temperatura, nos diferentes métodos de cocção, fornecem uma medida da rapidez com a qual o corte se aquece sob cocção e, conseqüentemente, afetam o estresse térmico dos componentes dos cortes, afetando também as taxas de PPC.

A maior PPC que ocorreu no método MO (Tabela 3.3) pode ser atribuída, possivelmente, à uniformidade da temperatura no interior e superfície do corte. Nos outros métodos, a superfície do corte atingiu temperaturas mais

elevadas antes do que o interior e, provavelmente, a temperatura elevada no exterior do corte tenha causado a desnaturação das proteínas superficiais, tornando-as insolúveis, resultando na formação de uma camada que contribuiu para a redução de perdas de água por *drip* e evaporação. No método por microondas, Potter & Hotechkiss (1995) descreveram que as microondas penetram uniformemente nas peças, fazendo com que todas as moléculas de água e as outras moléculas polares se coloquem em movimento ao mesmo tempo. Nesse caso, o calor não é transmitido por condução da superfície até o interior, mas é gerado rápida e uniformemente por toda a peça, resultando em moléculas de água que entram em ebulição no interior do alimento e o vapor aquece os sólidos adjacentes por condução. O vapor de água, embora a pressão interna inicial seja baixa, tende a escapar para o meio externo.

Comparando as PPC nos cortes, os dados médios revelam que, no peito, as perdas foram superiores às verificadas na coxa em todos os tratamentos: CA (28,40 e 22,34%); FC (27,04 e 22,71); FO (29,18 e 25,37); GRC (23,46 e 18,37%) e MO (32,49 e 28,89%), respectivamente. Mai et al. (1978), trabalhando com filés de várias espécies de peixes, observaram que, independentemente do método de cocção, amostras mais finas foram as que mais perderam na PPC. Segundo Kilgore & Lucker (1964), a área de superfície por unidade de volume exposta ao meio de cozimento é um fator importante que afeta a PPC.

3.2 Composição centesimal

Os valores médios de composição centesimal na matéria natural e matéria seca do peito e coxa de frangos de corte estão apresentados nas Tabelas 3.4 e 3.5, respectivamente.

TABELA 3.4. Valores médios da composição centesimal, em porcentagem (%), na matéria natural e matéria seca, do peito de frangos de corte, para os diferentes métodos de cocção, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

Métodos de Cocção	Matéria Natural			
	Umidade	Proteína	Gordura	Cinzas
Cru	74,84 ^a \pm 0,55	23,03 ^d \pm 0,44	1,06 ^b \pm 0,20	1,07 ^b \pm 0,11
Cozido água (CA)	67,99 ^b \pm 0,55	29,81 ^c \pm 0,44	1,19 ^b \pm 0,20	1,00 ^b \pm 0,11
Forno convencional (FC)	67,43 ^b \pm 0,55	30,22 ^c \pm 0,44	1,35 ^b \pm 0,20	0,99 ^b \pm 0,11
Frito em óleo (FO)	64,52 ^c \pm 0,55	31,64 ^b \pm 0,44	2,49 ^a \pm 0,20	1,35 ^a \pm 0,11
Grelhado (GR)	68,53 ^b \pm 0,55	29,00 ^c \pm 0,44	1,22 ^b \pm 0,20	1,25 ^a \pm 0,11
Microondas (MO)	64,17 ^c \pm 0,55	33,14 ^a \pm 0,44	1,27 ^b \pm 0,20	1,42 ^a \pm 0,11
	Matéria Seca			
	Matéria Seca	Proteína	Gordura	Cinzas
Cru	25,16 ^c \pm 0,55	91,53 ^a \pm 0,67	4,22 ^b \pm 0,55	4,25 ^a \pm 0,31
Cozido água (CA)	32,00 ^b \pm 0,55	93,16 ^a \pm 0,67	3,70 ^b \pm 0,55	3,14 ^b \pm 0,31
Forno convencional (FC)	32,57 ^b \pm 0,55	92,79 ^a \pm 0,67	4,16 ^b \pm 0,55	3,05 ^b \pm 0,31
Frito em óleo (FO)	35,48 ^a \pm 0,55	89,23 ^b \pm 0,67	6,95 ^a \pm 0,55	3,81 ^a \pm 0,31
Grelhado (GR)	31,47 ^b \pm 0,55	92,18 ^a \pm 0,67	3,85 ^b \pm 0,55	3,97 ^a \pm 0,31
Microondas (MO)	35,83 ^a \pm 0,55	92,53 ^a \pm 0,67	3,54 ^b \pm 0,55	3,93 ^a \pm 0,31

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de significância

TABELA 3.5. Valores médios da composição centesimal, em porcentagem (%), na matéria natural e matéria seca, da coxa de frangos de corte, para os diferentes métodos de cocção, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

Métodos de Cocção	Matéria Natural			
	Umidade	Proteína	Gordura	Cinzas
Cru	75,28 ^a \pm 1,00	18,73 ^d \pm 0,95	5,06 ^b \pm 0,36	0,93 ^b \pm 0,08
Cozido em água (CA)	69,21 ^b \pm 1,00	24,68 ^b \pm 0,95	5,28 ^b \pm 0,36	0,82 ^b \pm 0,08
Forno convencional (FC)	68,75 ^b \pm 1,00	24,22 ^b \pm 0,95	6,06 ^b \pm 0,36	0,97 ^b \pm 0,08
Frito em óleo (FO)	63,41 ^c \pm 1,00	27,49 ^a \pm 0,95	7,85 ^a \pm 0,36	1,24 ^a \pm 0,08
Grelhado (GR)	71,00 ^b \pm 1,00	22,47 ^c \pm 0,95	5,54 ^b \pm 0,36	0,98 ^b \pm 0,08
Microondas (MO)	64,78 ^c \pm 1,00	28,05 ^a \pm 0,95	6,27 ^b \pm 0,36	0,89 ^b \pm 0,08
Métodos de Cocção	Matéria Seca			
	Matéria Seca	Proteína	Gordura	Cinzas
Cru	24,72 ^c \pm 1,00	75,79 ^b \pm 1,14	20,44 \pm 1,10	3,77 ^a \pm 0,25
Cozido em água (CA)	30,79 ^b \pm 1,00	80,09 ^a \pm 1,14	17,23 \pm 1,10	2,67 ^b \pm 0,25
Forno convencional (FC)	31,25 ^b \pm 1,00	77,50 ^b \pm 1,14	19,38 \pm 1,10	3,13 ^a \pm 0,25
Frito em óleo (FO)	36,59 ^a \pm 1,00	75,02 ^b \pm 1,14	21,55 \pm 1,10	3,43 ^a \pm 0,25
Grelhado (GR)	28,99 ^b \pm 1,00	77,37 ^b \pm 1,14	19,23 \pm 1,10	3,40 ^a \pm 0,25
Microondas (MO)	35,22 ^a \pm 1,00	79,72 ^a \pm 1,14	17,77 \pm 1,10	2,52 ^b \pm 0,25

