**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

THIAGO DE CAMPOS PREVIERO

**Efeito de diferentes níveis protéicos e do ácido linoléico
conjugado no desempenho, custos de produção e qualidade de
carne de frangos de corte**

Pirassununga – SP

2009

THIAGO DE CAMPOS PREVIERO

**Efeito de diferentes níveis protéicos e do ácido linoléico
conjugado no desempenho, custos de produção e qualidade de
carne de frangos de corte**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia
e Engenharia de Alimentos , da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre
em Zootecnia, na área de concentração:
Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo

Pirassununga – SP

2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

P944e Previero, Thiago de Campos
 Efeito de diferentes níveis protéicos e do ácido linoléico conjugado no desempenho, custos de produção e qualidade de carne de frangos de corte / Thiago de Campos Previero. -- Pirassununga, 2009.
 130 f.
 Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.
 Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.
 Orientador: Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo.

 1. Ácidos graxos 2. CLA 3. Lipídeos 4. Nutrição 5. Proteína bruta. I. Título.

DEDICO

À minha família,

Aos meus pais, Luiz Gonzaga e Maria Cristina,
a meu irmão, Luiz Augusto,
cunhada, Cristina e
aos meus sobrinhos, Luiz Henrique e Pedro,
pelos ensinamentos, companheirismo e apoio total

Agradecimentos especiais à

Mariene M. Natori,

pelo fundamental auxílio na execução de diversas etapas deste trabalho,
pela confiança, paciência, carinho , alegrias e
por tudo aquilo que ainda viveremos.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo pela orientação, apoio e confiança, depositada em minha pessoa.

- Aos Profs. Drs. Carmen J. C. Castillo, Catarina A. Gomide, Júlio Cesar C. Balieiro e Ricardo Albuquerque, que em momentos distintos, colaboraram de maneira fundamental, para viabilizar a execução deste projeto.

- Aos Profs. Drs. Douglas E. de Faria, João Alberto Negrão, Paulo Roberto Leme, Saulo Luz, Severino M. de Alencar, que disponibilizaram os laboratórios e/ou os meios para a execução de diversas etapas desta pesquisa.

- À Prof^a. Dr^a Lia A. Coelho, pela orientação durante minha iniciação científica. A redação do projeto inicial, desta dissertação e a condução dos trabalhos, foram viabilizadas por seus ensinamentos.

- Aos funcionários do setor de avicultura, transporte, abatedouro e fábrica de ração do Campus da USP de Pirassununga, pela prontidão e colaboração. As funcionárias do LAN (ESALQ), em especial, Roberta Benato e Ivani Marchetto pela execução de análises laboratoriais e esclarecimento de dúvidas.

- À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, em especial a Pós-Graduação, por prover os meios para realização do mestrado e do projeto de pesquisa.

- À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, pela bolsa de estudos concedida. À M. Cassab, pelo fornecimento dos aminoácidos utilizados.

- Aos amigos, Aline Zampar, Celso Kawabata, Cristina Moncau, Henrique Rosa, Karina Ribeiro, Ligia Gonçalves, Marcia Sakamoto, Maria Teresa Antunes, Marina Bonin, Natalia Petroli, Paula Wick, Raquel Bighetti, Samuel Bozutti, Sheyla Vargas, Thais R. Canteli, Vanessa Nakagi, pela alegria e auxílio. As tarefas teriam sido muito mais árduas ou inviáveis sem o apoio de vocês.

- À Ligia Gonçalves, pelo envio de artigos, no período que precedeu o mestrado.
- Aos companheiros de república, churrasco e outros momentos, Álvaro Silva Cruz, Aline Zampar, Camila Silveira, Celso Kawabata, Elaine Cristina, Everton Berton, Henrique Rosa, Juliana V.S. Cruz, Ligia Gonçalves, Marcia Sakamoto, Pi, Ricardo Hotta, Sheyla Vargas Thiago Delgado. Um espetáculo! Magavilha!
- Aos amigos, Adriano Marconato e Frederico Issao, pelos momentos de descanso e descontração. Tais ocasiões forneceram energia para a continuidade dos trabalhos.

“Não são as respostas que movem o mundo.

São as perguntas.”

(Canal **Futura** de televisão)

“O rio alcança seus objetivos porque
aprendeu a contornar seus obstáculos”

(**Lao Tsé**)

RESUMO

PREVIERO, T. C. **Efeito de diferentes níveis protéicos e do ácido linoléico conjugado no desempenho, custos de produção e qualidade de carne de frangos de corte.** 2009. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da suplementação de ácido linoléico conjugado (CLA), associada à redução do nível de proteína bruta (PB) da dieta de frangos de corte. No primeiro ensaio, o período experimental transcorreu dos 21 aos 41 dias, quando 1440 machos da linhagem Ross, com mesmo peso inicial, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, sendo três níveis de CLA (0%, 0,5% e 1,0%) e três níveis de PB (19%, 17%, 15%). Houve redução do ganho de peso e aumento da conversão alimentar apenas em função do decréscimo de PB e ambos os fatores elevaram o índice econômico mensurado. Os rendimentos de carcaça inteira e peito diminuíram proporcionalmente a PB da dieta. Houve interação entre CLA e PB para o tamanho do fígado, ambos os fatores elevaram a gordura abdominal. Em relação aos parâmetros analisados em amostras de peito, o pH elevou-se proporcionalmente, em relação a PB, as intensidades de vermelho e amarelo foram modificadas ou pela PB, ou pelo CLA e para a luminosidade houve interação. Quanto ao perfil de ácidos graxos, a PB elevou somente o ácido esteárico e o CLA aumentou os ácidos graxos saturados e reduziu os monoinsaturados. Houve incorporação crescente dos isômeros de CLA, em função da maior inclusão do produto nas dietas com 19% ou 17% de PB. Nas dietas com 15% de PB, ocorreu um limite máximo para a incorporação do CLA. No segundo experimento, utilizando 144 aves Ross e mesmo delineamento e modelo experimental, houve efeito quadrático da PB para o balanço de nitrogênio e interação entre CLA e PB para a digestibilidade da PB dietária.

Palavras-chaves: ácidos graxos, CLA, lipídeos, nutrição, proteína bruta

ABSTRACT

PREVIERO, T. C. Effect of different protein and conjugated linolenic acid levels in performance, production costs and meat quality of broilers. 2009. – M.Sc. 130f. Dissertation- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de Sao Paulo, Pirassununga, 2009.

The objective of this research was to study the effects of the conjugated linoleic acid, known as CLA, associated with reduction of crude protein (CP) level in broiler diets. At first assay, the period of experiment was conducted from 21 to 41 days, when 1440 male broilers from Ross line, with the same weight initial, were allocated in accordance to a completely randomized design, with factorial model 3x3, corresponding in 3 CLA inclusion's levels (0%, 0,5% and 1,0%) and 3 CP's levels (19%,17%,15%). Weight gain reduction and increased feed conversion were only related to decrease of CP inclusion and both of factors, CP and CLA inclusion levels, elevated the economic index parameters. Carcass and breast meat yields decreased due to the reduction of CP addition in diets. The interaction between CLA and CP factors modified in liver size, and both elevated the abdominal fat percents. In relation to parameters analyzed in breast samples, the pH elevated proportionally to CP inclusion, the redness and yellowness were modified by CP or CLA addition and interaction of both were detected to luminosity parameter. About fatty acid composition, the addition of CP only elevated the stearic acid and CLA inclusion improved the saturated fatty acid levels and reduced the monounsaturated fatty acid levels. An improvement on incorporation of CLA isomers was verified due to more inclusion of this product in 19% or 17% CPs diets. In the case of 15% CPs diets, the incorporation of CLA isomers had a maxim limit. In the second assay, using 144 Ross line broilers with the same design and model, a quadratic effect for nitrogen balance was verified due to CP diets and an effect of interaction between CLA and CP inclusion was found to digestibility of dietary CP.

Keywords: CLA, crude protein, fatty acids, lipids, nutrition

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - VISÃO EXTERNA E INTERNA DO AVIÁRIO EXPERIMENTAL DA FMVZ.	31
FIGURA 2 - AVES NA 1ª E PRIMEIRA (ESQUERDA) E QUARTA (DIREITA) SEMANA DE CRIAÇÃO.	33
FIGURA 3 - AVES NA QUINTA SEMANA DE CRIAÇÃO (ESQUERDA) E PESAGEM DOS ANIMAIS (DIREITA).	33
FIGURA 4 - MENSURAÇÃO DE PH (ESQUERDA) E COR (DIREITA) EM PEITOS DE FRANGO, 24 HORAS APÓS O ABATE.	43
FIGURA 5 - AMOSTRAS DE PEITO ANTES E APÓS O COZIMENTO.	43
FIGURA 6 - AVES ALOJADAS EM GAIOLAS PARA COLETAS DE EXCRETAS.	46
FIGURA 7 - RAÇÕES EXPERIMENTAIS COM E SEM MARCADOR (ESQUERDA); SEPARAÇÃO DAS EXCRETAS COM E SEM MARCADOR (DIREITA).	46
FIGURA 8 - EFEITO DA INCLUSÃO DO ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA) NO CONSUMO DE RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE NO PERÍODO DE 22 A 35 DIAS DE IDADE.	52
FIGURA 9 - EFEITO DA INCLUSÃO DO ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA) NO IEBC PARA FRANGOS DE CORTE DE ACORDO COM A IDADE.	54
FIGURA 10 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NO GANHO DE PESO DE FRANGOS DE CORTE DE ACORDO COM A IDADE.	58
FIGURA 11- EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NO PESO FINAL DE FRANGOS DE CORTE AOS 41 DIAS DE IDADE.	58
FIGURA 12 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NA CONVERSÃO ALIMENTAR DE FRANGOS DE CORTE DE ACORDO COM A IDADE.	60
FIGURA 13 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NO IEP DE FRANGOS DE CORTE DE ACORDO COM A IDADE.	65
FIGURA 14 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NO IEBC DE FRANGOS DE CORTE DE ACORDO COM A IDADE.	67
FIGURA 15 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NO BALANÇO DE NITROGÊNIO DE FRANGOS DE CORTE.	69
FIGURA 16 - INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES PROTEÍNA BRUTA E CLA PARA O COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEÍNA BRUTA (CDPBAP) DE FRANGOS DE CORTE.	71

FIGURA 17- EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE CLA NA DEPOSIÇÃO DE GORDURA ABDOMINAL DE FRANGOS DE CORTE.....	76
FIGURA 18 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NO PESO VIVO AO ABATE DE FRANGOS DE CORTE.	78
FIGURA 19 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NO RENDIMENTO DE CARCAÇA INTEIRA DE FRANGOS DE CORTE.....	79
FIGURA 20 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NO RENDIMENTO DE PEITO DE FRANGOS DE CORTE.	80
FIGURA 21 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NA DEPOSIÇÃO DE GORDURA ABDOMINAL DE FRANGOS DE CORTE.	81
FIGURA 22- INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES PROTEÍNA BRUTA E CLA PARA O PESO DO FÍGADO DE FRANGOS DE CORTE.	84
FIGURA 23 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE CLA NA INCIDÊNCIA DE AMARELO (B*) DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE.	90
FIGURA 24 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NO PH DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE.	91
FIGURA 25 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NA INCIDÊNCIA DE VERMELHO (A*) DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE.....	93
FIGURA 26 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NA INCIDÊNCIA DE AMARELO (B*) DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE.....	93
FIGURA 27 - INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES PROTEÍNA BRUTA E CLA PARA A LUMINOSIDADE (L*) DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE.	95
FIGURA 28 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE CLA NA CONCENTRAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE.....	101
FIGURA 29- EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE CLA NA CONCENTRAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS MONOINSATURADOS DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE.....	102
FIGURA 30 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE CLA NA CONCENTRAÇÃO DO ÁCIDO LINOLÉICO (N-6) DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE.....	103
FIGURA 31 - EFEITO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA NA CONCENTRAÇÃO DO ÁCIDO ESTEÁRICO DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE	104
FIGURA 32- INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES PROTEÍNA BRUTA E CLA DIETÁRIO PARA OS ISÔMEROS CIS 9 TRASNS 11, TRANS 10 CIS 12 E TOTAL DE CLA DETERMINADOS NO PEITO DE FRANGOS DE CORTE.....	106

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- MÉDIAS SEMANAIS DE TEMPERATURA AMBIENTE (TEMP.) E UMIDADE RELATIVA DO AR (%) (UR) DURANTE O ALOJAMENTO DAS AVES.	32
TABELA 2 -COMPOSIÇÃO PERCENTUAL E CALCULADA DAS DIETAS NAS FASES PRÉ-INICIAL E INICIAL.	35
TABELA 3 - COMPOSIÇÃO PERCENTUAL E CALCULADA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS NA FASE DE CRESCIMENTO (22 A 35 DIAS).	36
TABELA 4 -COMPOSIÇÃO PERCENTUAL E CALCULADA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS NA FASE DE ENGORDA (36 A 41 DIAS).	37
TABELA 5 - DISTRIBUIÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	39
TABELA 6 - COMPOSIÇÃO DE AMINOÁCIDOS (AA) DAS MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS NAS RAÇÕES.....	40
TABELA 7 - CUSTOS DAS DIETAS EXPERIMENTAIS DE ACORDO COM A FASE DE DESENVOLVIMENTO DOS FRANGOS DE CORTE.....	42
TABELA 8 - PESO MÉDIO E DESVIOS-PADRÕES DAS AVES AOS 21 DIAS DE IDADE	48
TABELA 9 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS PARÂMETROS DE DESEMPENHO ZOTÉCNICO E ECONÔMICOS DOS TRATAMENTOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA (PB) E ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA).....	49
TABELA 10 - CONSUMO DE RAÇÃO, GANHO DE PESO, CONVERSÃO ALIMENTAR, ÍNDICE DE EFICIÊNCIA PRODUTIVA (IEP) E ÍNDICE DE EFICIÊNCIA BIO-ECONÔMICO (IEBE) ³ DE FRANGOS DE CORTE DE 21 A 41 DIAS DE IDADE.	50
TABELA 11 - CONSUMO DE RAÇÃO, GANHO DE PESO, CONVERSÃO ALIMENTAR, ÍNDICE DE EFICIÊNCIA PRODUTIVA (IEP) E ÍNDICE DE EFICIÊNCIA BIO-ECONÔMICO (IEBE) ³ DE FRANGOS DE CORTE DE 21 A 35 DIAS DE IDADE.	51
TABELA 12 -CONSUMO DE RAÇÃO, GANHO DE PESO, CONVERSÃO ALIMENTAR, ÍNDICE DE EFICIÊNCIA PRODUTIVA (IEP) E ÍNDICE DE EFICIÊNCIA BIO-ECONÔMICO (IEBE) ³ DE FRANGOS DE CORTE DE 35 A 41 DIAS DE IDADE.	55
TABELA 13 - CONSUMO DE RAÇÃO, GANHO DE PESO, PESO FINAL E CONVERSÃO ALIMENTAR, DE FRANGOS DE CORTE DE 1 A 41 DIAS DE IDADE.....	57
TABELA 14 - ÍNDICE DE EFICIÊNCIA PRODUTIVA (IEP), ÍNDICE DE EFICIÊNCIA BIO-ECONÔMICO (IEBE) DE FRANGOS DE CORTE DE 1-41 DIAS.....	64

TABELA 15 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS PARÂMETROS BALANÇO DA EXCREÇÃO DE NITROGÊNIO E COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEÍNA BRUTA (CDPBAP) DOS TRATAMENTOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA (PB) E ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA).....	68
TABELA 16 - BALANÇO DE NITROGÊNIO DE FRANGOS DE CORTE ENTRE.....	68
TABELA 17 - COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEÍNA BRUTA (CDPBAP) DE FRANGOS DE CORTE ENTRE 30 A 35 DIAS DE IDADE.	70
TABELA 18 - CONTRASTES ENTRE PROTEÍNA BRUTA E ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO PARA O COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEÍNA BRUTA (CDPBAP).	71
TABELA 19 -RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS PARÂMETROS DE RENDIMENTO DE CARCAÇA DOS TRATAMENTOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA (PB) E ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA).	73
TABELA 20 - PESO VIVO AO ABATE E RENDIMENTOS DE CARCAÇA INTEIRA, PEITO, ASA E PERNAS DE FRANGOS DE CORTE MACHOS.....	74
TABELA 21 - DEPOSIÇÃO DE GORDURA ABDOMINAL EM FRANGOS DE CORTE MACHOS.	75
TABELA 22 - RENDIMENTO DE FÍGADO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS.	82
TABELA 23 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS PARÂMETROS PH E COR (L^* , a^* , b^*) ¹ DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A TRATAMENTOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA (PB) E ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA).	88
TABELA 24 - VALORES DE PH EM PEITOS DE FRANGOS DE CORTE MACHOS.....	89
TABELA 25 - VALORES DE $a^{*(3)}$ E $b^{*(4)}$ EM PEITOS DE FRANGOS DE CORTE MACHOS. ...	90
TABELA 26 - LUMINOSIDADE (L^*) DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS.....	94
TABELA 27- PERDA DE PESO AO COZIMENTO (PPC) E FORÇA DE CISALHAMENTO (FC) DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS.....	97
TABELA 28 - PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE PEITO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS ¹	99
TABELA 29 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A TRATAMENTOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA (PB) E ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA).	100
TABELA 30 - DESDOBRAMENTO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE PB EM FUNÇÃO DO CLA DIETÁRIO PARA AS VARIÁVEIS DE PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO PEITO DE FRANGO.	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CA – conversão alimentar

CCPS - Coordenadoria do Campus de Pirassununga

CLA – ácido linoléico conjugado

CRA – capacidade de retenção de água

FABP - proteínas ligadoras aos ácidos graxos

FC – força de cisalhamento

FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

FZEA – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

GLM – general linear model

GP – ganho de peso

GRH - Receptores do Hormônio do Crescimento

IEBE - Índice de Eficiência Bio-Econômico

IEP - Índice de Eficiência Produtiva

MUFA – ácidos graxos monoinsaturados

NRC – National Research Council

OMS - Organização Mundial de Saúde

PB – proteína bruta

pH – potencial hidrogeniônico

PPAR - Receptor ativado por proliferadores de peroxissoma

PPC – perda de peso ao cozimento

PUFA - ácidos graxos poliinsaturados

SAS – Systatistical Analysis System

SFA – ácidos graxos saturados

T₃ - triiodotironina

Temp – Temperatura

UR - Umidade Relativa do ar

VRD - Valores de Referencia Diários

LISTA DE SÍMBOLOS

°C – graus Celsius

a* - intensidade de vermelho

b* - intensidade de amarelo

CH₄ – metano

cis- do latim, “nesse lado”

CO₂ – gás carbônico

D – destrorrotatório

L – levorrotatório (isomeria)

L* - Luminosidade (cor)

N₂O – Óxido nítrico

NH₃ - amônia

trans- do latim, “cruzados”

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	9
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	13
LISTA DE SÍMBOLOS	14
1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA FRANGOS DE CORTE	20
2.1.1 PROTEÍNA IDEAL	21
2.2 REDUÇÃO DO NÍVEL DE PROTEÍNA BRUTA NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE	22
2.2.1 <i>Desempenho zootécnico e parâmetros de qualidade de carne em frangos de corte submetidos a dietas com proteína bruta reduzida</i>	<i>23</i>
2.3 LIPÍDIOS E ÁCIDOS GRAXOS	25
2.4 IMPORTÂNCIA DOS ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS E INSATURADOS	26
2.4 ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA)	27
2.4.1 <i>Ácido linoléico conjugado em alimentos</i>	<i>28</i>
2.5 ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE	29
2. HIPÓTESES E OBJETIVOS	30
2.1 HIPÓTESES	30
2.2 OBJETIVOS GERAIS	30
2.2.1 <i>Objetivos específicos</i>	<i>30</i>
3. MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO	31
3.2 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS	31
3.3 MANEJO DAS AVES	32
3.4 RAÇÕES EXPERIMENTAIS	33
3.5 TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS	34
3.6 PARÂMETROS ANALISADOS	40
3.6.1 <i>Índices de desempenho zootécnico</i>	<i>40</i>
3.6.2 <i>Custo da produção</i>	<i>41</i>
3.6.3 <i>Análise de qualidade de carcaça</i>	<i>42</i>

3.6.3.1 Descrição dos métodos empregados para avaliação da qualidade de carne do peito de frango.	43
3.6.4 Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPBap) e balanço da excreção de nitrogênio	45
3.6.5 Análises estatísticas	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 ÍNDICES DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E ECONÔMICO	48
4.1.1 Efeitos do CLA no desempenho zootécnico e econômico.....	50
4.1.2 Efeitos dos diferentes níveis de proteína bruta no desempenho zootécnico e econômico	55
4.2 BALANÇO DA EXCREÇÃO DE NITROGÊNIO E COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DA PROTEÍNA BRUTA (CDPBAP).....	67
4.2.1 Efeito do CLA no balanço de nitrogênio.	68
4.2.2 Efeito dos níveis de proteína bruta no balanço de nitrogênio.....	69
4.2.3 Interação entre os níveis de CLA e PB para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPBap) dos frangos de corte	70
4.3 RENDIMENTO DE CARÇA INTEIRA, CORTES E DEPOSIÇÃO DE GORDURA ABDOMINAL.....	72
4.3.1 Efeito do CLA no rendimento de carça inteira, cortes e na deposição de gordura abdominal.	73
4.3.2 Efeito dos níveis de proteína bruta no rendimento de carça e na deposição de gordura abdominal.	78
4.3.3 Interação entre os níveis de CLA e PB para o peso do fígado dos frangos de corte	82
4.4 pH E COR DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE	84
4.4.1 Efeito do CLA no pH e cor do peito de frangos de corte	88
4.4.2 Efeito dos níveis de proteína bruta no pH e cor do peito de frangos de corte	90
4.4.3 Interação entre os níveis de CLA e PB para a luminosidade do peito de frangos de corte	94
4.5 PERDA DE PESO AO COZIMENTO E FORÇA DE CISALHAMENTO NO PEITO DE FRANGOS DE CORTE.....	95
4.6 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO PEITO DE FRANGOS DE CORTE.....	98
4.6.1 Efeito do CLA no perfil de ácidos graxos do peito de frangos de corte .	100

<i>4.6.2 Efeito dos níveis de proteína bruta no perfil de ácidos graxos do peito de frangos de corte.</i>	<i>103</i>
<i>4.6.3 Interação entre os níveis de CLA e PB no perfil de ácidos graxos do peito de frangos de corte</i>	<i>105</i>
5. CONCLUSÕES.....	108
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	110

1. INTRODUÇÃO

A criação e o consumo de aves no Brasil vêm de longa data. D. João VI e D. Pedro II, ainda no século XIX, já eram grandes apreciados dessa carne. Os animais eram mestiços e criados em quintais (ABEF, 2008). A produção comercial de frangos teve início em 1860 e anos mais tarde, em meados de 1930, Minas Gerais principiou as vendas para outras regiões do país. Apenas entre 1950 e 70 ocorreram avanços mais significativos no sistema de produção avícola brasileiro (QUEVEDO, 2003; ABEF, 2008).

Segundo Rostagno et al., (2006), entre 1940 e 2005, a evolução nos índices de desempenho zootécnico de frangos de corte foi notável: a idade de abate foi encurtada de 84 para 42 dias, o peso vivo ao abate aumentou de 1,4 kg para 2,4 kg e a conversão alimentar reduzida de 4,0 para 1,7. Com tais índices produtivos, a produção brasileira de carne de frango, apresentou um crescimento superior a 500% nas últimas décadas, passando de 2,0 milhões de toneladas em 1989 para 10,2 milhões de toneladas em 2007 (ABEF, 2007).

Assim, o Brasil, em 2007, foi o terceiro maior produtor e o maior exportador do produto no mundo (3,287 milhões de toneladas) e o consumo interno per capita foi de 40,1 (ABEF, 2007; ANUALPEC 2009). Além disso, projeções futuras indicam que a produção nacional de carne de frango será, em 2015, de 12,3 milhões de toneladas, sendo exportadas 4,2 milhões de toneladas e o consumo per capita será de 38,1 kg. (MAPA, 2006).

Neste contexto de aumento da produtividade e do consumo, deve-se considerar que a proteína é um dos nutrientes mais caros da dieta das aves, podendo ter influência sobre o custo de produção, consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e qualidade de carcaça. Pesquisas para redução do nível protéico na ração têm-se demonstrado inclusivas quanto ao desempenho animal, porém, relatam importante diminuição nos custos de produção e nos níveis de excreção de nitrogênio, elemento altamente relacionado à degradação do meio-ambiente.

Por outro lado, o CLA (ácido linoléico conjugado) é um isômero do ácido linoléico, presente principalmente na carne e leite de ruminantes, ao qual tem sido atribuídas propriedades anticarcinogênicas, de redução do colesterol, da arteriosclerose e hipertensão, entre outras. Este composto, portanto, pode

agregar valor nutricional e de mercado a seus produtos derivados. Assim, trabalhos têm sido conduzidos para aumentar dos níveis de CLA na carne de frango.

Contudo, não foram encontradas pesquisas que demonstrem a viabilidade econômica da inclusão do CLA na dieta das aves ou as possíveis interações deste com os níveis de proteína bruta. Desta forma, os objetivos deste trabalho foram: verificar os efeitos da adição de CLA e da redução da proteína bruta no desempenho zootécnico, custos de produção, digestibilidade de nutrientes, rendimento de carcaça e nos aspectos qualitativos e nutricionais da carne de frango.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Exigências de proteína para frangos de corte

Proteínas podem ser definidas como polímeros de aminoácidos (sem o elemento água), unidos por ligação covalente. Cada um desses polímeros é constituído por 20 aminoácidos e as células podem produzir proteínas unindo os referidos polímeros em combinações e seqüências distintas. A partir destes ajustes são constituídas, enzimas, hormônios, anticorpos, transportadores, fibras musculares, entres outros (NELSON e COX, 2006).

Assim, as proteínas assumem funções essenciais nos aspectos nutricionais e metabólicos de frangos de corte, pois estão relacionadas a diversos processos do organismo como, por exemplo, a formação de tecidos estruturais. Entretanto, a síntese e degradação protéicas do músculo esquelético podem ser influenciadas pelos níveis nutricionais das dietas (LEONE et al, 2001).

Neste contexto, diversas pesquisas têm sido realizadas para determinar a exigência de macro e micronutrientes em aves. Tais estudos, geralmente, seguem metodologias dose-resposta e utilizam a exigência de energia como base para fixação de outros nutrientes como a proteína bruta, aminoácidos, ácidos graxos e minerais. Posteriormente, a determinação das exigências de proteína considera as necessidades para manutenção e para o crescimento (VIANA et al., 2008).

