

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ERIKA GEORGIA DE ALMEIDA

Ácido linoleico conjugado e vitamina E para frangos de corte.

Pirassununga
2008

ERIKA GEORGIA DE ALMEIDA

Ácido linoleico conjugado e vitamina E para 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.

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof.Dr. Lúcio Francelino Araújo

**Pirassununga
2008**

FICHA CATALOGRÁFICA
preparada pela
Biblioteca da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São
Paulo

A447a	Almeida, Erika Georgia de Ácido linoleico conjugado e vitamina E para frangos de corte / Erika Georgia de Almeida – Pirassununga, 2008. 91 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. Unitermos: 1. CLA 2. Vitamina E 3. Frangos de corte 4. Qualidade de carne 5. Desempenho. I. Título.

DEDICO

*Ao meu namorado Alfredo, pelo amor, ajuda, companheirismo e por toda a compreensão, por estar sempre ao meu lado, apoiando e acreditando em mim.
Eu te amo muito!*

OFEREÇO

*À Deus, fonte de toda inspiração, pela fé, por me mostrar os caminhos a seguir e por sempre abrir as portas em minha vida –
Graças a Deus.*

À minha mãe, exemplo de amor, carinho e fortaleza, por todo o incentivo, apoio e confiança, nunca vou conseguir agradecer por tudo que faz por mim.

Ao meu pai, meu grande orgulho. Queria poder vibrar junto com esta vitória, mas acredito que de onde esteja, está vencendo comigo.

Eu nada teria alcançado sem vocês.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo, pelos ensinamentos, amizade, confiança, experiência e apoio que muito contribuiu para minha formação e concretização deste trabalho.

Aos professores doutores Ricardo Albuquerque, Paulo Roberto Leme, Júlio César Carvalho Balieiro, César Gonçalves de Lima, Marco Antonio Trindade, Alessandra Lopes de Oliveira, Paulo José do Amaral Sobral, Marcelo de Cerqueira César, João Alberto Negrão, Douglas Emygdio de Faria, Angélica Simone Cravo Pereira, pelo apoio e ilimitável disposição.

Aos professores doutores Carmen Contreras Castillo e Severino Matias de Alencar, da ESALQ/USP pela colaboração nas análises de perfil de ácidos graxos.

Aos funcionários da fábrica de ração, setor de avicultura, abatedouro-escola, laboratórios, biblioteca, restaurante, transporte, secretaria do departamento de zootecnia, sempre prontos a colaborar com os trabalhos.

Às minhas irmãs, pelo incentivo, amor, apoio e por acreditar em minhas decisões e escolhas.

À Maria Conceição Roldão, pelo exemplo de profissional e extrema boa vontade.

Aos amigos Davi, Diego, Janaína, Ludmila Pedrosa, Luis Gustavo, Monique, Natália, Samira e Simone pelo auxílio durante toda a condução do experimento.

Aos amigos de pós-graduação, Agostinho, Aline Zampar, Andréa, Andrezza Felício, Gabriela Aferri, Gilson, Ligia, Lucas, Ludmila, Márcia, Marina, Melissa, Minos, Paula Takeara, Ricardo Barbalho, Rodrigo Gomes, Roselaine, Samuel, Thiago, pela amizade e convivência.

Às minhas grandes amigas, Camila Raineri, Maria Tereza, Rosana Corte e Thais Roberta - A amizade é como as estrelas. Não às vemos toda hora, mas sabemos que existem.

Agradecimento especial para Estela Kobashigawa, pela grande amizade e ajuda incomensurável com as análises estatísticas.

Às empresas Cobb-Vantress Brasil e Nutron Alimentos Ltda por todo o apoio prestado junto à condução deste experimento.

À FAPESP, pela concessão de auxílio financeiro para execução do projeto, processo nº06/03731-2.

*“Enquanto suspiramos por uma vida sem dificuldades, devemos nos lembrar que o carvalho cresce forte através de ventos contrários e que os diamantes são formados sob pressão.”
(Peter Marshall)*

*“Obstáculos são aqueles perigos que você vê quando tira os olhos de seu objetivo.”
(Henry Ford)*

*“Não sabemos o quanto somos altos, até sermos chamados a levantar.”
(do filme – Seabiscuit)*

RESUMO

ALMEIDA, E.G., **Ácido linoleico conjugado e vitamina E para frangos de corte**. 2008. 91f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

Foi realizado um experimento com objetivo de avaliar a adição de diferentes níveis de ácido linoleico conjugado (CLA) e vitamina E na dieta de frangos de corte. Foram utilizadas 900 aves, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3, sendo 3 níveis de CLA (0,0%, 2,0% e 4,0%) e 3 níveis de vitamina E (0 mg, 250mg e 500 mg), totalizando 9 tratamentos com 4 repetições por tratamento e 25 aves por repetição. Avaliaram-se os parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça, densitometria e resistência óssea das tíbias, valores de TBARS, perfil lipídico e colesterol, análise sensorial e maciez objetiva da carne de peito dos animais, abatidos aos 49 dias de idade. O programa de alimentação utilizado foi dividido em 3 fases de criação: inicial (1 – 21 dias), crescimento (22 – 42 dias) e abate (43 – 49 dias), sendo as dietas formuladas a base de milho e farelo de soja. Os resultados foram analisados com o auxílio do procedimento GLM do software estatístico SAS (2003). As médias para análise sensorial e resistência óssea foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os demais parâmetros foram analisados com o procedimento MIXED, e obtidas as respectivas equações de regressão. Em todo o período de criação, foram encontrados efeitos significativos nas interações entre CLA e vitamina E para os parâmetros consumo de ração e ganho de peso. A conversão alimentar não foi influenciada pelas dietas. Para rendimento de carcaça, foi encontrado efeito de CLA para rendimento de asas e gordura abdominal, e interação significativa entre vitamina E e CLA para rendimento de pernas. Não foram verificados efeitos significativos para os parâmetros de resistência óssea e maciez objetiva. Para densitometria óssea, foi observada interação significativa entre os níveis de vitamina E e CLA. Em relação à análise sensorial, a adição de CLA produziu diferenças significativas para sabor, firmeza e suculência. A inclusão de vitamina E gerou efeito sobre firmeza e suculência, não alterando o sabor da carne das aves. Foi encontrado efeito de CLA sobre o perfil de ácidos graxos e colesterol. Os ácidos graxos poliinsaturados aumentaram com a inclusão de CLA à dieta. A concentração de colesterol decaiu a medida do aumento de vitamina E, o mesmo ocorrendo com os níveis de 2 e 4% de CLA. Em relação aos valores de TBARS, foram verificadas interações significativas para CLA e vitamina E, mostrando que a oxidação lipídica é altamente dependente do conteúdo de lipídios presentes da carne, como também da concentração de vitamina E. Como conclusão, a suplementação de CLA e vitamina E influenciou o ganho de peso e consumo, contudo, sem causar efeitos sobre a conversão alimentar, proporcionou aumento na densidade óssea, elevação dos parâmetros de qualidade de carne, atributos sensoriais, influenciando a oxidação lipídica e concentração de colesterol.

Palavras-chave: CLA, vitamina E, frangos de corte, qualidade de carne, desempenho.

ABSTRACT

ALMEIDA, E.G., **Conjugated linoleic acid and vitamin E for broilers.**, 2008. 91p. Msc Dissertation – School of Zootechny and Food Engineering, University of Sao Paulo, Pirassununga, 2008.

A study was conducted with the aim to evaluate the addition of dietary levels of conjugated linoleic acid and vitamin E for broilers. Nine hundred broiler chicks were allocated in factorial model 3x3, 9 treatments on total with 4 replications. Parameters of the performance, carcass yield, bone densitometry, bone resistance, TBARS values, fatty acid composition, cholesterol, sensory analysis, tenderness objective analysis of breast meat of chicks 49 days old, were evaluated. The feed program was divided in three phases: initial, grower and finisher. Diets were formulated on corn and soybean meal basis. The obtained data were analyzed by the GLM procedure of the SAS (2003) software package, means for sensory analysis and bone resistance were compared by the test of Tukey at 5% probability level. The other parameters were analyzed with the MIXED procedure and obtained the respective equations. Throughout trial period were found effects for interaction between vitamin E and CLA for feed intake and weight gain. The feed conversion ratio was not influenced for dietary treatments. Were founded CLA effect for wings yield and abdominal fat deposition, and interaction between vitamin E and CLA for legs yield. There were not effects for bone resistance and objective tenderness. For bone densitometry, were obtained interaction between CLA and vitamin E levels. With regard to sensorial analysis the CLA addition resulted in effects for taste, firmness and juiciness, and vitamin E for firmness and juiciness, but not altering the taste of meat. CLA effect was obtained in fatty acid composition and cholesterol. The polyunsaturated fatty acids increased with the CLA levels. The cholesterol concentration reduced with the increase of the vitamin E level, the same occur with the 2% and 4% CLA levels. About TBARS values, there were interactions between CLA and vitamin E, showing that lipid peroxidation is linked to meat lipid content and vitamin E concentration. In conclusion, the CLA and vitamin E supplementation collaborated with the feed intake and weight gain, although without difference in the feed conversion ratio, increased on bone density, improvement of meat quality parameters, sensory attributes, reduction on lipid peroxidation and cholesterol.

Keywords: CLA, vitamin E, broilers, meat quality, performance.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Equipamentos utilizados para a criação e manejo das aves (A), visão interna da instalação (B), visão externa da instalação (C). _____ **31**
- Figura 2** – Modelo de ficha utilizada para avaliação sensorial de carne de peito de frango. _____ **34**
- Figura 3** – Gráfico do consumo de ração em relação ao nível de CLA adicionado à dieta na fase inicial de criação (1-21 dias). _____ **40**
- Figura 4** – Gráficos das interações entre níveis de CLA e Vitamina E para ganho de peso na fase de crescimento (22 – 42 dias) _____ **42**
- Figura 5** – Gráfico da Interação entre níveis de vitamina E quando usado 0% de CLA à dieta, sobre o consumo de ração durante a fase de crescimento (22 – 42 dias). _____ **43**
- Figura 6** – Gráficos das interações entre níveis de CLA e 0mg (gráfico 3), 250 mg (gráfico 4) e 500mg (gráfico 5) de vitamina E para consumo de ração durante a fase de crescimento (22 – 42 dias). _____ **44**
- Figura 7** – Gráficos das interações entre 0% (gráfico 6), 2% (gráfico 7) e 4% (gráfico 8) de CLA e níveis de vitamina E para conversão alimentar durante a fase de crescimento (22 – 42 dias). _____ **46**
- Figura 8** – Gráficos das interações entre níveis de CLA e 0mg (gráfico 9), 250mg (gráfico 10) e 500mg (gráfico 11) de vitamina E para conversão alimentar durante a fase de crescimento (22 – 42 dias). _____ **47**
- Figura 9** – Gráfico da interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E para consumo de ração durante a fase final de criação (43 - 49 dias). _____ **49**
- Figura 10** – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 0mg de vitamina E para consumo de ração durante a fase final de criação (43 - 49 dias). _____ **49**
- Figura 11** – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 500mg de vitamina E para consumo de ração durante a fase final de criação (43 - 49 dias). _____ **50**
- Figura 12** – Gráfico da interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E para ganho de peso durante a fase final de criação (43 - 49 dias). _____ **50**
- Figura 13** – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 250 mg de vitamina E para ganho de peso durante a fase final de criação (43 - 49 dias). _____ **50**
- Figura 14** – Gráfico da interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E para conversão alimentar durante a fase final de criação (43 - 49 dias). _____ **51**

- Figura 15** – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 250 mg de vitamina E para conversão alimentar durante a fase final de criação (43 - 49 dias). _____ **51**
- Figura 16** – Gráficos da interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E para consumo de ração em todo o período de criação (1 – 49 dias). _____ **53**
- Figura 17** – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 500mg de vitamina E sobre o consumo de ração em todo o período de criação (1 – 49 dias). _____ **53**
- Figura 18** – Gráficos das interações entre níveis de CLA e 0mg de vitamina E (gráfico 12) e 250 mg de vitamina E (gráfico 13) sobre o ganho de peso em todo o período de criação (1 – 49 dias). _____ **54**
- Figura 19** – Gráfico da interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E (gráfico 14) e entre 250mg de vitamina E em relação a níveis de CLA (gráfico 15) sobre o rendimento de pernas em frangos de corte aos 49 dias de idade. _____ **56**
- Figura 20** – Gráfico do efeito de CLA sobre o rendimento de asas em frangos de corte aos 49 dias de idade. _____ **56**
- Figura 21** – Gráfico do efeito de CLA sobre a porcentagem de gordura abdominal em frangos de corte aos 49 dias de idade. _____ **57**
- Figura 22** – Gráfico da interação entre 2% de CLA e níveis de vitamina E sobre os valores de densitometria óssea em tíbias de frangos de corte aos 49 dias de idade. **60**
- Figura 23** – Gráfico da interação entre 4% de CLA e níveis de vitamina E sobre os valores de densitometria óssea em tíbias de frangos de corte aos 49 dias de idade. **60**
- Figura 24** – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 0mg de vitamina E sobre os valores de densitometria óssea em tíbias de frangos de corte aos 49 dias de idade. **61**
- Figura 25** – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 250mg de vitamina E sobre os valores de densitometria óssea em tíbias de frangos de corte aos 49 dias de idade. _____ **61**
- Figura 26** – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 500mg de vitamina E sobre os valores de densitometria óssea em tíbias de frangos de corte aos 49 dias de idade. _____ **61**
- Figura 27** – Concentração de ácidos graxos encontrados em carne de peito de frango, abatidos aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem. _____ **67**
- Figura 28** – Concentração de ácidos graxos saturados em carne de peito de frango, abatidos aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem. _____ **68**
- Figura 29** – Concentração de ácidos graxos monoinsaturados em carne de peito de frango, abatidos aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem. _____ **68**

- Figura 30** – Concentração de ácidos graxos poliinsaturados em carne de peito de frango, abatidos aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem. _____ **68**
- Figura 31** – Concentração de isômeros de CLA encontrados em carne de peito de frango, abatidos aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem. _____ **69**
- Figura 32** – Interação entre níveis de CLA e 0mg de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte. _____ **70**
- Figura 33** – Interação entre níveis de CLA e 250mg de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte. _____ **70**
- Figura 34** – Interação entre níveis de CLA e 500mg de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte. _____ **70**
- Figura 35** – Interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte. _____ **71**
- Figura 36** – Interação entre 2% de CLA e níveis de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte. _____ **71**
- Figura 37** – Interação entre 4% de CLA e níveis de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte. _____ **71**
- Figura 38** – Interação entre níveis de Vitamina E e 2% e 4% de CLA sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte – tempo zero dias. _____ **74**
- Figura 39** – Interação entre níveis de CLA e 250mg e 500mg de vitamina E sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte – tempo zero dias. _____ **75**
- Figura 40** – Interação entre 0%, 2% e 4% de CLA e níveis de vitamina E sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte – tempo sete dias. _____ **76**
- Figura 41** – Interação entre níveis de CLA e 0mg de vitamina E sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte após 7 dias de armazenagem à 4°C. **77**
- Figura 42** – Interação entre 0%, 2% e 4% de CLA e níveis de vitamina E sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte – após 30 dias de armazenagem à 4°C. _____ **78**
- Figura 43** – Interação entre níveis de CLA e 0mg; 250mg e 500mg de vitamina E sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte – após 30 dias de armazenagem à 4°C. _____ **79**

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Temperaturas máxima, mínima e médias (°C) registradas no interior da instalação experimental durante o período do experimento. _____ **31**
- Tabela 2** – Composição das dietas experimentais e níveis nutricionais calculados. **37**
- Tabela 3** – Médias de Consumo de Ração (CR), Ganho de Peso (GP) Conversão Alimentar (CA) durante a Fase Inicial (1-21dias). _____ **39**
- Tabela 4** – Médias de Consumo de Ração (CR), Ganho de Peso (GP) e Conversão Alimentar (CA) durante a Fase de Crescimento (22 – 42 dias). _____ **41**
- Tabela 5** – Médias de Consumo de Ração (CR), Ganho de Peso (GP) e Conversão Alimentar (CA) durante a Fase Final (43 - 49 dias). _____ **48**
- Tabela 6** – Médias para Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar durante todo o período de criação (1 – 49 dias). _____ **52**
- Tabela 7** – Rendimento de carcaça e gordura abdominal (G. Abdominal) observado aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem. _____ **55**
- Tabela 8** – Médias de Tensão Máxima e Módulo de Elasticidade em tíbias de frangos de corte com 49 dias de idade. _____ **58**
- Tabela 9** – Médias de densitometria óssea (mm/Al) em tíbias de frangos de corte com 49 dias de idade. _____ **59**
- Tabela 10** – Médias de Perda total ao Cozimento e Força de Cisalhamento da carne de peito de frangos de corte com 49 dias de idade. _____ **63**
- Tabela 11** – Perfil de Ácidos Graxos encontrado em carne de peito de frango, aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem. _____ **66**
- Tabela 12** – Concentração média de colesterol encontrado em carne de peito de frangos de corte com 49 dias de idade. _____ **69**
- Tabela 13** – Médias encontradas para valores de TBARS em carne de peito de frango (mg/1000g). _____ **73**
- Tabela 14** – Médias encontradas para parâmetros sensoriais em carne de peito de frango abatido aos 49 dias de idade. _____ **80**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Considerações gerais sobre o Ácido Linoleico Conjugado (CLA)	15
2.1.1 Efeitos Fisiológicos do CLA	17
2.1.2. Efeito do ácido linoleico conjugado sobre a composição corpórea	17
2.2 CLA nos produtos animais	19
2.2.1 CLA e parâmetros de qualidade nos produtos animais	20
2.2.2 CLA sobre características ósseas	23
2.3 Considerações gerais sobre vitamina E	25
2.3.1 Vitamina E sobre a qualidade da carne	26
2.3.2. Vitamina E sobre a qualidade óssea	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 Animais e Manejo	30
3.2 Características avaliadas	31
3.2.1 Desempenho	31
3.2.2 Avaliação da Carcaça	32
3.2.3 Determinação de TBARS	33
3.2.4 Análise Sensorial	33
3.2.5 Força de Cisalhamento – análise de maciez	35
3.2.6 Determinação do Perfil de Ácidos Graxos e Colesterol	35
3.2.7 Resistência Óssea	36
3.2.8 Densitometria Óssea	36
3.3 Dietas Experimentais	37
3.4 Análise Estatística	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 Desempenho	39
4.1.1 Fase Inicial (1 – 21 dias)	39
4.1.2 Fase de Crescimento (22 – 42 dias)	41
4.1.3 Ganho de Peso – fase de crescimento	41
4.1.4 Consumo de ração – fase de crescimento	42
4.1.5 Conversão alimentar – fase de crescimento	45
4.1.6 Fase Final de Criação (43 – 49 dias)	48
4.1.7 Consumo de ração – Fase Final (43 – 49 dias)	49

4.1.8 Ganho de Peso – Fase Final de Criação (43 – 49 dias)	50
4.1.9 Conversão alimentar – Fase Final de Criação (43 – 49 dias)	51
4.1.10 Desempenho em todo o período de criação (1- 49 dias)	52
4.1.11 Consumo de ração – todo o período de criação (1 – 49 dias)	53
4.1.12 Ganho de Peso – todo o período de criação (1 – 49 dias)	54
4.2 Rendimento de Carcaça	55
4.3 Resistência Óssea	58
4.4 Densitometria Óssea	59
4.5 Maciez Objetiva	63
4.6 Perfil de Ácidos Graxos	64
4.7 Colesterol	69
4.8 Valores de TBARS	73
4.8.1 TBARS – Tempo 0 dias	74
4.8.2 TBARS – Tempo 7 dias	76
4.8.3 Tempo 30 dias	78
4.9 Análise Sensorial	80
5 CONCLUSÕES	82
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

1 INTRODUÇÃO

Ácido linoleico conjugado é um termo coletivo para um grupo de isômeros posicionais e geométricos do ácido octadienoico (ácido linoleico) com um sistema de duplas ligações conjugadas. (IP et al., 1995; LEE et al., 1995; BELURY et al., 1996)

Os ácidos linoleicos conjugados são ácidos graxos encontrados naturalmente em alimentos derivados de ruminantes. Foram descobertos por Pariza e colaboradores ao estudarem os componentes carcinogênicos em carne grelhada. (PARIZA et. al., 1985)

O ácido linoleico conjugado é naturalmente produzido no rúmen dos animais pela bactéria fermentativa, *Butyrovibrio fibrisolvens*, a qual isomeriza o ácido linoleico em ácido linoleico conjugado. (GRIINARI et al., 2000)

In vivo, o ácido linoleico conjugado é encontrado em produtos lácteos como leite e queijo, assim como na carne de animais ruminantes como bovina e ovina. Em queijos, a quantidade média varia entre 3,6 a 8,0 mg/g de gordura, enquanto o leite e seus produtos variam entre 2,7 a 5,6 mg/g de gordura. (CHIN et al., 1992)

Carnes de ruminantes e produtos lácteos são a principal fonte natural de CLA para o consumo humano. (AYDIN, 2005)

De acordo com Aydin, 2005, ovos e produtos de carne de aves contêm menos CLA do que as carnes de animais ruminantes.

A suplementação da dieta com ácido linoleico conjugado aumenta o ganho de peso vivo, eficiência alimentar e deposição de tecido magro e reduz a deposição de gordura em suínos. (OSTROWSKA, MURALITHARAN, CROSS, BAUMAN, & DUNSHEA, 1999; OSTROWSKA et al., 2003b)

No entanto, de acordo com West, 1998 & Delaney 1999, o efeito do CLA sobre o acúmulo de gordura aparenta ser dose responsivo, mas independente do conteúdo de lipídios da dieta.

A ingestão de CLA na ordem de 0,5-2,0g/100g na dieta claramente reduz o conteúdo de gordura corpórea e em alguns casos aumenta a proporção de massa magra em animais em crescimento, como camundongos, ratos e suínos, independente de qualquer mudança na ingestão do alimento. O efeito anabólico aparece preceder a redução da gordura corporal. (KEIM, 2003)

Dietas enriquecidas com CLA reduziram o tamanho dos adipócitos, preferivelmente do que o número destas células em ratos. (AZAIN, 2000).

Os resultados encontrados são divergentes em alguns aspectos. De acordo com Tsuboyama, 2000, a redução da deposição de gordura é devido a apoptose ocorrida nos adipócitos e reduziu a deposição do tecido adiposo branco, com a adição de 1% de CLA à dieta, em ratos.