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott a 5% de significância

3.2.1 Umidade e Matéria Seca

As amostras cruas de peito e coxa apresentaram ($P < 0,01$) maiores valores de umidade (74,84 e 75,28%, respectivamente) do que as cozidas. Os menores valores de umidade, entre os métodos de cocção, foram encontrados nos cortes peito e coxa para os métodos FO (64,52 e 63,41%, respectivamente) e MO (64,17 e 64,78%, respectivamente). Como os dados de umidade e matéria seca são complementares, os menores valores de MS foram encontrados

($P < 0,01$) nos peitos e coxas crus e os maiores, nos cortes submetidos aos cozimentos FO e MO. Os demais tratamentos (CA, FC e GR) apresentaram valores de umidade e matéria seca intermediários e não diferiram entre si. Os valores percentuais médios de umidade e matéria seca para peito e coxa mostraram comportamentos similares.

O cozimento induziu o decréscimo na umidade e o aumento no conteúdo de matéria seca dos cortes, conforme esperado. Esses resultados estão de acordo com Badiani et al. (2002) e Gall et al. (1983). Com peixes, o aumento no conteúdo de matéria seca dos cortes que receberam os tratamentos FO e MO podem ser devido à incorporação do meio de cocção (óleo); à perda de água no cozimento para o FO e à maior perda de água durante o cozimento no método MO (Steiner-Asiedu et al., 1991; Gokoglu et al. 2003).

Vários autores mostram que o método de cozimento fritura em óleo determina menor valor de umidade e maior matéria seca em peixes, como foi observado no presente experimento em frangos. Gall et al. (1983), trabalhando com 4 métodos de cocção (forno convencional, grelha, microondas e fritura por imersão), relatam que os filés fritos apresentaram os menores valores de umidade. Steiner-Asiedu et al. (1991), estudando três métodos de cocção (cozido em água, frito em óleo e defumado), relataram que a fritura por imersão proporciona os maiores valores de matéria seca nos filés.

Em relação aos valores para umidade no tratamento MO encontrados no presente trabalho, Gokoglu et al. (2003) relataram comportamento semelhante quando estudaram o efeito dos métodos FO; CA; FC; GR e MO sobre a composição centesimal de trutas arco-íris. Os autores relataram que os valores de umidade foram menores para os filés de truta fritos em frigideira e os cozidos em microondas do que para os outros tratamentos. Por outro lado, em experimento conduzido por Gall et al. (1983), os valores médios de umidade em filés de peixe submetidos aos tratamentos FC, GR, MO e fritura por imersão

apresentaram semelhança entre os tratamentos FC, GR e MO, que foram superiores aos valores encontrados nos filés fritos.

3.2.2 Proteína

Os métodos de cocção influenciaram ($P < 0,01$) os percentuais médios de proteína na matéria natural (MN) e na matéria seca (MS) do peito e coxa de frangos de corte.

Os menores valores de proteína na MN foram observados nos cortes crus de peito e coxa (23,03 e 18,73%, respectivamente). O efeito dos métodos de cozimento sobre os percentuais médios de proteína mostraram diferentes resultados para peito e coxa.

Os cortes de peito, submetidos ao método FO, apresentaram valor médio de proteína (MN) de 31,64%. Esse valor é inferior ao encontrado para o tratamento MO (33,14%) e superior ao encontrado para os tratamentos FC (30,22%); CA (29,81%) e GR (29,00%), que não diferiram entre si. Os dados expressos na MS indicam que não houve diferença entre o cru e os métodos de cocção sem adição de óleo. Os peitos submetidos à fritura em óleo de soja apresentaram média percentual de proteína (MS) menor do que as médias dos demais métodos de cocção. Isso provavelmente é o reflexo da incorporação de gordura do meio.

Os valores de proteína da coxa na MN foram inferiores para o método GR (22,47%) e superiores para os tratamentos MO (28,05%) e FO (27,49%). Os métodos de cocção CA e FC apresentaram percentuais de proteína na MN de 24,68 e 24,22%, respectivamente, e esses valores foram intermediários aos citados anteriormente. Os percentuais de proteína na coxa expressos na MS foram maiores para os tratamentos CA e MO do que para os demais tratamentos e o cru, que não diferiram entre si. Os menores valores lipídicos encontrados nos

cortes de coxa submetidos aos tratamentos CA e MO possivelmente resultaram em maior valor protéico para esses cortes. Aparentemente existe uma relação inversa entre os níveis de proteína e gordura, pois os tratamentos com os menores níveis protéicos foram os que apresentaram maiores teores lipídicos.

O cozimento, independentemente do método utilizado proporcionou aumento no percentual de proteína, na MN, dos cortes de peito e coxa. Isso porque ocorreu concentração dos nutrientes em decorrência da perda de água dos cortes durante o cozimento (Gall et al.,1983; Badiani et al.,1998;Farfán & Sammán, 2003).

Os maiores níveis protéicos (MN) encontrados nos cortes de frango submetidos ao MO e FO em relação aos demais métodos de cocção também foram relatados por Gokoglu et al. (2003) em filés de truta submetidos a tratamentos semelhantes. Os autores atribuíram tal comportamento aos maiores conteúdos de matéria seca e à maior perda de água proporcionada por esses tratamentos. Os tratamentos MO e FO, no presente experimento, foram os que apresentaram as maiores PPC (Tabela 3.3) e percentuais de MS (Tabelas 3.4 e 3.5) nos cortes de peito e coxa.

