

**COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DE CARNE BOVINA  
DE REBANHOS COMERCIAIS EM  
DIFERENTES SISTEMAS DE TERMINAÇÃO E  
GRUPOS GENÉTICOS**

**LIZANDRA VERCEZI ROSSATO**

**2007**

**LIZANDRA VERCEZI ROSSATO**

**COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DE CARNE BOVINA DE REBANHOS  
COMERCIAIS EM DIFERENTES SISTEMAS DE TERMINAÇÃO  
E GRUPOS GENÉTICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

**Orientadora**  
**Profa. Dra. Maria Cristina Bressan**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**  
**2007**

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

Rossato, Lizandra Vercezi.

Composição lipídica de carne bovina de rebanhos comerciais em diferentes sistemas de terminação e grupos genéticos / Lizandra Vercezi Rossato. -- Lavras : UFLA, 2007.

130p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

Orientador: Maria Cristina Bressan.

Bibliografia.

1. Carne. 2. Bovino. 3. Sistemas de terminação. 4. Raças. 5. Perfil de ácidos graxos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.927

**LIZANDRA VERCEZI ROSSATO**

**COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DE CARNE BOVINA DE REBANHOS  
COMERCIAIS EM DIFERENTES SISTEMAS DE TERMINAÇÃO E  
GRUPOS GENÉTICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 5 de dezembro de 2007

Prof. Dr. José Luís Contado	UFLA
Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos	UFLA
Prof. Dr. Luís Ronaldo de Abreu	UFLA
Profa. Dra. Priscila Vieira Rosa Logato	UFLA

**Profa.Dra. Maria Cristina Bressan**  
**UFLA**  
**(Orientadora)**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**

*A Deus, por ser o meu guia.*

*A minha família, Pedro, Célia e Renan,  
por tanto amor, apoio e incentivo.*

*A meus avós, Pedro e Araci,  
pela confiança e pelas  
orações constantes.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Profa Maria Cristina Bressan, pela orientação, ensinamentos, amizade e oportunidade.

Aos professores do DCA da UFLA, especialmente aos professores Eduardo Mendes Ramos e Luiz Ronaldo de Abreu, por estarem sempre dispostos a ajudar, pelo apoio e pela amizade.

Ao coordenador da Pós-Graduação, Prof. Dr. Eduardo Valério Vilas Boas, pela ajuda em todos os momentos necessários.

À Erika, grande amiga e companheira, obrigada pela dedicação, por poder contar sempre com você pra tudo, pela confiança e sincera amizade.

Aos amigos do “Grupo da Carne”, Sandra, Giselle, Luciana, Patrícia, Lisa, Paulo e Pan, pela interação e convívio, e a Tati, pelo excelente astral.

Aos laboratoristas e funcionários do DCA, Cleuza, Tina, Sandra, Sr. Miguel, Rafaela e Beth.

À UFLA e à Capes, por tornarem possível a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luís Telo da Gama, pelos ensinamentos, ajuda nas análises estatísticas, hospitalidade e atenção.

Ao Prof. Dr. Rui Bessa, pelos conhecimentos, apoio e ajuda dispensada e a Suzana, pelo convívio e auxílio nas análises cromatográficas.

A todos da Estação Zootécnica Nacional de Santarém, Portugal, pela receptividade e atenção.

Aos Frigoríficos Frisa e Minerva e aos seus funcionários, pela valiosa colaboração, compreensão e carinho com que fomos recebidas.

Ao meu querido e grande companheiro, Rafael, que esteve sempre ao meu lado, me apoiando e incentivando.

Aos meus pais e irmão, pelo amor, união e força, pelo apoio, compreensão, incentivo e por, simplesmente, acreditarem.

A Deus, por tudo.

## SUMÁRIO

	<b>página</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>i</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1 As raças no Brasil.....	3
2.1.1 Grupamentos raciais .....	3
2.2 Os sistemas de produção no Brasil.....	5
2.3 Composição lipídica da carne .....	5
2.3.1 Influência dos sistemas de terminação.....	7
2.3.2 Influência das raças .....	9
2.4 Ácidos graxos.....	10
2.5 Metabolismo dos lipídeos em ruminantes .....	12
2.5.1 Digestão e absorção de lipídeos em ruminantes.....	13
2.5.2 Transporte de lipídeos: metabolismo lipoprotéico .....	16
2.5.3 Síntese de lipídeos e mobilização.....	18
2.5.4 Metabolismo dos ácidos graxos essenciais .....	22
2.5.5 Ácidos graxos ramificados e de cadeia ímpar.....	28
2.5.6 Ácido linoléico conjugado .....	29
2.5.7 Ácidos graxos “ <i>trans</i> ” .....	32
2.5.8 Colesterol.....	34
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>38</b>
3.1 Animais e sistemas de terminação.....	38
3.2 Operações de abate.....	39

3.3 Coleta das amostras .....	40
3.4 Preparo das amostras .....	40
3.5 Análises laboratoriais .....	40
3.5.1 Lipídeos totais .....	40
3.5.2 Extração de lipídeos .....	41
3.5.2.1 Determinação do colesterol.....	41
3.5.2.2 Determinação do perfil de ácidos graxos.....	42
3.6 Delineamento e análise estatística.....	43
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
4.1 Análise descritiva dos dados de bovinos em diferentes sistemas de terminação e diferentes grupos genéticos.....	45
4.2 Efeito do sistema de terminação no músculo longissimus dorsi de bovinos .....	47
4.2.1 Lipídeos totais (LT) e colesterol .....	47
4.2.2 Ácidos graxos.....	49
4.2.2.1 Ácidos graxos saturados .....	50
4.2.2.2 Ácidos graxos monoinsaturados.....	54
4.2.2.3 Ácidos graxos poliinsaturados.....	58
4.2.2.4 Índices.....	67
4.3 Efeito de raças bovinas terminadas em sistema de pastagem .....	70
4.3.1 Lipídeos totais (LT) e colesterol .....	70
4.3.2 Ácidos graxos.....	71
4.3.2.1 Ácidos graxos saturados .....	71
4.3.2.2 Ácidos graxos monoinsaturados.....	74
4.3.2.3 Ácidos graxos poliinsaturados.....	78
4.3.2.4 Índices.....	84
4.4 Efeito de raças bovinas terminadas em sistema confinado .....	87

4.4.1 Lipídeos totais e colesterol.....	87
4.4.2 Ácidos graxos.....	88
4.4.2.1 Ácidos graxos saturados .....	89
4.4.2.2 Ácidos graxos monoinsaturados.....	92
4.4.2.3 Ácidos graxos poliinsaturados.....	96
4.4.2.4 Índices.....	101
4.5 Considerações gerais dos grupos genéticos dentro de sistemas .....	103
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>106</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>125</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

AG	ácidos graxos
AGM	ácidos graxos monoinsaturados
AGP	ácidos graxos poliinsaturados
AGS	ácidos graxos saturados
cAMP	AMP cíclico
CLA	ácido linoléico conjugado
DHA	ácido docosahexaenóico
EPA	ácido eicosapentaenóico
HDL	lipoproteínas de alta densidade
IDL	lipoproteína de densidade intermediária
LD	<i>longissimus dorsi</i>
LDL	lipoproteínas de baixa densidade
LHS	lipase hormônio sensível
LPL	lipase lipoprotéica
LT	lipídeos totais
SP	sistema a pasto
SC	sistema confinado
VLDL	lipoproteínas de muito baixa densidade
Angus	Aberdeen Angus
Guz x Hol	Guzerá x Holandês
Nel	Nelore
PS x Nel	Pardo Suíço x Nelore

## RESUMO

ROSSATO, Lizandra Vercezi. **Composição lipídica de carne bovina de rebanhos comerciais em diferentes sistemas de terminação e grupos genéticos**. 2007. 130 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Amostras de carne bovina oriundas de nove grupos genéticos foram obtidas de animais terminados a pasto (SP) (Aberdeen Angus n=20, Guzerá x Holandês n=27, Montana n=17 e Nelore n=26), alimentados com *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*, *Brachiaria Decumbens*, *Brachiaria Humidicula* e *Panicum Maximum Jacq*, ou em confinamento (SC) (Gir n=29, Simental n=32, Holandês n=23, Tabapuã n=30 e Pardo Suíço x Nelore n=29) com 50% de volumoso (cana-de-açúcar picada) e 50% de concentrado (milho grão, farelo de soja, uréia), por 90 dias. O delineamento foi inteiramente casualizado, em fatorial hierárquico, com 2 sistemas de terminação e 9 grupos genéticos avaliados dentro dos sistemas de terminação. Cada animal representou uma unidade experimental. Nas amostras do músculo *longissimus dorsi* foram analisados: lipídeos totais (LT), colesterol e ácidos graxos (AG). As médias de LT e colesterol de animais SC foram superiores ( $P<0,01$ ) às médias dos animais SP. O sistema de terminação afetou 36 dos 38 AG determinados. As porcentagens dos AG C15:0, C17:0, C17:1, C18:2n-6, C18:2cis9trans11, C18:3n-3, C20:4n-6, C20:5n-3 e C22:6n-3, foram superiores ( $P<0,01$ ) nos animais SP. Entretanto, os animais SC mostraram proporções elevadas ( $P<0,01$ ) de C14:0, C14:1, C16:0, C16:1, C18:0 e C18:1trans. Animais SP apresentaram mais ácidos graxos poliinsaturados (AGP) ( $P<0,01$ ) e menos ácidos graxos saturados (AGS) ( $P<0,01$ ), quando comparados a animais SC. Os ácidos graxos monoinsaturados (AGM) foram semelhantes nos dois sistemas. Os AG das séries n-6 e n-3 foram superiores ( $P<0,01$ ) em animais SP, com menor relação n-6/n-3 (1,71), do que em SC (5,85). Carnes de animais SP mostraram maiores índices matemáticos de  $\Delta^9$  dessaturase 18 e de elongase e animais SC apresentaram índices mais elevados de  $\Delta^9$  dessaturase 16 e aterogenicidade. As raças dentro do SP não afetaram os LT, porém, animais Angus e Guz x Hol apresentaram maiores teores de colesterol. No SC, animais Tabapuã e Gir mostraram mais gordura e mais colesterol. As raças influenciaram os AGS.

---

Comitê de Orientação: Maria Cristina Bressan (Orientadora) - UFLA; José Luís Contado (Co-orientador) – UFLA.

Animais Nelore e Guzerá x Holandês, no SP, aparecem com as menores médias e, no SC, Tabapuã e Gir aparecem com as médias mais elevadas. Para AGP, no SP, médias mais elevadas foram encontradas em Montana (10,17%) e Nelore (9,72%), entretanto, a relação  $n-6/n-3$  não apresentou diferença significativa. No SC, a influência das raças nos AGP foi baixa, afetando poucos AG. Os maiores percentuais de AGP foram observados nos animais Pardo Suíço x Nelore (6,08%), tendo a relação  $n-6/n-3$  variado de 4,53 (Holandês) a 8,76 (Pardo Suíço x Nelore). Esses resultados permitem concluir que animais terminados em pastagens apresentam melhor qualidade, com vistas ao perfil de AG e à saúde humana e que os grupos genéticos mostram comportamentos diferenciados nas características lipídicas de acordo com o tipo de dieta. O músculo LD dos animais Nelore (*Bos indicus*) a pasto e dos animais Simental e Holandês (*Bos taurus*) confinados foi superior, nutricionalmente.

## ABSTRACT

ROSSATO, Lizandra Vercezi. **Lipid composition of commercial beef cattle meat in different finishing systems and genetic groups.** 130 p. Thesis (Master in Food Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Beef samples of nine genetic groups were taken from pasture finished animals (PF), (Aberdeen Angus n=20, Guzerá x Holandês n=27, Montana n=17 e Nelore n=26), fed with *Brachiaria brizantha* cv *Marandu*, *Brachiaria Decumbens*, *Brachiaria Humidicula* e *Panicum Maximum Jacq*, or feedlot finished animals (FF) (Gir n=29, Simental n=32, Holandês n=23, Tabapuã n=30 e Pardo Suíço x Nelore n=29) with 50% of roughage (minced sugar cane) and 50% of concentrate (corn grain, soybean meal, urea) during 90 days. The statistical analysis was a completely randomized design in hierarchic factorial with 2 systems and 9 genetic groups evaluated within the finishing systems. Each animal represented one experimental unit. In the samples of *longissimus dorsi* (LD) muscle were analysed: total lipids (TL), cholesterol and fatty acids (FA). The means of TL and cholesterol were higher in FF animals (P<0,01) than PF animals. Finishing system influenced 36 of 38 fatty acids analysed. PF animals presented higher levels (P<0,01) of C15:0, C17:0, C17:1, C18:2n-6, C18:2cis9trans11, C18:3n-3, C20:4n-6, C20:5n-3, C22:6n-3. However, FF animals showed higher levels (P<0,01) of C14:0, C14:1, C16:0, C16:1, C18:0 e C18:1trans. PF animals presented more poliunsaturated fatty acids (PFA) (P<0,01) and less saturated fatty acids (SFA) (P<0,01), when compared to FF animals. Monounsaturated fatty acids were similar between the systems. The FA of n-6 and n-3 series were higher (P<0,01) in PF animals, with lower ratio n-6/n-3 (1,71), than in FF (5,85). The meats of PF animals showed higher  $\Delta^9$  desaturase 18 index and elongase index and FF animals presented higher  $\Delta^9$  desaturase 16 index and athegorenic index. The breeds inside PF did not influence TL, but, Angus and Guz x Hol animals presented higher levels of cholesterol. In FF, Tabapuã and Gir animals showed more fat and cholesterol. The breeds affected the SFA, being in Montana (10,17%) and Nelore (9,72%) however, the ratio n-6/n-3 were Nelore and Guz x Hol, PF, with lower means and, Tabapuã and Gir, FF, with higher means. Analyzing PFA, in PF, higher means were presented similar between the breeds. In FF, the influence of breeds

---

Guindance Commitee: Maria Cristina Bressan (Adviser), - UFPA, José Luís Contado (Co-adviser) - UFPA.

in PFA was low. Higher percentage of PFA were observed in Pardo Suíço x Nelore animals (6,08%), being the ratio  $n-6/n-3$  varying from 4,53 (Holandês) to 8,75% (Pardo Suíço x Nelore). These results showed that meats of animals finished in pasture have better quality, in the FA profile and for human health benefits and the genetic groups showed different behavior in lipid characteristics according to diet type, where the LD muscle of Nelore animals (*Bos indicus*) finished in pasture and of Simental and Holandês animals (*Bos taurus*) finished in feedlots, were nutritionally higher.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é, atualmente, o maior exportador mundial de carne bovina, com um rebanho comercial estimado em 207,2 milhões de animais (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, 2007). Desse total, 83% possui genes de origem zebuína na forma de animais puros ou cruzados que estão distribuídos no território brasileiro (Mariante et al., 2003).

No mercado internacional, os padrões de qualidade são exigentes e a composição em ácidos graxos, além do valor nutricional da gordura para a saúde do homem, exerce importante papel na qualidade da carne, relacionado aos atributos sensoriais, tais como sabor e maciez.

A ingestão de carne vermelha tem sido associada ao aumento do colesterol sérico e a ocorrência de doenças coronarianas em humanos, em função das quantidades elevadas de ácidos graxos saturados. Entretanto, as carnes apresentam grandes variações em relação aos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados e, além disso, alguns ácidos graxos presentes na carne são essenciais à saúde (linoléico, linolênico e araquidônico) e outros (CLAs) são apontados como nutracêuticos (Ip et al., 1994; Sebedio et al., 1999). A composição de ácidos graxos nos tecidos musculares pode ser afetada por fatores como dieta, espécie animal, quantidade de gordura na carne, idade/peso, sexo, raça, temperatura ambiente e condições hormonais (Nurnberg et al., 1999).

Os conhecimentos atuais de caracterização da composição lipídica da carne nos diferentes sistemas e raças são, em sua maioria, oriundos de animais produzidos em outros países, cujas condições de solo, disponibilidade e qualidade de forragens e condições climáticas diferem daquelas encontradas no Brasil. Nesse país, alguns trabalhos foram realizados (Chardulo, 2000; Rodrigues et al., 2004), mas são restritos a poucas raças e a poucos animais e

não avaliam os sistemas de terminação, que são variáveis em decorrência da disponibilidade de alimentos.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar lipídeos totais, composição de ácidos graxos e colesterol do músculo *longissimus dorsi* de bovinos de rebanhos comerciais de diferentes grupos genéticos, de origens *Bos taurus*, *Bos indicus* e animais cruzados, terminados em sistema a pasto e confinado.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 As raças no Brasil

As raças bovinas brasileiras são originárias das raças da Península Ibérica, trazidas pelos portugueses durante o período da colonização e que, com o passar dos anos, se adaptaram às condições locais. Resultou daí um conjunto de raças naturalizadas presentemente reconhecidas, como as raças Caracu, Crioulo Lageano, Curraleiro, Junqueira, Pantaneiro e Mocho Nacional (Mariante et al., 2003).

Posteriormente, seriam introduzidas outras raças européias e, a partir de finais do século XIX, teve início a importação de animais do tipo *Bos indicus*. Esse grupo de animais teve enorme expansão no Brasil, sobretudo nas regiões de clima tropical e estima-se que cerca de 83% da carne de bovino produzida no país resulte de animais do tipo zebu ou de seus cruzamentos (Mariante et al., 2003).

