



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS

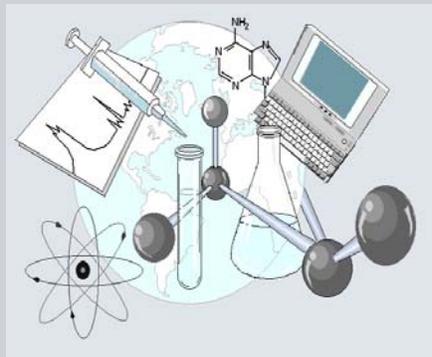
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**“ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA) NO
MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI* DE BOVINOS
TERMINADOS EM PASTAGEM”**

Dissertação apresentada por
Roseli das Graças Padre ao Programa
de Pós-Graduação em Química do
Departamento de Química do Centro de
Ciências Exatas da Universidade
Estadual de Maringá como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Mestre em Química

CE



**Centro de
Ciências Exatas**

MARINGÁ, FEVEREIRO / 2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**“ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA) NO
MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI* DE BOVINOS
TERMINADOS EM PASTAGEM”**

Dissertação apresentada
por **Roseli das Graças Padre** ao
Programa de Pós-Graduação em
Química do Departamento de
Química do Centro de Ciências
Exatas da Universidade Estadual de
Maringá como parte dos requisitos
para a obtenção do título de Mestre
em Química

**Orientador Prof. Dr. Makoto Matsushita
MARINGÁ, FEVEREIRO / 2006**

A Deus pelo norteamento da minha vida, aos meus pais José e Irani Padre pelo amor incondicional e generosidade. Aos meus irmãos, Joseni, Jurceli, Roseni, Ivan, ao meu sobrinho Ronald.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- ◇ À Deus, que é a luz do mundo.
- ◇ Ao professor Dr. Makoto Matsushita pela amizade e oportunidade de trabalharmos juntos.
- ◇ As minhas irmãs pelo apoio força e companheirismo.
- ◇ Ao prof. Dr. Ivanor N Prado e a Fernanda B. Moreira pelo desenvolvimento e fornecimento das amostras.
- ◇ Ao Prof. Dr. Nilson E. Souza, Jesuí V. Visentainer, Helena S. Nakatami e Sandra T. M. Gomes pela amizade, convívio e conhecimentos adquiridos.
- ◇ Aos doutorandos Cristina, Adriana, Ivani, Ricardo e Cleiton pelos conselhos.
- ◇ Aos mestrados Walber, Flávia, Danielli que tornaram o ambiente de trabalho tão agradável.
- ◇ Aos alunos de iniciação Juliana, Jonhy, Alberto pela ajuda e alegria contagiante.
- ◇ Aos ex-companheiros de laboratório Oscar, Adriano, Oscar, Marcos, Karin, Débora, Nilson, Augusto e Alex.
- ◇ Aos técnicos de laboratório Dirceu, Ariovaldo, André, Airton pela ajuda e amizade.
- ◇ À UEM, especialmente ao Departamento de Pós-graduação em Química, pela oportunidade.
- ◇ À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.
- ◇ À todos os amigos, que sempre estiveram presentes em todos os momentos...

*O temor do senhor é o princípio da sabedoria.
Os insensatos desprezam a sabedoria e a instrução.*

Provérbios 1:7

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a composição química, o perfil de ácidos graxos e a quantificação de ácido linoléico conjugado (CLA), no músculo *Longissimus dorsi* (LD) de bovinos. No exp. 1 foram utilizados 7 bovinos inteiros e 7 castrados oriundos de cruzamento industrial ($\frac{1}{2}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus), com idade média de abate de 20 meses e peso final de aproximadamente 480 kg, terminados em sistemas de pastagem com capim *Panicum maximum* csp. mombaça. No exp 2 foram analisados o músculo *Longissimus dorsi* de 18 bovinos castrados, Nelores e seus cruzamentos com as raças Simental e Santa Gertrudis, terminados em pastagem de *Brachiária brizantha* cv. marandu por aproximadamente 3 meses, com idade média de abate de 25 meses e peso final médio de 480 kg. O conteúdo de umidade e cinza foram determinados por dessecação a 105°C por 4 h e incineração a 600°C, respectivamente. O conteúdo de proteína bruta foi determinado pelo processo semi-micro Kjeldahl, os lipídios totais foram extraídos com uma mistura clorofórmio/metanol (2:2) e de colesterol por saponificação direta com hidróxido de potássio (60%). O perfil de ácidos graxos, a quantificação do colesterol e dos isômeros de CLA foram realizados em cromatógrafo a gás equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida, os picos foram identificados por comparação com os tempos de retenção de padrões de ester metílico de ácidos graxos e de amostra juntamente com padrões. O teor de lipídio sofreu influência da condição sexual e dos grupos genéticos, sendo que os animais castrados apresentaram maior teor de lipídio total; com relação aos grupos genéticos analisados, o conteúdo de lipídio foi crescente na seguinte ordem: Nelore, Nelore cruzado com Simental e Nelore cruzado com Santa Gertrudis, a medida que o teor lipídico aumentou o nível de umidade, cinza e proteína decresceu. A proporção de CLA na gordura de ambas as condições sexuais e dos grupos genéticos foram semelhantes, mas a quantidade de CLA no músculo dos animais com maior teor de lipídios totais foi superior.

Palavras-chave: ácido linoléico conjugado; carne bovina; cruzamentos; *Longissimus dorsi*; pastagens.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the chemical composition, the profile of fat acids and the quantification of conjugated linoleic acid (CLA), in the muscle *Longissimus dorsi* (LD) of bovines. In the exp. 1: were used 7 bulls and steers originating from of industrial crossing ($\frac{1}{2}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus), with mediu age of slaughter of 20 months and final weight of approximately 480 Kg, finished in pasture systems with grass *Panicum maximun* csp. mombaça. In the exp 2 were analyzed the muscle *Longissimus dorsi* of 15 steers Nelores and their crossbreeds with the breeds Simental and Santa Gertrudis, finished in pasture of *Brachiária brizantha* cv. marandu for approximately 3 months, with medium age of slaughter of 25 months and medium final weight of 480 Kg. Moisture and ash contents were determined by desiccation at 105°C for 4 h and incineration in oven at 600°C, respectively. Crude protein content was measured by semi-micro-Kjeldahl process. The total lipids were extracted with a chloroform/methanol mixture (2:2) and of cholesterol for direct saponification with potassium hydroxide (60%). The profile of fat acids, the quantification of the cholesterol and of the isomers of CLA were realized in gas chromatograph equipped flame ionization detector fused silica capillary column; the peaks identified by comparing the relative retention times of fat acid methyl ester peaks of the standars and by spiking samples with standars. The lipid content suffered influence of the sexual condition and of the genetic groups, and the steers presented higher content of total lipid; regarding the analyzed genetic groups, the lipid content was growing in the following order: Nelore, Nelore crossed with Simental and Nelore crossed with Santa Gertrudis. As the lipidic levels increased the moisture level, ash and crude protein decreased. The proportion of CLA in the fat of both sexual conditions and of the genetic groups were similar, but the amount of CLA in the muscle of the animals with higher lipid total content was upper.

keyword: bovine meat; conjugated linoleic acid; crossbreeds; *Longissimus dorsi*;; pastures.

LISTA DE ABREVIATURAS, CITADAS NO TEXTO

CLA	Ácido linoléico conjugado – conjugated linoleic acid
AG	Ácido(s) graxo(s)
AGPI	Ácido(s) graxo(s) poliinsaturado(s)
AGS	Ácido(s) graxo(s) saturado (s)
AGMI	Ácido (s) graxo (s) monoinsaturado (s)
EMAG	Ester Metílico de Ácido Graxo
n-3	Total de ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3
n-6	Total de ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-6
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nation (Organização para Alimento e Agricultura das Nações Unidas)
HMSO	Her Majesty's Stationer Office
ISO	International Standardization Organization (Organização Internacional de Padronização)
AOAC	Association of Official Analytical Chemists (Associação de Métodos Analíticos Oficiais)
I	Animais inteiros
C	Animais castrados
Ne	Nelore
NSi	½ Nelore x ½ Simental
NSG	½ Nelore x ½ Santa gertrudes
LD	<i>Longissimus dorsi</i>
TAG	Triacilgliceróis
MS	Matéria seca
SCD	Esteroil coenzima-A dessaturase
PGE2 α	Prostaglandinas
CPT	Carnitina palmitoil transferase
DGL	Depressão da gordura do leite
LDL	Lipoproteína de baixa densidade - Low lipoprotein density
HDL	Lipoproteína de alta densidade – High lipoprotein density

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1.	Taxa de produção e de abate de carne bovina no Brasil	1
Figura 2.	Quadro à direita: consumo per capto das principais variedades de carne; quadro à esquerda: produção de carne bovina por região brasileira.....	2
Figura 3.	Sistema digestivo de ruminantes	6
Figura 4.	Raças bovinas utilizadas nos experimentos	10
Figura 5.	Estrutura do ácido linoléico, e dos dois isômeros de CLA com atividade biológica, <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 e <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12.....	14
Figura 6.	Esquema representativo da produção de CLA em ruminantes. O quadro da esquerda se refere aos processos que ocorrem no rúmen; o quadro da direita, aos ocorridos na glândula mamária ou tecido adiposo.	18
Figura 7.	Curva padrão para determinação do colesterol através da cromatografia gasosa.....	37
Figura 8.	Equação para o cálculo da concentração do colesterol (mg/100g) formada a partir da curva padrão	37
Figura 9.	Cromatograma dos esteres metílicos de ácidos graxos de uma amostra da fração lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistemas de pastagens.....	anexo
Figura 10.	Cromatograma expandido dos esteres metílicos de ácidos graxos da região do CLA na fração lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistemas de pastagens.....	anexo

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Concentração do ácido linoléico, <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 octadecadienóico (18:2 <i>c</i> -9, <i>t</i> -11) em alguns alimentos de origem animal.....	3
Tabela 2.	Bactérias que atuam no processo de formação do CLA e produtos formados	19
Tabela 3.	Composição química do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos alimentados com capim mombaça durante o período de terminação	41
Tabela 4.	Perfil em ácidos graxos do capim <i>Panicum maximum</i>	42
Tabela 5.	Perfil de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> dos bovinos terminados em pastagem de capim <i>Panicum maximum</i>	43
Tabela 6.	Totais de séries e razões de ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> dos animais castrados e inteiros terminados em capim mombaça.....	45
Tabela 7.	Teor de CLA em <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos alimentados com capim <i>Panicum maximum</i> (fase de terminação).....	46
Tabela 8.	Composição química do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados com capim Brachiária.	48
Tabela 9.	Perfil de ácidos graxos do capim <i>Brachiária brizantã</i>	50
Tabela 10.	Perfil de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com capim <i>brachiária brizanthã</i>	52
Tabela 11.	Totais de séries e razões dos ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos de diferentes grupos genéticos	54
Tabela 12.	Teor de CLA em <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com capim <i>Brachiária brizanthã</i> (fase de terminação)	55
Tabela 13.	Nomenclatura dos ácidos graxos encontrados nas pastagens e no músculo <i>Longissimus dorsi</i> dos bovinos	anexo

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Produção animal versus qualidade de carne	5
2.1.1. Animais ruminantes	5
2.1.2. Animais castrados versus inteiros	6
2.1.3. Raças bovinas e cruzamentos.....	7
2.1.3.1. Características das raças utilizadas neste experimento	8
2.1.3.2. Cruzamento industrial.....	10
2.1.4. Lipídios nos alimentos para os animais	11
2.1.5. Relação forragem: concentrado	12
2.2. Ácido linoléico conjugado	13
2.2.1. Descoberta do CLA	14
2.2.2. Composição em ácidos graxos e CLA nos tecidos de bovinos de corte.....	15
2.2.3. CLA em búfalos	17
2.2.4. Produção do CLA	17
2.2.4.1. CLA sintético.....	17
2.2.4.2. Formação do CLA no rúmen	18
2.2.4.3. Síntese do CLA via esteroil-CoA dessaturase	20
2.2.5. Efeitos do CLA.....	22
2.2.5.1. Anti-cancerígeno.....	23
2.2.5.2. Na composição corporal	24
2.2.5.3. Capacidade anti-oxidante do CLA.....	27
2.2.5.4. Efeito do CLA na mudança da composição do leite	27
2.2.6. Possíveis mecanismos de ação do CLA.....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. Amostras	30
3.1.1. Experimento 1.....	30
3.1.2. Experimento 2.....	31
3.2. Métodos	32
3.2.1. Umidade e cinza	32
3.2.2. Proteína bruta	32

3.2.3.	Extração de matéria graxa (Lipídios Totais)	34
3.2.3.1.	Extração de matéria graxa das pastagens	34
3.2.4.	Transesterificação dos triacilgliceróis	35
3.2.5.	Análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos.....	35
3.2.6.	Extração de colesterol	36
3.2.7.	Análise cromatográfica e quantificação do colesterol.....	36
3.2.8.	Quantificação dos isômeros de CLA.....	38
3.2.9.	Análise estatística.....	38
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1.	Experimento 1	39
4.1.1.	Composição química	39
4.1.2.	Perfil de ácidos graxos	41
4.1.3.	Quantificação dos isômeros de CLA.....	46
4.2.	Experimento 2	48
4.2.1.	Composição química	48
4.2.2.	Perfil de ácidos graxos	50
4.2.3.	Quantificação dos isômeros de CLA.....	55
5.	CONCLUSÕES	57
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
7.	ANEXOS	73

1- INTRODUÇÃO

O Brasil possui o primeiro rebanho bovino comercial do mundo. Nos últimos cinco anos a pecuária brasileira sofreu intensas mudanças, entre elas podemos citar o crescimento no número de animais por rebanho, a quantidade de animais abatidos, maior produção de carne, elevação da taxa de abate, das exportações e redução das importações, que podem ser explicadas pelo uso de tecnologias de produção, o que resultou em aumento na taxa de produção e de abate de carne bovina no Brasil durante os anos de 1999 à 2004 (figura 1).

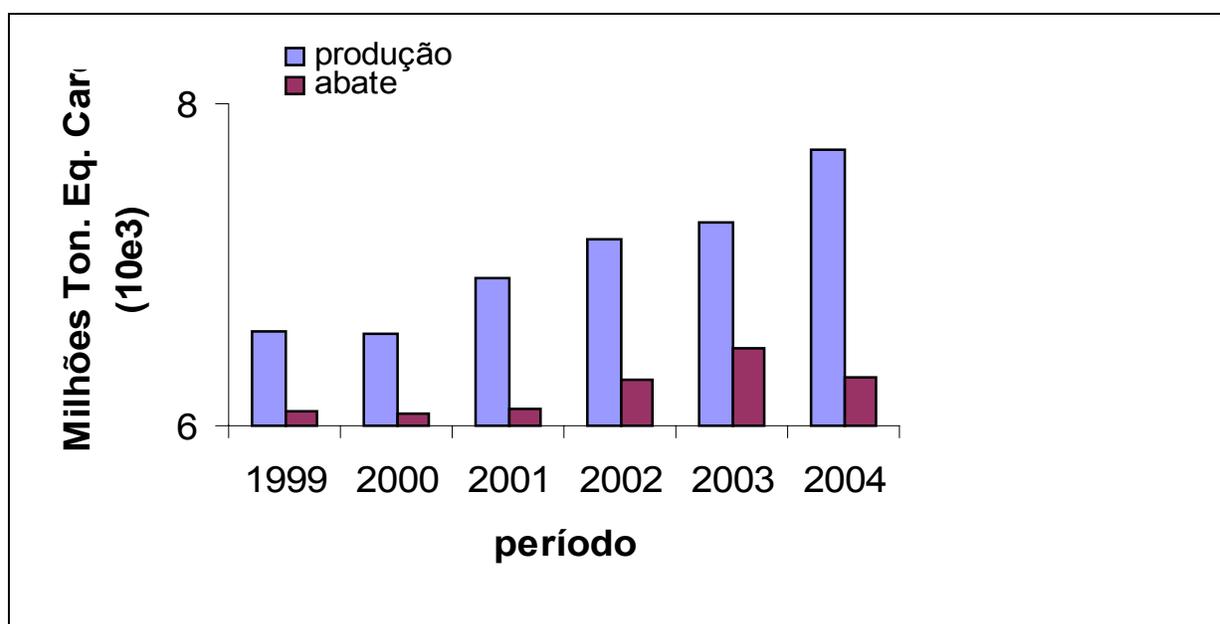


Figura 1. Taxa de produção e de abate de carne bovina no Brasil.
Fonte: FNP Consultoria, IBGE.

No Brasil, a carne bovina é a mais consumida, sendo a região centro oeste a principal produtora seguida pela região sudeste (figura 2), entretanto, mundialmente seu consumo está em terceiro lugar, ficando atrás da carne suína (sendo a China principal produtora), seguida das aves (USDA, 2005). O terceiro lugar no consumo mundial que a carne bovina ocupa é devido principalmente ao seu preço ser mais elevado que outros tipos de carne, de sua produção exigir espaço maior que para suínos e aves, e também problemas relacionados à saúde humana (quantidade de gordura, ácidos graxos saturados e doenças cardiovasculares) que tem sido

relacionado ao consumo de carne vermelha (Yang, *et al.* 2002). No entanto, a carne bovina é uma das principais fontes de proteínas com alto valor nutricional, sendo ainda uma excelente fonte de vitaminas do complexo B, e de minerais como o ferro e o zinco (Olivo, 2004).

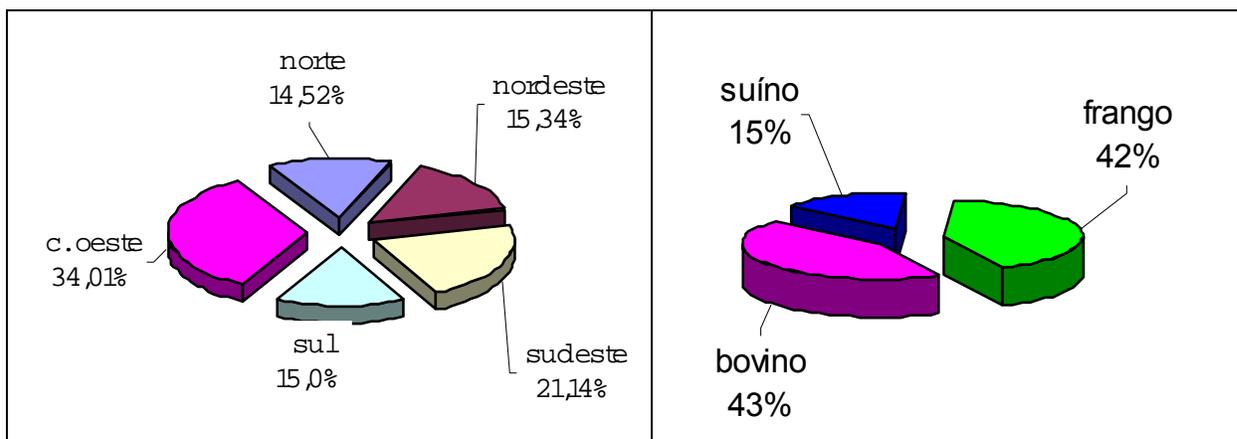


Figura 2. Quadro á direita: consumo per capto das principais variedades de carne; quadro á esquerda: produção de carne bovina por região brasileira.

Fonte: FNP Consultoria, IBGE.

Pensando em aumentar o consumo da carne bovina tem-se intensificado as pesquisas para melhorar a sua qualidade diante dos consumidores. A maior preocupação dos pesquisadores é com relação à parte lipídica deste alimento, que são importantes componentes de uma dieta balanceada pois contribuem para o melhor sabor, aroma e maciez, auxiliam na absorção de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), fornecem ácidos graxos essenciais como o 18:2 n-6 (ácido linoléico), 18:3 n-3 (ácido linolênico) (Olivo, 2004), além de apresentar um importante constituinte que está relacionado com uma série de efeitos benéficos a saúde. O ácido linoléico conjugado (CLA), encontrado pela primeira vez em extratos de carne bovina grelhada, naquela época apontado como uma substância carcinogênica (Pariza, *et al.* 1979), no entanto, com a evolução das pesquisas sobre este componente, ao contrário do que se imaginava o CLA foi identificado como sendo um componente com atividade anti-mutagênica e que estava presente na carne bovina independente do seu cozimento (Pariza, *et al.* 1983).

Nos países desenvolvidos a busca por alimentos funcionais, os quais implicam em benefícios na saúde humana, tem elevado o valor de mercado de produtos alimentícios que contenham o CLA (Padre, *et al.* 2005). Este lipídio tem sido até mesmo comercializado como suplemento alimentar para humanos auxiliando na redução de gordura total, ganho de massa muscular e efeitos anti-catabólicos e anti-carcinogênico (Mogios, *et al.* 2001).

Apesar dos efeitos benéficos relacionados à saúde são poucos os estudos que tratam da dose de CLA diária recomendada. O consumo diário de CLA no homem ocidental é estimado em apenas 1 g, embora esteja sendo recomendada à ingestão de 3,5 g CLA/dia para um homem adulto de 70 kg. De acordo com dados de diferentes autores, permite-se inferir que a redução de risco de câncer deve ocorrer com uma ingestão de cerca de 3,5 g CLA/dia (Medeiros, 2002). Assim, a suplementação de CLA na dieta do ser humano se faz necessária para alcançar essa recomendação. A Tabela 1, mostra as concentrações de CLA em alguns alimentos de origem animal.

Tabela 1. Concentração de ácido *cis*-9, *trans*-11 octadecadienóico (18:2 *c*-9, *t*-11) em alguns alimentos de origem animal.

Alimento	Teor de 18:2 <i>c</i> -9, <i>t</i> -11 (mg/g de lipídios)
Produtos lácteos	
Leite integral	4,5 - 10,1
Queijo parmesão	1,9 - 8,6
Ricota	5,6 - 24,2
Produtos cárneos	
Carne bovina	1,2 - 8,5
Carne de frango	0,03 - 0,9
Carne suína	0,2 - 0,6
Gema de ovo	0,0-0,6

Fonte: Adaptado de Santos *et al.*, 2002.

Como o nível de CLA nos alimentos é baixo, a estratégia de manipular a alimentação dos animais, têm mostrado ser uma maneira de aumentar a qualidade dietética da carne. Pois, o nível de CLA nos produtos alimentícios oriundos de ruminantes (leite e carne) depende das fontes de alimentação dos animais, embora nos ruminantes a influência das dietas não tenha efeito direto, como nos animais

monogástricos, por causa da bio-hidrogenação ruminal. No entanto, a alimentação com pastagem tem causado um aumento na concentração de ácidos graxos poliinsaturados (AGPIs), em carnes especialmente os AGPI da série ômega 3 (n-3), comparado com dietas a base de grãos (Enser, 2000, Yang, *et al.* 2002). Além disso, é preciso tomar cuidado com a adição de óleos vegetais nas rações, pois eles possuem uma grande quantidade de AGPIs que são tóxicos para muitas bactérias do rúmen, ocasionando uma redução na razão de fermentação e produção de proteína microbiana, além de acarretar alguns efeitos indesejáveis sobre a adição das fibras. Desta maneira, as pastagens afetam positivamente a flora bacteriana ruminal, proporcionando assim um aumento no conteúdo de CLA (Madron, *et al.* 2002). De acordo com Realini *et al.* (2004), os animais alimentados com pastagem têm maior concentração de ácido esteárico (18:0), linoléico (18:2 n-6, LA), linolênico (18:3 n-3, LNA), araquidônico (20:4 n-6, AA), eicosapentaenóico (20:5 n-3, EPA), e docosapentaenóico (22:5 n-3, DPA) (Tabela 13, em anexo), que animais alimentados com concentrado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química, perfil de ácidos graxos e quantificação dos isômeros de ácido linoléico conjugado (mg/g de lipídios totais e mg/100g de músculo) do músculo *Logissimus dorsi* (LD) de: a) Bovinos mestiços (½ Nelore x ½ Aberdeen Angus) inteiros (I) e castrados (C), terminados em pastagem de capim mombaça (*Panicum maximum*); b) Bovinos Nelore (N) e seus cruzamentos com Simental (NSi) e Santa Gertrudes (NSG) todos castrados, terminados em pastagem de Brachiário (*Brachiária brizantha*, cv. Marandu).

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- Produção animal versus qualidade de carne

2.1.1- Animais ruminantes

Há várias classificações entre as espécies animais, uma delas é com relação ao sistema digestivo, as animais podem ser ruminantes quando apresentam mais de um estômago (bovinos, caprinos, ovinos, e outros) apresentando a característica de hidrogenar parte dos AGPI ingeridos e não ruminantes ou monogástricos quando apresentam apenas um estômago (seres humanos, suínos, aves, peixes e outros), que por sua vez tem o perfil da dieta refletida no tecido muscular (Revista rural, 2005).