3.2.3 Gordura

Os métodos de cozimento resultaram, em mudanças no conteúdo de gordura dos cortes ($P < 0,01$), exceto para os conteúdos lipídicos na matéria seca (MS) da coxa ($P > 0,05$).

De um modo geral, para os cortes de peito e coxa, o tratamento FO proporcionou os maiores percentuais médios de gordura no peito (2,49%) e na coxa (7,85%) MN em relação aos demais tratamentos e aos cortes crus. Os valores médios de gordura no peito para os tratamentos cru, CA, FC, GR e MO foram 1,06; 1,19; 1,35; 1,22; e 1,27%, respectivamente. Para a coxa, na mesma

ordem dos tratamentos, os valores foram 5,06; 5,28; 6,06; 5,54; e 6,27%, respectivamente. Esses dados indicaram que não houve diferenças entre o cru e os tratamentos sem adição de óleo no meio de cocção para os valores médios de gordura em ambos os cortes. Os cortes submetidos a FO provavelmente absorveram gordura do meio de cocção. De acordo com os resultados encontrados no presente experimento estão os dados de Gokoglu et al. (2003), os quais, trabalhando com trutas e métodos de cocção semelhantes ao do presente experimento, relataram que os filés fritos apresentaram aumento no conteúdo de gordura, enquanto os outros tratamentos não apresentaram diferenças em relação ao cru e associaram esse comportamento à absorção de gordura do meio.

Em relação aos percentuais de gordura encontrados na MN, Badiani et al. (1998), trabalhando com cordeiros, relataram que o conteúdo de lipídeos aumentou após o cozimento; os mesmos autores, em 2002, trabalhando com diferentes cortes de bovinos, relataram comportamento semelhante. Em sardinhas, García-Arias et al. (2003) encontraram perda de umidade e aumento no percentual de gordura nos filés fritos. Os resultados do presente experimento estão de acordo com os encontrados na literatura (citados anteriormente) para os dados expressos na matéria natural (MN). De modo geral, os teores lipídicos (MN) dos cortes crus foram sempre menores que nos cortes cozidos.

Os resultados expressos na MS indicaram o mesmo comportamento que os dados na matéria natural para os peitos de frangos. Entretanto, para a coxa, não foram observadas diferenças entre os tratamentos, incluindo o FO, sobre os teores lipídicos da coxa. Esse comportamento ocorreu possivelmente, pois: a) segundo Mai et al. (1978), os dados expressos na MS refletem mais precisamente as mudanças que ocorrem no conteúdo lipídico (as perdas de umidade que ocorrem concomitantemente durante o cozimento não aparecem como fator de confundimento como ocorrem com os dados expressos na matéria natural (MN)); e b) segundo Gall et al. (1983), trabalhando com filés de peixe,

os níveis lipídicos dos filés *in natura* afetam as mudanças no conteúdo lipídico pós-cozimento, com os maiores valores lipídicos iniciais proporcionando as menores absorções de lipídeo do meio (no presente experimento, a coxa apresentou maiores valores de gordura iniciais (cru), do que o peito).

Os autores Mai et al. (1978) e Gall et al. (1983) relataram perdas de lipídeos durante o cozimento sem óleo em relação aos filés crus, quando os valores foram expressos em MS. No presente experimento, apesar de as diferenças entre o cru e os demais métodos de cocção sem óleo na MS não terem sido significativas, os cortes crus apresentaram maiores percentuais de gordura que os demais, mostrando que ocorreu perda de lipídeos durante o cozimento.

Informações complementares sobre o comportamento do teor de gordura nos cortes mostraram que o peito apresentou 2,35 vezes mais lipídeos após a fritura em óleo do que o cru e a coxa apresentou 1,55 vezes mais lipídeos. Da mesma forma, Mai et al. (1978) e Gall et al. (1983), trabalhando com filés de peixes de várias espécies, observaram que os filés com maior conteúdo lipídico inicial (cru) absorveram a menor quantidade de gordura do meio.

3.2.4 Cinzas

Os métodos de cocção afetaram o percentual médio de cinzas nos cortes de frangos ($P < 0,01$) de maneira diferente para peito e coxa na MN e na MS.

Os métodos de cocção GR, FO e MO proporcionaram, no corte peito, os maiores percentuais médios de cinzas na MN, que foram de 1,25; 1,35; e 1,42%, respectivamente. Os métodos FC e CA não apresentaram diferenças em relação ao cru e apresentaram percentuais de 0,99; 1,00 e 1,07%, respectivamente. Ainda para o peito, mas com os valores expressos em MS, o cru e os métodos FO, GR e MO proporcionaram valores médios de cinzas semelhantes entre si e maiores que os dos métodos CA e FC. De um modo geral, os valores expressos

na MS mostraram que ocorreu perda de minerais durante os processos de cozimento, uma vez que todos apresentaram percentuais de cinzas menores que os crus. Esses valores foram, em ordem decrescente: 4,25% para o cru; 3,97% para o GR; 3,93 para o MO; 3,81% para o FO; 3,14% para o CA e 3,05% para o FC.

As coxas submetidas ao tratamento FO apresentaram a maior média percentual de cinzas (1,24%) na MN em relação aos demais tratamentos e ao cru. Na MS, as médias de cinzas foram semelhantes nas coxas submetidas aos métodos FC, FO, GR e no cru, para os quais as médias foram maiores que as dos métodos CA e MO.

Aparentemente, nesse caso existe uma relação inversa entre os níveis de proteínas e cinzas, pois os tratamentos com maiores níveis protéicos foram os que apresentaram menores valores para cinzas.

A literatura encontrada não explica com clareza a relação entre cinzas, métodos de cocção e os outros constituintes dos alimentos. Gall et al. (1983), trabalhando com filés de peixes de diferentes espécies, relataram que as perdas de umidade devido ao cozimento resultaram na concentração de cinzas, mas que em dados expressos na MS desengordurada, os filés submetidos aos cozimentos em água e microondas apresentaram menores conteúdos de cinzas que o cru.