Outros estudos mais recentes indicam que as dietas com ácido linoleico conjugado podem intensificar a deposição de carne magra em todo o corpo do animal, promovendo um acréscimo de proteína em detrimento do decréscimo na deposição de gordura, em suínos em crescimento. (DUGAN et al., 1997)

Há um interesse considerável em incluir ácido linoleico conjugado na alimentação animal com a expectativa de que isto melhore a eficiência de produção e qualidade da carne, e, devido aos ácidos serem incorporados à carne, gerando um valor agregado de produtos cárneos mais saudáveis para o consumo humano.(CORINO et. al., 2003)

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações gerais sobre o Ácido Linoleico Conjugado (CLA)

A descoberta do ácido linoleico conjugado aconteceu no ano de 1979 por Pariza e colaboradores da Universidade de Wisconsin-Madison, ao estudar efeitos carcinogênicos presentes em carne de hambúrguer ao ser cozida. No entanto, foi observada uma inibição da atividade mutagênica, presente tanto na carne crua, quanto na cozida. Estudos subseqüentes identificaram a substância como sendo derivados conjugados de isômeros do ácido linoleico, ou ácido linoleico conjugado. (WHIGHAM et al., 2000) Mais tarde, o ácido linoleico conjugado também foi encontrado em muitas outras fontes, especialmente produtos lácteos. (HUR et al., 2003)

O ácido linoleico conjugado consiste em um grupo de isômeros posicionais e geométricos do ácido linoleico. CLA é usado como um termo coletivo pois todos os isômeros conhecidos possuem duplas ligações com um carbono simples entre elas, em vez da separação por um radical orgânico equivalente. (SCHMID et al., 2006)

Estas duplas ligações podem ser configuradas tanto como *trans* ou *cis*, estando presentes em diversas variações de isômeros e sendo definidas pela posição das mesmas (7-9, 8-10, 9-11, 10-12, ou 11-13) e suas geometrias (*cis-cis*, *cis-trans*, *trans-trans* ou *trans-cis*). (MARTIN & VALLEILE, 2002)

De acordo com COOK et al., (1998), o ácido linoleico conjugado consiste em oito possíveis isômeros geométricos, no entanto dois (*cis9-trans11* e *trans10-cis12*) são encontrados normalmente em tecidos animais.

Naturalmente, o ácido linoleico conjugado é produzido a partir da biohidrogenização/isomerização microbiana do ácido linoleico e poliinsaturados presentes na dieta. Por esta razão, as espécies ruminantes e seus produtos são ricos em CLA. (CHIN et al., 1994)

Peixes, animais não-ruminantes em geral e alguns produtos vegetais contém baixa concentração de CLA. O interessante é que perus possuem na carne, uma relativamente alta quantidade de ácido linoleico conjugado (2 – 2,5 mg/kg de lipídio), mas as razões para esta ocorrência ainda não desconhecidas. (CHIN et al., 1992)

A biohidrogenização/isomerização dos ácidos graxos poliinsaturados no metabolismo dos lipídios dos microorganismos ruminais, converte CLA ou precursores de CLA a caminho do produto final como o ácido esteárico. (SCHMID et al., 2006)

Geralmente, os microorganismos não conseguem converter em seu metabolismo todos os ácidos graxos poliinsaturados em ácido esteárico, mas apenas uma parte dele. Algumas bactérias, como por exemplo, a *Butyrivibrio fibrisolvens* tem a capacidade de isomerizar as duplas ligações do tipo *cis* para a forma conjugada de duplas ligações *cis/trans*, além de hidrogenar estes ácidos graxos conjugados devido a capacidade de expressão das enzimas linoleato isomerase e CLA redutase. O produto final deste processo é o ácido trans-vacênico, o qual é hidrogenado ao ácido esteárico por outra bactéria ruminal. (KEPLER et al., 1966).

A síntese endógena do ácido trans-vacênico também foi documentada em humanos, mas a fonte predominante de CLA aparenta vir da ingestão diária de CLA oriundo tanto de carne e seus derivados, quanto de leite e derivados. (SALMINEN et al., 1998)

Comercialmente, o CLA é produzido a partir da isomerização alcalina de óleos ricos em ácido linoleico, com tendência em conter uma mistura equimolar de isômeros do tipo *9cis-trans11* e *10trans-cis12*. A produção de ácidos graxos conjugados a partir do linoleico, eicopentaenóico e dhexaecosaeenóico e sua avaliação experimental de suas atividades fisiológicas *in vivo* e *in vitro* também têm sido reportadas. (NAGAO et al., 2005)

Outros potenciais métodos para produção de CLA incluem a isomerização do ácido linoleico usando bactérias, como no caso, o *Lactobacillus plantarum*. (KISHINO et al, 2003)

Mais de dezoito isômeros são normalmente identificados nas fontes comerciais de CLA, sendo dois deles os principais (*cis9-trans11* e *trans10-cis 12*) dos quais têm sido atribuídos benefícios à saúde. (PARIZA et al., 2001)

O ácido linoleico conjugado sintético mais comum utilizado atualmente advém de uma mistura de isômeros com cerca de 40-45% dos isômeros *cis9-trans11* e *trans10-cis 12*, em níveis iguais. (BHATTACHARYA et al., 2006)

2.1.1 Efeitos Fisiológicos do CLA

Numerosos benefícios fisiológicos têm sido atribuídos ao ácido linoleico conjugado, como: inibição quimicamente induzida da carcinogênese (IP et al., 1991), melhoria da resposta imune (COOK et al., 1993), redução da arteriosclerose (LEE et al., 1994) influência no crescimento do organismo (CHIN et al., 1994), redução da deposição de gordura corporal (OSTROWSKA et al., 1999), melhoria da mineralização óssea (COOK et al., 1997), elevação da estabilidade oxidativa dos tecidos (ZANINI et al., 2006), entre outros.

A maioria dos trabalhos encontrados na literatura envolve a administração de uma mistura de isômeros de CLA sendo principalmente o *cis9-trans11* e *trans10-cis12* em quantidades iguais, e outros isômeros em quantidades consideravelmente baixas. (PARIZA et al., 2001)

De acordo com Pariza et al., (2001), evidências indicam que os numerosos efeitos biológicos do CLA são devidos aos isômeros *cis9-trans11* e *trans10-cis12*. Assim como outros são acentuados pela ação sinérgica dos mesmos.

2.1.2. Efeito do ácido linoleico conjugado sobre a composição corpórea

A indução de mudanças na composição corpórea pelo CLA é atualmente, um dos efeitos mais completamente estudados.

De acordo com Pariza et al. (2001), os primeiros a publicarem que o ácido linoleico conjugado poderia influenciar a composição corporal foram Park e colaboradores, ao alimentar camundongos fêmeas com uma dieta contendo 0,5% de CLA, com isômeros *cis9-trans11* e *trans10-cis12* em proporções de 50% cada, e verificando que os animais alimentados com o suplemento apresentaram significativa redução na deposição de gordura, com aumento na massa muscular, comparado ao grupo controle.

De acordo com Wahle et al.(2004), os isômeros *cis9-trans11* e *trans10-cis12* possuem efeitos distintos no metabolismo dos lipídios, sugerindo que o isômero *trans10-cis12* seria o qual afeta a composição corporal.

Além disso, o efeito do CLA no acúmulo de gordura aparenta ser dose-responsivo e dependente do conteúdo de lipídio na dieta. (WEST et al., 1998)

A ingestão de CLA ao redor de 0,5 a 2,0 g/100g de dieta claramente reduz a deposição de gordura corporal e em alguns casos, aumenta o ganho de massa muscular em animais em crescimento, como camundongos, ratos e suínos (KEIM, et al., 2003)

De acordo com Pariza et al., (2001) o ácido linoleico conjugado agiria reduzindo a atividade da lipoproteína lípase nos adipócitos, fazendo com que o aporte em ácidos graxos seja diminuído.

Dietas enriquecidas com CLA reduzem o tamanho das células adiposas ao invés do número das mesmas, em ratos. (AZAIN, et al., 2000)

Corino et al., (2007) em estudo com suínos reporta a ocorrência da redução do tamanho dos adipócitos, sem detrimento na estrutura e redução da proliferação dos pré-adipócitos, estruturas que possuem a capacidade em se tornar células do tecido adiposo, contribuindo para o crescimento do mesmo, e conseqüentemente, aumento da deposição de gordura corpórea.

Alguns dos mecanismos que sugerem estar envolvidos com a redução de gordura com a ingestão de CLA são o aumento no despendimento de energia, diminuição no tamanho dos adipócitos, decréscimo no aporte energético e inibição das enzimas envolvidas no metabolismo dos ácidos graxos e lipogênese. (WEST et al., 1998; BRETTILON et al., 1999)

De acordo com Tsuboyama-Kasaoka et al., (2000), a suplementação de 1% de CLA à dieta de camundongos, resultou em indução da apoptose nos adipócitos e reduziram a proporção de gordura branca nos animais.

Bissounath et al., (2006) em estudo realizado em hamsters, ao encontrar efeito hipolipidêmico no fígado dos animais alimentados, sugeriu a possibilidade em ser causado pela redução da absorção intestinal das gorduras, como estimado pela alta concentração de gordura fecal e baixo coeficiente de digestibilidade da dieta.

A extensão de que o ácido linoleico conjugado são efetivos em mudar a composição corporal é variável de acordo com as espécies. (WAHLE et al., 2004)

2.2 CLA nos produtos animais

O ácido linoleico conjugado é encontrado em vários produtos, incluindo lácteos, carnes de suínos, bovinos, algumas aves e peixes, e óleos vegetais (JOO et al., 2002).

Chin et al., (1994) mencionaram que a origem natural do CLA mostrava ser advinda da isomerização microbiana das dietas contendo ácido linoleico. Dessa forma, espécies ruminantes e seus produtos foram conhecidos por serem ricas fontes de CLA.

A mais alta concentração do ácido linoleico conjugado na carne de ruminantes é encontrada em carne ovina (4,3 – 19,0 mg/kg de lipídio) e baixas concentrações são verificadas em carne bovina (SCHMID et al., 2006).

A gordura de não-ruminantes contém níveis de CLA mais baixos do que a gordura de ruminantes, com níveis de *cis9-trans11* e *trans10-cis12* ao redor de 120 – 130 mg/100g em carne de frango (FOGERTY et al., 1988).

Chouinard et al., (2001) sugeriram que o conteúdo de CLA presente no leite poderia ser significativamente aumentado através da modificação da dieta.

Bauman et al., (2000) sugerem que ao alimentar vacas com óleo de girassol o conteúdo de CLA na manteiga seria aumentado em mais de sete vezes.

Bee (2000) ao suplementar vacas em lactação com ácido linoleico conjugado, verificou que todos os maiores isômeros de CLA no suplemento foram transferidos para o tecido e gordura do leite, e a eficiência desta transferência foi estimada em 41 – 52% para a gordura corporal e 55 – 69% para o leite.

De acordo com Hur et al. (2006), embora o conteúdo de CLA nos produtos normalmente derivados de não-ruminantes serem muito baixos, o mesmo pode ser diretamente elevado pela alimentação dos animais com CLA.

All et al., (1999) ao alimentar galinhas poedeiras com 1% de CLA em uma dieta convencional, as concentrações do ácido linoleico conjugado no soro e lipídios da gema notavelmente aumentaram, juntamente com a elevação do ponto de fusão.

Com o mesmo nível de suplementação, também em galinhas poedeiras, Jones et al., (2000) observou que os ovos produzidos continham aproximadamente 3mg de CLA/kg de lipídio.

Chamruspollert et al.(1999), mostraram que ovos produzidos de galinhas alimentadas com 5% de CLA continham cerca de 310 – 365 mg de CLA por ovo.

2.2.1 CLA e parâmetros de qualidade nos produtos animais

Dentre diversos parâmetros relacionados com a qualidade dos produtos animais influenciados pelo ácido linoleico conjugado, podem ser citados: a melhoria na estabilidade oxidativa em carnes e modificação do perfil de ácidos graxos.

A atividade antioxidante do ácido linoleico conjugado foi reconhecida pela primeira vez em experimentos in vitro, onde foi reportado que a mesma seria mais potente que o alfa-tocoferol e tão efetivo quanto o BHT.(HA et. al., 1990)

A partir de então, outros pesquisadores mostraram que a função do CLA seria mais do que um pró-oxidante.(CHEN et. al., 1997).

Van Den Berg et al., (1995) mostraram que o CLA não atuaria apenas como um pró-antioxidante, comparado com a vitamina E ou o BHT. As dietas contendo CLA reduzem o ácido araquidônico, linoleico e ácido oléico contido nas gorduras e tornaria toda a composição dos ácidos graxos a um perfil mais saturado.

Dessa forma, de acordo com Du et. al., (2000) carnes de animais alimentados com CLA seriam menos susceptíveis a oxidação lipídica, mudanças de cor e outros fatores, do que os que não receberam o ácido linoleico conjugado.

Entretanto, o CLA presente na carne é relativamente estável e não participaria diretamente da oxidação, devido a não ocorrer mudanças no ácido linoleico conjugado durante o armazenamento. Com o aumento do conteúdo de CLA na dieta, os valores de TBARS diminuía, demonstrando o efeito do mesmo sobre a oxidação lipídica e indicando que a dieta com CLA melhoraria a estabilidade oxidativa em carne de frango. (DU et.al., 2000)

Cantwell et al., (1999), demonstraram que o CLA reduz as enzimas antioxidantes, como a catalase, superóxido – dismutase e glutathione peroxidase nos hepatócitos em ratos, e também que a ingestão de CLA ao nível de 1% na dieta induziria a peroxidação lipídica em fígados de ratos.

De acordo com Bolukbasi (2006) ao observar efeitos da suplementação de CLA sobre a oxidação lipídica, os valores de TBARS diminuía em relação ao

aumento dos níveis de inclusão do ácido linoleico conjugado na dieta de frangos de corte.

O mesmo foi verificado em suínos, no qual as menores respostas de TBARS foram encontradas na carne de animais suplementados com os maiores níveis de inclusão de CLA na dieta. (CORINO et al., 2003)

Em relação à modificação do perfil de ácidos graxos, diversos trabalhos reportam a melhoria na composição lipídica dos produtos de animais alimentados com CLA.

De acordo com Suksombat et al., (2006) o enriquecimento das dietas com CLA seria de grande importância, pois o ácido graxo é prontamente incorporado à fração lipídica dos produtos derivados de animais.

A alimentação de suínos com ácido linoleico conjugado tem sido sugerida como uma estratégia em potencial para obtenção de carne e produtos cárneos enriquecidos com CLA, devido a acumulação do mesmo nos tecidos de suínos suplementados com este ácido graxo. (MARTIN, 2007)

Hur et al., (2003), mencionaram que a dieta com CLA aumentaria a relação de ácidos graxos saturados e reduziria a de insaturados na gema de ovos. De acordo com o mesmo autor, as mudanças nesta composição de ácidos graxos poderiam influenciar as características de qualidade dos ovos.

A ingestão de CLA por galinhas poedeiras não apenas resultaria na incorporação dos isômeros de CLA na gema do ovo, mas também aumentaria o nível de saturados e reduziria o de monoinsaturados. (AHN et al., 1999)

O mesmo foi verificado em frangos de corte. Sirri et al., (2003) trabalhando com a suplementação em níveis de 2% a 4% de CLA em frangos de corte durante a fase de crescimento e final, obtiveram uma alta concentração de ácido linoleico conjugado nos tecidos dos animais (peito, carne de asa, pele e gordura abdominal) quando comparado ao grupo controle, sem a suplementação.

Além do aumento da concentração de CLA nos lipídios e tecido muscular, a suplementação com CLA influenciou a composição em ácidos graxos dos tecidos em estudo realizado por suínos. (SCHMID et al., 2006)

De acordo com Bolukbasi (2006), a suplementação de CLA em frangos de corte elevou a concentração dos ácidos graxos mirístico, palmítico e esteárico e reduziu os níveis de palmitoléico, oléico, linoléico, linolênico e araquidônico na carne de peito e pernas.

Ostrowska et al., (2003) em estudo com suínos, verificaram que a concentração dos ácidos palmitoléico (16:1) e palmítico (16:0) tanto nos tecidos intramusculares quanto subcutâneos aumentou linearmente de acordo com o acréscimo de CLA à dieta.

A dieta com CLA também pode influenciar as características sensoriais de carne, leite ou ovos.

Loor e Herbein (1998), (1998 apud DU; AHN; NAM; SELL, 2000 p. 387) reportaram que vacas alimentadas com CLA produziam leite com menos gordura do que o controle.¹

Chamruspollert et al., (1999) em trabalho com suplementação de CLA à dieta de poedeiras observaram que após o cozimento, os ovos dos animais que receberam o tratamento se tornaram mais elásticos e flexíveis, sendo difíceis de serem quebrados.

Da mesma forma, Aydin et al.,(2001) reportaram que os ovos produzidos por poedeiras alimentadas com CLA à ração, mostraram-se mais rígidos, e com a gema mais avermelhada quando mantidas a 4°C por 10 semanas. Segundo os autores, esta discoloração poderia estar associada com o aumento da relação de ácidos graxos saturados:insaturados na gema do ovo.

De acordo com Dunshea et al., (2005) o CLA seria responsável pela diminuição da maciez da carne, aumento da força de cisalhamento, no entanto, sem causar efeitos sobre a firmeza, em carne de lombo suíno.

¹ LOOR, J.J.& HERBEIN, J.H., Exogenous conjugated linoleic acid isomers reduce bovine milk concentration and yield by inhibiting de novo fatty acid synthesis. Journal of Nutrition, v.78, p.2411 – 2419, 1998.

2.2.2 CLA sobre características ósseas

Os primeiros estudos relacionados aos efeitos do CLA sobre o tecido ósseo foram relatados em 1999, quando Li et al., reportaram que o ácido linoleico conjugado atuaria na regulação do metabolismo ósseo através da modulação das IGF-I e PGE₂ em ratos jovens, após 42 dias de tratamento. (BHATTACHARYA et al., 2006)

PGE₂ é um eicosanóide produzido nos ossos pelos osteoblastos e atua como um potente estimulador da reabsorção óssea. Reduzida produção de PGE pelos osteoblastos acarretaria uma menor reabsorção óssea. (MIYAURA et al., 2003)

De acordo com Cook et al., (1993), o ácido linoleico conjugado reduziria os níveis de PGE₂ através da restrição do ácido araquidônico, o qual é o precursor primário dos eicosanóides.

Outro mecanismo no qual o CLA atuaria sobre o metabolismo ósseo seria através da Leptina, hormônio sistêmico responsável pelo remodelamento ósseo. (DUCY et al., 2000)

A leptina afeta negativamente a formação óssea, por meio do sistema nervoso central ou diretamente, através da manifestação do efeito osteogênico sobre as células da medula, pela inibição dos osteoblastos. Atribuído à sua ação sobre os adipócitos, o CLA reduziria os níveis de leptina, tanto circulatória, quanto sua expressão. (THOMAS et al., 1999)

Kelly et al., (2003) em estudo com ratos da linhagem Windstar, suplementados com CLA por mais de 8 semanas, observaram aumento na absorção de cálcio, contudo, sem demonstrar efeitos mensuráveis na massa óssea.

Os ossos são tecidos constantemente remodelados, através de um balanço entre reabsorção e formação óssea. Os osteoclastos reabsorvem o material ósseo, quando então os osteoblastos atuam sobre a formação óssea, resultando em remodelamento ósseo. (MACKIE, 2003)

Associado a essas atividades, os efeitos do CLA sobre a modificação da composição corpórea direcionam muita atenção. O consumo de CLA reduz a gordura corporal com o aumento da proteína, cinzas e água. (PARIZA et al., 2001).

O fato de que o CLA aumentaria o teor de cinzas do osso, implicaria no ácido linoleico conjugado como uma excelente opção para intervenções no tratamento da osteoporose. (HUR et al., 2007)

Watkins et al. (2003), reportou que a adição de CLA a dietas moderadas em ácidos graxos poliinsaturados ω -6 resultaram em alta taxa de formação óssea na tíbia de poedeiras.

Kelly et al., (2003) mostraram que o CLA aumentou a absorção de cálcio, sem ter impacto significativo sobre os parâmetros de formação óssea ou reabsorção.

No entanto, os efeitos do CLA sobre a massa óssea e o conteúdo de cinzas não têm sido consistentes, apesar de ser reportado que o ácido linoleico conjugado afetaria o metabolismo ósseo através da modulação da produção de citocinas reabsortivas como a interleucina IL-6. (KELLY et al., 2003)

Enquanto estudos clínicos em humanos não apresentaram efeitos positivos do CLA sobre a massa óssea, outros reportaram uma ligação positiva entre o ácido linoleico conjugado e a densidade mineral óssea. (BROWNBILL et al., 2005)

2.3 Considerações gerais sobre vitamina E

A vitamina E foi descoberta em 1922 a partir de um estudo sobre reprodução em ratas, sendo observada como um fator não-identificado presente nos óleos vegetais. * Evans & Bishop (1922 apud TRABER; ATKINSON, 2007, p.5)

Em 1931, diversos estudos clássicos foram conduzidos mostrando que a vitamina E também era requerida para a prevenção da encefalomalácia em frangos e distrofia muscular nutricional em coelhos e suínos (MCDOWELL, 2000)

O primeiro estudo de deficiência em vitamina E em suínos, sob condições controladas foi realizado em 1949, por Adamstone et. al. Estes autores reportaram um declínio na eficiência reprodutiva e sinais de incoordenação locomotora e necrose muscular. (MCDOWELL, 2000)

É uma vitamina reconhecida como um nutriente essencial para todas espécies animais, incluindo humanos. (MCDOWELL, 2000)

A atividade da vitamina E nos alimentos deriva de uma série de compostos de origem vegetal, os tocoferóis e tocotrienóis. Oito formas de vitamina E são encontradas na natureza: quatro tocoferóis (α, β, γ e δ) e quatro tocotrienóis (α, β, γ e δ). (MCDOWELL, 2000)

Tocotrienóis são análogos aos tocoferóis. Suas estruturas químicas diferem apenas no grau de insaturação nos pólos da cadeia; tocotrienóis apresentam 3 duplas ligações isoladas enquanto os tocoferóis possuem uma saturação no pólo da cadeia. (LANARI et. al., 2004)

O acetato de dl-alfatocoferil é produzido através da extração de tocoferóis naturalmente presentes nos óleos vegetais. O acetato de alfa-tocoferol é o composto mais ativo, sendo o acetato de dl-alfa tocoferil a fonte mais amplamente utilizada para suplementação. (MCDOWELL, 2000)

As concentrações séricas de certas concentrações de vitamina E nos tecidos são influenciadas pelo método de suplementação, níveis de dosagem, formulação química e concentração de vitamina E nos suplementos. (CHARMLEY et al., 1992)

A absorção de vitamina E é relacionada com a digestão dos lipídios, sendo facilitada pela bile e lipase pancreática. O local de absorção primária aparece ser o

* Evans, H.M., Bishop, K.S., On the existence of a hitherto unrecognized dietary factor essential for reproduction. Science, v.56., p.650 – 651, 1922.

intestino médio. Quando apresentadas como álcoois livres ou ésteres, a maioria da vitamina E é absorvida como álcool. Os ésteres são largamente hidrolisados nas paredes do intestino, e o álcool livre é absorvido pelos vasos intestinais e transportado via linfa para a circulação. (MCDOWELL, 2000)

De acordo com Maynard et.al., (1979) a vitamina E é armazenada amplamente em todos os tecidos, sendo os maiores depósitos no tecido adiposo, fígado e músculo, sendo a mais alta deposição no fígado.

Tem mostrado ser essencial para a manutenção da integridade e ótima função dos sistemas reprodutivos, muscular, circulatório, nervoso e imune. (MCDOWELL, 2000)

2.3.1 Vitamina E sobre a qualidade da carne

Uma das funções de maior importância da vitamina E é relacionada a sua capacidade como antioxidante intercelular e intracelular.

A estabilização dos lipídios na membrana através da suplementação com vitamina E tem mostrado prevenir o começo da oxidação dos lipídios em carne de suínos. (MONAHAN et al., 1993)

A oxidação dos lipídios é considerada a maior causa de deterioração e perda da qualidade na carne e produtos cárneos, sob refrigeração. * Pearson et al.,(1983 APUD, LAURIDSEN;BUCKLEY;MORRISEY, 1997, p.9)

No entanto, a susceptibilidade do músculo a oxidação lipídica pode ser reduzida pelos antioxidantes. O alfa-tocoferol é um efetivo antioxidante, e sua presença através das membranas celulares do músculo reduzem a oxidação lipídica, melhorando as características de qualidade da carne, como cor, aroma, textura, valor nutricional, inclusive estendendo à duração do produto em prateleira. (MORRISEY, et.al., 1994)

Na avicultura de corte, geralmente as dietas para rápido crescimento são ricas em ácidos graxos poliinsaturados, elevando o grau de insaturação dos lipídios presentes na carcaça. (LAURIDSEN et.al., 1997)

* Pearson, A.M., et al., Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. Food Technology, v.37, p. 121 – 129, 1983.