A exploração das diferenças entre raças tem sido prática corrente, traduzida na utilização de cruzamentos. É fundamental que as raças que entram no cruzamento mantenham a identidade própria (conservação) e que cada uma das raças desempenhe, no cruzamento, o papel mais adequado (complementaridade), de forma a otimizar os resultados globais (Gama, 2002).

#### 2.1.1 Grupamentos raciais

##### 2.1.1.1 Zebuínos

As raças zebuínas originaram-se na Índia, caracterizando-se pela adaptação ao calor dos trópicos, às grandes variações na disponibilidade de alimentos e ao alto número de parasitas internos e externos. Por milhares de

gerações, a seleção natural para sobrevivência na presença desses estresses ambientais resultou em raças rústicas com alta resistência as endo e ectoparasitas, adaptação ao calor, umidade e radiação solar. As raças mais utilizadas no Brasil são Nelore, Guzerá, Gir, Tabapuã e Brahman (Zadra, 2007).

#### **2.1.1.2 Taurinos – europeus britânicos**

As raças britânicas originaram-se nas Ilhas Britânicas, com a finalidade principal, por muitos séculos, de produzir carne para consumo humano. Esses animais foram selecionados para velocidade de crescimento, precocidade sexual, fertilidade e qualidade da carne. As raças mais usadas no Brasil são Aberdeen Angus, Red Angus e Hereford (Zadra, 2007).

#### **2.1.1.3 Taurinos – europeus continentais**

As raças continentais de carne foram selecionadas originalmente para tração na Europa Continental. São conhecidas pelo elevado peso ao nascimento, grandes potenciais de crescimento (ganho de peso) e alto rendimento de carcaça com menor porcentagem de gordura. As raças mais usadas no Brasil são Limousin, Charolês, Blonde d'Aquitaine, Simental, Braunvieh (Pardo-Suíço corte), Gelbvieh, Marchigiana, Piemontês e Belgian Blue (Zadra, 2007).

#### **2.1.1.4 Taurinos – adaptados**

As raças taurinas adaptadas também evoluíram em regiões tropicais. Comparadas às européias, as raças desse grupamento têm maior resistência ao calor e carrapatos. As raças adaptadas têm um potencial de crescimento mais baixo e menores exigências de alimentos e de manutenção que outras raças

taurinas. As características de qualidade da carne estão mais próximas das raças européias do que das indianas. As raças mais usadas no Brasil são Bonsmara, Caracu e Senepol (Zadra, 2007).

#### **2.1.1.5 Raças sintéticas e compostas**

A raça sintética é formada por duas raças com grau de sangue fixado, visando manter bons níveis de heterose e adaptabilidade. A raça composta é formada por três ou mais raças. As mais utilizadas no Brasil são Canchim, Stabilizer, Beefmaster e Montana (Zadra, 2007).

### **2.2 Os sistemas de produção no Brasil**

A pecuária de corte nacional caracteriza-se pela produção quase que exclusiva em sistemas de pastagem, dividindo a produção de carnes em dois períodos: o período de primavera/verão, quando a alta produção forrageira resulta em elevado desempenho animal, e o período de outono/inverno, quando a produção limitada de pastagens retarda o crescimento animal ou provoca perdas de peso durante este período. Alternativas são desenvolvidas para o período de baixa forrageira, como suplementação em pastagens (Nussio et al., 2001) e uso estratégico de confinamento (Burgi, 2001).

### **2.3 Composição lipídica da carne**

A gordura da carne é encontrada distribuída entre os músculos e intramuscular e essa gordura difere com relação ao perfil de ácidos graxos. A deposição de gordura na carcaça bovina ocorre em fases distintas. Grandes taxas de gordura são inicialmente depositadas ao redor das vísceras e rins, seguida de

deposição no tecido intermuscular e subcutâneo e, finalmente, ocorre a deposição no tecido intramuscular.

Entretanto, a separação cronológica dessas fases de deposição depende do grupo genético e das taxas energéticas da dieta. Bovinos de produção, como o Hereford, apresentam mais gordura de cobertura e menos gordura abdominal do que animais com aptidão para a produção de leite. A deposição de gordura varia também em função da raça associada com a idade em que cada grupo genético atinge a maturidade (Aldai et al., 2007).

O perfil lipídico dos distintos depósitos de gordura na carcaça bovina difere. No tecido intramuscular são encontradas menores deposições de ácidos graxos saturados (AGS) (46,31%, 54,43% e 51,21% para gordura intramuscular, intermuscular e subcutânea, respectivamente) e de ácidos graxos monoinsaturados (AGM) (33,31%, 39,93% e 43,53% para gordura intramuscular, intermuscular e subcutânea, respectivamente) além de maiores de ácidos graxos poliinsaturados (AGP) (19,76%, 4,44% e 4,13% para gordura intramuscular, intermuscular e subcutânea, respectivamente), entre os quais ômega-6 (17,86%, 3,71% e 3,38%, respectivamente) e ômega-3 (1,68%, 0,36% e 0,34%, respectivamente) (Aldai et al., 2007).

O perfil lipídico da carne está relacionado com os lipídeos da dieta, embora a microbiota do rúmen faça a hidrogenação dos ácidos graxos insaturados oriundos da alimentação, transformando-os, na maior parte, em ácidos graxos saturados. Os ácidos graxos mais encontrados nas carnes são: os saturados C14:0, C16:0 e C18:0; os monoinsaturados C16:1 e C18:1 e os poliinsaturados C18:2, C18:3 e C20:4 (Harfoot & Hazlewood, 1988; Monteiro, 1998).

O conteúdo de gordura intramuscular da carne bovina é baixo, com percentuais que variam entre 2% e 6%. Assim, o conteúdo energético da carne

magra é pequeno, mas o perfil de ácidos graxos é positivamente avaliado do ponto de vista nutricional-fisiológico (Wood & Enser, 1997).

### **2.3.1 Influência dos sistemas de terminação**

Animais alimentados e terminados com pastagens apresentam, na gordura intramuscular, aumento de AG esteárico, linolênico, araquidônico, eicosapentaenóico (EPA) e docosapentaenóico (DHA) (Enser, 2000; Yang et al., 2002; Realini et al., 2004). Obtêm-se, assim, condições mais adequadas de bem-estar animal e saúde, com menos dependência de antibióticos, sendo ainda mais aceitas por parte dos consumidores (Cheeke, 1999; Steen et al., 2003) do que produções mais intensivas que utilizam concentrados.

Por outro lado, animais alimentados com concentrado ingerem maior quantidade de energia, apresentando, portanto, maiores taxas de crescimento o que afeta indiretamente, de forma positiva, a textura, a maciez e a suculência, por meio de maior deposição de gordura intramuscular. Dessa forma, o sistema de terminação influencia a composição química e, conseqüentemente, a qualidade da carne (Wood et al. 2003; Ladeira & Oliveira, 2006).

Bovinos terminados a pasto mostram carnes mais magras e com maior percentual de AG ômega-3 (Bidner et al., 1981; Williams et al., 1983; Bidner, et al. 1986; Steen et al., 2003; Nuernberg et al., 2005). Avaliando o efeito de sistemas de terminação com pastagem ou com concentrado na composição de ácidos graxos no músculo *longissimus dorsi*, Nuernberg et al. (2005) mostraram que ocorre modificação na carne de animais terminados em sistemas que substituem os ingredientes concentrados por forragem. Isso resultou em músculos com reduzido conteúdo de gordura intramuscular e, na porção lipídica, o efeito da alimentação a pasto foi positiva na composição de ácidos graxos, com valores de ômega-3 e CLAs mais elevados. Resultados semelhantes foram

observados por Steen et al. (2003) que, comparando bovinos terminados com pastagem de centeio e com concentrado (95% de cevada), encontraram ganho diário de 40% maior nos animais que receberam concentrado. Entretanto, os animais que receberam pastagem mostraram menor quantidade de gordura na carcaça e concentração mais elevada de AGP ômega-3 (141 e 49 mg/100g de músculo, respectivamente).

A adição de grandes quantidades de concentrados na dieta de ruminantes determina aumento na taxa de passagem da digesta pelo rúmen, acarretando menor tempo de colonização da população microbiana e menor digestibilidade da fibra em decorrência do aumento nas proporções de carboidratos prontamente disponíveis e fermentáveis (Valadares Filho et al., 2000). A redução nos níveis de fibra nas dietas de ruminantes pode ser prejudicial à digestibilidade total dos alimentos, pois a fibra estimula a mastigação e a produção salivar que mantêm o pH em níveis adequados à atividade microbiana e às condições do rúmen (Allen, 1997).

Beam et al. (2000) estudaram as alterações no rúmen durante a síntese de AG. Alimentando os animais com tipos e níveis diferentes da gordura, estes autores encontraram que a taxa total de biohidrogenação do C18:2 foi de 14,3%/h, mas declinou 1,2%/h para cada unidade percentual de C18:2 adicionado às dietas. Com base nesses dados, os autores concluíram que uma concentração elevada do ácido linoléico na dieta possivelmente reduziria a biohidrogenação e aumentaria o fluxo post-ruminal destes AG insaturados.

A biohidrogenação ruminal e a conseqüente formação de AG pelo animal são influenciadas pela alimentação. Dietas ricas em amido (proporção elevada de concentrado) favorecem a produção de propionato, que pode aumentar as concentrações de C11:0, C13:0, C15:0 e C17:0, e dietas ricas em forragens favorecem a produção de acetato. Flutuações nas quantidades

desses constituintes acarretam variações nos valores médios do pH do rúmen (com variações de 5,8 a 6,8). Um exemplo é a dieta com concentração elevada de concentrado que determina valores de pH de 5,5 a 6,5 (Bergman, 1990).

### **2.3.2 Influência das raças**

Nas regiões mais quentes, as raças do grupo *Bos indicus* prevalecem devido à sua maior adaptação, enquanto os *Bos taurus* são mais utilizados nas regiões de clima ameno e temperado. Esses grupos de animais apresentam carne com comportamentos distintos e, comparativamente aos animais *Bos taurus*, os bovinos *Bos indicus* apresentam carnes com maior gordura (Vaz et al., 2001; Rodrigues, 2007).

O conteúdo de gordura na carne tem efeito na composição dos ácidos graxos e, quanto mais gorda a carne, mais saturada é a gordura (Scollan et al., 2003; De Smet et al., 2004). O potencial de deposição de gordura na carne apresenta heritabilidade elevada e raças, bem como animais dentro de raças, podem diferir quanto ao conteúdo de gordura da carne (Marschall, 1999). Muitos estudos reportam diferenças entre raças na composição de ácidos graxos em diferentes espécies animais, sugerindo uma possível variação genética no metabolismo dos ácidos graxos (De Smet et al., 2004).

Nurnberg et al. (1999) estudaram o perfil de AG de diferentes raças bovinas (German Holstein, Galloway e Belgian Blue) sob um mesmo sistema de alimentação (forragem) e condições de manutenção durante o crescimento. Estes autores sugeriram que parece existir diferenças genéticas na deposição de certos AG, uma vez que os depósitos de gordura originam-se, particularmente, da biossíntese “de novo” ácidos graxos, pois a dieta de forrageira contém baixo conteúdo lipídico. Estabeleceram também uma associação entre o aumento na proporção de AGPs e o baixo conteúdo de gordura intramuscular. Eles relataram

que o crescimento, do nascimento ao abate aos 24 meses, foi acompanhado por um aumento no conteúdo da gordura intramuscular e por um aumento contínuo na proporção de AGS. Aos 18 meses da idade, os animais Belgian Blue mostraram menor quantidade de gordura subcutânea e menor conteúdo de gordura intramuscular, enquanto ao nascimento os animais Galloway apresentaram o índice de AG *n-3* intramuscular mais elevado. Esses resultados sugerem que a composição de AG foi dependente da idade e da raça e os efeitos da raça estão relacionados às diferenças na capacidade de deposição de gordura. A pesquisa sobre a composição de ácidos graxos é ainda imprecisa por causa da lipogênese do rúmen, que pode alterar a composição da gordura suplementada.

Em relação a raças, Itoh et al. (1999) relataram diferenças entre bovinos Angus e Simental na deposição de C18:3*n-3* e outros AG de cadeias longas. Segundo Bindon (2004), há diferenças no metabolismo de lipídeos entre raças de bovinos e essas diferenças podem afetar a composição dos ácidos graxos, a cor da gordura e a aparência visual. Laborde et al. (2001), após analisar a composição dos AG da gordura intramuscular do músculo *longissimus* de animais Simental e Red Angus, sugerem que as diferenças encontradas devem ser de base genética e a seleção de raças deve ser usada para melhorar a composição dos AG da gordura intramuscular. Por outro lado, Yang et al. (1999) estudaram bovinos de diferentes raças no Japão e na Austrália e encontraram diferenças significativas entre as regiões, porém, pouca diferença entre raças da mesma região.

#### **2.4 Ácidos graxos**

Os AG são os compostos que conferem aos lipídeos as propriedades nutricionais e as características físico-químicas responsáveis pelos atributos sensoriais e pela conservação da carne. A maior parte dos AG que integram os

triglicerídeos da carne bovina é relativamente saturada (sem duplas ligações na molécula) e o palmítico e o esteárico são os principais representantes. O ácido oleico é o principal AGM, enquanto o linoléico é o principal AGP.

Os AG encontrados na carne, com seus nomes comuns e sistemáticos, são apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1** Principais ácidos graxos encontrados na carne de animais domésticos

<b>Símbolo</b>	<b>Nome comum</b>	<b>Nome sistemático</b>
<b>Ácidos graxos saturados</b>		
C12:0	Láurico	Dodecanóico
C14:0	Mirístico	Tetradecanóico
C16:0	Palmítico	Hexadecanóico
C18:0	Esteárico	Octadecanóico
C20:0	Araquídico	Eicosanóico
C22:0	Beênico	Docosanóico
C24:0	Lignocérico	Tetradocosanóico
<b>Ácidos graxos insaturados</b>		
C16:1	Palmitoléico	9-hexadecenóico
C18:1	Oléico	9-octadecenóico
C18:2	Linoléico	9,12-octadecadienóico
C18:3	Linolênico	9,12,15-octadecatrienóico
C20:4	Araquidônico	5,8,11,14-eicosatetraenóico
C20:5	EPA	5,8,11,14,17-icosapentaenóico
C22:6	DHA	4,7,10,13,16,19-docosaexaenóico

Fonte: adaptado de Murray et al. (1998).

As gorduras saturadas, quando predominam na dieta, tendem a aumentar o colesterol do plasma. Segundo Farfan (1996), o efeito hipercolesterolêmico dos AGS está associado aos ácidos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0).

Porém, a proporção de AG saturados na carne bovina é menor do que o total de AGP e é composta, principalmente, de ácidos palmítico e esteárico; este último constitui cerca de 40% da gordura saturada e não aumenta o colesterol do plasma. A gordura intramuscular é composta por mais de 20 ácidos graxos, no entanto, os ácidos mirístico, palmítico, palmitoléico, esteárico, oléico e linoléico contribuem com mais de 92% do total e ainda contêm ácidos graxos resultantes da biohidrogenação rumenal (Duckett, 2007).

Estudos com AG monoinsaturados, como o ácido oléico, por exemplo, evidenciam sua influência na composição das membranas, alterando os conteúdos de fosfolípidos e colesterol. Os AGM também levam à modificação do padrão de lipoproteínas circulantes, reduzindo as concentrações de LDL sem alteração nas concentrações de HDL, como acontece com AGP. Isso explica, em parte, os efeitos benéficos das dietas mediterrâneas sobre a colesterolemia e o risco de doença coronariana obstrutiva (Marinetti, 1990; Kris-Etherton, 1999; Curi et al., 2002).

Os efeitos antiaterogênicos dos AGP podem resultar de sua capacidade de diminuição das concentrações de colesterol associado às LDL e de seu efeito antiinflamatório sobre células vasculares, pois esses ácidos inibem a expressão de proteínas endoteliais pró-inflamatórias (Curi et al., 2002).

## **2.5 Metabolismo dos lipídeos em ruminantes**

A quantidade de lipídeo dietético transformado em gordura animal é influenciada por três fatores: a) lipólise e biohidrogenação ruminal; b) digestibilidade e c) relação reserva/excreção de lipídeos nos tecidos adiposos (Palmquist et al., 1993). O primeiro passo para a transformação no rúmen dos lipídeos da dieta é a hidrólise das ligações ésteres dos AG por enzimas lipolíticas

de origem microbiana. Essa etapa é um pré-requisito para a biohidrogenação dos AG insaturados (Harfoot & Hazlewood, 1988).

Até pouco tempo atrás, acreditava-se que somente uma bactéria seria capaz de causar a biohidrogenação, a *Butyrivibrio fibrisolvens*, por meio de suas enzimas linoleato de isomerase e CLA redutase. No entanto, outras bactérias rumenais têm sido isoladas e consideradas com diferentes capacidades de biohidrogenação, ou seja, a biohidrogenação rumenal não é realizada por uma única bactéria, ou em um único passo, mas por um grupo delas e seqüencialmente (Kelly et al., 1998; Bauman et al., 1999).