A manutenção é definida, por Viana et al., (2008), como a situação em que a ave esta em equilíbrio de nitrogênio (ou Proteína Bruta (PB)), obtido quando as quantidades de PB ingerida e excretada são similares. Nota-se que para a manutenção dos animais, as principais perdas de PB estão relacionadas à excreção endógena, síntese de substancias não protéicas, taxas de oxidação dos aminoácidos e perdas do epitélio.

Por sua vez, à exigência de PB para crescimento, pode ser modificada pela idade da ave e necessidade de deposição protéica, que acarretaria em maior ou menor eficiência de utilização da PB (SAKOMURA, 2005).

Contudo, deve-se considerar que o fornecimento de proteína às aves não devem subestimar ou exceder suas necessidades nutricionais. Em

situações de excesso do nutriente em questão, podem eventualmente ocorrer: desperdício da proteína ingerida, redução dos índices de desempenho zootécnico, aumento da mortalidade em condições de estresse por calor, contaminação do meio ambiente, com conseqüente, aumento de problemas sanitários e aumento dos custos da ração (SUIDA, 2001; BERETTA NETO, 2003). O excesso de proteína na dieta, também, pode estar relacionado à ocorrência de diarreias e maior consumo da energia (ISHIKAWA, 2008).

Neste sentido, a piora nos índices zootécnicos de consumo de ração, ganho de peso e na conversão alimentar, além do aumento dos triglicerídeos plasmáticos, observada por Tabeidian et al., (2005), em aves alimentadas com dietas contendo 110% das recomendações do NRC, corroboram as explicações dos autores mencionados anteriormente.

Assim, pode ser considerado que a formulação por meio dos níveis de proteína bruta pode resultar em dietas com conteúdo de aminoácidos superior ou em desequilíbrio em relação às exigências reais dos animais (TOLEDO et al., 2004)

2.1.1 Proteína ideal

O conceito de proteína ideal surgiu como alternativa para a elaboração de dietas equilibradas em relação às exigências nutricionais das aves, o que pode permitir a redução do custo da ração, a partir da flexibilização do nível protéico mínimo e da melhor utilização de ingredientes (SUIDA, 2001)

Segundo Faria Filho (2003) a proteína ideal pode ser definida como aquela que contem todos os aminoácidos em quantidades e proporções exatas para a manutenção e para a máxima deposição de proteínas. Todos os aminoácidos são limitantes e qualquer diminuição no nível de qualquer aminoácido resulta em sua deficiência e a proteína deixará de ser ideal. Em tais dietas, a lisina é tida como aminoácido padrão e todos os demais, são inclusos observando as respectivas proporções (ROSTAGNO et al., 2005).

A lisina, segundo Emmert e Baker (1997) foi escolhida como aminoácido limitante em função de diversos fatores, entre eles: ser o segundo aminoácido limitante; sua inclusão em dietas é economicamente viável; facilidade em análises laboratoriais; a lisina é utilizada unicamente para a deposição de

proteína e manutenção do animal; os requerimentos de lisina estão disponíveis para uma série de circunstâncias ambientais e de desenvolvimento corporal das aves.

2.2 Redução do nível de proteína bruta na dieta de frangos de corte

O menor custo de aminoácidos industriais como a lisina, metionina, treonina e triptofano e a disponibilidade de técnicas, como o conceito de proteína ideal, permitiram o desenvolvimento de pesquisas visando a redução dos níveis protéicos das dietas.

Os diversos trabalhos realizados com esta abordagem nutricional (FERGUSON et al, 1998; BLAIR et al., 1999; KERR e KIDD, 1999ab; ALETOR et al., 2000; BERETTA NETO, 2003; LEANDRO et al., 2003; ROCHA et al., 2003; FURLAN et al., 2004; JIANG et al., 2005; KIDD et al., 2005; STERLING et al., 2005; FARIA FILHO 2003 e 2008; AFTAB et al., 2006; SILVA et al., 2006; ROBERTS et al., 2007), têm como objetivos principais, além da manutenção dos índices de desempenho zootécnico: a possível redução do estresse calórico em ambientes de temperatura elevada, a redução de poluentes para o meio ambiente e a redução dos custos de produção.

A redução da excreção de nitrogênio para o ambiente, quando da utilização de dietas com menores níveis protéicos, tem grande importância, uma vez que, a emissão de amônia (NH_3) e outros gases, como: N_2O , CO_2 , CH_4 (NICHOLSON et al., 2004; GUIZIOU e BELINE, 2005; COUFAL et al., 2006ab, MILLES et al., 2006; THORMAN et al., 2006; PELLETIER, 2008) pode reduzir o desempenho das aves (RITZ et al., 2002; YAHAV, 2004), gerar poluição ambiental e prejuízos a saúde humana (SEIFFERT, 2000, FARIA FILHO, 2003).

Os danos ambientais relacionados à NH_3 , segundo Nicholson et al., 2004, acarretam desde a perda de fertilizantes por volatilização do nitrogênio à toxicidade de plantas, mudanças em ecossistemas, eutrofização dos recursos hídricos e a acidificação do solo.

De acordo com Ritz et al., (2002), o consumo de ração e a conversão alimentar dos frangos de corte tendem a piorar de em função do período de exposição e da concentração de amônia no meio ambiente. Os sintomas

adversos apresentados pelas aves incluem, entre outros, irritação da traqueia, inflamação dos sacos aéreos, dispnéia, além do aumento da incidência da doença de Newcastle. Já Yahav (2004) relata que as diminuições do consumo de ração e ganho de peso, observados em sua pesquisa, podem estar relacionados a uma possível alteração na secreção de hormônios termo-reguladores, causada pela NH_3 .

Deve ser ressaltado ainda, que a Comunidade Comum Européia, em 1996, impôs restrições à emissão de poluentes advindos das atividades avícolas e suinícolas (CCE, 2006).

Por outro lado, a redução dos níveis protéicos das dietas de frangos de corte pode permitir a redução dos custos de produção, uma vez que, a proteína é o segundo nutriente mais caros da dieta das aves, tem influência no consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar dos frangos de corte. Suida, (2001) preconiza que a redução de quatro pontos percentuais da PB, pode diminuir os custos relativos da ração entre 5% a 10%.

Por sua vez, Sterling et al., (2005), após, concomitante, análise dos custos de produção e do desempenho zootécnico de frangos de corte em idade inicial de desenvolvimento, submetidos a dietas com níveis distintos de PB e lisina, reportam que, sob algumas situações econômicas, é possível que um único modulo de produção avícola detenha economias da ordem de 630 mil dólares por ano. Ainda, segundo Kidd et al., (2005), a redução da densidade de aminoácidos da dieta pode, de acordo com as condições de produção, resultar em perdas de 0,10 centavos de dólar/ave.

2.2.1 Desempenho zootécnico e parâmetros de qualidade de carne em frangos de corte submetidos a dietas com proteína bruta reduzida

Considerando os possíveis benefícios supracitados, pesquisas têm sido realizadas para determinar os menores níveis de proteína bruta que maximizem o desempenho animal e a relação custo benefício.

Em relação às características de desempenho zootécnico, em trabalhos abrangendo o período de 1 a 21 dias de idade das aves, com níveis de PB variando de 15 a 23%, diversos autores encontraram menores ganhos de peso e conversão alimentar para as dietas de menor teor protéico (FARIA FILHO,

2003; REZAEI et al., 2004; SILVA et al., 2006), ou interações quadráticas, ou não significativas destes parâmetros (REZAEI et al., 2004; COSTA et al., 2001a). Por sua vez, Sterling et al., (2005) não determinaram alterações na conversão alimentar, entretanto, o ganho de peso foi reduzido, em função dos níveis de PB da dieta.

A mesma variação de resultados pode ser encontrada quando avaliados os índices zootécnicos, para os períodos totais de criação ou após os 22 dias de idade das aves, e níveis protéicos da dieta entre 15 e 25% (SABINO et al., 1998; BLAIR et al., 1999; COSTA et al., 2001b; HUSSEIN et al., 2001; ALEATOR, 2000 e 2003 FARIA FILHO, 2003 e 2006; REZAEI et al., 2004; GU et al., 2008).

Diversas hipóteses que podem explicar os resultados, eventualmente, contraditórios, verificados nas diversas pesquisas mencionadas, entre elas: o sexo do animal, temperaturas ambientais elevadas, porcentual mínimo de proteína intacta na dieta, redução do nível de potássio das dietas, insuficiência de nitrogênio não específico para síntese de aminoácidos não essenciais; relação aminoácidos essenciais/não essenciais alterada; modificações na relação energia metabolizável/proteína bruta da dieta. Todavia, recomenda-se a leitura das revisões de Furlan et al., (2004) e Aftab et al. (2006) para maiores esclarecimentos.

Segundo Suida (2001), um ponto importante a ser considerado em dietas com menores níveis de proteína bruta, diz respeito à suplementação de aminoácidos limitantes ao desenvolvimento. Para frangos de corte a metionina, seguida por lisina e triptofano seriam os primeiros aminoácidos limitantes.

A metionina tem importante função na síntese de proteínas, é precursora da cisteína e doadora de radicais metil; a lisina tem como principal função a síntese protéica para deposição de carne, já a treonina atua na síntese e degradação de proteínas, na formação do colágeno, elastina e de anticorpos. (VIANA et al., 2008).

Em relação aos índices de qualidade de carne, a utilização de menores níveis protéicos não alterou o rendimento de carcaça nos trabalhos de Kerr e Kidd (1999); Aleator et al., (2000); Costa et al., (2001b); Faria Filho (2003); Leandro et al., (2003) e Gu et al., (2008), entretanto, em todos os trabalhos citados houve aumento da deposição de gordura abdominal. Por outro lado,

Aletor et al, (2000 e 2003) não encontraram maiores de níveis de triglicérides e colesterol na carne de frangos alimentados com baixos níveis de PB.

2.3 Lipídios e ácidos graxos

Lipídios podem ser definidos como, substâncias insolúveis em água (ZAIA 2002) ou compostos celulares insolúveis na água, com estruturas químicas diversificadas que podem ser extraídas por solventes não polares, (NELSON e COX, 2006), ou ainda: ácidos graxos, seus derivados e substâncias relacionadas biológica ou funcionalmente a estes compostos (CHIRSTIE, 2007).

Os lipídios são classificados e divididos em diversas classes entre elas: triacilgliceróis/ triglicerídeos, glicerofosfolipídios/ fosfoglicerídios, fosfatidilinositóis, eicosanóides, esteróides (NELSON e COX, 2006; (CHIRSTIE, 2007) e possuem diversas funções, como por exemplo, armazenar energia no caso de óleos e gorduras; são elementos estruturais de membranas biológicas (fosfolipídios e esteróis), hormônios (ex. eicosanóides), cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos que absorvem luz, elementos hidrofóbicos para proteínas (NELSON e COX, 2006; CHIRSTIE, 2008).

Os ácidos graxos são elementos de grande importância na constituição dos lipídeos. Foram definidos por Chirstie, (2008) como: compostos sintetizados naturalmente, via condensação da manonil coenzima A por um complexo de ácido graxo sintase. Estes compostos são derivados de hidrocarbonetos, sendo formados por cadeias de quatro a 36 carbonos (NELSON e COX, 2006).

A classificação dos ácidos graxos considera o tamanho da sua cadeia de carbono (curta, média ou longa) ou a presença de insaturações (duplas ligações) entre os átomos de carbono. Considerando a quantidade de insaturações, existem os ácidos graxos saturados (sem insaturações) ou os ácidos graxos que possuem, uma (monoinsaturados) ou mais (poliinsaturados) insaturações. Os ácidos graxos insaturados podem, ainda, ser subdivididos em famílias (GRAZIOLA et al., 2002) .

2.4 Importância dos ácidos graxos saturados e insaturados

A concentração de ácidos graxos saturados (SFA) e insaturados nos alimentos vem sendo amplamente estudada, devido as suas implicações à saúde humana e a necessidade de melhor compreensão de como estes elementos atuam no metabolismo (CALDER, 1998; BELURY, 2002; WILLIAMSON et al, 2005; ANDRADE e CARMO, 2006; MARTIN et al., 2006, GRASHORN, 2007, LI et al., 2008; PARK, 2009).

Costa et al, (2006) constataram, em revisão de literatura, os efeitos deletérios de SFA e dos ácidos graxos trans a saúde humana. Estes últimos poderiam contribuir com o aumento de doenças cardiovasculares e afetar negativamente o crescimento intra-uterino. Todavia, há necessidade de novos estudos para estabelecer níveis recomendados de ingestão e de ocorrência nos alimentos.

Conforme reportado por Pompéia (2002), sintomas como diarreia, ressecamento, descamação e eczemas de pele em crianças foram associados à deficiência de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) da família n-6. Já síndromes relacionadas a alterações na capacidade de aprendizado, menor acuidade visual, diminuição na tolerância a anestésicos, também, foram observadas em crianças submetidas a dietas pobres em PUFAs da família n-3. Ainda segundo, Martin et al., (2006), em crianças com a síndrome de Zellweger, a ingestão prolongada do ácido graxo docosahexaenóico pode amenizar os sintomas relacionados as funções visuais, hepáticas, cerebrais e musculares.

Li et al., (2008), também, relatam a prevenção e redução da obesidade por PUFAs, como o eicosapentaenóico, docosahexaenóico e o ácido linoléico conjugado (CLA). Segundos os autores, todos os PUFAs teriam efeitos benéficos, porém, com graus distintos de redução na gordura e ocorrência de efeitos paralelos.

Por sua vez, Andrade e Carmo, (2006) descrevem a modulação do sistema imune e de inflamações por PUFAs distintos, contudo, haveria divergências quanto aos efeitos ocasionados no organismo humano e faixas recomendadas de ingestão desses ácidos graxos

Neste contexto, mesmo havendo a necessidade da continuidade dos estudos sobre ácidos graxos, ao considerar a grande variação na composição dos alimentos e procurando orientar o consumidor para uma alimentação saudável, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, (ANVISA) estabeleceu em 2003, os Valores de Referência Diários (VRD), para alguns nutrientes. O VRD, adequado em uma dieta de 2.000 quilocalorias, para as gorduras totais e saturadas, seria de 55g e 22g, respectivamente (ANVISA, 2003). A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que menos de 30% da quantidade de energia ingerida diariamente advinha de gorduras e menos de 10% de SFA. (OMS, 2003).

Por sua vez, Martin et al., (2006), ao analisar as recomendações da OMS e de pesquisas realizadas em cinco países, quanto a relação ácidos graxos ômega 6: ômega 3 de uma dieta, verificou convergência para as razões 4:1 e 5:1.

2.4 Ácido linoléico conjugado (CLA)

Entre os diversos ácidos graxos, o ácido linoléico conjugado (CLA) tem sido avaliado por um grande número de pesquisadores de diversas áreas da ciência, sejam relacionadas à saúde humana, ao desempenho animal ou a qualidade de carne (BELURY et al., 1997 e 2007; ALETOR, 2001 e 2003; BELURY, 2002; LEE et al., 2005; De La TORRE et al., 2006; SCHMID et al., 2006; ADAMCZAK et al., 2008; ALMEIDA, 2008; LI et al., 2008; PARK, 2009)

Embora, mencionado como uma única molécula, o CLA é uma mistura de isômeros de posição e geometria do ácido linoleico (18:2, 9cis-12cis) e do ácido oléico (18:1 trans-11) que podem ser formados por vias metabólicas distintas. Estas podem ocorrer no rúmen, sendo o CLA um composto intermediário da transformação do ácido linoléico em SFA, ou um produto da desaturação do ácido oléico. Tais reações podem ocorrer, também, no fígado, tecido adiposo e glândula mamária de ruminantes e outros animais (BELURY, 2002; SANHUEZA et al., 2002; SCHMID et al., 2006; SANTOS-ZAGO et al., 2008).

Ao CLA, tem sido atribuídas propriedades anticarcinogênicas, de redução da deposição de gordura nos tecidos, colesterol, arteriosclerose e

hipertensão. Ações de prevenção e tratamento da diabetes tipo 2, melhor desempenho do sistema imunológico e formação óssea, também, são apontados como benefícios à saúde, advindos da ingestão de CLA. Todavia, as diversas pesquisas não são conclusivas quanto aos mecanismos de ação do CLA, qual os isômeros responsáveis por eventuais efeitos obtidos ou qual os níveis recomendados de ingestão (COOK e PARIZA 1998; DeLANY e WEST, 2000; BELURY, 2002; LARSEN et al., 2003; LEE et al., 2005; HOUSE et al., 2005; NAKAMURA et al., 2008; SANTOS-ZAGO et al., 2008; PARK, 2009).

Assim, as recomendações para que a ingestão de CLA demonstre efeitos positivos na saúde são divergentes, variando entre 95 mg/dia; a 6,0 g/dia (DECKER, 1995 citado por Szymczyk et al., 2001; WAHLE et al., 2005; SCHMID et al., 2006)

2.4.1 Ácido linoléico conjugado em alimentos

O leite (5,1-15,8 mg/g gordura) e as carnes de ruminantes, como ovinos (4,3-19,0 mg/g lipídeo) e bovinos (1,2-10,0 mg/g lipídeo) são as principais fontes naturais de CLA. Carnes de frangos (0,7-1,5 mg/g lipídeo), suínos (0,22 - 1,5 mg/g lipídeo) e vegetais (ausente) têm concentrações inferiores destes compostos (MEDEIROS, 2002; SCHMID et al., 2006).

As concentrações de CLA na dieta sofrem influência do tipo e corte de carne consumida, região geográfica, sazonalidade, genética e principalmente da dieta animal (MEDEIROS, 2002; WILLIAMSON et al., 2005; SCHMID et al., 2006; LORENZEN et al., 2007)

Devido às dificuldades de ingestão dos níveis recomendados de diversos nutrientes (MARTINS et al., 1994; BONOMO et al., 2003; SAVIO et al., 2005), entre eles o CLA, (WAHLE et al., 2005), visto que, a carne pode contribuir com menos de 14% ingestão diária de CLA (SCHMID et al., 2006), diversas pesquisas têm sido desenvolvidas em ruminantes e monogástricos para avaliação de um possível aumento da quantidade de CLA presente na carne (SZYMCZYK et al., 2001; DU et al., 2002; FIEGO et al., 2005; LAURIDSEN et al., 2005; NUERNBERG et al., 2005; ALMEIDA, 2008).

2.5 Ácido linoléico conjugado na dieta de frangos de corte

Os índices zootécnicos comumente mensurados em frangos de corte, como peso final, ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça não foram modificados pela inclusão de 2%, e 4% de CLA na dieta das aves em trabalhos de Aletor et al. (2001) e Sirri et al., (2003). Resultados de menor ganho de peso após a inclusão do composto foram observados por SZYMCZYK et al., (2001) e Gomes (2004).

Os efeitos do CLA na deposição de gordura abdominal são contraditórios, não sendo verificado um padrão de redução ou aumento deste índice (ALETOR et al., 2000; SZYMCZYK, et al., 2001; SIRRI et al., 2003; ALMEIDA, 2008)

Parâmetros da qualidade de carne, que têm forte apelo junto ao consumidor quando da aquisição do produto, tais como maciez, textura e cor (AGUIAR, 2006; DELGADO et al., 2006; MOORI et al., 2007), tendem a ser afetados negativamente por níveis de inclusão superiores a 1% de CLA na dieta das aves (BADINGA et al., 2003; DU et al., 2003).

Quanto ao perfil de ácidos graxos, a inclusão de níveis de 0,25% a 5,00% de CLA na ração, resultou no aumento dos níveis de CLA e SFA totais na carne de frango (DU et al., 2002; ALETOR et al., 2003; BADINGA et al., 2003; ZANINI et al., 2006; ALMEIDA et al., 2008).

Os níveis dos MUFAs totais tendem a decrescer com o aumento da inclusão de CLA na dieta (DU et al., 2002; ALETOR et al., 2003; BADINGA et al., 2003; SIRRI et al., 2003), enquanto que os níveis de PUFAs totais são contraditoriamente modificados.

2. HIPÓTESES E OBJETIVOS

2.1 Hipóteses

- A redução significativa dos níveis de proteína bruta, associada à suplementação de aminoácidos sintéticos na dieta, não modifica o desempenho de frangos de corte.

- O menor custo de produção em dietas com proteína bruta reduzida pode viabilizar a inclusão do CLA nas formulações.

- A redução da deposição de gordura abdominal, ocasionada pelo CLA, pode amenizar o aumento desse parâmetro, observado em frangos de corte alimentados a partir de dietas com proteína bruta reduzida.

2.2 Objetivos gerais

- Avaliar os efeitos da redução da proteína bruta e da inclusão do CLA em dietas para frangos de corte, nos parâmetros de índice zootécnico, custo de produção, digestibilidade e qualidade de carne.

2.2.1 Objetivos específicos

- Estudar o rendimento de carcaça, peito e pernas, cor, pH, perda de peso ao cozimento, força de cisalhamento e perfil de ácidos graxos da carne de frangos submetidos a dietas de baixos níveis protéicos, com inclusão de Ácido Linoléico Conjugado.

- Verificar o desempenho zootécnico, custo de produção, digestibilidade de proteína bruta e balanço de nitrogênio de frangos de corte alimentados com baixos níveis protéicos e com CLA em sua dieta, no período de 21 a 41 dias de idade.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O alojamento das aves ocorreu no Aviário Experimental da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) (Figura 1) e seu processamento no Abatedouro Escola da Coordenadoria do Campus de Pirassununga (CCPS). Para o ensaio de digestibilidade foi utilizado o galpão de metabolismo da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA). Todas instalações localizadas no Campus de Pirassununga-SP da Universidade de São Paulo.

As análises de qualidade de carne foram realizadas no Laboratório de Carnes da FZEA, Campus de Pirassununga-SP, ou nas dependências da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Campus de Piracicaba-SP, no Laboratório de Qualidade e Processamento de Carnes e no Laboratório de Bioquímica e Análise Instrumental. Todas as faculdades pertencentes à Universidade de São Paulo.

3.2 Instalações e equipamentos

As aves foram alojadas no período de setembro a outubro de 2008 em 36 boxes (13aves/m²), em galpão convencional de alvenaria, com orientação norte-sul, coberto com telhas de barro, com mureta lateral de alvenaria de 0,40 m, protegido por cortina (manual) de plástico azul (Figura 1).

Figura 1 - Visão externa e interna do Aviário Experimental da FMVZ.

As aves receberam aquecimento com lâmpadas infravermelhas durante a fase inicial de criação. O programa de luz adotado foi de 24 horas de iluminação em todas as fases de criação. Temperatura (°C) e Umidade (%) foram coletadas com auxílio de globo negro ao longo do experimento. A Tabela 1 apresenta as médias semanais de temperatura ambiente (°C) e umidade relativa do ar (%) registradas as 7, 13 e 19 horas. Os comedouros utilizados foram tubulares e os bebedouros pendulares.

Tabela 1 - Médias semanais de Temperatura ambiente (Temp.) e Umidade Relativa do ar (%) (UR) durante o alojamento das aves.

	7horas		13 horas		19 horas	
	Temp.(°C)	UR(%)	Temp.(°C)	UR(%)	Temp.(°C)	UR(%)
1-7 dias	19,11	67,37	26,84	42,06	24,08	46,10
8-14 dias	14,66	70,36	24,67	36,93	20,33	47,40
15-21 dias	16,94	70,19	27,36	36,18	24,49	41,60
22-28 dias	19,59	78,99	25,30	56,40	22,65	64,60
29-35 dias	19,39	70,36	29,44	34,77	27,15	43,56
36-41 dias	19,98	76,02	27,01	51,78	25,53	56,87

3.3 Manejo das aves

Foram utilizadas 1440 aves de linhagem Ross (Figura 2), pintos de corte, machos, com idade inicial de um dia.

Os frangos foram distribuídos em 36 boxes com 40 animais por box. As aves, além da vacinação realizada pelo incubatório, foram vacinadas, no sétimo dia de idade, contra as doenças Marek e Gumboro. Foi realizado controle diário de mortalidade. Pesagens para controle do peso das aves vivas e consumo de ração foram efetuadas no primeiro, 7º, 21º, 35º e 41º dias de alojamento (Figura 3).

As aves foram abatidas após 41 dias de crescimento. Previamente, ao abate, essas foram submetidas a um jejum alimentar de oito horas.

Figura 2 - Aves na e primeira (esquerda) e quarta (direita) semana de criação.

Figura 3 - Aves na quinta semana de criação (esquerda) e pesagem dos animais (direita).

3.4 Rações experimentais

As dietas foram produzidas na fábrica de ração da CCPS. Foram fornecidas dietas à base de milho, farelo de soja e óleo de soja, sem conter produtos de origem animal. As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais estabelecidas por Rostagno et al., (2005). A alimentação das aves foi dividida em quatro fases: pré-inicial (1-7 dias), inicial (8-21 dias), crescimento (22-35 dias) e engorda (36-41 dias) (Tabelas 2 a 4).

3.5 Tratamentos experimentais

Durante o período de 1 a 21 dias de idades (período pré-experimental), todas as aves receberam a mesma dieta, de acordo com a idade (Tabela 2). O período experimental transcorreu do 22^º ao 41^º de idade das aves, quando foram realizadas pesagem para determinação dos parâmetros de desempenho zootécnico e fornecidas as rações experimentais (Tabelas 3 e 4), em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3x3.

Tabela 2 -Composição percentual e calculada das dietas nas fases pré-inicial e inicial.

Ingredientes	Pré-inicial (1-7 dias)	Inicial (8-21 dias)
Milho grão	57,92	63,69
Soja Farelo 45%	35,49	29,91
Óleo de Soja	2,000	2,00
Fosfato Bicalcico	1,95	2,00
Calcário	0,90	0,80
Bicarbonato de Sódio	-	0,52
Lisina –HCl	0,46	0,29
Sal comum	0,60	0,26
L-Arginina	-	0,00
Premix mineral ¹	0,10	0,10
Premix vitamínico ²	0,10	0,10
DL-Metionina	0,32	0,27
L-Treonina	0,15	0,05
L-Triptofano	-	-
BHT	0,01	0,01
CLA	-	-
Total	100	100
Energia e Nutrientes	Composição calculada	
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3.004	3.061
Proteína Bruta (%)	23,21	21,03
Lisina dig. (%)	1,54	1,18
Metionina dig. (%)	0,66	0,59
Met + Cistina dig. (%)	0,98	0,97
Treonina dig. (%)	0,91	0,86
Arginina dig. (%)	1,43	1,29
Triptofano dig. (%)	0,28	0,22
Cálcio (%)	0,96	0,92
Fósforo Disponível(%)	0,47	0,48
Potássio (%)	0,83	0,74
Sódio (%)	0,28	0,28
Cloro (%)	0,39	0,19

¹Suplemento mineral (Níveis de garantia por kg do produto): Cobre – 18.000 mg; Zinco – 12.000 mg; Iodo – 2.000 mg; Ferro – 60.000 mg; Manganês – 120 mg

²Suplemento vitamínico (Níveis de garantia por kg do produto): Vit.A - 11.000 UI; Vit.D3- 2.000 UI; Vit.E – 16.000 mg ; Ácido fólico – 400 mg; Pantotenato de cálcio – 10.000 mg; Biotina – 60 mg; Niacina – 35 mg; Piridoxina – 2.000 mg; Riboflavina – 4.500 mg; Tiamina – 1.200 mg; Vit.B12- 16.000 mcg; Vit.K3 – 1.500 mg; Selênio – 250 mg;

Tabela 3 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais na fase de crescimento (22 a 35 dias).