Como a oxidação lipídica é iniciada primariamente nos ácidos graxos insaturados componentes dos fosfolipídios das membranas celulares, o uso da vitamina E como um antioxidante lipolítico têm sido recomendada para proteção dos componentes musculares dos danos oxidativos causados pelos radicais livres. (MERCIER et. al., 2001)

Dessa forma, existe uma grande necessidade em aumentar a capacidade antioxidante dos tecidos, o que pode ser facilmente alcançado através da suplementação com acetato de alfa – tocoferil à dieta. (LAURIDSEN et.al., 1997)

A suplementação das dietas com vitamina E resultam em elevadas concentrações de alfa-tocoferol nas membranas celulares, especialmente mitocondriais e microssomais, reduzindo significativamente a susceptibilidade à oxidação lipídica. (MONAHAN, et. al., 1990)

Os benefícios da vitamina E sobre parâmetros de qualidade de carne têm sido reportados por muitos pesquisadores.

De acordo com Nam et. al., (2003), o benefício da suplementação de dietas com vitamina E é influenciado pelo acréscimo da concentração de vitamina E nos tecidos musculares, os quais melhoram a estabilidade da cor e diminuem a oxidação dos lipídios e desenvolvimento de aromas indesejáveis.

Guo et al., (2001) trabalhando com diferentes níveis de vitamina E e períodos de estocagem, encontrou que os valores de TBARS diminuíram de acordo com o aumento da dosagem da vitamina à dieta das aves.

Em outro estudo conduzido por Dal Bosco et al., (2004) em coelhos, observou que a estabilidade oxidativa da carne decresceu com o acréscimo da inclusão da vitamina E à dieta.

Relatado por Corino et. al., (1999), diversos estudos sobre a suplementação de vitamina E e parâmetros de qualidade de carne em bovinos, suínos e aves têm sido executados, apresentando a relação entre altos níveis de vitamina E nos tecidos através da alta ingestão de vitamina E, resultando em melhoria na estabilidade da cor e dos lipídios como também na capacidade de retenção de água.

Conclusões obtidas por Lauridsen et al., (1997) indicam que a suplementação do acetato de alfa-tocoferol elevou o status antioxidante do músculo. Ainda de acordo com o mesmo autor, os níveis de alfa-tocoferol nos músculos aparentam ser um fator dominante em determinar a estabilidade oxidativa das membranas musculares.

Em relação aos parâmetros sensoriais da carne de animais suplementados com vitamina E, Sarraga et al., (2007) observaram que a alta dosagem resultou em aroma mais suave após armazenagem, indicando a atuação do alfa-tocoferil sobre a redução da oxidação dos lipídios.

Dal Bosco et. al., (2004) em estudo com coelhos, observaram que a carne de animais suplementados com vitamina E possuiu maior maciez e melhor aceitabilidade geral, comparado ao tratamento controle.

Em suínos, a suplementação com vitamina E proporcionou aumento na suculência da carne dos animais avaliados, sem ocasionar influências sobre a textura, conforme relatado por Ohene – Adjei, et al., (2004).

2.3.2. Vitamina E sobre a qualidade óssea

Desordens ósseas em frangos de corte são importantes questões econômicas e de bem – estar para a indústria avícola. Dentre os problemas mais comuns estão a discondroplasia tibial, deformidades ósseas, desvios laterais e fragilidade óssea. (WALDENSTEDT, 2006)

Deficiências de vitaminas, minerais e outros nutrientes podem afetar a saúde óssea, entre outros fatores. (WALDENSTEDT, 2006)

A perda da massa óssea, tanto em animais quanto humanos é relacionada em parte com o avanço associado da idade e os moduladores celulares (citocinas e prostaglandinas) como também do oxigênio derivado dos radicais livres, ocorrendo no microambiente ósseo e nos precursores dos osteoclastos. (RAISZ, 1993)

A vitamina E é um potente antioxidante biológico e tem mostrado suprimir a produção de certas citocinas, como a IL-1 e IL-6 que são correlacionadas ao aumento na perda óssea. (BEHARKA, et.al., 2000)

Além disso, a vitamina E é responsável pela proteção das células ósseas dos danos causados pela peroxidação lipídica. (XU et. al., 1995)

De acordo com Melhus et al., (1999) uma adequada ingestão de vitamina E reduziria o risco de fratura óssea mesmo em fumantes, sugerindo que a mesma seria responsável pela manutenção da saúde óssea.

Resultados encontrados por Arijmanji et al., (2002) em estudo com camundongos, mostraram que a suplementação de vitamina E melhorou a resistência óssea dos fêmures, que suportaram mais pressão nos testes realizados, e apresentaram tendência significativa ($p < 0,08$) para aumento da flexão e módulo de elasticidade nos ossos dos animais mais velhos.

Conclusões encontradas por Arijmanji et al., (2002) demonstram que a suplementação de vitamina E exerceria melhor influência sobre a qualidade e saúde óssea principalmente nos animais mais velhos, uma vez que a mesma por ser um potente antioxidante biológico, protegeria contra a perda óssea relacionada à idade, influência da oxidação celular e radicais livres.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O período experimental foi conduzido no Aviário Experimental da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga, durante os meses de Janeiro a Março de 2007.

3.1 Animais e Manejo

Foram utilizados 900 pintos machos, da linhagem Cobb®, com um dia de idade, os quais foram criados até os 49 dias.

O delineamento utilizado foi do tipo fatorial 3x3, (3 níveis de vitamina E x 3 níveis de CLA) com 4 repetições por tratamento e 25 aves por repetição.

A instalação utilizada foi um galpão de alvenaria, com orientação sentido leste – oeste, com divisões de 4,25m², coberto por telhas de cerâmica, possuindo muretas laterais de 0,4m, abrigadas por cortina de lona na cor azul, com acionamento manual feito por sistema de catracas.

Os boxes tiveram maravalha como cama, sendo equipados nas primeiras semanas por lâmpadas infra-vermelho para aquecimento dos pintos, comedouros tubulares do tipo infantil e bebedouros de pressão, os quais foram substituídos por tubulares e bebedouros pendulares à medida do crescimento das aves. O sistema de aquecimento deixou de ser utilizado com o avanço na idade dos animais.

O controle da temperatura foi realizado de acordo com a necessidade das aves, sendo as temperaturas máximas e mínimas registradas diariamente.

As aves receberam água e alimentação à vontade durante todo o período de criação.

O programa de luz adotado foi o de 24 horas de luz em todas as fases de criação.

Os animais foram vacinados contra Gumboro e Newcastle via ocular no 10^o e 17^o dia de idade.

Tabela 1 – Temperaturas máxima, mínima e médias (°C) registradas no interior da instalação experimental durante o período do experimento.

Semana	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Média (°C)
1 ^a	22,61 ± 2,19	29,75 ± 3,00	24,62 ± 4,46
2 ^a	22,62 ± 1,99	28,46 ± 2,16	23,91 ± 3,61
3 ^a	23,43 ± 1,07	29,61 ± 2,13	24,97 ± 3,56
4 ^a	22,92 ± 1,80	30,08 ± 2,47	24,90 ± 4,22
5 ^a	23,50 ± 1,95	28,50 ± 2,47	24,55 ± 3,36
6 ^a	23,36 ± 2,25	31,18 ± 2,27	25,44 ± 4,57
7 ^a	21,50 ± 2,80	30,90 ± 2,23	24,38 ± 5,42
Média (°C)	22,89 ± 2,04	29,70 ± 2,53	26,29 ± 4,11

±Desvio padrão para cada semana



Figura 1 – Equipamentos utilizados para a criação e manejo das aves (A), visão interna da instalação (B), visão externa da instalação (C).

3.2 Características avaliadas

3.2.1 Desempenho

As aves foram criadas até os 49 dias de idade, sendo as fases de criação divididas em: fase inicial (0 – 21 dias); crescimento (22 – 42 dias) e final ou abate (43 – 49 dias)

Os parâmetros de desempenho avaliados foram os seguintes:

Ganho de peso: ao final de cada fase, todas as aves foram pesadas, descontando-se o peso inicial no período anterior do valor obtido, para cálculo do ganho para a fase em questão.

Consumo de ração: ao final de cada fase, foram pesadas as sobras de ração contidas nos comedouros, sendo este valor descontado do consumo total, para cálculo do consumo por fase. Sempre que necessário, ração foi adicionada aos comedouros, sendo os valores registrados, para contabilização do consumo total.

Conversão alimentar: relação obtida a partir da divisão do consumo de ração na fase, pelo respectivo ganho de peso.

3.2.2 Avaliação da Carcaça

Ao final do 48^o dia de idade as aves foram pesadas, selecionadas aquelas que se apresentavam com pesos dentro da média da parcela, anilhadas e separadas.

Foi utilizado jejum de 8 horas antecedendo o abate, no qual as aves tiveram acesso apenas a água.

O rendimento de carcaça foi estabelecido a partir do peso da carcaça eviscerada, em relação ao peso vivo da ave após o jejum.

Também foi realizado o percentual de rendimento de peito (com osso e pele), pernas (coxa e sobrecoxa), asas e gordura abdominal em relação ao peso da carcaça eviscerada.

O abate foi realizado no Matadouro – Escola, localizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga – SP, o qual obedeceu aos princípios de bem – estar animal e abate humanitário. As aves foram penduradas com a cabeça para baixo, recebendo atordoamento por eletronarcole e posterior sangria, procedimentos similares aos usualmente realizados em estabelecimentos comerciais.

3.2.3 Determinação de TBARS

Para avaliação da oxidação, no dia do abate foram coletadas 3 amostras de cada repetição da musculatura do peito, com peso em torno de 10g.

As amostras foram embaladas em papel alumínio e separadas em lotes, para conservação de acordo com o tempo de armazenamento, sendo 0 dias de armazenagem para amostras conservadas à -20°C logo após o abate, tempo 7 para amostras armazenadas por 7 dias à temperatura de 4°C e tempo 30 para armazenagem por 30 dias à temperatura de 4°C. Após estes períodos, as amostras foram conservadas em nitrogênio líquido até o momento das análises.

A determinação dos valores de TBARS foi realizada através da metodologia recomendada por PIKUL et al. (1989), no qual as amostras foram homogeneizadas com solução de ácido tricloroacético (TCA), filtradas e separadas alíquotas de 4ml, tratadas com 5ml de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA), colocadas em banho - maria, e após resfriá-las foi realizada a leitura por espectofotometria. Como parâmetro foi utilizada uma curva padrão de malonaldeído produzida pela hidrólise do TMP (tetrametoxipropano).

Os resultados foram expressos em mg de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) por 1.000g de amostra.

3.2.4 Análise Sensorial

Para avaliação dos parâmetros sensoriais, no dia do abate foi selecionado meio peito de cada repetição, sendo posteriormente congelados.

No dia de análise, as amostras foram descongeladas, preparadas com 0,25% de sal, colocadas em bandejas de alumínio individuais e assadas em forno a gás até atingir a temperatura interna de 82°C.

Os peitos foram cortados em pedaços de igual tamanho e armazenados em embalagens hermeticamente fechadas, dentro de uma estufa com controle de temperatura, para manutenção da temperatura ideal até o fornecimento aos

provadores, de forma simultânea e em ordem segundo delineamento de blocos incompletos, estipulado por Cochran & Cox (1957).

A sala utilizada para análise sensorial foi composta por bancadas individuais, separadas por divisórias de fórmica, equipadas com luz fluorescente.

Foram utilizados 54 provadores não treinados, compostos por funcionários, alunos e professores da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP. Cada provador experimentou 4 amostras, avaliando segundo escala com valores variando de 1 a 9, conforme figura abaixo.

Nome: _____ Data: __/__/__.

Idade: ____ Email: _____.

Avalie cada uma das amostras codificadas e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra.

9 – Gostei muitíssimo
 8 – Gostei muito
 7 – Gostei moderadamente
 6 – Gostei ligeiramente
 5 – Nem gostei / Nem desgostei
 4 – Desgostei ligeiramente
 3 – Desgostei moderadamente
 2 – Desgostei muito
 1 – Desgostei muitíssimo

AMOSTRA	AROMA	SABOR	FIRMEZA	SUCULÊNCIA

Figura 2 – Modelo de ficha utilizada para avaliação sensorial de carne de peito de frango.

3.2.5 Força de Cisalhamento – análise de maciez

No dia do abate, foram separados meios – peitos de frango, sendo armazenados em sacos plásticos individuais e posteriormente congelados.

Para análise, as amostras foram previamente descongeladas, assadas em formas de alumínio individuais em forno elétrico até a temperatura interna atingir 82°C.

Em seguida, as amostras permaneceram 24 horas à temperatura de 2°C, sendo cortadas em paralelepípedos de 2x1x1cm, conforme metodologia descrita por Froning e Uijtteenboogaart (1988). Foi utilizado um texturômetro Texture Test System equipado com acessório do tipo Warner Blaztler com velocidade de 20 cm/min e carga de 100kg. As amostras foram cisalhadas com as fibras posicionadas perpendicularmente às lâminas do equipamento.

3.2.6 Determinação do Perfil de Ácidos Graxos e Colesterol

No momento do abate, foram separadas amostras de carne de peito, embaladas em papel alumínio e posteriormente congeladas, permanecendo nesta condição até o momento de análise.

Foram determinados os níveis dos ácidos mirístico, cis-10 pentadecenóico, palmítico, palmitoléico, esteárico, oléico, linoléico, CLA *cis9-trans11*, CLA *trans10-cis12*, linolênico, aracdônico, 11-14 eicosadienóico, 20:3 cis-eicosatrienóico, assim como os níveis de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados.

As amostras foram transmetiladas segundo metodologia de Hartman & Lago (1973) que consiste na saponificação e conversão dos ácidos graxos em ésteres metílicos. Para análise dos ácidos graxos foi utilizado um cromatógrafo gasoso, equipado com detector por ionização em chama e coluna capilar de sílica fundida, sendo a quantificação feita por normalização de área e os resultados expressos por porcentagem de área.

A determinação do colesterol foi realizada segundo metodologia descrita por Hamill & Soliman (1994). Foi utilizado um cromatógrafo líquido apresentando a fase

móvel, um sistema isocrático de acetonitrila e álcool isopropílico com fluxo de 1,0 mL/min e pressão de 59 atm. As amostras foram injetadas com um “loop” de 20 µL. Para quantificação foi utilizado o método de padronização externa, e os resultados de concentração apresentados em mg/1000g.

3.2.7 Resistência Óssea

Aos 49 dias, duas aves por repetição foram abatidas e amostradas as tíbias esquerdas para determinação da resistência óssea. Os ossos foram separados individualmente e congelados. Anteriormente à análise, as amostras foram descongeladas em geladeira.

Foi utilizado um texturômetro com movimento de probe de 3 mm/min e com uma carga de 25 kg. Os ossos foram apoiados com a parte dorsal para cima sobre um suporte de 40mm, sendo determinado a tensão máxima e o módulo de elasticidade de cada tíbia.

3.2.8 Densitometria Óssea

Para a obtenção das imagens radiográficas, foram utilizados procedimentos radiológicos de rotina, sendo radiografadas as tíbias juntamente com o referencial de densidade. O referencial densitométrico utilizado nas tomadas radiográficas foi um penetrômetro (escada de alumínio - liga 6063, ABNT) de 12 degraus (0,5mm de espessura para o primeiro degrau), variando de 0,5 em 0,5mm até o décimo; o décimo primeiro com 6,0mm de espessura; o décimo segundo com 8,0mm de espessura; cada degrau com (5x25mm² de área).

As leituras densitométricas foram realizadas após a digitalização das imagens radiográficas, em scanner apropriado para este tipo de material, e o armazenamento das mesmas em um microcomputador.

A calibração foi realizada em cada degrau da escada de alumínio, em regiões de densidade conhecida, sendo a curva padrão originada com os valores obtidos a qual foi correlacionada com os resultados verificados das imagens ósseas de interesse. Para a leitura da densidade óssea, foram utilizados três pontos obtidos no terço médio da diáfise de cada tibia.

3.3 Dietas Experimentais

As dietas foram confeccionadas com base em milho e farelo de soja, atendendo aos níveis nutricionais estabelecidos por Rostagno et al.,(2005)

Tabela 2 – Composição das dietas experimentais e níveis nutricionais calculados.

Ingredientes	Dietas – Valores expressos em porcentagem		
	Inicial	Crescimento	Final
Milho Grão	59,420	55,559	59,028
Farelo de Soja 45%	34,487	29,556	25,918
Óleo de Soja	1,645	6,034	6,491
Fosfato Bicálcico	1,875	1,726	1,452
Calcário	0,955	0,871	0,884
Sal	0,455	0,411	0,395
L-Lisina Hcl	0,373	0,245	0,258
DL- Metionina	0,346	0,247	0,225
Suplemento Vitamínico ¹	0,1	0,1	0,1
Suplemento Mineral ²	0,250	0,250	0,250
Inerte	5,100	5,100	5,100
Composição calculada	Inicial	Crescimento	Final
Proteína bruta	21,50%	18,60%	17,24%
Energia metabolizável	3,00 Mcal/kg	3,13 Mcal/kg	3,20 Mcal/kg
Cálcio	0,960%	0,8740%	0,80%
Fósforo disponível	0,460%	0,420%	0,3650%
Metionina digestível	0,6371%	0,505%	0,4670%
Lisina digestível	1,2821%	1,05%	0,9750%
Met+Cis digestível	0,9181%	0,753%	0,7023%
Sódio	0,22%	0,20%	0,1920%

Níveis de garantia¹:Se: 300mg, Vit A: 8.300KUI, Vit D3: 1.700 KUI, Vit K: 1450mg, Vit B1: 1.350 mg, Vit B2: 4.300mg, Vit B6: 2.100mg, Pantotenato de Cálcio:6.500mg, Ácido fólico: 650 mg, Niacina/Nicotinamida: 29.000mg, Vit B12: 27.000mcg, Biotina: 65.000mcg, Colina: 250.000mg. Níveis de garantia²: Mn:150.000mg, Zn:140.000mg, Fe: 100.000mg, Cu:16.000mg, I:1.500mg

3.4 Análise Estatística

Os resultados foram analisados com o auxílio do procedimento GLM do software estatístico SAS (2003). As médias para análise sensorial e resistência óssea foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os demais parâmetros foram analisados com o procedimento MIXED, do mesmo software e obtidas respectivas equações de regressão para efeitos significativos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho

4.1.1 Fase Inicial (1 – 21 dias)

Os períodos de criação foram divididos em: fase inicial (1-21 dias), fase de crescimento (21-42 dias), fase final (43-49 dias), sendo pesadas as aves, e as sobras de ração naquele momento. Os valores encontrados para as médias, podem ser observados a seguir:

Tabela 3 – Médias de Consumo de Ração (CR), Ganho de Peso (GP) Conversão Alimentar (CA) durante a Fase Inicial (1-21dias).

	Consumo de Ração (g)			Ganho de Peso (g)			Conversão Alimentar (g/g)		
	0%CLA	2%CLA	4%CLA	0%CLA	2%CLA	4%CLA	0%CLA	2%CLA	4%CLA
0mg vitE	1393,53	1361,89	1271,20	928,75	911,09	846,18	1,50	1,49	1,50
250mg vit E	1304,07	1350,00	1288,33	894,07	898,76	902,08	1,45	1,50	1,42
500mg vit E	1356,67	1378,47	1282,76	917,03	933,86	891,63	1,48	1,47	1,44
	Valores de P								
CLA	<0,001 *			0,1277 ns			0,2598 ns		
Vitamina E	0,1207 ns			0,5512 ns			0,1788 ns		
CLA*VE	0,0669 ns			0,3428 ns			0,5480 ns		
CV(%)	2,25			4,28			2,90		

*Efeito significativo ($P < 0,05$); ns= efeito não significativo ($P > 0,05$).

Durante a fase inicial, foi encontrado apenas efeito de CLA para o consumo de ração (CR). Este efeito teve comportamento quadrático, sendo representada pela equação de regressão $y = -11,843x^2 + 29,701x + 1351,4$ ($R^2 = 0,5452$), e pela figura de nº 1.

Para esta fase, o consumo foi favorecido até o nível de 1,25% de CLA na dieta. Para os demais parâmetros, tanto o CLA quanto a vitamina E não resultaram em efeitos estatisticamente significativos.

Estes resultados concordam com o encontrado por Araújo et al. (2004), onde o consumo também foi influenciado pelo nível de CLA na dieta das aves, durante a fase inicial, contudo, reduzindo o consumo e prejudicando o desempenho das aves neste período.

Szymczyk et al. (2001) obteve efeitos semelhantes sobre o consumo de ração em frangos de corte até os 21 dias de idade. De acordo com o autor, o consumo foi diminuído de acordo com a utilização do ácido linoleico conjugado à dieta das aves.

Hsieh et al. (2002), utilizando suplementação de vitamina E na dieta de frangos de corte apresentou efeitos similares, no qual também não foram observadas mudanças significativas em nenhum parâmetro de desempenho no período de 1 a 21 dias, inclusive as aves que não receberam suplementação de vitamina E reagiram semelhantemente com as que foram suplementadas.

No entanto, Guo et al. (2001) obteve efeito significativo de vitamina E para ganho de peso e conversão alimentar sem, contudo, exercer influência sobre o consumo de ração em frangos de corte até os 21 dias de idade.

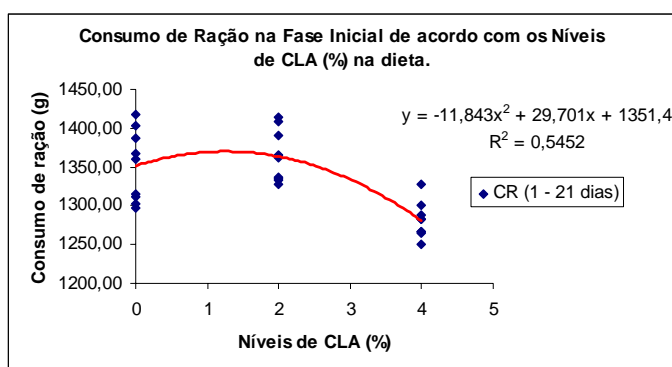


Figura 3 – Gráfico do consumo de ração em relação ao nível de CLA adicionado à dieta na fase inicial de criação (1-21 dias).

4.1.2 Fase de Crescimento (22 – 42 dias)

Para o período de crescimento (22 – 42 dias), os resultados encontrados estão dispostos na tabela 4.

Tabela 4 – Médias de Consumo de Ração (CR), Ganho de Peso (GP) e Conversão Alimentar (CA) durante a Fase de Crescimento (22 – 42 dias).

	Consumo de Ração (g)			Ganho de Peso (g)			Conversão alimentar (g/g)		
	0%CLA	2%CLA	4%CLA	0%CLA	2%CLA	4%CLA	0%CLA	2%CLA	4%CLA
0mg vit E	1503,33	1872,81	1794,54	3080,72	3479,15	3418,46	2,05	1,86	1,91
250mg vit E	1868,43	1804,28	1805,80	3483,51	3600,02	3247,82	1,86	2,00	1,80
500mg vit E	1904,31	1834,91	1857,06	3729,8	3428,89	3354,92	1,96	1,87	1,81
	Valores de P								
CLA	0,0150 *			0,0195 *			< 0,0001 *		
Vit. E	< 0,0001 *			0,0093 *			0,0110 *		
CLA *VE	< 0,0001*			< 0,0001 *			< 0,0001 *		
CV(%)	6,793			5,927			4,623		

*Efeito significativo ($P < 0,05$); ns=efeito não significativo ($P > 0,05$).