Esses dados estão de acordo com aqueles expressos na MS para a coxa, como pode ser observado na Tabela 3.5.

3.3 Retenção Aparente (RA) e Verdadeira (RV) da Gordura

As taxas de RA e RV da gordura no peito foram influenciadas pelos métodos de cocção ($P < 0,01$) e são mostradas na Tabela 3.6.

TABELA 3.6. Valores médios das taxas de retenção aparente (RA) e verdadeira, (RV) em porcentagem (%) da gordura de peito e coxa de frangos de corte, para os diferentes métodos de cocção, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

Métodos de cocção	Peito		Coxa	
	RA	RV	RA	RV
Cozido em água	92,39 ^b \pm 12,15	84,76 ^b \pm 13,79	86,38 ^a \pm 5,72	83,81 ^b \pm 5,91
Forno convencional	88,40 ^b \pm 12,15	83,94 ^b \pm 13,79	84,70 ^a \pm 5,72	81,91 ^b \pm 5,91
Frito em óleo	187,69 ^a \pm 12,15	188,36 ^a \pm 13,79	102,87 ^a \pm 5,72	114,80 ^a \pm 5,91
Grelhado	88,75 ^b \pm 12,15	84,24 ^b \pm 13,79	100,46 ^a \pm 5,72	96,48 ^b \pm 5,91
Microondas	88,70 ^b \pm 12,15	85,50 ^b \pm 13,79	94,68 ^a \pm 5,72	94,75 ^b \pm 5,91

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott 5% de significância

De um modo geral, os valores de RV foram menores que os de RA correspondentes, apresentando comportamentos similares.

Os métodos de cocção não influenciaram as taxas de RA de gordura na coxa e influenciaram ($P < 0,01$) as taxas de RV (Tabela 3.6).

As coxas submetidas ao tratamento FO apresentaram médias de RV maiores que as médias dos demais tratamentos e maiores que 100%. Essas médias foram de 114,80% para o FO; 83,81% para o CA; 81,91% para o FC; 96,48% para o GR e 94,75% para o MO. A partir desses dados conclui-se que as coxas submetidas ao método FO absorveram gordura do meio de cocção, enquanto as coxas cozidas pelos métodos sem adição de óleo perderam gordura para o meio.

As informações encontradas na literatura para as taxas de RA e RV são muito variadas. Renk et al. (1985), estudando o efeito de métodos de cocção (grelhado e assado) e o grau de marmoreamento da carne de bovinos e suínos,

relataram valores de RV de gordura que variaram de 74,8 a 127,5% para bovinos e de 93,9 a 120,5% para suínos. Farfán & Sammán (2003), trabalhando com bovinos e com os métodos de cozimento em água e em forno convencional, encontraram taxas de RV de gordura para o método FC que variaram de 25,6 a 71,5%; para CA, os valores foram de 55 a 64,7%. Badiane et al. (2002), trabalhando com diversos músculos bovinos e os métodos CA, GR, FC e MO encontraram taxas de RA de 102 a 109% e de RV variando entre 94,1 a 101%. Badiani et al. (1998), trabalhando com cordeiros de 3 meses de idade assados em forno convencional, encontraram taxas de 115 e 111% para o cortes perna e costeleta, respectivamente.

Nenhum dos autores citados trabalhou com frangos de corte; entretanto, os dados do presente experimento estão dentro da faixa citada por eles, com exceção dos peitos fritos em óleo de soja, que apresentaram taxas de RA e RV bem acima desses valores, porque absorveram gordura do meio de cocção. Contudo, Ono et al. (1986), trabalhando com carne de vitela, encontraram média de RV de gordura de 189% para os cortes fritos em frigideira, o que está de acordo com os resultados do presente experimento.

As maiores taxas de RA e RV para peito em relação à coxa, no método FO, provavelmente se devem ao maior conteúdo de gordura presente no corte de coxa, pois segundo observações de Mai et al. (1978) e Gall et al. (1983), que trabalharam com filés de peixe, os filés com maior conteúdo lipídico inicial absorveram menor quantidade de gordura do meio de cocção.

3.4 Colesterol

Os teores de colesterol dos cortes peito e coxa expressos na MN e MS estão representados na Tabela 3.7.

Os métodos de cocção influenciaram os teores de colesterol na MN do peito ($P < 0,01$) e não influenciaram os teores de colesterol na MS do peito e na MN e MS da coxa.

TABELA 3.7. Valores médios do colesterol, em miligramas por 100 gramas (mg/100g), na matéria natural e matéria seca, do peito e coxa de frangos de corte, para os diferentes métodos de cocção, com os respectivos erros-padrão (\pm EP).

Métodos de Cocção	Matéria Natural	
	Peito	Coxa
Cru	66,79 ^b \pm 8,41	91,97 \pm 11,16
Cozido em água	104,79 ^a \pm 8,41	118,28 \pm 11,16
Forno convencional	94,50 ^a \pm 8,41	122,00 \pm 11,16
Frito em óleo	116,93 ^a \pm 8,41	122,61 \pm 11,16
Grelhado	94,55 ^a \pm 8,41	128,33 \pm 11,16
Microondas	91,25 ^a \pm 8,41	125,20 \pm 11,16
Matéria Seca		
Cru	265,45 \pm 26,06	371,35 \pm 37,99
Cozido em água	327,10 \pm 26,06	386,03 \pm 37,99
Forno convencional	291,15 \pm 26,06	388,47 \pm 37,99
Frito em óleo	329,69 \pm 26,06	334,13 \pm 37,99
Grelhado	300,78 \pm 26,06	448,39 \pm 37,99
Microondas	255,42 \pm 26,06	357,22 \pm 37,99

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott 5% de significância

Os níveis de colesterol dos peitos cozidos (MN) não diferiram entre si e foram superiores ao teor de colesterol do peito cru. Na coxa, o cru também apresentou um teor médio de colesterol inferior ao dos cortes de coxa cozidos, porém, os dados expressos na MS não mostraram diferença entre o nível de

colesterol dos cortes crus em relação aos cozidos. Isso demonstra que a diferença observada nos dados expressos na MN é resultado da perda de água que ocorre durante o cozimento, pois os nutrientes ficam mais concentrados.