Ingredientes	19% PB⁴	17% PB	15% PB
Milho grão	67,78	72,53	76,78
Soja Farelo 45%	25,56	21,34	16,00
Óleo de Soja ¹	2,0/1,5/1,0	1,5/1,5/1,0	2,0/1,5/1,0
Fosfato Bicalcico	2,11	2,14	2,19
Calcário	0,61	0,62	0,63
Bicarbonato de Sódio	0,43	0,43	0,43
Lisina -HCl	0,83	0,50	0,68
Sal comum	0,22	0,22	0,22
L-Arginina	0,06	0,20	0,37
Suplemento mineral ²	0,090	0,090	0,090
Suplemento vitamínico ³	0,090	0,090	0,090
DL-Metionina	0,21	0,25	0,31
L-Treonina	-	0,07	0,16
L-Triptofano	-	0,01	0,04
BHT	0,010	0,010	0,010
CLA ³	0,0/0,5/1,0	0,0/0,5/1,0	0,0/0,5/1,0
Total	100	100	100
Energia e Nutrientes	Composição calculada		
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3.118	3.118	3.118
Proteína Bruta (%)	19,00	17,00	15,00
Lisina dig. (%)	1,46	1,18	1,10
Metionina dig. (%)	0,47	0,49	0,54
Met + Cistina dig. (%)	0,74	0,74	0,74
Treonina dig. (%)	0,61	0,61	0,61
Arginina dig. (%)	1,12	1,12	1,12
Triptofano dig. (%)	0,19	0,19	0,18
Cálcio (%)	0,86	0,86	0,86
Fósforo Disponível(%)	0,50	0,50	0,50
Potássio (%)	0,76	0,68	0,57
Sódio (%)	0,23	0,23	0,23
Cloro (%)	0,18	0,18	0,18

¹Suplemento mineral (Níveis de garantia por kg do produto): Cobre – 18.000 mg; Zinco – 12.000 mg; Iodo – 2.000 mg; Ferro – 60.000 mg; Manganês – 120 mg

²Suplemento vitamínico (Níveis de garantia por kg do produto): Vit.A - 11.000 UI; Vit.D3- 2.000 UI; Vit.E – 16.000 mg ; Ácido fólico – 400 mg; Pantotenato de cálcio – 10.000 mg; Biotina – 60 mg; Niacina – 35 mg; Piridoxina – 2.000 mg; Riboflavina – 4.500 mg; Tiamina – 1.200 mg; Vit.B12- 16.000 mcg; Vit.K3 – 1.500 mg; Selênio – 250 mg;

³As inclusões de óleo de soja e CLA foram alternadas conforme os tratamentos experimentais.

⁴PB= Proteína Bruta

Tabela 4 -Composição percentual e calculada das dietas experimentais na fase de engorda (36 a 41 dias).

Ingredientes	18% PB	16% PB	14% PB
Milho grão	70,49	74,89	79,50
Soja Farelo 45%	23,01	18,62	13,28
Óleo de Soja ¹	2,0/1,5/1,0	2,0/1,5/1,0	2,0/1,5/1,0
Fosfato Bicalcico	1,45	1,49	1,54
Calcário	1,08	1,09	1,10
Bicarbonato de Sódio	0,35	0,35	0,35
Lisina –HCl	0,77	0,52	0,70
Sal comum	0,26	0,26	0,26
L-Arginina	0,20	0,34	0,52
Premix mineral ²	0,090	0,090	0,090
Premix vitamínico ³	0,090	0,090	0,090
DL-Metionina	0,11	0,20	0,26
L-Treonina	0,08	0,015	0,24
L-Triptofano	0,01	0,03	0,06
BHT	0,01	0,010	0,010
CLA ³	0,0/0,5/1,0	0,0/0,5/1,0	0,0/0,5/1,0
Total	100	100	100
Energia e Nutrientes	Composição calculada		
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3.150	3150	3.150
Proteína Bruta (%)	18,00	16,00	14,00
Lisina dig. (%)	1,27	1,17	1,07
Metionina dig. (%)	0,42	0,42	0,43
Met + Cistina dig. (%)	0,67	0,67	0,67
Treonina dig. (%)	0,65	0, 65	0, 65
Arginina dig (%)	1,18	1, 18	1, 18
Triptofano dig. (%)	0,18	0,18	0,18
Cálcio (%)	0,87	0,87	0,87
Fósforo Disponível(%)	0,38	0,38	0,38
Potássio (%)	0,61	0,62	0,52
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22
Cloro (%)	0,20	0,20	0,20

¹Suplemento mineral (Níveis de garantia por kg do produto): Cobre – 18.000 mg; Zinco – 12.000 mg; Iodo – 2.000 mg; Ferro – 60.000 mg; Manganês – 120 mg

²Suplemento vitamínico (Níveis de garantia por kg do produto): Vit.A - 11.000 UI; Vit.D3- 2.000 UI; Vit.E – 16.000 mg ; Ácido fólico – 400 mg; Pantotenato de cálcio – 10.000 mg; Biotina – 60 mg; Niacina – 35 mg; Piridoxina – 2.000 mg; Riboflavina – 4.500 mg; Tiamina – 1.200 mg; Vit.B12- 16.000 mcg; Vit.K3 – 1.500 mg; Selênio – 250 mg;

³As inclusões de óleo de soja e CLA foram alternadas conforme os tratamentos experimentais.

⁴PB= Proteína Bruta

Os fatores experimentais foram CLA e Proteína Bruta. Cada fator com três níveis de inclusão

A adição de CLA ocorreu nas fases de crescimento e engorda da aves (de 21 a 41 dias) com níveis constantes de inclusão (0%, 0,5% e 1,0%) do produto na dieta, conforme os diferentes tratamentos.

Adaptando as metodologias de Aletor et al., (2003) e Du e Ahn (2002), a inclusão de CLA nas dietas ocorreu em substituição ou complementação ao óleo de soja, de forma que a somatória, óleo de soja+CLA foi sempre igual a 2%.

A fonte de CLA utilizada (Luta-CLA[®] 60 da BASF) era constituída por, no mínimo 56% de CLA, sendo os isômeros 9-cis, 11-trans e 10 trans e 12 cis presentes na porcentagem mínima de 28% cada.

A alteração dos níveis protéicos ocorreu, também, no período de 21 a 41 dias de idade das aves, visando a melhor adaptação as exigências nutricionais de Rostagno et al., (2005). Na fase de crescimento (21-35 dias) os níveis de proteína bruta utilizados foram 19% (controle), 17% e 15%. Já na fase de engorda (35 a 41 dias) os níveis de proteína bruta empregados foram 18% (controle) 16% e 14%.

Embora as dietas experimentais no período de 21 a 41 dias, possuísem níveis distintos de proteína bruta nas fases de crescimento e engorda, doravante, os diferentes tratamentos, quando necessário, serão designados apenas pelos níveis de proteína bruta da fase de crescimento. A Tabela 5 exhibe a distribuição dos nove tratamentos empregados.

Tabela 5 - Distribuição dos tratamentos.

Designação	Variáveis experimentais¹
Tratamento 1 (T1)	0% CLA, 19%PB
Tratamento 2 (T2)	0% CLA, 17% PB
Tratamento 3 (T3)	0% CLA, 15% PB
Tratamento 4 (T4)	0,5% CLA, 19%PB
Tratamento 5 (T5)	0,5% CLA, 17% PB
Tratamento 6 (T6)	0,5% CLA, 15% PB
Tratamento 7 (T7)	1,0% CLA, 19%PB
Tratamento 8 (T8)	1,0% CLA, 17% PB
Tratamento 9 (T9)	1,0% CLA, 15% PB

¹os níveis de Proteína Bruta (PB) descritos são referentes à fase de crescimento. Na fase de engorda os níveis de PB sofreram redução percentual de aproximadamente 1% (Tabelas 3 e 4)

Antes da elaboração das dietas experimentais, o milho e o farelo de soja foram analisados quanto aos teores de Proteína Bruta e aminoácidos pelo método NIRS (realizado pela empresa EVONIK) (Tabela 6). Para Energia Metabolizável e demais nutrientes foram utilizados os valores propostos por Rostagno et. (2005).

As dietas com baixa proteína foram formuladas pelo conceito de proteína ideal, conforme metodologia descrita por Faria Filho (2003). A exigência de aminoácidos essenciais digestíveis foi expressa como porcentagem da lisina digestível (100%) (ROSTAGNO et al., 2005): metionina 40%, metionina + cistina 72%, treonina, arginina 105%, triptofano 17%. Foi empregada a suplementação dos seguintes aminoácidos sintéticos para suprir as exigências nutricionais: L-Arginina, DL-Metionina, L-Treonina, L-Triptofano.

Tabela 6 - Composição de aminoácidos (AA) das matérias-primas utilizadas nas rações.

	Farelo de soja		Milho	
	AA Totais (%)	AA Digestíveis (%)	AA totais (%)	AA Digestíveis (%)
Metionina	0,67	0,61	0,25	0,24
Cistina	0,77	0,63	0,26	0,23
Metionina+cistina	1,42	1,22	0,51	0,46
Lisina	3,00	2,70	0,34	0,31
Treonina	1,97	1,67	0,44	0,38
Triptofano	0,68	0,61	0,09	0,07
Arginina	3,63	3,38	0,59	0,55
Isoleucina	2,30	2,05	0,42	0,40
Leucina	3,85	3,43	1,50	1,41
Valina	2,41	2,12	0,57	0,52
Histidina	1,34	1,23	0,36	0,35
Femilanina	2,59	2,31	0,60	0,57

3.6 Parâmetros analisados

3.6.1 Índices de desempenho zootécnico

Para obtenção dos dados e mensuração do desempenho animal foram consideradas cinco pesagens, aos 1, 21, 35 e 41 dias de idade das aves. As pesagens foram realizadas com as aves contidas em caixas (Figura 3). Para obtenção do peso dos animais as caixas foram pesadas vazias no início da pesagem e, posteriormente, seus pesos descontados.

Os dados para os diversos índices de desempenho foram calculados para os períodos acumulados de 1-21, 21-41, 21-35, 35-41 e 1-41 dias de idade das aves.

Ganho de Peso e Peso da Final - O ganho de peso e o peso final foram calculados pela diferença entre os pesos ao final e o início de cada período.

Consumo de ração - O consumo de ração foi obtido pela diferença entre o total de ração fornecida e as respectivas sobras, ao final de cada período.

Conversão Alimentar - A conversão alimentar foi calculada pela razão entre o total de ração fornecida e o ganho de peso no período, sendo corrigida pelo peso das aves mortas.

Mortalidade - A mortalidade das aves de cada tratamento experimental foi obtida pela relação entre o número de aves mortas e o número de aves vivas no início do período. O valor obtido foi expresso em percentagem.

Índice de Eficiência Produtiva (IEP) - O Índice de Eficiência Produtiva foi calculado através da formula:

$$IEP = \frac{(Viabilidade \times GPD)}{CA} \times 100$$

Onde: Viabilidade = 100 – mortalidade

GPD = Ganho de Peso Diário

CA = Conversão Alimentar.

3.6.2 Custo da produção

Para analisar a viabilidade econômica foi utilizada a metodologia descrita por COSTA (1999). Foram calculados os custos das dietas experimentais, considerando o preço dos ingredientes utilizados (Tabela 7) no experimento, bem como o Índice de Eficiência Bio-Econômica (IEBE). Índice utilizado para calcular a quantidade de recursos despendidos em alimentação para produzir uma tonelada de peso vivo. Este índice é derivado da divisão do custo financeiro da ração consumida pelas aves, pela respectiva eficiência alimentar (ganho/consumo), sendo o resultado expresso em R\$/Tonelada de Peso Vivo.

$$IEBE = \frac{\text{Custo da ração}}{(\text{ganho de peso} \div \text{consumo de ração})}$$

Sendo:

IEBE= Índice de Eficiência Bio-Econômica;

Custo da ração: em R\$ por tonelada

Tabela 7 - Custos das dietas experimentais de acordo com a fase de desenvolvimento dos frangos de corte.

	Crescimento (R\$/kg)			Engorda (R\$/kg)		
	19% PB ¹	17% PB	15% PB	19% PB	17% PB	15% PB
0,0% CLA²	0,55	0,59	0,72	0,60	0,67	0,79
0,5% CLA	0,73	0,78	0,91	0,78	0,98	0,82
1,0% CLA	0,97	0,96	1,09	0,97	1,04	1,16

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoleico Conjugado

3.6.3 Análise de qualidade de carcaça

As aves foram abatidas após 41 dias de crescimento, sendo avaliadas para rendimento e qualidade de carcaça.

a .Análises Físicas

a1. Rendimento de cortes e gordura abdominal

Foi realizado rendimento de carcaça inteira, peito, pernas (coxa e sobrecoxa), fígado e percentagem de gordura abdominal (sete aves por repetição/28 aves por tratamento). A gordura abdominal foi definida como o tecido adiposo presente ao redor da cloaca, bursa de Fabricius e dos músculos abdominais adjacentes (SMITH, 1993).

b. Demais análises físicas-químicas

Foram utilizadas quatro aves de cada repetição (16 animais por tratamento) para a realização das análises de cor (L^* , a^* , b^*) e pH (Figura 4). As análises de perda de peso ao cozimento e força de cisalhamento realizaram-se

em três aves por repetição (12 animais por tratamento) (Figura 5), já as análises de perfil de ácidos graxos e colesterol foram executadas em duas aves por tratamento.

Figura 4 - Mensuração de pH (esquerda) e cor (direita) em peitos de frango, 24 horas após o abate.

Figura 5 - Amostras de peito antes e após o cozimento

3.6.3.1 Descrição dos métodos empregados para avaliação da qualidade de carne do peito de frango.

pH: O pH foi medido, 24 horas pós-abate, com auxílio de medidor digital portátil, com sonda de perfuração de vidro (Novatécnica-NT PHM)

Cor instrumental: A determinação da cor foi realizada com o auxílio de um colorímetro portátil (modelo MiniScan XE, marca HunterLab). As medidas de cor foram realizadas 24 horas após o abate, tomando-se três pontos de leitura por amostra e registrando-se a média como valor determinado.

Perda de peso por cozimento: Após a mensuração dos parâmetros de cor e pH, os peitos foram armazenados em freezer a -18°C. Quando da realização das análises, os mesmos foram descongelados, em geladeira a 4°C.

As amostras foram, então, fatiadas e pesadas (peso inicial) e assadas em forno elétrico, até atingirem a temperatura interna de 72° C. Posteriormente, foram armazenadas em geladeira por 24 horas e pesadas novamente (peso final). A perda de peso por cozimento foi considerada como a diferença, em porcentagem, entre os pesos iniciais e finais das amostras de peito. Seguindo a fórmula:

$$PPC = \frac{Pf - Pi}{Pf} \times 100$$

Sendo:

PPC: perda de peso por cozimento;

Pf: Peso final, após o cozimento;

Pi: Peso inicial, antes do cozimento

Força de cisalhamento: As mesmas amostras empregadas para as perdas de peso por cozimento foram utilizadas para determinação da força de cisalhamento. Foram obtidos quatro paralelepípedos de 2x2x1 de cada amostra e cisalhados em texturômetro Texture Test System equipado com lâmina do tipo Warner Bratzler a uma velocidade de 20cm/min. e carga de 100 kg. As amostras foram postadas com as fibras em sentido perpendicular em relação à lâmina. A média dos quatro paralelepípedos foi tomada como valor representativo da amostra e o resultado expresso em kgf.

Perfil de ácidos graxos: A extração dos lipídeos foi realizada de acordo com o método de Folch et al. (1957). Os ácidos graxos foram transformados em ésteres metílicos de ácidos graxos, utilizando o método de Hartman e Lago

(1973) e analisados em cromatógrafo a gás (HP 5890), equipado com coluna SUPELCO 2560,100m x 0,25mm x 0,2 μ m, acoplado a um detector de ionização de chama.

A programação de temperatura foi 130°C (1,0 min) a 170°C (6,5°/min), 170 °C a 215 °C (2,80°C/min), 215 °C (15 min), 215 °C a 230 °C (40 °/min), 230 °C (6 min). As temperaturas do injetor e detector foram de 270 °C e 280 °C, respectivamente. As amostras (0,3 μ l) foram injetadas pela técnica de “injeção direta”. Os ácidos graxos: C 14:0 (mirístico), C 16:0 (palmítico), C 18:0 (esteárico), C 16:1 cis (palmitoléico), C 18:1 cis (oléico), C 20:1 cis (cis - 11 – eicosenóico), C 18:2 cis (ác. Linoléico; cis 9, trans 11, trans 10, cis 12), foram identificados por comparação com os dados obtidos do CG de padrões (Supelco Part. Nº 18919; Mix C4-C24) autênticos metilados e eluídos nas mesmas condições. Os resultados foram expressos em porcentagem de área, obtida pela normalização de área corrigida com os padrões.

3.6.4 Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPBap) e balanço da excreção de nitrogênio

Para determinação o (CDPBap) e balanço de excreção de nitrogênio foram utilizadas aves distintas do grupo experimental no qual foram determinados o desempenho zootécnico, custo de produção e qualidade de carcaça.

As aves (144 machos de linhagem Ross) foram alojadas em gaiolas (Figura 6), com bandeja para coleta de excretas, no período de setembro a outubro de 2008. As rações e os tratamentos experimentais foram formulados e distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3x3, da mesma forma que no experimento para determinação dos parâmetros de desempenho zootécnico e demais índices (itens 3.4. e 3.5).

Foram adicionadas às dietas 1% de marcador (óxido férrico). Tal procedimento ocorreu entre 30 e 35 dias de idade das aves. Mesmo período utilizado para a coleta de excretas (Figura 7).

Análises dos teores de nitrogênio foram realizadas nas rações experimentais e nas excretas das aves. Foram calculados o balanço de nitrogênio e o CDPBap, de acordo com Silva (2006b). Sendo:

$$\text{Balanço de nitrogênio(gramas)} = N_{\text{consumido}} - N_{\text{excretado}}$$

Onde:

N= nitrogênio

$$CDPBap(\%) = \frac{PB_{\text{consumida}} - PB_{\text{excretada}}}{PB_{\text{consumida}}} \times 100$$

Onde:

CDPBap = coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta

PB = Proteína (determinada na ração ou nas fezes)

Figura 6 - Aves alojadas em gaiolas para coletas de excretas.

Figura 7 - Rações experimentais com e sem marcador (esquerda); Separação das excretas com e sem marcador (direita).

3.6.5 Análises estatísticas

Os dados foram avaliados através do software SAS pelo procedimento GLM, sendo submetidos à análise de variância para determinar os efeitos dos fatores CLA, Proteína bruta (PB) e CLA*PB, sendo obtidas as regressões para respostas significativas ($p < 0,05$). O desdobramento das interações foi realizado fixando-se os níveis de PB.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Índices de desempenho zootécnico e econômico

A Tabela 8 exibe os pesos médios dos frangos de corte aos 21 dias de idade (período pré-experimental). A análise de variância dos dados revelou que não houve diferenças estatísticas entre o peso das aves. A igualdade de desempenho para período pré-experimental era esperada, uma vez que, os animais foram submetidos às mesmas dietas (Tabela 2) e condições ambientais

A amplitude das médias dos pesos vivos (0,82 a 0,86 kg), para o período de 1-21 dias, contem valores considerados adequados. O manual de desempenho da linhagem Ross preconiza para esta idade peso de 0,92 kg, sendo possível variação de até 20% nos resultados, devido a fatores tais como: ingredientes utilizados na dieta, condições climáticas, entre outros (AVIAGEN, 2007).

Tabela 8 - Peso médio e desvios-padrões das aves aos 21 dias de idade

	Peso vivo (kg)		
	19% PB	17% PB	15%PB
0,0% CLA²	0,82±0,02	0,82±0,01	0,82±0,03
0,5% CLA	0,85±0,02	0,84±0,01	0,83±0,04
1,0% CLA	0,83±0,02	0,86±0,02	0,83±0,04

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado

A mortalidade, durante o período experimental (21 a 41dias), considerando o número total de aves alojadas, foi de 2,73%, (97,27% de viabilidade), valor relativamente baixo. Esse parâmetro ainda pode ter sido influenciado por diversos outros incidentes não relacionados aos fatores em estudo, desta maneira, não serão realizadas inferências estéticas acerca deste parâmetro.

A Tabela 9 apresenta um resumo das análises de variância dos diferentes parâmetros econômicos e de desempenho zootécnico avaliados. A inclusão de CLA na dieta dos frangos não gerou interações com os níveis de proteína bruta da dieta e causou pouca influência nos diversos índices

zootécnicos mensurados. Por outro lado, a redução da PB dietária modificou, em todos os períodos avaliados, o ganho de peso, a conversão alimentar e os índices de eficiência produtiva e econômica ($p < 0,05$).

Tabela 9 - Resumo da análise de variância dos parâmetros de desempenho zootécnico e econômicos dos tratamentos com diferentes níveis de Proteína Bruta (PB) e Ácido Linoléico Conjugado (CLA).

	PB	CLA	CLA*PB
21 a 41 dias de idade (período experimental)			
Consumo de ração (kg)	NS	NS	NS
Ganho de peso (kg)	*	NS	NS
Conversão alimentar ¹	*	NS	NS
IEP ²	*	NS	NS
IEBE ³	*	*	NS
21 a 35 dias de idade (fase de crescimento)			
Consumo de ração (kg)	NS	*	NS
Ganho de peso (kg)	*	NS	NS
Conversão alimentar	*	NS	NS
IEP	*	NS	NS
IEBE	*	*	NS
35 a 41 dias de idade (fase de engorda)			
Consumo de ração (kg)	NS	NS	NS
Ganho de Peso (kg)	*	NS	NS
Conversão alimentar	NS	NS	NS
IEP	*	NS	NS
IEBE	*	*	NS
1 a 41 dias de idade			
Consumo de ração (kg)	NS	NS	NS
Ganho de Peso (kg)	*	NS	NS
Peso vivo (kg)	*	NS	NS
Conversão alimentar	*	NS	NS
IEP	*	*	NS
IEBE	*	*	NS

*Efeito significativo e NS= Efeito não significativo ($P > 0,05$) ¹ expressa em kg/kg;

²Índice de Eficiência Produtiva ;

³Índice de Eficiência Bio-econômica (R\$/Tonelada de Peso Vivo)

4.1.1 Efeitos do CLA no desempenho zootécnico e econômico

a) Consumo de ração, ganho de peso, peso ao abate e conversão alimentar

O consumo de ração foi modificado pelo CLA apenas durante o período 21 a 35 dias de idade ($p < 0,05$) (Tabelas 9 e 11). Já o peso vivo, ganho de peso e conversão alimentar das aves não foram alterados pela inclusão de 0,5% ou 1,0% de CLA na dieta, seja durante o período experimental (21-41, 21-35, 35-41 dias de idade) ou quando consideradas as fases iniciais de criação (1-41 dias de idade) (Tabelas 9 a 14).

Tabela 10 - Consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, Índice de Eficiência Produtiva (IEP) e Índice de Eficiência Bio-Econômico (IEBE)³ de frangos de corte de 21 a 41 dias de idade.

	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão Alimentar ⁴	IEP	IEBE
Níveis de PB¹					
19%	3,66	1,88	1,92	238,26	1.329,63
17%	3,63	1,82	1,98	224,72	1.463,84
15%	3,55	1,69	2,06	198,28	1.770,27
Níveis de CLA²					
0,0%	3,57	1,79	1,97	216,47	1.146,34
0,5%	3,61	1,79	1,99	220,32	1.528,57
1,0%	3,64	1,82	1,99	224,46	1.888,83
Valores de P*					
PB	0,2704 ^{ns}	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
CLA	0,5017 ^{ns}	0,3557 ^{ns}	0,4616 ^{ns}	0,1655 ^{ns}	<0,0001*
CLA*PB	0,7488 ^{ns}	0,6178 ^{ns}	0,4809 ^{ns}	0,7798 ^{ns}	0,6661 ^{ns}
CV(%)	4,1690	3,1989	2,0694	4,5225	3,2720

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linolólico Conjugado; ³ Expresso em R\$/Tonelada de Peso Vivo;

⁴Expresso em kg/kg; *Efeito significativo e ns= Efeito não significativo ($P > 0,05$).

Szymczyk et al., (2001) e Du e Ahn (2002), utilizando níveis de 0 a 1,5% de inclusão de CLA na dieta não encontraram alterações no consumo, peso corporal e ganho de peso para o período de 22 a 42 dias de idades das aves.

Sirri et al, (2003) forneceram níveis de 2% ou 4% de CLA na dieta de fêmeas durante o período de 22 a 47 dias de idade e não verificaram, comparativamente a uma dieta sem a inclusão de CLA, mudanças no consumo

de ração, peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar das aves. Estes resultados, a despeito da inclusão mais elevada de CLA, assim como os de Szymczyk et al., (2001) e Du e Ahn (2002), coincidem com os encontrados nesta pesquisa.

Entretanto, Zanini et al.(2006), com inclusões de 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75% e 1,0% de CLA na dieta, associadas a óleos de soja ou de canola, no período de 21 a 45 dias de idade, não encontram efeito significativo do CLA para o peso corporal de machos, já para as fêmeas verificaram efeito linear crescente após inclusão do CLA.

Tabela 11 - Consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, Índice de Eficiência Produtiva (IEP) e Índice de Eficiência Bio-Econômico (IEBE)³ de frangos de corte de 21 a 35 dias de idade.