Como pode ser verificado para esta fase, foi encontrado resultado significativo para a interação CLA*VE em todos os parâmetros avaliados. O comportamento das interações significativas são demonstrados pelos gráficos na seqüência.

4.1.3 Ganho de Peso – fase de crescimento:

A partir da observação dos gráficos 1 e 2, verifica-se que tanto a inclusão de CLA quanto de vitamina E resultaram em melhoria no ganho de peso, sendo crescentes até determinados níveis de inclusão para as aves aos 42 dias de idade.

Estes resultados concordam com os observados por Szymczyk et al. (2001) e Badinga et al. (2003), onde o ganho de peso também demonstrou comportamento crescente de acordo com o aumento da inclusão de CLA à dieta de frangos de corte.

Barreto et al. (1999) trabalhando com níveis de 25mg, 250mg, 500mg e 750mg de vitamina E adicionados à dieta de frangos de corte encontrou melhorias

semelhantes no ganho de peso das aves aos 42 dias de idade, contudo para este parâmetro, a análise de regressão indicou um modelo linear, diferindo do modelo quadrático, exposto nesta dissertação.

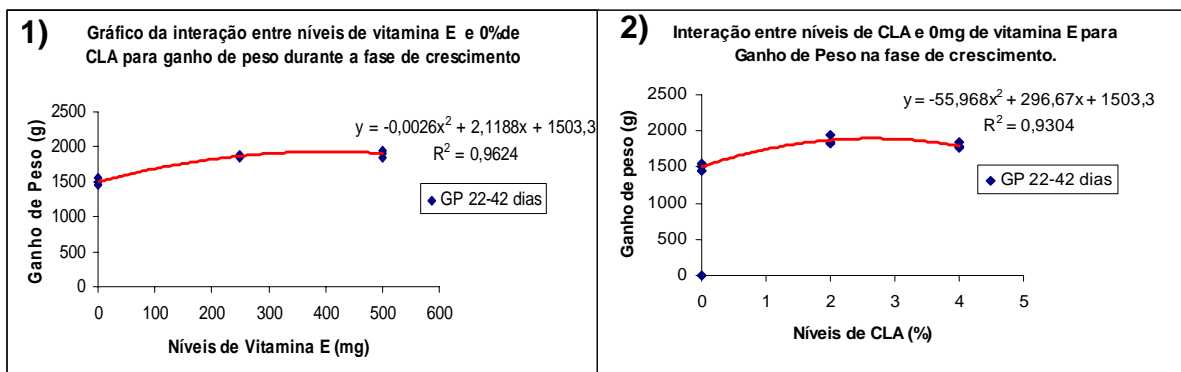


Figura 4 – Gráficos das interações entre níveis de CLA e Vitamina E para ganho de peso na fase de crescimento (22 – 42 dias)

Como visualizado na figura acima, observa-se que tanto a interação representada pelo gráfico nº1 quanto no nº2 possuem comportamento quadrático, sendo o ganho de peso favorecido até o nível de 407,46 mg/kg de vitamina E (gráfico 1) e 2,65% de CLA (gráfico 2). A partir destes níveis, foram verificados decréscimos no ganho durante esta fase em ambos.

4.1.4 Consumo de ração – fase de crescimento

Em relação ao consumo, o comportamento das equações de regressão, mostrou ser, em sua maioria, quadrático, como exposto a seguir.

De acordo com a figura 5, a adição de vitamina E favoreceu o consumo de ração pelas aves. Este resultado é diferente do encontrado por Barreto et al. (1999), uma vez que o consumo não foi influenciado significativamente pela adição de vitamina E à dieta das aves.

Nos gráficos 3 e 4 é observado consumo de ração crescente até determinado nível de CLA de acordo com o nível de vitamina E, diferindo dos resultados obtidos por Sirri et al. (2003) onde não verificou-se efeito significativo para consumo de ração em frangos de corte aos 47 dias de idade.

No entanto, o consumo de ração quando utilizado 500mg de vitamina E apresenta comportamento semelhante de acordo com a inclusão de CLA, como verificado por Ostrowska et al., (1999) no qual suínos alimentados com dietas contendo CLA não apresentaram efeitos sobre o consumo de ração e ganho de peso, no entanto, a conversão alimentar foi aumentada pela dieta com CLA.

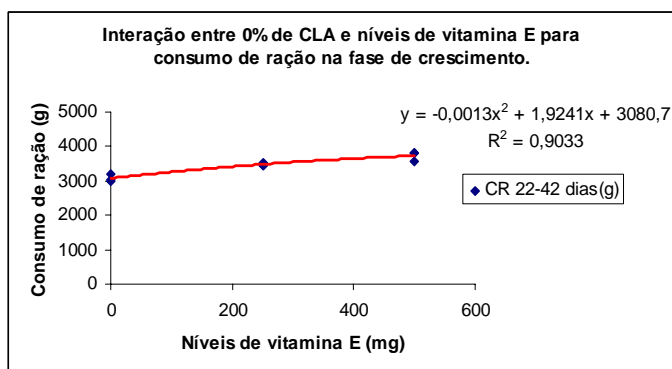


Figura 5 – Gráfico da Interação entre níveis de vitamina E quando usado 0% de CLA à dieta, sobre o consumo de ração durante a fase de crescimento (22 – 42 dias).

Para o parâmetro consumo de ração foi encontrada interação significativa para o nível de 0% de CLA em relação aos níveis de vitamina E. Também foi observado efeito significativo para todos os níveis de vitamina E (0mg, 250mg e 500mg de vitamina E) em relação aos níveis de CLA.

Para o tratamento sem adição de CLA, o consumo apresentou-se crescente até o nível de 740mg de vitamina E, no entanto, neste estudo o maior nível adicionado foi o de 500mg.

Em relação aos gráficos 3, 4 e 5, os consumos apresentaram ascensão até a quantidade de 2,7% de CLA quando utilizado 0mg de vitamina E, e 1,49% de CLA para a dosagem de 250mg de vitamina E.

O consumo de ração encontrado para o nível máximo de vitamina E apresentou comportamento linear, sendo o maior e menor consumo pelos níveis de 0% e 4% de CLA, respectivamente

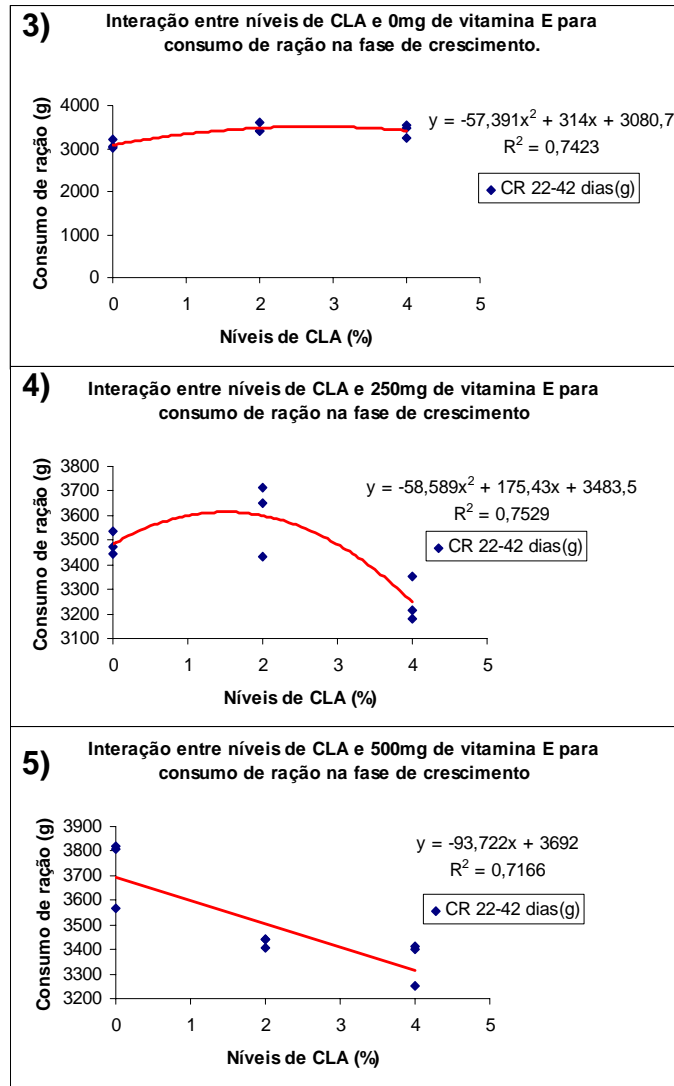


Figura 6 – Gráficos das interações entre níveis de CLA e 0mg (gráfico 3), 250 mg (gráfico 4) e 500mg (gráfico 5) de vitamina E para consumo de ração durante a fase de crescimento (22 – 42 dias).

4.1.5 Conversão alimentar – fase de crescimento

Durante a fase de crescimento foi encontrado efeito da interação entre todos os níveis de CLA como também de vitamina E para conversão alimentar. Os comportamentos das interações apresentam-se dessemelhantes entre si de acordo com os tratamentos utilizados.

Quando não foi adicionado CLA à dieta das aves, verificamos que a vitamina E favoreceu a conversão alimentar até determinado nível de inclusão, concordando com o reportado por Barreto et al. (1999) o qual obteve efeito significativo para conversão alimentar, porém com comportamento característico para cada dosagem.

Em trabalho de Bolukbasi (2006) a conversão alimentar foi melhorada pela inclusão de CLA à dieta das aves. O consumo de ração também foi influenciado pela adição do ácido linoleico conjugado. Neste trabalho, a melhor conversão alimentar foi alcançada pelo nível de 2% de CLA e o maior consumo com o nível de 1%.

Como observado pelas equações de regressão nos gráficos de 6 a 8, com o nível de 0% de CLA a melhor conversão alimentar foi encontrada com a adição de 291,87 mg de vitamina E.

Com a utilização de 2% de CLA, a conversão alimentar mostrou-se mais eficiente com o nível de 0mg de vitamina E.

Para o nível de 4% de CLA a melhor conversão alimentar foi encontrada com a adição de 500 mg de vitamina E.

O comportamento das interações podem ser visualizados nas figuras 5 e 6 a seguir:

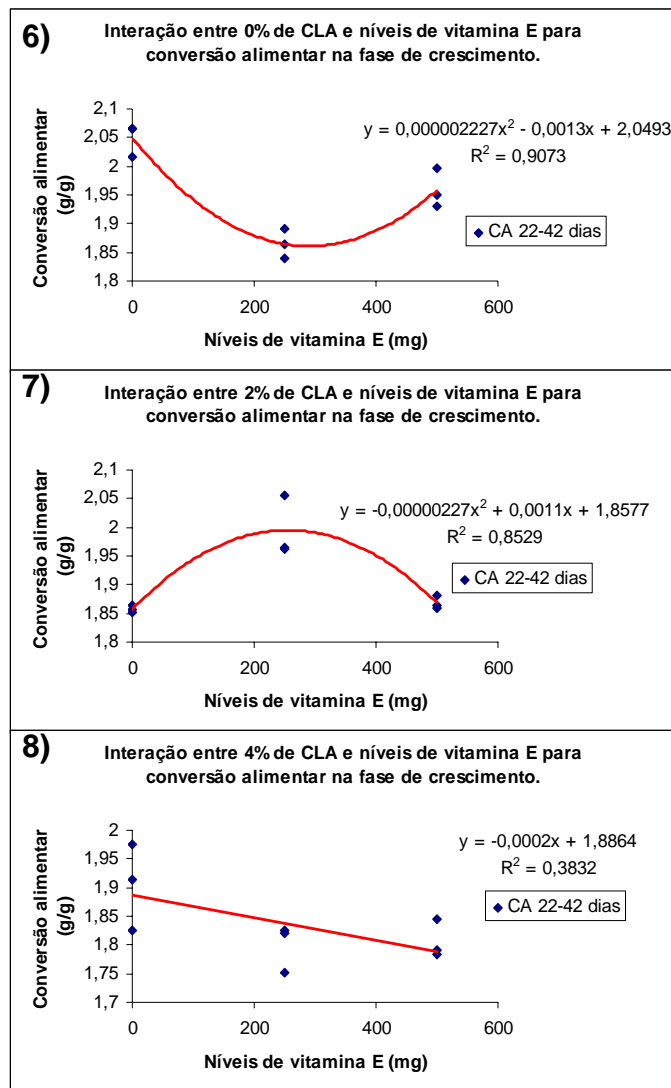


Figura 7 – Gráficos das interações entre 0% (gráfico 6), 2% (gráfico 7) e 4% (gráfico 8) de CLA e níveis de vitamina E para conversão alimentar durante a fase de crescimento (22 – 42 dias).

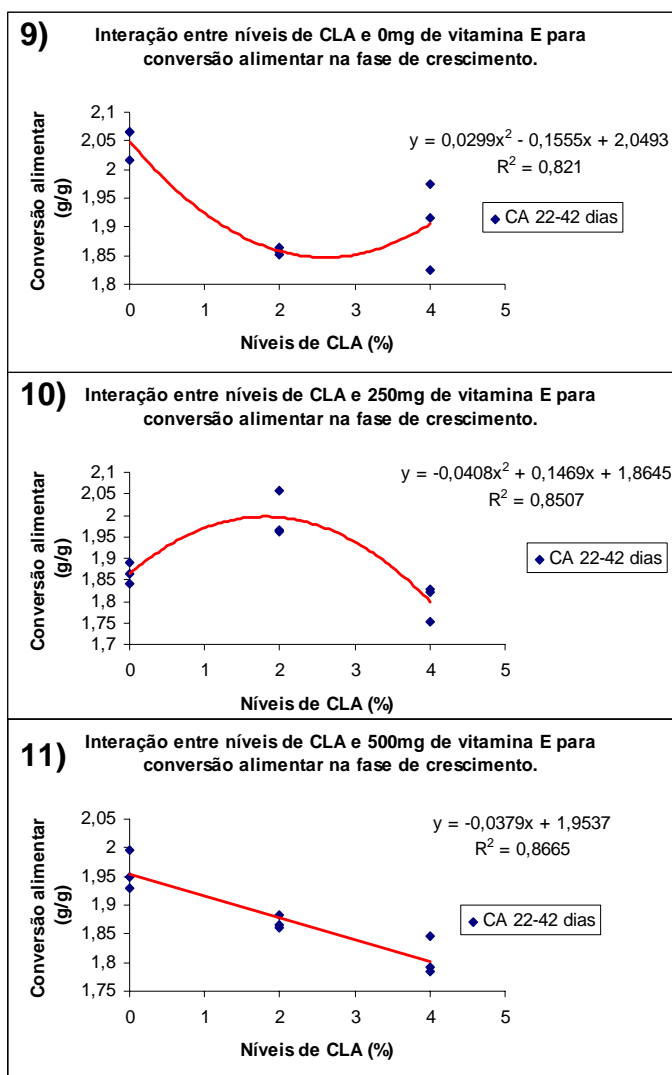


Figura 8 – Gráficos das interações entre níveis de CLA e 0mg (gráfico 9), 250mg (gráfico 10) e 500mg (gráfico 11) de vitamina E para conversão alimentar durante a fase de crescimento (22 – 42 dias).

Com a não-adição de vitamina E à dieta das aves, a melhor conversão alimentar foi encontrada para o nível de 2,6% de CLA.

Para a dosagem de 250mg de vitamina E, a conversão alimentar mais eficiente seria encontrada com 1,8% de CLA adicionado à dieta.

Já a adição de 500mg de vitamina E, fez com que a conversão alimentar decaísse de acordo com o aumento nas quantidades de CLA, sendo a conversão mais reduzida obtida com o nível de 5,38% de CLA

4.1.6 Fase Final de Criação (43 – 49 dias).

Para o período final de criação (43 – 49 dias) as médias estão dispostas na tabela nº 5.

Tabela 5 – Médias de Consumo de Ração (CR), Ganho de Peso (GP) e Conversão Alimentar (CA) durante a Fase Final (43 - 49 dias).

	Consumo de Ração (g)			Ganho de Peso (g)			Conversão alimentar (g/g)		
	0%CLA	2%CLA	4%CLA	0%CLA	2%CLA	4%CLA	0%CLA	2%CLA	4%CLA
0mg Vit. E	1199,92	1263,89	1158,52	589,61	589,61	605,56	2,04	2,08	1,91
250mg Vit. E	1165,08	1200,40	1169,96	417,41	632,92	630,83	2,82	1,90	1,86
500mg Vit. E	1303,16	1205,30	1179,51	614,70	571,20	600,97	2,12	2,12	1,96
	Valores de P								
CLA	0,0069 *			0,0012 *			<0,0001 *		
Vit. E	0,0260 *			0,0868 ns			0,0363 *		
CLA *VE	0,0055*			<0,0001 *			<0,0001 *		
CV(%)	4,596			11,936			14,491		

*Efeito significativo (P<0,05); ns=efeito não significativo (P>0,05).

De acordo com os dados acima, verifica-se interação entre CLA e vitamina E em todos os parâmetros avaliados.

Estes resultados diferem dos encontrados por Corino et al. (2003) o qual, ao trabalhar com inclusão de CLA à dieta de coelhos não observou diferenças entre os tratamentos para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Da mesma forma, Dugan et al. (2001) também não obtiveram efeito de CLA sobre ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar em suínos. Segundo o autor, a explicação para as diferenças encontradas na literatura em geral, não são diretamente aparentes, mas poderiam ser devido à concentração individual dos isômeros de CLA utilizados nas dietas, assim como o valor nutricional das mesmas, a duração do período de alimentação, além das influências do genótipo de cada animal.

Em relação aos efeitos observados de vitamina E, os resultados obtidos são dessemelhantes aos encontrados por Arjmanji et al. (2002), em camundongos, Sell et al. (1997) e Jakobsen et al. (1995), em frangos de corte, os quais não verificaram

diferenças significativas para os parâmetros de ganho de peso, conversão alimentar e consumo, quando utilizados diferentes níveis de vitamina E na dieta dos animais.

Efetuada-se o desdobramento, as interações entre os níveis de vitamina E e CLA podem ser observadas nas figuras a seguir:

4.1.7 Consumo de ração – Fase Final (43 – 49 dias)

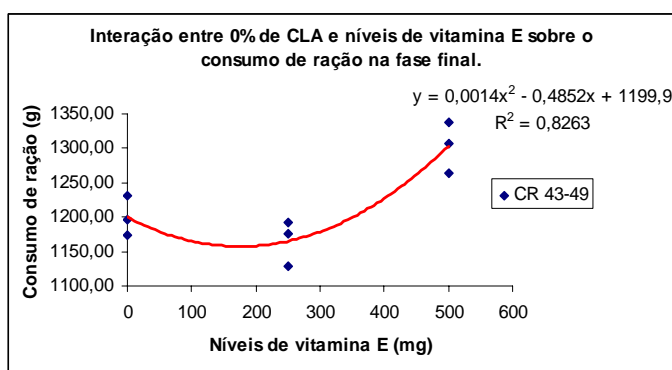


Figura 9 – Gráfico da interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E para consumo de ração durante a fase final de criação (43 - 49 dias).

A partir dos gráficos observa-se que o menor consumo de ração quando não utilizado ácido linoleico conjugado foi obtido com o nível de 173,28 mg de vitamina E. Contudo, com a inclusão de CLA e ausência de vitamina E (figura 10), o maior consumo foi obtido com 1,75% de CLA e o menor consumo com 4% do ácido linoleico conjugado.

Com a dosagem de 500mg de vitamina E (figura 11, o menor e maior consumo foi verificado com as inclusões de 4% de CLA e 0% de CLA, respectivamente.

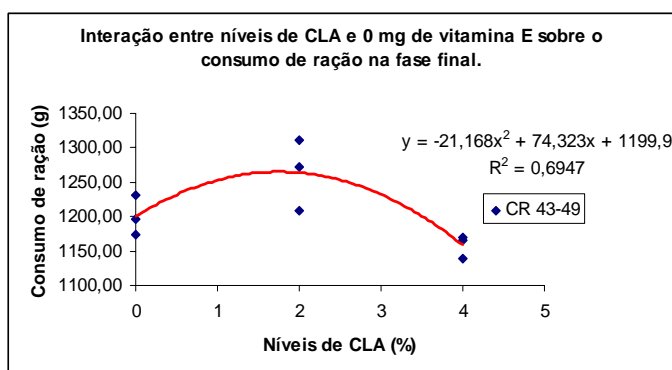


Figura 10 – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 0mg de vitamina E para consumo de ração durante a fase final de criação (43 - 49 dias).

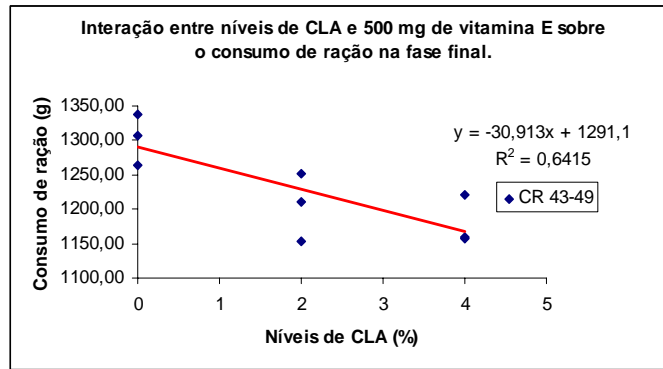


Figura 11 – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 500mg de vitamina E para consumo de ração durante a fase final de criação (43 - 49 dias).

4.1.8 Ganho de Peso – Fase Final de Criação (43 – 49 dias)

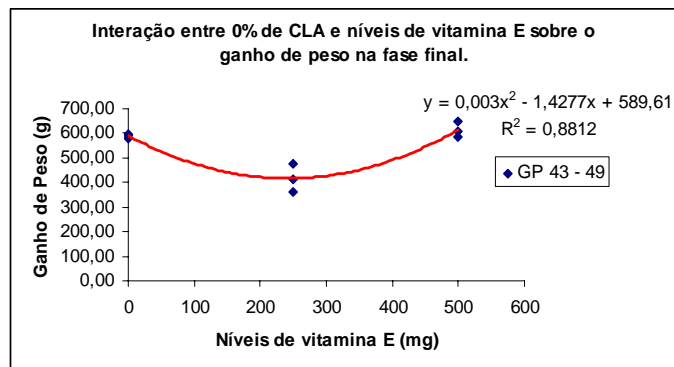


Figura 12 – Gráfico da interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E para ganho de peso durante a fase final de criação (43 - 49 dias).

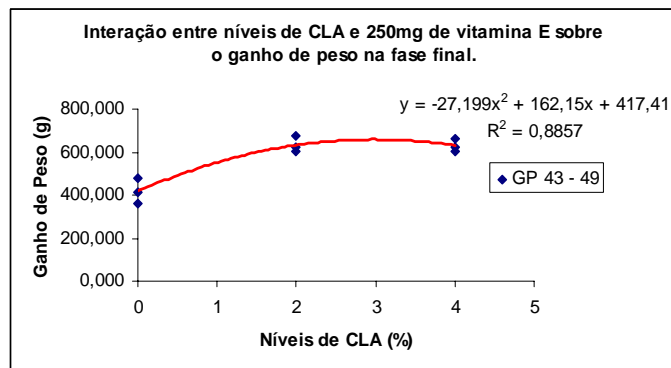


Figura 13 – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 250 mg de vitamina E para ganho de peso durante a fase final de criação (43 - 49 dias).