As bactérias que participam da biohidrogenação são divididas em dois grupos: A e B, com ações específicas. As bactérias do grupo A hidrogenam o ácido linoléico e linolênico, tendo como produto final o ácido vacênico, enquanto as do grupo B utilizam o ácido vacênico como substrato, tendo como produto final o ácido esteárico (Bauman et al., 1999). Segundo Bessa et al. (2000), algumas bactérias possuem mecanismos de isomerização (*cis* e *trans*) na membrana celular que possibilitam a redução de sua fluidez como defesa a agentes tóxicos e estressantes. Dessa forma, os AG *trans* podem ter papel de proteção da bactéria contra esses agentes.

### **2.5.1 Digestão e absorção de lipídeos em ruminantes**

Em ruminantes alimentados com forragem, a dieta lipídica consiste, primariamente, de galactolipídeos e outros glicolipídeos que são ricos em ácido linolênico (C18:3). Grãos e outros ingredientes concentrados contêm triacilgliceróis que são ricos em ácido linoléico (C18:2). Óleos de sementes e gordura animal também contêm triacilgliceróis. As bactérias e protozoários do rúmen hidrolizam o complexo lipídico em ácidos graxos de cadeias longas,

açúcares, bases orgânicas (colina, etanolamina, serina) e glicerol. Gliceróis e açúcares são fermentados rapidamente em ácidos graxos voláteis (principalmente acético, propiônico e butírico) (Drackley, 2000; Van Soest, 1994).

A síntese de proteína microbiana no rúmen depende da energia que é fornecida pela fermentação de carboidratos originados de células vegetais compostas de celulose, hemicelulose, pectinas, amidos, dextranas e carboidratos solúveis. Os resultados finais dessa fermentação são AGs voláteis (acetato, propionato e butirato) e gases (dióxido de carbono e metano). Os AGs voláteis constituem a maior fonte de energia para os ruminantes, provendo 50% a 85% da energia metabolizável pelo animal. No rúmen, a proporção dos AGs voláteis, acetato, propionato e butirato, é de 65:25:10 para dietas ricas em forragens e de 50:40:10 para dietas ricas em concentrados (Owens & Goetsch, 1988).

Ácidos graxos insaturados são hidrogenados extensivamente a AGs (C18:0 e C16:0) pelas bactérias e protozoários ruminais. As isomerases iniciais só atuam em ácidos não esterificados (com o radical COOH livre), o que implica a prévia lipólise dos galactolípideos, fosfolípideos e triglicérides alimentares (Bessa, 1999). A primeira reação de isomerização converte o ácido linoléico (C18:2*cis*9*cis*12) para ácido rumênico (C18:2*cis*9*trans*11), conhecido como ácido linoléico conjugado (CLA). A maioria dos CLAs que são formados no rúmen é convertida a ácido vacênico (C18:1*trans*11) que é hidrogenado a ácido esteárico (C18:0). Os microrganismos do rúmen também sintetizam ácidos graxos, cuja maioria é incorporada nos fosfolípideos da membrana celular. Bactérias sintetizam ácidos graxos de cadeia ímpar (C:15, C:17) assim como ácidos graxos ramificados que são únicos na gordura de ruminantes (Doreau & Chilliard, 1997).

Como consequência das ações da flora microbiana ruminal, 85% dos lipídeos que passam pelo intestino delgado são AGs livres, que são

predominantemente saturados e absorvidos na superfície de pequenas partículas alimentares. No pH predominante do rúmen, a maioria dos AGs está presente como sais de sódio, potássio e cálcio. Os outros 15% dos lipídeos que alcançam o duodeno consistem, predominantemente, de fosfolipídeos bacterianos (Drackley, 2000).

O suco pancreático e a bile entram no duodeno através do ducto biliar comum e são essenciais na digestão e na absorção dos lipídeos no intestino. Os sais biliares são essenciais para dissociar os AGs absorvidos das partículas alimentares e permitir a formação das micelas. A fosfolipase A2 secretada pelo suco pancreático se torna ativa no jejuno superior onde o pH é mais favorável e hidrolisa AGs da posição sn-2 dos fosfolipídeos. O principal fosfolipídeo do intestino é a fosfatidilcolina (lecitina), que entra na bile, no suco pancreático e na digesta do abomaso. O produto resultante da hidrólise pela fosfolipase catalase é a lisofosfatidilcolina (lisolecitina), que é um detergente na formação de micelas mistas dos AGs saturados no intestino delgado de ruminantes (Drackley, 2000).

Sais biliares e lisolecitina promovem a formação das micelas a partir de AGs livres. As micelas associam-se às bordas em escova do epitélio intestinal e facilitam a transferência dos AGs hidrofóbicos através da camada de água ligada na superfície das membranas. AGs e lisolecitina então se difundem através das membranas celulares do intestino para dentro das células. Os sais biliares não são absorvidos no jejuno, mas continuam a formar micelas. Grande parte dos sais biliares é absorvida no íleo e retorna ao fígado para ser reincorporada na bile (Drackley, 2000).

No interior das células do duodeno, os AGs são reesterificados com glicerol-3-fosfato para formar triacilgliceróis. O glicerol-3-fosfato é formado a partir da glicose sanguínea pela via glicolítica. Com apolipoproteínas (B48, AI e AIV), colesterol e fosfolipídeos, os triacilgliceróis são incorporados em

partículas lipoprotéicas que são secretadas das células e penetram nos vasos linfáticos para serem carregadas até a linfa e atingirem a circulação perineal. Essas partículas são análogas aos quilomícrons em não ruminantes, mas são classificadas mais corretamente como VLDLs, por causa do seu pequeno tamanho em ruminantes. Esta é uma causa da elevada saturação dos triacilgliceróis, do baixo conteúdo de gordura na dieta de ruminantes e do constante fluxo da digesta no intestino (Drackley, 2000).

### **2.5.2 Transporte de lipídeos: metabolismo lipoprotéico**

Com exceção dos AGs livres que circulam ligados à albumina sérica, lipídeos circulam como componentes das partículas lipoprotéicas. Lipoproteínas, geralmente, são classificadas de acordo com sua densidade flexível, que é determinada pela relação proporcional de lipídeos e proteínas. As VLDLs são as de menor densidade, pois carregam grandes quantidades de conteúdo lipídico com relativamente pequeno conteúdo protéico. Lipoproteínas de alta densidade (HDLs) são as menores partículas e as mais densas, tendo elevada quantidade de proteína e pouco lipídeo. Lipoproteínas de baixa densidade (LDLs) possuem densidade intermediária.

O intestino produz lipoproteínas ricas em triacilgliceróis (VLDL) com a função de entregar ácidos graxos de cadeia longa da dieta para tecidos periféricos. O fígado também secreta VLDLs como uma maneira de levar triacilgliceróis endógenos para serem transportados no plasma. Estes triacilgliceróis ricos em lipoproteínas adquirem a apo-CII dos HDLs circulantes. A apo-CII é um ativador da enzima lipase lipoprotéica (LPL), que é responsável pela liberação dos triacilgliceróis do plasma (Braun & Severson, 1992). A LPL está presente em muitos tecidos e é encontrada com elevada atividade no tecido adiposo, na glândula mamária, no coração e na musculatura esquelética. A

síntese de LPL ocorre nas células parenquimais dos tecidos e é levada à superfície vascular das células endoteliais devido a interações com proteoglicanos heparina fosfatos da superfície celular (Braun & Severson, 1992).

A interação é facilitada pela presença da apo-CII das lipoproteínas ricas em triacilgliceróis. A hidrólise do triacilglicerol ocorre rapidamente, com liberação de ácidos graxos livres e monoacilgliceróis. Os ácidos graxos podem se difundir pelas células ou sair do tecido pelo sangue venoso.

Após a hidrólise, as partículas lipoprotéicas são chamadas de lipoproteína de densidade intermediária (IDLs) e são ativamente removidas pelo fígado na maioria das espécies pela interação com os receptores apo-B,E (Hussain et al., 1996). Outra parte das IDLs é convertida a LDLs, que são produtos finais do metabolismo intravascular das VLDLs. As LDLs, que são ricas em ésteres de colesterol e fosfolípídeos, são recolhidas por receptores no esqueleto, no intestino, no fígado, nos adrenais e no corpo lúteo.

As HDLs são sintetizadas e secretadas pelo fígado e intestino como pequenas partículas discoidais que consistem em uma bicamada fosfolipídica contendo somente apo-A e colesterol livre (Fielding & Fielding, 1995). Estas partículas se tornam esféricas à medida que os ésteres de colesterol são formados via reação da lecitina colesterol aciltransferase (LCAT). Esta enzima, sintetizada pelo fígado e secretada no plasma, catalisa a transferência de um ácido graxo (geralmente o ácido linoléico) da posição sn-2 de lecitina (fosfatidilcolina) para colesterol livre, formando ésteres de colesterol e lisolecitina. Os ésteres de colesterol não polares se movem para o interior das partículas; por causa disso, torna-se esférico e vai aumentando à medida que ésteres de colesterol são formados. A lisolecitina é transferida para albumina no plasma. As HDLs adquirem componentes de superfície (fosfolípídeos, apo-C, apo-E) das VLDLs ou quilimícrons à medida que estas partículas são metabolizadas pela LPL nos tecidos periféricos. As funções das HDLs resultantes dessas partículas realizam

um ciclo conhecido como transporte reverso do colesterol, em que HDLs acabam com o excesso de colesterol livre dos tecidos, convertendo-os em ésteres de colesterol (Fielding & Fielding, 1995). As partículas de HDL aumentam e crescem com menor densidade à medida que o conteúdo de ésteres de colesterol aumenta. As HDLs transferem os ésteres de colesterol para o fígado para serem convertidos em ácidos biliares (a única via de excreção de colesterol do corpo) e, depois, as pequenas HDLs podem retornar para repetir o ciclo. Em ruminantes, HDLs são as lipoproteínas predominantes e são utilizadas para fornecer colesterol para os tecidos esteroideogênicos (fígado, ovários, adrenais e testículos) e para uma variedade de tecidos para síntese de membranas. Várias das funções que as LDLs representam no transporte de ésteres de colesterol em humanos e coelhos são feitas pelas HDLs em cavalos e ruminantes (Bauchart, 1993).

### **2.5.3 Síntese de lipídeos e mobilização**

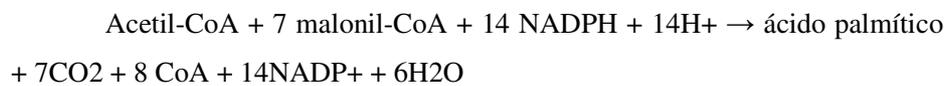
#### **Lipogênese**

A lipogênese ocorre no citosol é um processo seqüencial cíclico em que unidades de acetil (2 carbonos) são adicionadas sucessivamente para um “primer” ou iniciador da molécula, geralmente acetil CoA, mas também 3-hidroxi-butarato na glândula mamária de ruminantes. A origem das unidades de acetil é o acetil CoA, derivado do acetato via fermentação rumenal da dieta de carboidratos em ruminantes. Em ruminantes, a glicose não é usada para síntese de AGs, poupando a glicose para outras funções essenciais. Provavelmente, a melhor explicação para a baixa taxa de incorporação da glicose nos AGs de tecido adiposo de ruminantes e glândula mamária é o limitado fluxo de carbonos oriundos da triose fosfato na glicólise, por causa da elevada demanda por

glicerol-3-fosfato para a síntese do triacilglicerol e o ativo metabolismo da glicose na via das pentoses para produzir NADPH (Drackley, 2000).

A síntese de AGs é catalizada pela enzima acetil-CoA carboxilase. (Hillgartner et al., 1995). Esta enzima converte acetil-CoA para malonil CoA, que é o atual doador de unidades de acetil no processo de alongação. Nos animais, são encontradas duas formas dessa enzima: a forma  $\alpha$  é a enzima encontrada nos tecidos lipogênicos que regulam a taxa de síntese de ácidos graxos e a forma  $\beta$ , que é encontrada em tecidos não lipogênicos e está associada com o controle da oxidação mitocondrial dos ácidos graxos. A forma  $\alpha$  está relacionada com as regulações metabólicas. Insulina, liberada quando a energia dietética está elevada, ativa essa enzima, favorecendo o armazenamento de gordura. Concentrações elevadas de citrato e isocitrato também sinalizam elevada disponibilidade de substrato para armazenamento na forma de gordura. Por outro lado, glucagon e catecolaminas inibem sua atividade via fosforilação do cAMP dependente. Dessa forma, a síntese de gordura é inibida quando há necessidade de mobilização de energia. Elevadas concentrações de acil-CoA no citoplasma também inibem a reação, uma forma de *feedback* negativo (Hillgartner et al., 1995).

A síntese dos AGs é alcançada por repetidas condensações da malonil-coenzima A (CoA) com acetil-CoA, produzindo o ácido palmítico como produto final dominante. O complexo enzimático de síntese de AGs consiste em duas cadeias de polipeptídeos multifuncionais, cada uma contendo sete atividades enzimáticas distintas necessárias para alongar um ácido graxo em crescimento (Smith, 1994). As duas cadeias de polipeptídeos são organizadas cabeça-cauda, resultando em dois sítios separados de síntese de AGs; então, cada complexo enzimático pode produzir dois AGs simultaneamente. A reação global de síntese de uma molécula de ácido palmítico é:



Em ruminantes, isocitrato desidrogenase citosólico pode gerar mais que a metade dos NADPH necessários por meio do metabolismo do acetato (Beitz & Nizzi, 1997). O restante dos NADPH é derivado do metabolismo da glicose na via das pentoses-fosfato. A presença de glicose aumenta a síntese de ácidos graxos em ruminantes, provavelmente por causa do aumento da produção de NADPH. A regulação da síntese de AGs está relacionada às concentrações intracelulares da dieta ou AGs sintetizados, que reduzem sua atividade (Smith, 1994). Elevada concentração de insulina aumenta a síntese de AGs, ao passo que o hormônio do crescimento, o glucagon e os glicocorticóides diminuem essa abundância (Hillgartner et al., 1995).

Outras moléculas de acil-CoA, tais como propionil-CoA, podem ser usadas como iniciadoras pela complexa síntese de ácidos graxos. Neste caso, ácidos graxos com número ímpar de carbonos serão produzidos, os mais comuns são cadeias de 15 e 17 carbonos (Kaneda, 1991). Em adição, metilmalonil-CoA pode substituir malonil-CoA nas reações de alongação, resultando em cadeias ramificadas. Em ruminantes, elevadas concentrações de ácidos graxos ímpares e de cadeias ramificadas são encontradas no leite e tecido adiposo devido à elevada síntese desses ácidos pelas bactérias ruminais.

### **Elongação e dessaturação**

O produto final da via lipogênica nos tecidos animais é, geralmente, o ácido palmítico, embora esse ácido constitua somente 20%-30% do total de ácidos graxos no tecido adiposo (Rule et al., 1995). Consideráveis quantias de ácido esteárico (C18:0) e oléico (C18:1) estão presentes nos lipídeos do tecido adiposo e podem vir tanto a partir do intestino derivado de lipoproteínas ricas em triacilgliceróis ou pela conversão do ácido palmítico no tecido adiposo. A

elongação do ácido palmítico para o esteárico ocorre pela ação da elongase, encontrada na fração microssomal (retículo endoplasmático) dos adipócitos.

O malonil-CoA é a origem da adição de dois carbonos. A elongase é encontrada em muito mais atividade no tecido adiposo bovino do que em glândula mamária, fígado, músculo ou mucosa intestinal (Smith, 1995).

Os AGS de cadeia longa podem ser introduzidos no metabolismo pela dieta ou sintetizados a partir do precursor ácido palmítico (C16:0), por meio da inserção consecutiva de dois átomos de carbono, dando origem a outros AGS, como o esteárico (C18:0), araquídico (C20:0) e, assim, sucessivamente. Os AGM podem ser adquiridos por meio da dieta; no entanto, alguns AGs são dessaturados no organismo, tendo como precursores os ácidos graxos palmítico e esteárico, que produzem, respectivamente, os ácidos graxos palmitoléico (C16:1*n*-7) e oléico (C18:1*n*-9), pela introdução de uma dupla ligação *cis* entre o carbono 9 e 10 por uma reação oxidativa, catalisada pela acil-CoA dessaturase (Visentainer et al., 2003; Motta, 2005).

A concentração do ácido esteárico no tecido é regulada pela estearil-CoA dessaturase (delta-9 dessaturase ou  $\Delta^9$  dessaturase), que converte ácido esteárico em oléico. Esta enzima microssomal é uma oxidase de função mista que insere uma dupla ligação no carbono nove a partir do último metil do ácido graxo. A função primária da enzima parece ser regular a fluidez do lipídeo por impedir a excessiva acumulação de ácido esteárico de elevada fusão (Drackley, 2000). St. John et al. (1991) relataram que a atividade da elongase no tecido adiposo é muito maior que a atividade da dessaturase no mesmo tecido, sugerindo que, na conversão de palmitato para oleato, a dessaturação do estearato para formar oleato é o processo limitante, e não a elongação do palmitato para formar estearato.

## **Lipólise**

A mobilização de AGs (lipólise) ocorre durante balanço energético negativo ou em situações de estresse. A reação ocorre por liberação sequencial de ácidos graxos e glicerol a partir dos triacilgliceróis dos adipócitos.