	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão Alimentar ⁴	IEP	IEBE
Níveis de PB¹					
19%	2,36	1,28	1,83	170,54	1.263,07
17%	2,35	1,22	1,90	158,87	1.487,64
15%	2,29	1,13	1,99	138,05	1.759,83
Níveis de CLA²					
0,0%	2,32	1,21	1,89	154,00	1.143,81
0,5%	2,29	1,20	1,91	155,90	1.494,43
1,0%	2,37	1,23	1,93	157,57	1.872,80
rddcdffdfdeValores de P*					
PB	0,0557 ^{ns}	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
CLA	0,0205*	0,2103 ^{ns}	0,0877 ^{ns}	0,5555 ^{ns}	<0,0001*
CLA*PB	0,4102 ^{ns}	0,2944 ^{ns}	0,5355 ^{ns}	0,3079 ^{ns}	0,1588 ^{ns}
CV(%)	3,1531	3,3681	2,1974	5,1293	2,7310

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado; ³ Expresso em R\$/Tonelada de Peso Vivo;

⁴Expresso em kg/kg; *Efeito significativo e ns= Efeito não significativo (P>0,05).

Na presente pesquisa, o consumo de ração na fase de crescimento (21-35 dias de idade) obedeceu a um comportamento quadrático crescente em função do nível de inclusão de CLA (p<0,05) (Tabela 11 e Figura 8). Entretanto, o R² (0,19) da equação proposta (y=0,2267x²-0,165x+2,3158) é relativamente baixo, evidenciando a grande variabilidade dos dados de consumo de ração e indicando, por outro lado, que essa equação pode não ser eficiente para prever os resultados da variável em questão.

Por sua vez, Almeida (2008) avaliando a inclusão diferentes níveis de CLA (0%, 2% ou 4%) e vitamina E verificou, para o período de 22 a 42 dias de idade das aves, interação entre esses dois fatores para o consumo de ração, sendo observadas respostas quadráticas e/ou lineares decrescentes do CLA, em função do nível de vitamina E utilizado. Estes resultados obtidos por Almeida (2008) são coincidentes parcialmente com aqueles observados, nesta pesquisa, apenas para o período de 22-35 dias de idades das aves.

Figura 8 - Efeito da inclusão do Ácido Linoléico Conjugado (CLA) no consumo de ração para frangos de corte no período de 22 a 35 dias de idade.

Segundo Gonzales (2002), o consumo de alimento poderia ser explicado, entre outras, pela teoria lipostática¹, segundo a qual, uma quantidade de tecido adiposo superior ao ponto de referência determinaria uma diminuição do consumo de alimento por ação do hipotálamo. Tal rota metabólica não é totalmente conhecida, mas estaria relacionada com a insulina, o hormônio de crescimento, catecolaminas e as concentrações plasmáticas de glicerol e ácidos graxos livres. Entretanto, segundo a autora, o frango de corte moderno, apresenta um apetite voraz, não diminui o consumo de ração e deposita grande quantidade de gordura abdominal.

Para Forbes (1988 – citado por Gonzales (2002)) o frango de corte até oito semanas de idade parece limitar o consumo de ração mais por uma ação física de enchimento do trato gastrointestinal e da palatabilidade do alimento.

¹ Fatores (ou teorias) intrínsecos regulatórios do consumo: glicostático, aminostático, lipostático, ionostático, termostático (GONZALES (2002)).

Por sua vez, Brue e Latshaw (1985), (citado por Lara et al., (2005)) mencionam uma possível redução no consumo de ração por frangos de corte em função da presença de ácidos graxos insaturados, regulando metabolicamente o apetite ou reduzindo sua palatabilidade. Já House et al., (2005) atribuem a queda no consumo de alimentos, por ratos, a possíveis alterações organolépticas causadas pelo CLA no alimento. Deste modo, a alteração no consumo de ração para o período de 22 a 35 dias de idade das aves, poderia ser explicada por uma eventual alteração na palatabilidade do alimento causada pelo CLA.

b) Índices de Eficiência Produtiva (IEP) e Bio-Econômica (IEBE)

O Índice de Eficiência Produtiva (IEP) (Tabelas 9 a 14) não foi alterado pela inclusão de CLA ao longo o período experimental (21 a 41 dias) ou nas fases de crescimento (21 a 35 dias) e engorda (35 a 41 dias) isoladamente. Houve significância estatística, neste índice, apenas para o período que considera, também, as fases iniciais de criação das aves (1 a 41 dias de idade) ($p < 0,05$) (Tabela 14). Uma vez que, não houve efeito significativo do CLA durante as fases do período experimental é possível que significância estatística verificada deva-se a fatores relacionados com as fases iniciais de criação e não propriamente a inclusão de CLA na dieta.

O Índice de Eficiência Bio-Econômico (IEBE) foi modificado significativamente pela inclusão de CLA nas dietas das aves ($p < 0,05$). Para todos os períodos avaliados (Tabelas 9 a 14) o aumento da inclusão de CLA na dieta gerou uma resposta linear crescente no IEBE (Figura 9).

Figura 9 - Efeito da inclusão do Ácido Linoléico Conjugado (CLA) no IEBE para frangos de corte de acordo com a idade.

O índice em questão pondera os custos das dietas e variáveis de desempenho zootécnico. Assim, considerando as condições deste experimento, é plausível inferir que o CLA onerou os custos de produção e que a inclusão do produto nas formulações poderia ser realizada tendo-se em vista um mercado consumidor com uma demanda de qualidade de carne diferenciada e maior disponibilidade de capital.

Pesquisas, avaliando o perfil do consumidor de carne de frango, constataram propensão deste em pagar até 20% além do preço normal por carnes de frango caipira, pois acredita ser uma carne mais saudável, saborosa e de maior qualidade (MOORI et al., 2007). Assim, como no caso da carne de frango caipira, nichos específicos de consumo poderiam ser um mercado em potencial para carnes enriquecidas com CLA.

Maiores discussões sobre esse índice serão realizadas quando debatidos os níveis de proteína bruta das dietas.

Tabela 12 -Consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, Índice de Eficiência Produtiva (IEP) e Índice de Eficiência Bio-Econômico (IEBE)³ de frangos de corte de 35 a 41 dias de idade.

	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão Alimentar ⁴	IEP	IEBE
Níveis de PB¹					
19%	1,28	0,60	2,11	63,77	1.943,22
17%	1,30	0,59	2,16	68,38	1.698,85
15%	1,26	0,56	2,19	71,18	1.457,55
Níveis de CLA²					
0,0%	1,25	0,58	2,16	66,67	1.298,89
0,5%	1,33	0,59	2,16	67,96	1.735,30
1,0%	1,26	0,59	2,13	68,87	2.065,43
Valores de P*					
PB	0,7745 ^{ns}	0,0169*	0,8310 ^{ns}	0,0186*	<0,0001*
CLA	0,2792 ^{ns}	0,4671 ^{ns}	0,2687 ^{ns}	0,6981 ^{ns}	<0,0001*
CLA*PB	0,9354 ^{ns}	0,3311 ^{ns}	0,2040 ^{ns}	0,1322 ^{ns}	0,7055 ^{ns}
CV(%)	9,0006	6,0968	5,2879	8,9205	7,9957

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado; ³ Expresso em R\$/Tonelada de Peso Vivo;

⁴Expresso em kg/kg; *Efeito significativo e ns= Efeito não significativo (P>0,05).

4.1.2 Efeitos dos diferentes níveis de proteína bruta no desempenho zootécnico e econômico

A redução dos níveis de proteína bruta (PB) não ocasionou alterações no consumo de ração nas diversas fases de criação dos frangos de corte. Já o ganho de peso foi reduzido e a conversão alimentar aumentada, com conseqüente, alterações do IEP e do IEBE, em todos os períodos, exceto para o período de 36 a 41 dias, quando a conversão alimentar não foi alterada pelos níveis de PB da dieta (p<0,05) (Tabelas 9 a 14).

a) Consumo de ração

Resultados similares aos deste trabalho, que indicam o mesmo consumo de ração independentemente dos níveis protéicos da dieta, no período de 3 a 6

semanas de idade das aves, foram observados por Blair et al., (1999), Faria Filho (2003) e Rezaei et al. (2004).

Faria Filho (2003) avaliou os efeitos da temperatura (fria, termoneutra ou quente) associados a diferentes níveis protéicos da dieta (20%, 18% e 17%) e não verificou interação entre os dois fatores para o consumo de ração. O autor constatou efeito inversamente proporcional da temperatura e não observou efeito dos níveis protéicos da dieta para o consumo.

Rezaei et al., (2004), considerando dois níveis protéicos (18% ou 16% de PB), combinados a lisina (0,0; 1,5; 3,0 g/kg) não determinaram interação para os dois fatores, ou efeitos significativos dos níveis de PB da dieta para a variável em questão.

Blair et al., (1999), reduzindo os níveis de proteína bruta da dieta de 21% a 18%, em machos entre três e seis semanas de idade, não verificaram efeito significativo no consumo de ração das aves, mas observaram alterações em função do nível de suplementação de aminoácidos ($\pm 10\%$ em relação ao controle, sendo empregados: lisina, metionina, treonina e triptofano). Não foi constatada interação entre os dois para o consumo, pelos autores.

Para Gonzales (2002) a regulação do consumo de ração pelas aves, poderia ser explicada, entre outras, também, pela teoria aminostática, segundo a qual o controle de consumo por proteína não é decorrente apenas da maior ou menor quantidade de PB do alimento e sim da sua qualidade (presença, tipo e balanceamento de aminoácidos essenciais). Em aves alimentadas com baixos níveis protéicos e desbalanceamento de aminoácidos, haveria queda no consumo, em virtude da reduzida capacidade de metabolização de nitrogênio do animal.

b) Ganho de peso, peso ao abate e conversão alimentar

Na presente pesquisa, os ganhos de pesos, de todo período experimental e das fases de crescimento e engorda, aumentaram linearmente com os níveis de PB da dieta ($p < 0,05$). O peso final aos 41 dias, também, teve comportamento linear crescente em relação aos níveis de PB ($p < 0,05$) (Tabelas 9 a 13 e Figuras 10 e 11).

Já a conversão alimentar obteve comportamento linear decrescente em relação os níveis protéicos das dietas ($p<0,05$) em todos os períodos, exceto para a fase de engorda, quando não houve diferenças significativas (Tabelas 9 a 13) (Figura 12).

Costa et al, (2001), valendo-se do conceito de proteína ideal, avaliaram o efeito de cinco níveis de PB (17,50; 18,00; 18,50; 19,00 e 19,50%), na fase de 22 a 42 dias de idade das aves. Os autores obtiveram resposta linear crescente da conversão alimentar para machos ou fêmeas, enquanto que o ganho de peso não foi alterado nos machos e foi observado comportamento quadrático deste parâmetro para as fêmeas. Assim, foram recomendados níveis de PB de 19,5% e 18,5% para machos e fêmeas, respectivamente.

Já na pesquisa de Sterling et al.,(2002), considerando apenas as dietas a base de óleo de soja, aves, na fase de crescimento, com níveis de PB na dieta variando de 17% a 26%, obtiveram resposta linear crescente do ganho de peso e linear decrescente da conversão alimentar em relação ao aumento dos níveis de proteína bruta da dieta.

Tabela 13 - Consumo de ração, ganho de peso, peso final e conversão alimentar, de frangos de corte de 1 a 41 dias de idade.

	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Peso Final (kg)	Conversão Alimentar ³
Níveis de PB¹				
19%	4,87	2,67	2,71	1,81
17%	4,84	2,61	2,66	1,84
15%	4,73	2,47	2,52	1,88
Níveis de CLA²				
0,0%	4,79	2,56	2,61	1,85
0,5%	4,80	2,58	2,63	1,83
1,0%	4,85	2,61	2,65	1,85
Valores de P*				
PB	0,1575 ^{ns}	<0,0001*	<0,0001*	0,0001*
CLA	0,7004 ^{ns}	0,1502 ^{ns}	0,1893 ^{ns}	0,5655 ^{ns}
CLA*PB	0,7882 ^{ns}	0,8687 ^{ns}	0,8416 ^{ns}	0,7771 ^{ns}
CV(%)	3,6793	2,5103	2,4374	1,9420

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linolêico Conjugado; ³Expresso em kg/kg;

*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo ($P>0,05$).

21 a 41 dias

35 a 41 dias

21 a 35 dias

1 a 41 dias

Figura 10 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta no ganho de peso de frangos de corte de acordo com a idade

Figura 11- Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta no peso final de frangos de corte aos 41 dias de idade

Kidd et al., (1996) avaliando o requerimento de treonina em dietas com 20% ou 16,8% de PB, para aves de 21 a 42 dias de idade, obtiveram resultados similares de GP e CA entre os grupos controle e de baixa proteína,

com a inclusão de 1,8 g/kg do aminoácido nas dietas. Já Kerr e Kidd (1999b), propondo a redução dos níveis protéicos das dietas das aves, com ou sem a suplementação de treonina associada a diversos aminoácidos, registraram mesmos ganhos de pesos e conversões alimentares até a redução de 1,2%, com a redução de PB da dieta em 2,6%, em relação aos grupos controles, houve piora nos dois parâmetros avaliados. Os autores atribuíram a queda de desempenho a algum aminoácido limitante, possivelmente valina ou isoleucina

Bregendahl et al., (2002) ao reduzir a proteína bruta da dieta de 23% a 18%, com a suplementação, em diversos níveis, de aminoácidos essenciais e não essenciais (arginina, isoleucina, lisina, metionina, treonina, valina, glutamato, asparagina) observaram menor crescimento das aves, independentemente da combinação de aminoácidos utilizada. Por sua vez, Aftab et al., (2006), após revisão de mais de 10 trabalhos científicos envolvendo diferentes níveis da PB na dieta de frangos, sugeriram redução de até 10% dos valores padrões de PB recomendados no NRC.

Faria Filho (2003) não constatou efeito no GP ou CA após a redução de 20% para 17% dos níveis de PB (ou 91% de proteína intacta) em temperaturas frias ou termoneutras. A queda no desempenho ocorreu apenas em temperaturas elevadas. Blair et al., (1999), também, observaram mesmos GP e CA ao reduzir, com o auxílio de aminoácidos distintos, os níveis de proteína bruta da dieta de 21% para 18%. Ainda, Rezai et al., (2004), ao reduzir, com suplementação de aminoácidos, a PB da dieta de 18% para 16%, averiguaram mesma CA e decréscimo no ganho de peso para o período de três a seis semanas de idade das aves.

Figura 12 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta na conversão alimentar de frangos de corte de acordo com a idade

Nesta pesquisa, houve decréscimo do ganho de peso (Figura 10) e aumento da conversão alimentar (Figura 12) em dietas com reduções de 2% ou 4% da proteína bruta em relação a uma dieta controle. Os diversos autores supracitados (KERR e KIDD (1999); COSTA et al, (2001); FARIA FILHO (2003); AFTAB et al., (2006)) encontraram resultados distintos quanto às possíveis alterações dos níveis de proteína. Há recomendações de redução desses níveis de PB próximas a 1%, outras em torno de 3%, variando, também em função do tipo de suplementação de aminoácidos empregada. Assim, os níveis relativamente drásticos de redução de PB (2% a 4%) das dietas desta pesquisa, podem ter motivado a queda no desempenho das aves.

Faria Filho, (2003) e Aftab, (2006) sugerem que a redução da proteína intacta (proveniente do milho e farelo de soja) da dieta poderia causar a queda no desempenho das aves submetidas a baixos níveis de proteína bruta. Comparativamente aos aminoácidos ligados a peptídeos (presentes na

proteína intacta), os aminoácidos livres (sintéticos), por serem metabolizados preferencialmente pelos enterócitos, (BREGENDAHL et al., 2002), teriam menor biodisponibilidade para síntese protéica (PINCHASOV et al, 1990), o que poderia ocasionar a queda no desempenho dos animais.

Já Waldroup (2000) e Aftab et al. (2006) sugerem diversas outras hipóteses que podem elucidar o decréscimo no desenvolvimento de frangos de corte submetidos a dietas com níveis protéicos reduzidos, entre elas: redução do nível de potássio das dietas, o que ocasionaria o desbalanceamento eletrolítico (alteração dos níveis de potássio, sódio e cloro); relação aminoácidos essenciais/não essenciais alterada; possíveis níveis tóxicos de algum aminoácido; alterações na relação energia metabolizável/proteína bruta da dieta, entre outras.

Considerando a hipótese de redução do nível de potássio da dieta e o conseqüente desbalanceamento eletrolítico da mesma, é valido ressaltar que, embora, o requerimento ótimo de balanço eletrolítico tenha sido definido em torno de 250 mEq/kg para as dietas com níveis normais de PB (BORGES et al., 2003), esse valor parece não estar bem estabelecido para as dietas com baixos níveis de proteína.

Han et al., (1992), (citado por Aftab et al. (2006)), Waldroup (2000) e Si et al., (2004a) mantendo ou não o a variável em questão em de 250 mEq/kg, não verificaram melhora no desempenho das aves alimentadas com baixa proteína bruta. Ainda, Fancher e Jensen (1989) ao reduzirem os níveis de PB da dieta de 22% a 16%, com suplementação de aminoácidos (lisina, metionina, arginina, treonina, isoleucina e triptofano) e com/sem a adição de potássio, observaram queda no desempenho zootécnico, independentemente do tratamento utilizado. Por sua vez, Suida (2001) preconiza níveis mínimos de 180 mEq/kg para dietas com baixa proteína..

Por outro lado, existem diversos trabalhos (KIDD et al., (1996); KERR e KIDD (1999a); ALETOR et al., (2000); COSTA et al, (2001); HUSSEIN et al., (2001); SI et al., (2004bc); JIANG et al., (2005); DEAN et al., (2006); YAMAZAKI et al., (2006); POWELL et al., (2009)) que buscam esclarecer os efeitos da de um único aminoácido ou da relação entre os diversos aminoácidos no desempenho de frangos de corte.

Urdaneta-Rincon et al., (2005) avaliando aves entre sete e 21 dias de idade, verificaram que, sendo a lisina é o fator limitante, níveis extras de PB podem piorar o desempenho dos animais e, por outro lado, quando o nível de PB da dieta limita o crescimento, não há resposta a maior inclusão de lisina.

Por sua vez, Kidd et al., (1996) preconizam que a treonina pode ser o terceiro aminoácido limitante em dietas de baixa PB, com níveis adequados de aminoácidos sulfurados e lisina. Já Dean et al., (2006) e Jiang et al., (2005) observaram melhora no desempenho de frangos de corte alimentados com dietas de baixa PB e glicina. Segundo Powell et al., (2009), a melhora no desempenho das aves, poderia ser atribuída a interações da glicina com a metionina e, simultaneamente, a glicina seria um precursor, prontamente disponível (envolvendo, também, a cistina), para a síntese de serina, assim, melhorando a utilização de outros aminoácidos. Todavia, para Rutz (2002), a exigência de glicina é um fator dependente da idade. Aves adultas conseguiriam sintetizar toda a glicina necessária, enquanto aves jovens só o fazem parcialmente. Vale lembrar que, outras pesquisas avaliaram os efeitos da lisina (REZAEI et al., 2005; PRIYANKARAGE et al., 2008), da metionina (SI et al., 2004c), do triptofano (SI et al., 2004b) em dietas com níveis reduzidos de PB.

Além dos efeitos individuais dos diversos aminoácidos, Aftab et al., (2006), considerando as possíveis interações entre os diversos aminoácidos, após revisão da literatura, calcularam a relação entre aminoácidos não essenciais e essenciais e encontraram algumas recomendações: 43/57; 53/47; 46/54; 44/56 e 47/53. Já Suida (2001) sugere que esta relação deve ser mantida em torno de 46/54. A literatura, também, é vasta em pesquisas que avaliam os efeitos da suplementação conjunta de aminoácidos essenciais e/ou não essenciais em dietas com proteína bruta reduzida (COLNAGO e JENSEN (1992); ALETOR et al., (2000); HUSSEIN et al., (2001); BREGENDAHL et al., 2002; ZARATE et al., (2003); YAMAZAKI et al., (2006)).

Outra hipótese sugerida para esclarecer a queda no desempenho de aves submetidas a dietas com níveis reduzidos de proteína bruta, diz respeito à relação energia metabolizável/proteína bruta. Neste contexto, Bartov e Plavnik (1998) observaram melhor desempenho das aves, entre 28 e 42 dias de idade, com a relação energia metabolizável/proteína bruta em torno de 140 kcal/kg da

dieta por porcentagem de proteína bruta. Por sua vez, Kamran et al., (2008) mantendo essa relação constante em 155 unidades, em dietas com níveis de PB variando entre 20% e 17%, para aves com 27 a 35 dias de idade, observaram que menores níveis de PB acarretaram em pior desempenho animal.

Para Faria Filho, (2003) e Aftab et al., (2006) a referida relação teria maior relevância para aves em situações de estresse calórico. Segundo Faria Filho (2003), a ausência de isoleucina, arginina, lisina, metionina e triptofano em dietas de baixa proteína promovem aumento na secreção de triiodotironina (T_3 - hormônio calorigênico). Já os excessos de valina ou isoleucina, também, acarretariam em maior produção de T_3 . Assim, dietas de baixa PB aumentariam a exigência de energia para manutenção, pela redução da eficiência de utilização da energia metabolizável para crescimento em função da maior utilização para produção de calor. Desta maneira, pesquisas têm sido realizadas considerando a associação energia metabolizável, proteína bruta e temperatura ambiente (THIM et al., 1997; FARIA FILHO 2006; OLIVEIRA, 2008).

Conforme o exposto nos parágrafos acima, além da redução da proteína intacta, diversos outros fatores podem estar associados e poderiam determinar o comportamento, das variáveis de ganho de peso e conversão alimentar, observado na presente pesquisa. Entretanto, a metodologia empregada e os objetivos deste trabalho não visam determinar qual ou quais os elementos responsáveis pela piora no desempenho das aves submetidas a dietas com baixa proteína.

O decréscimo nos parâmetros de GP e CA não era desejado e se contrapõe a hipótese inicial desta pesquisa de que, o mesmo desempenho zootécnico seria obtido, a despeito da redução do nível protéico das dietas.

c) Índices de Eficiência Produtiva (IEP) e Bio-Econômica (IEBE)

O IEP durante o período experimental (21 a 41 dias) e nas fases de crescimento e engorda isoladamente apresentou comportamento linear crescente, sendo que maiores níveis de PB na dieta das aves acarretaram em maiores valores deste índice. Apenas para o período total de alojamento dos

frangos (1 a 41 dias) o IEP apresentou uma curva quadrática decrescente. Entretanto na faixa de inclusão de 15% a 19% de PB essa curva ainda apresenta-se em fase crescente (Figura 13)

Tabela 14 - Índice de Eficiência Produtiva (IEP), Índice de Eficiência Bio-Econômico (IEBE) de frangos de corte de 1-41 dias

	IEP	IEBE ³
Níveis de PB¹		
19%	348,63	1.250,38
17%	337,97	1.356,68
15%	305,11	1.614,67
Níveis de CLA²		
0,0%	319,79	1.071,64
0,5%	334,50	1.404,38
1,0%	337,42	1.745,72
Valores de P*		
PB	<0,0001*	<0,0001*
CLA	0,0051*	<0,0001*
CLA*PB	0,7033 ^{ns}	0,8889 ^{ns}
CV(%)	3,8911	2,8677

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado

³ Expresso em R\$/Tonelada de Peso Vivo

*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo (P>0,05).

Sendo o IEP um índice que associa, entre outros fatores, o ganho de peso (diário) e a conversão alimentar, a piora desses parâmetros acarretou em decréscimo deste índice. Logo, níveis mais elevados de proteína bruta tiveram efeito linear crescente nesta variável durante todo o período experimental (Figura 13).

Figura 13 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta no IEP de frangos de corte de acordo com a idade

Leandro et al., (2003) ao avaliar dietas com planos nutricionais (energia metabolizável/proteína bruta) classificados como maior, médio, baixo ou menor, obtiveram mesmos IEPs para todos os tratamentos, embora os planos nutricionais maior e médio tenham obtido numericamente os melhores IEPs.

Na presente pesquisa, o IEBE, em todos os períodos, gerou uma resposta linear decrescente, sendo que para níveis mais baixos de PB houve aumento deste índice (Figura 14). A elevação no IEBE pode ser explicada parcialmente pela maior quantidade de aminoácidos sintéticos utilizada nas dietas com menores níveis protéicos, o que onerou as mesmas. Os custos de aquisição de alguns aminoácidos, como a arginina, metionina e triptofano foram elevados. Embora, a metionina seja, há tempos, economicamente viável para a produção de frangos de corte, quando da aquisição da mesma para realização deste trabalho, havia grande escassez do produto no mercado, o que ocasionou elevação do preço usual. Neste contexto, Sterling et al., (2005)

verificaram que a inclusão de lisina HCl em dietas com proteína bruta reduzida pode ser economicamente viável, entretanto, depende de fatores como o custo de aquisição deste aminoácido e dos demais ingredientes que podem ser utilizados na dieta, como a soja e glúten de milho.

Todavia, contrariando, os resultados econômicos apresentados nesta pesquisa, Leandro et al., (2003) obtiveram o menor custo por kg de frango vivo utilizando o plano nutricional médio. Já Toledo et al., (2004) comparando dois conceitos para formulações de dietas: proteína bruta (sem suplementação de aminoácidos) e proteína ideal (para as fases de crescimento e engorda, houve redução de 1,09% e 0,55%, respectivamente, entre os conceitos de PB e proteína ideal), observaram melhores IEBEs para machos alimentados por meio da formulação de proteína ideal.

Segundo os autores (TOLEDO et al., 2004) a formulação através da proteína bruta foi menos dispendiosa, mas proporcionou um custo de produção maior, em relação às dietas com base de formulação na proteína ideal. Na presente pesquisa, foi observado, igualmente, menor custo para a dieta controle, porém, esta obteve, também, melhor IEBE, em consequência da pior eficiência alimentar apresentada pelas aves submetidas a dietas com níveis reduzidos de PB.

Após análise do IEBE para os parâmetros CLA (Figura 9) e PB (Figura 14), foi possível constatar que ambos os fatores elevaram os custos de produção. Desta maneira, a hipótese de que a formulação de dietas com menores níveis de PB poderia diminuir os custos e viabilizar a inclusão do CLA na dieta das aves não foi válida.

Figura 14 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta no IEBE de frangos de corte de acordo com a idade

4.2 Balanço da excreção de nitrogênio e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPBap)

A Tabela 15 expõe um resumo das análises de variância do balanço de nitrogênio e do CDPBap. Estes ensaios foram realizados em aves, entre 30 e 35 dias de idade e submetidas aos diversos tratamentos experimentais. Houve interação entre os fatores CLA e PB para o CDPBap, enquanto o balanço de nitrogênio foi modificado apenas pelos diferentes níveis de PB ($p < 0,05$).