Pela observação das figuras 12 e 13, encontram-se os maiores ganhos de pesos obtidos com 500mg de vitamina E, sem adição de CLA (figura 12); e 2,98% de CLA com a o nível de 250mg de vitamina E (figura 10).

4.1.9 Conversão alimentar – Fase Final de Criação (43 – 49 dias).

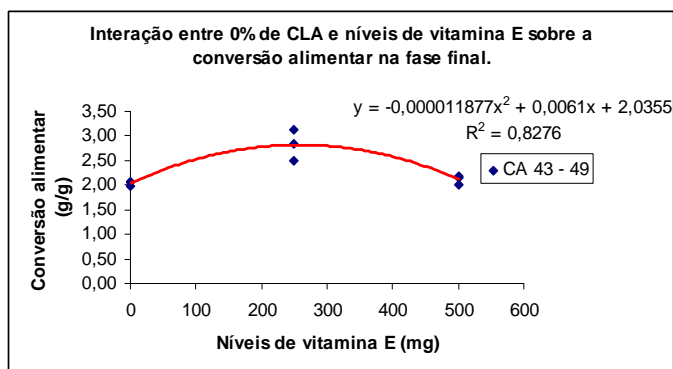


Figura 14 – Gráfico da interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E para conversão alimentar durante a fase final de criação (43 - 49 dias).

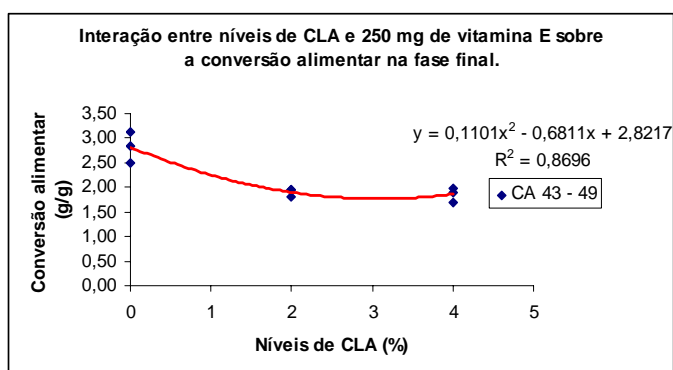


Figura 15 – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 250 mg de vitamina E para conversão alimentar durante a fase final de criação (43 - 49 dias).

De acordo com as figuras 14 e 15 verifica-se a conversão alimentar mais eficiente (menor valor) obtida com 0mg de vitamina E quando não adicionado CLA à dieta das aves. No entanto, quando utilizado 250mg de vitamina E, o melhor valor para conversão é encontrado com 3,09% de CLA.

4.1.10 Desempenho em todo o período de criação (1- 49 dias).

Os resultados do desempenho correspondente a todo o período de criação são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Médias para Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar durante todo o período de criação (1 – 49 dias).

	Consumo de Ração (g)			Ganho de Peso (g)			Conversão Alimentar (g/g)		
	0% CLA	2% CLA	4% CLA	0% CLA	2% CLA	4% CLA	0% CLA	2% CLA	4% CLA
0mg Vit. E	5792,47	6091,86	5997,10	3021,69	3391,66	3246,28	1,92	1,80	1,85
250mg Vit. E	5919,02	6426,26	6112,00	3176,96	3335,96	3338,72	1,86	1,93	1,93
500mg Vit. E	6564,60	6248,02	5817,18	3436,05	3339,97	3349,65	1,91	1,87	1,74
	Valores de P								
CLA	0,0705 ns			0,0009 *			0,0596 ns		
Vit. E	0,0971 ns			0,0005 *			0,6381 ns		
CLA *VE	0,0115 *			0,0002 *			0,1353 ns		
CV(%)	5,299			4,081			4,691		

*Efeito significativo ($P < 0,05$); ns= efeito não significativo ($P > 0,05$)

Em todo o período de criação, foram encontrados efeitos significativos nas interações entre CLA e vitamina E para os parâmetros consumo de ração e ganho de peso. A conversão alimentar não obteve efeito significativo de vitamina E, tal como CLA e interação entre ambos, durante todo o período avaliado.

Szymczyk et al (2001) encontraram resultados semelhantes para consumo de ração, o qual sofreu redução de acordo com o acréscimo dos níveis de CLA na dieta. No entanto, o mesmo autor obteve respostas divergentes com esta dissertação, para ganho de peso e conversão alimentar, não obtendo diferença significativa para ganho de peso, porém os valores de conversão alimentar reduziram de acordo com o aumento nas dosagens de CLA à dieta.

Contudo, Sirri et al. (2003) e Corino et al.(2003), este último trabalhando com coelhos, não encontraram efeitos significativos para os parâmetros de desempenho em frangos de corte durante todo o período de criação consumindo CLA, diferindo do exposto neste trabalho, onde apenas a conversão alimentar não mostrou diferença significativa.

Corino et al. (2007) também não encontrou respostas significativas para parâmetros de desempenho em suínos, diferindo do reportado nesta dissertação.

Em relação ao efeito de vitamina E, Guo et al. (2001) não observou efeito significativo da suplementação da vitamina até o nível de 100mg/kg em nenhum parâmetro de desempenho, para frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade.

Os desdobramentos dos efeitos das interações são apresentados nas figuras de 13 a 15:

4.1.11 Consumo de ração – todo o período de criação (1 – 49 dias)

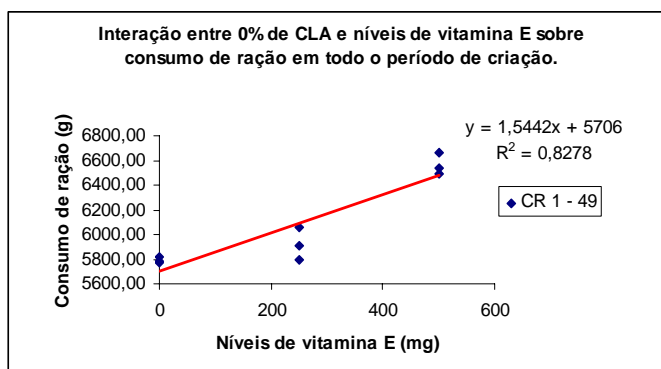


Figura 16 – Gráficos da interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E para consumo de ração em todo o período de criação (1 – 49 dias).

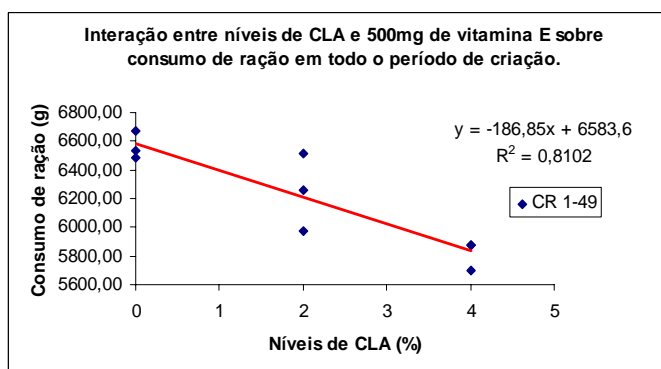


Figura 17 – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 500mg de vitamina E sobre o consumo de ração em todo o período de criação (1 – 49 dias).

Conforme figuras 16 e 17 as interações significativas observadas foram para os níveis de 0% de CLA em relação aos níveis de vitamina E, e para 500mg de vitamina E entre níveis de CLA.

Quando utilizado 0% de CLA o consumo teve comportamento linear crescente, ou seja, o consumo foi crescente de acordo com o acréscimo da dosagem de vitamina E na dieta, sendo o maior consumo com o nível de 500mg/kg.

Com a adição de 500mg de vitamina E verificamos comportamento linear decrescente em relação ao aumento de CLA à dieta das aves. Neste caso, o menor consumo foi encontrado com o nível de 4% de CLA.

4.1.12 Ganho de Peso – todo o período de criação (1 – 49 dias)

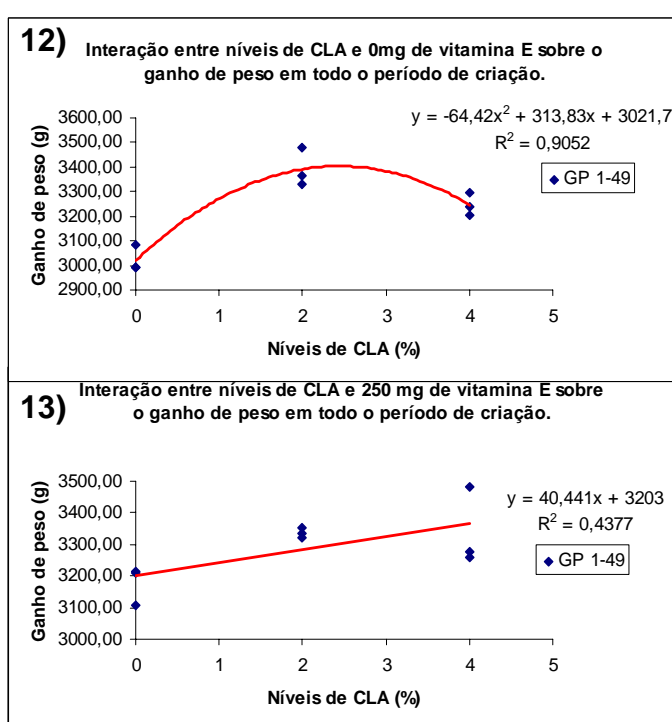


Figura 18 – Gráficos das interações entre níveis de CLA e 0mg de vitamina E (gráfico 12) e 250 mg de vitamina E (gráfico 13) sobre o ganho de peso em todo o período de criação (1 – 49 dias).

De acordo com os gráficos acima, o maior ganho de peso seria alcançado com a inclusão de 2,43% de CLA à dieta das aves, quando não utilizada suplementação de vitamina E (gráfico 12). No entanto, quando utilizado 250mg de vitamina E, o maior ganho de peso foi obtido com a utilização de 4% de CLA.

4.2 Rendimento de Carcaça

Os valores médios encontrados para rendimento de carcaça e gordura abdominal são dispostos na tabela 7.

Tabela 7 – Rendimento de carcaça e gordura abdominal (G. Abdominal) observado aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem.

	(% Peito)			(% Pernas)			(% Asas)			(% G.Abdominal)		
	0% CLA	2% CLA	4% CLA	0% CLA	2% CLA	4% CLA	0% CLA	2% CLA	4% CLA	0% CLA	2% CLA	4% CLA
0mg vitE	37,90	38,92	38,61	31,840	30,87	31,71	10,99	10,88	10,68	1,96	2,26	2,26
250mg vit E	38,31	37,19	39,09	35,02	32,18	31,36	11,60	11,21	10,55	1,86	2,36	1,95
500mg vit E	39,10	39,15	37,53	30,78	30,59	32,52	11,01	10,64	10,82	1,71	2,26	2,17
	Valores de P											
CLA	0,9993 ns			0,0554 ns			0,0356 *			0,0018 *		
Vit. E	0,8183 ns			0,0107 *			0,2544 ns			0,5943 ns		
CLA*VE	0,1893 ns			0,0048 **			0,3061 ns			0,5678 ns		
CV(%)	5,067			5,069			5,318			25,07		

*Efeito significativo ($P < 0,05$); ns= efeito não significativo ($P > 0,05$).

Para rendimento de carcaça, foi encontrada interação entre CLA e vitamina E para rendimento de pernas e efeito de CLA sobre o rendimento de asas e porcentagem de gordura abdominal.

Os resultados encontrados por Bolukbasi et al. (2006), concordam parcialmente com os desta dissertação, o rendimento de asas reportado pelo autor teve comportamento semelhante, diminuindo com o acréscimo de CLA a dieta. Contudo, o rendimento de peito foi favorecido pelo aumento da proporção de ácido linoleico conjugado à dieta, divergindo dos aqui obtidos.

No entanto, Dugan et al.(2001) e Corino et al. (2007) em trabalhos com suínos, não observaram efeitos significativos da adição de CLA sobre o rendimento de carcaça dos animais. O mesmo resultado foi observado por Sirri et al. (2003) em frangos de corte.

Corino et al.(2003) trabalhando com suplementação de CLA e vitamina E em coelhos não observou efeito de nenhum dos ingredientes sobre o rendimento de carcaça dos animais, diferindo dos obtidos neste presente trabalho.

O comportamento da interação significativa é demonstrado pela figura19.

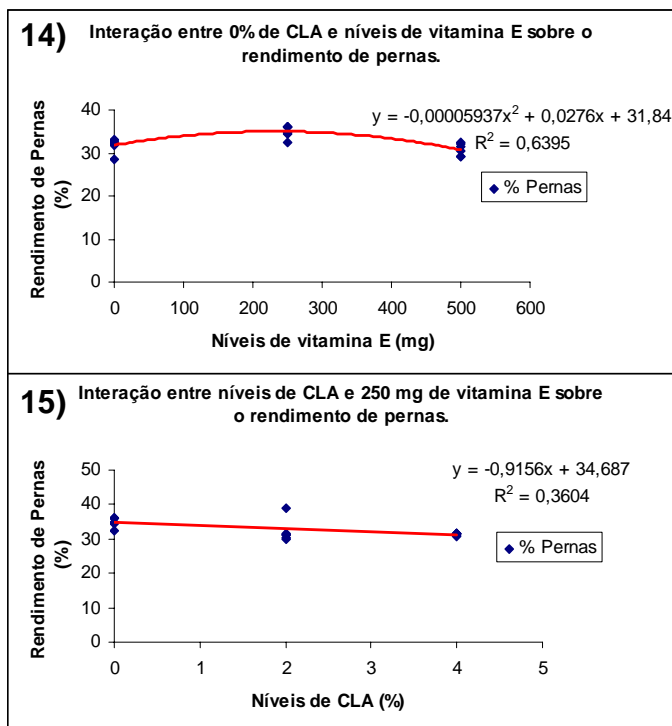


Figura 19 – Gráfico da interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E (gráfico 14) e entre 250mg de vitamina E em relação a níveis de CLA (gráfico 15) sobre o rendimento de pernas em frangos de corte aos 49 dias de idade.

De acordo com o visualizado nos gráficos acima, o melhor nível de vitamina E em relação à 0% de CLA seria 232,44 mg de vitamina E. Para a inclusão de 250mg de vitamina E, o melhor rendimento de pernas seria encontrado com o nível de 0% de CLA.

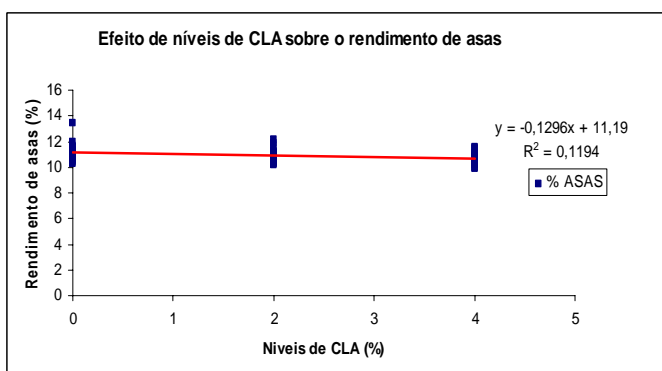


Figura 20 – Gráfico do efeito de CLA sobre o rendimento de asas em frangos de corte aos 49 dias de idade.

Para o rendimento de asas, não foi encontrado efeito de interação CLA x Vitamina E, mas sim, efeito de CLA, o qual apresentou modelo linear decrescente

em relação aos níveis de ácido conjugado à dieta. O melhor rendimento de asas encontrado seria quando utilizado 0% de CLA.

Em relação a porcentagem de gordura abdominal encontrada, verificamos diferença significativa para a inclusão de CLA à dieta das aves.

Os resultados encontrados diferem dos observados por Ostrowska et al. (1999) e Tischendorf et al.(2002), no qual a deposição de gordura em suínos sofreu redução de acordo com a adição de CLA à dieta dos animais.

Em trabalho com suínos, Thiel-Cooper et al.(2001) verificaram redução significativa no acúmulo de gordura na carcaça dos animais com o nível de suplementação de 0,5% de CLA.

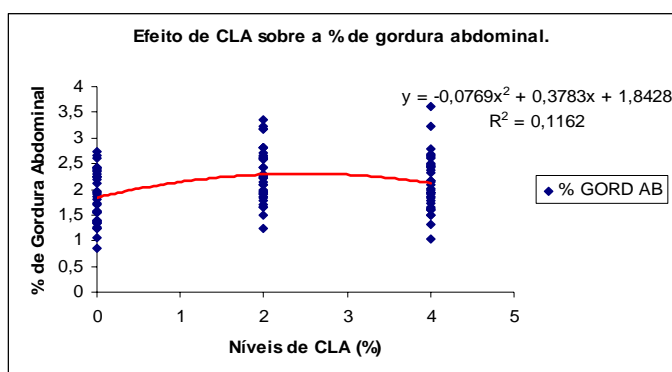


Figura 21 – Gráfico do efeito de CLA sobre a porcentagem de gordura abdominal em frangos de corte aos 49 dias de idade.

A partir da figura 21, verifica-se que o efeito de CLA sobre a porcentagem de deposição de gordura abdominal demonstrou comportamento quadrático. Neste caso, verifica-se a maior e menor porcentagem de gordura obtida ao nível de 2,46% e 0%, respectivamente.

4.3 Resistência Óssea

Os resultados de resistência óssea em tíbias aos 49 dias de idade encontrados estão dispostos na Tabela 8.

Tabela 8 – Médias de Tensão Máxima e Módulo de Elasticidade em tíbias de frangos de corte com 49 dias de idade.

	Tensão Máxima (Mpa)			Módulo de Elasticidade (Mpa)		
	0%CLA	2%CLA	4%CLA	0%CLA	2%CLA	4%CLA
0mg vitE	1638,49	1164,48	1212,15	9311,58	5604,61	3206,62
250mg vit E	1333,61	1811,45	1044,93	6145,85	7190,83	4353,34
500mg vit E	2910,35	771,12	1809,72	10072,36	2821,21	8091,31
	Valores de P					
CLA	0,1174 ns			0,0662 ns		
Vitamina E	0,3411 ns			0,7546 ns		
CLA*VE	0,0696 ns			0,1190 ns		
CV(%)	71,398			75,374		

*Efeito significativo ($P < 0,05$); ns= efeito não significativo ($P > 0,05$).

Não foram observados efeitos significativos para Tensão Máxima e Módulo de elasticidade em tíbias de frangos de corte aos 49 dias de idade, em nenhum dos tratamentos avaliados.

De acordo com Crenshaw (1981), existe uma relação direta entre tensão máxima e porcentagem de cinzas, indicando que o osso com maior concentração de cinzas possuiria também tensão superior.

Os resultados de resistência óssea encontrados no presente estudo, diferem do observado por Pariza et al., (2001) ao reportarem que o consumo de ácido linoleico conjugado reduziria o tecido adiposo, enquanto aumentaria o conteúdo de proteína, cinzas e água.

No entanto, de acordo com Hur & Park (2007) os efeitos do ácido linoleico conjugado sobre a cinza óssea não têm sido consistentes, demonstrando resultados positivos em alguns estudos, mas não em todos.

Em relação aos efeitos de vitamina E, os dados aqui apresentados também são dessemelhantes dos reportados em pesquisa realizada por Arijmanji et al., (2002), trabalhando com níveis de vitamina E à dieta de camundongos de idades diferentes. De acordo com o autor, a alta dosagem de vitamina E não gerou efeito nos parâmetros de qualidade óssea nos animais mais jovens, contudo, a

suplementação elevou a resistência femoral, melhorou as propriedades materiais dos ossos, assim como aumentou o módulo de elasticidade óssea dos animais mais velhos.

4.4 Densitometria Óssea

Os resultados de densitometria óssea realizada nas tíbias dos animais abatidos aos 49 dias encontram-se na tabela 9.

A unidade de medida utilizada (mm/Al), refere-se a quantidade de alumínio que reage com a hidroxiapatita.

Tabela 9 – Médias de densitometria óssea (mm/Al) em tíbias de frangos de corte com 49 dias de idade.

	Densitometria óssea (mm/Al)		
	0%CLA	2%CLA	4%CLA
0mg vitE	2,18	2,60	3,01
250mg vit E	2,17	2,61	2,92
500mg vit E	2,21	2,36	2,76
	Valores de P		
CLA	<0,0001 *		
Vitamina E	<0,0001 *		
CLA*VE	<0,0001 *		
CV(%)	2,69%		

*Efeito significativo (P<0,05); ns= efeito não significativo(P>0,05).

Como observado, foi encontrado efeito significativo para a interação entre CLA e vitamina E. O desdobramento desta interação vem a ser demonstrado nos gráficos subseqüentes.

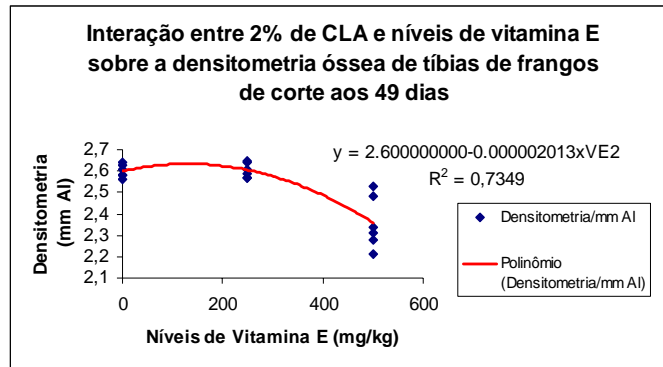


Figura 22 – Gráfico da interação entre 2% de CLA e níveis de vitamina E sobre os valores de densitometria óssea em tíbias de frangos de corte aos 49 dias de idade.

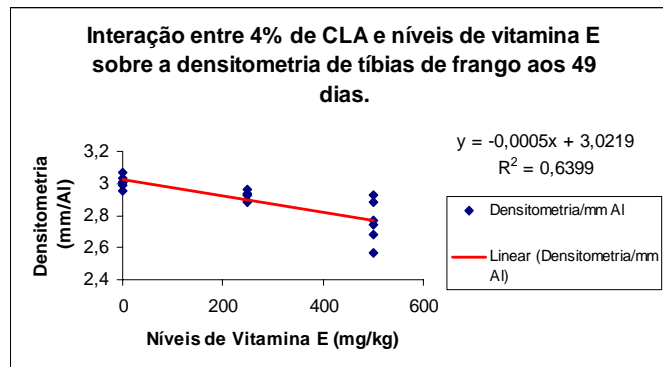


Figura 23 – Gráfico da interação entre 4% de CLA e níveis de vitamina E sobre os valores de densitometria óssea em tíbias de frangos de corte aos 49 dias de idade.

A partir das figuras acima, verifica-se que o comportamento da interação quando administrado tanto 2% CLA apresentou característica quadrática, no qual o melhor valor de densitometria seria alcançado com o nível de 0mg de vitamina E.

Para 4% de CLA, também encontramos o valor de 0mg de vitamina E como mais adequado para o parâmetro densitometria óssea.

Em relação aos valores de CLA em função dos níveis de vitamina E os comportamentos são apresentados nas figuras a seguir.