A lipólise é catalizada pela lipase hormônio sensível (LHS). Esta enzima é ativada por hormônios que estimulam a formação de AMP cíclico (cAMP) pela adenilil-ciclase. Em mamíferos, os primeiros agonistas dessa reação são as catecolaminas, assim como epinefrina e norepinefrina. A ligação desses hormônios nos receptores da superfície celular provoca ativação da adenilil-ciclase que aumenta a concentração de cAMP da célula. O cAMP ativa a proteína quinase A que fosforila a subunidade reguladora da lipase LHS. A LHS ativada, então, catalisa a lipólise dos triacilgliceróis que são hidrolizados em AGs e glicerol (Drackley, 2000).

O glicerol é conduzido ao fígado e fosforilado a glicerol-6-fosfato pela glicerol-quinase. A glicerol-3-fosfato é oxidada pela via glicolítica ou usada na síntese de triacilgliceróis, fosfolípídeos ou glicose (gliconeogênese). Os AGs livres são rapidamente absorvidos pela albumina sérica e circulam por vários tecidos nos quais servirão como combustíveis. Difundem-se para o interior das células por uma proteína transportadora de AGs presente na membrana plasmática em processo associado a transporte ativo de sódio (Motta, 2005).

### **2.5.4 Metabolismo dos ácidos graxos essenciais**

Os animais conseguem sintetizar AGs com cadeia dupla até nove carbonos a partir do último metil da cadeia carbônica. Por exemplo, o ácido esteárico (C18:0) pode ser dessaturado a ácido oléico (C18:1) por enzimas dessaturases do fígado, tecido adiposo, mucosa intestinal e glândula mamária. A convenção da nomenclatura da posição das duplas ligações dentro da cadeia de

AGs refere-se ao número do carbono que começa do metil carbono final do AG chamado de carbono  $\omega$ . Então, o ácido oléico é chamado pela notação de 18:1 $\omega$ 9, porque a dupla ligação ocorre no nono carbono que dista da última dupla ligação até o grupo metil terminal da cadeia carbônica. Uma nomenclatura alternativa se refere a este como  $n-9$  ou posição  $\Delta^9$ . Por causa disso, a enzima responsável pela conversão do ácido esteárico a oléico é, geralmente, chamada de  $\Delta^9$  dessaturase.

Os AGP com duplas ligações são requeridos para formação das membranas celulares e a síntese de outras moléculas regulatórias chaves, tais como prostaglandinas (Sardesai, 1992). Esses AGs caem em dois grupos, a série  $n-6$  e a série  $n-3$ . Tecidos animais são incapazes de sintetizar AGs com duplas ligações nas posições  $n-6$  e  $n-3$ , por isso devem ser confinados na dieta. Na maioria das espécies, os componentes iniciais dessa família, AGs linoléico (C18:2 $n-6$ ) e linolênico (C18:3 $n-3$ ), são os únicos AGs que são necessários de origem alimentar. Conseqüentemente, estes são conhecidos como AGs essenciais da dieta. Estes AGs podem ser alongados e dessaturados para produzir cadeias de AGs mais longas, que são mais insaturadas. Por exemplo, o AG linoléico pode ser convertido a AG araquidônico (C20:4 $n-6$ ), começando com uma dessaturação  $\Delta^6$ , seguida de uma elongação e uma dessaturação  $\Delta^5$  (FIGURA 1). Entretanto, por causa da posição da dupla ligação final na cadeia ser sempre fixada a partir do carbono final, o AG linoléico não pode ser convertido a AG eicosapentaenóico (20:5 $n-3$ ) ou ácido docosahexanóico (22:6 $n-3$ ) (Drackley, 2000).

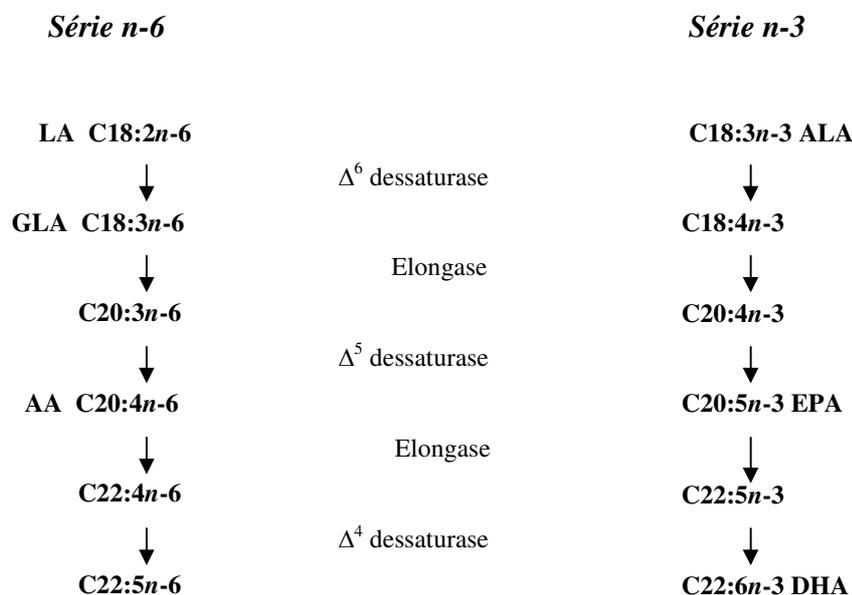


FIGURA 1 Metabolismo dos ácidos graxos essenciais da série *n-6* (linoléico) e *n-3* (linolênico). LA, ácido linoléico; GLA,  $\gamma$ - ácido linolênico; AA, ácido araquidônico; ALA,  $\alpha$ -ácido linolênico; EPA, ácido eicosapentaenóico; DHA, ácido docosahexaenóico. Fonte: Drackley (2000).

As enzimas da elongação e dessaturação são encontradas na fração microsossomal das células. A distribuição da atividade enzimática varia entre os órgãos dos animais, com a maior atividade no fígado e glândula adrenal e somente atividade limitada em tecidos como coração, rins e cérebro (Bezard et al., 1994).

Uma função dos AGs insaturados essenciais é manter a fluidez apropriada das membranas celulares (Sardesai, 1992). Devido ao fato de os AGs insaturados possuírem menores pontos de fusão do que AGS, sua presença nas membranas fazem delas mais fluidas. Mudanças na fluidez das membranas celulares podem afetar o grau com que as proteínas integrais e receptores estão

colocados e difundidos na membrana. Tais mudanças podem também afetar a atividade das enzimas associadas à membrana, mudar a expressão e a função dos receptores e alterar o transporte de moléculas através das membranas. Os AGs essenciais também são precursores necessários na biossíntese das prostaglandinas, lipídeos simples com funções semelhantes às dos hormônios (Wood & Fisher, 1990).

Há competição entre os membros das diferentes famílias por uma ou mais enzimas. A maior discriminação ocorre na dessaturação, particularmente na  $\Delta^6$  dessaturase, que controla a etapa limitante. A afinidade dessa dessaturase com os AGs parece ser: C18:3 $n$ -3 > C18:2 $n$ -6 > C18:1 $n$ -9. Na ausência de ácidos linoléico ( $n$ -6) e  $\alpha$ -linolênico ( $n$ -3) na dieta, o ácido oléico ( $n$ -9), que normalmente é um competidor fraco, é convertido, em grande quantidade, a ácido eicosatrienóico. O excesso de AG é responsável pelo aparecimento de alguns sintomas da síndrome de deficiência de AGs essenciais (Curi et al., 2002). Devido a essa competição de AG por dessaturases, sugere-se, numa dieta ideal, uma fração maior de AG  $n$ -6 do que  $n$ -3, havendo controvérsias entre autores quanto à proporção ideal, que varia de 4:1 a 14:1 (Holman, 1998).

O efeito biológico dos AG essenciais depende da razão entre os ácidos das famílias  $n$ -3/ $n$ -6, presentes nos fosfolipídeos que constituem as membranas. A The World Health Organization (FAO, 1994) recomenda que a relação entre AGs insaturados do tipo  $n$ -3 e  $n$ -6 na dieta humana seja de 1:3 a 1:4, entretanto, nas dietas ocidentais essa relação é de 1:20 ou 1:25 (Simopoulos, 1999). Apesar de os AGP diminuírem os níveis séricos de colesterol e de alguns serem considerados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo, podem ser precursores de várias substâncias vasoativas, influenciando também na viscosidade sanguínea, na permeabilidade dos vasos e na pressão arterial.

Os AG essenciais participam da formação das prostaglandinas e leucotrienos, são encontrados nos lipídeos estruturais de todas as células e estão

relacionados com a integridade da membrana mitocondrial. O ácido linoleico é necessário na prevenção da deficiência de AGs essenciais, que têm como sintomas: condições anormais da pele (dermatite e ressecamento), redução na regeneração dos tecidos, fragilidade de membranas, aumento na susceptibilidade a infecções, redução na síntese das prostaglandinas, além do aumento de colesterol no sangue (Turatti, 2000).

O ácido araquidônico (C20:4 $n$ -6), nos fosfolipídeos das membranas celulares, pode ser responsável por vários sinais que ativam a fosfolipase. Ácido araquidônico pode, então, se tornar substrato para conversão para os eicosanóides das então chamadas séries tipo 2 (prostaglandina E2, tromboxano A2, ácido 12hidróxieicosatetraenoico e leucotrieno B4), que são potentes inflamatórios e agregatórios (Benatti et al., 2004). O tromboxano é sintetizado nas plaquetas e, após liberação, causa vasoconstrição e agregação plaquetária (Leaf et al., 1999; Champe & Harvey, 2000; Motta, 2005). A prostaciclina, por sua vez, é uma potente inibidora da agregação das plaquetas. O balanço da síntese desses dois prostanóides controla e modula o processo de agregação. Os leucotrienos atuam como mediadores da inflamação e reações alérgicas; outros efeitos incluem vasoconstrição, broncoconstrição e edema (Motta, 2005).

Devido à elevada quantidade de AG  $n$ -6 nas dietas atuais, os produtos do metabolismo dos eicosanóides do ácido araquidônico são formados em maior quantidade que aqueles formados a partir de AG  $n$ -3. Esses eicosanóides são biologicamente ativos em pequenas quantidades e, se formado em grande quantidade, contribui para a formação de trombos e ateromas, para o desenvolvimento de desordens alérgicas e inflamatórias, e proliferação celular (Benatti et al., 2004), além de aumentar a viscosidade do sangue, causar vasoconstrição e diminuir o tempo de coagulação (Simopoulos, 1999).

Os AG  $n$ -3 atuam como sinalizadores intracelulares, suprimindo a expressão de genes envolvidos na lipogênese e induzindo a transcrição de genes

envolvidos na oxidação lipídica e na termogênese (Grimm et al., 2002). A série linolênica é essencial ainda para funções cardíacas e vasculares, assim como para o bom funcionamento do sistema endócrino e imunológico (Nunes, 1995).

O EPA e o DHA apresentam efeitos marcantes na função leucocitária, afetando as respostas inflamatórias e imunitárias. Apresentam efeitos benéficos no tratamento de doenças cardiovasculares, autoimunes, esclerose múltipla e certos tipos de câncer. Além disso, o EPA (C20:5*n*-3), nos tecidos, permite regular a atividade dos mecanismos envolvidos no metabolismo dos lipídeos plasmáticos, como a agregação plaquetária e o processo de coagulação sanguínea e o DHA (C22:6*n*-3) é considerado fundamental na formação do tecido nervoso e visual.

O sistema nervoso central, depois do tecido adiposo, apresenta a maior concentração de lipídeos do organismo. Os tecidos neurais são ricos em AGP de cadeia longa, sendo araquidônico e DHA os principais, que perfazem cerca de 50% da substância cinzenta cerebral (Curi et al., 2002). Exercem papel fundamental na manutenção do sistema nervoso central, modulando a atividade visual, a maturação sensorial e o neurodesenvolvimento mental (Das, 2003).

Por causa da competição do ácido linoléico e linolênico pela mesma via de alongação e dessaturação, o aumento de um irá diminuir os produtos de alongação e dessaturação do outro, que é incorporado ao fosfolípídeo de membrana (Sardesai, 1992). Neste caso, a composição de AGs das membranas celulares pode ser alterada pelo tipo de dieta. O interesse pela origem dos AGs *n*-3 tem crescido. O óleo de peixe, por exemplo, pode ser usado para conferir vantagens a animais por aumentar o EPA nas membranas celulares, diminuindo a influência dos produtos de eicosanóides da série 2 (Benatti et al., 2004).

O perfil de AGP nos tecidos é, com certeza, o resultado líquido de inter-relações complexas entre um grande número de fatores, entre eles: a composição de AGs da dieta, as taxas de alongação e dessaturação, as taxas relativas de

incorporação em lipídeos, a retroconversão dos membros mais insaturados e mais longos das famílias, e competições inter e intrafamílias pelas etapas de alongação e dessaturação, e também pela incorporação (Curi et al., 2002).

### **2.5.5 Ácidos graxos ramificados e de cadeia ímpar**

No metabolismo de lipídeos, em ruminantes, ocorre a formação de ácidos ramificados da série *iso* e *anteiso* e AGs de cadeia ímpar (Vlaemink et al., 2006). Os AGs de cadeia linear ímpar são formados quando o propionil CoA, em vez de acetil-CoA, é usado como iniciador (Kaneda, 1991). Os AGs de cadeia ramificada são sintetizados quando metilmalonil-CoA, em vez de malonil-CoA é utilizado na lipogênese. Os AGs *iso* e *anteiso* recebem essa classificação de acordo com a posição que o grupo metil se encontra na cadeia carbônica; quando se encontra no último átomo de carbono denomina-se *iso* e, quando no penúltimo, *anteiso* (Christie, 1982). Esses AGs são oriundos, principalmente, dos microrganismos ruminais, que os sintetizam após modificações biossintéticas dos lipídeos dietéticos (Van Soest, 1994). A diferença entre a síntese de AGs de cadeia reta e ramificada está relacionada com a especificidade do substrato pela acil-CoA:ACP (proteína acil carreadora) transacilase (Kaneda, 1991).

Estudos têm mostrado que ácidos graxos de cadeia ramificada possuem atividade anticarcinogênica. Yang et al. (2000) mostraram que o *iso*C15:0, extraído de produto de soja fermentado, inibiu o crescimento de várias células cancerígenas, tanto *in vitro* e *in vivo*. Estudos *in vitro* mostraram, para uma série de ácidos graxos *iso* e para o *anteiso*C15:0, atividade anticarcinogênica em células de mama humana cancerígenas. Além disso, tem-se observado que ácidos graxos de cadeia ramificada inibem a síntese de ácidos graxos em células tumorais, levando a um reconhecimento da existência de um importante

caminho para o desenvolvimento de tratamentos contra o câncer, pois células cancerígenas são mais dependentes da biossíntese de ácidos graxos do que de células saudáveis (Wongtangtintharn et al., 2004).

Ácidos graxos de cadeia ímpar ramificada são derivados, em sua maioria, de bactérias do rúmen; são isômeros do tipo: *isoC14:0*, *isoC15:0*, *anteisoC15:0*, *isoC16:0*, *C17:0*, *isoC17:0* e *anteisoC17:0*. O incremento de forragens na dieta de ruminantes incrementa os AG de cadeia ímpar ramificada com forte efeito sobre o *isoC14:0* e *isoC15:0*, *C17:0*, *C17:1cis9*. A dieta parece afetar a população e o equilíbrio dos diferentes tipos de bactérias. As bactérias celulolíticas (*Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus*, *Prevotella Butyrivibrio*) mostram uma maior síntese de AG de cadeia ímpar ramificada. Já as bactérias amilolíticas (*Succinivibrio dextrinosolvens*, *Succinimonas amylolytica*, *Ruminobacter amylophilus*, *Selenomonas ruminantium* e *Streptococcus bovis*) mostram quantidade relativamente menor de AG de cadeia ímpar ramificada (Vlaeminck et al., 2006). Em geral, decréscimo da razão forragens/concentrados na dieta aumenta a importância relativa das bactérias amilolíticas.

### 2.5.6 Ácido linoléico conjugado

Ácido linoléico conjugado (CLA) se refere a um grupo de isômeros de posição do ácido octadecadienóico. Esses isômeros caracterizam-se por possuir uma cadeia carbonada na qual as duas duplas ligações são separadas por uma ligação carbono-carbono (Figura 2), ao contrário da situação mais comum, em que as duplas ligações são interrompidas por um grupo metílico. O *9cis11trans* é o de maior ocorrência e é incorporado à membrana plasmática. Já o isômero *10trans12cis* não é incorporado às membranas, parecendo estar mais relacionado ao metabolismo energético (Mourão et al., 2005). Ambos os isômeros são

naturalmente encontrados em produtos alimentícios derivados de ruminantes, formados como intermediários durante a biohidrogenação do ácido linoléico e linolênico no rúmen (Aldai et al., 2006).

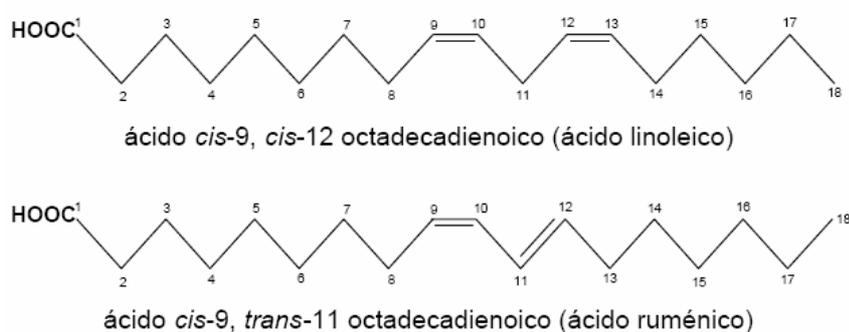


FIGURA 2 Representação gráfica do ácido linoléico (C18:2 *cis*9,12) e do seu isômero conjugado C18:2 *cis*9 *trans*11 (ácido rumênico). Fonte: Bessa, 1999.