Tabela 15 - Resumo da análise de variância dos parâmetros balanço da excreção de nitrogênio e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPBap) dos tratamentos com diferentes níveis de Proteína Bruta (PB) e Ácido Linoléico Conjugado (CLA).

	PB	CLA	CLA*PB
Balanço de nitrogênio	*	NS	NS
CDPBap	*	NS	*

*Efeito significativo e NS= Efeito não significativo ($p < 0,05$)

4.2.1 Efeito do CLA no balanço de nitrogênio.

A adição de CLA na dieta, não modificou o balanço de nitrogênio dos frangos de corte (Tabelas 15 e 16), coincidindo com os resultados obtidos por Aleator et al, (2001) que utilizaram 2% ou 4% deste composto na dieta das aves e não determinaram mudanças na excreção de nitrogênio.

Tabela 16 - Balanço de nitrogênio de frangos de corte entre

	Balanço de nitrogênio (g)
Níveis de PB¹	
19%	106,81
17%	117,11
15%	97,96
Níveis de CLA²	
0,0%	104,46
0,5%	107,99
1,0%	109,67
Valores de P*	
PB	<0,0001*
CLA	0,3021 ^{ns}
CLA*PB³	0,0483 ^{ns}
CV(%)	7,5486

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado;

*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo ($p < 0,05$)

³Contraste não apresentou equações com valores significativos ($p < 0,05$)

4.2.2 Efeito dos níveis de proteína bruta no balanço de nitrogênio

O balanço de nitrogênio das aves apresentou comportamento quadrático decrescente em relação aos níveis de PB da dieta (Figura 15). O ponto de máxima retenção do nutriente foi estimado, através da equação proposta, em 17,30% de PB.

Figura 15 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta no balanço de nitrogênio de frangos de corte

Considerando, que o balanço de nitrogênio e a respectiva excreção são grandezas inversamente proporcionais, uma vez que, havendo maior retenção endógena de nitrogênio, haverá, concomitantemente, menor excreção (conforme observado por Blair et al., (1999) e Kerr e Kidd, (1999)), os resultados obtidos na presente pesquisas são parcialmente coincidentes aos verificados por Blair et al., 1999; Aleator et al., (2000) e Bregendahl. et al., (2002). Estes autores observaram menores excreções de nitrogênio na medida em que reduziram a PB dietária.

Neste trabalho, todavia, houve melhor absorção de nitrogênio, e provável menor excreção, quando a PB foi reduzida de 19% a 17% e a partir deste ponto houve decréscimo do balanço de nitrogênio e, possivelmente, maior excreção do elemento analisado.

Kerr e Kidd, (1999) e Aleator et al., (2000) demonstraram que existindo, na deita, aminoácidos em excesso, que não proporcionam melhora no desempenho do animal, há piora na retenção de nitrogênio e maior excreção deste elemento.

Assim, o decréscimo na retenção de nitrogênio, observado para dietas com 15% de PB, pode estar relacionado há um possível desbalanceamento de aminoácidos. Conforme sugerido por Aleator et al., (2000), os aminoácidos excedentes ao requerimento animal e não aproveitados por outras vias endógenas, são degradados e o nitrogênio é excretado.

Considerando um possível desbalanceamento de aminoácidos, são pertinentes as explanações de Rutz (2002), acerca da digestão dos mesmos. Segundo este autor, a presença de D aminoácidos inibe a absorção de L aminoácidos e, sendo estes de mesma configuração, pode ocorrer competição, devendo prevalecer aquele que apresentar maiores afinidade química pelo transportador e concentração no lúmen intestinal.

4.2.3 Interação entre os níveis de CLA e PB para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPBap) dos frangos de corte

A Tabela 17 exhibe o resultado do ensaio de digestibilidade de proteína bruta. Em função da complexidade da interação obtida e visando a melhor interpretação dos resultados, apenas para esta variável, foram efetuados os desdobramentos em função dos níveis de PB e de CLA (Tabela 18).

Tabela 17 - Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPBap) de frangos de corte entre 30 a 35 dias de idade.

	CDPBap (%)		
	19%PB ¹	17% PB	15% PB
0,0% CLA²	82,37	86,23	83,37
0,5% CLA	84,15	85,84	85,16
1,0% CLA	83,31	83,85	85,77
Valores de P*			
PB	0,0023		
CLA	0,1451		
CLA*PB	0,0151		
CV (%)	1,5144		

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado;

*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo (p<0,05)

Tabela 18 - Contrastes entre Proteína Bruta e Ácido Linoléico Conjugado para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPBap).

	Valores de P*	Equações
CLA²		
19%PB¹	0,1664 ^{ns}	-
17%PB	0,0308*	$= -2,3817x + 86,4980$
15%PB	0,0359*	$= 2,3972x + 83,5679$
PB		
0,0%CLA	0,0007*	$= -0,8392x^2 + 28,2850x - 152,0715$
0,5%CLA	0,1890 ^{ns}	-
1,0%CLA	0,0372*	$= -0,6322x + 95,0335$

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado;

*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo (p<0,05)

Conforme exposto na Tabela 26 e Figura 16, a inclusão de 0,5% de CLA na dieta das aves não modificou o CDPBap. Desta maneira, com inclusão de 0,0% ou 0,5% do CLA, o índice em questão, exibiria comportamento quadrático decrescente, em função do nível de proteína da dieta, mostrando-se semelhante ao balanço de nitrogênio e podendo ser observado o mesmo padrão de discussão.

Figura 16 - Interação entre os fatores proteína bruta e CLA para o para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPBap) de frangos de corte

Já com o fornecimento de 1,0% de CLA, o CDPBap foi alterado em função do nível de proteína bruta. Nas dietas com 19% de PB, não houve modificação da variável e para as dietas com 17% e 15% de PB, a inclusão de 1,0% do produto diminuiu e elevou, respectivamente, a digestibilidade aparente da PB.

A modificação deste índice, não foi verificada por Aletor et al., (2001), após provimento de 2% ou 4% de CLA na dieta de frangos de corte. Sendo assim, contraria aos resultados da presente pesquisa.

Considerando a escassez de pesquisas que mensuraram os efeitos do CLA dietário no CDPBap e as muitas incertezas acerca das implicações de tal composto na absorção de nutrientes e no metabolismo das aves, a elucidação dos mecanismos de ação do CLA, em relação ao CDPBap de dietas com PB reduzida para frangos de corte, pode ser tema de trabalhos futuros.

A análise conjunta dos dados, considerando os dois fatores em estudo nesta pesquisa, permite verificar que o CLA não modificou o balanço e, possivelmente, a excreção de nitrogênio de frangos de cortes. Enquanto que, sua ação na digestibilidade aparente da proteína bruta é dependente da porcentagem de inclusão do produto e do nível de PB da dieta. Por sua vez a redução de PB da dieta, modificou significativamente o CDPBap, o balanço e, provavelmente, a excreção de nitrogênio.

A formulação de dietas com PB reduzida deve ser finamente ajustada para não prejudicar a absorção de nutrientes e minimizar a excreção de elementos não aproveitados pelas aves.

4.3 Rendimento de carcaça inteira, cortes e deposição de gordura abdominal

A Tabela 19 apresenta um resumo dos resultados obtidos a partir das análises de variância para as variáveis de rendimento de carcaça após o abate das aves, aos 41 dias de idade.

A inclusão de CLA na dieta teve efeito para a porcentagem de gordura abdominal ($p < 0,05$), já os rendimentos de carcaça inteira, peito, asa e perna não foram alterados significativamente.

Por sua vez, os diferentes perfis protéicos das dietas apresentaram efeitos significativos no peso vivo ao abate e sobre os rendimentos de carcaça inteira, peito e gordura abdominal ($p < 0,05$). Houve interação significativa entre os fatores CLA e PB para a variável fígado ($p < 0,05$) (Tabelas 15 e 17).

Tabela 19 -Resumo da análise de variância dos parâmetros de rendimento de carcaça dos tratamentos com diferentes níveis de Proteína Bruta (PB) e Ácido Linoléico Conjugado (CLA).

	PB	CLA	CLA*PB
Peso vivo ao abate (kg)	*	NS	NS
Carcaça inteira (%)	*	NS	NS
Peito (%)	*	NS	NS
Asa (%)	NS	NS	NS
Perna (%)	NS	NS	NS
Fígado (%)	*	*	*
Gordura abdominal (%)	*	*	NS

*Efeito significativo e NS= Efeito não significativo ($p < 0,05$)

4.3.1 Efeito do CLA no rendimento de carcaça inteira, cortes e na deposição de gordura abdominal.

a) Rendimento de carcaça inteira e cortes

Os resultados obtidos para o peso vivo ao abate e para os rendimentos de carcaça inteira, de peito, de asas e das pernas estão demonstrados na Tabela 20. O peso vivo ao abate não foi alterado significativamente pela inclusão de CLA nas dietas. Por ser uma variável muito semelhante ao peso final aos 41 dias de idade das aves e estas terem apresentado mesmo padrão de resultados, neste ponto, não serão realizadas discussões acerca do peso vivo ao abate.

Os rendimentos de carcaça inteira, peito, asa e perna, também, não foram modificados pelo CLA (Tabela 20). Em outras pesquisas, a inclusão de 0,5% a 4% de CLA na dieta das aves não teve influência significativa para rendimentos de carcaça inteira (SIRRI et al, 2003) peito (ALETOR et al., (2000); SZYMCHYK, et al., (2001); SIRRI et al, (2003); ALMEIDA (2008)); asa (SIRRI et al, (2003) e perna (ALETOR et al., (2001); SIRRI et al, (2003); BOLUKBAI (2006); ALMEIDA (2008)).

Contrapõem-se aos resultados desta pesquisa, a alteração no rendimento de carcaça inteira e de peito verificadas por Bolukbai (2006); de asas, indicada por Bolukbai (2006) e Almeida (2008); e de pernas apontada por

Szymczyk, et al., (2001), porém esses autores (exceto Szymczyk, et al., (2001)) sempre utilizaram mais de 1% de CLA nas dietas.

Tabela 20 - Peso vivo ao abate e rendimentos de carcaça inteira, peito, asa e pernas de frangos de corte machos.

	Peso vivo ao abate (kg)	Carcaça inteira (%)	Peito (%)	Asa (%)	Perna (%)
Níveis de PB¹					
19%	2,81	68,66	29,32	11,30	33,20
17%	2,74	67,87	28,71	11,37	33,56
15%	2,62	67,26	27,39	11,38	33,75
Níveis de CLA²					
0,0%	2,71	65,75	28,44	11,38	33,46
0,5%	2,74	67,93	28,41	11,42	33,64
1,0%	2,73	68,10	28,55	11,26	33,41
Valores de P*					
PB	<0,0001*	0,0005*	<0,0001*	0,5881 ^{ns}	0,2173 ^{ns}
CLA	0,6079 ^{ns}	0,6132 ^{ns}	0,8465 ^{ns}	0,1440 ^{ns}	0,7549 ^{ns}
CLA*PB	0,7691 ^{ns}	0,3269 ^{ns}	0,8663 ^{ns}	0,6641 ^{ns}	0,3696 ^{ns}
CV(%)	7,2143	3,3792	5,8475	4,7514 ^{ns}	6,1923

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado;

*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo (P>0,05)

b) Gordura abdominal

A inclusão do CLA na dieta das aves resultou em crescimento linear do rendimento de gordura abdominal ($p < 0,05$) (Tabela 21 e Figura 17). Concordando com os resultados aqui apresentados, Du e Ahn (2002) e Javadi et al., (2007) observaram aumento significativo deste parâmetro em frangos de corte após fornecimento 0,5% ou 1,0%. Para ALMEIDA, (2008), em dietas com 2% e 4% de CLA, houve efeito quadrático, sendo que a máxima deposição ocorreu com o fornecimento de 2,5% de CLA e níveis mais elevados do produto reduziram a deposição de gordura.

Contrastando com os resultados da presente pesquisa, Aleator et al., (2001); Du e Ahn (2002) e Sirri et al., (2003) não determinaram alteração significativa desse índice nas aves após a inclusão de 2%, 3% ou 4% de CLA na dieta. Já para Szymczyk et al., (2001) o emprego de 0% a 1,5% de CLA, proporcionou redução linear no parâmetro em questão.

Cabe ressaltar, entretanto, que, conforme demonstrado por Zanini et al., (2006) a deposição de gordura abdominal pode apresentar interferência de outros fatores como sexo da ave e tipo de óleo associado ao CLA.

Através da análise dos resultados desta pesquisa e dos trabalhos citados acima, constata-se que os níveis de inclusão adequados e os efeitos do CLA na deposição de gordura abdominal de frangos de corte ainda não estão bem estabelecidos. Entretanto, em trabalhos com mamíferos, especialmente roedores, pequenas inserções de CLA na dieta já apresentam efeitos significativos de redução na deposição de gordura corporal (JAMES et al., 2000; YAMASAKI et al., 2003; QUIGNARD-BOULANGÉ et al, 2007).

Tabela 21 - Deposição de gordura abdominal em frangos de corte machos.

	Gordura abdominal (%)
Níveis de PB¹	
19%	2,11
17%	2,50
15%	3,03
Níveis de CLA²	
0,0%	2,31
0,5%	2,59
1,0%	2,73
Valores de P*	
PB	<0,0001*
CLA	<0,0001*
CLA*PB	0,4600
CV(%)	18,6643

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado;

*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo (P>0,05)

Du e Ahn (2002) e Javadi et al., (2007) buscando elucidar tais diferenças, sugerem que as aves parecem não ser tão sensíveis ao CLA, quanto os camundongos. Sob este ponto de vista, deve-se ponderar que, segundo Machado (2002), o metabolismo lipídico das aves apresenta diversas diferenças quando comparado com o de mamíferos, destacando-se que 70% da síntese de lipídeos (síntese *de novo*) ocorre no fígado das aves.

Figura 17- Efeito dos diferentes níveis de CLA na deposição de gordura abdominal de frangos de corte.

Ainda para Javadi et al., (2007), as condições experimentais como idade, genótipo, metabolismo do animal, o tipo de isômero e a duração do tratamento podem modificar os resultados obtidos a partir da suplementação de CLA. Segundos esses autores, a discordância entre as diversas pesquisas sugerem que os mecanismos de ação do CLA são múltiplos e complexos.

Neste contexto, visando determinar os mecanismos de ação do referido composto, Zhou (2008) verificou que aves suplementadas com 3% de CLA tiveram menor deposição de gordura abdominal, em função da regulação inversa do CLA nos receptores do hormônio de crescimento GHR¹ e na expressão de fatores de transcrição responsáveis pela expressão gênica (PPRy²).

Deste modo, Zhou (2008) propôs ação do CLA por duas vias fisiológicas em aves. O composto reduziria a disponibilidade de GHR e em relação ao PPARy, diminuiria a ação da lipoproteína lipase no tecido adiposo e a diferenciação de pré-adipócitos. O autor ressalta ainda que, embora, não totalmente esclarecidos, os mecanismos de ação do CLA em aves e roedores são distintos. Ainda assim, Brown et al., (2001), advertem que, em mamíferos, os efeitos do CLA em PPARy são dependentes do material genético da célula, do modelo animal avaliado, duração do tratamento e tipo de isômero do CLA,

¹ GRH: (Receptores do Hormônio do Crescimento). O hormônio do crescimento, entre outras funções, determina a taxa de oxidação lipídica (GONZALES e SARTORI (2002)).

² PPAR: (Receptor Ativado por Proliferadores de Peroxissoma). Fatores de transcrição que regulam a expressão gênica. O PPARy influencia a estocagem de ácidos graxos no tecido adiposo e contribui para a diferenciação de pré-adipócitos (KANUNFRE (2002))

isoforma da PPAR γ examinada e diferenças na expressão de PPAR γ -RNA mensageiro contra a proteína.

Coincidindo com as elucidações de Zhou (2008), para Badinga et al., (2003) as mudanças no metabolismo lipídico das aves ocasionadas pelo CLA, poderiam estar relacionadas ao aumento da β -oxidação ou a redução da síntese *de novo*¹,

Entretanto, Aletor et al., (2003) verificaram que não houve mudanças na concentração hepática do complexo enzimático ácido graxo sintetase, e para Javadi et al, (2007), que determinaram a eficiência de incorporação de ácidos graxos, o CLA pode ter induzido a síntese de alguns ácidos graxos específicos.

Ademais, na presente pesquisa, o CLA parece não ter inibido a síntese lipídica no fígado e pode ter contribuído com a mesma, uma vez que, aumentou significativamente a deposição de gordura abdominal dos frangos de corte. Sendo assim, novas pesquisas são necessárias para determinar os níveis adequados de inclusão do CLA nas dietas, bem como, para esclarecer os efeitos desse produto no metabolismo lipídico das aves.

¹ A síntese de ácidos graxos não essenciais, denominada *síntese de novo*, ocorre no citosol a partir de Aceti-CoA, sendo catalizada pelo complexo enzimático ácido graxo sintetase. Maiores detalhes em VERLENGIA e LIMA (2002)

4.3.2 Efeito dos níveis de proteína bruta no rendimento de carcaça e na deposição de gordura abdominal.

a) Rendimento de carcaça inteira e cortes

As Tabelas 19 e 20 exibem os resultados de rendimento dos cortes, relacionados aos diferentes níveis de proteína bruta da dieta. Assim como o peso final aos 41 dias de idade das aves, o peso vivo ao abate aumentou linearmente com os maiores níveis de PB das dietas ($p < 0,05$) (Figura 18). Deste modo, mais uma vez, as duas variáveis em questão apresentaram mesmo padrão de resultados e discussão.

Figura 18 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta no peso vivo ao abate de frangos de corte.

Os rendimentos de asa e perna não foram modificados pelos diferentes perfis protéicos das dietas fornecidas aos frangos de corte. Esses resultados vão ao encontro das pesquisas de Kerr e Kidd (1999ab); Faria Filho (2003); Rezai et al., (2004) Kamran et al., (2008).

Por sua vez, os rendimentos de carcaça inteira (Figura 19) e de peito (Figura 20) decresceram significativamente ($p < 0,05$), na medida em que a PB da dieta foi reduzida (Tabelas 19 e 20).

Rezai et al., (2004) apresentaram resultados concordantes quanto a referida redução no rendimento de carcaça. Todavia, outros autores obtiveram os mesmos rendimentos de carcaça inteira e/ou peito, independentemente, da

redução protéica (OLIVEIRA, 2008; KERR e KIDD, 1999ab, FARIA FILHO 2003; KAMRAN et al., 2008).

Figura 19 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta no rendimento de carcaça inteira de frangos de corte.

Os menores rendimentos de carcaça inteira e peito observados nas aves submetidas a dietas com menores níveis de PB, podem ser parcialmente elucidados em função do menor peso ao abate. Segundo Silva et al., (2003) o peso ao abate do frango de corte possui alta correlação com o peso de carcaça inteira (0,96), pernas (0,96) e o peso do peito desossado (0,92). Ainda, conforme mencionado anteriormente, dietas com menores níveis de PB (proteína intacta) e maiores inclusões de aminoácidos sintéticos teriam menor biodisponibilidade para a síntese de proteínas, a serem depositadas nos músculos (PINCHASOV et al, 1990; BREGENDAHL et al., 2002). Neste contexto, Silva et al., (2003) verificou correlação entre o nível de PB da dieta e o peso da carcaça de 0,89.

Figura 20 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta no rendimento de peito de frangos de corte.

Em relação ao menor rendimento de peito ocasionado pelas dietas com menor proteína bruta (Figura 20), além da sua correlação com o peso ao abate (0,92), segundo Dozier et al., (2008) a lisina tem papel essencial na formação da musculatura do peito. Esse aminoácido representaria 7% da proteína peitoral, de tal maneira que as aves teriam maior exigência de lisina para desenvolvimento do peito.

As explicações de Dozier et al., (2008) são corroboradas pelas pesquisas de Costa et al., (2001c), Rezai et al., (2004) e Berri et al., (2008) que observaram rendimento de peito superior, após maiores inclusões deste aminoácido na dieta das aves. Desta forma, eventuais deficiências de lisina podem, também, ter motivado os menores rendimentos de peito observados, nesta pesquisa, em aves alimentadas por dietas com menores níveis de PB.

Contudo, segundo Tesseraud et al., (1996, 1999) (citados por Berri et al., (2008) a musculatura do peito seria mais sensível a deficiência de lisina do que outras musculaturas, como as coxas. Tal ressalva, pode elucidar os mesmos rendimentos observados nos demais cortes (asas e pernas), independentemente do nível protéico da dieta .

b) Gordura abdominal

A deposição de gordura abdominal das aves aumentou linearmente com a diminuição do nível protéico da dieta (Tabelas 19 e 21 e Figura 21). Coincidem com esses resultados as pesquisas de Kerr e Kidd (1999ab), Costa

et al., (2001), Aletor et al., (2001 e 2003), Faria Filho (2003), SILVA et al., (2003), Rezai et al., (2004)

Faria Filho (2003), Silva et al., (2003), Rezai et al., (2004) associam a modificação na deposição de gordura abdominal das aves ao aumento da relação energia metabolizável/proteína bruta. Segundo Silva et al., (2003) e Rezai et al., (2004), com o aumento da referida relação, haveria um maior consumo de energia para cada unidade de proteína ingerida e o excesso de energia disponível seria convertido em gordura.

Figura 21 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta na deposição de gordura abdominal de frangos de corte.

Por outro lado, Aletor et al., (2003) observaram, em sua pesquisa, que a redução do nível de proteína bruta da dieta ocasionou aumento na deposição da gordura abdominal e, também, na concentração hepática do complexo enzimático ácido graxo sintetase, substância catalisadora da síntese *de novo*.

Para esses autores é possível que a síntese protéica no fígado seja reduzida, em virtude da maior parte dos aminoácidos da dieta serem destinados ao crescimento muscular. Os aminoácidos em excesso no fígado, que não puderam ser aproveitados durante a síntese protéica, seriam degradados em glicose (via gliconeogênese) ou a acetil-coenzima A, um dos substratos para síntese de ácidos graxos.

Ainda segundo Aletor et al., (2003), a maior relação energia metabolizável/proteína bruta das dietas com PB reduzida, associada ao incremento calórico, propiciado pelo desbalanceamento de aminoácidos, forneceria a energia necessária para viabilizar a síntese lipídica.

Para maiores detalhes sobre os níveis de proteína bruta da dieta e sua relação com a síntese de ácidos graxos, sugere-se a leitura da revisão de Swennen et al., (2007)

Considerando, que a redução do nível protéico da dieta, assim como, a inclusão de CLA na dieta, ocasionaram aumento significativo na deposição de gordura abdominal das aves, a hipótese inicial desta pesquisa, de que uma possível elevação deste parâmetro, em função da redução dos níveis de PB, poderia ser compensada pela inclusão do CLA na dieta, não foi comprovada.

4.3.3 Interação entre os níveis de CLA e PB para o peso do fígado dos frangos de corte

Tabela 22 - Rendimento de fígado de frangos de corte machos.

	Fígado (%)		
	19%PB ¹	17% PB	15% PB
0,0% CLA ²	1,83	1,99	1,88
0,5% CLA	1,88	1,92	2,09
1,0% CLA	1,93	2,04	2,12
Valores de P*			
PB	<0,0001*		
CLA	0,0003*		
CLA*PB	0,0089*		
CV (%)	10,2581		
Contraste			
	CLA		
19%PB	0,2351 ^{ns}		
17%PB	0,1144 ^{ns}		
15%PB	<0,0001*		

PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado;

*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo (P>0,05).

A Tabela 22 exibe os resultados para o peso do fígado das aves (expresso como porcentagem do peso vivo). Houve interação significativa dessa variável entre os fatores CLA e PB (<0,05). Para as dietas com 19% e 17% de PB, a inclusão de CLA na dieta das aves não alterou o tamanho do órgão, entretanto, quando o nível protéico da ração foi de 15%, o CLA elevou significativamente o peso do fígado (p<0,05) (Tabela 22 e Figura 22).

Em aves, não há um consenso sob os efeitos do CLA no tamanho do fígado. Pesquisas relatam a constância (ALETOR et al., 2000; BOLUKBAI, 2006; ZANINI et al., 2006) ou o aumento do peso do órgão (ALETOR et al., 2001; BADINGA et al., 2003), após o fornecimento de CLA as aves. Segundo Zanini et al., (2006), na variável em discussão, o CLA pode apresentar interação com outros fatores: sexo do animal e tipo de óleo associado. Ressalta-se que, um eventual aumento do fígado, pode não estar associado a um maior conteúdo lipídico do mesmo, como demonstrado por Badinga et al., (2003).

Embora, os mecanismos de ação do CLA no metabolismo lipídico das aves não estejam bem estabelecidos, e na prática, na presente pesquisa, tenha ocorrido aumento de apenas 0,30% do peso do fígado das aves (nas dietas com 15% de PB), é possível ponderar duas hipóteses para elucidar o ocorrido:

1) Alguns autores correlacionam o aumento do fígado de em ratos, após o fornecimento de CLA, ao chamado ao “fígado gorduroso” /hipertrofia. Não há consenso se este efeito realmente ocorre e se é reversível, todavia, eventualmente, indica o efeito do CLA na mobilização lipídica, podendo ou não demonstrar efeitos adversos (LARSEN et al., 2003; PARK e PARIZA, 2007).

2) Aletor et al., (2003) sugerem que em dietas de baixa proteína bruta, o transporte de lipídeos metabolizados no fígado para os demais tecidos pode ser limitado pela redução da síntese de apolipoproteínas¹, em virtude da baixa disponibilidade de aminoácidos essenciais para constituição das mesmas.

Corroboram a hipótese de Aletor et al., (2003), as observações de Peres et al, (2002) segundo os quais, em pesquisas das interações de proteínas com lipídeos, devem ser estudas as proteínas ligadoras aos ácidos graxos (fatty acid-binding proteins – FABP²), como as apolipoproteínas, albumina, proteínas ligadoras aos fosfolipídeos, entre outras. Neste contexto, algumas pesquisas demonstram a relação entre os diversos aminoácidos e as lipoproteínas (GAUS

¹ Apolipoproteínas são proteínas que se ligam aos lipídeos. São responsáveis pelo transporte de triacilgliceróis, fosfolipídios, colesterol e seus ésteres Combinadas aos lipídeos, elas formam desde quilomicrons a lipoproteínas de muito alta ou baixa densidade (NELSON e COX, (2006)

² Segundo PERES et al., (2002), As FABP distinguem-se das demais proteínas, entre outros fatores por terem massa molecular entre 14 e 16 kDA, serem compostas de 126 a 134 resíduos de aminoácidos, manter uma relação estequiométrica de 1:1 entre os ácidos graxos e proteína e por manterem a interação entre proteína e aminoácido

e HALL., 2002) e os efeitos da suplementação dietária de aminoácidos nas apolipoproteínas de coelhos (KUROWSKA e CARROL, 1991, 1992 e 1996).