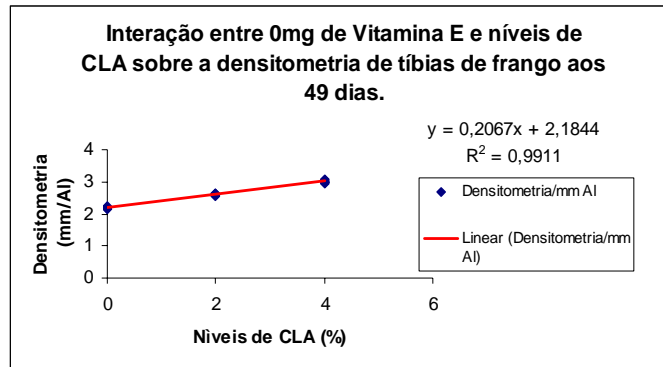


Figura 24 – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 0mg de vitamina E sobre os valores de densitometria óssea em tíbias de frangos de corte aos 49 dias de idade.

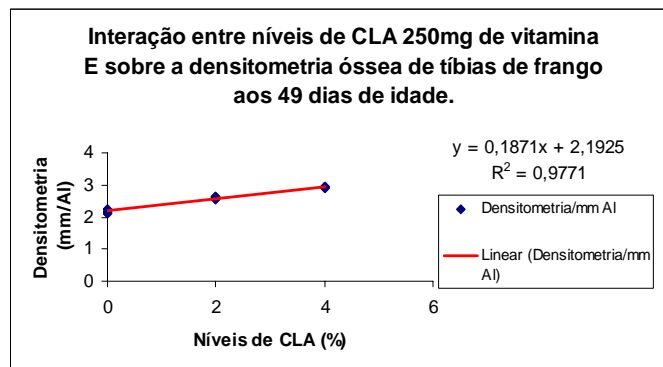


Figura 25 – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 250mg de vitamina E sobre os valores de densitometria óssea em tíbias de frangos de corte aos 49 dias de idade.

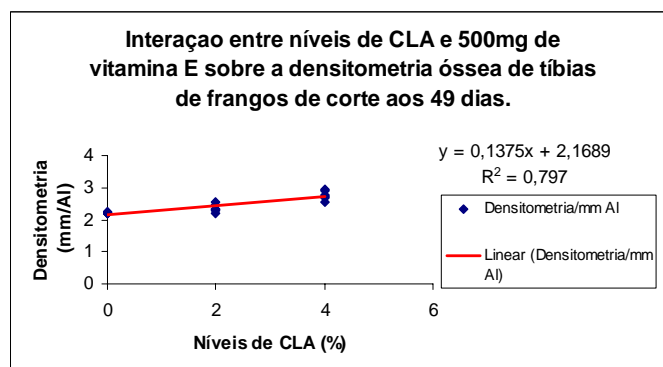


Figura 26 – Gráfico da interação entre níveis de CLA e 500mg de vitamina E sobre os valores de densitometria óssea em tíbias de frangos de corte aos 49 dias de idade.

Em todas as interações, pode-se perceber que a densitometria apresentou melhores valores quando utilizado 4% de CLA, independente do nível de vitamina E adicionado à dieta.

Estas respostas são condizentes com as encontradas em outros estudos.

Park et al., (1997) reportaram que a suplementação da dieta com CLA em camundongos foi responsável por uma redução no tecido adiposo de todo o corpo do animal, aumento na proteína corpórea, quantidade de água e cinzas. O aumento no conteúdo de cinzas do corpo sugere que o ácido linoleico conjugado aumentaria a mineralização e protegeria o organismo contra a perda de massa óssea.

Watkins et al., (2001) encontraram que o ácido linoleico conjugado aumentaria os níveis de osteocalcina e a atividade da fosfatase alcalina (que agiriam como marcadores da formação óssea).

Os resultados encontrados neste estudo também concordam com os observados por Kelly & Cashman (2004), trabalhando com camundongos ovariectomizados, os quais concluíram que a alta dosagem de suplementação de CLA à dieta reduziu a taxa de reabsorção óssea, auxiliando a mineralização e absorção de cálcio pelos animais.

Em relação aos níveis de vitamina E, o observado neste trabalho difere do reportado pela literatura.

Arijmanji et al., (2002) trabalhando com suplementação de vitamina E em camundongos de idades diferentes, não observaram resultados significativos para densidade óssea entre os tratamentos avaliados. No entanto, de acordo com Aburto & Britton, (1998) altas dosagens de vitamina E aliadas à dietas deficientes em cálcio e vitamina D, afetariam negativamente a utilização da vitamina D, causando fragilidade óssea.

4.5 Maciez Objetiva

Os resultados obtidos de maciez objetiva estão dispostos na Tabela 10.

Tabela 10 – Médias de Perda total ao Cozimento e Força de Cisalhamento da carne de peito de frangos de corte com 49 dias de idade.

	Perda Total ao Cozimento (g)			Força de Cisalhamento (kg)		
	0%CLA	2%CLA	4%CLA	0%CLA	2%CLA	4%CLA
0mg vitE	36,025	43,490	30,118	1,130	1,718	1,370
250mg vit E	32,585	39,828	40,853	1,173	1,293	1,365
500mg vit E	41,480	36,548	35,945	1,773	1,433	1,550
	Valores de P					
CLA	0,6708 ns			0,7858 ns		
Vitamina E	0,9530 ns			0,2318 ns		
CLA*VE	0,5415 ns			0,3190 ns		
CV(%)	32,710			30,345		

*Efeito significativo ($P < 0,05$); ns= efeito não significativo ($P > 0,05$)

Não foram encontrados efeitos significativos das adições de CLA e de vitamina E para a perda total ao cozimento e força de cisalhamento em carne de peito de frango aos 49 dias de idade, contrariando informações de Dunshea et al., (2005) sobre qualidade de carne, no qual afirma que a adição de CLA reduz a maciez, aumentando a força de cisalhamento. No entanto, de acordo com o mesmo autor, a firmeza não seria influenciada pela inclusão de CLA.

Gardini (2000), trabalhando com diferentes níveis de vitamina E na dieta de frangos de corte encontrou diferenças significativas tanto em carne de pernas, como peito quanto utilizado o nível de 100mg/kg, tendo este tratamento proporcionado menor força de cisalhamento.

4.6 Perfil de Ácidos Graxos

Os resultados de perfil de ácidos graxos encontrados em carne de peito estão dispostos na tabela 11. As interações significativas são demonstradas pelos gráficos na seqüência.

Como verificado pela tabela, apenas houve efeito significativo para adição de CLA à dieta das aves, concordando com Ostrowska et al. (2003), O'Quinn et al., (2000). Em relação à vitamina E, Cherian et al., (1996), indicam que em poedeiras, a suplementação da dieta com vitamina E resulta em um aumento nos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (n-3) e reduzem o conteúdo de ácidos graxos saturados presentes na gema, tecido adiposo e carne das aves.

Estes resultados concordam com os encontrados por Sirri et al. (2003) em trabalho com frangos, no qual mostrou que a adição de CLA à dieta das aves resultou em menor conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados, particularmente ácido oléico e palmitoleico. O conteúdo de CLA presente na carne de frango também aumentou de acordo com o aumento dos níveis de CLA oferecido às aves.

Em relação a proporção dos ácidos graxos observados, ambos resultados são semelhantes aos observados por Bolukbasi, et al., (2006) sendo os ácidos mirístico, palmítico e esteárico elevaram-se com a utilização do ácido linoleico conjugado à dieta, no entanto, o palmitoleico, oléico, linoleico, linolênico e araquidônico foram reduzidos. A concentração dos isômeros de CLA encontrada na carne de peito aumentou linearmente, conforme apresentado na figura 21.

Para a concentração total de ácidos graxos, foi verificado efeito de CLA para todos os grupos, os quais são: Monoinsaturados (MUFA), Saturados (SFA) e Poliinsaturados (PUFA).

Os ácidos graxos saturados e poliinsaturados aumentaram de acordo com a adição de CLA à dieta, enquanto que a soma de monoinsaturados decaíram. Estes resultados concordam com os observados por Bolukbasi et al. (2006), Szymczyck et al.(2001) e Sirri et al.(2003).

Em relação à vitamina E, os resultados concordam com o encontrado por Hsieh et al. (2002), onde a inclusão da mesma, não produziu diferenças estatisticamente significativas no perfil de ácidos graxos em carne de peito.

Contudo, Cherian et al. (1996) demonstrou que a suplementação da dieta com vitamina E resultou em acréscimo na proporção de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa e decréscimo nos saturados.

O comportamento dos efeitos significativos são apresentados nos gráficos a seguir:

Ácido Graxo (%)	Tratamentos									Valores de P			
	0%CLA 0mg Vit E	0%CLA 250mg Vit E	0%CLA 500mg Vit E	2%CLA 0mg Vit E	2%CLA 250mg Vit E	2%CLA 500mg Vit E	4%CLA 0mg Vit E	4%CLA 250mg Vit E	4%CLA 500mg Vit E	CLA	Vit E	Interação CLA * Vit E	CV (%)
Mirístico	0,527	0,285	0,477	0,608	0,715	0,651	0,333	0,574	0,303	0,046*	0,889 ns	0,324 ns	42,65
Cis-10 pentadecenoico	0,915	0,959	0,569	0,869	1,087	1,164	1,034	0,598	0,856	0,500 ns	0,931 ns	0,515 ns	49,92
Palmítico	18,788	19,651	20,117	22,170	23,344	21,999	22,254	19,935	18,643	0,016*	0,653 ns	0,287 ns	9,78
Palmitoleico	1,644	2,041	2,234	0,000	0,000	0,000	0,338	0,339	0,000	<0,001*	0,897 ns	0,757 ns	82,77
Estearico	7,281	7,269	7,132	8,265	8,149	10,608	9,507	8,266	8,269	0,005*	0,329 ns	0,726 ns	12,95
Oléico	25,087	21,319	23,161	16,516	15,831	18,884	17,674	18,974	17,406	<0,0001*	0,435 ns	0,123 ns	10,33
Linoleico	31,074	31,116	30,165	29,084	27,631	27,357	27,163	28,371	29,054	0,006*	0,956 ns	0,515 ns	6,06
Linolênico	1,686	1,654	1,779	1,843	1,547	1,266	1,302	1,732	1,550	0,371 ns	0,695 ns	0,097 ns	17,78
CLA 9-11	0,000	0,000	0,000	3,438	3,897	3,458	4,963	5,364	5,956	<0,0001*	0,665 ns	0,766 ns	28,10
CLA 10-12	0,000	0,000	0,000	2,766	2,894	2,700	3,671	4,514	4,621	<0,0001*	0,746 ns	0,884 ns	41,85
11,14- eicosadienoico	0,476	0,110	0,248	0,385	0,149	0,500	0,142	0,000	0,000	0,0453*	0,119 ns	0,641 ns	109,11
20:3cis eicosatrienoico	3,081	2,995	2,359	1,707	1,409	2,083	1,081	0,687	1,168	0,0013*	0,820 ns	0,706 ns	47,99
Araquidônico	0,2412	0,216	0,232	0,1202	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0263*	0,812 ns	0,965 ns	193,38
Saturados	26,597	27,205	27,726	31,044	32,208	33,259	32,831	28,774	27,216	0,0010*	0,996 ns	0,469 ns	7,95
Monoinsaturados	27,646	24,319	25,965	17,385	16,917	20,049	19,046	19,911	18,261	<0,0001*	0,591 ns	0,275 ns	11,30
Poliinsaturados	36,559	36,091	34,784	39,344	37,528	37,365	34,204	40,668	42,349	0,0006	0,841 ns	0,517 ns	5,75

Tabela 11 – Perfil de Ácidos Graxos encontrado em carne de peito de frango, aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem

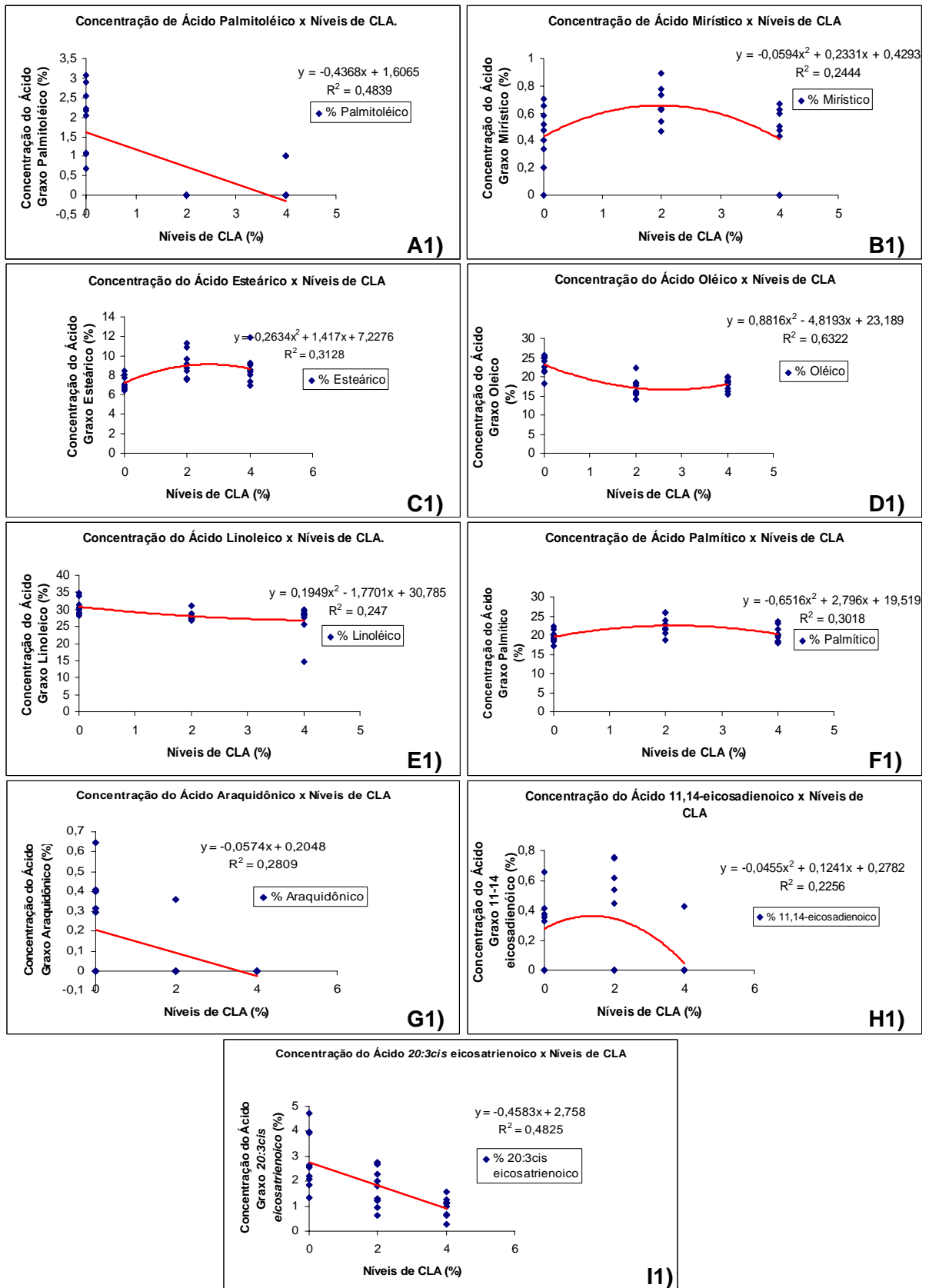


Figura 27 – Concentração de ácidos graxos encontrados em carne de peito de frango, abatidos aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem.

Concentração dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados.

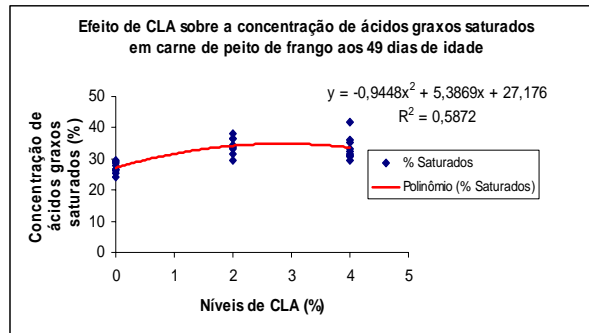


Figura 28 – Concentração de ácidos graxos saturados em carne de peito de frango, abatidos aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem.

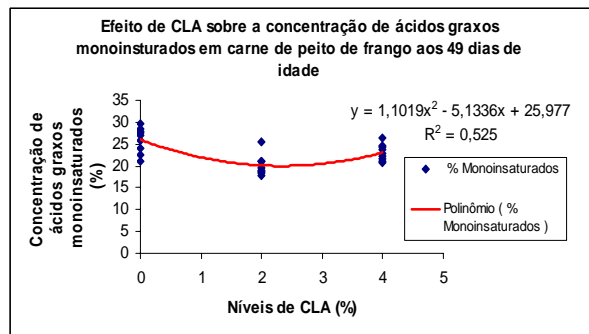


Figura 29 – Concentração de ácidos graxos monoinsaturados em carne de peito de frango, abatidos aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem.

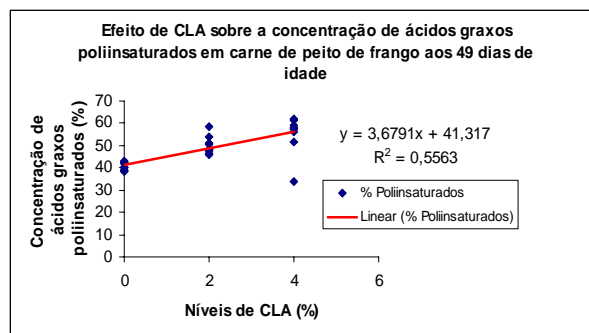


Figura 30 – Concentração de ácidos graxos poliinsaturados em carne de peito de frango, abatidos aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem.

Concentração dos Isômeros *9cis-11trans* e *trans10-cis12*

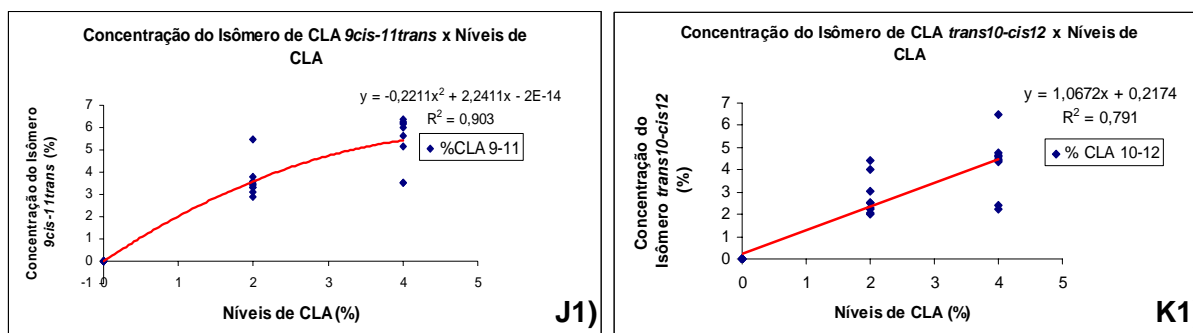


Figura 31 – Concentração de isômeros de CLA encontrados em carne de peito de frango, abatidos aos 49 dias de idade. Valores expressos em porcentagem.

4.7 Colesterol

Os resultados médios de colesterol (mg/1000g) encontrados em carne de peito de frangos de corte estão representados na tabela 12.

Tabela 12 – Concentração média de colesterol encontrado em carne de peito de frangos de corte com 49 dias de idade.

	Colesterol (mg/1000g)		
	0%CLA	2%CLA	4%CLA
0mg vitE	84,667	74,000	65,166
250mg vit E	80,500	74,167	66,333
500mg vit E	83,000	78,000	69,333
	Valores de P		
CLA	<0,0001 *		
Vitamina E	0,0010 *		
CLA*VE	0,0149 *		
CV(%)	3,162%		

*Efeito significativo ($P < 0,05$); ns= efeito não significativo ($P > 0,05$)

Como exposto acima, foi observada interação significativa para entre níveis de CLA e vitamina E sobre o colesterol na carne de peito.

Desta forma, o desdobramento da interação é demonstrado nos gráficos a seguir.

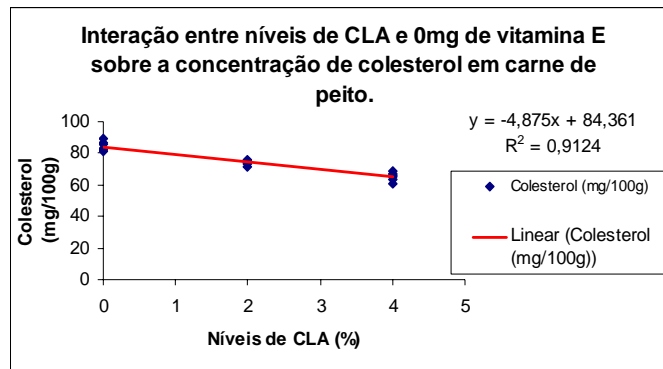


Figura 32 – Interação entre níveis de CLA e 0mg de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte.

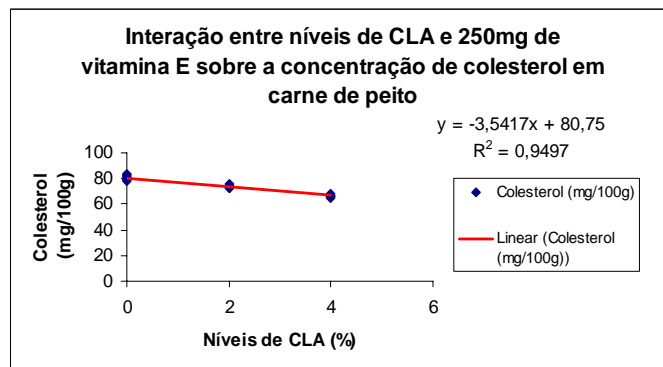


Figura 33 – Interação entre níveis de CLA e 250mg de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte.

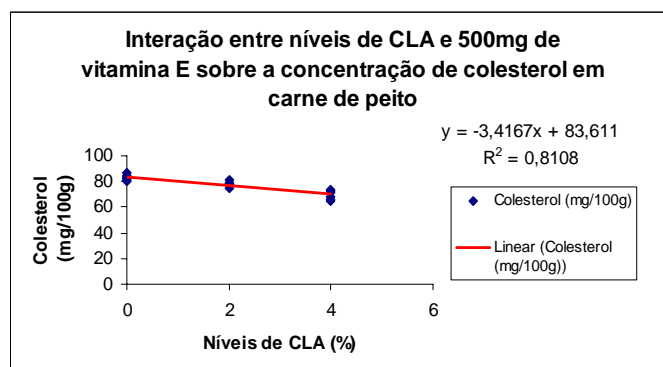


Figura 34 – Interação entre níveis de CLA e 500mg de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte.

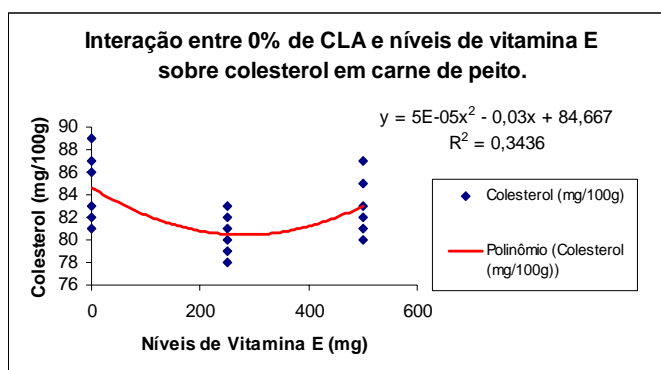


Figura 35 – Interação entre 0% de CLA e níveis de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte.