O processo de digestão dos alimentos em animais ruminantes acontece no rúmen através da atuação de microorganismos (bactérias, protozoários e fungos). As bactérias são os mais numerosos organismos da massa microbiana com cerca de 10 bilhões de células por mL de fluido ruminal. Um novilho em confinamento pode produzir de 1 a 1,5 Kg de microorganismos ruminais por dia, mais de 200 espécies de bactérias tem sido isolada no rúmen, e aproximadamente 20 espécies ocorrem em concentração acima de 10 milhões de células por mL. Dessas bactérias existem somente algumas que são capazes de sintetizar o CLA no rúmen (Revista rural, 2005).

O trato digestivo de ruminantes pode ser visto na figura 2, ele é específico para fermentação. O rúmen é uma grande câmara e a retenção seletiva de algumas partículas do alimento pelo omaso aumenta o tempo de permanência de alimentos fibrosos. Quando partículas grandes de alimentos são ruminadas a superfície diminui e a razão de fermentação aumenta. A ruminação aumenta o fluxo de saliva, o que mantém um pH favorável para os microorganismos e para o animal. A contração muscular mistura o alimento fresco com os microorganismos e lavam o epitélio com fluídos de fermentação, então os nutrientes de cadeia curta podem ser absorvidos. Se os ruminantes são alimentados com dietas pobres em fibras, os ácidos da fermentação acumulam e o pH diminui, matando parte da flora bacteriana ruminal (Russell & Rychlik, 2001).

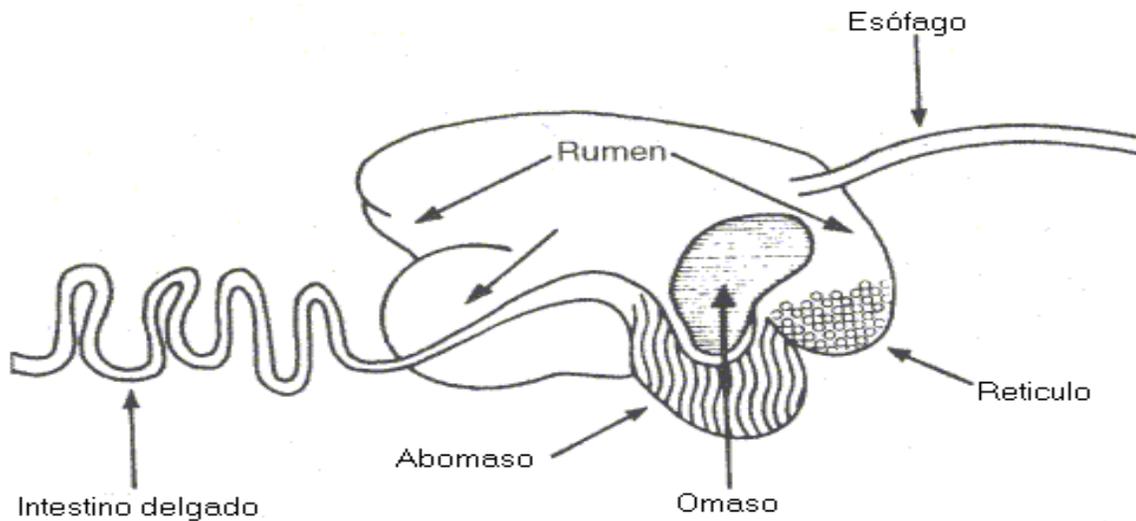


Figura 3. Sistema digestivo de ruminantes.

Os triacilgliceróis (TAG) são hidrolisados no rúmen a glicerol e ácidos graxos pelos microorganismos. O glicerol é fermentado principalmente a ácido propiônico e ácidos graxos (AG), sendo parte dos AGPI hidrogenados a saturados ou a intermediários. Os ruminantes não toleram altos níveis de gordura na dieta, desta forma a suplementação de óleos em ração animal, pode promover efeitos negativos sobre a nutrição deste com diminuição da ingestão alimentar e a digestibilidade dos nutrientes (Revista rural, 2005).

2.1.2- Animais castrados versus inteiros

No Brasil o sistema de produção animal se caracteriza por animais castrados, já que grande parte da indústria frigorífica paga preços inferiores para animais abatidos inteiros, principalmente em função da qualidade da carcaça que muitas vezes apresenta coloração escura e desenvolvimento menor do posterior onde se localizam os cortes nobres. No entanto, isto tem mudado pelo fato de através de técnicas como cruzamento industrial possibilitar o abate de animais precoces, e super-precoces (Anualpec, 2003).

Uma das funções da castração relaciona-se com a maior quantidade de gordura de cobertura, necessária para a proteção da carcaça contra o frio durante o processo de armazenamento, a castração ainda tem como principal atrativo facilitar o manejo, já que torna os animais mais dóceis, permite a mistura de bois

e vacas eliminando distúrbios de conduta sexual, evita-se que os animais sem valor se transformem em reprodutores e tenham filhos defeituosos, doentes ou de baixo rendimento, que somente causam prejuízos aos criadores, além da carcaça dos animais castrados serem de melhor qualidade e de maior aceitação no mercado do que as dos animais inteiros (Anualpec, 2003).

Os bovinos inteiros apresentam melhor eficiência de desempenho no ganho de peso diário, na conversão alimentar e no crescimento do que os animais castrados, mas devem ser abatidos com idade próxima a 16 e 18 meses e acima dos 20 meses de idade sua carne diminui a maciez sendo menos aceitável pelo consumidor (Luchiari & Moura, 1998).

Como os animais castrados possuem maior conteúdo de gordura de cobertura, eles também vão apresentar maior conteúdo de CLA na gordura subcutânea e intramuscular (Fritsche & Fritsche, 1998).

2.1.3- Raças bovinas e cruzamentos

De maneira simples e direta, no Brasil podem-se classificar as raças bovinas de interesse para produção de carne e leite do seguinte modo: a) Raças européias da subespécie *Bos taurus taurus*, e b) Raças indianas da subespécie *Bos taurus indicus*.

As raças européias podem ser separadas assim: a) raças européias adaptadas ao clima tropical, como a Caracu; b) raças européias britânicas, como a Angus, Hereford e a Jersey, e c) raças européias continentais, como as francesas Charolês e Limousin, as suíças Simental e Pardo Suíço, as italianas Marchigiana e Piemontês, e da Holanda a raça Holandesa.

As raças de origem indiana, do grupo Zebu, bem conhecidas no Brasil, que tiveram ou estão tendo uma participação decisiva no desenvolvimento da pecuária tropical, são por ordem de importância histórica, a Gir, a Guzerá e a Nelore.

Há pelo menos cinco décadas, diversos cruzamentos entre raças européias e indianas têm sido feitos nas regiões tropicais do continente americano, da Austrália e da África, com relativo sucesso. Alguns desses cruzamentos, para corte, denominados “industriais”, foram e ainda são feitos entre duas ou três raças para aproveitamento comercial das vantagens da heterose (vigor híbrido). Outros

cruzamentos deram origem a novas raças, como a Santa Gertrudis (Felício, 2002).

2.1.3.1- Características das raças utilizadas neste experimento

A raça Aberdeen angus é de porte grande, com vacas pesando de 600 a 700 kg, e touros, de 800 a 900 kg. Em média, as novilhas dão a primeira cria aos dois anos, os bezerros nascem pequenos em comparação com os de outras raças britânicas, mas crescem rapidamente. Sua carne apresenta boa marmorização (gordura entremeada bem distribuída) e rendimento de carcaça elevado. Devido à qualidade da carne, à eficiência na conversão de alimentos, ao elevado rendimento de carcaça e por ser mocho, a raça Angus é muito apreciada para cruzamentos. O temperamento é manso e sua adaptabilidade permitiu a introdução e difusão em muitos países do mundo, onde ocupa um papel importante na produção de novilhos de corte (Vivernocampo, 2005).

A raça Nelore é essencialmente produtora de carne, dentre as variedades trazidas da Índia, é a que vem sofrendo mais seleção, objetivando a obtenção de novilhos para corte, tem a seu favor uma boa conformação, cabeça pequena e leve, ossatura fina e leve, e alcança bom desenvolvimento. Os bezerros Nelore são sadios, fortes, espertos e, horas depois do parto, já se deslocam com o rebanho, a perda de bezerros é mínima. Experimentos demonstraram que o Nelore pode oferecer carcaças com 16,5 arrobas, aos 26 meses de idade e rendimento de 50 a 55%, quando alimentado em pastagem (Vivernocampo, 2005). Comparativamente com as raças européias, apresentam baixas taxas de crescimento, baixos índices reprodutíveis e carcaça com pouca aceitabilidade, principalmente por produzirem carne dura, por outro lado apresentam grande taxa de sobrevivência, boa habilidade materna, e são tolerantes a parasitas e a altas temperaturas (Embrapa, 2005).

Teoricamente, o Santa Gertrudis possui 5/8 de sangue Shorthorn e 3/8 de sangue Brahman, o que criou uma raça que se adaptou muito bem ao calor, mas que exige boas pastagens, formada no Texas (EUA) para obter animais de alta produtividade e rusticidade, que se adaptassem às duras condições climáticas do sul dos EUA. Os touros Santa Gertrudes têm sido utilizados no Mato Grosso e

Goiás (locais onde a temperatura pode atingir 44°C) para cruzamento industrial com fêmeas cruzadas Angus-Nelore ou Simental-Nelore (Vivernocampo, 2005).

A raça Simental é a segunda mais criada do planeta, só perdendo para a Holandesa, apresenta aptidão para leite e carne, constituição robusta e forte, que lhes permite tolerar as grandes variações de temperatura e ter capacidade de procurar alimento nas regiões de vales, montanhas e planaltos. Nos últimos vinte anos a seleção evoluiu para a criação de animais dotados de maior precocidade, menor altura e maiores produções de leite e carne. Os machos entram na reprodução dos 10 aos 13 meses de idade e as fêmeas dão à primeira cria entre os 30 e 36 meses de idade. O peso ao nascer é de 42 kg para as fêmeas e 50 kg para os machos, o peso médio na idade adulta é de 750 kg nas vacas e 1.050 kg nos touros (Embrapa, 2005).

Como animal de corte, o Simental apresenta crescimento rápido e corpo com boa musculatura, sem tendência a acumular excesso de gordura subcutânea, ao passo que a gordura intramuscular é bem desenvolvida, dando boa consistência e coloração às fibras musculares. Quando cruzado com o gado zebu, produz mestiços pesados (Vivernocampo, 2005).

Na figura 4, é possível ver como são os animais utilizados para os cruzamentos deste experimento.



Nelore



Aberdeem Angus



Santa gertrudes

Simental

Figura 4. Raças bovinas utilizadas no experimento.

2.1.3.2- Cruzamento industrial

Tem se trabalhado muito com cruzamento industrial de bovinos, termo este utilizado quando a produção de determinada geração de indivíduos envolve o acasalamento de duas ou mais raças. As raças mais utilizadas são as européias de grande porte (*Bos Taurus*), e as raças zebuínas (Nelore, *Bos indicus*). No Brasil, um país tropical as condições climáticas não são favoráveis às raças européias, pois elas são mais susceptíveis a doenças e ao calor, mais são favoráveis as raças asiáticas, como é o caso de animais Nelore, que são mais resistentes.

Existem vários motivos para se trabalhar com cruzamento industrial como buscar uma forma de sincronizar características de desempenho e adaptabilidade dos recursos genéticos, e do meio ambiente tais como: alimentação, clima, manejo e outros; usar da complementaridade quando se faz uso de raças de touros com grande potencial para carne, sobre vacas mestiças de pequeno e médio porte, o chamado cruzamento terminal; além de novas raças, ou de novos grupos genéticos. Um bom cruzamento deve ser $\frac{3}{4}$ de *Bos indicus* x $\frac{1}{4}$ de *Bos tauros* ou $\frac{1}{2}$ de *Bos indicus* x $\frac{1}{2}$ de *Bos tauros*, para se obter carne com maior valor nutricional (macia por apresentar menor teor de calpastatina) além de animais resistentes em nossas condições climáticas (Embrapa, 2005).

Certas raças que tem uma tendência em depositar maiores quantidades de gordura no músculo irão fornecer uma grande quantidade de CLA para os consumidores (Mir, *et al.* 2004).

2.1.4- Lipídios nos alimentos para animais

As pastagens naturais e cultivadas constituem a principal e a mais econômica fonte de alimentação para os ruminantes. A pecuária é uma das principais atividades econômicas do Brasil, e se baseia principalmente, no aproveitamento das pastagens nativas e ou cultivadas. O pastejo é uma maneira barata de se utilizar a produção forrageira, uma vez que o animal é que colhe a pastagem na quantidade requerida, selecionando as partes de melhor palatabilidade e de melhor valor nutritivo. A necessidade de se utilizar forrageiras com alta capacidade de produção e valor nutritivo para os animais, resulta na carne, melhorando seu perfil de AG (Boi de corte, 2003).

Nos vegetais os TAG estão presentes principalmente nas sementes, enquanto que nas folhas, os lipídios se apresentam principalmente na forma de galactolipídios, compostos de galactose, glicerol e AG insaturados. Os galactolipídios são típicos nas folhas metabolicamente ativas, e diminuem com a idade das folhas e com a redução da relação folha:caule. Jenkins, (1993) observou que AGS esterificados são rapidamente hidrolizados pelas bactérias ruminais como a *Anaerovibrio lipolitica sp.* por ação de lipases extracelulares, vindas principalmente de plantas (Van soest, 1994). Na literatura há falta de valores de AG para forragens, especialmente no caso de pastagens de clima tropical. Bauchart *et al.* (1984) demonstraram que gramíneas de clima temperado continham 1 a 3% de AG, sendo que os valores mais elevados foram observados na primavera e no outono. O ácido 18:3 n-3 representa entre 55-65% do total de AG. O'Kelly & Reich (1976) mostraram que as forrageiras tropicais tem um perfil de AG diferentes de clima temperado. Esses autores demonstraram que algumas gramíneas de clima tropical, como o *Panicum maximum* cv. Tricoglume, tem como principal AG o palmítico (16:0 - 30%), ainda que as concentrações de 18:2 n-6 (28%) e 18:3 n-3 (23%) sejam também altas. Outras gramíneas (*Paspalum distichum*; *Choris gayana*; *Cenchrus ciliaris*, *Dichantium sericeum*) tem valores elevados de 18:3 n-3 (34-36%), mas também apresentam valores entre 24-25% para 18:2 n-6 e 16:0. Por fim, esses autores apresentam valores para uma leguminosa (*Macroptilium atropurpureum*) que tem os maiores valores de 18:3 n-3 (42%) e cerca de 19-20% para 18:2 n-6 e 16:0. As forrageiras de clima tropical também teriam, segundo O'Kelly & Reich (1976), valores de AG totais

significativamente elevado no verão do que no inverno, mas as diferenças foram menores do que apresentadas por Bauchart *et al.* (1984) para as gramíneas de clima temperado. Poulson *et al.* (2004) encontraram maiores valores de 18:2 c-9, t-11 e t-10, c-12 no tecido adiposo de animais alimentados com forragem, do que para animais alimentados com forragens e grãos.

2.1.5- Relação forragem:concentrado

A alimentação que os animais recebem direta ou indiretamente influenciam o conteúdo de ácidos graxos presente no tecido dos animais. Em seu trabalho Noci *et al.* (2005), avaliaram a razão de silagem e concentrado (óleo de girassol), e observaram que bovinos alimentados com razão de silagem e concentrado (70:30), além de aumentar o conteúdo de CLA na gordura intramuscular também melhorou a razão ácido graxo poliinsaturado por ácido graxo saturado (AGPI/AGS) e razão de ácidos graxos da série ômega -6 total pelos da série ômega-3 (n-6/n-3), que animais alimentados com maior conteúdo em concentrado.

O conteúdo de ácidos graxos do leite também sofre grande influência da alimentação. Um aumento na ingestão de grãos na dieta (amido fermentável), aumenta a produção de leite e o seu teor de proteína. Em casos de alta ingestão de concentrado (acima de 50% da matéria seca-MS), o aumento na ingestão de amido pode causar uma queda na gordura do leite, ocasionando uma mudança na sua composição de ácidos graxos. Na maioria dos casos ocorre uma queda na concentração de AG de cadeia curta e os AGs com 18 carbonos são aumentados dependendo da fonte do cereal e do conteúdo da gordura (Palmquist & Beaulieu, 1993).

Chilliard *et al.* (2001) realizaram uma revisão procurando avaliar o efeito da silagem de milho versus silagem de gramíneas sobre a composição em ácidos graxos do leite. Os autores não encontraram diferenças na composição de AGPI, citando ainda que a percentagem em 18:2 n-6 é menor que 2% para silagem de gramíneas e está entre 1,8 e 2,8% para silagem de milho.

O fornecimento de dietas com baixo conteúdo de forragem diminuiu a lipólise de TAG e a bio-hidrogenação de AG de cadeia longa no rúmen (Harrfoot & Hazlewood, 1998). Lathan *et al.* (1972) verificaram que a taxa de lipólise e bio-

hidrogenação são reduzidas em dietas com alta inclusão de concentrado e baixo nível de fibra, resultando em um aumento de ácidos graxos na gordura do leite.

A extensão da bio-hidrogenação é dependente do ambiente ruminal, sendo que um baixo pH pode afetar a etapa final da mesma, onde o ácido *trans* vacênico (18:1 *trans*-11 ou 18:1 *t*-11) é transformado em 18:0. Kascheur *et al.* (1997) observaram que o fluxo de AG 18:1 *t*-11 para o duodeno aumentou em vacas alimentadas com dietas de baixo nível de fibras sem substâncias tamponantes. Entretanto, quando tamponantes foram adicionados, o fluxo de ácido *trans* vacênico reduziu, igualando-se ao fluxo das vacas alimentadas com dietas de alto nível de fibra.

Griinari *et al.* (1998) compararam dietas com alto teor em fibra com e sem a suplementação de uma fonte de gordura saturada e insaturada. Em dietas com baixo teor de fibra com a adição de gordura insaturada, houve uma redução na porcentagem e produção de lipídios do leite de 30 a 35% respectivamente, comparada com a dieta com alto teor de fibra e gordura saturada. Murphy *et al.* (2000) observaram um pequeno efeito da relação forragem: concentrado, quando utilizaram dietas contendo 30% de forragem, refletido no aumento da produção da proteína do leite, mas a produção de leite e gordura não foram afetados.

O fornecimento de dietas com baixo conteúdo de forragem, diminuíram a lipólise de TAG e a bio-hidrogenação de ácidos graxos de cadeia longa no rúmen (Harrfoot & Hazlewood, 1998). Quando se altera a dieta diminuindo o conteúdo de forragem, há uma diminuição no número de bactérias lipolíticas no rúmen, sendo observados *in vitro* os mesmos resultados (Latham *et al.* 1972), afetando a composição do tecido e do leite dos animais.

2.2- Ácido linoléico conjugado

O CLA, apesar de referido como uma única molécula engloba um grupo de isômeros geométricos e posicionais, com duplas ligações conjugadas (Donovan, *et al.* 2000). Há 56 isômeros geométricos e de posição do CLA (Yurawecz *et al.* 2001), sendo que as duplas ligações podem ser do tipo *cis*, *cis*; *cis*, *trans*; *trans*, *trans*; e *trans*, *cis*. Apesar dos vários isômeros de CLA, os que recebem atenção especial são o 18:2 *Cis*-9, *Trans*-11 que está relacionado com a atividade anti-carcinogênica natural (Pariza & Há 1990; IP & Thompsom, 1994; Ip, 2001), e o

ácido *trans*-10, *cis*-12 octadecadienóico (18:2 *Trans*-10, *Cis*-12 ou *t*-10, *c*-12) que implica no metabolismo de gordura (Mcguire *et al.* 1997, Park *et al.* 1997; Dunshea *et al.* 1998). Estudos de diferentes modelos animais, relacionaram o CLA em vários outros efeitos positivos que poderia favorecer a saúde Humana, incluindo redução na arterosclerose, prevenção e tratamento de *diabetes mellitus* não dependente de insulina, propriedades anti-trombóticas e efeito imunostimulatórios e também propriedades anti-oxidante.

Na figura 5 podemos observar a estrutura do ácido linoléico, e dois isômeros que apresentam atividade biológica.

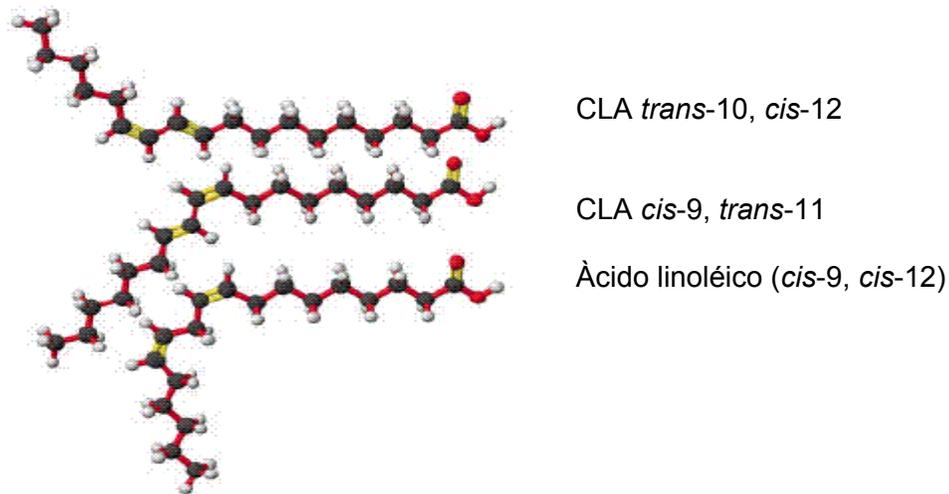


Figura 5. Estrutura do ácido linoléico, e dos dois isômeros de CLA com atividade biológica, *cis*-9, *trans*-11 e *trans*-10, *cis*-12.

2.2.1- Descoberta do CLA

O CLA, foi descoberto na década de 70 por Pariza e colaboradores (Pariza *et al.* (1979). No entanto, foi identificado na década de 80 (Pariza *et al.* 1983), esses pesquisadores observaram que extratos de carne, possuíam tanto um componente mutagênico como anti-mutagênico, e que esta substância estava presente independente do cozimento, e ao contrário do que se acreditava anteriormente, o CLA tinha propriedades anti-carcinogênicas.

Pariza e Hargraves (1985) demonstraram que o extrato da carne bovina era capaz de inibir a progressão do tumor em células epiteliais de camundongos. Somente, após alguns anos Há *et al.* (1987) isolaram e caracterizaram este desconhecido componente anti-mutagênico da fração lipídica da carne, através de

técnicas de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), cromatografia gasosa acoplada ao espectrofotômetro de massa, espectroscopia no ultra-violeta (espectro-UV) e de ressonância Magnética Nuclear. Neste trabalho os autores descobriram que a fração isolada continha 4 isômeros derivados do ácido linoléico, sendo que cada um continha um sistema de dupla ligação conjugada, portando sendo denominados como ácidos linoléicos conjugados. Desde então, diversos estudos confirmaram a atividade anti-carcinogênica do CLA, fato este que os levaram a serem considerados pela National Academy of Sciences como os únicos ácidos graxos que, são capazes de inibir a carcinogênese em animais (experimentalmente).

2.2.2- Composição em ácidos graxos e CLA nos tecidos de bovinos de corte

A composição em ácidos graxos constituintes do tecido de bovinos sofre, da mesma maneira que o leite, grande influência da ação da bio-hidrogenação ruminal nos ácidos graxos da dieta, razão da menor quantidade de AGPI na carne de ruminantes (Christie, 1981). Todavia, quando a ingestão de ácidos graxos AGPI é grande, a capacidade dos microrganismos do rúmen em bio-hidrogenar pode ser excedida, ocorrendo uma maior absorção intestinal de AGPI. Essa seria a explicação para a sazonalidade encontrada na relação ácido graxo AGPI/AGS no tecido adiposo de bovinos e ovinos em países de clima temperado (Lawrence & Fowler, 1997), uma vez que as pastagens jovens de clima temperado tem quantidades grandes de AGPI (Bauchart *et al.* 1984), a variação nas estações do ano também afetam a produção da pastagem, desta forma Lock and Garnsworthy (2003) verificaram que no verão ocorre um aumento no conteúdo de CLA em animais alimentados com pastagens.