Em relação ao efeito do cozimento sobre os teores de colesterol, diversos autores, trabalhando com diferentes espécies animais, músculos e métodos de cocção, relataram valores superiores de colesterol dos cortes cozidos em relação aos crus quando os dados foram expressos na MN (Ono et al., 1986; Rhee et al., 1996; Rao et al., 1996; Badiani et al., 1998; Badiani et al., 2002).

Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1992), determinando o teor de colesterol da carne branca, carne vermelha e pele de frangos de 3 marcas comerciais e o efeito do cozimento sobre o teor de colesterol dos cortes, encontraram níveis de colesterol na MN que variaram de 48 a 79 mg/100g na carne branca crua e de 55 a 98 mg/100g na carne vermelha. Prusa & Lonergan (1987) encontraram, para peito na MN, 63,16 mg de colesterol por 100g de amostra crua de peito. O teor de colesterol encontrado no presente experimento (Tabela 3.7), para as amostras cruas de peito (66,79 mg/100g) e coxa (91,97 mg/100g), estão dentro da faixa de variação descrita por esses autores.

O teor de colesterol na MS para peito cru (Tabela 3.7) foi de 265,45 mg/100g, enquanto, para a coxa crua, foi de 371,35 mg/100g. Esses valores estão dentro da faixa encontrada por Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1992), que variou de 193 a 332 mg/100g para carne branca e de 265 a 434 mg/100g para a carne vermelha. O teor de colesterol encontrado por Prusa & Lonergan (1987) para peito de frango sem pele (263,97 mg/100g) foi similar ao encontrado no presente experimento.

Contrariando os resultados apresentados na Tabela 3.7 para os teores de colesterol na MS, Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1992) encontraram diferenças significativas nos teores de colesterol entre amostras cruas e assadas,

sendo que as amostras assadas apresentaram menor teor de colesterol que as cruas.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados no presente trabalho, é possível inferir que:

- A perda de peso por cozimento nos cortes peito e coxa é maior no cozimento em forno de microondas e menor em grelha;
- O peito apresenta maior percentual de perda de peso por cozimento que a coxa;
- Os métodos de cocção fritura em óleo e cozimento por microondas proporcionam os menores valores de umidade e, portanto, os maiores percentuais de matéria seca;
- A perda de umidade durante o cozimento afeta a concentração dos nutrientes na matéria natural nos cortes peito e coxa;
- Os métodos de cozimento sem adição de óleo ocasionam perdas de lipídeos para o meio, enquanto os cortes submetidos à fritura absorvem óleo do meio e o corte de peito absorve mais gordura do meio do que a coxa;
- O cozimento dos cortes causa perda de conteúdo mineral para o meio de cocção;
- As taxas de retenção aparente e verdadeira são maiores que 100% no método com adição de óleo (fritura) e menores que 100% nos métodos sem adição de óleo;
- Os métodos de cocção não afetam os teores de colesterol na matéria seca dos cortes estudados;
- Os teores de colesterol da coxa são superiores aos de peito na matéria seca e na matéria natural, quando crus ou cozidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1990.

BADIANI, A.; NANNI, N.; GATTA, P. P.; BITOSSI, F.; TOLOMELLI, B. Nutrient content and retention in selected roasted cuts from 3-month-old ram lambs. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 61, p. 89-100, Jan./Feb. 1998.

BADIANI, A.; STIPA, S.; GATTA, P. P.; VIGNOLA, G.; CHIZZOLINI, R. Lipid composition, retention, and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by common culinary practices. **Meat Science**, Amsterdam, v. 60, n. 2, p. 169-186, Feb. 2002.

BOHAC, C. E.; RHEE, K. S.; CROSS, H. R.; ONO, K. Assesment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 6, p. 1642-1645, Nov./Dec. 1998.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUES-AMAYA, D. B. Teores de colesterol em carnes de frango. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 122-131, jul./dez. 1992.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUES-AMAYA, D. B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 11-17, jan./jun. 1995.

FARFÁN, N. B.; SAMMÁN, N. Retention of nutrients in processed cuts of Creole cattle. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 16, n. 4, p. 459-468, Aug. 2003.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 226, n. 1, p. 497-509, May 1957.

GALL, K. L.; OTWELL, W. S.; KOBURGUER, J. A.; APPLIEDORF, H. Effects of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, n. 4, p. 1068-1074, July/Aug. 1983.

GARCÍA-ARIAS, M. T.; PONTES, E. A.; GARCÍA-LINARES, M. C. et al. Cooking-freezing-reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. **Food Chemistry**, Great Britain, v.83, n.3, p.349-356, Nov. 2003.

GOKOGLU, N.; YERLIKAYA, P.; CENGIZ, E. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Food Chemistry**, 2003. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 20 jun 2003.

KILGORE, L. T.; LUCKER, W. D. Fatty acid composition of fried foods and fats used for frying. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v. 41, n. 7, p. 496, July 1964.

MAI, J.; SHIMP, J.; WEIHRAUCH, J.; KINSELLA, J. E. Lipids of fish fillets: Changes following cooking by different methods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 6, p. 1669-1674, Nov./Dec. 1978.

MURPHY, E. W.; CRINER, P. E.; GRAY, B. C. Comparison of methods for calculating retentions of nutrients in cooked foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 23, p. 1153-1157, 1975.

ONO, K.; BERRY, B. W.; DOUGLASS, L. W. Nutrient composition of some fresh and cooked retail cuts of veal. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, n. 5, p. 1352-1357, Sept./Oct. 1986.

POTTER, N. N.; HOTCHKISS, J. H. **Ciência de los Alimentos**. 5. ed. Acribia: Zaragoza, 1995. p. 667.

PRUSA, K. J.; LONERGAN, M. M. Cholesterol content of broiler breast fillets heated with and without the skin in convection and conventional ovens. **Poultry Science**, Cambridge, v. 66, n. 6, p. 990-994, June 1987.

RAO, V. K.; KOWALE, B. N.; BABU, N. P.; BISHT, G. S. Effect of cooking and storage on lipid oxidation and development of cholesterol oxidation products in water buffalo meat. **Meat Science**, Amsterdam, v. 43, n. 2, p. 179-185, June 1996.