Figura 22- Interação entre os fatores proteína bruta e CLA para o peso do fígado de frangos de corte.

Desta forma, na presente pesquisa, uma eventual redução da síntese de apoproteínas/lipoproteínas nas dietas com 15% de PB, somada a um possível aumento da síntese lipídica ocasionada pelo CLA, poderia fazer com que os lipídeos metabolizados em excesso no fígado não fossem secretados, o que poderia acarretar no aumento do órgão em questão.

Todavia, as referidas hipóteses não podem ser comprovadas pela metodologia empregada nesta pesquisa e, portanto, sugere-se que, em futuros trabalhos, sejam empregados níveis mais elevados de CLA na dieta de frangos de corte (a fim de avaliar outros níveis de inclusão do produto, em relação à deposição de gordura abdominal) e metodologias que mensurem os compostos e enzimas relacionados à síntese de ácidos graxos e proteínas no fígado.

4.4 pH e cor do peito de frangos de corte

Em função do comportamento inesperado das variáveis de pH e cor, observados na presente pesquisa, serão realizados alguns comentários preliminares acerca destes parâmetros, antes da análise dos eventuais efeitos advindos dos níveis de PB e de CLA da dieta das aves.

O valor médio de pH de todos os tratamentos esteve entre 6,13 a 6,18 (Tabela 24), sendo o valor médio de todas as amostras analisadas (n=141) de

6,13±0,13. De acordo com Jones e Grey (1989), Sams e Mills (1993) e Aguiar (2006) os valores normais de pH da carne de frango ao final do processo *post mortem* seriam de 5,60 a 5,80, 5,78 a 5,86 e 5,75 a 5,96, respectivamente. Desta forma, todos os tratamentos, da presente pesquisa, apresentaram pH elevado.

Todavia, diversos fatores podem influenciar o valor do pH final da carne de frango, entre eles, aqueles intrínsecos ao animal como a herdabilidade, a linhagem da ave, o tipo e o potencial glicolítico do músculo (FLETCHER, 2002; BERRI et al., 2005; GAYA 2006); e outros inerentes ao meio-ambiente como: dieta, temperatura ambiente, tempo de jejum, debatimento das asas, transporte, métodos de insensibilização da ave e de estocagem da carne (OLIVO et al., 2001; BRESSAN e BERAQUET, 2002; DENADAI et al., 2002; FLETCHER, 2002; PAVAN et al., 2003; BERRI et al., 2001 e 2005; BIANCHI et al., 2006; CASTRO 2006; BROSSI, 2007).

Avaliando os fatores relacionados ao ambiente criatório e de abate, vale ressaltar que, Felício (2008), em estudo genético-quantitativo, analisou o pH de 3.450 peitos de frangos de corte processados no Abatedouro Escola da CCPS e determinou valor médio de pH, para as amostras, de 5,94±0,30, o qual poderia ser considerado elevado.

Assim, possivelmente, algum fator não identificado e/ou os métodos de abate e estocagem das amostras utilizadas pelo Abatedouro Escola da CCPS podem ter elevado o pH do peito de frango de todos tratamentos.

Considerando os parâmetros de cor, na presente pesquisa, a luminosidade (L^*) dos diversos tratamentos apresentou valores médios entre 57,53 e 60,19, (Tabela 26) com média geral de todas as amostras (n=140) de 58,84±2,94. Esses valores de luminosidade são altos e os peitos podem ser considerados pálidos, uma vez que, segundo alguns autores, os valores normais de L^* transitam entre: 46< L^* <53 (BARBUT, 1997) 43,1< L^* <48,8 (FLETCHER, 1999); 50< L^* <56 (PETRACCI et al., 2004) e valores inferiores ou superiores acarretariam em coloração escura ou pálida, respectivamente.

Entretanto, a L^* máxima/palidez é um tema controverso. Após revisão de literatura, Petracci et al., (2009) observaram ampla diferença entre valores mínimos (49) e máximos (56), utilizados como notas de corte e indicativos de

palidez no peito de frango. Na revisão de Smith e Northcutt (2009) a variação observada para nota de corte foi de 48,8 a 60,0.

Já Brossi, (2007), buscando estabelecer um critério de classificação local, avaliou amostras coletados em abatedouro na cidade de São Carlos (SP) e estabeleceu valor limite de 53 para a palidez do peito de frango. Ainda, Felício (2008) após mensurar a L^* de 3.390 peitos, processados no Abatedouro Escola da CCPS, obteve media geral de $55,60 \pm 3,22$.

Por sua vez, Fletcher et al., (1999) avaliaram peitos de cinco abatedouros distintos e após selecionar, através de notas visuais, amostras pálidas, normais ou escuras (tratamentos), verificaram interação entre semana de coleta, abatedouro e tratamento para a variável L^* e concluíram que a referencia de “coloração normal” é distinta para cada abatedouro.

Segundo Petracci et al., (2009), a grande variabilidade observada nas notas de corte de palidez é ocasionada por diferenças nas amostras e nas metodologias de mensuração. Para esses autores cada abatedouro deve determinar a sua própria nota de corte a ser utilizada como indicativa de palidez.

A dificuldade em se estabelecer uma única nota de corte no peito de frango pode estar correlacionada à grande quantidade de fatores que contribuem para a coloração do mesmo.

Segundo Olivo et al., (2001), a cor da carne resulta da absorção seletiva de luz pela mioglobina e por outros importantes componentes, como as fibras musculares e suas proteínas, sendo, também, influenciada pela quantidade de liquido livre disponível. Ainda, para Fletcher, (2002) a coloração da carne é afetada pelo tipo de pigmentação presente, o estado desses pigmentos e o pH do músculo, sendo que o pH poderia modificar a estrutura física da carne e suas propriedades de reflectância da luz.

Neste contexto, trabalhos têm demonstrado a importância de pigmentos, como a mioglobina (BOULIANNE e KING, 1995 e 1998; KRANEN et al., 1999) e as xantofilas (PEREZ-VENDREL et al, 2001; CASTANEDA et al., 2005), e, também, do pH, destacando a alta correlação negativa deste parâmetro com a L^* (-0,64 para Fletcher, (1999); -0,77 para Fletcher et al., (2000); -0,96 para Qiao et al., 2001; -0,76 para Laack et al., 2000; -0,72 e -0,69 para Berri et al., 2005).

Assim, o menor pH final do peito de frango estaria associado a valores mais altos de L^* , e a conseqüente palidez do mesmo (BOULIANNE e KING 1995; FLETCHER, 1999 e 2002; LARA et al., 2002; BROSSI, 2007; SMITH e NORTHCUTT, 2009).

Na presente pesquisa, os valores médios de pH e L^* , foram de $6,13 \pm 0,13$ e $58,84 \pm 2,94$, respectivamente, e ambos podem, eventualmente, ser considerados altos, sugerindo o mencionado comportamento inesperado destas variáveis.

A correlação dos parâmetros em questão, neste trabalho, foi estimada em -0,48. Valor este, inferior àqueles obtidos pelos diversos autores mencionados acima, porém, semelhante aos óbitos por Brossi, (2007) em aves estressadas (-0,40) e não estressadas (-0,30), e processadas no Abatedouro Escola da CCPS.

Entretanto, para Fletcher, (1999), é importante enfatizar que a correlação entre pH e L^* é mais prevalente nas pesquisas em que amostras de peito sejam previamente selecionadas para distinguir a coloração pálida, normal ou escura, já em trabalhos com propósitos distintos, tal correlação pode não ser consistente.

Deste modo, a elevação dos parâmetros em pauta, bem como a palidez observada, podem ser atribuídas, principalmente, a fatores não identificados, porém, provavelmente, relacionados a propriedades intrínsecas as aves, ao ambiente de criação e aos procedimentos de abate empregados. No entanto, mesmo que inesperada, a elevação de ambas as variáveis não comprometeu as análises subseqüentes, tampouco, os objetivos deste trabalho.

Em relação à intensidade de vermelho (a^*), embora, o valor médio das amostras ($4,54 \pm 1,01$) situe-se na faixa referente à “coloração normal” ($4,38 \pm 0,22$), estabelecida por Qiao et al., (2002), e esteja próximo a 4,00, número preconizado como objetivo de marketing da indústria avícola (Castaneda et al., 2005), é importante ressaltar que, a comparação com outras pesquisas é complexa.

Os valores de a^* , apresentados na presente pesquisa (Tabela 25), hora são destoantes (Laack et al., (2000): 1,2-2,2; Corzo et al., (2002): 1,25-1,40 Bianchi et al., (2007): 1,52-2,14) e, por vezes, são similares àqueles obtidos em outros trabalhos (Petracci et al., (2004): $3,27 \pm 1,27$; Felício (2008): $5,57 \pm 1,23$;

Gaya (2006): $5,35 \pm 1,10$). Novamente, o meio-ambiente e/ou metodologia de mensuração parecem ter ação preponderante sobre o parâmetro.

As mesmas considerações realizadas acerca da a^* podem ser estendidas à intensidade de amarelo (b^*). A média de todas as amostras para o referido parâmetro, nesta pesquisa, foi de $14,30 \pm 1,28$, valor este, muito superior aos verificados por: Laack et al., (2000): 9,6; Corzo et al., (2002): 7,87-8,43; Bianchi et al., (2007): 4,28-5,84, entretanto, semelhantes aos quantificados por Felício (2008): $13,85 \pm 2,12$ e Gaya (2006): $13,59 \pm 2,12$. Ressalta-se que os dois últimos autores realizaram os respectivos abate e mensuração de dados na CCPS/FZEA.

Por outro lado, considerando os efeitos da adição do CLA e dos diferentes níveis de proteína bruta na dieta das aves, a Tabela 23 exibe um resumo da análise de variância dos parâmetros pH e cor (L^* , a^* , b^*), mensurados nas amostras de peito analisadas 24 pós abate. Os níveis de PB da dieta influenciaram significativamente ($p < 0,05$) as variáveis pH, a^* e b^* , já o CLA modificou apenas a incidência de amarelo (b^*) ($p < 0,05$). Houve interação significativa para a luminosidade (L^*) do peito.

Tabela 23 - Resumo da análise de variância dos parâmetros pH e cor (L^* , a^* , b^*)¹ do peito de frangos de corte submetidos a tratamentos com diferentes níveis de Proteína Bruta (PB) e Ácido Linoléico Conjugado (CLA).

	PB	CLA	CLA*PB
pH	•	NS	NS
L^*	NS	NS	•
a^*	•	NS	NS
b^*	•	•	NS

•Efeito significativo e NS= Efeito não significativo ($p < 0,05$)

¹ L^* - Luminosidade; a^* - intensidade de vermelho; b^* - intensidade de amarelo

4.4.1 Efeito do CLA no pH e cor do peito de frangos de corte

O CLA não modificou o pH do peito das aves (Tabelas 23 e 24) e, embora, sejam escassas as pesquisas que o tenham mensurado, Du et al., (2000) e Du e Ahn, (2002) não observaram alteração deste parâmetro, após a inclusões de 0%, 0,25% até 5,0% de CLA na dieta das aves. Já, em suínos,

Tischendorf et al.,(2002) e Dugan et al., (2004), também, não verificaram mudanças do pH da carne em função do CLA.

Em relação à cor dos peitos de frango, a incidência de vermelho (a*) manteve-se constante para todos os níveis de inclusão de CLA (Tabelas 23 e 25). Tais resultados são contrários aos verificados por Du e Ahn, (2002) e Du et al., (2003) que observaram redução deste parâmetro após emprego do CLA.

Tabela 24 - Valores de pH em peitos de frangos de corte machos.

	pH
Níveis de PB¹	
19%	6,18
17%	6,14
15%	6,09
Níveis de CLA²	
0,0%	6,13
0,5%	6,12
1,0%	6,15
Valores de P*	
PB	0,0049*
CLA	0,5611 ^{ns}
CLA*PB	0,4492 ^{ns}
CV(%)	2,1300

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado;

*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo (P>0,05)

Por sua vez, a incidência de amarelo (b*) apresentou redução significativa após a inclusão do CLA na dieta das aves ($p<0,05$) (Tabela 25 e Figura 23). Já Migdal et al., (2004) relataram aumento deste parâmetro na carne de suínos, após o fornecimento de CLA. Estes autores atribuíram a referida elevação, ao aumento na porcentagem e no diâmetro das fibras brancas proporcionados pelo CLA. Assim, modificações nas referidas fibras do peito de frango, em função do fornecimento de CLA na dieta, poderiam esclarecer, os efeitos significativos detectados nesta pesquisa. Entretanto, futuras pesquisas são necessárias para constatar se o CLA tem ação sobre a composição das fibras brancas da carne de frango.

Tabela 25 - Valores de $a^{*(3)}$ e $b^{*(4)}$ em peitos de frangos de corte machos.

	a^*	b^*
Níveis de PB¹		
19%	4,20	14,04
17%	4,45	14,09
15%	5,00	14,78
Níveis de CLA²		
0,0%	4,68	14,90
0,5%	4,53	14,10
1,0%	4,42	13,91
Valores de P		
PB	0,0003 [*]	0,0042 [*]
CLA	0,4147 ^{ns}	0,0002 [*]
CLA*PB	0,1519 ^{ns}	0,4235 ^{ns}
CV(%)	20,9717	8,2300

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linolítico Conjugado;
^{*}Efeito significativo e ns= Efeito não significativo ($P>0,05$)

Figura 23 - Efeito dos diferentes níveis de CLA na incidência de amarelo (b^*) do peito de frangos de corte.

4.4.2 Efeito dos níveis de proteína bruta no pH e cor do peito de frangos de corte

O pH do peito das aves alimentadas com níveis maiores de PB foi significativamente mais alto ($p<0,05$) (Tabela 24 e Figura 24). Não foram encontrados trabalhos que relatem o efeito da redução protéica da dieta no pH, 24 horas pós abate, do peito de frango. Todavia, é válido ressaltar, que Berri et al., (2005), após avaliar a deposição de gordura abdominal em duas linhagens experimentais de frangos de corte, determinaram correlação de -0,52 entre pH

e deposição de gordura abdominal. Neste contexto, Gu et al., (2008), mesmo após empregar níveis mais elevados de PB na dieta de aves (18,7% (controle), 20,0% ou 21,3%), não verificaram mudanças na deposição de gordura abdominal e no pH de peito de aves.

Assim, pesquisas são necessárias para elucidar os mecanismos, eventualmente, envolvidos na correlação determinada por Berri et al., (2005) e a possível relação entre pH do peito e deposição de gordura abdominal. Como verificado na presente pesquisa, a correlação em pauta poder ter implicações em dieta de baixa proteína.

Figura 24 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta no pH do peito de frangos de corte.

Por outro lado, Pavan et al., (2003) e Berri et al, (2008), mensuraram maiores valores de pH no peito de frango, após aumentar o nível de lisina da ração. Segundo Berri et al, (2008), a elevação deste aminoácido estaria coligada a uma redução do potencial glicolítico do músculo o que acarretaria em maior pH final.

Já Wang et al., (2009) determinaram menores degradação protéica e peroxidação lipídica no peito das aves, após o aumento da metionina dietária. Este aminoácido, sendo precursor da cistina (que exerce importante papel na síntese da glutathione peroxidase), possuiria função antioxidante. Desta maneira, maiores ou menores inclusões de metionina em dietas com PB reduzida, por este aminoácido agir na desnaturação protéica e na peroxidação lipídica, possivelmente, alterem o pH do peito de frango. Contudo, esse parâmetro não foi quantificado por Wang et al (2009). Ainda, segundo VIANA et

al., (2008) a treonina, também, apresenta efeitos na síntese e desnatura protéica.

A despeito dos resultados apresentados por PAVAN et al., (2003), BERRI et al, (2008) e WANG et al (2009), futuras pesquisas são necessárias para elucidar os mecanismos e os efeitos da redução protéica da dieta no pH da carne de frango, visto que, estes trabalhos não consideram as possíveis interações entre os diversos aminoácidos, tampouco, as modificações na composição da carcaça de aves submetidas a tais formulações.

Considerando a incidência de vermelho (a^*), os níveis de proteína bruta da dieta diminuíram significativamente este parâmetro ($p < 0,05$) (Tabela 25 e Figura 25). Coincidindo com esses resultados, Bianchi et al., (2007) demonstraram que aves abatidas com menor peso vivo possuem maior a^* , em relação as mais pesadas.

Os resultados obtidos, provavelmente, estão associados a maiores concentrações de pigmentos. Conforme exposto por Fletcher (2002), aves mais velhas possuem níveis mais altos de pigmentos.

Embora sem considerar as interações entre aminoácidos, é lícito mencionar que na pesquisa de Corzo et al., (2002) a a^* , e o peso vivo, mantiveram-se contastes, independentemente, da maior inclusão de lisina na dieta de aves. Detalham, Boulianne e King (1998), que a intensidade de vermelho da carne possui elevada correlação com a concentração total de pigmentos (0,75) e o teor de ferro (0,45).

Ainda, para Wang et al., (2009) a maior inclusão de metionina elevou significativamente a^* do peito, o que foi atribuído a menor oxidação protéica.

Figura 25 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta na incidência de vermelho (a^*) do peito de frangos de corte.

Ao analisar a incidência de amarelo (b^*), observou-se que este parâmetro apresentou comportamento inverso aos níveis de PB da dieta ($p < 0,05$) e menores inclusões de proteína resultaram em coloração mais amarelada do peito de frango (Figura 26).

Figura 26 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta na incidência de amarelo (b^*) do peito de frangos de corte.

O comportamento desta variável pode ser decorrente da maior proporção de milho nas dietas com PB reduzida, uma vez que, o grão de milho possui elevados teores de carotenóides amarelos, como as xantofilas (CARDOSO et al., 2009). Neste sentido, Perez-Vendrell et al., (2001) demonstraram que a inclusão de xantofilas pode aumentar significativamente a b^* da carne de frango e Garcia et al., (2005) observaram menores valores de b^* , na medida em que aumentaram os níveis de substituição do milho por sorgo.

4.4.3 Interação entre os níveis de CLA e PB para a luminosidade do peito de frangos de corte

A luminosidade dos peitos de frango apresentou interação significativa ($p < 0,05$). Conforme exposto na Tabela 26 e na Figura 27. O CLA teve efeito significativo apenas nas dietas com 17% de PB e proporcionou redução linear ($p < 0,05$), segundo a equação: $L^*_{(17\%PB)} = -19,678 \times X + 60,199$.

Tabela 26 - Luminosidade (L^*) do peito de frangos de corte machos.

	L*		
	19%PB ¹	17%PB	15%PB
0,0% CLA ²	58,70	59,70	58,60
0,5% CLA	57,97	60,04	58,75
1,0% CLA	60,19	57,53	58,12
Valores de P*			
PB	0,5785 ^{ns}		
CLA	0,7903 ^{ns}		
CLA*PB	0,0218*		
CV (%)	4,9086		
Contraste			
	CLA		
19%PB	0,0907 ^{ns}		
17%PB	0,0321*		
15%PB	0,8176 ^{ns}		

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linolêico Conjugado;
^{*}Efeito significativo e ns= Efeito não significativo ($P > 0,05$)

Interpretar quais as possíveis causas do comportamento desta variável é custoso e está além das metodologias e objetivos deste trabalho. Não obstante, deve ser considerado que a luminosidade possui correlação com diversas variáveis como o pH (item 4.4), a a^* e b^* , as concentrações de pigmentos totais e de ferro, entre outras.

Fletcher (1999); Qiao et al., (2001) e Brossi (2007) determinaram, respectivamente, correlações de -0,49; -0,86; -0,13; entre L^* e a^* e de 0,18; 0,67; 0,33 entre L^* e b^* . Ainda, para Boulianne e King (1998) a correlação do parâmetro em questão e as concentrações de pigmentos totais e ferro foram estimadas em -0,69 e -0,49, respectivamente.

Assim, à luz da grande quantidade de variáveis que interagem com a L^* e da reduzida disponibilidade de trabalhos que consideram os efeitos da redução de PB e do CLA na luminosidade do peito de frango, a elucidação da interação observada poderá ser objeto de trabalhos futuros.

Figura 27 - Interação entre os fatores proteína bruta e CLA para a luminosidade (L^*) do peito de frangos de corte.

Contudo, apesar de obtidos efeitos significativos dos diferentes níveis de proteína bruta e do CLA nos parâmetros de pH e cor (L^* , a^* , b^*) (Tabela 23), os fatores relacionados ao meio-ambiente de criação e processamento das aves, tiveram maior efeito sobre esses índices de qualidade da carne, propiciando a elevação dos mesmos, independentemente, dos tratamentos.

Os pequenos valores de R^2 obtidos nas análises de regressão da L^* , a^* e b^* indicam a alta variabilidade dos dados, uma possível inconsistência das respectivas equações de reta em prever resultados futuros e ressaltam a importância dos fatores ambientais nesses índices de qualidade.

4.5 Perda de peso ao cozimento e força de cisalhamento no peito de frangos de corte.

Considerando que, Lyon e Lyon (1990) (citado por Contreras-Castillo et al., (2008)) verificaram que amostras de peito de frango, em Warner-Blatzler, com valores abaixo de 3,6 kgf. são avaliadas, em painéis sensoriais, como “muito macias”, a média de $1,16 \pm 0,27$ kgf., observada em amostras de peito desta pesquisa, poderia detonar a classificação: “muito macias”.

Entretanto, segundo Wheeler et al, (1997) a comparação de resultados de força de cisalhamento (FC), em Warner-Blatzler, entre instituições distintas não é válida, pois diversos fatores (ex.: temperatura interna inicial da amostra, tempo e temperatura de cozimento, calibração dos instrumentos, número de repetições, maior ou menor atenção na condução das análises, entre outros) possibilitam que, mesmo em amostras similares, ocorra diferença significativa, entre os valores de FC mensurados.

Neste contexto, as amostras de peito, da presente pesquisa, apresentaram FC próximas as de outros autores que realizaram seus ensaios na CCPS/FZEA (Gaya, (2006): $(1,21 \pm 0,41 \text{ kgf.})$; Almeida (2008): $(1,13-1,77 \text{ kgf.})$ e Felício, (2008) $(1,36 \pm 0,50 \text{ kgf.})$). Tais ponderações ressaltam, novamente, a relevância dos fatores relacionados ao meio-ambiente, das metodologias de abate e de mensuração de resultados, nos parâmetros qualitativos da carne de frango.

Quanto ao valor médio da perda de peso ao cozimento $(14,90 \pm 0,27)$, cabe salientar que Wheeler et al, (1997), também, verificou diferenças significativas neste parâmetro entre instituições, o que pode dificultar a comparação com outras pesquisas. Ainda, segundo Honikel e Hamm (1994) (citados por Brossi (2007)), para a capacidade de retenção de água¹, não existe um valor real, pois não se trata de um parâmetro objetivo, mas sim, uma tendência.

¹ A capacidade de retenção de água pode ser determinada por metodologias que utilizam a força da gravidade (perda por gotejamento (Drip Loss), por aplicação de força (pressão ou centrifugação) e por tratamento térmico (perda de peso por cocção (PPC)) (BROSSI, 2007)

Tabela 27- Perda de peso ao cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) do peito de frangos de corte machos.

	PPC (%)	FC (kgf)
Níveis de PB¹		
19%	15,17	1,12
17%	14,21	1,25
15%	15,36	1,11
Níveis de CLA²		
0,0%	15,82	1,18
0,5%	15,40	1,19
1,0%	13,47	1,11
Valores de P*		
PB	0,4483 ^{ns}	0,0614 ^{ns}
CLA	0,0526 ^{ns}	0,4118 ^{ns}
CLA*PB	0,5874 ^{ns}	0,8047 ^{ns}
CV(%)	28,2841	23,0905

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado;
*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo (P>0,05)

Por outro lado, considerando os efeitos dos diferentes tratamentos experimentais, os índices de perda de peso ao cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) do peito de frango não foram alterados pelos diferentes níveis de proteína bruta e CLA das dietas (Tabela 27).

Esses resultados são corroborados por Almeida (2008), que não verificou modificação nestes índices após inclusões de até 4% de CLA na dieta das aves. Já a pesquisa de Du e Anh (2002) coincide parcialmente com os resultados aqui apresentados, uma vez que, os autores constataram mesma resistência instrumental do peito de frango após fornecimento de até 2% de CLA. Com inclusões de 3%, houve maior resistência.

Por sua vez, Tischendorf et al., (2002) e Migdal et al., (2004), em trabalhos com suínos, não determinaram, respectivamente, mudanças na FC e na PPC, em função da inclusão do CLA na dieta dos animais.

Quanto aos diferentes níveis de proteína bruta da dieta, não foram encontrados outros trabalhos que mensurassem seus eventuais efeitos na PPC do peito de frango. Para a FC, assim como na presente pesquisa, Niu et al., (2009) e Gu et al., (2008) não determinaram alteração desta variável em função da variação da PB dietária.

4.6 Perfil de ácidos graxos do peito de frangos de corte

As Tabelas 28 e 29 exibem o perfil de ácidos graxos, e a respectiva análise de variância, determinados em peito de frangos de corte, abatidos aos 41 dias de idade e submetidos aos nove tratamentos experimentais.

Exceto pelo ácido palmitoléico (16:1) e pela somatória dos PUFA's (ácidos graxos poliinsaturados), o CLA modificou a concentração de todos os demais ácidos graxos. Os diferentes níveis de PB da dieta tiveram efeito significativo apenas sobre a concentração do ácido esteárico (18:0). Houve interação entre os fatores CLA e PB para isômero de CLA quantificado (cis9, trans11 e trans 10, cis 12), bem como, para a respectiva somatória.

Tabela 28 - Perfil de ácidos graxos da carne de peito de frangos de corte machos¹.