A biohidrogenação do ácido linoléico ocorre por meio de uma seqüência de reações revistas por Harfoot & Hazlewood (1988). A primeira reação de isomerização converte o ácido linoléico *cis*9*cis*12 para a forma *cis*9*trans*11 (ácido linoléico conjugado) pela bactéria ruminal *Butyrivibrio fibrisolvens*. A maioria dos ácidos linoléicos conjugados (CLA), produzidos no rúmen, são hidrogenados a ácido octadecênico *trans*11 (ácido vacênico) que, subseqüentemente, é hidrogenado a ácido esteárico. Entretanto, pequenas quantidades de isômeros *trans* e CLA escapam da hidrogenação e são absorvidos pelo intestino delgado. Esses isômeros são incorporados ao leite e carne, o que explica o conteúdo relativamente alto em produtos derivados desses

animais (Drackley, 2000). Na Figura 3 são apresentadas as vias metabólicas dominantes para a biohidrogenação do ácido linoléico. A concentração dos isômeros C18:1 *trans* e CLA no retículo-rúmen aumenta com vários fatores, tais como o pH ruminal e a presença de antibióticos ionóforos, mas, sobretudo, com o aumento da concentração de AGs insaturados no rúmen (Bessa et al., 2000).

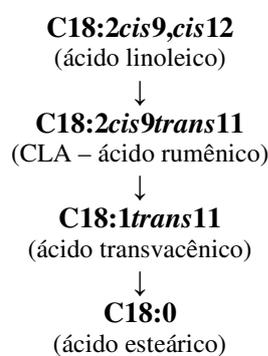


FIGURA 3 Via de biohidrogenação do ácido linoléico. Fonte: Harfoot & Hazlewood (1988)

A concentração do CLA na carne bovina e de outros ruminantes é bem superior à dos outros animais. Isso ocorre porque este AG é um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoléico. Assim, se ocorrer seu escape do rúmen, ou seja, a biohidrogenação não for completa, este poderá ser absorvido pelo epitélio intestinal e fará parte da gordura animal (Ladeira & Oliveira, 2006).

Com relação aos efeitos benéficos à saúde humana, os alimentos contendo CLA são considerados nutracêuticos ou funcionais (qualquer alimento ou ingrediente que possa proporcionar um benefício à saúde, além dos nutrientes tradicionais que ele contém), em razão de seu poder anticarcinogênico, especialmente o isômero *9cis11trans* (Padre et al., 2005); antiobesidade,

relacionado com o isômero 10*trans*12*cis* (Padre et al., 2005); arteriosclerótico, promove a realização de uma melhor distribuição de nutrientes no corpo; capacidade antioxidante, decorrente das duplas conjugadas e atuação na prevenção do *diabetes mellitus* não dependente de insulina (Sebedio et al., 1999)

Pesquisas reportam que o CLA atua como um potente anticarcinogênico natural. Outros estudos, nos quais foram utilizados modelos animais, relacionaram o CLA a vários outros efeitos positivos que poderiam favorecer a saúde humana, incluindo propriedades antitrombóticas e efeitos imunestimulantes (Belury, 1996; Sebedio et al., 1999; Martin et al., 2004). Além disso, ele pode inibir o desenvolvimento de tecido adiposo, combater o colesterol e agir como promotor de crescimento.

O CLA é predominante em carnes e produtos de ruminantes e é encontrado em níveis consideráveis nas carnes bovina e ovina, no leite, no iogurte, no queijo e, em menores teores, na carne suína, de frango e nos peixes (Martin et al., 2004).

### **2.5.7 Ácidos graxos “*trans*”**

As substâncias originadas dos AGs essenciais linoléico e  $\alpha$ -linolênico apresentam estrutura conformacional *cis*, isto é, os substituintes de menor peso molecular em relação às duplas ligações estão do mesmo lado. No entanto, quando esses AGs são submetidos a determinados processos, ocorre a formação de isômeros geométricos em que os substituintes relacionados às duplas ligações mudam de posição, ocorrendo a formação de ácidos graxos *trans*. As únicas fontes naturais que fornecem quantidades consideráveis de ácidos graxos *trans* são produtos derivados de leite e carne de ruminantes. Esses são formados como resultado da atividade das enzimas da flora microbiana do rúmen que, pela

biohidrogenação, reduzem os AGP presentes nos alimentos ingeridos por estes animais (Santana et al., 1999).

No decorrer do século passado, houve um sensível aumento na ingestão de AGs *trans* presentes na dieta, resultado da inclusão do processo que converte óleos líquidos em gorduras sólidas ou semi-sólidas, chamado hidrogenação parcial, que elimina algumas duplas ligações, enquanto outras ligações são transformadas em *trans*. Essas gorduras hidrogenadas são utilizadas na manufatura de gorduras vegetais hidrogenadas, margarinas e cremes vegetais, entre outros alimentos (Mancini Filho & Chemin, 1996; Chiara et al., 2002).

Os sistemas biológicos de mamíferos não são capazes de introduzir uma dupla ligação na configuração *trans* na cadeia alifática dos AGs; somente duplas ligações *cis* são produzidas pelas dessaturases oxigênio dependentes. Desse modo, os AGs *trans* encontrados nos tecidos dos humanos e outros mamíferos são provenientes da dieta e acumulam-se em estruturas lipídicas na sua forma original ou como produtos da dessaturação, alongamento da cadeia ou oxidação, ainda contendo a dupla ligação *trans* (Curi et al., 2002).

Os AGs *trans* competem no processo metabólico dos AGs essenciais, uma vez que são substratos das dessaturases. O ácido linoléico, seguido do ácido  $\alpha$ -linolênico, é o substrato preferencial dessas enzimas na via de formação dos AGP de cadeia longa. Quando estão presentes em alta concentração, os isômeros *trans* passam a ser transformados pelas dessaturases, resultando na produção de eicosanóides sem atividade biológica. Além disso, atuam como inibidores competitivos das dessaturases que convertem ácido linoléico em ácido araquidônico, reduzindo sua disponibilidade nos fosfolípidios (Steinhart & Pfalzgraf, 1996). Entretanto, como a quantidade de substrato necessária para a produção de eicosanóides é bastante pequena, os AGs *trans* da dieta não necessariamente a afetam, a menos que, ao mesmo tempo, as concentrações de ácido linoléico estejam extremamente baixas (Sugano et al., 1994).

A concentração de lipídeos plasmáticos é alterada com a utilização de AGs *trans*. Estudos revelam um aumento na concentração sanguínea de colesterol total, mas esse efeito é menor que o observado para gorduras saturadas. Entretanto, o foco no colesterol total mascara o fato de que, embora os AGs *trans* e AGS aumentem a concentração plasmática do LDL (lipoproteína de baixa densidade) na mesma proporção, os AGs *trans* também diminuem a concentração do HDL (lipoproteína de alta densidade) (Bragagnolo, 2001; Chiara et al., 2002; Curi et al., 2002; Becker, 2006).

Em relação às doenças cardiovasculares, resultados de estudos metabólicos e epidemiológicos fornecem evidências de que a ingestão de AGs *trans* está diretamente relacionada ao risco de doenças coronarianas (Ascherio & Willett, 1997). Entretanto, há alguma evidência de que o isômero *trans* dominante na carne e leite (ácido vacênico, C18:1 *trans*11) não é um fator de risco significativo para doença cardiovascular, comparado com os AGs *trans* resultantes da hidrogenação de óleos (Willet et al., 1993). O consumo de ácido vacênico por 5 semanas aumentou o total de CLA sérico (Salminen et al., 1998). Isso significa que o C18:1*trans*11 em carnes pode exercer uma função positiva na síntese endógena de CLA.

### **2.5.8 Colesterol**

O colesterol e os ésteres de colesterol na membrana animal são derivados do ciclopentanoperhidrofenantreno, um composto que consiste em quatro anéis não polares unidos. O colesterol, que é o esteróide mais abundante nos animais, é classificado como um esteroide devido ao seu grupo hidroxil C3-(OH). O colesterol é o componente principal das membranas animais do plasma (Voet et al., 2006) e pode ocorrer na forma livre ou ésteres de AGs de cadeia longa nos tecidos animais, incluindo as lipoproteínas do plasma. Nos tecidos

animais, o colesterol é sintetizado, na sua maior parte, apenas para suprir sua exigência, mas pode também ser ingerido e absorvido das fontes dietéticas (Souza & Visentainer, 2006). Uma proteína que é capaz de detectar a concentração existente do colesterol controla seus níveis séricos (Tabas, 2002).

O colesterol desempenha inúmeras funções fisiológicas, como: é um constituinte estrutural em todas as membranas celulares; participa da síntese da vitamina D3 e é precursor de dois grupos de compostos, que são os sais biliares (cólico, taurólico e glicólico, que promovem a digestão e absorção de gorduras) e os hormônios esteróides. Aproximadamente 90% do colesterol livre na célula animal está confinado nas membranas plasmáticas e o restante distribuído no retículo sarcoplasmático (somente para células musculares), membranas nucleares, mitocôndrias, lisossomas e peroxomas (Cunningham, 2004; Stryer et al., 2004).

O colesterol pode ser encontrado em circulação, na forma livre ou na forma esterificada. Na alimentação humana, atualmente, tem sido dado enfoque especial ao teor de colesterol dos alimentos que, em determinadas circunstâncias, tende a se acumular nas paredes internas dos vasos sanguíneos de grandes e médios calibres, levando à formação de ateroma, além de degenerações e aterosclerose (Correia & Correia, 1989; McNamara, 1990).

Os ésteres do colesterol, isto é, AG de cadeia longa ligados ao grupo hidroxil, são muito menos polares do que o colesterol livre e parecem ser a forma preferida de transporte no plasma e no armazenamento (Tabas, 2002; Voet et al., 2006). No plasma, são sintetizados, em maior parte, pela transferência de AGs da posição C2 éster da fosfatidilcolina pela enzima lecitina colesterol acil-transferase. Em outros tecidos animais, outra enzima acil-CoA, colesterol acil-transferase, sintetiza os ésteres de colesterol (Tabas, 2002; Souza & Visentainer, 2006).

Pesquisadores e profissionais de saúde aceitam que altos níveis de colesterol no plasma possam causar aterosclerose, provocando infartos e trombozes. Para manter o colesterol sanguíneo baixo, a dieta deve ser pobre em lipídeos totais, colesterol e AGS. Assim, os consumidores têm procurado adquirir no mercado alimentos mais saudáveis, com baixas concentrações ou isentos deste composto.

Independentemente da possibilidade de um alimento possuir colesterol ou não, existe uma série de fatores relacionados com sua composição e que podem influir nos níveis de colesterol sérico do consumidor. As frações lipídicas e glicídicas contêm nutrientes ou componentes que, por meio de interações diretas com o colesterol da dieta ou de interações bioquímicas, são capazes de induzir o organismo a alterações na relação entre o “bom colesterol” (colesterol localizado nas lipoproteínas de alta densidade, ou HDL) e o “mau colesterol” (colesterol localizado nas lipoproteínas de muito baixa densidade e lipoproteínas de baixa densidade, VLDL e LDL, respectivamente) (Farfan, 1996).

As dietas ocidentais têm alto teor de AGS, especialmente de origem animal, e elevam o teor de colesterol plasmático total, levando, portanto, à hipercolesterolemia. Na hipercolesteronemia, a quantidade de LDL plasmática é elevada, favorecendo a geração da forma oxidada da mesma, a LDL-ox, uma lipoproteína extremamente aterogênica. Por outro lado, as dietas ricas em AG mono ou poliinsaturados reduzem os riscos de doenças vasculares obstrutivas, por elevarem as quantidades de HDL plasmáticas e aumentarem a metabolização de lipoproteínas (Curi et al., 2002).

Um novo tipo de colesterol conhecido como Lp (a) ou lipoproteína aa, que tem a composição parecida com o LDL, tem causado muita preocupação, pois pode ser o grande responsável pelos infartos em pessoas jovens. Existem fortes evidências de que, aparentemente, o Lp (a) não está relacionado a uma

dieta gordurosa, mas sim a causas genéticas, e que ele tem efeito potencializado pelos níveis elevados dos outros tipos de colesterol (Souza & Visentainer, 2006).

As médias relatadas de colesterol em carnes variam largamente e essas variações são atribuídas a fatores como dieta, idade, sexo, espécie, raça, ambiente, estação do ano, quantidade de gordura, localização anatômica do músculo, método de cozimento e método analítico (Bragagnolo, 1996; Monteiro, 1998; Bressan et al., 2001).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Carnes e Pescado, no Departamento de Ciência de Alimentos, da Universidade Federal de Lavras, Brasil, no período de abril de 2006 a março de 2007 e na Estação Zootécnica Nacional do Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas do Vale de Santarém, Portugal, no período de dezembro de 2006 a maio de 2007.

#### 3.1 Animais e sistemas de terminação

Foram utilizadas amostras do músculo *longissimus dorsi* de carcaças oriundas de 233 bovinos machos de vários grupos genéticos, com idade de  $33\pm 10$  meses e peso de carcaça em torno de 250kg, terminados em dois diferentes sistemas de terminação (pastagem e confinamento), conforme Tabela 2.

**TABELA 2** Número e idade de bovinos por grupo genético, nos diferentes sistemas de terminação

<b>Sistema de Terminação</b>	<b>Número de animais</b>	<b>Grupos genéticos</b>	<b>Número de animais</b>	<b>Idade média (meses)</b>
Pasto	90	Aberdeen Angus	20	37
		Guzerá x Holandês	27	41
		Montana	17	42
		Nelore	26	38
Confinado	143	Gir	29	29
		Simental	32	26
		Holandês	23	30
		Tabapuã	30	36
		Pardo Suíço x Nelore	29	18

No sistema pastagem, os animais foram alimentados com gramíneas forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria Decumbens*, *Brachiaria Humidicula* e *Panicum Maximum Jacq*), na região norte do estado de Minas Gerais, até serem abatidos no mês de março de 2006.

No sistema confinado, os animais foram terminados com 50% de volumoso (cana-de-açúcar picada) e 50% de concentrado (milho grão, farelo de soja e uréia) por cerca de 90 a 100 dias, antes do abate, em outubro 2006.

### **3.2 Operações de abate**

Os animais foram abatidos após um jejum hídrico de 14 horas, nos frigoríficos Frisa, em Nanuque, MG (sistema a pasto) e Minerva, em Barretos, SP (sistema confinado). Utilizaram-se as normas e os procedimentos oficiais (Brasil 1997), com atordoamento por concussão cerebral (pistola pneumática),

seguida da secção dos vasos sanguíneos da região cervical e eletroestimulação. As carcaças, após o abate, foram resfriadas em câmara fria, a 4°C, por 24 horas.

### **3.3 Coleta das amostras**

No momento da desossa, às 24 horas *post mortem*, o pH da carcaça foi avaliado no músculo *longissimus dorsi* (LD) na altura da 12ª costela, sendo uma porção de 500g do músculo coletada na altura da 5ª e 7ª costela, da meia carcaça esquerda, para as análises de lipídeos totais, colesterol e composição de ácidos graxos.

As amostras, identificadas e embaladas a vácuo em sacos de polietileno, foram congeladas, às 24 horas *post mortem*, em túnel de congelamento (-30° a -35°C) e mantidas em congelador comercial (-20°C) até o início das análises.

### **3.4 Preparo das amostras**

As amostras cárneas do músculo LD foram descongeladas à temperatura de refrigeração (4°C), por 12 horas e submetidas ao toailete com a retirada da gordura subcutânea. A homogeneização da amostra foi realizada em multiprocessador para a determinação de lipídeos totais, extração de lipídeos, perfil de ácidos graxos e colesterol.

### **3.5 Análises laboratoriais**

#### **3.5.1 Lipídeos totais**

A determinação da gordura (lipídeos totais) foi feita pelo método de Soxhlet, segundo as normas da AOAC (1995).

### **3.5.2 Extração de lipídeos**

As amostras para a extração de lipídeos com a finalidade de determinar a composição lipídica intramuscular foi realizada de acordo com os procedimentos estabelecidos por Folch et al. (1957). Amostras de 5g do músculo LD foram homogeneizadas em politron com 50mL de solução de clorofórmio/metanol – 2:1. Em seguida, a filtração foi realizada com papel filtro em funil de separação de 500mL e o material foi agitado com 10mL de solução de cloreto de potássio a 12%, permanecendo em repouso por 2 horas, para separação das porções polar e apolar. A porção polar foi descartada e a porção apolar foi submetida à nova separação, com adição de mais 6mL de solução saturada de cloreto de potássio, agitação e repouso por 12 horas. Posteriormente à segunda separação, a fração apolar foi recolhida para um balão volumétrico de 50mL, ao qual foi adicionado clorofórmio até completar o volume. Desse extrato foram retirados 5mL para determinação de colesterol e 5mL para a determinação do perfil de ácidos graxos.