RENK, B. Z.; KAUFFMAN, R. G.; SCHAEFER, D. M. Effect of temperature and method of cookery on the retention of intramuscular lipid in beef and pork. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 61, n. 4, p. 876-881, Oct. 1985.

RHEE, K. S.; ANDERSON, L. M.; SAMS, A. R. Lipid oxidation potential of beef, chicken, and pork. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 1, p. 8-12, Jan./Feb. 1996.

SCOTT, KNOTT. A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

STEINER-ASIEDU, M.; JULSHAMN, K.; LIE, O. Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: Part I. Proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamins. **Food Chemistry**, Oxford, v. 40, n. 3, p. 309-321, 1991.

ANEXOS

ANEXO A	CAPÍTULO 2	Pag.
TABELA 1A.	Composição em ácidos graxos dos óleos utilizados nas rações experimentais.	124
TABELA 2A.	Análise de variância do peso médio de frangos de corte.	124
TABELA 3A.	Análise de variância do ganho de peso médio de frangos de corte.	125
TABELA 4A.	Análise de variância do consumo médio da ração de frangos de corte.	125
TABELA 5A.	Análise de variância da conversão alimentar de frangos de corte.	125
TABELA 6A.	Análise de variância do estrato etéreo (EE), em porcentagem (%), do peito e coxa de frangos de corte.	126
TABELA 7A.	Análise de variância dos rendimentos de carcaça quente (CQ) e fria (CF), em porcentagem (%), de frangos de corte.	126
TABELA 8A.	Análise de variância dos rendimentos de peito e coxa e sobrecoxa, em porcentagem (%), de frangos de corte.	126
TABELA 9A.	Análise de variância dos ácidos graxos oléico (C18:1 ω 9), linoléico (C18:2 ω 6) e α -linolênico (C18:3 ω 3), em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.	127
TABELA 10A.	Análise de variância dos ácidos graxos araquidônico (C20:4 ω 6), icosapentaenóico (C20:5 ω 3) e decosaenóico (C22:6 ω 3), em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.	127

TABELA 11A. Análise de variância dos ácidos graxos saturados (SAT), monoinsaturados (MONO) e poliinsaturados (POLI), em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.	127
TABELA 12A. Análise de variância dos ácidos graxos ômega 6 ($\omega 6$) e ômega 3 ($\omega 3$), em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.	128
TABELA 13A. Análise de variância das relações de ácidos graxos ômega 6:ômega 3 ($\omega 6$: $\omega 3$) e insaturados : saturados (I:S), em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.	128
TABELA 14A. Análise de variância dos ácidos graxos oléico (C18:1 ω 9), linoléico (C18:2 ω 6) e α -linolênico (C18:3 ω 3), em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.	128
TABELA 15A. Análise de variância dos ácidos graxos araquidônico (C20:4 ω 6), icosapentaenóico (C20:5 ω 3) e docosaenóico (C22:6 ω 3), em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.	129
TABELA 16A. Análise de variância dos ácidos graxos saturados (SAT), monoinsaturados (MONO) e poliinsaturados (POLI), em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.	129
TABELA 17A. Análise de variância dos ácidos graxos ômega 6 ($\omega 6$) e ômega 3 ($\omega 3$), em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.	129
TABELA 18A. Análise de variância das relações de ácidos graxos ômega 6:ômega 3 ($\omega 6$: $\omega 3$) e insaturados: saturados (I:S), em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.	130

TABELA 1A. Composição em ácidos graxos dos óleos utilizados nas rações experimentais.

ÁCIDOS GRAXOS (%)	ÓLEOS		
	Linhaça	Comercial	Soja
C18:1 ω9	22,23	22,44	25,40
C18:2 ω6	20,51	22,40	38,72
C18:3 ω3	33,45	30,68	11,47
C20:4 ω6	1,02	0,41	ND
C20:5 ω3	ND	1,06	ND
C20:6 ω3	ND	1,04	ND
Saturados	20,32	19,39	22,51
Monoinsaturados	22,50	23,37	25,96
Poliinsaturados	56,62	56,77	50,62
Ômega-6	23,08	23,59	39,13
Ômega-3	33,54	33,19	11,49
ω6: ω3	0,69	0,71	3,48
I:S	3,89	4,18	3,42

ND = Não Detectado

TABELA 2A. Análise de variância do peso médio de frangos de corte.

FV	GL	QM
Rações	3	37449,0126 **
Tempo de fornecimento	3	7126790,3704 **
Rações x Tempo	9	3913,5159 ^{ns}
Resíduo	48	3255,6530
CV (%)		3,47

** (P<0,01); ns – não significativo

TABELA 3A. Análise de variância do ganho de peso médio de frangos de corte.

FV	GL	QM
Rações	3	5527,2773 ^{ns}
Tempo de fornecimento	2	4933,1252 **
Rações x Tempo	6	2322,3824 ^{ns}
Resíduo	36	4298,5164
CV (%)		12,64

** (P<0,01); ns – não significativo

TABELA 4A. Análise de variância do consumo médio de ração de frangos de corte.

FV	GL	QM
Rações	3	14894,1146 **
Tempo de fornecimento	2	146901,3874 **
Rações x Tempo	6	564,3635 ^{ns}
Resíduo	36	2246,6536
CV (%)		4,47

** (P<0,01); ns – não significativo

TABELA 5A. Análise de variância da conversão alimentar de frangos de corte.

FV	GL	QM
Rações	3	0,0117 ^{ns}
Tempo de fornecimento	2	1,7997 **
Rações x Tempo	6	0,0318 ^{ns}
Resíduo	36	0,0660
CV (%)		12,32

** (P<0,01); ns – não significativo

TABELA 6A. Análise de variância do extrato etéreo (EE), em porcentagem (%), do peito e coxa de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		Peito	Coxa
Rações	3	0,0134 ^{ns}	0,0067 ^{ns}
Tempo de Fornecimento	2	0,2965 ^{**}	0,3286 ^{**}
Rações x Tempo	6	0,0276 ^{**}	0,0277 ^{ns}
Resíduo	12	0,0044	0,0260
CV (%)		3,40	4,14

** (P< 0,01); ns – não significativo

TABELA 7A. Análise de variância dos rendimentos de carcaça quente (CQ) e fria (CF), em porcentagem (%), de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		CQ	CF
Rações	3	2,0544 ^{ns}	0,6411 ^{ns}
Resíduo	12	1,8685	2,0258
CV (%)		1,74	1,81

ns – não significativo.