À composição dos depósitos de lipídios vão depender da dieta do animal e da necessidade de uso das reservas em cada momento de sua vida. Isso é afetado, também por alterações nas intensidades das taxas de deposição de gordura que mudam a sua forma de armazenamento interno (perimental, omental e de descarte) para externa (Ingle *et al.* 1972) com o tempo. Todavia, é possível que os efeitos das dietas na alteração do perfil lipídico são maiores na gordura subcutânea do que na intramuscular.

É comum considerar que o nível de saturação aumenta dos locais mais externos (depósito subcutâneo) para os mais internos para animais de vários genótipos. Uma das hipóteses para explicar este fato estaria ligada às diferenças de temperatura nos diferentes sítios e a necessidade dos depósitos subcutâneos terem um ponto de fusão menor dos lipídios, uma vez que eles são expostos à temperaturas mais baixas que os demais (Lawrence & Fowler, 1997).

De acordo com Rule *et al.* (1995), forragens teriam maiores proporções de ácido 16:0, 18:3 n-3 e proporções menores de 18:1 n-9 (ácido esteárico) e 18:2 n-6 em relação a concentrados. Animais alimentados com forragens tinham maiores concentrações de AGS e AGPI devido as maiores concentrações de ácido 18:1 n-9, 18:2 n-6 e 18:3 n-3 (Williams *et al.* 1983; Marmer *et al.* 1984; Mandell *et al.* 1997). Também Duckett *et al.* (1983), comparando diversos sistemas de produção, encontraram valores de 18:1 n-9 mais elevados para animais que pastejaram por 10 meses, em pastagens nativas antes de serem confinados em relação a desmama antecipada (3,5 meses), normal (7,9 meses), pastejo de trigo por cerca de 3 meses após desmama normal e pastejo nativo por 68 dias. Animais alimentados com pasto têm menor relação de n-6/n-3, do que aqueles que consomem grão, pois as pastagens de clima temperado possuem maiores teores de 18:3 n-3 e, os grãos, de 18:2 n-6 (Enser *et al.* 1998; Nurnberg *et al.* 1998).

Dietas com concentrado ajudam a diminuir o pH ruminal, o que reduz a lipólise e a bio-hidrogenação, portando deve-se esperar que dietas com grãos produzam animais com perfil lipídico mais insaturado, isso também pode ocasionar mudança no ponto de ótimo (atividade) de bactérias ruminais. A alimentação com grão aumentou o teor de ácido oléico e AGMI da gordura intramuscular (Williams *et al.* 1983; Mandell *et al.* 1997). Contrário a isso, Enser *et al.* (1998), comparando novilhos terminados à pasto com touros terminados com dietas à base de feno de cevada e de concentrado peletizado de cevada e farelo de soja (4:1), obtiveram para LD maior teor de oléico nos animais que pastejaram (35% x 30%). Nurnberg *et al.* (1998), apresentaram dados que mostraram o dobro da concentração dos ácidos graxos n-3 para animais totalmente produzidos em pasto ou só terminados em confinamento contra aqueles totalmente confinados, apesar de que esses últimos tinham um maior teor de 18:0 (43% x 38%), o oposto obtido por Enser *et al.* (1998).

Com o aumento da idade dos animais o perfil em ácidos graxos vai ficando menos insaturado (Duckett *et al.* 1983). O tempo que o animal é colocado sob alimentação, como em um confinamento, ocasiona aumento dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), devido ao depósito de 18:1 n-9 na fração dos TAG, o que indicaria alteração na bio-hidrogenação ruminal ou na atividade da dessaturase com o tempo de alimentação, como observado por Duckett *et al.* (2000).

2.2.3- CLA em búfalos

Vem ocorrendo um aumento na comercialização, e produção da carne de búfalo principalmente na Ásia, Itália e Alemanha (Huerta-leidenz *et al.* 2001). Em estudos realizados por Realini, *et al.* (2004) e Mendoza, *et al.* (2005) uq compararam a carne de bovinos com búfalos e observaram que o teor de CLA e de 18:1, foram maiores do que bovinos, devido ao tipo de alimento consumindo maior capacidade ruminal e metabolismo microbial, além de maior absorção intestinal.

2.2.4- Produção do CLA

O CLA pode ser produzido sinteticamente e no organismo dos animais, sendo que no organismo ele pode ser formado de duas maneiras: a) Pela bio-hidrogenação incompleta dos ácidos graxos da dieta; b) Endogenamente, através da dessaturação do ácido graxo *trans* vacenico (18:1 *trans* 11 ou 18:1 *t*-11) por uma enzima presente na glândula mamária e tecido adiposo (Corl *et al.* 2001), enzima esta denominada de esteroil-CoA dessaturase ou delta 9-dessaturase (SCD). No entanto, como o 18:1 *trans* 11 é produzido principalmente através da bio-hidrogenação ruminal, este processo é o grande responsável pelo fato de que as maiores fontes de CLA são produtos derivados de ruminantes.

2.2.4.1- CLA sintético

O CLA pode ser produzido sinteticamente por diferentes métodos, originando moléculas com variadas conformações posicionais e geométricas dos

isômeros de 18:2 *c*-9, *c*-12 conjugados (Chouirnard *et al.* 2000). Há aqueles feitos a partir da desidratação do óleo de rícino, de tratamentos com álcalis fortes de óleo de girassol a altas pressões e de óleo de cártamo com solução concentrada de hidróxido de potássio em propileno glicol. Este último apresenta a maior concentração de CLA (90%), com proporções de *c*-9, *t*-11 e *t*-10, *c*-12 em uma relação quase 1:1.

2.2.4.2- Formação do CLA no rúmem

No rúmem ocorre uma extensiva hidrólise dos lipídios esterificados da dieta, onde os TAG, galactolipídios e fosfolipídios pela ação das lípases dos microrganismos, sendo a bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens* a mais conhecida (Kepler *et al.* 1996) os quais liberam ácidos graxos livres permitindo que a galactose e o glicerol sejam fermentados a ácidos graxos voláteis (figura 6).

A lipólise corresponde ao processo inicial no metabolismo dos lipídios no rúmen, sendo imprescindível para que ocorra a bio-hidrogenação (Harrfoot & Hazlewd, 1988).

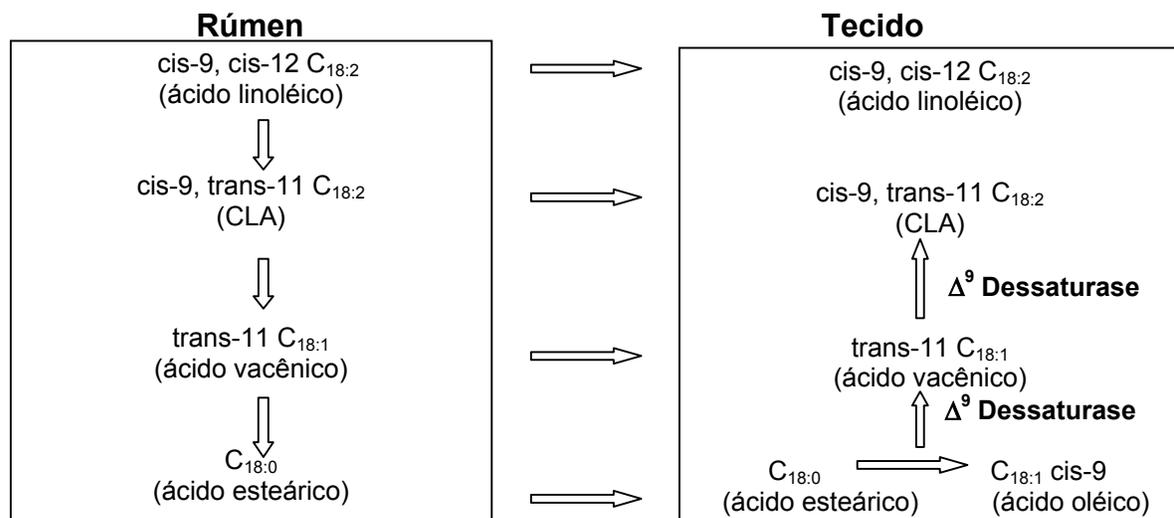


Figura 6. Esquema representativo da produção de CLA em ruminantes. O quadro da esquerda se refere aos processos que ocorrem no rúmen; o quadro da direita, aos ocorridos na glândula mamária ou tecido adiposo. Adaptado de Bauman e Griinari (2001).

Várias espécies de bactérias possuem um complexo de lipases capazes de hidrolizar as ligações éster dos ácidos graxos (Bauman & Griinari, 2001).

As bactérias responsáveis pela bio-hidrogenação podem ser divididas em dois grupos, A e B. O grupo A é responsável pela bio-hidrogenação do 18:2 n-6 e o 18:3 n-3 a 18:1 *t*-11, que é o isômero *trans* encontrado em maior quantidade na gordura muscular e no leite de animais ruminantes (Martin & Jenkins, 2002), seguido por pequenas quantidades de outros isômeros. E as bactérias do grupo B, responsáveis pela bio-hidrogenação do *cis* e *trans* 18:1 a ácido esteárico (Demeyer & Doreau, 1999). As principais bactérias de cada grupo estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2. Bactérias que atuam no processo de formação do CLA e produtos formados.

Grupo	Bactérias	Produto
A	<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	18:2
	Butyrivibrio fibrisolvens A 38	
	Butyrivibrio fibrisolvens S ₂	
	Treponema (Barrelia)	
	Micrococcus sp.	
	<i>Ruminococcus albus</i> F 2/6	18:1 <i>trans</i> -11
	<i>Eubacterium</i> F 2/2, etc...	
B	<i>Fusocillus babrahamensis</i>	18:1 <i>trans</i> -11
	P2/2	
	<i>Fusocillus</i> T 344	
	R 8/5 Gram-negativa rod.	18:0

Kemp & Lander (1984)

O passo inicial para esta reação é uma etapa que envolve isomerização que converte a dupla ligação *c*-12 no ácido graxo insaturado para o seu isômero *t*-11. A isomerase não é funcional a menos que o ácido graxo tenha um grupo carboxila livre, o que ocorre no caso de AGPI assim como o 18:2 n-6. A maior ou menor conversão do 18:1 *t*-11 em 18:0 depende das condições de rúmen (Jenkins, 1993; Demeyer & Doreau, 1999). Quando o CLA *c*-9, *t*-11 é absorvido pelo intestino, move-se para a corrente sanguínea e é absorvido pela glândula mamária e tecido adiposo para ser incorporado nas reservas de gordura do tecido adiposo e do leite. De maneira análoga, o ácido 18:1 *t*-11 chega ao tecido adiposo e à glândula mamária, e pela ação da enzima SCD pode ser transformado em *c*-9, *t*-11, com maior intensidade na produção do leite (Griinari *et al.* 2000) (figura 6).

Uma maneira de minimizar a atividade ruminal, é fazer-se a proteção dos lipídios na forma de sais de cálcio, no entanto, isso também pode refletir em uma redução na absorção intestinal dos ácidos graxos (Smith, 1990). Este recurso pode ser empregado para evitar ou reduzir as modificações na composição dos AG resultantes do metabolismo ruminal (Chouinard, *et al.* 2001). Porém, somente em situações de alto pH não ocorre à dissociação dos sais de cálcio de AGPI e estes são parcialmente protegidos da bio-hidrogenação pela ausência de um grupo carboxila livre. Portanto, para se obter uma maior eficiência de proteção dos sais de cálcio de AGPI é necessário manter um pH relativamente alto através da utilização de agentes alcalinizantes ou substâncias tamponantes, aumento da frequência da alimentação ou fornecimento de sais de cálcio após alimentação (Van Nevel & Demeyer, 1996).

2.2.4.3- Síntese de CLA via Esteroil-CoA dessaturase

A formação de dessaturação dos AG nos mamíferos ocorre através de enzimas denominadas dessaturases. Nos animais as dessaturações vão ocorrer até o carbono 9, não podendo ocorrer além deste, devido a ausência das enzimas delta 12 e delta 15 dessaturase, presente somente em vegetais. Por este fato, o ácido 18:2 n-6 é considerado essencial, devendo ser fornecido através da dieta por ser o precursor essencial das prostaglandinas. A SCD, induz uma dupla ligação entre os carbonos 9 e 10 dos ácidos graxos. As reações catalisadas pelos sistemas de dessaturases, são essenciais para manter as características de fluidez das membranas celulares e seus efeitos na características de fluidez dos triacilgliceróis do leite, que são críticos para manter sua secreção normal (Perfield *et al.* 2002).

Para verificar a hipótese que o 18:1 *trans*-11 produzido no rúmen, ser convertido em CLA na glândula mamária pela ação da enzima SCD, Griinari *et al.* (2000) infundiram no abomaso de vacas em lactação, uma mistura de 18:1 *trans*-11 e 18:1 *trans*-12 (50%-50%). Estes autores observaram um aumento de 31% na concentração de CLA *cis*-9, *trans*-11 secretado no leite. Deste modo, puderam concluir que os animais realmente foram capazes de sintetizar este CLA endogenamente, demonstrando que existe uma via ativa de síntese endógena. Em um segundo experimento, objetivou verificar qual era a contribuição da

síntese endógena de CLA via SCD. Através da infusão de óleo de esterculina (um potente inibidor da SCD), os autores verificaram que ocorria uma redução na concentração de gordura do leite e outros produtos da ação da SCD, os quais foram indicados por um aumento de 2 a 3 vezes na relação da proporção dos ácidos graxos mirístico (14:0/14:1), 16:0/16:1, 18:0/18:1. Utilizando a mudança na proporção de 14:0/14:1 como uma indicação da extensão da inibição da SCD, com o tratamento com óleo de esterculina, os autores estimaram que 64% do CLA na gordura do leite de ruminantes foi de origem endógena. Corroborando estes dados, Corl *et al.* (2001) demonstraram que o papel da síntese endógena do CLA é mais importante que a síntese pelas bactérias ruminais.

Na mesma linha de pesquisa, Piperova *et al.* (2002) realizaram um experimento fatorial 2 x 2 com vacas holandesas sendo os tratamentos compostos de baixa forragem versus alta forragem e 2% tampão versus 0% de tampão adicionado. Estes autores concluíram que a secreção do CLA, no leite foi maior ($p < 0,01$) do que a concentração do fluxo duodenal proporcionado por cada dieta. Isto foi devido a um aumento nos isômeros de CLA *c*-9, *t*-11 e ácido *trans*-7, *cis*-9 octadecadienóico (18:2 *t*-7, *c*-9 ou *t*-7, *c*-9), resultantes na sua maioria, da síntese endógena via dessaturação (através da SCD) dos ácidos graxos *trans* provenientes do rúmen.

Yang *et al.* (1999) demonstraram que a composição do tecido adiposo de bovinos alimentados a pasto tinha menor concentração de AGS quando comparado à gordura de animais suplementados com dieta a base de caroços de algodão. A atividade da SCD correspondente foi 60-85% maior nos animais suplementados com caroços. Os autores sustentam a hipótese que a redução na atividade da SCD foi devido aos ácidos graxos ciclo-propenóicos contidos na semente de algodão.

Lee *et al.* (1998) estudaram efeito biológico do CLA na atividade da SCD. Na primeira parte dos estudos eles suplementaram a dieta de camundongos com CLA (uma mistura de 42% *c*-9, *t*-11 e 44% *t*-10, *c*-12) e analisaram a expressão do RNA mensageiro (RNAm) hepático da SCD, a qual foi significativamente reduzida no tratamento com CLA. Na segunda etapa do experimento, hepatócitos de camundongo foram testados, e o CLA gerado pelas bactérias do rúmen (esta preparação continha principalmente CLA *c*-9, *t*-11, sem o isômero *t*-10, *c*-12) não causou efeito na expressão do RNAm desta enzima.

Smith *et al.* (2002), estudando os efeitos da suplementação de CLA sob a composição da gordura subcutânea de suínos observaram que existe um efeito do CLA na composição de AG deste tecido, sendo que uma dieta suplementada com 1,5% de CLA mostrou um aumento na composição em ácidos graxos saturados, quando comparados a uma dieta suplementada com 1,5% de óleo de milho ou 1,5% de sebo bovino. No tratamento com CLA, verificaram também, uma redução de 75% na atividade da SCD.

2.2.5- Efeitos do CLA

Uma gama de efeitos benéficos à saúde atribuídos ao CLA, podem ser explicados através de alterações sistêmicas que estes provocam em lipídios mediadores de processos inflamatórios, como prostaglandinas ($PGE2_{\infty}$) e leucotrienos (Cook *et al.* 2001). A redução da $PGE2_{\infty}$ deve ser causado pelo isômero *t*-10, *c*-12. Todavia, estes autores comentam que os efeitos do CLA relacionados com prostaglandinas ocorrem apenas quando estas se encontram em níveis elevados.

O efeito do aumento do desempenho obtido com o *c*-9, *t*-11 seria devido a uma redução nos efeitos catabólicos induzidos pelo sistema imune (Chin *et al.* 1992; Cook *et al.*, 2001). Dunshea *et al.* (1998) obtiveram drásticas reduções nas espessuras de gordura sub-cutânea de suínos com a suplementação de CLA. Ostrowska *et al.* (1999) examinaram em suínos em crescimento, com dietas suplementadas com CLA, e observaram que este ácido graxo aumentava a deposição do tecido magro e reduzia a deposição de gordura em aproximadamente 31%. Estudos realizados com ratos, demonstraram redução significativa no peso de todos os depósitos de gorduras de animais recebendo dietas com CLA (Delany & West, 2000). Comparando relações 50:50 e 80:20 do *c*-9, *t*-11:*t*-10, *c*-12, Mohede *et al.* (2001), obtiveram melhores resultados de resposta imune, medida através da taxa de seroproteção, apenas com proporções iguais entre os isômeros, indicando que o *t*-10, *c*-12 deve ser aquele ligado a este efeito.

2.2.5.1- Anti-cancerígeno

Os tumores na glândula mamária são particularmente sensíveis aos efeitos do CLA, o que pode ser explicado, em parte, pela acumulação preferencial de CLA em lipídeos neutros de adipócitos que é o tipo de célula predominante no tecido mamário (Ip, 2001). Segundo Ip, o CLA depositado nos adipócitos pode teoricamente servir como “efeito parácrino” na regulação de crescimento das células epiteliais e os dois principais isômeros (*c*-9, *t*-11 e *t*-10, *c*-12) estariam envolvidos. Ip (2001) descobriram que além dos efeitos diretos do CLA no epitélio mamário, ele também age reduzindo a diferenciação das células estroma mamário e na redução da capacidade deste estroma em formar redes microcapilares (angiogênese). Estes efeitos contribuíram para a inibição da carcinogênese mamária. Já Ip *et al.* (1999), observaram que o ácido 18:1 *t*-11 pode ter o mesmo efeito anti-carcinogênico que o CLA, mas enquanto este precisaria de 100 nanomoles/mg de lipídio o equivalente em 18:1 *t*-11 seria 2%.

O tratamento com CLA leva a modulação de uma gama de biomarcadores que sugerem tanto um decréscimo em proliferação celular, como um aumento de apoptose em estudos realizados através de “diferencial display” (Ip, 2001). Resultados semelhantes foram descritos por Whale *et al.* (2001), cujos estudos utilizaram linhagens celulares de glândula mamária e próstata, nas quais foram usadas misturas de CLA e uso dos isômeros *c*-9, *t*-11 e *t*-10, *c*-12 separadamente e evidenciaram efeitos no mecanismo de sinalização celular associados com inibição de gênese de tumores e proliferação celular que incluem: indução do redox de enzimas, atenuação da ativação do fator de transcrição induzida pela citoquinina, ativação de isoforma de proteína C quinases específicas envolvidas em eventos proliferativos ou apoptose, modulação da produção de eicosanóides. Há claramente uma interação nutriente-gene para efeitos anti-cancerígenos deste ácido graxo.

Apesar de bem estabelecido para modelos animais e culturas de células e tecidos, ainda faltam pesquisas mostrando efeito anti-cancerígeno em humanos. Bognoux *et al.* (2001) compararam o teor de CLA em mulheres que tinham carcinoma invasivo localizado na mama (n=213), com mulheres com tumores benignos (n=84) e não encontraram relação entre o teor de CLA e agressividade e/ou a recorrência de câncer (que normalmente ocorre em 1/3 das pacientes). Em

parte este resultado pode ser devido as pequenas concentrações encontradas (média de 0,44% variando de 0,19 a 0,85%). Todavia, há evidências epidemiológicas que populações que consomem mais leite e produtos lácteos teriam menor incidência de câncer mamário (Knekt *et al.* 1996). Dados desses autores permitem inferir que a redução do risco de câncer deve ocorrer com uma ingestão de cerca de 350 mg CLA por dia. Considerando 5 mg de CLA/g de gordura o teor médio no leite, seriam necessários aproximadamente dois litros de leite por dia, no entanto não há um consentimento claro sobre a dose de CLA recomendada.

Apesar dos resultados citados acima, o mecanismo exato da ação anti-carcinogênica do CLA, ainda não é bem compreendido. Entretanto, autores sugerem que o efeito inibitório no crescimento nessas células é causado por mudanças não conhecidas no metabolismo dos AG, pois o conteúdo de lipídios e AG claramente aumentou nas células suplementadas com CLA, comparadas as células de controle.

2.2.5.2- Na composição corporal

Pesquisas tem mostrado que o CLA, principalmente o *t*-10, *c*-12, tem efeito na composição corporal em diversos modelos animais. Existem vários mecanismos propostos para explicar esta redução no conteúdo de lipídios na carcaça. Entre estes, pode-se citar: a) Diminuição da esterificação de ácidos graxos em TAG; b) Interferência do isômero *t*-10, *c*-12 no programa de diferenciação dos adipócitos; c) Diminuição da lipogênese e d) Aumento da lipólise.

Cook *et al.* (2000) verificaram que a suplementação com 5% de CLA (18:2 *t*-10, *c*-12 sem o *c*-9, *t*-11) por um período de 3 semanas, na dieta de camundongos, diminuiu em 82% a deposição de gordura subcutânea comparado a uma dieta com 5% de 18:2 n-6. Da mesma forma, Park *et al.* (1997) demonstraram que a suplementação de 0,5% de 18:2 *t*-10, *c*-12 na dieta de ratos, diminuiu 60% a deposição de gordura corporal dos animais e causou uma inibição direta da lipoproteína lipase de adipócitos e um aumento significativo na concentração de glicerol do meio (22%), que pode ser considerado como um indicativo de aumento da lipólise, possivelmente devido ao aumento na oxidação

de ácidos graxos nas células musculares e adipócitos, pois foi observado efeito do tratamento com CLA na atividade da carnitina palmitoil-transferase (CPT) em ratos, enzima limitante para o passo da beta-oxidação.

Rahman *et al.* (2001) também observaram aumento na atividade da CPT no tecido adiposo marrom, tecido adiposo perirenal, tecido muscular e fígado em ratos modelo animal obeso/diabético suplementados com 1% de CLA na forma de TAG ou na forma de AG livre. Um alto gasto energético pode ser um mecanismo para diminuir a deposição de gordura em alguns animais tratados com CLA, mas ele não parece ser um mecanismo universal operante ao longo das espécies ou ainda um mecanismo consistente em camundongos (Evans *et al.* 2002). Estudos realizados por Delany *et al.* (1999) também demonstraram que o CLA reduziu a deposição de gordura corporal de camundongos, aumentou o conteúdo de proteína total na carcaça, além de terem aumentado o nível total de insulina sérica. Uma possível explicação encontrada por esses autores seria a alteração na sensibilidade ou resposta máxima dos tecidos a insulina. Assim se os adipócitos tornarem-se resistentes a insulina após o tratamento com CLA, isto poderia explicar o paradoxal aumento da oxidação dos ácidos graxos com o concomitante aumento da insulina plasmática. Se ao mesmo tempo o músculo esquelético permanecesse sensível a insulina, o aumento do nível de insulina poderia levar ao aumento na síntese de proteína e deposição muscular.

O aumento no processo de apoptose nos adipócitos e processos de degradação celular poderia contribuir ou ainda ser a causa primária para a diminuição de deposição de gordura em animais tratados com CLA. Tsuboyama *et al.* (2000) alimentaram fêmeas de camundongo com dietas semi-purificadas com ou sem CLA (1%) e, após 11 dias, verificaram uma diminuição no tamanho dos adipócitos em 41%, possivelmente causado por um aumento na expressão do fator de necrose tumoral, este fator causaria a apoptose dos adipócitos. O autor também mediu os níveis de RNAm de várias enzimas envolvidas na lipogênese em ratos suplementados com CLA após 5 meses, estes animais apresentaram uma marcada diminuição na abundância do RNAm da acetil-CoA carboxilase em 72% e de 88% de ácido graxo sintase, enzimas chave na regulação da *síntese de novo* na glândula mamária e tecido adiposo.