Ácidos Graxos (%)¹	19%PB² 0,0%CLA³	17%PB 0,0%CLA	15%PB 0,0%CLA	19%PB 0,5%CLA	17%PB 0,5%CLA	15%PB 0,5%CLA	19%PB 1,0%CLA	17%PB 1,0%CLA	15%PB 1,0%CLA
Mirístico	0,6604	0,6654	0,7207	0,9290	1,0591	0,8547	1,1903	1,2557	1,2064
Palmitico	26,4675	26,6130	27,0796	34,5305	32,5985	32,6249	32,6459	32,8822	37,2654
Palmitoléico	7,3019	8,2560	9,0021	6,8491	7,6764	7,5225	6,6357	7,3264	7,8428
Estearico	6,5256	5,3538	5,2344	8,5754	7,2678	7,1322	8,7021	8,4897	7,4678
Oléico	33,6940	36,5603	36,4187	25,6536	29,5375	29,3615	27,8136	28,1055	26,6943
Linoléico	22,0245	19,4954	19,1448	18,9405	18,7943	18,4309	18,5542	17,7481	15,7612
cis9, trans11	0,0	0,0	0,0	0,4104	0,4861	0,4380	0,9070	0,9679	0,5681
trans 10, cis 12	0,0	0,0	0,0	0,2870	0,3713	0,3321	0,7127	0,7652	0,3886
ΣCLA	0,0	0,0	0,0	0,6974	0,8574	0,7701	1,6197	1,7331	0,9567
Eicosenóico	1,1201	0,9473	0,8912	0,8485	0,7498	0,7534	0,7732	0,6809	0,5900
Σsaturados	33,6535	32,6321	33,0347	44,0349	40,9253	40,6118	42,5382	42,6275	45,9395
Σmonoinsaturados	42,1160	45,7636	46,3120	33,3512	37,9636	37,6374	35,2224	36,1128	35,1270
Σpoliinsaturados	22,0245	19,4954	19,1448	19,6379	19,6517	19,2009	20,1739	19,4811	16,7179

¹ A análise de variância dos ácidos graxos é apresentada na Tabela 24²PB: Proteína Bruta; ³CLA: Ácido Linoléico Conjugado;

Tabela 29 - Análise de variância do perfil de ácidos graxos do peito de frangos de corte submetidos a tratamentos com diferentes níveis de Proteína Bruta (PB) e Ácido Linoléico Conjugado (CLA).

	PB¹	CLA²	PB*CLA	CV(%)
Mirístico	0,6755 ^{ns}	0,0005*	0,8061 ^{ns}	15,4712
Palmitico	0,4069 ^{ns}	0,0002*	0,2947 ^{ns}	6,4910
Palmitoléico	0,0810 ^{ns}	0,1528 ^{ns}	0,9023 ^{ns}	10,7298
Esteárico	0,0349*	0,0006*	0,8140 ^{ns}	10,3000
Oléico	0,1542 ^{ns}	<0,0001*	0,5029 ^{ns}	6,4686
Linoléico	0,0736 ^{ns}	0,0158*	0,5690 ^{ns}	7,1727
cis9, trans11	0,0007 ^{ns}	<0,0001*	0,0004*	104873
trans 10, cis 12	0,0002*	<0,0001*	<0,0001*	10,4852
ΣCLA	0,0003*	<0,0001*	0,0001*	10,0418
Eicosenóico	0,0790 ^{ns}	0,0041*	0,9193 ^{ns}	14,1600
Σsaturados	0,6147 ^{ns}	<0,0001*	0,4626 ^{ns}	6,25529
Σmonoinsaturados	0,0603 ^{ns}	<0,0001*	0,5540 ^{ns}	5,4045
Σpoliinsaturados	0,0581 ^{ns}	0,2559 ^{ns}	0,4281 ^{ns}	7,1201

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado;

*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo (P>0,05)

4.6.1 Efeito do CLA no perfil de ácidos graxos do peito de frangos de corte

A adição de 0% a 1,0% de CLA na dieta das aves aumentou a concentração de todos os ácidos graxos saturados (SFA) mensurados nas amostras de peito de frango. Os níveis de ácido mirístico cresceram de maneira direta e linear, já os ácidos palmítico, esteárico e a somatória de todos os SFA obedeceram a uma curva quadrática decrescente (Figura 28).

Indo ao encontro destes resultados, Szymczyk et al., (2001) e Du et al., (2002) e Javadi et al., (2007) após inclusões de 0% a 1,5% de CLA na dieta das aves, também, observaram aumento na concentração dos mesmos SFA.

Por outro lado, em trabalhos, com níveis mais elevados de CLA dietário (2% a 4%), as concentrações desses ácidos permaneceram estatisticamente inalteradas (com tendência de alta) (ALETOR et al, 2003; SIRRI et al., 2003) ou foram alterados de acordo com uma curva quadrática decrescente (ALMEIDA, 2008).

O aumento na concentração dos SFA foi atribuída, por Aletor et al., (2003), Badinga et al., (2003) e Sirri et al., (2003), a ação do CLA sobre a estoiril-CoA dessaturase. Esta enzima seria responsável por catalizar a

biossíntese de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) a partir de SFA (HAYASHI, 2003). O CLA reduziria a atividade da enzima em pauta, conforme demonstrado por Lee et al., (1998) Entretanto, esta possível inibição é isômero e dosagem dependente, sendo que isômeros *trans*-10,*cis*-12 do CLA teriam ação preponderante em relação aos isômeros *cis*-9,*trans*-11 CLA (CHOI et al., 2000; BROWN et al., 2001).

Figura 28 - Efeito dos diferentes níveis de CLA na concentração dos ácidos graxos saturados do peito de frangos de corte

Tais explicações podem elucidar, concomitantemente, a elevação dos SFA (Figura 28) e o decréscimo nas concentrações dos ácidos graxos monoinsaturados – MUFAs (Figura 29).

Em relação aos MUFAs, exceto pelo ácido palmitoléico, que não foi alterado estatisticamente pelo CLA, os ácidos graxos oléico, ecosenóico e a respectiva somatória, exibiram curva quadrática crescente (Figura 29).

Sem considerar o ácido palmitoléico, as pesquisas de Szymczyk et al., (2001); Du et al., (2002); Sirri et al., (2003) e Javadi et al., (2007) mostraram

reduções semelhantes dos MUFAS, corroborando as dados obtidos neste trabalho.

Figura 29- Efeito dos diferentes níveis de CLA na concentração dos ácidos graxos monoinsaturados do peito de frangos de corte.

Em relação aos ácidos graxos poliinsaturados (PUFA), a inclusão de CLA na dieta das aves, reduziu significativamente a concentração do ácido linoléico (n-6) (Figura 30) e não teve efeito sobre a somatória de PUFA mensurados.

Menores concentrações de ácido linoléico no peito de aves, em função de dietas contendo CLA, também foram observadas por Szymczyk et al., (2001); Du et al., (2002); Bolukbai et al., (2006) e Almeida (2008).

Figura 30 - Efeito dos diferentes níveis de CLA na concentração do ácido linoléico (n-6) do peito de frangos de corte.

A redução na concentração do ácido linoléico da carne de frango foi associada, por Szymczyk et al., (2001) e Bolukbai et al., (2006), a um decréscimo desse aminoácido nas dietas com CLA. Os óleos utilizados como fonte de CLA dietária, teriam maiores porcentagens deste composto às custas do ácido linoléico. Além disso, este ácido graxo é considerado essencial, pertencente à família n-6 e não pode ser sintetizado por animais, via *síntese de novo* (VERLENGIA e LIMA, 2002).

Não obstante, diversas pesquisas tenham observado redução na concentração total de PUFA's, na carne de frango, após a adição de CLA nas dietas, (SZYMCZYK et al., 2001; DU et al., 2002; SIRRI et al., 2003; BOLUKBAI et al., 2006; JAVADI et al., 2007) sendo, contrarias a este trabalho, esta aparente contradição pode ser esclarecida, pela adição do CLA determinado nas amostras de peitos, como parte integrante do total de PUFA's mensurados. Outros trabalhos científicos podem ou não considerar tal soma. A diferença na quantidade de PUFA's, individualmente quantificados nas diversas publicações, também, pode acarretar em resultados distintos, quanto a esse parâmetro.

4.6.2 Efeito dos níveis de proteína bruta no perfil de ácidos graxos do peito de frangos de corte.

Os níveis de proteína bruta da dieta elevaram direta e linearmente a concentração do ácido esteárico (18:0) ($p < 0,05$) nas amostras de peito (Figura

31) e não tiveram efeito significativo sobre os demais ácidos graxos mensurados.

Aletor et al., (2003) relatam que, após a redução da PB da dieta, as concentrações de poucos ácidos graxos da coxa de frango permaneceram inalteradas (ex.: mirístico, esteárico, isômeros do CLA), enquanto que a grande maioria foi significativamente alterada (totais dos ácidos graxos saturados, mono e poliinsaturados, ácidos graxos com 20 carbonos, linoléico, oléico e palmítico). Esses autores atribuíram tais mudanças do perfil de ácidos graxos à menor inclusão de óleo de soja nas dietas com proteína bruta reduzida. Neste contexto, a importância do tipo de óleo e dos respectivos níveis de inclusão foi demonstrada por Gaiotto et al., 2000; Crespo e Esteve-Garcia, 2001; Baião e Lara, 2005)

Assim, o emprego de mesmos níveis de inclusão do óleo de soja, independentemente da PB da dieta, pode justificar a não ocorrência de efeito significativo para o fator proteína bruta, em relação ao perfil de ácidos graxos.

Figura 31 - Efeito dos diferentes níveis de proteína bruta na concentração do ácido esteárico do peito de frangos de corte

A exceção observada para o ácido esteárico (Tabelas 28 e 29 e Figura 31) pode estar relacionada ao fato do CLA ser um composto intermediário da transformação do ácido linoléico em ácido esteárico (SCHMID et al., 2006). Assim, eventualmente, a maior retenção de isômeros de CLA no fígado de aves alimentadas com dietas de menores níveis protéicos (ver item 4.6.3), pode elucidar o acréscimo observado no ácido graxo em questão. Entretanto, para comprovação desta suposição, serão necessárias novas pesquisas.

4.6.3 Interação entre os níveis de CLA e PB no perfil de ácidos graxos do peito de frangos de corte

A análise de perfil de ácidos graxos do peito de frango revelou interação significativa entre os fatores CLA e PB para os isômeros cis 9 trasns 11, trans 10 cis 12 e total de CLA ($p < 0,05$) (Tabelas 28 e 29). O contraste e as respectivas regressões demonstraram efeito significativo de todos os níveis de PB da dieta na incorporação de CLA, no peito de frango (Tabela 30).

Em dietas contendo 19% ou 17% de PB, houve incorporação crescente do CLA total, bem como para cada um dos seus isômeros (Figura 32). Esses resultados são condizentes com Szymczyk et al., (2001); Du et al., (2002); Aletor et al., (2003); Sirri et al., (2003); Bolukbai et al., (2006); Javadi et al., (2007) e Almeida (2008).

Tabela 30 - Desdobramento dos diferentes níveis de PB em função do CLA dietário para as variáveis de perfil de ácidos graxos no peito de frango.

	CLA ²	Equações
cis 9 trasns 11		
19%PB¹	<0,0001*	$= 0,9070x - 0,1437$
17%PB	<0,0001*	$= 0,9679x + 0,0007$
15%PB	<0,0001*	$= -0,6158x^2 + 1,1839x$
trans 10 cis 12		
19%PB	<0,0001*	$= 0,2776x^2 + 0,4351x$
17%PB	<0,0001*	$= 0,7651x - 0,0037$
15%PB	<0,0001*	$= -0,551x^2 + 0,9396x$
CLA total		
19%PB	<0,0001*	$= 1,6197x - 0,0375$
17%PB	<0,0001*	$= 1,7335x - 0,0030$
15%PB	<0,0001*	$= -1,1668x^2 + 2,1235$

¹PB: Proteína Bruta; ²CLA: Ácido Linoléico Conjugado;

*Efeito significativo e ns= Efeito não significativo ($P > 0,05$)

As dietas com 15% de PB apresentaram ponto máximo de incorporação de CLA nos peitos de frango (Figura 32). Embora, as demais pesquisas consultadas não tenham analisado a interação entre CLA e PB, as curvas decrescentes observadas, podem estar relacionadas às alterações em FABPs, como as apolipoproteínas.

Conforme mencionado anteriormente, Aletor et al., (2003) sugerem que em dietas de baixa proteína bruta, o transporte de lipídeos metabolizados no fígado para os demais tecidos pode ser limitado pela redução da síntese de apolipoproteínas, em virtude da baixa disponibilidade de aminoácidos essenciais para constituição das mesmas.

Assim, existe a possibilidade de que em dietas com 15% de PB, em decorrência da menor disponibilidade de apolipoproteínas, embora absorvidos, os isômeros de CLA provenientes da dieta, permaneçam no fígado, o que poderia causar a menor incorporação destes isômeros na carne de peito.

Figura 32- Interação entre os fatores proteína bruta e CLA dietário para os isômeros cis 9 trans 11, trans 10 cis 12 e total de CLA determinados no peito de frangos de corte.

Considerando ainda os mecanismos de interação entre lipídeos e proteínas e possíveis objetivos a serem avaliados em futuras pesquisas, são salutaras as observações de Peres et al, (2002). Segundo esses autores, em humanos e camundongos, os genes de expressão da L-FABP (tipo de FABP que ocorre no fígado), contêm uma sequência denominada “elemento

responsivo a proliferadores de peroxissomos (PPRE)” que, também, são sítios de ligação dos PPARs. Uma vez que os ácidos graxos se ligam tanto às FABPs, como aos PPARs, e pode haver uma competição entre ambos (PERES et al, (2002)). Assim, sugere-se que em pesquisas futuras, envolvendo o CLA e diferentes níveis de PB, sejam empregadas metodologias para avaliar tais parâmetros.

Apesar das considerações de Peres et al, (2002) e Aletor et al., (2003) acerca das apolipoproteínas e seus possíveis mecanismos de ação, futuras pesquisas são necessárias para esclarecer o porquê de apenas os isômeros de CLA apresentaram a interação descrita neste trabalho (Figura 32), enquanto os demais ácidos graxos analisados foram alterados isoladamente pelo CLA dietário ou pelos os níveis de PB.

Entretanto, é valido ressaltar, preliminarmente, as explicações de Verlengia e Lima, (2002), acerca de possíveis modificações no perfil de ácidos graxos. Segundo esses autores, o perfil de PUFA dos tecidos é o resultado de inter-relações complexas de um grande número de fatores, entre eles: a composição de ácidos graxos da dieta, a taxa de oxidação dos ácidos graxos antes de serem incorporados aos lipídeos, as taxas de alongação e desaturação, as taxas relativas de incorporação em lipídeos, a retroconversão dos membros mais insaturados e mais longos das famílias e competições inter e intra famílias pelas etapas de alongação e dessaturação, e também pela incorporação.

Ao ponderar os efeitos de ambos os fatores avaliados nesta pesquisa sob o perfil de ácidos graxos do peito de frango, é possível constatar elevação nos níveis de SFA, redução dos MUFAs e não modificação dos PUFA em função da inclusão do CLA na dieta. Houve ainda, eficiente incorporação do CLA dietário em aves alimentadas com dietas de PB padrão e com nível de redução intermediária, além de importante interação do CLA em dietas com PB drasticamente reduzida, acarretando em menor incorporação, e indicando a possível existência de fatores limitantes a incorporação deste produto na carne de frangos alimentados a partir de tais dietas.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados e discussão do presente trabalho, foi possível concluir:

1) A redução dos níveis de proteína bruta acarretou em piores índices zootécnicos das aves (ganho de peso e conversão alimentar e peso vivo ao abate), enquanto o CLA não os modificou significativamente. Entretanto, ambos os fatores elevaram o custo de produção (IEBE).

2) Nas condições ambientais de realização deste experimento, a digestibilidade aparente da proteína bruta dos frangos de corte teve relação com o nível de inclusão, deste mesmo nutriente na dieta, contudo, podendo ser modificada pelo CLA. Com base nos resultados do balanço de nitrogênio, verificou-se que a diminuição da excreção de nitrogênio ocorreu apenas nas dietas com redução intermediária do nível de proteína bruta. Em dietas com uma redução mais drástica, é crível que um melhor ajuste no balanceamento de aminoácidos seja necessário para almejar tais resultados.

3) Os rendimentos de carcaça inteira e dos cortes não foram modificados pelo fornecimento de CLA às aves. Já a diminuição da proteína bruta da dieta, reduziu os rendimentos da carcaça inteira e do peito, possivelmente, em função da menor disponibilidade de aminoácidos para a síntese de proteínas que seriam depositadas no músculo. Tanto proteína bruta, como o CLA aumentaram a deposição de gordura abdominal.

4) Os parâmetros da qualidade de carne como cor, pH, perda de peso ao cozimento e maciez foram pouco modificados ou não foram alterados pelo CLA ou pela proteína bruta da dieta, porém, tais parâmetros sofreram grande influência dos sistema de criação e/ou abate das aves e, também, da metodologia de mensuração dos dados.

5) Quanto aos parâmetros de qualidade nutricional da carne, como o perfil de ácidos graxos, o CLA aumentou os ácidos graxos saturados e reduziu os monoinsaturados. A proteína bruta dietária interferiu apenas nas concentrações do ácido esteárico e na incorporação de CLA na carne de peito. Em formulações com níveis padrão ou com redução intermediária de proteína bruta, a concentração dos isômeros de CLA foi aumentada em função da inclusão do produto na dieta. No entanto, após a redução mais drástica da PB,

houve um ponto máximo de incorporação dos isômeros. Tal limitação pode estar relacionada a um aumento do tamanho do fígado, a maior concentração de ácido esteárico e a um déficit na síntese de apolipoproteínas.

Assim, de maneira geral, conclui-se que a redução da proteína bruta dietária depreciou os índices de desempenho zootécnico e, assim como o CLA, aumentou a deposição de gordura abdominal. Os aspectos qualitativos do peito de frango, relacionados à aceitação do produto, como a maciez e capacidade de retenção de água, não foram alterados pelos fatores em estudos, porém, foram modificados pelas formas de processamento. Já os parâmetros nutricionais da carne de peito, como o perfil de ácidos graxos sofreram modificações em função do CLA. Houve, ainda, eficiente incorporação dos isômeros de CLA no peito de frango e importante interação foi observada em dietas com proteína bruta drasticamente reduzida. Futuras pesquisas são necessárias para esclarecer os mecanismos de ação do CLA no metabolismo de frangos de corte, bem como, as interações deste composto com os níveis de proteína da dieta.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADAMCZAK M., BORNSCHEUER U. T. BEDNARSKI, W. Properties and biotechnological methods to produce lipids containing conjugated linoleic acid **European. Journal of Lipid Science. Technology** [S.l.]. v.110 p. 491–504, 2008

AFTAB, U; ASHRAF, M; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, [S.l.] v. 62, p.688-701, dez 2006

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, (ANVISA). Resolução-rdc nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Brasília. Anvisa. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/e-legis>> Acesso em: 15 jul. 2006

AGUIAR A.P.S. **Opinião do consumidor e qualidade de carne de frangos criados em diferentes sistemas de produção**. 71f. 2006, Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Piracicaba.2006

ALETOR V.A et al. Low-protein amino acid supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilization **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.] v.80, p.547–54, 2000

ALETOR, V. A et al., The Effects of conjugated linoleic acids or an α -glucosidase inhibitor on tissue lipid concentrations and... **Poultry Science**, London, v.82, p.796–804, 2003

ALETOR, V. A.. et al., Growth, body-fat deposition, nitrogen excretion and efficiencies of nutrient utilization in broiler-chicks fed... **Arch. Geflügelkd.**[S.l.] v.66 p.21–30. 2001

ALMEIDA, E. G; **Ácido linoléico conjugado e vitamina e para frangos de corte**. 2008. Dissertação (Mestrado) 93f. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos ,Universidade de São Paulo.,Pirassununga, 2008.

ANDRADE, P. M. M; CARMO, M. G. T. do. Ácidos graxos n-3: um link entre eicosanóides, inflamação e imunidade. **Mn- metabólica** [S.l.] v.8 n.3, 2006

ANUALPEC – FNP In:ANUALPEC 2008 Anuario da pecuaria barsileira 2008, 2008. FNP, São Paulo. P.261

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE FRANGO (ABEF). **A presença brasileira na avicultura de exportação**. [S.l.], ABEF, 2008. Disponível em: < <http://www.abef.com.br>> Acesso em: 02 abr. 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE FRANGO (ABEF). Relatório anual. **ABEF**. [S.l.:s.n.], 2007. Disponível em: < <http://www.abef.com.br>> Acesso em: 15 abr. 2009

AVIAGEN. Ross 308 broiler: performance objectives. Huntsville. AVIAGEN. Jun 2007. Disponível em: <<http://www.aviagen.com>> Acesso em 10 de outubro de 2007

BADINGA, L;e t al., Dietary Conjugated Linoleic Acid Alters Hepatic Lipid Content and Fatty Acid Composition in Broiler Chickens, **Poultry Science**, London, v.82 p.111-16, 2003,

BAIAO, N.C;LARA, LJC Oil and fat in broiler nutrition. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**,Campinas, v.7, n.3 p. 129-41, 2005

BARBUT, S. Problem of the pale soft exudative meat.in broiler chicken. **British Poultry Science**, London, v.38 n.4 p.39-43, 1997

BARTOV, I. PLAVNIK, I Moderate Excess of Dietary Protein Increases Breast Meat Yield of Broiler Chicks. **Poultry Science**, London, v.77, p.680–88, 1998

BELURY M. A. et al., Dietary conjugated linoleic acid induces peroxisome-specific enzyme accumulation and ornithine decarboxylase activity in mouse liver. **Nutritional Biochemistry** [S.l.] v. 8 p. 579-84, 1997

BELURY M. A.; Kavanaugh C. J;LIU, K. L.L. Conjugated linoleic acid modulates phorbol ester–induced PPAR- α and K-FABP mRNA expression in mouse skin. **Nutrition Research** [S.l.]. v.27 p. 48– 55. 2007

BELURY, M. A. Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action **Annu. Rev. Nutr.** [S.l.] v 22, p.505–31, 2002

BERETTA NETO, C. **Dietas de proteína reduzida e diferente digestibilidades...** 2003. 98 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2003

BERRI, C. et al, Variations in chicken breast meat quality: implications of struggle and muscle glycogen content at death **British Poultry Science** [S.l.] v.46 n.5, p.572-79, 2005

BERRI, C. et al., Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from...**Poultry Science**, London, v. 80, p.833-838, 2001

BERRI, C.; BESNARD, J. RELANDEAU, C. Increasing Dietary Lysine Increases Final pH and Decreases Drip Loss of Broiler Breast Meat. **Poultry Science**, London, v.87, p.480-84, 2008

BIANCHI, M et al, The influence of the season and market class of broiler chickens on breast meat quality traits. **Poultry Science**, London, v.86, p.959-63, 2007

BIANCHI, M; PETRACCI, M; CAVANI, C. The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. **Poultry Science**, London, v.85, p.123-28, 2006

BLAIR R, et al., A quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.l.] v.8, p.25-47. 1999

BOLUKBAI C. Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on broiler performance, serum lipoprotein content, muscle fatty acid... **British Poultry Science**. [S.l.] v.47, n.4, p.470-76, 2006.

BONOMO E; CAIAFFA W T; CÉSAR C. C et all. Consumo alimentar da população adulta segundo perfil sócio-econômico e demográfico: Projeto Bambuí. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19 n.5 p.1461-1471 set-out, 2003;

BORGES, S. A; MAIORKA, A; SILVA, A. V.F da. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-81, set-out, 2003

BOULLIANNE, M.; KING, A. J. Biochemical and color characteristics of skinless, boneless pale chicken breast,. **Poultry Science**, London, v.74, p.1693-98, 1995

BOULLIANNE, M.; KING, A. J. Meat color and biochemical characteristics of unacceptable dark-colored broiler chicken carcasses. **Journal of Science** .[S.l.] v. 63, n. 5, p.1-4, 1998

BREGENDAHL, K; SELL, J. L; ZIMMERMAN, R Effect of Low-Protein Diets on Growth Performance and Body Composition of Broiler Chicks. **Poultry Science**, London, v.81, p.1156–67, 2002

BRESSAN, M. C; BERAQUET, N. J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango, **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v.26, n.5, p.1049-59, set./out., 2002

BROSSI, C. **Qualidade de carne de frango: efeito do estresse severo pré-abate, classificação pelo uso da cor e marinação**. 2007. 108f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007

BROWN, J. M. et al. Trans-10, Cis-12, But Not Cis-9, Trans-11, Conjugated Linoleic Acid Attenuates Lipogenesis in Primary Cultures of....**Journal of Nutrition**. [S.l.] v.131, p. 2316-21, 2001

CALDER, P.C.. Immunoregulatory and anti-inflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research** [S.l.] v.31 p.467-90, 1998

- CARDOSO, W. S. et al Variabilidade de genótipos de milho quanto à composição de carotenoides nos grãos, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.2, p.164-173, fev. 2009
- CASTANEDA, M. P; HIRSCHLER, E. M; SAMS, A. R. Skin pigmentation evaluation in broilers fed natural and synthetic pigments. **Poultry Science**, London, v.84, p.143-47, 2005
- CASTRO, J.B. J. **Efeito do jejum alimentar na qualidade de carne de frangos de corte criados em sistema convencional**. 2006. 45f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006
- CHIRSTIE, W.W. **What is a lipid?** Dundee. Lipid Library. 2007. Disponível em: <www.lipidlibrary.co.uk > Acesso em: [2008]
- CHIRSTIE, W.W. **What lipids do** Their biological function Dundee. Lipid Library. 2007. Disponível em: <www.lipidlibrary.co.uk > Acesso em: [2008]
- CHOI et al. The *trans*-10,*cis*-12 isomer of conjugated linoleic acid downregulates stearoyl-coA desaturase 1 gene expression... **The Journal of Nutrition**, [S.l.s.n], p. 1920-24 2000 Disponível em : <http://www.jn.nutrition.org/>Acesso: 16.set.09
- COLNAGO, G. L; JENSEN, L. S. Putrescine effects on performance of male broiler chicks feed low protein diets supplement with essential amino acids. **Poultry Science**, London, v.71 p211-14, 1992
- COMUNIDADE COMUM EURPEIA, (CCE) Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control Disponível em: < http:// www.cpc.cz/p rojekty/IPPC/bat/directive.php > Acesso em: 25.Ago. 2006
- CONTRERAS-CASTILLO, C. J. et al. Performance and carcass quality of broilers supplemented with antibiotics or probiotics. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v10, n.4 p.227-32, 2008
- COOK M. E; PARIZA M. The role of conjugated linoleic acid in health **International Dairy Journal**. [S.l.s.n]. p. 459–462, 1998
- CORZO, A.; MORAN, JR., E. T; HOEHLER, D. Lysine need of heavy broiler males applying the ideal protein concept, **Poultry Science**, London, v. 1863-68, 2002
- COSTA , P.T.C. Avaliação econômica do frango de corte na fase final, In Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, v.2, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas, FACTA, 1999, p. 71-82

COSTA, A. G. V; BRESSAN, J; SABARENSE, C. M. Ácidos Graxos Trans: Alimentos e Efeitos na Saúde. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. Caracas, v.1 n.1 p. ??-??. mar 2006