#### **3.5.2.1 Determinação do colesterol**

A determinação do colesterol foi realizada por metodologia colorimétrica de acordo com Bohac et al. (1988), com adaptações de Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995). A alíquota de 5mL do extrato obtido foi evaporada com nitrogênio gasoso em banho-maria a 45°C e saponificada com solução de hidróxido de potássio em etanol 12%. A porção não saponificada (colesterol) foi extraída com hexano, concentrada com nitrogênio gasoso em banho-maria a 45°C e submetida à reação de cor por agitação, durante 10 segundos, com ácido acético glacial e ácido sulfúrico, tendo como catalisador o sulfato ferroso. Após a agitação, a amostra permaneceu em repouso por 15 minutos e, em seguida, foi feita leitura no espectrofotômetro, no comprimento de onda de 490nm.

A quantificação do colesterol foi realizada por relação com a curva padrão elaborada com 0,01g de colesterol (p.a.) diluído em 50mL de hexano em balão volumétrico. Dessa solução, 5mL foram retirados e diluídos novamente com hexano em balão volumétrico de 25mL, a partir do qual foram retiradas alíquotas de 1, 2, 3, 4 e 5mL, correspondentes às concentrações de 40, 80, 120, 160 e 200µg/mL. As alíquotas de colesterol da curva padrão foram suficientes para cobrir as possíveis variações de concentrações previsíveis para as amostras.

#### **3.5.2.2 Determinação do perfil de ácidos graxos**

A determinação do perfil de ácidos graxos seguiu os procedimentos estabelecidos por Hartman & Lago (1973). Uma amostra contendo 5mL do extrato lipídico foi concentrada com uso de nitrogênio gasoso em banho-maria, à temperatura de 45°C, procedendo-se à saponificação com solução de hidróxido de sódio em metanol 0,5M, seguida de metilação com cloreto de amônia, metanol e ácido sulfúrico. Após a metilação, 5mL de hexano foram adicionados e agitados por 10 segundos para separação dos ácidos graxos esterificados. Em seguida, 3mL da porção sobrenadante (hexano e ácidos graxos metilados) foram retirados e concentrados em banho-maria a 45°C, com nitrogênio gasoso. No ato da injeção no cromatógrafo a gás, este extrato foi diluído com 1 mL de hexano.

As amostras foram submetidas à cromatografia gasosa e injetadas automaticamente em cromatógrafo a gás (marca Agilent – HP Hewlett Packard, modelo HP 6890), equipado com detector de ionização de chama, injetor split na razão 1:50, coluna capilar da CP – Sil 88 (Varian) (100m; 0,25mm; 0,20µl) e acoplado a um software desenvolvido pela Chemstation. As condições cromatográficas foram: temperatura inicial da coluna de 100°C por 15 minutos, elevação de 10°C/minuto até 150°C e manutenção por 5 minutos; elevação a 1°C/minuto até os 158°C e manutenção por 30 minutos; nova elevação a

1°C/minuto até 200°C e manutenção por 60 minutos. A temperatura do injetor foi mantida a 250°C e a do detector a 280°C. O gás de arraste utilizado foi o hélio, à pressão constante de 32,78 psi.

Os diferentes ácidos graxos foram identificados por comparação com os tempos de retenção apresentados pelo padrão cromatográfico de C4:0 a C24:0 (Supelco™37 Componente FAME Mix, 100mg Neat). A quantificação dos ácidos graxos foi realizada por normalização.

As atividades das enzimas  $\Delta^9$  dessaturases e elongase foram determinadas de acordo com Malau-Aduli et al. (1997), Kazala et al. (1999) e Pitchford et al. (2002), por meio de índices matemáticos e o índice de aterogenicidade foi calculado de acordo com a proposta de Ulbricht & Southgate (1991) como um indicador para risco de doença cardiovascular. Os cálculos foram feitos da seguinte forma:

$$\Delta^9 \text{ dessaturase 16: } 100 [(C16:1cis9)/(C16:1cis9 + C16:0)]$$

$$\Delta^9 \text{ dessaturase 18: } 100 [(C18:1cis9)/(C18:1cis9 + C18:0)]$$

$$\text{Elongase: } 100 [(C18:0 + C18:1cis9)/(C16:0 + C16:1cis9 + C18:0 + C18:1cis9)]$$

$$\text{Aterogenicidade: } [C12:0 + 4(C14:0) + C16:0]/(\Sigma\text{AGS} + \Sigma\text{AGP})$$

### 3.6 Delineamento e análise estatística

Os dados referentes a lipídeos totais, colesterol e AGs foram submetidos à análise de variância utilizando-se o PROC GLM do SAS (SAS Institute, 2004). Para a idade dos animais foi feita a análise estatística da mesma forma e, como não houve diferença significativa, esse efeito foi desconsiderado. Em todos os casos, na análise estatística de cada uma das variáveis, considerou-se o efeito do sistema de terminação e da raça dentro do sistema, obtendo-se as

correspondentes médias ajustadas (DIC, em fatorial hierárquico com dois sistemas e nove raças).

Adicionalmente, estimaram-se os coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis em estudo, bem como suas significâncias, utilizando o PROC CORR do SAS (SAS Institute, 2004). Esta análise foi realizada dentro de cada um dos sistemas de terminação, de forma a investigar possíveis associações entre variáveis consoantes ao sistema.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise descritiva dos dados de bovinos em diferentes sistemas de terminação e diferentes grupos genéticos

Na Tabela 3 são apresentadas as informações dos valores globais das variáveis para lipídeos totais (LT), colesterol e AGs do músculo *longissimus dorsi* de bovinos das raças Aberdeen Angus, Guzerá x Holandês, Montana, Nelore, Gir, Holandês, Pardo Suíço x Nelore, Simental e Tabapuã, terminados em sistema a pasto (SP) e confinado (SC).

**TABELA 3** Média, erro padrão (EP), valor mínimo e valor máximo para idade, lipídeos, colesterol e ácidos graxos<sup>a</sup> do músculo *longissimus dorsi* de bovinos

Variáveis	Média	EP	Mínimo	Máximo
Idade (meses)	33,42	10,1	18	48
Lipídios totais	5,66	3,06	0,64	17,19
Teor de colesterol (mg/100g)	47,96	13,8	22,47	84,05
C12:0	0,07	0,03	0,01	0,19
<i>i</i> C14:0	0,1	0,02	0,04	0,17
C14:0	2,86	0,64	1,44	4,76
<i>i</i> C15:0	0,29	0,08	0,14	0,53
<i>a</i> C15:0	0,3	0,07	0,14	0,61
C15:0	0,52	0,1	0,31	0,83
<i>i</i> C16:0	0,27	0,06	0,12	0,54
C16:0	24,23	2,08	18,68	32,2
<i>i</i> C17:0	0,45	0,1	0,27	0,79
<i>a</i> C17:0	0,35	0,29	0,05	0,95
C17:0	1,2	0,19	0,83	1,89
C18:0	20,42	3,47	12,51	36,45
C20:0	0,19	0,06	0,1	0,78
C24:0	0,09	0,06	0,01	0,28
ΣAGS	51,32	4,14	40,24	65,56
C14:1 <i>cis</i> 9	0,46	0,17	0,15	1,02
C16:1 isômeros <sup>b</sup>	0,36	0,11	0,18	0,71

Continua...

Tabela 3 – cont...

C16:1 <i>cis</i> 9 (C16:1 <i>n</i> -7)	2,66	0,62	1,55	4,5
C17:1 <i>cis</i> 9	1,18	0,87	0,27	3,68
C18:1 <i>trans</i> 6, 8, 9 <sup>c</sup>	0,47	0,22	0,13	1,41
C18:1 <i>trans</i> 10, 11, 12 <sup>d</sup>	2,28	0,55	0,89	4,08
C18:1 <i>cis</i> 9 (C18:1 <i>n</i> -9)	32,43	2,96	22,71	39,84
C18:1 <i>cis</i> 11 (C18:1 <i>n</i> -7)	1,28	0,34	0,61	2,18
C18:1 <i>cis</i> 12	0,23	0,19	0,05	0,8
C18:1 <i>cis</i> 13	0,17	0,08	0,03	0,55
C18:1 <i>cis</i> 14	0,28	0,13	0,03	0,62
C20:1 <i>cis</i> 11	0,24	0,16	0,04	0,82
<b>ΣAGM</b>	<b>42,01</b>	<b>3,16</b>	<b>30,02</b>	<b>50,22</b>
C18:2 isômeros <sup>e</sup>	0,59	0,12	0,29	0,97
C18:2 <i>cis</i> 15 <i>trans</i> 11	0,18	0,08	0,04	0,42
C18:2 <i>cis</i> 9,12 (C18:2 <i>n</i> -6)	2,8	1,01	1,08	7,6
C18:3 <i>cis</i> 9,12,15 (C18:3 <i>n</i> -3)	0,56	0,57	0,08	2,39
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11 (CLA)	0,49	0,14	0,26	1,06
C18:2 não identificado	0,09	0,06	0,02	0,4
C20:3 <i>cis</i> 8,11,14 (C20:3 <i>n</i> -6)	0,17	0,13	0,02	0,77
C20:4 <i>cis</i> 5,8,11,14 (C20:4 <i>n</i> -6)	0,60	0,68	0,06	2,88
C22:2 <i>cis</i> 13,16 (C22:2 <i>n</i> -6)	0,29	0,24	0,01	1,16
C20:5 <i>cis</i> 5,8,11,14,17(C20:5 <i>n</i> -3)	0,29	0,3	0,01	1,49
C22:5 <i>cis</i> 7,10,13,16,19 (C22:5 <i>n</i> -3)	0,53	0,4	0,11	1,98
C22:6 <i>cis</i> 4,7,10,13,16,19 (C22:6 <i>n</i> -3)	0,08	0,04	0,02	0,25
<b>ΣAGP</b>	<b>6,67</b>	<b>2,76</b>	<b>2,68</b>	<b>16,16</b>
<b>Σ<i>n</i>-6<sup>f</sup></b>	<b>3,86</b>	<b>1,54</b>	<b>1,36</b>	<b>10,34</b>
<b>Σ<i>n</i>-3<sup>g</sup></b>	<b>1,45</b>	<b>1,26</b>	<b>0,26</b>	<b>5,33</b>
<b>Relação <i>n</i>-6/<i>n</i>-3</b>	<b>4,27</b>	<b>2,66</b>	<b>1,29</b>	<b>14,09</b>
<b>Relação AGP/AGS</b>	<b>0,13</b>	<b>0,07</b>	<b>0,04</b>	<b>0,39</b>
<b>Δ<sup>g</sup> dessaturase 16<sup>h</sup></b>	<b>9,83</b>	<b>1,78</b>	<b>5,11</b>	<b>14,24</b>
<b>Δ<sup>g</sup> dessaturase 18<sup>i</sup></b>	<b>61,44</b>	<b>5,69</b>	<b>38,39</b>	<b>73,58</b>
<b>Elongase<sup>j</sup></b>	<b>66,31</b>	<b>2,34</b>	<b>56,08</b>	<b>71,17</b>
<b>Aterogenicidade<sup>k</sup></b>	<b>0,74</b>	<b>0,13</b>	<b>0,44</b>	<b>1,23</b>

<sup>a</sup> Valores % em proporções relativas à soma das áreas dos picos observados na cromatografia gasosa.

<sup>b</sup> Σ dos isômeros C16:1 não identificados

<sup>c</sup> Σ dos AG C18:1 *trans* 6 , C18:1 *trans* 8 , C18:1 *trans* 9

<sup>d</sup> Σ dos AG C18:1 *trans* 10 , C18:1 *trans* 11 , C18:1 *trans* 12

<sup>e</sup> Σ dos isômeros C18:2 não identificados

<sup>f</sup> Σ de AG da série *n*-6: C18:2 *cis* 9,12 + C20:3 *cis* 8,11,14 + C20:4 *cis* 5,8,11,14 + C22:2 *cis* 13,16

<sup>g</sup> Σ de AG da série *n*-3: C18:3 *cis* 9,12,15 + C20:5 *cis* 5,8,11,14,17 + C22:5 *cis* 7,10,13,16,19 + C22:6 *cis* 4,7,10,13,16,19

<sup>h</sup> 100 [(C16:1*cis* 9)/(C16:1*cis* 9 + C16:0)]

<sup>i</sup> 100 [(C18:1 *cis* 9)/(C18:1 *cis* 9 + C18:0)]

<sup>j</sup> 100 [(C18:0 + C18:1 *cis* 9)/(C16:0 + C16:1*cis* 9 + C18:0 + C18:1 *cis* 9)]

<sup>k</sup> [(C12:0 + 4(C14:0) + C16:0)/(ΣAGS + ΣAGP)]

<sup>i</sup> iso, a *anteiso*

Grande parte das variáveis apresentou elevados erros padrões que podem ser atribuídos à diferença existente entre os animais que foram utilizados na coleta das amostras, uma vez que esses foram obtidos a partir de rebanhos comerciais.

Os resultados deste estudo confirmaram os relatos de Harfoot & Hazlewood (1988) e Monteiro (1998), pois os AG encontrados em maiores proporções nas carnes foram: C14:0, C16:0, C18:0, C16:1, C18:1, C18:2, C18:3 e C20:4. As características gerais da composição em AGs presentes na gordura extraída do músculo *longissimus dorsi* de bovinos estão de acordo com a descrita por De Smet et al. (2004), Padre et al. (2006) e Scollan et al. (2006).

## 4.2 Efeito do sistema de terminação no músculo *longissimus dorsi* de bovinos

### 4.2.1 Lipídeos totais (LT) e colesterol

Os resultados médios e respectivos erros padrões para LT e colesterol do músculo *longissimus dorsi* (LD) de bovinos terminados no sistema confinado (SC) e sistema a pasto (SP) são apresentados na Tabela 4.

**TABELA 4** Médias ajustadas ( $\pm$  erro padrão) para lipídeos totais (%) e colesterol (mg/100g) de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos

Variáveis	Pasto	Confinado	Probabilidade
Lipídeos totais	2,79 $\pm$ 0,220	7,38 $\pm$ 0,170	P<0,01
Teor de colesterol	41,82 $\pm$ 0,690	50,75 $\pm$ 0,540	P<0,01

Os LT foram diferentes ( $P < 0,01$ ) entre animais SP e SC, demonstrando que animais terminados com concentrado apresentaram percentuais mais elevados de LT.

O sistema de terminação influencia a composição química da carne. Keane & Allen (1998) analisaram a composição química da carne de bovinos terminados em confinamento e a pasto e encontraram menores teores de gordura nos animais alimentados com pasto. Resultados semelhantes foram relatados por Yang et al. (2002), Nuernberg et al. (2005) e Realini et al. (2004). Nuernberg et al. (2005), em animais Holstein e Simental alimentados a pasto ou com concentrados, encontraram médias mais elevadas de LT (2,3% e 2,67%, respectivamente, para Holstein e 1,51% e 2,61%, respectivamente, para Simental) nos animais que ingeriram concentrados. Realini et al. (2004) encontraram médias de 1,68% e 3,18% para bovinos Hereford alimentados com pastagens ou com concentrado, respectivamente. Entretanto, Eriksson & Pickova (2007), em músculos LD de bovinos terminados em pastagem (2,29%), silagem mais grãos (2,24%) ou grão (trigo) (2,23%), não observaram diferença entre os grupos de animais.

A tendência em encontrar maior quantidade de LT em animais terminados com concentrados é resultado da maior disponibilidade energética da dieta, o que, conseqüentemente, resulta em carcaças e carnes com mais gordura intramuscular e saturada. Isso está de acordo com Williams et al. (1983), Steen et al. (2003) e Garcia et al. (2007) que encontraram, em bovinos terminados a pasto, carnes com menor conteúdo de gordura.

Entretanto, segundo Wood et al. (2003) e Ladeira & Oliveira (2006), animais alimentados com grãos apresentam maiores taxas de crescimento que afeta indiretamente, de forma positiva, a textura, a maciez e a suculência por meio da maior deposição de gordura intramuscular.

Os sistemas de terminação afetaram ( $P < 0,01$ ) as médias de colesterol no músculo LD com animais SC apresentando valores mais elevados, do que os animais SP. Esses resultados confirmam os relatos de Rule et al. (2002), que encontraram taxas de colesterol mais elevadas em músculo LD, *semitendinosus* e *supraspinatus*, em animais terminados com elevadas quantidades de grãos (54,1, 53,4 e 61,4 mg/100g, respectivamente), do que animais terminados em pastagem (43,3, 48,7 e 52,7 mg/100g, respectivamente). Garcia et al. (2007) também encontraram maiores médias em músculo LD de animais confinados (45,8mg/100g) do que em animais a pasto (40,3mg/100g). Por outro lado, Alfaia et al. (2006) citaram médias mais elevadas em bovinos Alentejanos, terminados em sistema semi-extensivo, alimentados com ervas naturais (42 a 49mg/100g), do que animais terminados em sistema intensivo (35 a 37 mg/100g).

O maior teor de colesterol em animais confinados pode ser devido ao maior percentual de AGs C12:0, C14:0 e C16:0 encontrados no músculo LD destes animais no presente estudo, pois esses AG são identificados como responsáveis pelo aumento da concentração de LDL colesterol.