O CLA também afeta a redução de gordura corporal na fase de diferenciação dos adipócitos, através da redução do tamanho, e não no número

dos adipócitos. Esta teoria para a redução da gordura corporal é consistente com mudanças metabólicas (diminuição da lipogênese e aumento da lipólise) reportadas previamente por Park *et al.* (1999).

Existem evidências (Evans *et al.* 2002) que o CLA pode exercer seu efeito na composição corporal através do receptor nuclear, o receptor ativado proliferador de peroxissomo. O qual é um membro da família de receptores nucleares, que pertence a um tipo de fatores de transcrição regulatórios que são chaves na diferenciação dos adipócitos e no metabolismo lipídico. Este, quando ativado, pode modular a expressão gênica de numerosas enzimas que funcionam para transportar e oxidar ácidos graxos (Peters *et al.* 2001).

Existem trabalhos associando ao maior gasto energético com os efeitos do CLA na redução de gordura. Terpstra *et al.* (2002) realizaram um estudo para verificar o gasto energético em camundongos na fase de crescimento, submetidos ou não a uma dieta restrita e suplementados ou não com uma mistura de isômeros de CLA, por 39 dias. A energia presente na carcaça, na comida e fezes foi medida através de uma bomba calorimétrica. O CLA diminuiu a porcentagem de energia ingerida que foi armazenada na carcaça de 1,9 para -2,3 em animais não restritos e em 1,3 para -2,9 para animais restritos. Os valores negativos nos grupos que receberam CLA indicam que os animais ficaram em balanço energético negativo. Da mesma forma, os autores verificaram um aumento na energia perdidas nas excretas dos animais recebendo CLA. A menor quantidade de energia estocada na carcaça foi um reflexo do aumento de 74% no gasto energético e um aumento da energia perdida nas fezes (26%).

Em humanos os efeitos do tratamento com CLA não são claros. Por exemplo, o tratamento com CLA (3,4-6,8%) durante 3 meses reduziu a massa do tecido adiposo em adultos obesos e adultos acima do peso (Blannkson *et al.* 2000). Brown *et al.* (2001) conduziram experimentos utilizando culturas primárias de células de estroma vascular de humanos para entre outros objetivos; verificar as respostas das células ao tratamento crônico com o isômero *trans*-10, *cis*-12 no conteúdo de TAG celulares, determinar se o efeito causado pelo CLA *trans*-10, *cis*-12 poderia ser revertido pelo ácido 18:2 n-6 e verificar se uma possível redução no conteúdo de TAG nas células devido a um aumento na lipogênese ou um aumento na lipólise. No primeiro experimento, eles verificaram que o conteúdo de TAG diminuía com doses de CLA de 1 a 10 $\mu\text{mol/L}$. No segundo experimento,

as células tratadas com *trans*-10, *cis*-12 tinham 60% menos TAG que as células de controle. O interessante é que, quando as culturas tratadas com 10 μ mol/L de *trans*-10, *cis*-12 foram suplementados com 10, 30 ou 100 μ mol/L de ácido 18:2 n-6 elas apresentavam mais TAG que aquelas células tratadas somente com o isômero puro. Assim o ácido 18:2 n-6 mostrou-se capaz de reverter os efeitos causados pelo *trans*-10, *cis*-12, restaurando o conteúdo de TAG das células. Isto, demonstra claramente que os efeitos do CLA são reversíveis.

2.2.5.3- Capacidade anti-oxidante do CLA

A oxidação dos lipídios é um grande problema para a indústria de alimentos, porque tem como subprodutos off-flavours, coloração escura, e ainda pode produzir substâncias tóxicas (Lin & Liang, 2002; Wang *et al.* 2002), desta forma, a busca por controladores de oxidação de lipídios vem sendo muito estudados, principalmente anti-oxidantes naturais (Nagai *et al.* 2003). Além dos trabalhos realizados com substâncias capazes de diminuir a oxidação do 18:3 n-3 outras pesquisas vem sendo realizados com o CLA pois devido a presença em sua estrutura de duplas ligações conjugadas ele pode ser estocado por mais tempo sem se oxidar, e com pouca mudança em sua coloração, (Hur *et al.* 2004; Poulson *et al.* 2004), no entanto, mais estudos devem ser realizados sobre para determinar os efeitos de substituição CLA nas características sensoriais e sua relação entre oxidação lipídica e coloração da carne.

2.2.5.4- Efeito do CLA na mudança da composição do leite

Dos sólidos do leite os lipídios são alterados mais facilmente, há condições das dietas que podem predispor à depressão da gordura do leite (DGL), como: tamanho de partícula reduzido, baixo teor de volumoso, uso de ionóforos e gordura ativa no rúmen (Sutton, 1989; Van Soest, 1994). Classicamente, explica-se que a DGL que ocorre com dietas de alto concentrado baseia-se na teoria glicogênica/insulínica. De acordo com esta teoria, um aumento na ingestão de concentrado aumentaria a concentração de insulina circulante, a qual aumentaria a partição de nutrientes para a deposição no tecido adiposo, diminuindo a

quantidade de precursores para a síntese de gordura na glândula mamária que não teria resposta à insulina (Van Soest, 1994).

A ação direta do AG *trans* vacênico, na DGL foram propostos primeiramente por Davis & Brown (1970) cujos ácidos graxos *trans* têm origem na bio-hidrogenação parcial de AGPI no rúmen. Piperova *et al.* (1998) usaram dietas que maximizavam a concentração dos AGs *trans* (15,6% da gordura do leite) para demonstrar que esses ácidos graxos diminuíram a atividade da acetil CoA carboxilase em 61% e a atividade da sintetase de ácidos graxos em 54% comparados ao grupo controle para os quais foi oferecida dieta com 1,88% de AG *trans* na gordura do leite. Essas duas enzimas seriam os pontos chaves de regulação da síntese *de novo* na glândula mamária.

Chouinard *et al.* (1998) examinaram o efeito direto do CLA na composição do leite através da infusão abomassal de uma mistura comercial de isômeros de CLAs em vacas leiteiras. Essa mistura continha aproximadamente 60% de CLA com a predominância dos isômeros 9,11 e 10,12. Depois de 5 dias de infusão (0,50,100 e 150 g/d), houve uma dramática redução de gordura do leite.

Na glândula mamária, o isômero *t*-10, *c*-12 inibe a síntese de novo de ácidos graxos e assim diminui a proporção de ácidos graxos de cadeia curta. Isso é uma vantagem, pois a gordura com mais baixo teor de AG de cadeia curta está relacionada com menores riscos de doenças cardiovasculares. A redução, em base molar, de cerca de 80% da lipogênese, pode ser atribuída à redução dos ácidos graxos provenientes da síntese de novo (Chouinard *et al.* 1998; Baumgard *et al.* 2000).

2.2.6- Possíveis mecanismos de ação do CLA

O mecanismo exato pelo qual o CLA atua no metabolismo de lipídios não está totalmente elucidado. No caso da síntese da gordura do leite, evidências indicam que a inibição se dá pela redução da síntese de novo (Chouinard *et al.* 1998; Loo & Herbein, 1998; Giesy *et al.* 1999), através da inibição da atividade da acetil coenzima-A carboxilase e da enzima ácido graxo sintase na glândula mamária (Loo & Herbein 1998; Piperova *et al.* 1998; Piperova *et al.* 2002). Além da redução da síntese *de novo* na glândula mamária, outros mecanismos estariam atuando para que haja depressão na gordura do leite por ação do CLA.

Esses mecanismos podem incluir efeitos físicos da alteração do perfil de ácidos graxos produzidos. Chilliard *et al.* (2001) citam, por exemplo, o fato dos ácidos graxos trans terem ponto de fusão mais elevado que seus isômeros correspondentes cis, e uma menor fluidez nas estruturas celulares, poderiam limitar o seu empacotamento e/ ou secreção.

Banni (2001) relacionou algumas maneiras pelas quais o CLA interfere com o metabolismo de lipídios: a) Incorporação em tecidos ricos em lipídios neutros; b) Metabolizado, como o ácido linoléico, dessa forma, competindo e influenciando a dessaturação e alongação do ácido linoléico. c) β -oxidado nos peroxissomos. Essas atividades são maiores em tecidos em que o CLA acumula (tecido mamário e adiposo), o que explica sua ação sem afetar o organismo como um todo. A β -oxidação no peroxissomo pode ativar os receptores ativados do proliferador de peroxissomo ou que poderia explicar o aumento de retinol livre causado pelo CLA e a influência na expressão gênica.

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Amostragem

3.1.1- Experimento 1: ÀCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA) EM *LONGISSIMUS DORSI* DE BOVINOS MESTIÇOS TERMINADOS EM PASTAGEM DE CAPIM *PANICUM MAXIMUM* csp. MOMBAÇA.

O experimento foi conduzido na Fazenda Ibicatu, localizada no município de Centenário do Sul, na região norte do Paraná. Foram utilizados 14 bovinos oriundos de cruzamento industrial ($\frac{1}{2}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus) com idade média de 14 meses, estes foram submetidos a pastoreio em capim mombaça no período de 30/12/2003 à 09/05/2004 (verão), até idade média de abate de 20 meses. Sendo divididos em dois tratamentos: A (7 animais inteiros - I) e B (7 animais castrados - C), foram utilizados dois piquetes de capim mombaça, totalizando uma área experimental de 18 ha. A cada 14 dias os animais foram trocados de piquetes de forma que os animais dos dois tratamentos passassem pelos dois piquetes a cada pesagem. Os piquetes possuíam bebedouro com capacidade de 4000 L e cochos cobertos com área de 17 cm por animal. Em setembro os piquetes foram roçados a 30 cm do solo e adubados com N, S, P, e K. Foi utilizado uréia como fonte de nitrogênio, 200 kg de N/ha parcelado em três aplicações.

O manejo dos animais na pastagem foi de pastejo contínuo com lotação variável (Mott & Lucas, 1952) sendo a lotação ajustada para que a oferta de forragem fosse a mesma para os diferentes tratamentos. Os animais apresentaram no início do período experimental 313 Kg e foram abatidos após jejum de 10 horas, com peso médio de 480 Kg.

Ao final do experimento os animais foram abatidos, o músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costela sem gordura externa, foi mantido congelado (-24 °C), até o início das análises, quando as amostras foram descongeladas a temperatura ambiente, trituradas, homogeneizadas e analisadas em triplicata.

As pastagens para determinação do perfil de ácidos graxos foram coletadas no primeiro dia do experimento (corte rente ao solo), e armazenadas em sacolas plásticas previamente identificadas e congeladas à -10 °C, para

análises laboratoriais futuras. As amostras foram descongeladas à temperatura ambiente e secas em estufa ventilada a 65°C, por 72 horas e processadas em moinhos do tipo Willey, com peneira de malha 1 mm.

3.1.2- Experimento 2: ÀCIDO LINOLEICO CONJUGADO (CLA) EM *LONGISSIMUS DORSI* DE BOVINOS DE DIFERENTES RAÇAS TERMINADOS EM PASTAGEM DE *BRACHIARIA BRIZANTHA*, cv. MARANDU.

O trabalho foi desenvolvido no município de Alta Floresta, estado do Mato Grosso (MT) onde o clima predominante é o equatorial úmido e quente.

O experimento foi implantado em uma área de pastagem de braquiarião (*Brachiaria brizantha*, cv. Marandu) estabelecida entre os anos de 1991 – 1992, sem adubação ou outra prática de manejo, em um solo da classe Latossolo Roxo, sendo pastejada desde a sua implantação. A área experimental de 7,5 hectares foi dividida em 2 piquetes, providos de cochos cobertos de duplo acesso e “aguadas”.

Foram utilizados dezoito novilhos com idade inicial média de 22 meses e final de 25 meses, sendo 6 F1 Santa Gertrudis x Nelore, 6 F1 Simental x Nelore e 6 Nelores. Os animais foram identificados e distribuídos, de forma homogênea e aleatória nos piquetes, a fim de se garantir as médias de peso vivo semelhantes entre os tratamentos, sendo pesados antes do experimento e a cada 21 dias.

Os animais foram mantidos em pastagem de braquiarião (*B. brizantha*) durante o período de terminação, que foi de março a maio de 2004 (3 meses) com peso médio final de 490 Kg para animais da raça Santa gertrudes, 471 Kg para os animais da raça Simental e Nelore, recebendo apenas suplementação mineral. Todos os animais foram vacinados contra febre aftosa e desverminados com vermífugo a base de Moxidectina a 1% (Cydectin. NF), e o controle da mosca do chifre foi realizado com o uso de inseticidas a base de cipermetrina e organofosforados.

Ao final do experimento os animais foram abatidos, o músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costela sem gordura externa, foi mantido congelado (-24 °C), até o início das análises, quando as amostras foram descongeladas a temperatura ambiente, trituradas, homogeneizadas e analisadas em triplicata.

A coleta de amostras da pastagem que foi utilizada para a análise do perfil em ácidos graxos, foi realizada no 1º dia do experimento, sendo o corte realizado rente ao solo, e armazenadas em sacolas plásticas previamente identificadas e congeladas à -20 °C, para análises laboratoriais futuras. As amostras foram descongeladas à temperatura ambiente e secas em estufa ventilada a 65°C, por 72 horas e processadas em moinhos do tipo Willey, com peneira de malha 1 mm.

3.2- Métodos

3.2.1- Umidade e cinza

As análises de umidade e cinzas foram realizadas conforme técnicas da AOAC (Cunniff, 1998). Foram pesadas, em balança analítica aproximadamente 3,0000g ($\pm 0,0001$ g) de amostra, em cadinhos de porcelana previamente tarados em mufla a 600°C. Esses foram levados à estufa e mantidos a 105°C por 4 horas. Em seguida, os cadinhos foram transferidos para um dessecador e resfriados por aproximadamente 30 minutos. Estas operações de aquecimento e resfriamento se repetiram até peso constante sendo a umidade determinada gravimetricamente. Após a determinação da umidade, as amostras foram colocadas em mufla a 600°C, por aproximadamente 6 horas ou até a obtenção de uma cinza clara, sinal da ausência de matéria orgânica. Após, foram colocados em dessecador por 30 minutos e fez-se a pesagem. Determinou-se gravimetricamente o teor de cinzas nas amostras.

3.2.2- Proteína bruta

A análise do teor de proteína bruta na amostra, foi baseado no processo semi-micro Kjeldahl, conforme técnicas da AOAC (Cunniff, 1998). Este método consiste de três etapas: digestão das amostras; com formação de amônio, dióxido de carbono e água; a neutralização/destilação; onde a amônio é separada e recolhida em uma solução receptora; e a titulação, que é a determinação quantitativa do amônio contida na solução receptora dando a quantidade de nitrogênio total.

Foram pesados 0,10 a 0,30g ($\pm 0,01$ g) de amostras e transferida para tubos digestores, nos quais foram adicionados cerca de 2g de mistura catalítica (100,0 partes de Na_2SO_4 anidro, 1,0 parte de $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ e 0,8 partes de selênio metálico em pó) e 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Em seguida, os tubos foram levados ao digestor Büchi B-412 (Büchi, Suíça) utilizando uma rampa de aquecimento na ordem de 80°C e aumentando 30°C em um intervalo de 1 hora até 180°C , ficando a amostra por aproximadamente 5 horas no digestor, até que forme uma solução incolor. Após serem resfriados a temperatura ambiente, realizou-se a destilação em destilador Büchi B-323 (Büchi, Suíça) onde, através da reação com hidróxido de sódio 40%, todo nitrogênio contido na amostra digerida foi convertido em amônia, a qual foi coletada em erlenmeyer contendo solução de ácido bórico 4% e indicador (mistura de verde de bromocresol e vermelho de metila). A solução resultante foi titulada em titulador automático com ácido clorídrico 0,1 mol/L padrão.

A quantidade de nitrogênio total da amostra foi obtida através da seguinte equação:

$$\%N = \frac{V \times N \times f \times 14 \times 100}{m}$$

Onde:

$\%N$ = porcentagem de nitrogênio total na amostra;

V = volume de HCl gasto na titulação em mL;

N = normalidade padrão (HCl);

f = fator de correção da solução padrão;

m = massa da amostra (mg);

O fator de conversão de nitrogênio total para proteína bruta utilizado foi de 6,25; sendo o teor de proteína bruta da amostra obtido pela equação abaixo:

$$\%PB = \%N \times FE$$

onde:

$\%PB$ = Porcentagem de proteína bruta contida na amostra;

FE = Fator de conversão (6,25)

$\%N$ = porcentagem de nitrogênio total na amostra;

3.2.3- Extração de matéria graxa (Lipídios Totais)

A matéria graxa total foi extraída com uma mistura de clorofórmio, metanol e água, respectivamente (2:2:1,8 v/v/v), segundo Bligh & Dyer (1959). Foram pesadas cerca de 15g ($\pm 0,1$ mg) de amostra em um béquer de 250 mL, sendo a este adicionado 15mL de clorofórmio e 30mL de metanol, agitados por 5 minutos; após, adicionou-se mais 15 mL de clorofórmio, novamente agitando a mistura por mais 5 minutos. A seguir fez-se a adição de 15ml de água destilada à solução, mantendo esta em agitação por mais 5 minutos. A solução obtida foi filtrada a vácuo em funil de Büchner com papel filtro quantitativo, sendo ao resíduo adicionado mais 15 mL de clorofórmio, mantendo sob agitação por 5 minutos. Filtrou-se o resíduo fazendo-se uso do mesmo papel de filtro e o béquer lavado com 10 mL de clorofórmio. O filtrado foi recolhido em funil de separação; após a separação das fases, a inferior contendo o clorofórmio e a matéria graxa foi drenada para um balão de Claisen previamente tarado, sendo a solução concentrada em rota-vapor (banho-maria a 33°-34°). O resíduo de solvente foi eliminado com fluxo de nitrogênio. A matéria restante no balão foi pesada e o teor de lipídios determinado gravimetricamente.

3.2.3.1- Extração de matéria graxa das pastagens

Para extração da matéria graxa nas pastagens do experimento 1 e 2, para a determinação do perfil em ácidos graxos, na etapa de extração lipídica por Bligh & Dayer (1959) foi corrigido o teor de umidade para 80%.

3.2.4- Transesterificação dos triacilgliceróis

A transesterificação dos TAG foi realizada conforme o método 5509 da ISO (1978). Aproximadamente 200 mg da matéria lipídica extraída foi transferida para tubos de 10mL com tampa rosqueável, adicionados 2 mL de n-heptano e a mistura agitada até completa dissolução. Em seguida, foram adicionados 2 mL de KOH 2 molL^{-1} em metanol, sendo o frasco hermeticamente fechado e a mistura submetida a uma agitação vigorosa, até a obtenção de uma solução levemente turva. Após a ocorrência da separação das fases, a superior (heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foi transferida para um frasco de 5 mL de capacidade, fechados hermeticamente e armazenados em freezer (-18°C), para posterior análise cromatográfica.

3.2.5- Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados através do cromatógrafo gasoso Variam, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida CP - 7420, coluna capilar (100 m, 0.25 mm e 0,39 μm de o.d.). Foi programada temperatura da coluna de 165°C por 18 min, 180°C ($30^{\circ}\text{C}/\text{min}$) por 22 min e 240°C ($15^{\circ}\text{C}/\text{min}$) por 20 min, utilizando uma pressão de 45 psi. O ponto de injeção e detector foi mantido a 220°C e 245°C , respectivamente. Os fluxos dos gases (White Martins), foram de $1,4 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ para o gás de arraste (H_2); $30 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ para o make-up (N_2) e $30 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ e $300 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ para o H_2 e para o ar sintético da chama, respectivamente. A razão de divisão da amostra (split) foi de 1/100. Identificação de ácidos graxos foi feita comparando os tempos de retenção relativa dos picos de ester metílico de ácidos graxos (EMAG) de amostras com padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma), por co-eluição (“spiking”) de padrões junto com a amostra. As áreas de picos foram determinadas pelo CG-300 integrador (CG Instruments, Brasil). Dados foram expressos como porcentagens de área normalizadas dos ácidos graxos.

3.2.6- Extração do colesterol

A extração e quantificação do colesterol foi efetuada segundo o método descrito por Al-Hasani et al. (1993). Em um balão para refluxo de 250 mL, foram pesados 5g ($\pm 0,1$ mg) de amostra, sendo adicionada a este, solução aquosa de hidróxido de potássio a 60% (P/V) em quantidade equivalente a 2 mL.g^{-1} de amostra. Em seguida, foi acrescentada mistura alcoólica (etanol, metanol e isopropanol, 90:5:5, v/v/v) em quantidade aproximada de 6 mL.g^{-1} de amostra. O balão foi então acoplado ao condensador e refluxado por cerca de uma hora. A amostra foi resfriada à temperatura ambiente com auxílio de um banho com água fria. Foram adicionados exatamente 100 mL de hexano e a mistura agitada continuamente por 10 minutos, em agitador magnético. Em seguida foram acrescentados 25 mL de água deionizada e a solução resultante novamente agitada por mais 15 minutos, sendo então transferida para um funil de separação de 250 mL. Após a separação das fases, a inferior foi descartada e a fase superior, foram removidos 25 mL com uma pipeta volumétrica para posterior remoção total do solvente, em evaporador rotatório com banho-maria a 30°C . O resíduo foi redissolvido com 2 mL de solução de hexano contendo $0,2 \text{ mg.mL}^{-1}$ de padrão interno 5α -colestano (Sigma, EUA).

3.2.7- Análise e quantificação do colesterol por cromatografia

O teor de colesterol foi analisado através do cromatógrafo a gás 14-A (Shimadzu, Japão), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (25 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e $0,20 \mu\text{m}$ de SE-30). As temperaturas do injetor, coluna e detector foram 260°C , 300°C e 300°C , respectivamente. Os fluxos de gases ultra-puros (White Martins) foram: $1,5 \text{ mL.min}^{-1}$ para o gás de arraste (H_2) e 25 mL.min^{-1} para o gás de reposição (make-up) (N_2); 300 mL.min^{-1} para o ar sintético e 30 mL.min^{-1} para o H_2 da chama. A razão de divisão (split) da amostra foi de 1:150. A integração dos picos obtidos foi realizada com o Integrador-Processador CG-300 (Instrumentos Científicos CG) e a identificação do colesterol por comparação com padrão (Sigma, EUA). A quantificação do colesterol contido na amostra foi feita após a

verificação da linearidade do método, onde foram preparadas e analisadas soluções de colesterol padrão (Sigma, EUA), com concentrações de 0,0; 0,4; 0,8; 1,6 e 2,0 mg.mL⁻¹, todas contendo 0,20 mg.mL⁻¹ de 5 α -colestano (Sigma, EUA). Plotando-se a razão entre as áreas do colesterol e 5- α -colestano contra a concentração de colesterol, para volumes injetados de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 μ L, obtendo-se a curva conforme a Figura 6, e calculado através da equação mostrada na Figura 7.

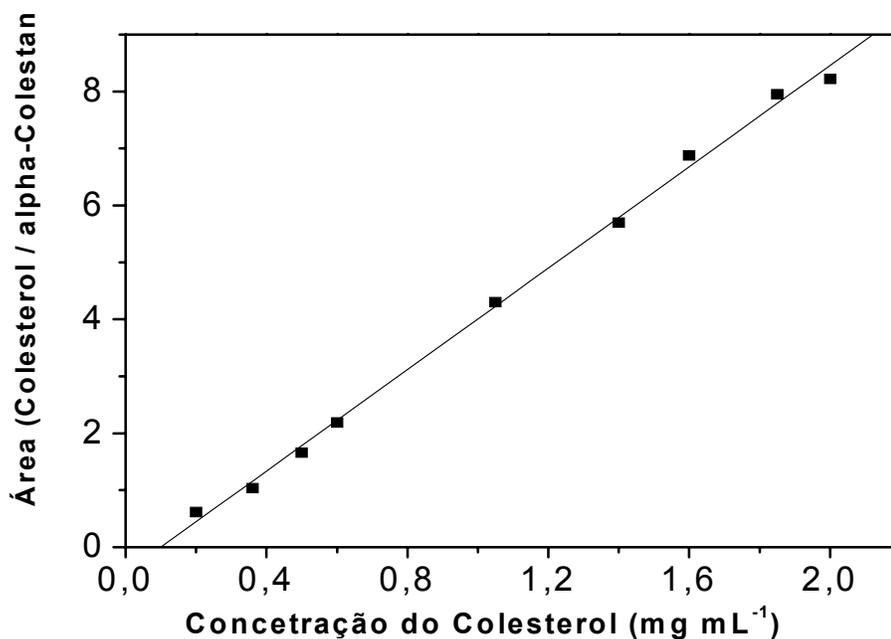


Figura 7: Curva padrão para determinação de colesterol através da cromatografia gasosa.

$$Colesterolo[mg/100g] = \left(\frac{800}{m_{Amostra}[g]} \right) \times \left\{ \frac{0,40517 + \left[\frac{Area_{(Colesterol)}}{Area_{(5-\alpha-colest)}} \right]}{4,80935} \right\}$$

Onde: 800 = fator de diluição e $m_{Amostra}$ (g) = quantidade de amostra utilizada para extração.