COSTA, F.G.P et al., Níveis dietéticos de lisina para pintos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista brasileira de zootecnia**, [S.l], v.30, n.5 p. 1490-97, 2001c

COSTA, F.G.P et al., Níveis dietéticos de proteína bruta para pintos de corte Ross, no período de 42 a 54 dias de idade In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001b, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001b p. 728-729

COSTA, F.G.P et al., Níveis dietéticos de proteína bruta para pintos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista brasileira de zootecnia**, [S.l], v.30, p. 1498-505, 2001

COUFAL, C.D et al., Measurement of broiler litter production rates and nutrient content using recycled litter **Poultry Science**, London, v. 85, p. 398–403, 2006b

COUFAL, C.D et al., Nitrogen emissions from broilers measured by mass balance over eighteen consecutive flocks **Poultry Science**, London, v. 85, p. 384–391, 2006a

CRESPO, N; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens **Poultry Science**, London, v.80, p.71-78, 2000

DE LA TORRE et al., Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. **Meat Science**, [S.l.] v.73 p. 258–268, 2006

DEAN, D. W; BIDNER, T. D; SOUTHERN, L. L. Glycine Supplementation to Low Protein, Amino Acid-Supplemented Diets Supports Optimal Performance of Broiler Chicks **Poultry Science**, London, v.85 p.288-96, 2005

DeLANY J. P. e WEST, D.B. Changes in Body Composition with Conjugated Linoleic Acid. **Journal of the American College of Nutrition**, [S.l.] v. 19, n.. 4, p.487S–93S .2000. Suplemento

DELGADO, E. F. et al., Brazilian consumers' perception of tenderness of beef steaks classified by shear force and taste **Sci. Agric**. Piracicaba v.63, n.3, p.232-239, May/June 2006

DENADAI, J. C. et al Efeito da duração do período de jejum pré-abate sobre rendimento de carcaça e a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.4, n.2, p.101-09, mai-ago 2002

DOZIER, W. A.; KIDD, M. T., CORZO, A. Dietary Amino Acid Responses of Broiler Chickens. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.l.] v.17 p.157-67, 2008

DU et al. Quality characteristics of irradiated chicken breast rolls from broilers fed different levels of conjugated linoleic acid, **Meat Science**, [S.I.] v.63, p. 249–55, 2003

Du, M. e Ahn, D.U. Effect of Dietary Conjugated Linoleic Acid on the Growth Rate of Live Birds and on the Abdominal Fat.... **Poultry Science**, London, v81 p.428–33, 2002

DU, M; et al., Effect of dietary conjugated linoleic acid, irradiation, and packaging conditions on the quality characteristics of raw broiler breast fillets, **Meat Science**, [S.I.] v.60, p. 9–15, 2002

DUGAN, M.E, R. et al., Effects of feeding different levels of conjugated linoleic acid and total oil to pigs on subsequent pork quality and palatability. **Canadian Journal of Soil Science** p.[S.I. s.n.] p.713-20, 2004

EMMERT J.L.; BAKER D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid level in broilers diet. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.I.] v.6, p.462-470. 1997

FANCHER. B. I; JENSEN, L. S. Male broiler performance during the starting and growing periods as affected ... **Poultry Science**, London, v.68 p1385-95, 1989

FARIA FILHO, D.E. **Aspectos produtivos, metabólicos, econômicos e ambientais na nutrição...** 2008. 82f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

FARIA FILHO, D.E. **Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos...** 2003. 93f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FELÍCIO, A. M. **Estudo genético-quantitativo de número e quantidade de fibras musculares em linhagem macho de frangos.** 2008. 96f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

FERGUSON N.S. et al., The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. **Poultry Science**. London. v.77. p. 1085-93. 1998

FIEGO, D.P; et al., Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on CLA isomers content and fatty acid composition of dry-cured Parma ham, **Meat Science**, [S.I.] v.70, p. 285–91, 2005

FLETCHER, D. L. Broiler Breast Meat Color Variation, pH, and Texture, **Poultry Science**. London. v.78. p. 1323-27. 1999

FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, [S.l.] v. 58, n. 2, p. 131-45, 2002,

FLETCHER, D. L., QIAO, M. SMITH, D.P. The relationship of raw broiler breast meat color meat color and pH to cooked meat color and pH. **Poultry Science**, London, v.79, p.784-88, 2000

FOLCH J, LEES M., SLOANE STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **The journal of biological chemistry**, 1957 Disponível em: www.jbc.org. Acesso: [2006]

FURLAN et al., Does low-protein diet improve broiler performance under heat stress conditions? **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas:v.6 n.2 p.71-9. Apr. 2004

GAIOTTO J.B. et al., Óleo de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gordura em rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.2, n.3 p. ??-??, 2000

GARCIA, R. G. et al., Desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de sorgo em substituição ao milho. **Arquivos. Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.l.] v.57, n.5, p.634-643, 2005

GAUS, K;HALL, E. A. H. Low density lipoprotein interaction with amino acid-modified self assembled monolayers on surface plasmon resonance surfaces. **Analytica Chimica Acta**. [S.l.] v.470 p.3–17, 2002

GAYA, L. L. **Estudo genético da qualidade de carne em linhagem macho de frangos de corte**. 2006. 129 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga. 2006

GOMES, G. A; et al., Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes fontes de óleo e com ácido linoléico conjugado In 12º Simpósio Internacional de Iniciação Científica, 2004, Piracicaba. Disponível em CD-ROM

GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES,E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal : FUNEP. p.187–99, 2002

GONZALES, E; SARTORI, J. R. Crescimento e metabolismo muscular . In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES,E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal : FUNEP. p.279–98, 2002

GRASHORN, M. A. Functionality of poultry meat. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.l.] v.19, p.99-106. 2007

GRAZIOLA, F.; SOLIS, V.S.; CURI, R. Estrutura química e classificação dos ácidos graxos. In: CURI, R. et al (Ed.) **Entendendo a gordura** os ácidos graxos. Malone. Barueri. 2002, p.5-24

GU, H.X; LI, S.S;LIN H; Effects of hot environment and dietary poultry level on growth performance and meat quality of broiler chickens. **Asian-Australasian journal of animal science** [S.l.] v.21 n.11 p.1616-23. Nov 2008

GUIZIOU, F e BELINE, F. In situ measurement of ammonia and greenhouse gas emissions from broiler houses in France, **Bioresource Technology**. [S.l.] v. 96 p. 203–7, 2005

HAYASHI, A. **A Efeito da suplementação com ácido linoléico conjugado (CLA) na composição do leite, no perfil de ácidos graxos e na atividade de enzimas lipogênicas...**2003, 83f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003

HOUSE, R. L. et al, Conjugated linoleic acid evokes de-lipidation through the regulation of genes controlling lipid metabolism in adipose and liver tissue **Obesity Reviews** [S.l.] v.6 p.247-258, 2005

HUSSEIN, A.S; et al, Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.l.] v.10, p.354-62. 2001

ISHIKAWA E. A nutrição protéica de aminoácidos em frangos de corte e desempenho animal e responsabilidade com o meio ambiente. In: Técnicas e estudos ligados a nutrição de aves e suínos. Anais do 1º simpósio PET-Zootecnia de Produção Animal. **Anais...** Pirassununga: Imprensa Oficial, 2008 p. 67-70

JAVIDI M. et al. Effect of dietary conjugated linoleic acid on body composition and energy balance in broiler chickens. **British Journal of Nutrition** [S.l.] v, 98 p.1152-58, 2007

JIANG, Q; WALDROUP, P.W; FRITTS, C.A. Improving utilization of diets low in crude protein for broiler chicken 1. evolution of special amino acid... **International Journal of Poultry Science**,[S.l.] v.4 n.3, p. 115-22, 2005

JONES, J.M.; GREY, T.C. Influence of processing on product quality and yield. In: **Processing of poultry**. Ed. G. C. Mead, p.127-130, 1989.

KAMRAN, Z. Et al. Effect of low-protein diets having constant energy-to-protein ratio on performance and carcass characteristics of broiler chickens... **Poultry Science**, London, v.87, p. 468–74, 2008

KANUNFRE, C. C. PPAR-Receptor Ativado por Proliferadores de Peroxissoma: um receptor nuclear para ácidos graxos. In: CURI, R. et al (Ed.) **Entendendo a gordura** os ácidos graxos. Malone. Barueri. 2002, p.227-48

KEER B.J.;KIDD, M.T. Amino acid of low-protein broiler diets: 2: Formulation on an ideal amino acid basis. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.l.] v.8, p.310-20. 1999b

KEER B.J.;KIDD, M.T. Amino acid of low-protein broiler diets:1. Glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.I.] v.8, p.829-309. 1999a

KIDD M.T. Amino acid density and L-threonine responses in ross broilers. **International Journal of Poultry Science**,[S.I.] v.4 n.5, p. 258-62, 2005

KIDD, .M. T. et al. Growth and carcass characteristics of broilers fed low protein, threonine-supplemented diets. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.I.] v.5, p.180-90. 1996

KRANEN, R. W. et al. Hemoglobin and myoglobin content in muscles of broiler chickens, **Poultry Science**, London, v.78, p.467-76, 1999

KUROWSKA , E. M; CARROL, K. K. Effect of high levels of selected dietary essential amino acid on hypercholesterolemia and down regulation of hepatic LDL...**Lipids and Lipids metabolism**. [S.I.], v.1126, p185-191, 1992

KUROWSKA , E. M; CARROL, K. K. Studies on the mechanism of induction of hypercholesterolemia in rabbits by high dietary levels of amino acids. **The Journal of Nutritional Biochemistry** [S.I.] v.2 p.656-62, 1991

KUROWSKA , E. M; CARROL, K. K.LDL versus apolipoprotein B responses to variable proportions of selected amino acids in semipurified diets... **The Journal of Nutritional Biochemistry** [S.I.] v.7 p.418-24, 1996

LAACK, R.L. J. M. Van, et al., Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, London, v.79, p.1057-61, 2000.

LARA, J. A. F. et a.,Estresse térmico e incidência de carne PSE em frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.4, p.15, 2002

LARA, L. J. C. Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.6, p.792-98, 2005

LARSEN, T. M; TOUBRO, S; ASTRUP, A Efficacy and safety of dietary supplements containing CLA for the treatment of obesity: evidence from animal and human studies. **Journal of Lipid Research** [S.I.] v.44p. 2234-41, 2003

LAURIDSEN C; MU, H; HENCKEL, P. Influence of dietary conjugated linoleic acid (CLA) and age at slaughtering on performance...**Meat Science**, [S.I.] v.69, p. 393-99. 2005

LEANDRO N.S.M. et al., Plano nutricional com diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração, para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.I.] v.32, p. 620-631. 2003

- LEE K. W. et al., Role of the Conjugated Linoleic Acid in the Prevention of Cancer, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [S.l.] v.45 n.2, p.135-44, 2005
- LEE, K. N; PARIZA, M. W; NTAMBI J. M. Conjugated linoleic acid decreases hepatic stearyl-coa desaturase mRNA expression **Biochemical and Biophysical Research Communications**[S.l.] v.248 p.817–21, 1998
- LEONE E.R et al., Efeitos da restrição alimentar protéica ou energética sobre o crescimento de frangos de corte criados em diferentes temperaturas ambiente. **Revista brasileira de zootecnia**, [S.l.] v.30(3) p.1058-64, 2001. Suplemento 1
- LI. J.J; HUANG, C.J; XIE. D. Anti-obesity effects of conjugated linoleic acid, docosahexaenoic acid, and eicosapentaenoic acid. **Mol. Nutr. Food Res.**[S.l.] v.52, 631 – 45, 2008
- LORENZEN et al., Conjugated linoleic acid content of beef differs by feeding regime and muscle. **Meat Science** [S.l.] v.75 p.159–67, 2007
- MACHADO, C.R. Crescimento do tecido adiposo. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES,E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal : FUNEP. p.299–312, 2002
- MARTIN, C. A. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição** Campinas, v.19 n.6 p.761-770, nov./dez., 2006
- MARTINS, I. S; MAZZILLI, R. N; NIETO, R. A et al Hábitos alimentares aterogênicos de grupos populacionais em área metropolitana da região sudeste do Brasil **Revista da Saúde Pública**,São Paulo, v.28 n.5 p. 349-56, 1994
- MEDEIROS, S. R. **Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção...**, 2002, 114f Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002,
- MIGDAL, W.et al., The effect of dietary CLA supplementation on meat and eating quality, and the histochemical profile of the m. longissimus dorsi from stress susceptible fatteners slaughtered at heavier weights. **Meat Science**, [S.l.], v. 66, p.863-70, 2004
- MILES, D.M, OWENS, P. R., ROWE, D. E. Spatial variability of litter gaseous flux within a commercial broiler house: ammonia, nitrous oxide, carbon dioxide, and methane **Poultry Science**, London, v. 85, p. 167-72, 2006
- MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA), **Projeções do agronegócio: mundial e Brasil**, Brasília. Assessoria de gestão estratégica. Dezembro de 2006. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 15 abr. 2007

MOORI, R.G; SATO, G.S; CARBONE, G.T. Um estudo sobre a propensão de compra do frango caipira **FACEF pesquisa**, [S.l.] v.10, p.76-87, 2007

NAKAMURA Y. K; FLINTOFF-DYE, N. OMAE, S. T. Conjugated linoleic acid modulation of risk factors associated with atherosclerosis. **Nutrition & Metabolism**, 2008. v.5. Disponível em: <<http://www.nutritionandmetabolism.com/content/5/1/22>> Acesso em: [2008]

NELSON, L.D.; COX, M. M. **Lehninger Principios da bioquímica** 4.ed. São Paulo: Sarvier, 2006

NICHOLSON F.A.; CHAMBERS B.J.; WALKER, A.W. Ammonia emissions from broiler litter and laying hen manure management systems **Biosystems Engineering** [S.l.] v.89 n.2, p.175–85, 2004

NIU, Z. et al. Effects of dietary energy and protein on growth performance and carcass quality of broilers during starter phase **International Journal of Poultry Science**, v.8, n.5, p.508-11, 2009

NUERNBERG K. D. et al., Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds **Livestock Production Science**, [S.l.] v.94, p.137– 47, 2005

OLIVEIRA, W. P. de. **Redução do nível de proteína bruta da ração para frangos de corte mantidos em diferentes ambientes térmicos**, 2008 72 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008

OLIVO, R; GUARNIERE, P, D; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam na cor de file de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 25, n.289, p.44-49, 2001

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS) Food based dietary guidelines in the WHO European Region. Copenhagen, OMS. 2003. Disponível em: <<http://www.euro.who.int/Document/E79832.pdf>> Acesso em: 15 jul. 2006

PARK Y; PARIZA, M. W. Mechanisms of body fat modulation by conjugated linoleic acid (CLA). **Food Research International** [S.l.] v.40, p.311–23, 2007

PARK, Y. Conjugated linoleic acid (CLA): Good or bad trans fat? 2009. **Journal of Food Composition and Analysis**. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/jfca>> Em impressão. Acesso em: 15 mai 2009

PAVAN, A. C. et al. Efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v. 32, n.6, p.1732-36, 2003, Suplemento

PELLETIER, N. Environmental performance in the US broiler poultry sector: Life cycle energy use and greenhouse gas, ozone depleting, acidifying and

eutrophying emissions. **Agricultural Systems**. 2008. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/agsy>>. Em impressão. Acesso em: [2008]

PERES, C. M.; ZIMMERMAN, A. W.; VEERKAMP, J. H. Proteínas ligadoras aos ácidos graxos (fatty acid-binding proteins) .In: CURI, R. et al (Ed.) **Entendendo a gordura** os ácidos graxos. Malone. Barueri. 2002, p.93-108

PEREZ-VENDRELL, A. M. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science**, London, v.80, p.320-26, 2001

PETRACCI M, BETTI M, BIANCHI M, CAVANI C. Color Variation and Characterization of Broiler Breast Meat During Processing in Italy. **Poultry Science**; London, v.83 p. 2086-92, 2004

PETRACCI M, BIANCHI M, CAVANI C. The European perspective on pale, soft, exudative conditions in poultry. **Poultry Science**; London, v.88 p. 1518-23, 2009

PINCHASOV, Y.; MENDONÇA, C.X.; JENSEN, L.S. Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. **Poultry Science**, London v.69, p.1950-55, 1990.

POMPÉIA, C. Essencialidade dos ácidos graxos. In: CURI, R. et al (Ed.) **Entendendo a gordura** os ácidos graxos. Malone. Barueri. 2002, p.25-32
Powell, S. ,Bidner, T. D; Southern, L. L. The interactive effects of glycine, total sulfur amino acids, and lysine supplementation to corn-soybean meal diets on growth performance and serum ... **Poultry Science**, London, v.88 p.1407-12, 2009

PRIYANKARAGE, N. et al. The efficiency of energy retention of broiler chickens and turkeys fed on diets with different lysine concentrations. **British Poultry Science** [S.l.] v.49 n.6 p.721-30, 2008

QIAO, M. et al., The effect of breast meat color on pH, moisture, water holding capacity and emulsification capacity. **Poultry Science**, London, v.80, p.676-80, 2001.

QUEVEDO, A. **A história da avicultura brasileira**. [S.l.], Avicultura industrial, 2003. Disponível em: < http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=4539&tipo_tabela=variedades&categoria=geral> Acesso em: 02 abr. 2009

QUIGNARD-BOULANGÉ, A.; CLOUETB, P; SCHMITTC, B. Effects of dietary conjugated linoleic acids in the control of adiposity and obesity-related disorders. **European. Journal of Lipid Science. Technology** [S.l.]. v.109 p. 935–44, 2007

REZAEI, M et al., The effects of dietary protein and lysine levels on performance, carcass characteristics and n excretion International **Journal of Poultry Science**, [S.l.] v.3 n.2, p. 148-152, 2004

RITZ, C. W; FAIRCHILD, B. D; LACY P. Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: a review. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.l.] v.13, p.684-92. 2002

ROBERTS S.A. effects of dietary fiber and reduced crude protein on ammonia emission from laying-hen manure. **Poultry Science**, London, v.86, p.1625–32, 2007

ROCHA, P.T et al., Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré-iníncias contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**. [S.l.] v.32, p. 162-170. 2003

ROSTAGNO et al., Recomendações aminoacídicas para frangos de corte. Apresentado ao publico em...[S.l.:s.n.] 2008. Disponível em: < <http://www.lisina.com.br>> Acesso em: [2008]

ROSTAGNO, H. S; ALBINO, L.T.F; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**, Viçosa, UFV, 2005

RUTZ, F. Proteínas digestão e absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES,E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal : FUNEP. p.135–42, 2002

SABINO, H.F.N et al., Efeito do nível protéico da ração sobre o desempenho de frangos de corte na fase de crescimento In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001 p. 832-833

SAKOMURA, N.K. Uso do Modelo Fatorial para Determinar as Exigências Nutricionais de Aves In: II simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos. **Anais...** Viçosa: UFV, 2005. p 253-92

SAMS, A.R., MILLS, K.A. The effect of feed withdrawal duration on the responsiveness of broiler pectorais to rigor mortis acceleration. **Poultry Science**, London, v.72 p.1789-96, 1993

SANHUEZA , C .J; NIETO S K; VALENZUELA, A.B Acido linoleico conjugado: un acido graso con isomeria trans potencialmente beneficioso. **Revista Chilena de Nutrição** Santiago,v.29 n.2, p.98-105, ago.2002

SANTOS-ZAGO, L. F; BOTELHO, A. P; OLIVEIRA, A. C. de Os efeitos do ácido linoléico conjugado no metabolismo animal: avanço das pesquisas e perspectivas para o futuro. **Revista de Nutrição**., Campinas, v.21 n.2 p.195-221, mar./abr., 2008

SAVIO, K. E. O. et al., Avaliação do almoço servido a participantes do programa de alimentação do trabalhador, **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.39.n.2 p.148-55

SCHMID A et al., Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review, **Meat Science**, [S.I.] v.73 p29–41, 2006

SEIFFERT, N.F. Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental:In.Simpósio sobre resíduos da produção avícola, 2000, Campo Grande. **Anais...** Concórdia:EMBRAPA, 2000 p. 1-7

SI, J. et al. Effects of Excess Methionine from Meeting Needs for Total Sulfur Amino Acids on Utilization of Diets Low in Crude Protein by Broiler Chicks. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.I.] v.13 p.579-97, 2004c

SI, J. et al. Effects of Tryptophan to Large Neutral Amino Acid Ratios and Overall Amino Acid Levels on Utilization of Diets Low in Crude Protein by Broilers. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.I.] v.13 p.570-78, 2004b

SI, J. et al., Extent to Which Crude Protein May Be Reduced in Corn-soybean Meal Broiler Diets Through Amino Acid Supplementation, **International Journal of Poultry Science** [S.I.] v.3 n.1 p.46-50, 2004a

SILVA, J. H. V. da; ALBINO, L. F. T; NASCIMENTO, A. H. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**. [S.I.] v.32 n.2, p.344-52, 2003

SILVA, L.Y et al., Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho... **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.I.] v.35 n.3, p. 840-848. 2006

SILVA, M. R. F; **Desempenho, qualidade de ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis...**20006b. Dissertação (Mestrado) 109f. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos ,Universidade de São Paulo.,Pirassununga, 2006b.

SIRRI, F; et al., Fatty Acid Composition and Productive Traits of Broiler Fed Diets Containing Conjugated Linoleic Acid, **Poultry Science**, London, v.82 p.1356–61, 2003

SMITH, D. P; NORTHCUTT, J. K. Pale poultry muscle syndrome. **Poultry Science**, London, v.88, p.1493-96, 2009.

SMITH, M. O. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. **Poultry. Science**, London, v. 72, p.1207-14, 1993

STERLING, K. G. et al. Responses of Broiler Chickens to Cottonseed- and Soybean Meal-Based Diets at Several Protein Levels. **Poultry Science**, London, v.81 p.217–26, 2002

STERLING, K.G et al., Economically optimal dietary crude protein and lysine levels for starting broiler chicks. **Poultry Science**, London, v.84, p.29–36, 2005

SUIDA, D Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais In: Simpósio Internacional de nutrição: Proteína ideal, energia líquida e modelagem. Santa Maria, 2001. Disponível em: < <http://www.lisina.com.br>> Acesso em: 28.Ago. 2006

SWENNEN, Q;. DECUYPERE, E; BUYSE, J. Implications of dietary macronutrients for growth and metabolism in broiler chickens **World's Poultry Science Journal**,[S.l.] v.63, December 2007

SZYMCZYK B; et al., Effects of conjugated linoleic acid on growth performance, feed conversion efficiency, and subsequent carcass quality in broiler chickens, **British Journal of Nutrition** [S.l.] v.85, p. 465-73, 2001

TABEIDIAN, A; SADEGHI, G.H; POURREZA, J. Effect of dietary protein levels and soybean oil supplementation on broiler performance [S.l.]. **International Journal of Poultry Science**, v.4(10), p. 799-803. 2005

THIM, K. et al. Response of broilers to dietary protein level and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.l.] v.06 p.18-33, 1997

THORMAN, R.E. et al., Nitrous oxide emissions during storage of broiler litter and following application to arable land. **International Congress Series** [S.l.] v.1293, p.355– 58, 2006

TISCHENDORF, F et al., Influence of a conjugated linoleic acid mixture on growth, organ weights, carcass traits and meat quality in growing pigs **J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.** v.86, p.117-28, 2002

TOLEDO, G.S. et al., Aplicação dos conceitos de proteína bruta e proteína ideal sobre o desempenho de frangos de corte machos e fêmeas criados no inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1927-1931, nov-dez, 2004.

URDANETA-RINCON. M, Lysine requirements of young broiler chickens are affected by level of dietary crude protein. **Canadian Journal of Animal Science**. [S.l.s.i]. p.195-204; 2005

VERLENGIA, R; LIMA, T. M. de Síntese de ácidos graxos. In: CURI, R. et al (Ed.) **Entendendo a gordura** os ácidos graxos. Malone. Barueri. 2002, p.121-34

VIANA, M.T. dos S. et al., Exigências nutricionais das aves. In: Técnicas e estudos ligados a nutrição de aves e suínos. Anais do 1º simpósio PET-Zootecnia de Produção Animal. **Anais...** Pirassununga: Imprensa Oficial, 2008 p. 43-65

WAHLE, K. W.J; HEYS, S.D; ROTONDO, D. Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health? **Progress in Lipid Research** [S.l.] v.43 p.553–87. 2005

WALDROUP, P.W. Nutritional approaches to minimizing nitrogen and phosphorus excretion in broilers. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos, 2000, Campinas, SP. **Anais...** Campinas : CBNA, 2000. p.82–98.

WANG, Z. G. Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects color, water-holding capacity, and oxidative stability of their male offspring meat at the early stage. **Poultry Science**, London, v.88, p.1096-1101, 2009

WHEELER T. L. et al, (1997) A comparison of Warner-Blatzler shear force assessment within and among institutions **Jornal of Animal Science**, [S.l.] v.75, p. 2423-32, 1997

WILLIAMSON, C. S; et al., Review: red meat in the diet. **British Nutrition Foundation**, London, v 30, p.323–355, 2005

YAHAV, S. Ammonia affects performance and thermoregulation of male broiler chickens **Animal. Research**, [S.l.] v.53 p.289–93, 2004

YAMASAKI, M. et al. Modulation of Body Fat and Serum Leptin Levels by Dietary Conjugated Linoleic Acid in Sprague- Dawley Rats Fed Various Fat-Level Diets **Nutrition** [S.l.] v.19, p.30 –35, 2003

YAMAZAKI, M. et al. Effects of excess essential amino acids in low protein diets on abdominal fat deposition and nitrogen excretion of broiler chicks **The Journal of Poultry Science** [S.l.] v. 43 p.150-55, 2006

ZAIA, D.A.M. Lipídeos e a origem da vida. In: CURI, R. et al (Ed.) **Entendendo a gordura** os ácidos graxos. Malone. Barueri. 2002, p.1-4

ZANINI, S. F.; COLNAGO G.L.; BASTOS, M.R Oxidative stability and total lipids on thigh and breast meat of broilers fed diets with two fat sources and supplemented with conjugated linoleic acid **LWT**, [S.l.] v.39, p.717–723, 2006

ZARATE, A. J; MORAN, Jr, E. T; BURNHAM, D. J.Reducing Crude Protein and Increasing Limiting Essential Amino Acid Levels with Summer-Reared, Slow- and Fast-Feathering Broilers. **Journal of Applied Poultry Research**. [S.l.] v.12 p.160-68, 2003

ZHOU, J. Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on abdominal fat deposition in yellow feather broiler chickens and its possible mechanism . **Ausian-Australasian Journal of Animal Science**. v.21 n. 12, p.1760—65, dez 2008