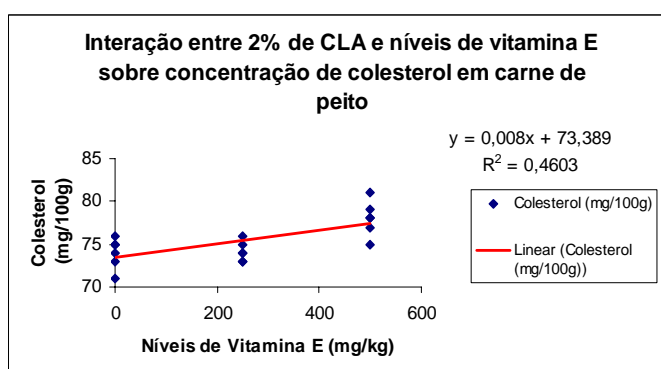


Figura 36 – Interação entre 2% de CLA e níveis de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte.

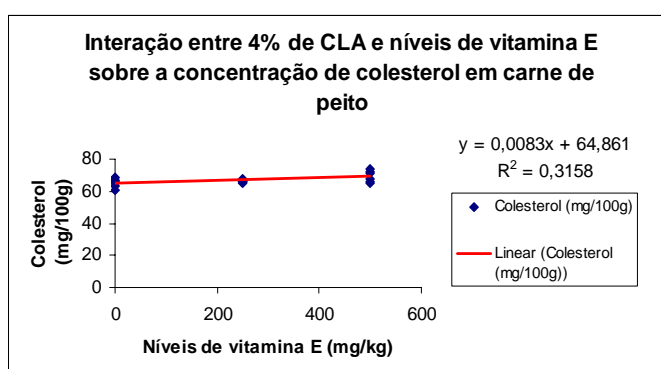


Figura 37 – Interação entre 4% de CLA e níveis de vitamina E sobre a concentração de colesterol em carne de peito de frangos de corte.

Como visualizado, a concentração de colesterol em carne de peito demonstrou comportamento quadrático quando o ácido linoleico conjugado não foi adicionado à dieta das aves. Neste caso, o menor valor de colesterol seria alcançado com a utilização de 281,27mg de vitamina E. No entanto, quando utilizado

2% ou 4% de CLA a interação apresentou comportamento linear, com aumento na concentração de colesterol à medida que elevaram-se as dosagens de vitamina E. Sendo assim, os menores valores de colesterol seriam encontrados com a ausência de vitamina E à dieta.

Através dos gráficos acima, observa-se que as interações para ácido linoleico conjugado em relação aos níveis de vitamina E demonstraram comportamentos lineares, reduzindo-se com o aumento das dosagens de CLA. Dessa forma, encontramos menores concentrações de colesterol, quando utilizado 4% de CLA à dieta, independente do nível de vitamina E utilizado. Estes resultados concordam com os de Gavino et. al., (2000) ao encontrar redução no colesterol total de hamsters suplementados com CLA. Nicolosi et al., (1997) também observaram respostas semelhantes às encontradas neste estudo.

No entanto, observando as interações entre níveis de vitamina E em relação aos níveis de CLA, os resultados discordam com os observados por Bolukbasi et al.(2006), ao verificarem a elevação do colesterol total, com o acréscimo de CLA à dieta. De acordo com os autores, a máxima concentração de colesterol total foi encontrada na carne de aves que receberam 2% de CLA.

Szymczyk et al. (2000) também observaram elevação do colesterol vinculado à suplementação com o ácido linoleico conjugado, diferentemente do encontrado neste trabalho.

Contudo, de acordo com Bissounath et al., (2006) o ácido linoleico conjugado demonstra não produzir resultados idênticos em todos os estudos.

4.8 Valores de TBARS

Os resultados de valores de TBARS são demonstrados na tabela 13.

Tabela 13 – Médias encontradas para valores de TBARS em carne de peito de frango (mg/1000g).

	TBARS – tempo Zero dias (mg/1000g)			TBARS – tempo 7 dias (mg/1000g)			TBARS – tempo 30 dias (mg/1000g)		
	0%CLA	2%CLA	4%CLA	0%CLA	2%CLA	4%CLA	0%CLA	2%CLA	4%CLA
0mg vitE	0,29	0,29	0,29	0,23	0,19	0,26	0,22	0,22	0,18
250mg vit E	0,16	0,29	0,20	0,25	0,24	0,24	0,17	0,21	0,20
500mg vit E	0,27	0,30	0,31	0,19	0,19	0,18	0,18	0,19	0,17
	Valores de P								
CLA	<0,0001			0,0123			0,0003		
Vitamina E	<0,0001			<0,0001			0,0001		
CLA*VE	<0,0001*			0,0007*			0,0002*		
CV(%)	8,612%			9,356%			8,796%		

*Efeito significativo (P<0,05); ns= efeito não significativo (P>0,05)

Como observado na tabela acima, todas as interações tiveram resultados significativos. Dessa foram, o desdobramento das mesmas estão dispostos nos próximos gráficos na seqüência.

4.8.1 TBARS – Tempo 0 dias

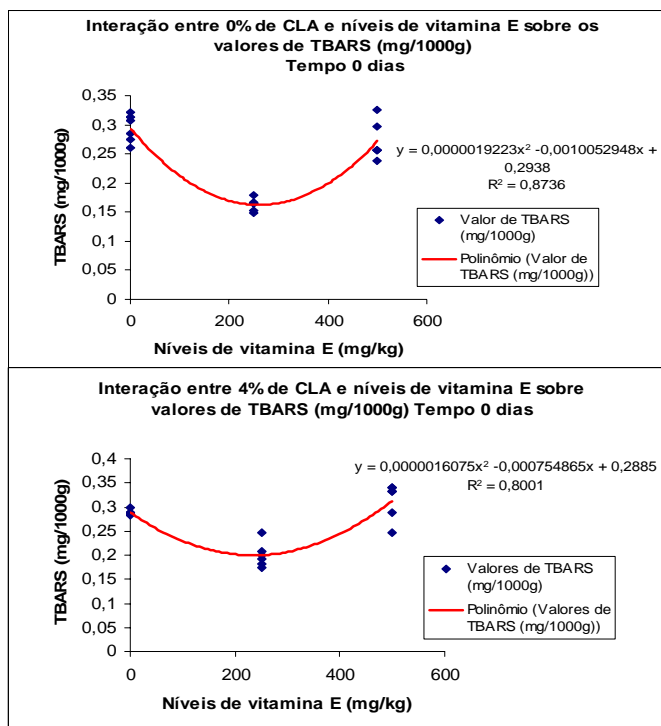


Figura 38 – Interação entre níveis de Vitamina E e 2% e 4% de CLA sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte – tempo zero dias.

Como observado, tanto com a ausência quanto a utilização de 4% de CLA em relação aos níveis de vitamina E resultaram em comportamento quadrático, sendo os menores valores de TBARS obtidos quando utilizados 261,48 e 234,80mg/kg de vitamina E respectivamente.

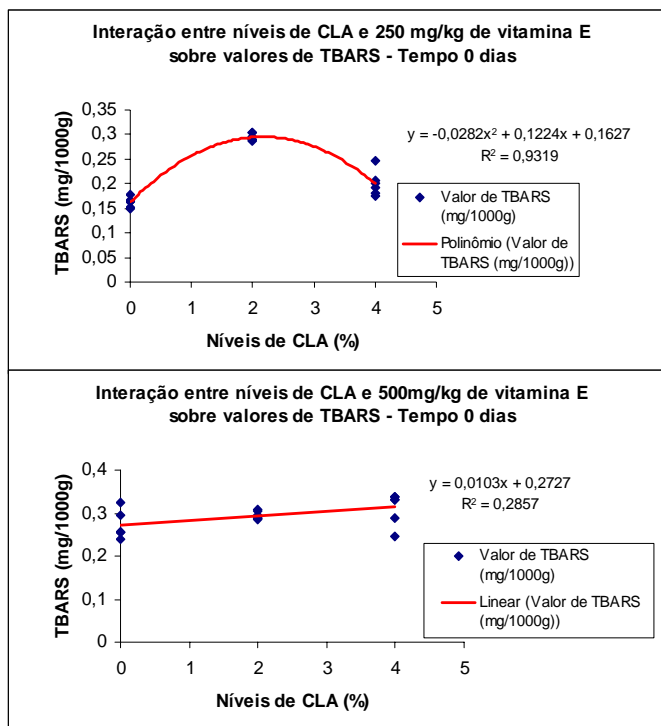


Figura 39 – Interação entre níveis de CLA e 250mg e 500mg de vitamina E sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte – tempo zero dias.

Quando avaliados os níveis de CLA em relação ao nível de vitamina E utilizado, observa-se efeito quadrático para 250mg/kg de vitamina E em relação aos níveis de CLA e comportamento linear para a dosagem de 500mg/kg em relação às de CLA, sendo os menores valores de TBARS encontrados com o nível de 0% de CLA.

Ambos os resultados concordam com o verificado por Mercier et al., (2001) em trabalho avaliando a suplementação de vitamina E e diferentes tipos de lipídios à dieta de perus. Os autores também observaram interações significativas entre a fonte de gordura e a suplementação de vitamina E sobre valores de TBARS, assim como Ashgar et al., (1990) ao reportar que a relação da oxidação dos lipídios de membrana na carne de frangos era dependente do conteúdo de lipídios e do teor de vitamina E presentes na dieta dos animais.

Em relação aos efeitos do ácido linoleico conjugado, os resultados encontrados no dia 0 diferem do comprovado por Du et.al. (2000) indicando que as aves alimentadas com ácido linoleico conjugado possuíram os menores valores de TBARS do que o tratamento controle. De acordo com os autores, com o acréscimo dos níveis de CLA, os valores de TBARS reduziram, sendo os mais baixos obtidos

com a suplementação de 5,0% de ácido linoleico conjugado à dieta. No entanto, concordam com o pesquisado por Martin et al., (2007) que verificaram o menor valor de TBARS na carne de suínos quando o ácido linoleico conjugado não foi suplementado à dieta dos animais.

4.8.2 TBARS – Tempo 7 dias

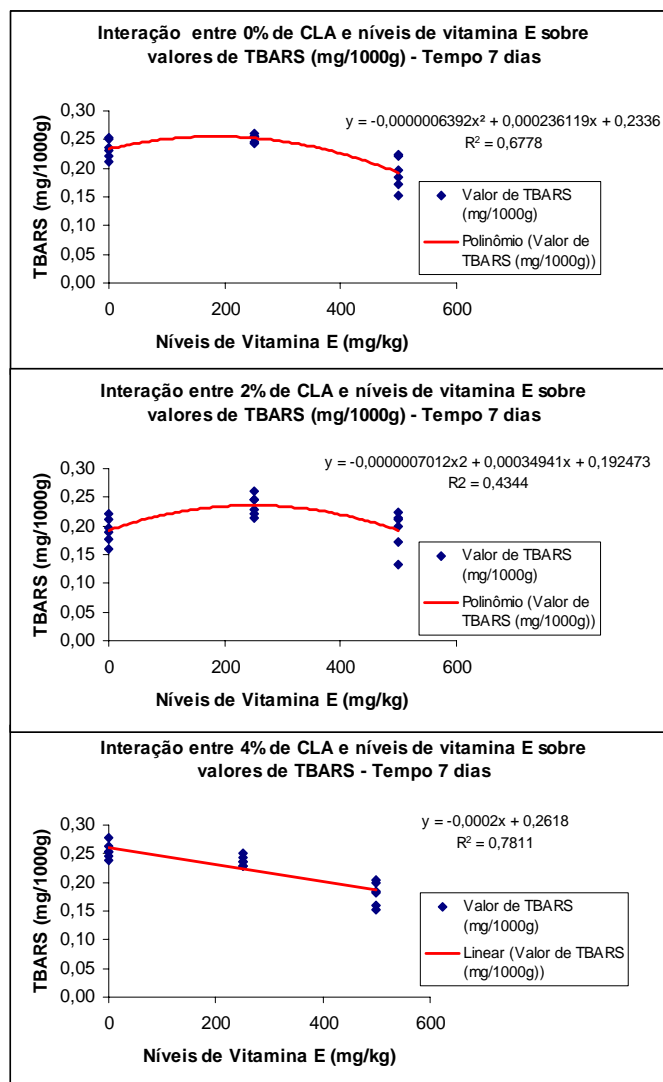


Figura 40 – Interação entre 0%, 2% e 4% de CLA e níveis de vitamina E sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte – tempo sete dias.

Sob armazenamento à 4°C durante 7 dias, os valores de TBARS para a interação entre níveis de CLA em relação à vitamina E assumiram comportamentos

quadráticos para 0% e 2% de CLA e comportamento linear decrescente quando utilizado 4% de CLA. Em ambos os níveis de CLA, os menores valores de TBARS foram observados com a dosagem de 500mg/kg de vitamina E.

Estes resultados concordam com o encontrado por Oriani et al., (2001) em trabalho com suplementação de vitamina E em dietas de coelhos, o qual reportou decréscimo nos valores de TBARS no músculo, com o aumento dos níveis de vitamina E adicionado à dieta.

Sob 7 dias de armazenamento, este resultado é semelhante ao concluído por Zanini et.al., (2006) o qual verificou que sob refrigeração, a oxidação lipídica foi minimizada pelo efeito sinérgico entre o ácido linoleico conjugado e a fonte de gordura utilizada.

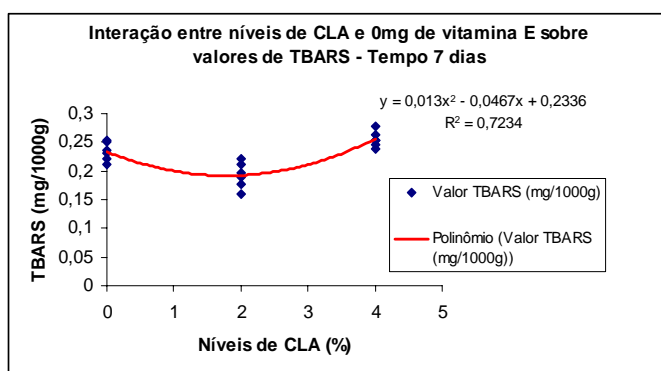


Figura 41 – Interação entre níveis de CLA e 0mg de vitamina E sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte após 7 dias de armazenagem à 4°C.

De acordo com a tabela 13, com a ausência de vitamina E suplementada à dieta dos animais, o menor valor de TBARS encontrado foi obtido com o nível de 1,79% de CLA. Com o máximo valor utilizado de CLA, 4%, os valores de TBARS foram superiores ao tratamento com ausência de vitamina E, diferindo do observado por Du et.al, (2000) o qual encontrou diminuição dos valores de TBARS em carne de frango sob condições aeróbicas de armazenagem, com o acréscimo da concentração do ácido linoleico conjugado à dieta dos animais. De acordo com os autores, após 7 dias de armazenagem, os valores de TBARS apresentaram-se superiores àqueles no dia 0, indicando desenvolvimento significativo das reações de oxidação. No mesmo trabalho, os valores de TBARS da carne das aves alimentadas com CLA foram inferiores ao grupo controle, sem a suplementação. O maior nível de suplementação resultou em diminuição na oxidação lipídica, resultados estes, dessemelhantes ao observado neste estudo.

Resultados díspares também foram verificados por Bolukbasi et.al.(2006), o qual obteve redução significativa nos valores de TBARS de acordo com o aumento dos níveis de ácido linoleico conjugado à dieta. Os autores reportam que as dosagens mais altas de CLA foram responsáveis pelos menores valores de TBARS, para todos os tempos de armazenamento.

4.8.3 TBARS – Tempo 30 dias

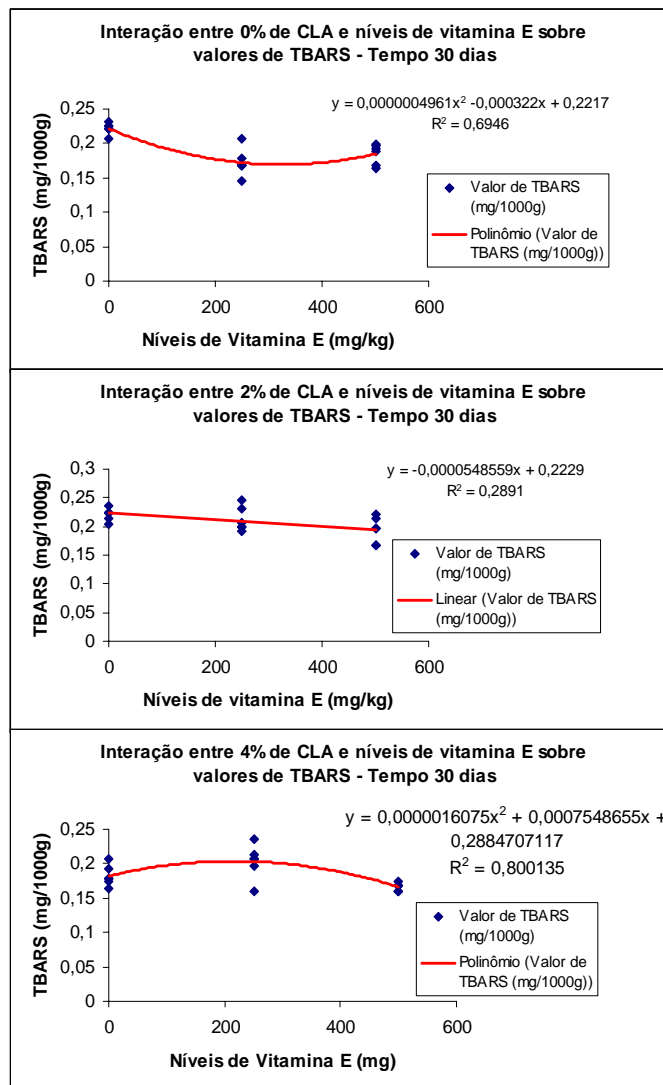


Figura 42 – Interação entre 0%, 2% e 4% de CLA e níveis de vitamina E sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte – após 30 dias de armazenagem à 4°C.

Sob 30 dias de armazenagem à 4°C, os menores valores de TBARS foram observados com os níveis de 324,53mg/kg para o nível de 0% de CLA e 500mg para os níveis de 2% e 4% de inclusão.

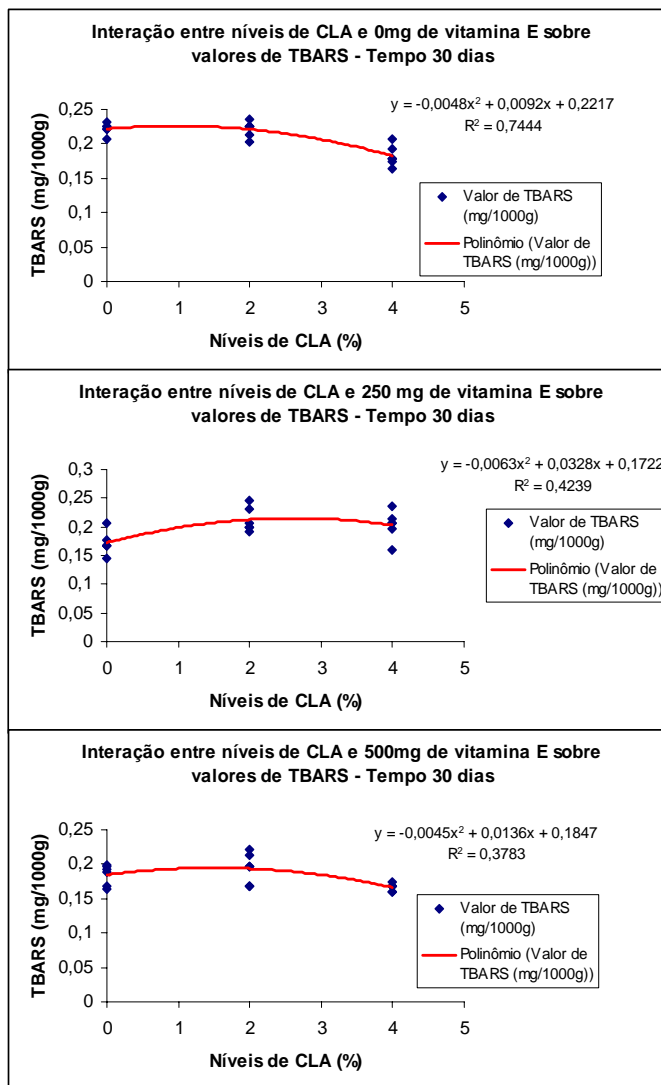


Figura 43 – Interação entre níveis de CLA e 0mg; 250mg e 500mg de vitamina E sobre valores de TBARS em carne de peito de frangos de corte – após 30 dias de armazenagem à 4°C.

Com a utilização de 0mg e 500mg de vitamina E o menor valor de TBARS foi observado com a adição de 4% de CLA. Com a inclusão de 250mg de vitamina E a melhor resposta foi obtida com a não adição do ácido linoleico conjugado, sob armazenagem por 30 dias à 4°C.

Estes resultados concordam parcialmente com os observados por Guo et al.(2001) em trabalho utilizando suplementação de vitamina E à dieta de frangos de

corte, e armazenamento da carne de peito por 4 dias sob temperatura de 4°C, no qual os valores de TBARS reduziram à medida do aumento de vitamina E à dieta.

Hsieh et al., (2002) também observou redução dos valores de TBARS com o aumento dos níveis de vitamina E à dieta. Segundo os autores, níveis elevados de vitamina E às dietas aumentariam as concentrações nos tecidos gerando melhora do equilíbrio das estruturas das membranas celulares, e com isso, o aumento da estabilidade oxidativa dos tecidos.

Em relação ao ácido linoleico conjugado, os resultados encontrados nesta dissertação diferem do verificados por Du et al. (2002) o qual obteve menores valores de TBARS à medida do aumento do nível de CLA adicionado à dieta, em carnes de peito de frango, tanto nas amostras que possuíram contato com o ar, quanto aquelas embaladas à vácuo.

4.9 Análise Sensorial

Os resultados encontrados pela análise sensorial estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Médias encontradas para parâmetros sensoriais em carne de peito de frango abatido aos 49 dias de idade.

	Médias						Valor de P			CV (%)
	0% CLA	2% CLA	4% CLA	0mg Vit E	250mg Vit E	500mg Vit E	CLA	Vit. E	CLA*VE	
Aroma	5,99	6,21	6,08	5,93	6,07	6,28	0,728 ns	0,449 ns	0,944 ns	27,52
Sabor	6,33b	6,64a	6,33ab	6,08	6,74	6,49	0,035 *	0,289 ns	0,532 ns	26,02
Firmeza	6,50ab	7,08a	6,89b	6,86d	7,15c	6,46cd	0,018 *	0,030 *	0,359 ns	21,05
Suculência	5,94ab	6,63a	6,50b	6,32c	6,74c	6,01c	0,029 *	0,043 *	0,835 ns	28,29

*Efeito significativo ($P < 0,05$); ns= efeito não significativo ($P > 0,05$); Médias seguidas por letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Foram encontrados efeitos de CLA para sabor, firmeza e suculência e efeito de vitamina E foi encontrado para firmeza e suculência.

Ambos resultados concordam com Du et al. (2003), no qual encontrou efeito de CLA para firmeza e suculência em carne de frango. De acordo com o autor, a

carne se tornou mais firme e menos suculenta, a medida que o nível de CLA foi aumentado na dieta das aves. De acordo com o mesmo, uma dieta com CLA reduziria a proporção de ácidos graxos insaturados, o que reduziria o ponto de fusão dos lipídios e dessa forma, tornaria a carne mais desidratada.