Figura 8: Equação para cálculo da concentração de colesterol (mg/100g), formulada a partir da curva padrão.

3.2.8- Quantificação dos isômeros de CLA

Os isômeros de CLAs foram identificados por comparação com os tempos de retenção de padrão (O-5632, mistura de CLA, SIGMA), a quantificação absoluta dos isômeros de CLA foram calculados através da seguinte equação (Mendoza *et al.* 2005).

$$CLA(mg / g LT) = \frac{(A_x)(W_{is})(CF_x)}{(A_{is})(W_x)(1,04)} \times 1000$$

Onde:

A_x = área do CLA, A_{is} = área do padrão interno éster metílico do ácido tricosanóico (23:0), para que o padrão não co-elua com outros ácidos na região do CLA, W_{is} = peso do padrão interno adicionado à amostra em mg, W_s = peso da amostra em mg, CF_x = fator de correção teórico com base no padrão interno, 1,04= fator necessário para a conversão dos resultados como mg de ácidos graxos/g de lipídios como ésteres metílicos (Mendoza *et al.* 2005).

Para obter o teor de CLA (mg/100g de músculo), multiplicou-se o conteúdo de CLA (mg/g LT) pela quantidade de lipídios totais.

3.2.9- Análise estatística

Os resultados obtidos do experimentos, foram submetidos à análise de variância ANOVA a 5% de probabilidade, sendo os dados médios do experimento 1 comparados pelo teste t-Student, e os dados médios do experimento 2 comparados pelo teste de Tukey, ambos através do programa de Statistica versão 7.0 (EUA, Stasoft, 2005).

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Experimento 1: ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO (CLA) EM *LONGISSIMUS DORSI* DE BOVINOS MISTIÇOS TERMINADOS EM PASTAGEM DE CAPIM *PANICUM MAXIMUM* csp. MOMBAÇA

4.1.1- Composição química

Os níveis de umidade, cinza e proteína bruta foram superiores ($P < 0,05$) para animais inteiros (73,73; 1,03 e 21,45%, respectivamente) em comparação aos animais castrados (72,34; 0,90 e 20,43%, respectivamente) (Tabela 3). Ao contrário os teores de lipídios totais foram superiores ($P < 0,05$) para animais castrados (3,38%) em comparação aos animais inteiros (1,71%). No entanto, não foi observado diferença ($P < 0,05$) no teor de colesterol total entre os animais inteiros (45,79 mg/100g) e castrados (45,65 mg/100g).

Deve-se salientar que o teor em umidade, cinza e proteína bruta estão relacionados ao teor de umidade na carne. Assim sendo, animais com maior deposição de gordura (animais castrados) apresentaram maiores teores de umidade, cinza e proteína bruta. O menor teor de umidade é função da característica hidrofóbica (menor conteúdo em água do tecido adiposo). Da mesma forma, o tecido adiposo apresenta baixo teor em cinza e traços de nitrogênio na sua composição e, deriva daí, o menor conteúdo destes elementos na carcaça de animais castrados.

O menor teor de gordura e maior teor protéico na carcaça de animais inteiros podem ser explicados pela atuação da testosterona, uma vez que a presença de hormônios testiculares está relacionada com aumento do hormônio do crescimento (GH) e por consequência, do desenvolvimento da massa muscular (Field, 1971).

Embora os teores de lipídios totais tenham apresentado diferenças, o mesmo não foi observado para o colesterol. Desta forma, poderia considerar que a deposição de gordura que ocorre, na carcaça, após a castração dos animais estariam em outras formas de gorduras e não de colesterol total.

Rodrigues & Andrade (2004) verificaram em animais Nelores castrados, maior teor de lipídios (20,8%) comparado a inteiros (9,9%) e menor valor de

umidade (71 x 73,6%) nos bovinos C em relação aos animais I, fato também observado por outros autores (Vaz *et al.* 2001). Estes autores observaram para bovinos Charolês x Nelore valores de umidade e lipídeos de 70,78 e 2,88% para os C e 71,94 e 1,73% para os I. Assim, a maior proporção de gordura intramuscular determinou o menor valor de umidade, uma vez que o tecido adiposo apresenta característica hidrofóbica.

O teor de gordura encontrado neste experimento foi semelhante ao observado por Ruiz, *et al.* (2005), onde relataram para nelores inteiros cruzados teores de 1,23% no LD e para Nelore castrados cruzados teores de gordura de 2,17% no LD.

Chizzolini *et al.* (1999), revisando os níveis de AG de carnes de diferentes animais, descreve como níveis médios 3,3% de lipídios no músculo LD sem gordura de cobertura, 6,2 e 0,7% para peito de frango com e sem pele, 15,1 e 6,5% para sobre-coxa de frango com e sem pele, e 5,3 e 1% para peito de peru com e sem pele. Entretanto, os níveis de gorduras descritos para LD de bovinos (3,38% para C e 1,71% para I) foram similares para algumas carnes magras descritas como peito de frango e peru.

O conteúdo em colesterol, não diferiu conforme a condição sexual. Rule, *et al.* (1997) enfatizaram que a raça, a alimentação, e a condição sexual não afetaram a concentração do colesterol do músculo bovino esquelético. Estes autores sugeriram que as diferenças no nível de colesterol do músculo devem ser provavelmente associadas com mudanças na estrutura das células musculares. Já que, mudanças na concentração do colesterol muscular podem requerer uma redistribuição dos ácidos graxos das membranas celulares (Rule *et al.* 1997).

Foram encontrados valores médios de 45,72 mg/100 g de colesterol no LD deste experimento, e não diferiram no I e C. Este valor foi menor ao encontrados por Bohac & Rhee (1998), de 56 mg/100 g e próximo ao descrito por Ruiz *et al.* (2005), com valores médios de 49,00 mg/100 g. Assim, o consumo de 100 g de LD do presente estudo iria representar um consumo de 45,60 mg de colesterol, o que corresponde a 15,24% da ingestão diária recomendada de colesterol (300 mg/dia - Greene & Feldman 1991).

Chizzolini, *et al.* (1999), revisando os níveis de colesterol de carne de diferentes animais, descreveu um nível de colesterol médio 45 mg em 100 g de LD de suínos, 43 e 61 mg em 100g de peito de frango com e sem pele, 84 e 85

mg em 100 g de sobre-coxa de frango com e sem pele, 44 e 51 mg em 100 g de peito de peru com e sem pele. Então, o conteúdo de colesterol descrito para o músculo *Longissimus dorsi* de bovinos (45,72 mg em 100 g de músculo) foram similares a carnes magras de peito de peru e de frango descritas acima sem pele.

Tabela 3. Composição química do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos alimentados com capim mombaça durante o período de terminação.

	Animais Inteiros (I)	Animais Castrados (C)
Umidade (%)	73,73 ± 0,96 ^a	72,34 ± 1,10 ^b
Cinza (%)	1,03 ± 0,09 ^a	0,90 ± 0,08 ^b
Proteína Bruta (%)	21,45 ± 0,52 ^a	20,43 ± 1,21 ^b
Lipídios Totais (%)	1,71 ± 1,35 ^a	3,38 ± 0,06 ^b
Colesterol (mg/100g LT)	45,79 ± 0,05	45,65 ± 0,07

Os resultados foram dados como médias de triplicata. ^{a,b} – Letras diferentes na mesma linha indica diferença significativa (P<0,05) pelo teste de t-Student.

4.1.2- Perfil de ácidos graxos

A maioria dos AG do capim está na forma de 18:1 n-9 (22,21%), 16:0 (16,83%), 18:2 n-6 (14,43%) e ácido γ -linolênico (18:3 n-6) (13,51%). Houve maior proporção de AGPI 44,57%, seguido pelos AGS (30,48%) e AGMI (24,95%). A proporção de n-6 foi de 16,67% e de n-3 foi de 27,90%. (Tabela 4).

O perfil de AG das forrageiras de clima tropical tem se caracterizado por ser rico em AGPI, especialmente ácidos graxos n-3 (French *et al.* 2000). Prado *et al.* (2003), avaliaram a composição em AG de duas forrageiras de clima tropical: milheto (*Pennisetum americanum* L.) e grama estrela roxa – (*Cynodon plectostachyus* Pilger). Estes autores observaram que o milheto apresentava 65,81% de AGPI, 20,03% de AGS, 14,15% de AGPI, 22,78% de n-6 e 42,28% de n-3. A grama estrela roxa possuía 68,09% de AGPI, 21,50% de AGS e 10,41% de AGMI, 22,97% de n-6 e 43,62% de n-3.

Dietas com alto nível de AGPI, poderia elevar esses ácidos graxos na carne. Entretanto, em ruminantes durante a passagem dos ácidos graxos pelo rúmen, ocorre hidrogenação, isto é, íons de hidrogênio são adicionados aos AGPI, formando principalmente ácidos 18:0 e 18:1 *t*-11 (Tamminga & Doreau,

1991). Assim o elevado teor de AGPI correlacionou com o aumento desses AG na carne.

Tabela 4. Perfil em ácidos graxos do capim *Panicum maximum*.

Ácidos Graxos	<i>Panicum maximum</i> .
12:0	0,64
14:0	0,49
15:0	1,44
16:0	16,83
16:1 n-7	2,74
17:0	1,53
18:0	4,54
18:1 n-9	22,21
18:2 n-6	14,43
18:3 n-6	0,64
20:0	5,01
18:3 n-3	13,51
18:4 n-3	3,05
20:4 n-6	0,22
20:5 n-3	6,05
22:4 n-6	1,38
22:5 n-3	3,85
22:6 n-3	1,45
AGPI ¹	44,57
AGMI ²	24,95
AGS ³	30,48
n-6 ⁴	16,67
n-3 ⁵	27,90
n-6/n-3 ⁶	0,60
AGPI/AGS ⁷	1,46

Os resultados foram dados como médias de triplicata. ¹Ácido graxo Poliinsaturado. ²Ácido graxo Monoinsaturado. ³Ácido graxo Saturado. ⁴Ácido graxo Omega-6. ⁵Ácido graxo Omega-3. ⁶Razão entre Poliinsaturados e Saturados. ⁷Razão entre Omega-6 e Omega-3.

Os AG_s da gordura intramuscular do *Longissimus dorsi* foram diversificados (Tabela 5) e (figura 9, em anexo), com a presença de ácidos graxos iso e ante-iso e, principalmente, a presença de isômeros de CLAs. Esta diversificação pode ser explicada, em parte, pelo processo de bio-hidrogenação que ocorre no ambiente ruminal (Tamminga & Doreau, 1991), o que favorece principalmente, a presença de isômeros de CLA.

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos terminados em pastagem de capim *Panicum maximum*.

Ácidos Graxos	Animais Inteiros (I)	Animais Castrados (C)
10:0	0,09 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,03 ^b
12:0	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,01
Iso 14:0	0,11 ± 0,03	0,08 ± 0,02
14:0	2,09 ± 0,45	2,36 ± 0,39
Ante-iso 15:0	0,41 ± 0,05 ^a	0,34 ± 0,06 ^b
Iso15:0	0,19 ± 0,11 ^a	0,38 ± 0,15 ^b
15:0	0,43 ± 0,07 ^a	0,32 ± 0,03 ^b
15:1 n-10	0,61 ± 0,08 ^a	0,52 ± 0,05 ^b
Iso16:0	0,35 ± 0,06 ^a	0,27 ± 0,06 ^b
16:0	23,18 ± 1,34 ^a	24,90 ± 1,18 ^b
16:1n-10	0,14 ± 0,08 ^a	0,07 ± 0,02 ^b
16:1 n-9	0,31 ± 0,20 ^a	0,18 ± 0,05 ^b
16:1 n-7	1,68 ± 0,59 ^a	2,73 ± 0,68 ^b
Ante-iso 17:0	0,25 ± 0,08	0,29 ± 0,14
Iso17:0	0,87 ± 0,06	0,85 ± 0,04
17:0	1,34 ± 0,12 ^a	1,17 ± 0,15 ^b
17:1 n-10	0,67 ± 0,11	0,76 ± 0,76
18:0	26,65 ± 0,50 ^a	20,19 ± 1,05 ^b
18:1 t-11	3,98 ± 0,17 ^a	3,22 ± 0,37 ^b
18:1 n-9	28,52 ± 1,03 ^a	33,73 ± 1,23 ^b
18:1 n-7	0,53 ± 0,09	0,64 ± 0,14
18:1 n-5	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,00
18:1 n-4	0,07 ± 0,04 ^a	0,18 ± 0,08 ^b
18:1 n-3	0,35 ± 0,05	0,35 ± 0,04
18:2 t-9, t-11	0,12 ± 0,05 ^a	0,12 ± 0,01 ^s
18:2 c-9, t-11	0,09 ± 0,03	0,13 ± 0,03
19:0	0,31 ± 0,06 ^a	0,23 ± 0,03 ^b
18:2 t-9, c-11	0,31 ± 0,04	0,27 ± 0,5
18:2 n-6	1,68 ± 0,24 ^a	1,27 ± 0,14 ^b
18:2 n-4	0,20 ± 0,01	0,20 ± 0,02
20:0	0,20 ± 0,07	0,17 ± 0,05
18:3 n-3	0,85 ± 0,15	0,53 ± 0,05
18:2 c-9, t-11	0,78 ± 0,15	0,84 ± 0,08
18:2 c11, t-13	0,14 ± 0,02	0,15 ± 0,02
18:2 t-10, c-12	0,21 ± 0,03	0,23 ± 0,01
(CLA) c, c ¹	0,14 ± 0,05	0,12 ± 0,03
(CLA) t, t ²	0,18 ± 0,03	0,15 ± 0,04
20: 2 n-6	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,02
20:2 n-3	0,14 ± 0,03	0,17 ± 0,05
20:3 n-6	0,12 ± 0,03	0,12 ± 0,04
22:0	0,07 ± 0,03	0,07 ± 0,04
20:4 n-6	0,53 ± 0,06 ^a	0,38 ± 0,06 ^b
22:2 n-6	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,04
20:5 n-3	0,33 ± 0,9 ^a	0,25 ± 0,10 ^b
22:4 n-6	0,06 ± 0,07	0,07 ± 0,04
22:5 n-6	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,02
22:5 n-3	0,34 ± 0,06	0,31 ± 0,05
22:6 n-3	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01

Os resultados foram dados como médias de triplicata. ^{a,b} – Letras diferentes na mesma linha indica diferença significativa (P<0,05) pelo teste de t-student. ¹Somatório dos ácidos CLAs cis,cis (8,10;9,11;10,12;11,13). ²Somatório dos ácidos CLAs trans,trans (8,10;9,11;10,12;11,13).

Os animais I apresentaram maior ($P < 0,05$) conteúdo de 18:1 *t*-11 (3,98%) em relação aos C (3,22%). Este ácido graxo é um importante intermediário produzido pelos microrganismos do rúmen, que, após absorvido, poderá ser transformado em CLA (18:2 *c*-9, *t*-11 – ácido rumênico) no tecido dos ruminantes (Barman, 1999).

A proporção de 18:2 *c*-9 *t*-11 foi igual ($P > 0,05$) para os I (0,78%) e C (0,84%). Fritsche e Fritsche (1998) também não encontraram diferença na proporção de 18:2 *c*-9, *t*-11 entre bovinos inteiros (0,76%) e castrados (0,86%) alimentados com silagem de milho.

Para os animais I e C, a maior parte dos ácidos graxos estava na forma de ácido oléico, esteárico e palmítico 28,52; 26,65; 23,18%, respectivamente para I e 33,73; 20,19; e 24,90% para os animais C, respectivamente.

Houve efeito ($P < 0,05$) da castração sobre a proporção dos ácidos palmítico, esteárico e oléico (Tabela 5). Os castrados apresentaram maior proporção de 16:0 e 18:1 *n*-9 em relação aos inteiros. Estes apresentaram maior ($P < 0,05$) proporção de 18:0 em relação àqueles. Ruiz *et al.* (2005), avaliando o LD de Nelore cruzados inteiros e castrados, terminados a pasto, não observaram diferença ($P > 0,05$) nos teores de 16:0 entre C (26,58%) e I (25,13%) nem nos teores de 18:1 *n*-9 (34,04 para os C e 35,17% para os I). Já o teor de 18:0 foi superior para os C (21,95%) em relação aos I (18,45%).

Prado *et al.* (2003), avaliando o LD de Nelores castrados, observaram 23,24% para o 16:0, 15,76% para o 18:0 e 39,59% para o 18:1 *n*-9. Scheeder *et al.* (2001), avaliando a proporção de ácidos graxos da carne de animais da raça pardo suíço inteiros confinados, observaram valores de 23,55% para o 16:0, 21,08% para o 18:0 e 38,77% para o 18:1 *n*-9. French *et al.* (2000), avaliando o LD de novilhos europeus de raças cruzadas terminados a pasto, observaram 22,84% para o 16:0, 14,72% para o 18:0 e 40,58% para o 18:1 *n*-9.

Os AGPIs predominantes foram o 18:2 *n*-6 e o 18:3 *n*-3. Os I apresentaram maiores ($P < 0,05$) valores de 18:2 *n*-6 (1,68%) do que os castrados (1,27%). O teor de 18:3 *n*-3 foi igual ($P > 0,05$) para os inteiros (0,85%) e castrados (0,53%). Da mesma forma, Ruiz *et al.* (2005), comparando os animais mestiços inteiros e castrados, terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha*, observaram maior teor de 18:2 *n*-6 para os I (5,05%) quando comparados aos C (3,47%). Ademais,

os teores de 18:3 n-3 encontrados pelos autores foram superiores para os I (1,80%) do que os C (0,83%).

Uma vez que ruminantes recebem dietas com baixa concentração de gordura, a maior parte dos ácidos graxos do tecido adiposo formado é sintetizado pelo metabolismo do animal, os ácidos graxos são alongados até 18:0 e por dessaturação convertidos a 18:1 n-9 (Rule *et al.* 1997). Como o tecido adiposo aumenta, um depósito maior de 18:1 n-9 poderá ocorrer, reduzindo a proporção de 18:0, isto poderia explicar porque os bovinos castrados apresentaram maiores teores de 18:1 n-9 quando comparados com os inteiros.

O ácido oléico aumenta a concentração de colesterol – HDL (lipoproteína de alta densidade) no sangue humano e diminui o nível de colesterol – LDL (lipoproteína de baixa densidade) (Katan & Mensink, 1994). Como somente o colesterol – LDL é relacionado com aumento de doenças cardiovasculares em humanos, a produção de carne rica em ácido oléico resulta um impacto positivo à saúde humana.

A proporção de AGPI no *Longissimus dorsi* foi igual ($P>0,05$) entre C e I. A proporção de AGMI foi maior para os C (42,39%) em relação aos I (36,89%), enquanto que a proporção de AGS foi maior ($P<0,05$) para os I (56,68%) em relação aos castrados (51,79%). Os I apresentaram maior proporção de n-6 e n-3 do que os C (Tabela 6).

Tabela 6. Totais de séries e razões de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* dos animais castrados e inteiros terminados em capim mombaça.

	Animais inteiros (I)	Animais castrados (C)
AGPI ¹	6,43 ± 0,76	5,82 ± 0,68
AGMI ²	36,89 ± 1,49 ^a	42,39 ± 0,68 ^b
AGS ³	56,68 ± 1,20 ^a	51,79 ± 3,75 ^b
CLA ⁴	1,45 ± 0,32	1,49 ± 0,07
n-6 ⁵	3,02 ± 0,32 ^a	2,60 ± 0,47 ^b
n-3 ⁶	3,02 ± 0,32 ^a	1,27 ± 0,17 ^b
n-6/n-3 ⁷	1,69 ± 0,30	2,05 ± 0,35
AGPI/AGS ⁸	0,11 ± 0,02	0,11 ± 0,02

¹Ácido graxo Poliinsaturado. ²Ácido graxo Monoinsaturado. ³Ácido graxo Saturado.

⁴Ácido Linoléico Conjugado total. ⁵Ácido graxo Omega-6. ⁶ Ácido graxo Omega-3 .

⁷Razão entre Poliinsaturados e Saturados. ⁸Razão entre Omega-6 e Omega-3.

Os resultados foram dados como médias de triplicata. ^{a,b} – Letras diferentes na mesma linha indica diferença significativa ($P<0,05$) pelo teste de t-Student.

Apesar dos animais terem sido alimentados com um alimento que contém altos níveis de AGPI, eles apresentaram altos valores de AGS devido ao processo de bio-hidrogenação ruminal. Ruiz *et al.* (2005) observaram maior proporção de AGPI (11,98%) e menor proporção de AGS (47,27%) para os I quando comparados aos C (8,16% de AGPI e 52,24% de AGS). Vale salientar que as proporções de AGS, AGMI e AGPI encontradas pelos autores foram semelhantes ao relatado no presente experimento.

A proporção de AGPI foi semelhante à observada por French *et al.* (2000) de 5,35% e inferior à observada por Prado *et al.* (2003) de 10,40%. Ambos os autores trabalharam com bovinos castrados mantidos em sistemas exclusivos a pasto.

As razões n-6/n-3 e AGPI/AGS foram semelhantes entre castrados e inteiros. A razão n-6/n-3 média foi de 1,87. Este valor encontra-se dentro do recomendado pelo ministério da saúde da Inglaterra (HMSO, 1994), que é de no máximo 4,0.

Ruiz *et al.* (2005) observaram maior relação AGPI/AGS para os I (0,25) em relação aos C (0,16). Ambos os valores foram superiores ao observado neste experimento (0,11). Este valor foi semelhante ao observado por French *et al.* (2000) para novilhos terminados em pasto (0,13) e inferior a 0,28, valor observado por Prado *et al.* (2003) com novilhos Nelore terminados em pastagem.

4.1.3-Quantificação dos isômeros de CLA

Analisando a figura 10 (em anexo) que é a região ampliada dos ésteres metílicos de CLA_s, foi possível fazer a separação por cromatografia gasosa dos isômeros *c*-9, *t*-11; *c*-11, *t*-13 e *t*-10, *c*-12. No entanto, os isômeros com duplas ligações nas posições 8,10; 9,11; 10,12; 11,13, foram agrupados nas classes *cis*, *cis* e *trans*, *trans* (Tabela 7).

Tabela 7. Teor de CLA em *Longissimus dorsi* de bovinos alimentados com capim *Panicum maximum* (fase de terminação)

CLAs	(mg/g Lipídios totais - LT)		(mg/100g músculo)	
	Inteiros (I)	Catrados (C)	Inteiros (I)	Catrados (C)
18:2 <i>c</i> -9, <i>t</i> -11	7,04 ± 1,09	8,75 ± 1,01	12,52 ± 1,77 ^a	28,99 ± 0,26 ^b
18:2 <i>c</i> -11, <i>t</i> -13	1,32 ± 0,19	1,54 ± 0,23	2,25 ± 0,33 ^a	5,19 ± 0,77 ^b
18:2 <i>t</i> -10, <i>c</i> 12	1,99 ± 0,26	2,27 ± 0,10	3,40 ± 0,45 ^a	7,67 ± 0,35 ^b
18:2 <i>c</i> , <i>c</i> ¹	1,18 ± 0,22	1,26 ± 0,14	2,01 ± 0,38 ^a	4,27 ± 0,48 ^b
18:2 <i>t</i> , <i>t</i> ²	1,77 ± 0,21	1,58 ± 0,21	3,02 ± 0,37 ^a	5,33 ± 0,69 ^b
CLA Total	13,59 ± 2,03	14,61 ± 1,40	23,24 ± 0,38 ^a	47,99 ± 0,30 ^b

Os resultados foram dados como médias de triplicata. ¹Somatório dos CLAs *cis*, *cis* (8,10;9,11;10,12;11,13). ²Somatório dos CLAs *trans*, *trans* (8,10;9,11;10,12;11,13).