#### **4.2.2 Ácidos graxos**

A análise da variância revelou diferenças significativas para 36 dos 38 AGs identificados nos cromatogramas, quando comparado o perfil de AGs de bovinos SC com bovinos SP. Os AGs que foram semelhantes nos dois sistemas foram o *anteiso*C15:0, com média de 0,304% e o C18:1*cis*9, com média de 32,414%.

#### 4.2.2.1 Ácidos graxos saturados

Os resultados médios e o erro padrão para ácidos graxos saturados do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema de alimentação suplementada e sistema a pasto são apresentados na Tabela 5.

**TABELA 5** Médias ajustadas ( $\pm$  erro padrão) para ácidos graxos saturados<sup>a</sup> de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos

Variáveis	Pasto	Confinado	Probabilidade
C12:0	0,04 $\pm$ 0,002	0,09 $\pm$ 0,002	P<0,01
<sub>i</sub> C14:0	0,10 $\pm$ 0,002	0,09 $\pm$ 0,002	P<0,05
C14:0	2,34 $\pm$ 0,047	3,15 $\pm$ 0,037	P<0,01
<sub>i</sub> C15:0	0,31 $\pm$ 0,006	0,27 $\pm$ 0,005	P<0,01
<sub>a</sub> C15:0	0,30 $\pm$ 0,007	0,30 $\pm$ 0,005	NS
C15:0	0,58 $\pm$ 0,009	0,48 $\pm$ 0,007	P<0,01
<sub>i</sub> C16:0	0,29 $\pm$ 0,005	0,25 $\pm$ 0,004	P<0,01
C16:0	22,83 $\pm$ 0,184	25,12 $\pm$ 0,144	P<0,01
<sub>i</sub> C17:0	0,43 $\pm$ 0,008	0,46 $\pm$ 0,006	P<0,01
<sub>a</sub> C17:0	0,70 $\pm$ 0,006	0,12 $\pm$ 0,005	P<0,01
C17:0	1,30 $\pm$ 0,015	1,14 $\pm$ 0,012	P<0,01
C18:0	18,94 $\pm$ 0,298	21,41 $\pm$ 0,234	P<0,01
C20:0	0,21 $\pm$ 0,006	0,18 $\pm$ 0,005	P<0,01
C24:0	0,15 $\pm$ 0,004	0,05 $\pm$ 0,003	P<0,01
$\Sigma$ AGS	48,52 $\pm$ 0,343	53,12 $\pm$ 0,269	P<0,01

<sup>a</sup> Valores percentuais em proporções relativas à soma das áreas dos picos observados na cromatografia gasosa.

<sub>i</sub> iso, <sub>a</sub> anteiso

No presente estudo, observa-se que o sistema de terminação a pasto produziu carnes com teores mais elevados de  $\gamma$ C14:0,  $\gamma$ C15:0, C15:0,  $\gamma$ C16:0,  $\alpha$ C17:0 e C17:0, quando comparados a carnes do sistema confinado. Segundo Vlaeminck et al. (2006), teores elevados de forragens na dieta de ruminantes favorecem a deposição de AG de cadeia ímpar ramificada, derivados, em sua maioria, de bactérias do rúmen, que mostram forte efeito sobre  $\gamma$ C14:0,  $\gamma$ C15:0 e C17:0. Pode-se verificar também que animais a pasto apresentaram maior percentual de ácidos graxos ramificados (2,13%) do que animais com concentrado (1,49%), favorecendo nutricionalmente a carne dos animais SP, uma vez que esses têm sido considerados anticarcinogênicos (Yang et al., 2000; Wongtangintharn et al., 2004).

Os animais terminados no SC mostraram valores mais elevados de C14:0, o que está de acordo com os resultados reportados por Rule et al. (2002) e Realini et al. (2004) que descreveram valores semelhantes para o C14:0 (2,03% e 1,64%, respectivamente no SP, e de 2,66% e 2,17%, no SC). Garcia et al. (2007), estudando os ácidos graxos de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes dietas, reportaram que C14:0 aumentou com o aumento de grãos na dieta, mas não houve diferença estatística entre os sistemas, variando de 2,19% em animais a pasto e 2,44% em animais confinados. Sami et al. (2006) não encontraram diferença ao analisar touros Simental alimentados com uma dieta à base de fibras ou à base de amido de trigo ou amido de milho para o C12:0 e C14:0.

O ácido palmítico (C16:0) apresentou resultados diferentes ( $P < 0,01$ ) entre os sistemas com maior percentual no animais do SC. Esses resultados estão de acordo com Rule et al. (2002), que encontraram valores semelhantes de C16:0 (22,2% e 25,8% para carnes de animais terminados no SP e SC, respectivamente). Nuernberg et al. (2005) também encontraram percentuais semelhantes de 23,25% e 25,10% em animais Holstein, para SP e SC,

respectivamente e 22,56% e 24,26% para animais Simental, respectivamente. Porém, Sami et al. (2006) não encontraram diferenças significativas entre as dietas.

Resultados mais elevados de C14:0 e C16:0 nos animais que foram terminados em confinamento mostram que, devido ao efeito hipercolesterolêmico associado a estes, a carne apresenta qualidade nutricional inferior, com vistas ao perfil de AGS, quando comparada à dos animais em SP.

No presente trabalho, o C18:0 no músculo LD dos animais do SP foi menor ( $P < 0,01$ ) do que no SC. Resultado semelhante foi reportado por Realini et al. (2004) que relataram percentuais mais elevados em animais a pasto (17,74%) do que em animais terminados com concentrado (15,77%). Entretanto, Rule et al. (2002) e Sami et al. (2006) não encontraram diferenças entre sistemas de terminação, com médias de 13,5% e 16,18%, respectivamente. Já Garcia et al. (2007) relataram médias mais elevadas para os animais do SP (13,10%) do que do SC (10,82%).

O ácido esteárico (C18:0) é considerado neutro em relação às concentrações plasmáticas de colesterol, pois, após sua ingestão, é rapidamente convertido a ácido oléico (C18:1*n*-9) pelo organismo, não ocasionando elevação do colesterol sérico (Valsta et al., 2005).

Segundo Chang et al. (1992), o ácido esteárico (C18:0) é o primeiro ácido graxo disponível para absorção no trato digestivo de ruminantes, mas o ácido oléico (C18:1*cis*9) é o AG predominante na carne bovina e no tecido adiposo. Isso indica que o ácido esteárico absorvido é modificado antes da deposição nos tecidos de ruminantes e, dessa forma, pode explicar a variabilidade de resultados encontrados na literatura.

No somatório dos AGS, no presente estudo, foi encontrada diferença ( $P < 0,01$ ) entre os sistemas (Tabela 5). Esses resultados confirmam os achados de Rule et al. (2002) que relatam médias de 41,7% e 44,0% para animais

terminados a pasto e confinados, respectivamente e de Yang et al. (1999), em tecido adiposo subcutâneo, com médias de 42,8% e 49,2% em animais terminados com gramíneas e com concentrado à base de sorgo e algodão, respectivamente.

Entretanto, Nuernberg et al. (2005) não encontraram influência para os AGS. Por outro lado, Sami et al. (2006), em touros Simental que receberam uma dieta de elevado conteúdo de fibra com outras dietas com elevada concentração de amido (trigo ou milho), obtiveram percentuais para AGS mais elevados nos animais alimentados com fibra (46,43%), do que comparativamente às outras duas dietas (44,25% e 44,65%, respectivamente). Realini et al. (2004) e Garcia et al. (2007) descreveram maiores percentuais em bovinos terminados a pasto (49,08% e 38,40% respectivamente), do que bovinos terminados com concentrado (47,62% e 35,33%, respectivamente). Aldai et al. (2007), em bovinos terminados com concentrado (cevada), relataram que, no músculo LD, a gordura intramuscular (47,40%) difere da gordura intermuscular (53,98%) em AGS.

Os LT e os AGS que aparecem em maior proporção na carne são afetados pelo sistema de terminação, de forma que bovinos que recebem alimentos concentrados mostram mais gordura e percentuais de C14:0, C16:0 e C18:0 mais elevados do que bovinos terminados em pastagens.

De Smet et al. (2004) relatam que o aumento de gordura na carcaça determina aumentos nos percentuais de ácidos graxos saturados. No presente trabalho, observa-se, na análise de correlações, que quanto maior a quantidade de LT, maior a quantidade de C14:0 ( $r=0,21$  e  $r=0,27$  para SC e SP, respectivamente) e de C16:0 ( $r=0,33$  e  $r=0,33$  para SC e SP, respectivamente). Entre os AGS também existem correlações positivas para animais SC, entre C12:0 e C14:0 ( $r=0,44$ ) e C14:0 e C16:0 ( $r=0,40$ ) e, para animais SP, entre C14:0 e C16:0 ( $r=0,66$ ). O C18:0 não mostrou relação com os LT em ambos os

grupos de animais e mostrou correlação inversa com o C16:0 ( $r=-0,44$ ) no grupo SC.

#### 4.2.2.2 Ácidos graxos monoinsaturados

Os sistemas de terminação de bovinos influenciaram todos os AGM, presentes na gordura extraída de amostras do músculo LD, com exceção do C18:1 *cis*9 (C18:1*n*-9) (Tabela 6).

**TABELA 6** Médias ajustadas ( $\pm$  erro padrão) para ácidos graxos monoinsaturados<sup>a</sup> de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos

Variáveis	Pasto	Confinado	Probabilidade
C14:1 <i>cis</i> 9	0,39 $\pm$ 0,016	0,49 $\pm$ 0,013	P<0,01
C16:1 isômeros <sup>b</sup>	0,48 $\pm$ 0,005	0,29 $\pm$ 0,004	P<0,01
C16:1 <i>cis</i> 9 (C16:1 <i>n</i> -7)	2,29 $\pm$ 0,049	2,88 $\pm$ 0,038	P<0,01
C17:1 <i>cis</i> 9	2,18 $\pm$ 0,040	0,56 $\pm$ 0,031	P<0,01
C18:1 <i>cis</i> 9 (C18:1 <i>n</i> -9)	32,36 $\pm$ 0,290	32,47 $\pm$ 0,227	NS
C18:1 <i>cis</i> 11 (C18:1 <i>n</i> -7)	1,60 $\pm$ 0,021	1,07 $\pm$ 0,016	P<0,01
C18:1 <i>cis</i> 12	0,11 $\pm$ 0,009	0,29 $\pm$ 0,007	P<0,01
C18:1 <i>cis</i> 13	0,10 $\pm$ 0,007	0,20 $\pm$ 0,005	P<0,01
C18:1 <i>cis</i> 14	0,22 $\pm$ 0,011	0,32 $\pm$ 0,008	P<0,01
C18:1 <i>trans</i> 6,8,9 <sup>c</sup>	0,27 $\pm$ 0,014	0,58 $\pm$ 0,011	P<0,01
C18:1 <i>trans</i> 10,11,12 <sup>d</sup>	2,17 $\pm$ 0,049	2,32 $\pm$ 0,038	P<0,05
C20:1 <i>cis</i> 11	0,07 $\pm$ 0,010	0,34 $\pm$ 0,007	P<0,01
$\Sigma$ AGM	42,25 $\pm$ 0,312	41,81 $\pm$ 0,244	NS

<sup>a</sup> Valores % em proporções relativas à soma das áreas dos picos observados na cromatografia gasosa.

<sup>b</sup>  $\Sigma$  dos isômeros C16:1 não identificados

<sup>c</sup>  $\Sigma$  dos AG C18:1 *trans* 6 , C18:1 *trans* 8 , C18:1 *trans* 9

<sup>d</sup>  $\Sigma$  dos AG C18:1 *trans* 10 , C18:1 *trans* 11 , C18:1 *trans* 12

No presente estudo, foram encontradas médias diferentes entre os sistemas para o ácido miristoléico (C14:1*cis*9), tendo o SC apresentado maior percentual, comparado com o SP. Resultados contrários foram relatados por Sami et al. (2006), que não encontraram diferenças entre touros Simental alimentados com dieta à base de fibras ou à base de amido de trigo ou amido de milho e Rule et al. (2002) que citaram médias mais baixas em animais SC (0,39%) em relação ao SP (0,60%).

O percentual de ácido palmitoléico (C16:1*cis*9 ou C16:1*n*-7) foi significativamente maior ( $P < 0,01$ ) no SC, em relação ao SP. Resultados superiores em animais alimentados com concentrado também foram reportados por Rule et al. (2002), Realini et al. (2004), Nuernberg et al. (2005) e Sami et al. (2006). O ácido palmitoléico é formado a partir de uma  $\Delta^9$  dessaturase que atua no C16:0, inserindo uma dupla ligação no nono carbono a partir do final da cadeia carbônica. Como C16:0 foi maior no SC (Tabela 5) e  $\Delta^9$  dessaturase 16 foi maior no SC (Tabela 8), a relação entre o C16:0 e o C16:1*cis*9, pela análise de correlação foi positiva ( $r=0,47$ ,  $P < 0,01$ ), ou seja, quanto maior a quantidade de C16:0, maior é a quantidade do produto da dessaturação desse AG.

No presente trabalho, não foi encontrada diferença para o ácido oléico (C18:1*cis*9 ou C18:1*n*-9) entre os sistemas, com média de 32,41%. Esse resultado pode ter sido influenciado mais pelas raças avaliadas neste estudo do que pela dieta nutricional, pois, foi diferente dos relatos da literatura, cujos autores descrevem taxas menores de oléico em animais terminados a pasto. Rule et al. (2002) encontraram médias de 37,5% e 40,4%; Realini et al. (2004) relataram médias de 31,54% e 37,28% e Nuernberg et al. (2005) citaram valores de 34,10% e 39,30% em animais Holstein e 31,69% e 37,28%, em Simental, para animais terminados a pasto e confinados, respectivamente. Sami et al. (2006) também descrevem resultados inferiores para animais terminados com

silagem de gramíneas (29,53%), do que animais terminados com dietas com concentrado (31,77% e 33,03%).

Os resultados da análise de correlações mostraram correlação positiva ( $P < 0,01$ ) entre C18:1*cis*9 e C16:1*cis*9 ( $r = 0,61$  e  $r = 0,66$ , entre animais do SP e animais do SC, respectivamente), ou seja, quanto maior a quantidade de ácido oléico, maior a quantidade de palmitoléico e vice-versa. Por outro lado, houve correlação negativa ( $P < 0,01$ ) entre o C18:1*cis*9 e o C18:0 ( $r = -0,55$  e  $r = -0,88$ , entre animais do SP e animais do SC, respectivamente) em que animais com mais oléico mostraram menor quantidade do ácido esteárico e vice-versa. Assim, os dados do AG oléico encontrado no presente trabalho podem estar associados ao comportamento dos AGs palmitoléico e esteárico. A compreensão das inter-relações entre esses ácidos graxos é importante, pois o oléico aparece em grandes quantidades na carne, em função da dieta dos ruminantes, e tem aspecto favorável no perfil de ácidos graxos, pois é benéfico à saúde humana (Padre et al., 2006).

Para os ácidos graxos C18:1*trans*6,8,9 e C18:1*trans*10,11,12, o estudo revelou valores inferiores nos animais terminados no SP, quando comparado com os animais SC. Assim, pode-se dizer que animais terminados em confinamento apresentam maiores teores de C18:1*trans*, com média de 2,90% no SC e 2,44% no SP. Garcia et al. (2007) encontraram resultados semelhantes de C18:1*trans*, com médias de 4,35% nos animais confinados e 3,22% nos animais alimentados exclusivamente a pasto. Rule et al. (2002) e Nuernberg et al. (2005) encontraram diferença nos resultados com touros alimentados a pasto, possuindo maior percentual de C18:1*trans*, quando comparados com animais confinados. Porém, eles relataram que, com a alimentação à base de pastagem, houve um aumento relativo na porcentagem de C18:1*trans*, mas não na sua concentração final porque os lipídeos totais estavam reduzidos. Entretanto, Dannenberger et al. (2006) relataram, para bovinos German Simmental e

German Holstein alimentados com pastagem ou com concentrado, nenhuma influência da dieta.

Os AG do tipo *trans* em alimentos são associados a efeitos negativos na saúde e ao incremento de riscos para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Mensink & Zock, 1998). Entretanto, os isômeros do AGM *trans*, produzidos pelos microrganismos do rúmen, são intermediários durante a biohidrogenação dos AGP e o C18:1*trans*11 (*trans*-vacênico) pode ser dessaturado em humanos, originando um isômero CLA (C18:2*cis*9*trans*11), semelhante ao encontrado em abundância em bovinos (Nuernberg et al. 2005; Turpeinen et al., 2002). Segundo Fritsche & Steinhart (1997), cerca de 60% dos isômeros C18:1*trans* da carne e leite de ruminantes se referem ao ácido C18:1*trans*11.

O presente estudo revelou que há correlação linear entre o C18:1*trans*10,11,12 com o CLA (C18:2*cis*9*trans*11), apresentando um  $r=0,32$  ( $P<0,01$ ) para animais do SC e  $r=0,33$  ( $P<0,01$ ) para SP. Madron et al. (2002) e Enser et al. (1999) encontraram relações de  $r=0,52$  e  $r=0,62$ , respectivamente, ao analisarem o ácido C18:1*trans*11 e C18:2*cis*9*trans*11 do tecido adiposo de bovinos, enquanto Knight et al. (2003) descreveram correlação de 0,54 no músculo *longissimus lumborum* de animais cruzados Jersey x Limousin.