TABELA 8A. Análise de variância dos rendimentos de peito e coxa e sobrecoxa, em porcentagem (%), de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		Peito	Coxa e Sobrecoxa
Rações	3	0,5868 ^{ns}	0,5264 ^{ns}
Resíduo	12	1,5347	0,4083
CV (%)		4,34	2,33

ns – não significativo

TABELA 9A. Análise de variância dos ácidos graxos oléico (C18:1 ω 9), linoléico (C18:2 ω 6) e α -linolênico (C18:3 ω 3), em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.

FV	GL	QM		
		C18:1 ω 9	C18:2 ω 6	C18:3 ω 3
Rações	3	13,9039 *	29,0264 **	31,9291 **
Tempo de fornecimento	2	20,2825 **	0,7105 ^{ns}	2,6351 **
Rações x Tempo	6	5,8642 ^{ns}	3,2486 ^{ns}	1,4101 **
Resíduo	12	2,3697	1,0956	0,1890
CV (%)		5,02	5,41	13,57

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns – não significativo

TABELA 10A. Análise de variância dos ácidos graxos araquidônico (C20:4 ω 6), icosapentaenóico (C20:5 ω 3) e decosaenaenóico (C22:6 ω 3), em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.

FV	GL	QM		
		C20:4 ω 6	C20:5 ω 3	C22:6 ω 3
Rações	3	3,1739 *	0,5059 **	0,7079 **
Tempo de fornecimento	2	2,2604 *	0,0008 ^{ns}	0,0424 ^{ns}
Rações x Tempo	6	0,6841 ^{ns}	0,0106 ^{ns}	0,0835 ^{ns}
Resíduo	12	0,5399	0,0122	0,0404
CV (%)		16,67	25,20	25,06

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns – não significativo

TABELA 11A. Análise de variância dos ácidos graxos saturados (SAT), monoinsaturados (MONO) e poliinsaturados (POLI), em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.

FV	GL	QM		
		SAT	MONO	POLI
Rações	3	4,4814 ^{ns}	23,8287 **	59,1238 **
Tempo de fornecimento	2	10,7596 ^{ns}	28,5572 **	1,1389 ^{ns}
Tipos x Tempo	6	13,5167 *	7,8254 ^{ns}	4,1886 ^{ns}
Resíduo	12	3,7966	3,4130	1,9800
CV (%)		5,83	5,46	4,70

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns – não significativo

TABELA 12A. Análise de variância dos ácidos graxos ômega 6 ($\omega 6$) e ômega 3 ($\omega 3$), em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		$\omega 6$	$\omega 3$
Rações	3	41,7803 **	65,6565 **
Tempo de fornecimento	2	7,7078 *	4,0271 **
Rações x Tempo	6	1,8782 ^{ns}	3,1231 **
Resíduo	12	1,3890	0,1453
CV (%)		4,79	7,15

** (P<0,01); * (P<0,05); ns – não significativo

TABELA 13A. Análise de variância das relações de ácidos graxos ômega 6:ômega 3 ($\omega 6$: $\omega 3$) e insaturados : saturados (I:S), em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		$\omega 6$: $\omega 3$	I:S
Rações	3	114,8477 **	0,0604 ^{ns}
Tempo de fornecimento	2	0,1832 ^{ns}	0,1178 ^{ns}
Rações x Tempo	6	3,1090 *	0,1168 *
Resíduo	12	0,6573	0,0324
CV (%)		11,93	9,34

** (P<0,01); * (P<0,05); ns – não significativo

TABELA 14A. Análise de variância dos ácidos graxos oléico (C18:1 $\omega 9$), linoléico (C18:2 $\omega 6$) e α -linolênico (C18:3 $\omega 3$), em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.

FV	GL	QM		
		C18:1 $\omega 9$	C18:2 $\omega 6$	C 18:3 $\omega 3$
Rações	3	4,3646 ^{ns}	14,3368 ^{ns}	52,9642 **
Tempo de fornecimento	2	5,9063 ^{ns}	18,8528 ^{ns}	1,3008 ^{ns}
Rações x Tempo	6	13,6357 ^{ns}	7,1387 ^{ns}	0,7133 ^{ns}
Resíduo	12	11,0979	5,8468	1,5058
CV (%)		11,15	11,16	24,22

** (P<0,01); ns – não significativo

TABELA 15A. Análise de variância dos ácidos graxos araquidônico (C20:4 ω 6), icosapentaenóico (C20:5 ω 3) e docosaexaenóico (C22:6 ω 3), em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.

FV	GL	QM		
		C20:4 ω 6	C20:5 ω 3	C22:6 ω 3
Rações	3	3,8553 *	0,2789 **	0,3125 **
Tempo de fornecimento	2	0,1599 ^{ns}	0,0090 ^{ns}	0,0250 ^{ns}
Rações x Tempo	6	2,1579 ^{ns}	0,0063 ^{ns}	0,0357 ^{ns}
Resíduo	12	1,1787	0,0085	0,0518
CV (%)		27,25	31,05	39,08

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns – não significativo

TABELA 16A. Análise de variância dos ácidos graxos saturados (SAT), monoinsaturados (MONO) e poliinsaturados (POLI), em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.