O isômero encontrado em maior quantidade foi o 18:2 *c*-9, *t*-11, não apresentando diferença ($P > 0,05$) entre I (7,04 mg em 100 g de lipídeos totais - LT) e C (8,75 mg/100 g de LT). O isômero 18:2 *c*-9, *t*-11 representou 51,80% do total de CLA dos inteiros e 59,85% do total de CLA dos castrados. Estas proporções foram inferiores a 90%, valor este citado por Bauman *et al.* (1999) como sendo a proporção do isômero 18:2 *c*-9, *t*-11 encontrada em bovinos alimentados com baixa suplementação e concentrado.

Por outro lado, Mendoza *et al.* (2005), avaliando o LD de diferentes cruzamentos de Zebu com raças européias, alimentados com pastagem de *Braquiária* spp., observaram a proporção de 68,71% dos CLA na forma do isômero 18:2 *c*-9 *t*-11, proporção esta também inferior ao relatado por Bauman *et al.* (1999).

Em ambas as condições sexuais, foi obtido teor de CLA (média de 14,10 mg/g de LT) maiores que os encontrados por Mendoza *et al.* (2005), que obtiveram 1,01 mg/g LT de *c*-9, *t*-11 e 0,47 mg/g LT para o *t*-10, *c*-12, sendo o

teor de CLA total de 1,47 mg/g de LT, em bovinos de diferentes cruzamentos de Zebu com raças européias, alimentados com pastagem de *Braquiária* spp. Também, Elmore *et al.* (2004), observaram menores teores de CLA total, trabalhando com animais castrados das raças Aberdeem Angus (4,8 mg/100 g do músculo) e Holstein-Friesian (7,6 mg/100 g de músculo), alimentados com silagem de grama.

French *et al.* (2000), avaliando a proporção de CLA da gordura intramuscular de bovinos castrados que receberam pastagem de grama, silagem de grama ou dietas baseadas em concentrado, mostrou que diminuindo a proporção de dieta com concentrado acarreta um aumento linear de na concentração de CLA da gordura intramuscular. A proporção de CLA no músculo de bovinos terminados a pasto foi de 10,8 mg/g enquanto que gordura naqueles alimentados com 4 kg/dia de concentrado a proporção foi de 4,7 mg/g de LT.

Quando feita a avaliação da concentração de isômeros de CLA no músculo LD, observa-se (tabela 7) que os C apresentam níveis muito acima dos encontrados nos I. Isto ocorreu uma vez que a porcentagem de gordura no LD dos C foi superior (3,38%) aos I (1,71%) (P,0,05). Assim, convertendo o teor de CLA presente na fração de LT para a quantidade de CLA presente no músculo, os C apresentaram níveis maiores, apesar da proporção de CLA na gordura ter sido semelhante. Assim, o consumo de 100 g de LD dos castrados irá resultar no consumo de 47,99 mg de CLA, enquanto que o consumo de 100 g de LD dos inteiros irá resultar no consumo de 23,24 mg de CLA.

4.2- Experimento 2: ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO NO MÚSCULO LONGISSIMUS DORSI DE BOVINOS MESTIÇOS TERMINADOS EM PASTAGEM DE BRACHIÁRIA BRIZANTHA CV. MARANDU

4.2.1- Composição química

Os animais da raça Nelore apresentaram maior (P<0,05) conteúdo de umidade (74,09%), cinza (1,05%) e proteína bruta (23,42%) em comparação aos mestiços NSG, que apresentaram conteúdo de umidade de 73,27%, de cinza 0,98% e de proteína de 22,71% (Tabela 8). No entanto, não foi observado diferença (P>0,05) entre os animais mestiços NSG e os mestiços NSi.

Por outro lado, o teor de lipídios e colesterol foram semelhantes entre os animais da raça Nelore (2,65% e 46,44 mg/100g, respectivamente) em comparação aos animais mestiços NSG, que apresentaram teores de 3,12% e 46,90 mg/100g para lipídios e colesterol, respectivamente. No entanto, os teores de lipídios (3,64%) e colesterol (48,29 mg/100g) foram superiores ($P<0,05$) para os mestiços NSi em comparação aos animais da raça Ne e aos mestiços NSG.

Os teores de lipídios e colesterol observados nos animais NSG estão diretamente relacionados à raça. Os originários do cruzamento entre Nelore e Santa Gertrudes apresentaram grau de sangue de animais britânicos, uma vez que a raça Santa Gertrudes foi formada, na década de 1940, nos Estados Unidos oriunda de cruzamento entre os animais britânicos (Shorthorn e Brahman) (Embrapa, 2005). A raça Shorthorn foi selecionada na Inglaterra para o ganho em peso e deposição de gordura em função da alta necessidade calóricas dos habitantes da ilha àquela época. Ainda deve-se salientar que os mestiços NSi apresentaram menores teores de lipídios e colesterol em relação aos mestiços NSG, embora sejam ambos os grupos de lipídios oriundos de cruzamentos com os animais *Bos taurus taurus*. O menor teor de lipídios e colesterol nos animais mestiços NSi está relacionado à seleção que os animais da raça Simental receberam no passado, pois eram animais usados para o trabalho e, desta forma, eram animais tardios, com maior peso adulto e maior deposição de massa muscular. Da mesma forma, o menor teor de lipídios e colesterol apresentado pelos animais da raça Nelore deve-se à sua formação genética básica, pois os mesmos não sofreram processo de seleção, para crescimento e deposição de gordura, mas, sim para estarem bem adaptados às regiões tropicais e subtropicais.

Tabela 8. Composição química do músculo *Longissimus dorsi* dos bovinos de diferentes grupos genéticos terminados com capim Brachiária.

	Ne	NSi	NSG
Umidade (%)	74,09±0,89 ^a	73,94±0,44 ^{a,b}	73,27±1,01 ^b
Cinza (%)	1,05±0,15 ^a	1,02±0,045 ^{a,b}	0,98±0,04 ^b
Proteína bruta (%)	23,42 ±0,69 ^a	23,04±0,72 ^{a,b}	22,71±0,60 ^b
Lipídios totais (%)	2,65±0,44 ^a	3,12±0,24 ^a	3,64±0,61 ^b
Colesterol (mg/100g LT)	46,44±0,21 ^a	46,90±0,36 ^a	48,29±0,12 ^b

Os resultados foram dados como médias de triplicata. ^{a,b} – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($P<0,05$) pelo teste de Tukey. Ne= Nelore, NSi= ½ Nelore x ½ Simental, NSG= ½ Nelore x ½ Santa Gertrudes.

Young *et al.* (1991) obtiveram para LD de caprinos valores de 79,2% para umidade. Moreira *et al.* (2002), obtiveram para Nelore, no mesmo músculo, valores de 74,28% e Youssef *et al.* (2000) para o músculo vastus lateralis com animais de 54 meses de idade valores de 76,07%. Abularach *et al.* (1998) obtiveram valores de umidade variando de 73,11 e 76,99%. Moreira *et al.* (2003) trabalhando com novilhos Nelore terminados em pastagem de milho obteve valores para umidade de 74,38%, cinza 0,99%, proteína bruta 21,14%, lipídios 1,61% e colesterol 37,17 mg/100g de músculo, e com grama estrela níveis de água de 74,71%, cinza 1,03%, proteína bruta 20,79%, lipídios 1,87% e colesterol 39,24 mg/100g de músculo, em LD sem gordura de cobertura.

Luchiari Filho (2000) relata que fatores genéticos são importantes na determinação da quantidade de gordura em um determinado peso, pois a um mesmo peso corporal vazio, diferenças no nível de gordura de até 50% são encontrados entre raças diferentes. Costa *et al.* (2002) constataram correlação positiva entre porcentagem de gordura na carcaça e no conteúdo de colesterol da carne, indicando que carcaças com maior porcentagem de gordura também apresenta maior teor de colesterol.

O teor de colesterol, obtido neste trabalho estão próximos aos encontrados por Rule *et al.* (2002) analisando Bisão, carne de novilhos mestiços, alce e frango que foi de 43,8; 52,3; 50,2 e 59,3 mg/100g de músculo, respectivamente, sendo os animais ruminantes oriundos de pastagem (na região da Itália) e frango comercial.

4.2.2- Perfil de ácidos graxos

Dentre AGS, o ácido 16:0, com cerca de 50% dos AGS_{totais} se encontra em predominância, seguido pelo 18:0. Dentre os dois AGMIs encontrados o predominante foi o 18:1 n-9 representando mais de 75% dos AGMI. Com relação aos AGPI (fração dos lipídios em maior quantidade na pastagem) os que predominaram foram o 18:2 n-6 e o 18:3 n-3 com valores próximos, somando os dois mais de 75% dos AGPI (Tabela 9).

Ao se analisar as séries e razões dos ácidos graxos observa-se um alto teor de n-3 total o que acarretou boa razão n-6/n-3 (0,60) e AGPI/AGS (1,52). Este perfil de ácidos graxos é característico de pastagem. Moreira *et al.* (2003)

analisando pastagens de clima tropical obteve menores valores para 18:1 n-9, 12,62 e 6,41% em pastagens de milho e grama estrela, respectivamente, e de 18:3 n-3, 10,87% (milho) e 12,32% (grama estrela), esta autora também encontrou alto valor de ácido 18:4 n-3 15,74% (milho) e 12,18 % (grama estrela) desta forma a somatória dos AGPI foi superior para as duas pastagens 65,81 e 68,09% para milho e grama estrela, respectivamente.

Dentre ao AGPI, 61% são de ácidos graxos da série ômega-3. Noci *et al.* (2005) obteve para silagem de grama (na região da Irlanda) e concentrado com 52% de matéria seca, valores maiores de AGPI de 70,02 e 51,08%, respectivamente.

Tabela 9. Perfil de ácidos graxos do capim *Brachiária brizantha*.

Ácidos Graxos (%)	<i>Brachiária brizantha</i>
12:0	0,65
14:0	0,50
15:0	0,32
16:0	17,02
16:1 n-7	2,77
17:0	1,55
18:0	4,59
18:1 n-9	22,46
18:2 n-6	14,59
18:3 n-6	0,65
20:0	5,06
18:3 n-3	13,66
18:4 n-3	3,08
20:4 n-6	0,22
20:5 n-3	6,12
22:4 n-6	1,40
22:5 n-3	3,89
22:6 n-3	1,46
AGPI ¹	45,07
AGMI ²	25,23
AGS ³	29,69
n-6 ⁴	16,86
n-3 ⁵	28,21
n-6/n-3	0,60
AGPI/AGS	1,52

Os resultados foram dados como médias de triplicata. ¹Ácido graxo Poliinsaturado. ²Ácido graxo Monoinsaturado. ³Ácido graxo Saturado. ⁴Ácido graxo Omega-6. ⁵Ácido graxo Omega-3.

Comparando o perfil em ácidos graxos da pastagem (Tabela 9) com o perfil encontrado no músculo de animais de diferentes (Tabela 10), observa-se maior variedade neste último devido à modificação ou produção dos ácidos pelo metabolismo e pela intensa bio-hidrogenação ruminal causada pelas lipases dos

microorganismos presentes no rúmen, nota-se a presença de ácidos iso, ante-iso, e principalmente o CLA.

Tabela 10. Perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em capim *Brachiária brizantha*.

Ácidos Graxos (%)	Ne	NSi	NSG
12:0	0,05±0,01	0,06±0,01	0,05±0,01
iso 14:0	0,07±0,01	0,07±0,02	0,07±0,01
14:0	2,04±0,03 ^{a,b}	2,19±0,47 ^a	2,83±0,38 ^b
aiso 15:0	0,25±0,01	0,26±0,04	0,25±0,04
iso15:0	0,38±0,05	0,41±0,10	0,39±0,07
15:0	0,27±0,01	0,27±0,04	0,27±0,04
15:1 n-10	0,41±0,02	0,39±0,07	0,40±0,05
iso16:0	0,23±0,01	0,21±0,03	0,23±0,02
16:0	24,04±0,90 ^a	24,19±0,80 ^a	25,76±1,26 ^b
16:1n-10	0,09±0,01	0,08±0,02	0,08±0,02
16:1 n-9	0,24±0,01	0,24±0,02	0,24±0,03
16:1 n-7	2,60±0,27	2,54±0,29	2,53±0,26
aiso 17:0	0,08±0,01 ^a	0,13±0,04 ^b	0,09±0,03 ^a
iso17:0	0,67±0,04	0,71±0,11	0,72±0,03
17:0	0,90±0,07	1,01±0,13	1,02±0,07
17:1 n-10	0,58±0,11 ^a	0,70±0,05 ^b	0,77±0,11 ^b
18:0	17,87±0,90	17,89±0,73	18,89±1,11
18:1 t-11	1,92±0,17	2,09±0,30	2,11±0,13
18:1 n-9	38,36±0,87 ^a	38,25±0,98 ^a	37,12±1,41 ^b
18:1 n-7	0,71±0,12 ^{a,b}	0,81±0,14 ^a	0,64±0,12 ^b
18:1 c-14	0,23±0,03	0,19±0,05	0,21±0,05
18:1 c-15	0,31±0,04	0,32±0,03	0,34±0,03
18:2 t-9,t-12	0,11±0,01	0,12±0,03	0,14±0,05
18:2 c-9,t-12	0,13±0,03	0,11±0,01	0,13±0,03
19:0	0,09±0,02 ^a	0,18±0,05 ^b	0,15±0,05 ^b
18:2 t-9,c-12	0,16±0,04 ^a	0,21±0,04 ^a	0,23±0,07 ^a
18:2 n-6	2,98±0,60 ^a	2,20±0,20 ^b	2,53±0,49 ^b
18:2 n-4	0,14±0,03	0,15±0,02	0,15±0,01
20:0	0,11±0,02	0,12±0,02	0,13±0,02
18:3 n-3	0,74±0,24	0,65±0,09	0,78±0,14
18:2 c-9, t-11	0,54±0,20	0,45±0,07	0,51±0,05
18:2 c-11, t-13	0,13±0,08	0,14±0,06	0,12±0,02
18:2 t-10, c-12	0,25±0,31 ^a	0,16±0,02 ^b	0,20±0,02 ^b
(CLA) C, C ¹	0,06±0,02	0,06±0,01	0,09±0,02
(CLA) T, T ²	0,29±0,06 ^a	0,36±0,26 ^b	0,11±0,03 ^c
20: 2 n-6	0,13±0,03	0,19±0,06	0,17±0,05
20:3 n-6	0,33±0,03 ^a	0,21±0,03 ^b	0,20±0,04 ^b
20:4 n-6	1,02±0,21	0,93±0,19	1,02±0,36
22:1 n-7	0,17±0,03 ^a	0,12±0,03 ^b	0,14±0,02 ^{a,b}
20:5 n-3	0,48±0,15	0,41±0,16	0,41±0,12
22:4 n-6	0,09±0,01	0,08±0,01	0,08±0,02
22:5 n-6	0,08±0,02	0,06±0,01	0,07±0,02
22:5 n-3	0,71±0,13 ^a	0,43±0,08 ^b	0,51±0,08 ^b
22:6 n-3	0,16±0,02 ^a	0,07±0,04 ^a	0,11±0,04 ^b

Os resultados foram dados como médias de triplicata. ^{a,b} – Letras diferentes na mesma linha indica diferença significativa (P<0,05) pelo teste de Tukey. ¹Somatório dos ácidos CLAs *cis,cis* (8,10;9,11;10,12;11,13). ²Somatório dos ácidos CLAs *trans,trans* (8,10;9,11;10,12;11,13). Ne= Nelore, NSi= ½ Nelore x ½ Simental, NSG= ½ Nelore x ½ Santa Gertrudes.

Os ácidos graxos saturados encontrados variaram de 10 a 20 átomos de carbono, sendo o 16:0 predominante nesta classe ($P < 0,05$), para todas as classes genéticas analisadas, com teores variando de 24,69 à 22,76%, sendo que estes valores se encontram acima dos obtidos por Varela *et al.* (2004), para novilhos Gallega rubia que foi de 17,10% para animais alimentados com pastagem e 20,03% para os que receberam ração com concentrado mais silagem de milho. Mas abaixo do teor obtido por Noci *et al.* (2005) que foi de 26,36% em animais alimentados com silagem de grama. Outro AGS encontrado em alta quantidade foi o 18:0, com valores próximos aos obtidos por Varela *et al.* (2004), que foi de 19,45% (pastagem) e 17,96% (silagem de milho) e acima dos obtidos por Noci *et al.* (2005) que obteve 15,08% (silagem de grama).

Dentre a classe de AGMI o 18:1 n-9 foi encontrado em maior quantidade, como ele tem efeito positivo (diminui o LDL e aumenta o HDL do organismo) a maior quantidade deste ácido teria efeito positivo na saúde humana, por outro lado, os ácidos 16:0 e o 14:0 são os responsáveis pelo aumento do nível de colesterol (Katan *et al.* 1994), isto está de acordo com o perfil de ácidos graxos e o conteúdo de colesterol dos animais das classes genéticas analisadas.

Com relação à classe dos AGPI os predominantes foram o ácido 18:2 n-6 e o 20:4 n-6, no LD de todos os animais foi observado ainda a presença de ácidos graxos de cadeia longa provenientes da elongação dos ácidos 18:2 n-6 e 18:3 n-3. O teor de 18:2 n-6 está abaixo dos obtidos por Noci *et al.* (2005) e Varela *et al.* (2004), os quais encontraram 4,73 e 5,07%, respectivamente, para animais terminados em pastagem. O teor de 20:4 n-6 para estes autores foram menores, 1,14 e 1,87%, respectivamente. Os ácidos 18:3 n-3 e 20:5 n-3, não diferiram ($P > 0,05$) entre as classes genéticas, Varela *et al.* (2004), obteve 2,39 e 1,60%, respectivamente para os mesmos ácidos graxos.

Alguns pesquisadores só constataram a presença de um isômero de CLA, o 18:2 c-9, t-11. Noci *et al.* (2005) obteve 0,66% e Purchas *et al.* (2005) 0,37% (com novilhos cruzados Angus, em pastagens nos EUA). Rule *et al.* (2002) detectou três isômeros de 18:2 n-6 o c-9, t-11, o t-10, c-12 e o c-10, c-12, este autor obteve para o 18:2 c-9 t-11 em Bisão, novilhos mestiços, e alce alimentados com pastagem, 0,34; 0,41; e 0,10; ainda para o 18:2 t-10, c-12, 0,02; 0,12; 0,03; para o 18:2 c-10, c-12, 0,07; 0,10; e 0,06, respectivamente. Sendo estes valores próximos aos obtidos para os animais NSi.

Analisando a somatória das séries e razão dos ácidos graxos que estão dispostos na tabela 11, pode-se observar que os músculos da raça Nelore apresentaram maior teor de AGPI, no entanto esses valores não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) entre os grupos genéticos, variando de 8,50% para animais Ne a 7,04% para mestiços NSi. Com relação ao teor de CLA total estes variaram de 1,27% (NSG) à 1,03% (Ne). Ao se analisar os ácidos graxos da série ômega-3 total, foi detectado diferenças ($P<0,05$) entre a raça Ne (2,09) e NSG (1,81), contra os mestiços NSi (1,56%). Os valores encontrados para a somatória dos ácidos graxos da série n-6 e n-3 foram próximos para todos os grupos genéticos, desta forma em todos eles foi obtido boa razão n-6/n-3, à qual ficou dentro do valor recomendado pelo HMSO (1994), mas pelo fato dos bovinos apresentaram alto valor de AGS as razões de AGPI/AGS se encontraram abaixo do valor mínimo recomendado, que é acima de 0,45 (HMSO, 1994).

Tabela 11. Totais de séries e razões de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos de diferentes grupos genéticos.

	Ne (%)	NSi (%)	NSG (%)
AGPI ¹	8,5±1,54	7,04±0,74	7,56±1,36
AGMI ²	44,57±0,89	45,32±1,08	45,18±2,32
AGS ³	47,96±1,23 ^{a,b}	48,15±1,81 ^a	45,47±2,35 ^b
CLA ⁴	1,03±0,11 ^a	1,16±0,18 ^{a,b}	1,27±0,09 ^b
n-6 ⁵	4,66±0,83	3,67±0,39	4,07±0,69
n-3 ⁶	2,09±0,63 ^a	1,56±0,58 ^b	1,81±0,49 ^a
n-6/n-3	2,23±1,51	2,35±0,39	2,25±0,43
AGPI/AGS	0,19±0,05	0,14±0,02	0,16±0,04

¹Ácido graxo Poliinsaturado. ²Ácido graxo Monoinsaturado. ³Ácido graxo Saturado. ⁴Ácido Linoléico Conjugado total. ⁵Ácido graxo Omega-6. ⁶Ácido graxo Omega-3. Os resultados foram dados como médias de triplicata. ^{a,b} – Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($P<0,05$) pelo teste de Tukey. Ne= Nelore, NSi= ½ Nelore x ½ Simental, NSG= ½ Nelore x ½ Santa Gertrudes.

Varela *et al.* (2004) obtiveram maior teor para os AGPI 11,84%, valores próximos para AGMI 45,38%, e menores para os AGS 42,45%, comparando com os obtidos neste experimento. Noci *et al.* (2005) obteve valores semelhantes de AGPI 7,93%, e abaixo para AGS (45,66%) e AGPI (41,91%), no entanto, a razão n-6/n-3 (5,19) obtida por este autor está acima, a razão AGPI/AGS (0,175) está abaixo, da recomendada pelo HMSO (1994).

Aharony *et al.* (2004) trabalhando com animais Friesiam inteiros que receberam dietas suplementadas ou não com óleo de linhaça, com alto e baixo teor de forragem, obteve um aumento no 20:4 n-6 elevando o conteúdo de forragem com suplementação, e valores de AGS em torno de 43,80%, AGMI 48,0%. Os AGPI sofreram maior variação tendo seu valor elevado de 47,4% (dieta com baixo teor de forragem) para 57,8% (em dietas suplementadas com óleo de linhaça), as dietas não suplementadas tiveram valores de 43,2 (baixa forragem) e 44,5% (com alta forragem).

4.2.3- Quantificação dos isômeros de CLA

Foi detectado (Tabela 12) como no experimento 1, onde se analisou animais de cruzamento industrial (½ Nelore x ½ Aberdeen Angus) castrados e inteiros terminados em pastagem de capim mombaça, a presença de 3 isômeros de CLAs separados, e grupos de *cis*, *cis* e *trans*, *trans* dos isômeros que apresentam duplas nas posições (8,10-9,11-10,12-11,13). Os animais NSG apresentaram maior teor de 18:2 *c*-9, *t*-11, 9,94 contra 8,43 (mg/g LT) dos animais Ne.

Tabela 12. Teor de CLA em *Longissimus dorsi* de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com capim *Brachiária brizantã* (fase de terminação)

CLAs	(Mg/g LT)			(mg/100g músculo)		
	Ne	NSi	NSG	Ne	NSi	NSG
18:2 <i>c</i> -9, <i>t</i> -11	8,43±0,30 ^a	9,24±1,09 ^{a,b}	9,94±0,96 ^b	19,32±0,63 ^a	22,95±2,31 ^b	31,20±1,78 ^c
18:2 <i>c</i> -11, <i>t</i> -13	1,93±0,30 ^a	3,18±0,32 ^b	2,36±0,21 ^b	4,41±0,63 ^a	5,84±0,45 ^{a,b}	7,83±0,45 ^b
18:2 <i>t</i> -10, <i>c</i> -12	2,86±0,40 ^a	3,18±0,32 ^{a,b}	3,88±0,39 ^b	6,55±0,88 ^a	7,98±0,61 ^b	12,57±0,30 ^c
18:2 <i>c</i> , <i>c</i> ¹	1,26±0,36 ^a	1,07±0,12 ^a	2,01±0,21 ^b	2,88±0,82 ^a	2,75±0,31 ^a	6,49±0,67 ^b
18:2 <i>t</i> , <i>t</i> ²	3,42±0,91 ^a	2,78±1,69 ^a	1,70±0,17 ^b	8,52±1,08 ^{a,b}	7,17±0,55 ^a	5,50±0,55 ^b
CLA Total	17,92±1,20	19,45±1,35	19,89±1,40	41,68±0,28 ^a	46,69±0,25 ^b	64,22±2,02 ^c

Os resultados foram dados como médias de triplicata. ^{a,b} – Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (P<0,05) pelo teste de Tukey. ¹Somatório dos CLAs *cis*, *cis* (8,10;9,11;10,12;11,13). ²Somatório dos CLAs *trans*, *trans* (8,10;9,11;10,12;11,13), Ne= Nelore, NSi= ½ Nelore x ½ Simental, NSG= ½ Nelore x ½ Santa Gertrudes.