De acordo com Park et al. (1997), as mudanças ocorridas na textura da carne também podem ser causadas pela diferença no conteúdo de proteínas, uma vez que o CLA é reportado por aumentar o conteúdo de proteína no músculo.

Em relação aos efeitos de vitamina E, os resultados encontrados são semelhantes aos de Ohene-Adjei et al. (2004), em trabalho com suínos, no qual a suculência foi superior de acordo com o aumento na dosagem de vitamina E oferecida na dieta dos animais, no entanto não foi observada diferença significativa em relação à textura, contrariamente ao verificado nesta dissertação.

5 CONCLUSÕES

No presente estudo, verifica-se que os parâmetros de ganho de peso e consumo de ração são dependentes dos níveis de inclusão de CLA e vitamina E, tal como o rendimento de pernas. A adição de ácido linoleico conjugado reduziu o rendimento de asas, e elevou a porcentagem de gordura animal.

A suplementação não gerou efeitos sobre maciez objetiva e resistência óssea, no entanto, a adição de ácido linoleico conjugado E proporcionou maior densidade às tíbias, o nível de 2% e CLA à dieta proporcionou uma carne mais firme, com sabor mais pronunciado e menos suculenta, já a dosagem de 250mg de vitamina E resultou em aumento na firmeza e suculência.

Em relação ao perfil de ácidos graxos e colesterol, a adição de ácido linoleico conjugado apresentou-se benéfica, favorecendo a concentração de poliinsaturados e reduzindo a de monoinsaturados e a de colesterol. No entanto, o menor valor de ácidos saturados foi obtido sem a inclusão de CLA.

Em consideração aos valores de TBARS, verifica-se a dependência entre os níveis de vitamina E e CLA, como dos períodos de armazenagem, indicando que o desenvolvimento da peroxidação lipídica ocorre dependentemente do conteúdo de lipídios e vitamina E presente à dieta.

Para melhoria do perfil de ácidos graxos e colesterol a utilização de CLA demonstrou ser conveniente. Em relação aos parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e valores de TBARS, a utilização concomitantemente de CLA e vitamina E deve ser reavaliada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABURTO, A., BRITTON, W.M., Effects and interactions of dietary levels of Vitamins A and E and cholecalciferol in broiler chickens. **Poultry Science**, v.77, p. 666 – 673, 1998

AHN, D.U., et al., Effect of conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. **Poultry Science**, v. 78, p. 922 – 928, 1999.

ALL, T. et al., A newly discovered effect of conjugated linoleic acid: damage to the hatchability of fowl eggs. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 246 – 247, 1999.

ARAÚJO, L.F., et al. Utilização do ácido linoleico conjugado e de diferentes fontes de óleo na dieta de frangos de corte na fase inicial. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Supl.6, p. 38, 2004.

ARJMANJI, B.H., et al. Vitamin E improves bone quality in the aged but not in adult male mice. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 13, p. 543-549, 2002.

ASHGAR, et al., Effects of lipid composition and α -tocopherol supplementation on membranal lipid oxidation in broiler meat. **Journal of Food Science**, v. 55, p. 46 – 50, 1990.

AYDIN, R., Conjugated linoleic acid: chemical structure, sources and biological properties. **Turkish Journal of Veterinary Animal Science**, v.29, p.189-195, 2005.

AYDIN, R., PARIZA, M., COOK, M., Olive oil prevents the adverse effects of dietary conjugated linoleic acid on hatchability and egg quality. **Journal of Nutrition**, v. 131, p. 800 – 806, 2001.

AZAIN, M.J., et al. Dietary Conjugated Linoleic Acid Reduces Rat Adipose Tissue Cell Size Rather than Cell Number. **Journal of Nutrition**, v.10, p. 1548 – 1554, 2000.

BADINGA, L., et al. Dietary conjugated linoleic acid alters hepatic lipids content fatty acid composition in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 82, p. 111-116, 2003.

BARRETO, S.L.T.; FERREIRA, W.M.; MORAES, T. Efeito de níveis de vitamina E na dieta sobre o desempenho e concentração de alfa-tocoferol na carne de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 4, 1999

BATTACHARYA, A., et al. Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 17, p. 789-810, 2006.

BAUMAN, D.E., et al., Technical note: production of butter with enhanced conjugated linoleic acid for use in biomedical studies with animal models. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 2242 – 2245, 2000.

BEE, G., Dietary conjugated linoleic acid alter adipose tissue and milk lipids of pregnant and lacting sows. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 2292 – 2298, 2000.

BEHARKA, A.A., et.al., Long – term dietary antioxidant supplementation reduces production of selected inflammatory mediators by murine macrophages. **Nutrition Research**, v. 20, p. 281 – 296, 2000.

BELURY, M.A., Nickel, K., Bird, P.C.E., Wu, Y., Dietary conjugated linoleic acid modulation of phorbol ester skin tumor promotion. **Nutrition and Cancer** v.26, p.149-157, 1996.

BISSOUNATH et al., The effects of t10,c12 CLA isomer compared with c9,t11 CLA isomer on lipid metabolism and body composition in hamsters. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 17, p. 597 – 603, 2006.

BOLUKBASI, S.C., Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on broiler performance, serum lipoprotein content, muscle fatty acid composition and meat quality during refrigerated storage. **British Poultry Science**, v. 47, n.4, p. 470-476, 2006.

BRETILLON, L. et al., Effects of conjugated linoleic acid isomers on the hepatic microsomal desaturation activities in vitro. **Lipids**. v.34, p. 965 – 969, 1999.

BROWNBILL, R.A., PETROSIAN, M., ILICH, J.Z., Association between dietary conjugated acid and bone mineral density in postmenopausal women. **Journal of American College of Nutrition** V. 24, p.177 – 181, 2005.

CANTWELL, H., et al., The effect of conjugated linoleic acid on the antioxidant enzyme defense system in rat hepatocytes. **Lipids**, v.34, p. 833 – 839, 1999.

CHAMRUSPOLLERT, M., SELL, J.L., Transfer of conjugated linoleic acid to egg yolks of chickens. **Poultry Science**, v.78, p. 1138 – 1150, 1999.

CHARMLEY, E. et. al., Plasma and Hepatic α -Tocopherol in Cattle Following Oral or Intramuscular Supplementation. **Journal of Dairy Science**, v.75, 804-810, 1992.

CHEN, Z.Y., et al., Reassessment of the antioxidant activity of conjugated linoleic acid. **Journal of American Oil Chemical Society**, v. 74, p. 749 – 753, 1997.

CHERIAN, G. WOLFE, F.W., SIM, J.S., Dietary oils with added tocopherols: effects on egg and tissue tocopherols, fatty acids, and oxidative stability. **Poultry Science**, v. 75., p. 423-431, 1996.

CHIN, S.F. et al., Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a new recognized class of anticarcinogens. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.5, p.185 – 197, 1992.

CHIN, S.F., STORKSON, J.M., LIU W., ALBRIGHT, K.J., and PARIZA, M.W., Conjugated linoleic acid (9,11 and 10,12 – octadienoic acid) is produced in conventional but not germ-free rats fed linoleic acid. **Journal of Nutrition**, v.124, p.694-701, 1994.

CHOUINARD, P., et al., Conjugated linoleic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows. **Journal of Nutrition**, v. 129, p.1579 – 1584, 1999.

COCHRAN, W.G., COX, G., **Experimental designs**. 2nd Edition, Canada, 617p, 1957.

CONNOR, W.E., Importance of n-3 fatty acids in health and disease **American Journal of Clinical Nutrition**, (Suppl.) v.71 p. 171s-175s,2000

COOK, M.E., et al., Immune modulation by altered nutrient metabolism-nutritional control of immune-induced growth depression. **Poultry Science**, v. 72, p. 1301 – 1305, 1993.

COOK, M.E., JEROME, D.L., PARIZA, M.W., Broilers fed conjugated linoleic acid had enhanced bone ash. **Poultry Science**, v. 76, p. 162., 1997.

CORINO C., et.al., Improvement of colour and lipid stability of rabbit meat by dietary supplementation with vitamin E. **Meat Science**, v. 52, p. 285 – 289, 1999.

CORINO, C., et al. Influences of dietary conjugated linoleic acid and total lysine content on growth, carcass characteristics and meat quality on heavy pigs. **Meat Science**, doi: 10.1016/j.meatsci.2007.10.001, 2007

CORINO, C., et al., Influence of dietary conjugated linoleic acids (CLA) and age at slaughtering on meat quality and intramuscular collagen in rabbits. **Meat Science**, v. 66, p. 97-103, 2003.

DE DECKERE, E. A., et. al., Effects of conjugated linoleic acid (CLA) isomers on lipid levels and peroxisome proliferation in the hamster. **British Journal of Nutrition**, v.82, p.309-317,1999.

DELANEY, J.P., et. al., Conjugated linoleic acid rapidly reduces body fat content in mice, without affecting energy intake **American Journal Physiology – Regulatory, integrative and Comparative Physiology**, v. 276, p. 1172-1179, 1999.

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**, v. 60, p.9 – 15, 2002.

DU, M. et al., Influence of dietary conjugated linoleic acid on volatile profiles, color and lipid oxidation of irradiated raw chicken meat. **Meat Science**, v. 56, p. 387 – 395, 2000.

DU, M., et al. Quality characteristics of irradiated chicken breast rolls from broilers fed different levels of conjugated linoleic acid. **Meat Science**, v.63, p.249-255, 2003.

DUCY, P., et al., Leptin inhibits bone formation through a hypothalamic relay: a central control of bone mass. **Cell**, v.10, p.197 – 207, 2000.

DUGAN, M.E.R., et. al., The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, p. 723-725, 1997.

DUGAN, M.E.R., et al. Effects of feeding different levels of conjugated linoleic acid and total oil to pigs on live animal performance and carcass composition. **Canadian Journal of Animal Science**, p. 505-510, 2001.

DUNSHEA, F.R., et al., Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. **Meat Science**, v.71, p.8-38, 2005.

FERREIRA, V.L.P., et al., **Análise Sensorial – Testes discriminativos e afetivos**. SBCTA, 127p, Campinas – SP, 2000.

FOGERTY, A.C., FORD, G.L., SVORONOS, D., Octadeca 9 – 11 dienoic acid in foodstuffs and in the lipids of human blood and breast milk. **Nutrition Reports International**, v. 38, 937 – 944., 1988.

FRIGG, M., WHITEHEAD, C.C., WEBER, S. Absence of effects of dietary - tocopherol on egg yolk pigmentation. **British. Poultry. Science.**, v.33, p.347-353, 1992.

FRONING, G.W., UIJTTEENBOOGAART, T.G., Effect of postmortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 67, p. 1536 – 1544, 1988.

GARDINI, C.H.C., **Efeito da vitamina E no desempenho e qualidade da carne de fangos de corte**. 2000. 52p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

GAVINO, V.C. et al., An isomeric mixture of conjugated linoleic acids but not pure cis-9, trans-11-octadecadienoic acid affects body weight and plasma lipids in hamsters. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 27 – 29, 2000.

GUO, Y. et al. Effects on supplementation with vitamin E on the performance and the tissue peroxidation of broiler chicks and the stability of thigh meat against oxidative deterioration. **Animal Feed Science and Technology**, v.89, p. 165-173, 2001.

HA, Y.L., STORKSON, J., PARIZA, M.W., Inhibition of benzo(a) pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. **Cancer Research**, v.50, p. 1097-1101, 1990.

- HAMIL, T. W., SOLIMAN, M. A. Determination of cholesterol by p-nitrobenzoate derivatization and liquid chromatography. **Journal of AOAC International**, v. 77, p. 1190-1196,
- HARTMAN, L., LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, p. 475, 1973.
- HSIEH, H.F., et al. Effect of dietary monounsaturated/saturated fatty acid ratio on fatty acid composition and oxidative stability of tissues in broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 95, p. 189-204, 2002.
- HUR et al., Effect of dietary conjugated acid in lipid characteristics of egg yolk. **Journal of Animal Science**, v.16, p. 1165 – 1170, 2003.
- HUR, S.J., PARK Y., Effect of conjugated linoleic acid on bone formation and rheumatoid arthritis. **European Journal of Pharmacology**, v. 568, p. 16 – 24, 2007.
- IP, C. et al., Inhibition of Benzo(a)pyrene-induced Mouse Forestomach Neoplasia by Conjugated Dienoic Derivatives of Linoleic Acid. **Cancer Research**, v.50, p. 1097 – 1101, 1990.
- IP, C., Scimeca, J.A., Thompson, H., Effect of timing and duration of dietary conjugated linoleic acid in mammary cancer prevention. **Nutrition and Cancer**, v.24, p.241-247, 1995.
- JACKOBSEN, K., ENGBERG, R.M., ANDERSEN, J.O. et al. Supplementation of broiler diets with all-rac- α - or a mixture of natural source RRR- α -tocopheryl acetate. 1. Effect on vitamin E status of broilers in vivo and at slaughter. **Poultry Science**, v.74, p.1984-1994, 1995.
- JENSEN, C., LAURIDSEN, C., BERTELSEN, G., Dietary vitamin E: Quality and storage stability of pork and poultry. **Trends in Food Science and Technology**, v. 9, p. 62 – 72, 1998.
- JOO, S.T., et al., Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color, and water-holding capacity of pork loin. **Journal of Animal Science** v. 801, p. 108-112, 2002.
- KEIM, N.L., et al. Advances in conjugated linoleic acid research, **AOCS Press**; v. 2, p. 316 – 324, 2003.
- KELLY, O., CASHMAN, K.D., The effect of conjugated linoleic acid on calcium absorption and bone metabolism and composition in adult ovariectomised rats. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v.71, p. 295 – 301, (2004)
- KELLY, O., et al., The effect of polyunsaturated fatty acids, including conjugated linoleic acid, on calcium absorption and bone metabolism and composition in young growing rats. **British Journal of Nutrition**, v. 90, p. 743 – 750, 2003.

KENNEDY, D.A., et al. Economic effects of increased vitamin E supplementation of broiler diets on commercial broiler production. **British Poultry Science**, v.33, p.1015-1023, 1992.

KEPLER, C.R., HIRONS, K.P., MCNEILL, J.J., & TOVE, S.B., Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. **Journal of Biological Chemistry**, v.241, p. 1350-1354, 1966.

KISHINO, S., et al., Structural analysis of conjugated linoleic acid produced by *Lactobacillus plantarum*, and factors affecting isomer production. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v. 67, p. 179-182, 2003.

LANARI, M.C., et al., Effect of dietary tocopherols and tocotrienols on the antioxidant status and lipid stability of chicken. **Meat Science**, v. 68, p. 155 – 162, 2004.

LAURIDSEN, C., BUCKLEY, D.J., MORRISEY, P.A., Influence of Dietary Fat and Vitamin E Supplementation on α -Tocopherol Levels and Fatty Acid Profiles in Chicken Muscle Membranal Fractions and on Susceptibility to Lipid Peroxidation., **Meat Science**, v. 46, p. 9 – 22, 1997.

LEE, K.N., KRITSCHESKY, D., PARIZA, M.W., Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. **Atherosclerosis**. v. 108, p. 19 – 25, 1994.

LEE, K.N., Storkson, J.M., Pariza, M.W., Dietary conjugated linoleic acid changes fatty acid composition in different tissues by decreasing monosaturated fatty acids. **Institute of Food Tech. Annual Meeting** (Abstr), p. 183., 1995.

LI, Y. et al., Dietary conjugated linoleic acids alter serum IGF-I and IGF binding protein concentrations and reduce bone formation in rats fed (n-6) or (n-3) fatty acids. **Journal of Bone Mineral Research**, v. 14, p. 1153 – 1162, 1999.

LOOR, J.J.& HERBEIN, J.H., Exogenous conjugated linoleic acid isomers reduce bovine milk concentration and yield by inhibiting de novo fatty acid synthesis. **Journal of Nutrition**, v.78, p.2411 – 2419, 1998.

MACKIE, E.J., Osteoblasts: novel roles in orchestration of skeletal architecture. **International Journal of Biochemistry**, v. 35, p. 1301 – 1305, 2003.

MARTIN, D. et al., Fatty acid composition and oxidative susceptibility of fresh loin and liver from pigs fed conjugated linoleic acid in combination with monounsaturated fatty acids. **Food Chemistry**, doi:10.1016/j.foodchem.2007.10.048.

MARTIN, J.C., & VALLEILE, K., Conjugated linoleic acids: all the same or the to everyone its own function?. **Reproduction Nutrition Development**, v. 42, p. 525 – 536, 2002.

MAYNARD, L.A., et al., **Animal Nutrition**. 7th edition, McGraw-Hill, New York, 1979.

MCDOWELL, L.R., **Vitamins in animal and human nutrition**, 2nd edition, Iowa State University Press, p. 155, 2000.

MELHUS, H., et al., Smoking, antioxidant vitamins and the risk of hip fracture. **Journal of Bone Mineral Research**, v. 14, p. 129 – 135, 1999.

MERCIER, et.al., Lipid and protein oxidation in microsomal fraction from turkeys: influence of dietary fat and vitamin E supplementation. **Meat Science**, v. 58, p. 125 – 134, 2001.

MONAHAN, F.J., et al., Effect of dietary lipid and vitamin E supplementation on free radical production and lipid oxidation in porcine microsomal fractions. **Food Chemistry**, v.46, p. 1 – 6, 1993.

MONAHAN, F.J., et.al., Effect of dietary alpha-tocopherol supplementation on alpha-tocopherol levels in porcine tissues and on susceptibility to lipid peroxidation. **Journal of Food Science Nutrition**, v.42, p. 203 – 212, 1990.

MORRISSEY, P.A., et. al., Vitamin E and meat quality. **Proceedings on the Nutrition Society**, v.53., p. 289 – 295, 1994.

MYIAURA, C. et al., An essential role of cytosolic phospholipase A2 alpha in prostaglandin E2 – mediated bone resorption associated with inflammation. **Journal of Experimental Medicine**, v. 197, p. 1303 – 1310, 2003.

NAGAO, K., YANAGITA, T., Conjugated Fatty Acids in food and their health benefits., **Journal of bioscience and bioengineering**. Vol. 100, n^o2., p. 152-157, 2005.

NAM, K.C., et.al., Effect of dietary vitamin E and irradiation on lipid oxidation, color and volatiles of fresh and previously frozen turkey breast patties. **Meat Science**, v. 65, p. 513 – 521, 2003.

NICOLOSI, R.J., et al., Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherogenesis in hypercholesterolemic hamsters. **Artery**, v. 22, p. 266 – 277, 1997.

O'QUINN, P.R., et al., Effects of source and level of added chromium on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.76., Supl.2, 2000.

OHENE-ADJEY, S., et al., Effect of vitamin E, low dose irradiation, and display time on the quality of pork. **Meat Science**, v.68, p.19-26, 2004.

ORIANI, G. et al., Oxidative status of plasma and muscle in rabbits supplemented with dietary vitamin E. **Journal of Nutrition Biochemistry**, v. 12, p. 138 – 143, 2001.

OSTROWSKA, E., et al., Dietary conjugated linoleic acids increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs. **Journal of nutrition**, 129, 2037-2042., 1999.

OSTROWSKA, E., et al., Linoleic conjugated acid differentially alters fatty acid composition and increases conjugated linoleic acid content in porcine adipose tissue. **British Journal of Nutrition**, v. 90, p. 915-928, 2003

PARIZA, M.W., PARK, Y., COOK, M.E., The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress Lipid Research**, v. 40, p. 283-298, 2001.

PARK, Y., et al., Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. **Lipids**, v. 32, p.853-858, 1997.

RAISZ, L.G., Bone cell biology: new approaches and unanswered questions. **Journal of Bone Mineral Research** v. 8, p. 457 – 465, 1993.

ROSTAGNO, H.S., **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição dos alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV: Departamento de Zootecnia, 2005, 186p.

SALMINEN, I. et al., Dietary trans fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.9, p. 93-98, 1998.

SARRAGA, C et al., Nutritional and sensory quality of porcine raw meat, cooked ham and dry – cured shoulder as affected by dietary enrichment with docosahexaenoic acid (DHA) and α -tocopheryl acetate. **Meat Science**, v.76, p. 377 – 384, 2007.

SELL, J., REYNOLDS, D., JEFFFREY, M. Influence of dietary supplementation with vitamin E and ascorbic acid on vitamin E status of poult. **Poultry Science**, v.73, Suppl. 1, p.13, 1994.

SELL, J.L., et al. Influence of Supplementing Corn-Soybean Meal Diets with Vitamin E on Performance and Selected Physiological Traits of Male Turkeys. **Poultry Science**, v. 76, p. 1405-1417, 1997

SIRRI, F., et al., Fatty Acid Composition and Productive Traits of Broiler Fed Diets Containing Conjugated Linoleic Acid. **Poultry Science**, v. 82., p. 1356 – 1361, 2003.

SUKSOMBAT, W., SAMITAYOTIN, S., LOUNGLAWAN, P., Effects of Conjugated Linoleic Acid Supplementation in Layer Diet on Fatty Acid Compositions of Egg Yolk and Layer Performances. **Poultry Science**, v. 85, p.1603 – 1609, 2006.

SZYMCYK, 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**, v.85, p. 465-473, 2001.

THIEL-COOPER, et al., Conjugated linoleic acid changes swine performance and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.79(7), p.1821–1828, 2001.

THOMAS, T., et al., Leptin acts on human marrow stromal cells to enhance differentiation to osteoblasts and to inhibit differentiation to adipocytes. **Endocrinology**, v. 140, p.1630 – 1638, 1999.

TISCHENDORF, F. et al., Effect of dietary conjugated linoleic acids on the distribution of fatty acids in serum lipoprotein fractions and different tissues of growing pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.86(9-10), p.313–325, 2002.

TRABER, M.G., ATKINSON, J., Vitamin E, antioxidant and nothing more. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 43, p. 4 – 15, 2007.

TSUBOYAMA-KASAOKA, N., et al., Conjugated Linoleic Acid Supplementation Reduces Adipose Tissue by Apoptosis and Develops Lipodystrophy in Mice. **Diabetes**, v. 49, p. 1534 – 1542, 2000.

VAN DEN BERG, J.I.M, COOK, N.E., TRIBBLE, D.L., Reinvestigation of the antioxidant properties of conjugated linoleic acid. **Lipids**, v. 39, p. 599 – 605, 1995.

WAHLE, K.W.J, HEYS, S.D., ROTONDO, D. Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health? **Progress in Lipid Research**, v. 43, p. 553 – 587, 2004.

WATKINS, B.A et al., Bioactive fatty acids: role in bone biology and bone cell function. **Progress Lipid Research**, v. 40, p. 125 – 148, 2001.

WATKINS, B.A., et al., Conjugated linoleic acids alter the fatty acid composition and physical properties of egg yolk and albumen. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v.51, p. 6870 – 6876, 2003.

WEST, D.B. et al., Effects of conjugated linoleic acid on body fat metabolism in the mouse. **American Journal of Physiology**, v. 275, p. 1172 – 1179, 1998.

WHIGHAM, L.D., COOK, M.E., ATKINSON, L., Conjugated linoleic acid: implications for human health. **Pharmacological Research**, Vol. 42, v.6, p. 503-510, 2000.

XU, H. WATKINS, B.A., SEIFERT, M.F., Vitamin E stimulates trabecular bone formation and alters epiphyseal cartilage morphometry. **Calcified Tissue International**. v. 57, p. 293 – 300, 1995.

ZANINI, S.F. et al., Oxidative stability and total lipids on thigh and breast meat of broilers fed diets with two fat sources and supplemented with conjugated linoleic acid. **Swiss Society of Food Science and Technology**, v.39, p.717-723, 2006.