FV	GL	QM		
		SAT	MONO	POLI
Rações	3	1,8552 ^{ns}	14,3250 ^{ns}	38,5903 *
Tempo de fornecimento	2	0,4722 ^{ns}	8,2728 ^{ns}	6,4061 ^{ns}
Rações x Tempo	6	3,9495 ^{ns}	10,4360 ^{ns}	11,6133 ^{ns}
Resíduo	12	4,4065	12,2993	8,6545
CV (%)		7,18	9,94	8,83

* (P<0,05); ns – não significativo

TABELA 17A. Análise de variância dos ácidos graxos ômega 6 (ω 6) e ômega 3 (ω 3), em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		ω 6	ω 3
Rações	3	25,3618 *	85,9314 **
Tempo de fornecimento	2	17,0762 ^{ns}	2,5937 ^{ns}
Rações x Tempo	6	10,2703 ^{ns}	1,3771 ^{ns}
Resíduo	12	5,7946	3,3702
CV (%)		9,08	27,02

** (P<0,01); * (P<0,05); ns – não significativo

TABELA 18A. Análise de variância das relações de ácidos graxos ômega 6:ômega 3 ($\omega 6$: $\omega 3$) e insaturados : saturados (I:S), em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		$\omega 6$: $\omega 3$	I:S
Rações	3	69,7323 **	0,0387 ^{ns}
Tempo de fornecimento	2	9,0359 **	0,0044 ^{ns}
Rações x Tempo	6	4,1137 *	0,0584 ^{ns}
Resíduo	12	1,2352	0,0643
CV (%)		20,09	10,74

** (P<0,01); * (P<0,05); ns – não significativo

ANEXO B	CAPÍTULO 3	Pag.
TABELA 1B. Análise de variância da taxa de retenção aparente (RA) e verdadeira (RV) da gordura, em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.		132
TABELA 2B. Análise de variância da taxa de retenção aparente (RA) e verdadeira (RV) da gordura, em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.		132
TABELA 3B. Análise de variância da composição centesimal do peito de frangos de corte, na matéria natural, em porcentagem (%). ..		132
TABELA 4B. Análise de variância da composição centesimal do peito de frangos de corte, na matéria seca, em porcentagem (%).		133
TABELA 5B. Análise de variância da composição centesimal da coxa de frangos de corte, na matéria natural, em porcentagem (%). ..		133
TABELA 6B. Análise de variância da composição centesimal da coxa de frangos de corte, na matéria seca, em porcentagem (%).		133
TABELA 7B. Análise de variância do colesterol na matéria natural (MN) e na matéria seca (MS), em miligramas por 100 gramas (mg/100g), do peito de frangos de corte.		134
TABELA 8B. Análise de variância do colesterol na matéria natural (MN) e na matéria seca (MS), em miligramas por 100 gramas (mg/100g), da coxa de frangos de corte.		134
TABELA 9B. Análise de variância da perda de peso por cozimento (PPC), em porcentagem (%), do peito e coxa de frangos de corte. ...		134

TABELA 1B. Análise de variância da taxa de retenção aparente (RA) e verdadeira (RV) de gordura em porcentagem (%), da coxa de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		RA	RV
Cocção	5	331,5555 ^{ns}	861,2616 ^{**}
Resíduo	24	163,4502	174,4483
CV (%)		13,63	14,00

** (P< 0,01); ns – não significativo.

TABELA 2B. Análise de variância da taxa de retenção aparente (RA) e verdadeira (RV) da gordura, em porcentagem (%), do peito de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		RA	RV
Cocção	5	9642,3059 ^{**}	10766,2539 ^{**}
Resíduo	24	738,3842	950,8054
CV (%)		24,89	29,27

** (P< 0,01); ns – não significativo

TABELA 3B. Análise de variância da composição centesimal do peito de frangos de corte, na matéria natural, em porcentagem (%).

FV	GL	QM			
		Umidade	Proteína	Gordura	Cinzas
Cocção	5	74,1412 ^{**}	60,6001 ^{**}	1,3882 ^{**}	0,1686 [*]
Resíduo	24	1,5295	0,9722	0,1962	0,0605
CV (%)		1,82	3,85	30,99	20,80

** (P< 0,01); * (P< 0,05)

TABELA 4B. Análise de variância da composição centesimal do peito de frangos de corte, na matéria seca, em porcentagem (%).

FV	GL	QM			
		Matéria Seca	Proteína	Gordura	Cinzas
Cocção	5	74,1415 **	10,1138 **	8,1422 **	1,1795 *
Resíduo	24	1,5295	2,2335	1,5263	0,4678
CV (%)		3,85	1,83	28,05	18,52

** (P< 0,01); * (P< 0,05)

TABELA 5B. Análise de variância da composição centesimal da coxa de frangos de corte, na matéria natural, em porcentagem (%).

FV	GL	QM			
		Umidade	Proteína	Gordura	Cinzas
Cocção	5	92,1455 **	58,7863 **	5,1015 **	0,1041 *
Resíduo	24	5,0273	4,5056	0,6388	0,0286
CV (%)		3,26	8,74	13,29	17,38

** (P< 0,01); * (P< 0,05)

TABELA 6B. Análise de variância da composição centesimal da coxa de frangos de corte, na matéria seca, em porcentagem (%).

FV	GL	QM			
		Matéria Seca	Proteína	Gordura	Cinzas
Cocção	5	92,1455 **	20,6734 *	12,9676 ^{ns}	1,1573 *
Resíduo	24	5,0273	6,5367	6,0866	0,3147
CV (%)		7,17	3,30	12,81	17,20

** (P< 0,01); * (P< 0,05); ns – não significativo

TABELA 7B. Análise de variância do colesterol na matéria natural (MN) e na matéria seca (MS), em miligramas por 100 gramas (mg/100g), do peito de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		MN	MS
Cocção	5	234,3574 ^{ns}	2122,7024 ^{ns}
Resíduo	24	205,3558	1901,9346
CV (%)		33,06	32,10

ns – não significativo

TABELA 8B. Análise de variância do colesterol na matéria natural (MN) e na matéria seca (MS), em miligramas por 100 gramas (mg/100g), da coxa de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		MN	MS
Cocção	5	106,5153 ^{ns}	1908,7106 ^{ns}
Resíduo	24	206,2746	2452,3206
CV (%)		25,49	27,14

ns – não significativo

TABELA 9B. Análise de variância da perda de peso por cozimento (PPC), em porcentagem (%), do peito e coxa de frangos de corte.

FV	GL	QM	
		PPC – Peito	PPC – Coxa
Cocção	5	54,0089 ^{**}	76,0249 ^{**}
Resíduo	24	5,5412	5,6751
CV (%)		8,37	10,12

** (P < 0,01)