Observando a tabela 12 de uma maneira geral, os animais NSG apresentaram maior teor dos dois isômeros com funções biológicas o 18:2 *cis*-9, *trans*-11 e do 18:2 *trans*-10, *cis*-12 e também maior teor de CLA total. Convertendo o teor de CLA em 100g de músculo observa-se ainda que os

animais NSG apresentaram maior valor para a maioria dos isômeros de CLAs, menos para o conjunto dos isômeros *trans*.

Mir *et al.* (2004) trabalhando com animais de diferentes raças, obteve 2,7 mg/g LT e 25 mg/100g músculo (em dieta controle), 12,9 mg/g LT e 134 mg/100g músculo (ração enriquecida com óleo de girassol), para a raça Wagyu; 2,8 mg/g LT e 18,0 mg/100g músculo (em dieta controle), 11,9 mg/g LT e 76 mg/100g músculo (ração enriquecida com óleo de girassol), para o cruzamento Wagyu x Limousin; 2,9 mg/g LT e 12,0 mg/100g músculo (em dieta controle), 12,2 mg/g LT e 59 mg/100g músculo (ração enriquecida com óleo de girassol), para a raça Limousin.

Dannenberger *et al.* (2004) obteve 7,69 mg/100g músculo fresco em animais inteiros da raça Hosltein (Alemã), alimentados com pastagem.

Desta forma, um homem se alimentando de 100g de carne de animais da raça NSG, estaria ingerindo 64,22 mg de CLA, se essa carne fosse de animais Ne a quantidade ingerida de CLA seria de 41,68 mg e de NSi 46,69 mg.

5- CONCLUSÃO

Os animais castrados apresentaram maior conteúdo lipídico do que os animais inteiros. Com relação aos grupos genéticos analisados, o conteúdo de lipídio foi crescente na seguinte ordem: Nelore, Nelore cruzado com Simental e Nelore cruzado com Santa Gertrudis. À medida que o teor lipídico aumentou o nível de umidade, cinza e proteína decresceram. O conteúdo de colesterol apresentou diferença ($P < 0,05$) com relação aos grupos genéticos, mas não com relação as condições sexuais (I e C). O isômero de CLA encontrado em maior quantidade no músculo dos bovinos foi o 18:2 *cis*-9, *trans*-11, a proporção de CLA na gordura de ambas as condições sexuais, e dos grupos genéticos foram semelhantes, mas a quantidade de CLA no músculo dos animais com maior teor de lipídios totais foi superior, assim, a carne bovina apesar de ter alto teor de ácidos graxos saturados é rica em CLA e apresenta baixa razão de ácidos graxos da série ômega-6/ômega-3. Devido a presença natural de isômeros de CLA na carne bovina pode ser considerada um alimento funcional.

9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aburalch, M. L. S., Rocha, C. E., Felício, P. E. (1998). Características de qualidade de contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça nelore. *Ciências e tecnologia de alimentos*, v. 18, n. 2, p. 205-210.

Aharony, I., Orlov, A., Brosh, A. (2004). Effects of high forage content and oilseed supplementation of fattening diets on conjugated linoleic acid (CLA) and trans fatty acid profiles of beef lipid fractions. *Animal Feed Science and Technology*. v. 117, p. 43-60.

AL-Hasani, S. M.; Hlavac, J.; Carpenter, M. W. (1993). Rapid determination of cholesterol in single and multicomponent prepared foods. *Journal of the Association Official Analytical Chemists International*, v. 76, p. 902-906.

Anulapec-Anuário da Pecuária Brasileira. FNP (2003). Consultoria e Comércio, São Paulo, ed. Argos, p. 442.

Banni, S., Angioni, E., Murru, E., Carta, G., Melis, M. P., Bauman, D., Dong, Y. & Ip, C. (2001). Vaccenic acid feeding increases tissue levels of conjugated linoleic acid and supresses development of premalignant lesion in rat mammary gland. *Nutrition Cancer*, v. 41, p. 91-97.

Bauchart, D., Verite, R. & Remond, B. (1984). Long fatty acid digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autum. *Canadian Journal of Animal Science*. V. 64, p. 330-331, supplement 1.

Bauman, D. E. & Griinari, J. M. (2001). Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrone. *Livestock Production Science*, v. 70, p. 15-29.

Bauman, D.E., Baumgard, L.H., Corl, B.A. & Griinari, J.M. (1999) Biosíntesis of conjugated linoleic acid in ruminant. *Proceedings of the American Society of Animal Science*.

Baumgard, L. H., Corl, B. L., Dwyer, D. A., Saebo, A. & Bauman, D. E.,. (2000). Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. *American Journal Physiology*, v. 278, p. 179-184.

Blankson, H., Stakkestad, J. A., Fagertun, H., Thom, E., Wadstein, J. & Gudmundsen, O. (2000). Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. *Journal of Nutrition*, v.130, p. 2943-2948

Bligh, E. G.; Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, v. 3, n. 8, p. 911-917.

Bognoux, P., Lavillonniere, F., Garaud, P., Jourdan, M. L., Sebedio, J. L. & Chajes, V. (2001). CLA in experimental mammary tumors and in breast cancer. In: International Conference on CLA, 1, Alesund. *Proceedings*. Alesund: Natural ASA, 9.

Bohac, C. E. & Rhee, K. S. (1998). Influence of animal diet and muscle location on cholesterol content of beef and pork muscles. *Meat Science*, v. 23, n. 1, p. 71-75.

Boi de Corte. (2005). Disponível em: <http://www.boidecorte/scripts>, acessado em julho de 2004.

Brown, J. M., Halvorsen, Y. D., Lea-Currie, Y. R., Geigerman, C. & McIntosh. (2001). *Trans*-10, *cis*-12, but not *cis*-9, *trans*-11, conjugated linoleic acid attenuates lipogenesis in primary cultures of stromal vascular cells from human adipose tissue. *Journal of Nutrition*, v. 131, p. 2316-2321.

Chilliard, Y., Ferlay, A. & Doreau, M. (2001). Effect of different types of forage, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livestock Production Science*, v. 70, p. 31-48.

Chin, S. F., Liu, W., Storkson, M., Ha, Y. L. & Pariza, M. W. (1992). Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 5, p. 185-197.

Chizzolini, R., Zanardi, E., Dorigoni, V. & Chidini, S. (1999). Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends in food science Technology*, v. 10, n. 1, p. 119-128.

- Chouirnad, P. Y., Corneau, L., Saebo, A. & Bauman, D. E. (1998). Milk yield and composition during abomasal infusion of CLA in dairy cows. *Journal of Dairy of Science*, v. 82, p. 2737-2745.
- Chouirnard, P. Y., Bauman, D. E., Corl, B. A., Baumgard, L. H., Mcguire, M. A. & Giesy, J. G., (2000). An update on conjugated linoleic acid. In: Cornell Nutritional Conference, Ithaca, *Proceedings*, Ithaca: Cornell University, p. 93-101.
- Chouirnard, P. Y., Corneau, L., Butler, W. R., Chilliard, Y. Drackley, J. K. & Bauman, D. E. (2001). Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentration in milk fat. *Journal of Dairy of Science*, v. 3, p. 84, p. 680-690.
- Christie, W. W. (1981). The effects of diet and other factor on the lipid composition of ruminant tissue and milk. In: W. W. Christie (Ed.) *Lipid Metabolism in Ruminant Animals*. Oxford: Pergamon Press. Cap. 5, p. 225-275.
- Cook, M. E., Drake, B. M. & Pariza, M. W. (2000). Derivatives of conjugated linoleic acid (CLA) and fat reduction. *FASEB Journal*, v. 14, p. A525-A525.
- Cook, M. E., Whigham, L. D., Yang, M. & Pariza, M. W. (2001). Inhibitits the induction of prostaglandin and leukotriene synthesis. A natural substitute for non-steroidal anti-inflammatory drugs. In: International Conference on CLA, 1. Alesund. *Proceedings*. Alesund: Natural ASA, p. 6-7.
- Corl, B.A., Baumgard, L. H., Dwyre, D. A., Griinari, J. M., Philips, B. S. & Bauman, D. E. (2001). The role of delta-9-desaturase in the production of *cis*-9, *trans*-11. *Journal of Nutrition Biochemistry*, v. 12, p. 622-630.
- Costa, E. C., Restle, J., Brondani, I. V. (2002). Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus Surper precoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 1, p. 417-428 (suplemento).
- Cunnif, P. A. (Ed) (1998). Official methods of Analysis of AOAC international. 6th ed. Arlington: *Association of Official Analytical Chemists*, CD-Rom
- Dannenberger, D., Nuernberg, G., Scollan, N., Schabbel, W., Steinhart, H., Ender, K., Nuernberg, K. (2004). Effect of diet on the deposition of n-3 fatty acids,

conjugated linoleic and C18:1 *trans* fatty acid isomers in muscle lipids of german hostein bulls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 52, p. 6607-6615.

Davis, C. L. & Brown, R. E. (1970). Low fat milk syndrome. In Digestion and Metabolism in Ruminants, Phillipson A. T. *Anais*. Newcastle: Oriel Press, 545.

Delany, J. P. & West, D. B. (2000). Changed in body composition with conjugated linoleic acid. *Journal of the American College of Nutrition*, v. 19, p. 487S-493S.

Delany, J. P., Blohm, F., Truett, A. A., Scimeca, J. A. & West, D. B., (1999). Conjugated linoleic acid rapidly reduces body fat content in mice without affecting energy intake. *American Journal Physiology*, v. 276, p. R1172-R1179.

Demeyer, D. & Doreau, M. (1999). Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 58, p. 593-607.

Donovan, D. C., Schingoethe, D. J., Baer, R. J., Ryali, J., Hippen, A. R. & Franklins, S. T. (2000). Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic and other fatty acids in milk fat from lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 11, n. 83, p. 2620-2628.

Duckett, S. K. & Andrae, J. G. (2000). Influences of nutrition and management practices on intramuscular fat deposition and fatty acid profiles in beef. In: Plains Nutrition Council Spring Conference, Publication NO. Arec 00-22, Texas. Proceedings. Amarillo: A & M *Research and extension center*, p. 13-24.

Duckett, S. K., Wagner, D. G., Yates, L. D., Dolezal, H. G. & May, S. G. (1983) Effects of time on feed on beef nutrient composition. *Journal of animal science*, v. 71, p. 2079-2088.

Dunshea, T. R., Ostrowska, E., Murilitharam, M., Cross, R., Bauman, D. E., Pariza, M. W. & Skarie, C. (1998) Dietary conjugated linoleic acid decrease back fat in finisher gilts. *Journal of animal science*, v. 76, suplement 1.

Elmore, J. S., Warren, H. E., Mottram, D. S., Scollan, N. D., Enser, M., Richardson, R. I. & Wood, J. D. (2004). A comparison of the aroma volatiles and fatty acid compositions of grilled beef muscle from Aberdeen Angus and Holstein-Friesian steers fed diets based on silage or concentrates. *Meat Science*, v. 68, p. 27-33.

Embrapa (2004). O melhoramento genético e os cruzamentos em bovinos de corte. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicações/doc/doc63/base.html>. acessado em outubro de 2005.

Enser, M. (2000). Producing meat for healthy eating. In *Proceeding 46 th international congress of meat science and technology 2 II- L4 Argentina*, Buenos Aires, p. 124-127.

Enser, M., Hallete, K., Hewett, B., Fursey, G. A. J., Wood, J. D. & Harrington, G. (1998). Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, v. 49, p. 329-341.

Estados Unidos. Department of Agriculture (USDA) Data and statistics. Disponível em <http://www.usda.gov/dlp/countrypages/brbfsit.pdf> acesso em 4 de maio/2005.

Evans, M. E., Brown, J. M. & McIntosh, M. K. (2002). Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. *Journal of Nutrition Biochemistry*, v. 13, p. 508-516.

Felício, P. E. (2002). Raças e cruzamentos bovinos. Disponível em: <http://www.boletimpecuario.com.br>, acessado em julho de 2005.

Field, R. A. (1971). Effect of castration on meat quality and quantity. *Journal of Animal Science*, v. 32, n. 5, p. 849-857.

French, P.; Stanton, C.; Lawless, F.; O'Riordan, E.G.; Monahan, F.J.; Caffrey, P.J. & Moloney, A.P. (2000). Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazes grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*, v. 78, n. 11, p. 2849-2855.

Fritsche, S. & Fritsche, J. (1998). Occurrence of Conjugated linoleic acid isomers in beef. *Journal American Oil Chemists Society*, v. 75, n.10, p. 1449-1451.

Giesy, J.G., Hnason, L. R., Robinson, M., Hafliger, H. C., Viswanadha, S., Mcguire, M. A., Skarie, C. H. & Vinci, A. (1999). Effects of calcium salts of CLA on milk yield, fat and CLA content of milk fat in holstein cows early in lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 82, p. 83-84, suplement 1.

- Greene, J.M. & Feldman, E.B. (1991). Physician's office guide to a lipid-lowering diet. *J. Am. Coll. Nutr.*, v. 10, p. 443.
- Griinari, J. M., Cori, B., Lacy, S., Chouinard, P., Nurmela, K. & Bauman, D. (2000). Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by delta-9 desaturase. *Journal of Nutrition*, v. 130, p. 2285-2291.
- Griinari, J. M., Dwyer, D. A., Mcguire, M. A., Bauman, D. E., Palmquist, D. L. & Nurmela, K. V. V. (1998). Trans-Octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 1251-1261.
- Ha, Y. L., Grimm, N. K., Pariza, M. W. (1987) Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*, v. 8, p. 1881-1887.
- Harrfoot, C. G. & Hazelwood, G. P. (1988). Lipid metabolism in the rumen. In: P.N. Hobson (Ed.), *The rumen microbial ecosystem.*, Elsevier, p. 527.
- HMSO - England. (1994). Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease. London: HMSO, 1994. p.37-46. (Report on Health and Social Subjects, 46).
- Huerta, L. N., Lopez, v. J., & Rodas, G. A. (2001). *The buffalo. An alternative for animal agriculture in the third millennium.* Venezuela: Ediciones Astro Data S. A.
- Hur, S. J., Ye, B. W., Lee, J. L., Há, Y. L., Park, S. T. & Joo, S. T. (2004). Effects of conjugated linoleic acid on color and lipid oxidation of beef patties during cold storage. *Meat Science*, v. 66, p. 771-775.
- Ingle, D. L., Johnson, de., Bauman, de. & Mellenbe, R. W. (1972). Lipogenesis and lipolysis of sheep adipose-tissue during fattening. *Journal of animal science*, v. 74, p. 203.
- Ip, C. (2001). CLA and cancer prevention. In: International Conference on CLA 1, Alesund, *Proceedings*. Alesund: Natural ASA, 8.
- Ip, C., Banni, S., Angioni, E., Carta, G., Mcginley, J., Thompson, H. J., Barbano, D., Bauman, D. (1999). Conjugated linoleic acid-enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. *Journal of Nutrition*, v. 129, p. 2135-2142.

Ip, C., Scimeca, J. A. & Thompson, H. J. (1994). Conjugated linoleic acid. *Cancer*, v. 74, p. 1050-1054.

ISO – International Organization for Standardization. (1978). Animal and vegetable fats and oils- Preparation of methyl esters of fatty acids. *ISO 5509*, p. 01-06

IUPAC-IUB (1968) The nomenclature of lipids. IUPAC-IUC Commission on Biochemical Nomenclature. *Chemistry and Physics of Lipids*. v. 2, n. 2, p. 156-167.

Jenkins, T. C. (1993). Lipid metabolism in the rumen. Symposium: Advances in ruminant lipids. metabolism. *Journal of Dairy of Science*, v. 79, n. 12, p. 3851-3863.

Kalscheur, K. F., Teter, B. B., Piperova, L. S. & Erdaman, R. A. (1997). Effect of fat source on duodenal flow of trans-C_{18:1} fatty acids and milk fat production in dairy cows. *Journal of Dairy of Science*, v. 80, n. 9, p. 2104-2114.

Katan, M. B., Zock, P. L., Mensink, R. P. (1994). Effects of fats and fatty acid on blood lipids in humans: an overview. *American Journal Clinical Nutrition*, v. 60, (sup 1), p. 1017-1022.

Kemp, P.; Lander, D. J. (1984). Hydrogenation in vitro of α -linoleic acid to stearic acid by mixed cultures of pure strains of rumen bacteria, *Journal Genetic Microbiology*, London, v. 130, p. 527-533.

Kepler, C. R., Hirons, K. P., Mcneill, J. J. & Tove, S. B. (1966). Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *Journal of Nutrition Biochemistry*, v. 241, p. 1350-1354.

Knekt, P. R., Jarvinen, R., Seppanen, R., Pukkala, E., Aromaa, A. (1996). Intake of dairy products and the risk of breast cancer. *Journal of Cancer*, v. 73, p. 687-691.

Latham, M. J., Storry, J. E. & Sharpe, M. E. (1972). Effect of low roughage diets on the microflora and lipid metabolism in the rumen. *Applied Microbiology*, v. 24, p. 871-877.

Lawrence, T. J. L. & Fowler, V. R. (1997). Tissues. In: Growth of farm animals . Londres: *CAB International*, p. 331.

- Lee, K.N., Pariza, M. W. & Ntambi, J. M. (1998). Conjugated linoleic acid decreases hepatic steroyl-CoA desaturase mRNA expression. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v. 248, p. 817-821.
- Lin, C. C. & Liang, J. H. (2002). Effect of antioxidants on the oxidative stability of chicken breast meat in a dispersion system. *Journal of Food Science*, v. 67, p. 530-533.
- Lock, A. L., & Garnsworthy, P. C. (2003). Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and Δ^9 -desaturase activity in dairy cows. *Livestock Production Science*, v. 79, p. 47-59.
- Loor, J. J. & Herbein, J. H. (1998). Exogenous conjugated linoleic acid isomers reduce bovine milk fat concentration and yield by inhibiting de novo fatty acid synthesis. *Journal of Nutrition*, v. 128, p. 2411-2419.
- Luchiari Filho, A. (2000). *Pecuária da carne bovina*. Linbife- Laboratório de análise de carne, 1ª ed. São Paulo
- Luchiari Filho, A., Moura, A. C. (1998). Influência do peso da carcaça e da espessura de gordura na maciez da carne bovina, processo de castração. *Revista Pecuária de Corte*, ano viii, n. 75, p. 56-58.
- Madron, M. S.; Peterson, D. G.; Dwyer, D. A.; Corl, B. A.; Baumgard, L. H.; Beermann, D. H.; and Bauman, D. E. (2002). Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular, and subcutaneous fat in beef steers. *Journal Animal Science*, v. 80, p. 1135-1143.
- Mandell, I. B., Buchanan-Smith, J. G., Holub, B. L. & Campbell, C. P. (1997). Effects of fish meal in beef cattle diets in growth performance, carcass characteristics, and fatty acid composition of *Logissimus* muscle. *Journal Animal of Science*, v. 75, n. 910-919.
- Marmer, W. N., Maxwell, R. L. & Williams, J. E. (1984). Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. *Journal of Animal Science*, v. 59, n. 1, p. 109-121.
- Martin, S. A. & Jenkins, T. C. (2002). Factors affecting conjugated linoleic acid and trans C18:1 fatty acid production by mixed bacteria. *Journal of Animal Science*, v. 80, p. 3347-33452.

McGuire, M. A., McGuire, M. K., McGuire, M. S. & Griinari, J. M. (1997). Bovine acid: The natural CLA. In: Cornell nutrition conference feed manufacturers, 59., Ithaca. *Proceedings*. Ithaca: Cornell University, p. 217-226.

Medeiros, S. R. (2002). Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite com maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos modificado. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002. 98p. *Tese (Livre-Docente em Produção Animal)* – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Mendoza, M. G.; Moreno, L. A.; Uerta-Leidenz, N.; Uzcátegui-Bracho, S.; Beriain, M. J.; Smith, G. C. (2005). Occurrence of conjugated linoleic acid in *Longissimus dorsi* muscle of water buffalo (*Bubalus bubalis*) and zebu-type cattle raised under savannah conditions. *Meat Science*, v. 69, p. 93-100.

Mir, P. S.; Mcallister, T. A.; Scott, S.; Alhus, J.; Barom, V.; McCartney, D.; Charmley, E.; Goonewardene, L.; Basarab, J.; Okine, E.; Weselake, J. R. And Mir, Z. (2004). Conjugated linoleic acid-enriched beef production. *American Journal Clinical Nutrition*, p. 1207s-1211s.

Mohede, I., Albers, R., Van Der Wielen, R., Brink, L. & Dorovska-Taran, V. (2001). Immuno modulation: CLA stimulates antigen specific antibody production in humans. In: International Conference on CLA, 1. Alesund, *Proceedings*. Alesund: Natural ASA, 12.

Moreira, F. B., (2002). Sistemas para crescimento e terminação de bovinos de corte: avaliação das pastagens, desempenho animal, características da carcaça e qualidade da carne. Maringá, 2002. *Tese (Doutorado)*. Universidade Estadual de Maringá. Programa de pós-graduação em Zootecnia.

Moreira, F. B., Souza, N. E., Matsushita, M., Prado, I. N., Nascimento, W. G. (2003). Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos tauros* crossbred steers finished in pasture systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. v. 46, n.4, p. 609-616.

Mott, G. O.; Lucas, H. L. (1952). The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated a improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6, 1952. Pennsylvania. *Proceedings...* Pennsylvania: State College Press, p.1380-1385.

- Mougiou, V.; Matsakas, A.; Petridou, A.; Ring, S.; Sagredos, A.; Melissopoulou, A.; Tsigilis, N.; Nikolaidis, M. (2001). Effect of supplementation with conjugated linoleic acid on human serum lipids and body fat. *Journal Nutrition Biochemistry*, v. 12, p. 585-594.
- Murphy, M., Akerlind, M. & Holtenius, K. (2000). Rumen fermentation in lactating cows selected for milk fat content fed two forage to concentrate ratios with hay or silage. *Journal of Dairy of Science*, v. 83, n. 4, p. 756-764.
- Nagai, T., Inoue, R., Inoue, H. & Suzuki, N. (2003). Preparation and antioxidant properties of water extract of propolis. *Food Chemistry*, v. 80, p. 29-33.
- Noci, F., O'kiely, P., Monahan, F. J., Stanton, C., Moloney, A. P. (2005). Conjugated linoleic acid concentration in m. *Longissimus dorsi* from heifers offered sunflower oil based concentrates and conserved forages. *Meat Science*, v. 69, p. 509-518.
- Nurnberg, K., erner, J. & Ender, K. (1998). Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livestok Production Science*. v. 56, p. 145-156.
- O'Kelly, J. C. & Reich, H. P. (1976). The fatty acid composition of tropical pastures. *Journal of Agricultural Science*, v. 86, p. 427-429.
- Olivo, R. (2004). Carne bovina e saúde humana. *Revista Nacional da Carne*. outubro, p. 332.
- Ostrowska, E., Muralitharan, M., Cross, R. F., Bauman, D. E., Dunshea, F. R. (1999) Dietary conjugated linoleic acids increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs. *American Society for Nutritional Sciences*, v. 129, n. 11, p. 2037-2042.
- Padre, R. G.; Padro, I. N.; Visentainer, J. V.; Souza, N. E.; Matsushita, M. (2005). Ácido linoléico conjugado em carnes. *Revista Nacional da Carne*, n. 339, p. 30-32.
- Palmquist, D. L. & Beaulieu, A. D. (1993). Feed and animal factors influencing milk fat composition. ASDA Foundation Symposium: Milk fat syntesis and modification. *Journal of Dairy of Science*, 76(6), 1753-1771.

- Pariza, M. W. & Ha, Y. L. (1990). Conjugated dienoic derivatives of linoleic acid: a new class of anticarcinogens. *Medical Oncology Tumor Pharmacology*, v. 7, p. 169-171.
- Pariza, M. W., Hargraves, W. A. (1985) A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors by 7,12-dimethylbenzanthracene. *Carcinogenesis*, v. 6, p. 591-593.
- Pariza, M. W., Loretz, L. J., Storkson, J. M. & Holland, N. C. (1983). Mutagens and modulator of mutagens in fried ground beef. *Cancer Research*, v. 43, p. 2444s-2446s.
- Pariza, M. W.; Ashoor, S. H.; Chu, F. S.; Lund, D. B. (1979). Effects of temperature and time on mutagen formation in pan-fried hamburger. *Cancer Letters*, v. 7, p. 63-69,
- Park, Y., Albright, K. J., Liu, W., Storkson, J. M. Cook, M. E. e Pariza, M. W. (1997). Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids*. V. 32, p. 853-858.
- Park, Y., Storkson, J. M., Albright, K. J., Liu, W. & Pariza, M. W. (1999). Evidence that the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. *Lipids*, v. 34, p. 235-241.
- Perfield, J. W., Bernal-Santos, G., Overton, T. R. & Bauman, D. E. (2002). Effects of dietary supplementation of rumen-protected conjugated linoleic acid in dairy cows during established lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 2609-2617.
- Peters, J. M., Park, Y., Gonzalez, F. J. & Pariza, M. W. (2001). Influence of conjugated linoleic acid on body composition and target gene expression in peroxisome proliferator activated receptor α -null mice. *Biochemical and Biophysical Acta*, v. 15, n. 33, p. 233-242.
- Piperova, L. S., Sampugna, J., Teter, B. B., Kalscheur, K. F., Yurawecz, M. P., KU. Y., Morehouse, K. M. & Erdman, R. A. (2002). Duodenal and milk trans octadecenoic acid and conjugated linoleic acid (CLA) isomers indicate that postabsorptive synthesis is the predominant source of cis-9-containing CLA in lactating dairy cows. *Journal of Nutrition*, v. 132, p. 1235-1241.

Piperova, L. S., Teter, B. B., Bruckental, I., Sampugna, J. & Erdman, R. A. (1998). Association of diet induced increases in milk trans fatty acids with the activities of acetyl-CoA carboxylase and fatty acid synthetase in the mammary gland of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 352, suplement 1.

Poulson, C. S., Dhiman, T. R., Ure, A. L., Cornforth, D. & Olson, K. C. (2004).. Conjugated linoleic acid content of beef from cattle fed diets containing high grain, CLA, or raised on forages. *Livestock Production Science*, v. 91, p. 117-128.

Prado, I. N., Moreira, F. B., Matsushita, M. & Souza, N. E. (2003). *Longissimus dorsi* fatty acids composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 46, n. 4, p. 601-608.

Purchas, R.W., Knight, T. W., Busboom, J. R. (2005). The effect of production system and age on concentrations of fatty acids in intramuscular fat of the longissimus and triceps brachii muscles of Angus-cross heifers. *Meat Science*. v. 70, p. 597-603.

Rahman, S. M., Wang, Y. M., Yotsumoto, H., Cha, J. Y., Han, S. Y., Inoue, S. & Yanagita, T. (2001). Effects of conjugated linoleic acid on serum leptin concentration, body-fat accumulation, and β -oxidation of fatty acid in OLETF rats. *Nutrition*, v. 131, p. 2722-2731.

Realini, C. E.; Duckett, S. K.; Brito, G. W.; Dalla Rizza, M.; Mattos, D. (2004). Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, v. 66, p. 567-577.

Revista rural (2003). Digestão microbiana em ruminantes. http://www.revistarural.com.br/Edições/2003/Artigos/rev64_nutrição.htm. acessado em setembro de 2005.

Rodrigues, V. C.; Andrade, I. F. (2004). Características físico-químicas da carne de bubalinos e de bovinos castrados e inteiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p.1839-1849, supl 1.

- Rowe, A., Macedo, F. A. F., Visentainer, J. V., Souza, N. E. & Matsushita, M. (1999). Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Science*, v. 51, p. 283-288.
- Ruiz, M. R., Matsushita, M., Visentainer, J. V., Hernandez, J. A. & Ribeiro, E. L. A. (2005). Proximate chemical composition and fatty acid profiles of *Longissimus thoracis* from pasture fed LHRH immunocastrated and intact *Bos indicus* bulls. *Journal of Animal Science*, v. 1, n. 35, p. 13-18.
- Rule, D. C., Broughton, K. S., Shellito, S. M., Maiorano, S. (2002). Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk, and chicken. *American Society of Animal Science*. v. 80, p. 1202-1211.
- Rule, D. C., Busboom, J. R. & Kercher, C. J. (1995). Effect of dietary canola on fatty acid composition of bovine adipose tissue, muscle, kidney, and liver. *Journal of Animal Science*, v. 72, p. 2735.
- Rule, D. C., Macneil, M. D. & Short, R. E. (1997). Influence of sire growth potential, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of ground carcass and *Longissimus* muscle of beef steers. *Journal of Animal Science*, v. 75, n. 6, p. 1525-1533.
- Russel, J. B. E Rychlik, J. L. (2001). Factors that rumen microbial ecology. *Science*, v. 292.
- Santos, F. L.; Lana, R. P.; Silva, M. T. C. (2002). Ácido linoléico conjugado: estratégia para a elevação do ácido linoléico conjugado em leite de vacas. *Biotechnologia Ciência e Desenvolvimento*, n. 24.
- Scheeder, M.R.L., Casutt, M.M., Roulin, M., Escher, F., Dufey, P.A. & Kreuzer, M. (2001). Fatty acid composition, cooking loss and texture of beef parties from meat of bulls fed different fats. *Meat Science*, v. 58, p. 321-328.
- Smith, S. B., Hively, T. S., Cortes, G. M., Han, J. J., Chung, K. Y., Castenada, P., Gilbert, C. D., Adams, V. L. & Mersmann, H. J. (2002). Conjugated linoleic acid depresses the delta 9 desaturase index and steroyl coenzima-A desaturase enzyme activity in porcine subcutaneous adipose tissue. *Journal of Animal Science*, v. 80, p. 2110-2115.

Smith, W. A. (1990). Fats for lactating dairy cows. In: Congress of the South African Society of Animal Production, 29, Stellenbosch, *Animal Production*. Stellenbosch: University of Stellenbosch, p. 1-10.

Statistica. Statistica 7.0, EUA Software. StaSoft, Tucksas, 2005.

Sutton, J. D. (1989) Altering milk composition by feeding. *Journal of Dairy Science*, v. 72, p. 2801-2814.

Tamminga, S. & Doreau, M. (1991). Lipids and rumen digestion. In: Jouany, J.P. (Ed.) *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion*. Paris: INRA. p. 151-164.

Terpstra, A. H. M., Beynen, A. C., Everts, S., Kocsis, S., Katan, M. B. & Zock, P. L. (2002). The decrease in body fat mice fed conjugated linoleic acid is due to increases in energy expenditure and energy loss in the excreta. *Journal of Nutrition*, v. 132, p. 940-945.

Tsuboyama-Kasaoka, N., Takahashi, M., Tanemura, K., Hyoun-Ju, K., Tange, T., Okuyama, H., Kasai, M., Ikemoto, S. & Ezaki, O. (2000). Conjugated linoleic acid supplementation reduces adipose tissue by apoptosis and develops lipodystrophy in mice. *Diabetes*, v.49, p. 1334-1542.

Van Nevel, C. J. & Demeyer, D. I. (1996). Effect of pH on biohydrogenation of polyunsaturated fatty acids and their Ca-salts by rumen microorganisms *in vitro*. *Archives of Animal Nutrition*, v. 49, p. 151-157.

Van Soest, P. J. (1994). Nutritional Ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: *Cornell University*, p. 476.

Varela, A., Oliete, B., Moreno, T., Portela, C., Monserrat, L., Carballo, J. A., Sánchez, L. (2004). Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. *Meat Science*, v. 67, p. 515-522.

Vaz, F. N., Restle, J., Perottoni, J. (1999). Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos de Hereford inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 36. Porto Alegre, 1999. Anais...Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 335.

- Vaz, F.N., Restle, J., Feijó, G.L.D., Brondani, I.L., Rosa, J.R.P.R. & Santos, A.P. (2001). Qualidade e composição química da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos charolês x nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 2, p. 518-525.
- Viver no campo. (2005). <http://www.vivernocampo.com.br/bovinoscorte.htm>, acessado em julho de 2005.
- Wang, B., Pace, R. D., Dessai, A. P., Bovell-Benjamin, A., & Phillips, B. (2002). Modified extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values in meat with increased specificity and simplicity. *Journal of Food Science*, v. 67, p. 2833-2836.
- Whale, K. W. J., Heys, S. D., Majumder, B., Baker, P., Song, H. J., Sneddon, A., Bestwick, C., McClinton, S. & Grant, I. (2001). CLA modulate apoptotic and anti-cancer signal mechanisms in breast and prostate cells. In: International Conference on CLA, 1. Alesund, *Proceedings*. Alesund: Natural ASA, 11.
- Williams, J. E., Wagner, D. G., Walters, L. E., Horn, G. W., Waller, G. R., Sims, P. L. & Guenther, J. J. (1983). Effect of production systems on performance, body composition and lipid and mineral profiles of soft tissue in cattle. *Journal of Animal Science*, v. 57, n. 4, p. 1020-1028.
- Yang, A., Larsen, T. W., Smith, S. B., Tume, R. K. (1999) Delta 9 desaturase activity in bovine subcutaneous adipose tissue of different fatty acid composition. *Lipids*, v. 34, p. 971-978.
- Yang, A.; Lanari, M. C.; Brewster, M., Tune, R. K. (2002). Lipid stability and meat colour of beef from pasture and grain fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Science*, v. 60, p. 41-50.
- Young, O. A., Barker, G. J., Frost, D. A., (1991). Determination of collagen solubility and concentration in meat by near infrared spectroscopy. *Journal of Muscle Foods*, v. 7, p. 377-387.
- Youssef, E. Y. Produtos cárneos de umidade intermediária: mudanças físico-químicas nos componentes que afetam a textura e cor do charque e jerked beef. São Paulo, 2000. Tese (Doutorado). Faculdade de ciências farmacêutica, Departamento de alimentos e nutrição experimental. Universidade de São Paulo.

Yurawecz, M. P., Kramer, J. K. G., Mossoba, M. M., Roach, J. A. G., Sehat, N., Eulitz, K., Fritsche, J., Kataoka, A. & Ku, Y. (2001). Analytical methodology for CLA. In: International Conference on CLA, 1., Alesund. *Proceeding*, Alesund: Natural ASA, 14.

Anexos

Tabela 13- Nomenclatura dos ácidos graxos encontrados nas pastagens e no músculo *Longissimus dorsi* dos bovinos.

SIMBOLOGIA		NOMENCLATURA IUPAC	NOMENCLATURA USUAL
10:0	1	Ácido decanóico	Ácido cáprico
12:0	2	Ácido dodecanóico	Ácido láurico
12-Me-13:0 ou i14:0	3	Ácido 12-metiltridecanóico	Ácido isomirístico
14:0	4	Ácido tetradecanóico	Ácido mirístico
12-Me-14:0 ou ai15:0	5	Ácido 12-metiltetradecanóico	Ácido anteisopentadecílico
13-Me-14:0 ou i15:0	6	Ácido 13-metiltetradecanóico	Ácido isopentadecílico
15:0	7	Ácido pentadecanóico	Ácido pentadecílico
15:1 Δ 5 ou 15:1n-10	8	Ácido 8 Δ 5-pentadecenóico	
14-Me-C15:0 ou i16:0	9	Ácido 14-metilpentadecanóico	Ácido isopalmítico
16:0	10	Ácido hexadecanóico	Ácido palmítico
16:1 Δ 6 ou 16:1n-10	11	Ácido 6-hexadecenóico	
16:1 Δ 7 ou 16:1n-9	12	Ácido 7-hexadecenóico	
16:1 Δ 9 ou 16:1n-7	13	Ácido 9-hexadecenóico	Ácido palmitoléico
14-Me-16:0 ou ai17:0	14	Ácido 14-metil-hexadecanóico	Ácido anteisomargárico
15-Me-16:0 ou i17:0	15	Ácido 15-metil-hexadecanóico	Ácido isomargárico
17:0	16	Ácido heptadecanóico	Ácido margárico
17:1 Δ 9 ou 17:1n-10	17	Ácido 8-heptadecenóico	
18:0	18	Ácido octadecanóico	Ácido esteárico
18:1 <i>trans</i> -11	19	Ácido <i>trans</i> 11 octadecenóico	Ácido <i>trans</i> vacênico
18:1 Δ 9 ou 18:1n-9	20	Ácido 9-octadecenóico	Ácido oléico
18:1 Δ 11 ou 18:1n-7	21	Ácido 11-octadecenóico	Ácido vacênico

18:1 Δ 13 ou 18:1n-5	22	Ácido 13-octadecenóico	
18:1 Δ 14 ou 18:1n-4	23	Ácido 14-octadecenóico	
18:1 Δ 15 ou 18:1n-3	24	Ácido 15-octadecenóico	
18:2 <i>trans</i> -9, <i>trans</i> -11	25	Ácido <i>trans</i> -9, <i>trans</i> -11 octadecadienóico	
18:2 <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11	26	Ácido <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 octadecadienóico	
19:0	19	Ácido nonadecanóico	Ácido n-nonadecílico
18:2 <i>trans</i> -9, <i>cis</i> -11	28	Ácido <i>trans</i> -9, <i>cis</i> -11 octadecadienóico	
18:2 Δ 9,12 ou 18:2n-6	29	Ácido 9,12-octadecadienóico (LN)	Ácido linoléico
18:2 Δ 11,14 ou 18:2n-4	30	Ácido 11,14-octadecadienóico	
18:3 Δ 6,9,12 ou 18:3n-6	pastagem	Ácido 6,9,12-octadecatrienóico	Ácido γ -linolênico
18:3 Δ 9,12,15 ou 18:3n-3	31	Ácido 9,12,15-octadecatrienóico (LNA)	Ácido (α -)linolênico
18:4 Δ 6,9,12,15 ou 18:4n-3	pastagem	Ácido 6,9,12,15-octadecatetraenóico	Ácido estearidônico (morótico)
18:2 <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11	32	Ácido <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 octadecatedienóico	CLA (ácido linoléico conjugado)
18:2 <i>cis</i> -11, <i>trans</i> -13	33	Ácido <i>cis</i> -11, <i>trans</i> -13 octadecatedienóico	CLA (ácido linoléico conjugado)
18:2 <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12	34	Ácido <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12 octadecatedienóico	CLA (ácido linoléico conjugado)
18:2 <i>cis</i> -8, <i>cis</i> -10	35	Ácido <i>cis</i> -8, <i>cis</i> -10 octadecatedienóico	CLA (ácido linoléico conjugado)
18:2 <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -11	35	Ácido <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -11 octadecatedienóico	CLA (ácido linoléico conjugado)
18:2 <i>cis</i> -10, <i>cis</i> -12	35	Ácido <i>cis</i> -10, <i>cis</i> -12 octadecatedienóico	CLA (ácido linoléico conjugado)
18:2 <i>cis</i> -11, <i>cis</i> -13	35	Ácido <i>cis</i> -11, <i>cis</i> -13 octadecatedienóico	CLA (ácido linoléico conjugado)
18:2 <i>trans</i> -8, <i>trans</i> -10	36	Ácido <i>trans</i> -8, <i>trans</i> -10 octadecatedienóico	CLA (ácido linoléico conjugado)
18:2 <i>trans</i> -9, <i>trans</i> -11	36	Ácido <i>trans</i> -9, <i>trans</i> -11 octadecatedienóico	CLA (ácido linoléico conjugado)
18:2 <i>trans</i> -10, <i>trans</i> -12	36	Ácido <i>trans</i> -10, <i>trans</i> -12 octadecatedienóico	CLA (ácido linoléico conjugado)
18:2 <i>trans</i> -11, <i>trans</i> -13	36	Ácido <i>trans</i> -11, <i>trans</i> -13 octadecatedienóico	CLA (ácido linoléico conjugado)

20:0	pastagem	Ácido eicosanóico	Ácido araquídico
20:2 Δ 11,14 ou 20:2n-6	37	Ácido 11,14-eicosadienóico	
20:3 Δ 8,11,14 ou 20:3n-6	38	Ácido 8,11,14-eicosatrienóico	Ácido di-homo- γ -linolênico
20:3 Δ 14,17 ou 20:2n-3	39	Ácido 14,17-eicosadienóico	
20:4 Δ 5,8,11,14 ou 20:4n-6	40	Ácido 5,8,11,14-eicosatetraenóico (AA)	Ácido araquidônico
20:5 Δ 5,8,11,14,17 ou 20:5n-3	42	Ácido 5,8,11,14,17-eicosapentaenóico (EPA)	Ácido timnodônico
22:1 Δ 15 ou 22:1 n-7	41	Ácido 15 docosaenóico	
22:4 Δ 7,10,13,16 ou 22:4n-6	43	Ácido 7,10,13,16-docosatetraenóico	Ácido adrênico
22:5 Δ 7,10,13,16,19 ou 22:5n-3	44	Ácido 7,10,13,16,19-docosapentaenóico (DPA)	Ácido clupanodônico
22:5 Δ 5,7,10,13,16 ou 22:5n-6	45	Ácido 5,7,10,13,16-docosapentaenóico	
22:6 Δ 4,7,10,13,16,19 ou 22:6n-3	46	Ácido 4,7,10,13,16,19-docosa-hexaenóico (DHA)	Ácido cervônico

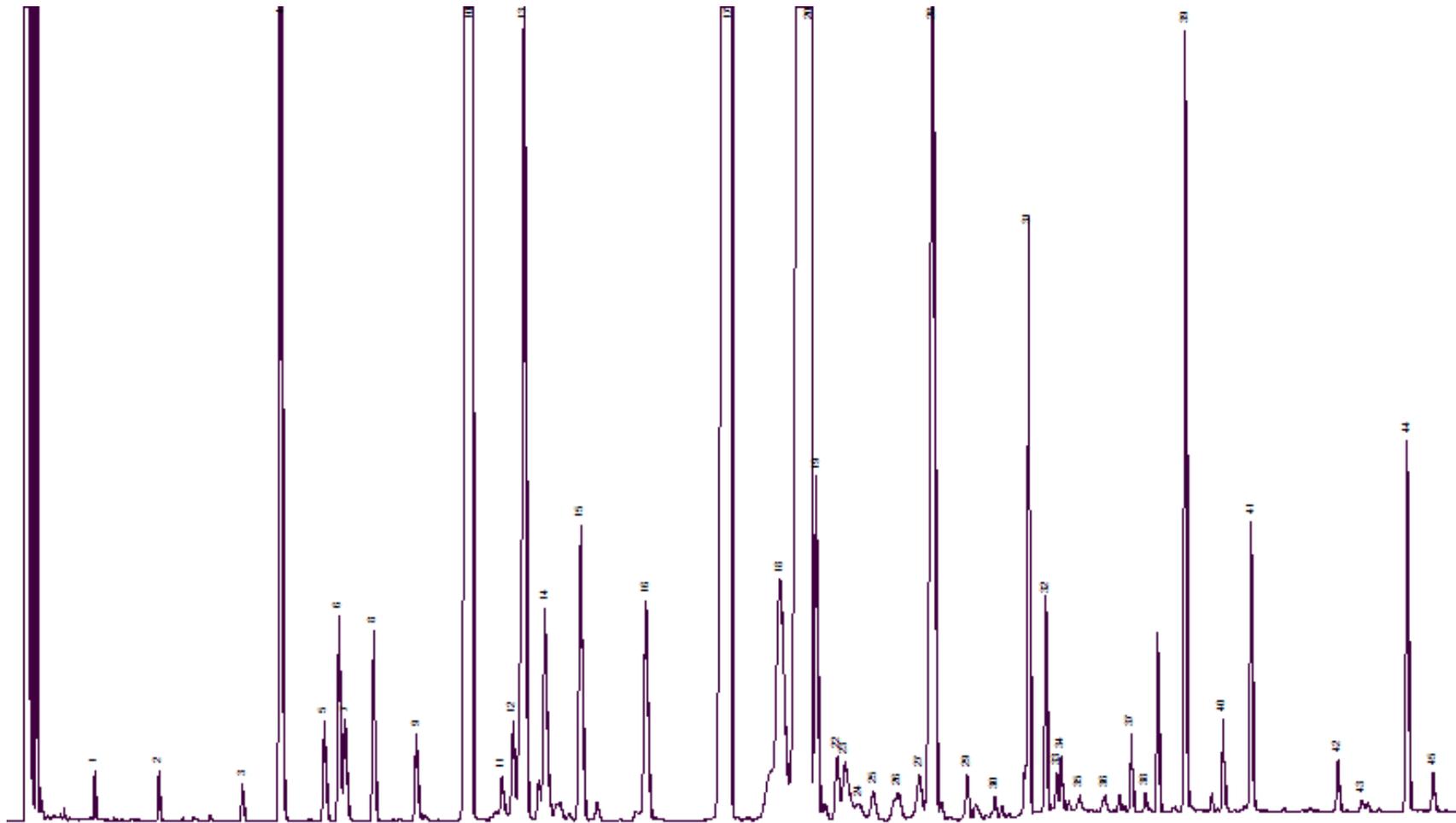


Figura 9- Cromatograma dos esteres metílicos de ácidos graxos de uma amostra na fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistemas de pastagens.

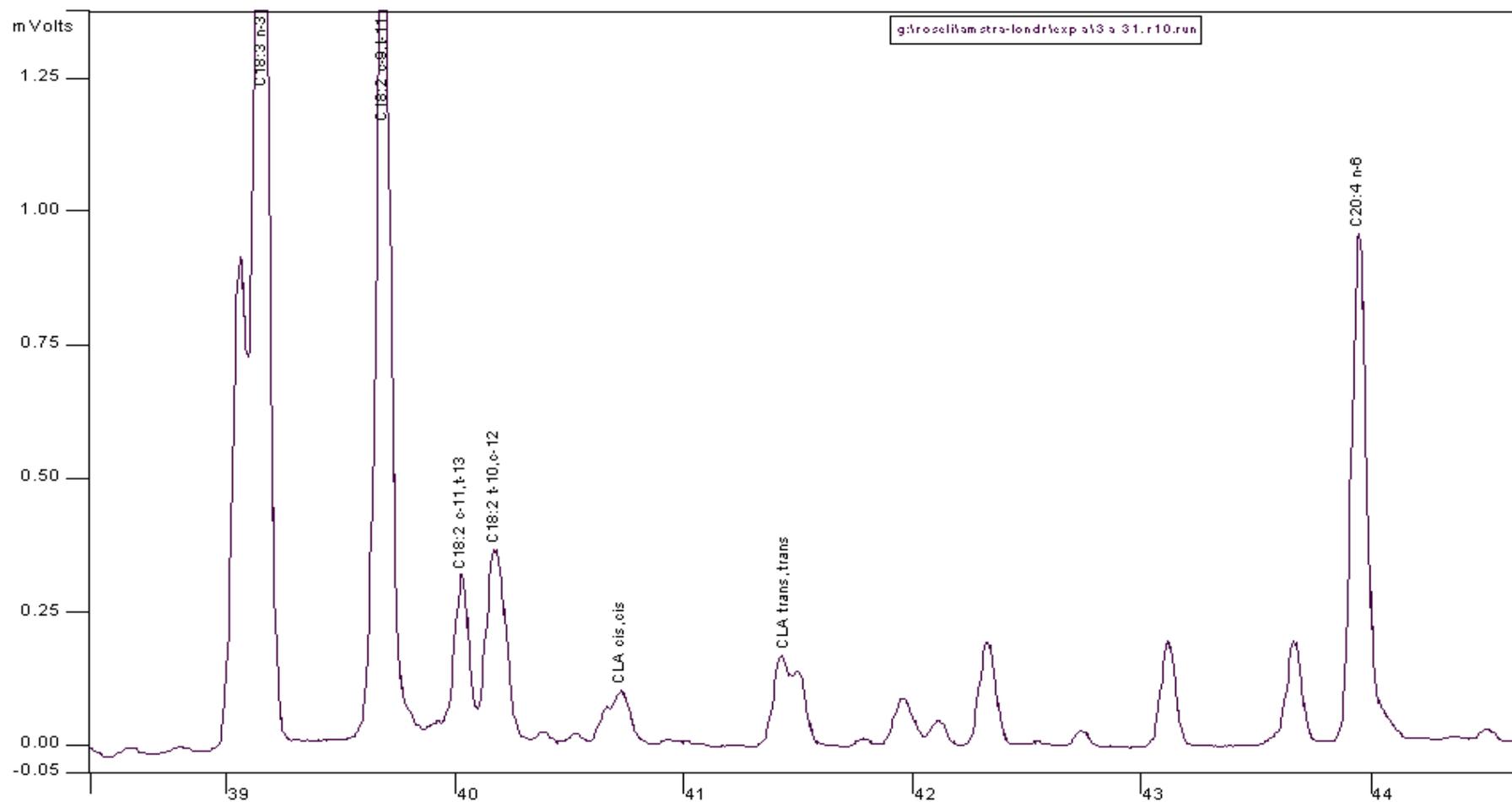


Figura 10- Cromatograma expandido dos ésteres metílicos de ácidos graxos da região do CLA na fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistemas de pastagens.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)