A análise da variância não revelou diferença significativa para o somatório dos AGM identificados nos cromatogramas, quando comparado o perfil de ácidos graxos de bovinos SC com bovinos do SP. Isso ocorreu devido ao fato de o AG encontrado em maior quantidade nos tecidos bovinos (C18:1*cis*9) também ter sido semelhante entre os sistemas. Entretanto, na literatura, são relatados resultados diferentes. Realini et al. (2004) descreveram, para bovinos terminados a pasto e com concentrado, médias de 40,90% e 46,36%, respectivamente. Entretanto, Yang et al. (1999), avaliando o tecido adiposo subcutâneo de animais alimentados a pasto ou confinados por 100 ou

200 ou 300 dias, encontraram valores de 53,2% em animais a pasto e 48,2% nos animais confinados por 100 dias. Aldai et al. (2007) relataram que o percentual de AGM no músculo *longissimus dorsi* foi de 35,74% na gordura intramuscular e 40,92% na gordura intermuscular.

De maneira geral, observa-se que os sistemas de terminação afetam os percentuais de AGM (Tabela 6), de forma que animais terminados a pasto mostram maiores percentuais de C16:1 isômeros, C17:1*cis*9 e C18:1*cis*11 e menores percentuais de C14:1*cis*9, C16:1*cis*9, C18:1*cis*12, C18:1*cis*13, C18:1*cis*14, C18:1*trans*6,8,9, C18:1*trans*10,11,12 e C20:1*cis*11, do que animais terminados com concentrado. O C18:1*cis*9, AG de quantidade mais elevada na gordura da carne, foi semelhante entre os sistemas.

#### **4.2.2.3 Ácidos graxos poliinsaturados**

Os sistemas de terminação afetaram ( $P < 0,01$ ) todos os ácidos graxos poliinsaturados determinados no músculo LD (Tabela 7), sendo superiores na gordura dos animais terminados no sistema a pasto, com exceção do C22:2*cis*13,16 (C22:2*n*-6).

**TABELA 7** Médias ajustadas ( $\pm$  erro padrão) dos ácidos graxos poliinsaturados<sup>a</sup> de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos

Variáveis	Pasto	Confinado	Probabilidade
C18:2 isômeros <sup>b</sup>	0,63 $\pm$ 0,012	0,57 $\pm$ 0,009	P<0,01
C18:2 <i>cis</i> 15 <i>trans</i> 11	0,23 $\pm$ 0,007	0,14 $\pm$ 0,005	P<0,01
C18:2 <i>cis</i> 9,12 (C18:2 <i>n</i> -6)	3,08 $\pm$ 0,093	2,61 $\pm$ 0,073	P<0,01
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11 (CLA)	0,59 $\pm$ 0,011	0,43 $\pm$ 0,008	P<0,01
C18:2 não identificado	0,15 $\pm$ 0,004	0,05 $\pm$ 0,003	P<0,01
C18:3 <i>cis</i> 9,12,15 (C18:3 <i>n</i> -3)	1,19 $\pm$ 0,022	0,15 $\pm$ 0,018	P<0,01
C20:3 <i>cis</i> 8,11,14 (C20:3 <i>n</i> -6)	0,31 $\pm$ 0,009	0,08 $\pm$ 0,007	P<0,01
C20:4 <i>cis</i> 5,8,11,14 (C20:4 <i>n</i> -6)	1,34 $\pm$ 0,037	0,15 $\pm$ 0,029	P<0,01
C20:5 <i>cis</i> 5,8,11,14,17 (C20:5 <i>n</i> -3)	0,58 $\pm$ 0,020	0,10 $\pm$ 0,016	P<0,01
C22:2 <i>cis</i> 13,16 (C22:2 <i>n</i> -6)	0,07 $\pm$ 0,016	0,44 $\pm$ 0,012	P<0,01
C22:5 <i>cis</i> 7,10,13,16,19 (C22:5 <i>n</i> -3)	0,95 $\pm$ 0,024	0,27 $\pm$ 0,019	P<0,01
C22:6 <i>cis</i> 4,7,10,13,16,19(C22:6 <i>n</i> -3)	0,10 $\pm$ 0,004	0,07 $\pm$ 0,003	P<0,01
$\Sigma$ AGP	9,23 $\pm$ 0,193	5,07 $\pm$ 0,151	P<0,01
Relação AGP/AGS	0,19 $\pm$ 0,005	0,10 $\pm$ 0,004	P<0,01
$\Sigma n-6^c$	4,80 $\pm$ 0,136	3,28 $\pm$ 0,106	P<0,01
$\Sigma n-3^d$	2,83 $\pm$ 0,065	0,59 $\pm$ 0,051	P<0,01
Relação <i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	1,71 $\pm$ 0,122	5,85 $\pm$ 0,096	P<0,01

<sup>a</sup> Valores % em proporções relativas à soma das áreas dos picos observados na cromatografia gasosa.

<sup>b</sup>  $\Sigma$  dos isômeros C18:2 não identificados

<sup>c</sup>  $\Sigma$  de AG da série ômega 6: C18:2 *cis* 9,12 + C20:3 *cis* 8,11,14 + C20:4 *cis* 5,8,11,14 + C22:2 *cis* 13,16

<sup>d</sup>  $\Sigma$  de AG da série ômega 3: C18:3 *cis* 9,12,15 + C20:5 *cis* 5,8,11,14,17 + C22:5 *cis* 7,10,13,16,19 + C22:6 *cis* 4,7,10,13,16,19.

A média do ácido linoléico (C18:2*cis*9,12 ou C18:2*n*-6) foi maior nos animais SP do que nos animais SC. Apesar de grãos apresentarem elevados teores de C18:2*n*-6 (Scollan et al., 2001), as gramíneas fornecem maiores quantidades de AGPs, refletindo nos teores desse AG. Resultado semelhante foi

encontrado por Rule et al. (2002), que reportaram valores de 4,10% e 3,11% para sistema a pasto e confinado, respectivamente. Nuernberg et al. (2005), Realini et al. (2004) e Eriksson & Pickova (2007) também encontraram percentuais superiores na carne de animais alimentados com gramíneas. Nuernberg et al. (2005) mostraram, para animais Holstein alimentados com concentrado, média de 4,11% e, com pastagem, de 4,32% e para animais Simental, média de 5,22% e 6,56%, respectivamente. Realini et al. (2004) encontraram média de 2,84% em animais terminados com concentrado e 3,29% em animais terminados com pastagem, enquanto Eriksson & Pickova (2007) descreveram percentuais de 2,02% em animais alimentados com silagem ou silagem mais grão e 3,10% nos terminados com pastagem. Entretanto, Sami et al. (2006) não encontraram diferenças significativas entre as dietas estudadas.

O percentual do CLA C18:2*cis9trans11* foi significativamente maior para bovinos terminados no SP do que no SC. Rule et al. (2002), Nuernberg et al. (2005), Realini et al. (2004) e Garcia et al. (2007) encontraram percentuais semelhantes ao desse estudo. Rule et al. (2002) apresentaram valores de 0,41% e 0,26% para SP e SC, respectivamente, assim como Nuernberg et al. (2005), que encontraram resultados de 0,84% e 0,75%, em Holstein e 0,87% e 0,72%, em Simental, respectivamente. Realini et al. (2004) também encontraram resultados semelhantes com 0,41%, no SP e 0,23%, no SC, assim como Garcia et al. (2007), com médias de 0,72% e 0,31%, respectivamente. French et al. (2000), estudando a composição de AG da gordura intramuscular de novilhos alimentados com diferentes dietas, obtiveram percentuais de 1,15% nos animais alimentados com gramíneas e 0,39% nos animais com elevado teor de concentrado + cevada. Poulson et al. (2004), trabalhando com bovinos Angus terminados a pasto ou suplementados com concentrado, encontraram valores muito superiores de CLA para os animais terminados a pasto. Daniel et al.

(2004), trabalhando com ovinos, também encontraram percentuais maiores de CLA nos animais alimentados com gramíneas.

Os maiores teores de CLA foram encontrados nos trabalhos em que os animais foram alimentados com gramíneas. Pastos de gramíneas são ricos em galactolipídeos e estes possuem o ácido linolênico como principal AG. Igualmente ao ácido linoléico, a biohidrogenação do ácido linolênico leva à formação do intermediário C18:1*trans*11, conhecido como ácido vacênico. Da mesma forma que o CLA, este ácido pode escapar do rúmen, ser absorvido no intestino delgado e transportado para os tecidos. Ao chegar aos tecidos, o ácido vacênico pode sofrer ação da enzima  $\Delta^9$  dessaturase, sendo, portanto, convertido em CLA (Ladeira & Oliveira, 2006).

A reação que catalisa a síntese de CLA no rúmen depende de uma enzima isomerase (ácido linoleico isomerase) produzida pelas bactérias *Butyrivibrio fibrisolvens* do rúmen. A elevada concentração de açúcar, que fermenta rapidamente, e de fibra solúvel, que é encontrada na pastagem, cria um ambiente que promove maior produção ou menor utilização de CLA pelo rúmen (Yang et al., 2002; French et al., 2000; Kelly et al., 1998). Dessa forma, French et al. (2000) sugeriram que a alimentação com gramíneas na dieta favorece o crescimento da *Butyrivibrio fibrisolvens*.

Segundo Poulson et al. (2004), a carne de bovinos de corte alimentada à base de forragem ou somente pasto pode apresentar até 400% mais CLA do que a carne de animais alimentados com dietas com alto conteúdo de grãos.

O ácido linolênico (C18:3*cis*9,12,15 ou C18:3*n*-3) foi diferente ( $P < 0,01$ ) entre os sistemas e animais SP apresentaram percentual de linolênico mais elevado do que animais SC. Bovinos alimentados com elevado teor de forragem tendem a apresentar níveis maiores de C18:3*n*-3 nos tecidos do que alimentados com elevado teor de concentrado (Rule et al., 2002, Wood et al., 2003). Rule et al. (2002) encontraram comportamento semelhante aos do presente trabalho,

com médias de 1,48% e 0,22% para bovinos terminados a pasto e confinados, respectivamente. Sami et al. (2006) também obtiveram resultados superiores para animais alimentados à base de fibra, com percentuais de 1,63% contra média de 0,46% nos animais alimentados com concentrados à base de trigo e milho. French et al. (2000), Realini et al. (2004) e Eriksson & Pickova (2007) também apresentaram resultados semelhantes.

No presente estudo, o ácido araquidônico, C20:4*cis*5,8,11,14 (C20:4*n*-6), apresentou média superior ( $P < 0,01$ ) no SP, assim como nos relatos de Rule et al. (2002), com média de 1,47% no SP e de 0,79% no SC.

O ácido EPA, C20:5*cis*5,8,11,14,17 (C20:5*n*-3), também apresentou média superior ( $P < 0,01$ ) no SP, quando comparado com o SC. Rule et al. (2002) e Sami et al. (2006) encontraram resultados semelhantes. Rule et al. (2002) reportaram médias de 0,62% nos animais SP e 0,13% no SC e Sami et al. (2006), 0,29% nos animais alimentados com gramínea, 0,17% e 0,11% para animais terminados com concentrado de amido de trigo e milho, respectivamente.

O ácido DHA, C22:6*cis*4,7,10,13,16,19 (C22:6*n*-3), apresentou média mais elevada nos animais a pasto do que nos animais com concentrado, que foram de 0,10% e 0,07%, respectivamente. Da mesma forma, Rule et al. (2002) observaram percentuais de 0,09% e 0,04%, respectivamente no SP e no SC. Também Nuernberg et al. (2005) relataram percentuais mais elevados nos animais alimentados com pastagem, com valores de 0,15% e 0,17% para Holstein e Simental, respectivamente, quando comparado com os animais alimentados com concentrado, 0,09% e 0,05%, respectivamente. Realini et al. (2004) não encontraram resultado significativo entre médias para o C22:6*n*-3.

Carne, peixe, óleo de peixe e ovos são alimentos da dieta com quantidade significativa de ácidos graxos da série *n*-3 em humanos (Scollan et al., 2001). EPA (C20:5*n*-3) reduz o potencial de doença cardiovascular por

reduzir a concentração de triacilgliceróis no sangue e por formar eicosanóides que reduzem a coagulação sanguínea e promovem vasodilatação. Isso contrasta com o ácido araquidônico (C20:4n-6) que produz eicosanóides que promovem a coagulação e a vasoconstrição. Há também um requerimento específico de DHA (C22:6n-3) para o desenvolvimento neural e visual em crianças e a manutenção da função cerebral em mais velhos (Simopoulos, 1996).

Comparando animais a pasto e confinados, pode-se verificar que, no músculo LD, os animais alimentados a pasto apresentaram não apenas maiores teores de AGP e menores de AGS, mas também maiores valores da razão AGP/AGS. Isso, sob o aspecto nutricional, é benéfico para a saúde.

Para o  $\Sigma$ AGP, Rule et al. (2002) descreveram resultados de 9,53% para os animais a pasto e 5,04% nos confinados e, na relação AGP/AGS, encontraram valores de 0,23% e 0,12%, respectivamente. Realini et al. (2004) descreveram, para bovinos terminados a pasto e concentrado, médias de 9,96% e 6,02%, respectivamente. Entretanto, Yang et al. (1999) não encontraram diferença significativa para o  $\Sigma$ AGP no tecido adiposo subcutâneo entre animais a pasto e confinados, com média de 1,14%, assim como Sami et al. (2006), entre dietas com fibra e as outras com trigo ou milho. Segundo Sami et al. (2006), em geral, aumentos nos níveis de energia da dieta aumentam o conteúdo total de AGM, enquanto que o conteúdo total de AGP diminui.

O índice de correlação entre o  $\Sigma$ AGP e o C18:3n-3 foi diferente entre os sistemas. Para o SP, a correlação foi de  $r=0,87$ , ou seja, quanto mais  $\Sigma$ AGP, mais C18:3n-3, isso ocorreu devido ao maior percentual de C18:3n-3 nesse sistema. No SC, entretanto, a correlação não foi significativa entre as variáveis analisadas, possivelmente devido ao fato de o percentual de C18:3n-3 encontrado nesse grupo de animais ter sido muito menor.

No presente estudo, ao avaliar o  $\Sigma$ n-6, foram encontrados percentuais maiores na carne de animais SP do que no SC. Rule et al. (2002) encontraram

percentuais de 5,66% e 3,92%, respectivamente. Resultados também semelhantes foram encontrados ao se estudar, no presente trabalho, o  $\Sigma n-3$ . Rule et al. (2002) apresentaram valores de 2,90% na carne de animais a pasto e 0,64% em confinados. Entretanto, a relação  $n-6/n-3$  encontrada no presente estudo foi menor em animais a pasto do que nos confinados, sendo o mesmo observado por Rule et al. (2002), que encontraram valores de 1,95% e 3,38%, respectivamente. Nuernberg et al. (2005) relataram valores semelhantes aos do presente estudo para o  $\Sigma n-3$  e a relação  $n-6/n-3$ , porém, não encontraram influência alimentar no  $\Sigma n-6$ . Esses autores apresentaram percentuais para o  $\Sigma n-3$  significativamente maiores em touros alimentados à base de pastagem, quando comparados com animais alimentados com concentrado (3,25% e 0,96% para Holstein e 4,70% e 0,90% para Simental, respectivamente). Ainda segundo os mesmos autores, a relação  $n-6/n-3$  foi significativamente menor em animais a pasto do que confinado (1,94% e 6,49% para Holstein e 2,04% e 8,34% para Simental, respectivamente). Realini et al. (2004), também encontraram resultados semelhantes para a relação  $n-6/n-3$ , que foram de 1,44%, na carne de animais alimentados de pastagem e 3,00% naqueles alimentados com concentrado.

Segundo Enser (2001), a razão  $n-6/n-3$  é particularmente beneficiária em carne de ruminantes que consomem gramíneas com elevado nível de C18:3. Hoje em dia, de acordo com as recomendações nutricionais, um aumento no consumo de AGP da série  $n-3$  tem sido recomendado (Department of Health, 1994) na tentativa de não exceder a razão entre  $n-6/n-3$  da dieta de 4:1. Isso permitirá, eventualmente, uma revalorização de carne de ovino e bovino produzida em sistemas extensivos, como sendo alimentos "naturais" com uma relação  $n-6/n-3$  baixa e, portanto, favorável a um melhor equilíbrio da dieta. Todo o resto de alimentos que constituem a base da alimentação humana como cereais, oleaginosas, óleos vegetais e carnes de suínos e aves, é altamente

desequilibrado nesta relação, no sentido de um excesso de ácidos *n*-6, particularmente de ácido linoléico (Bessa, 1999).

Enser et al. (1998) e French et al. (2000) reportaram que animais alimentados com uma dieta à base de gramíneas tiveram maior concentração de AG da série *n*-3 nos tecidos, enquanto que animais alimentados com uma dieta à base de concentrado tiveram maior concentração de AG da série *n*-6. Essas diferenças são consequência da composição de AG da dieta, sendo o ácido linolênico (C18:3, precursor da série *n*-3) o principal AG dos lipídeos de gramíneas e o ácido linoléico (C18:2, precursor da série *n*-6) o principal componente nos grãos (Scollan et al., 2001). Sami et al. (2006), French et al. (2000) e Wood & Enser (1997) obtiveram, semelhantemente, menor razão *n*-6/*n*-3 em animais alimentados com pastagem do que em animais alimentados com concentrado.

French et al. (2000), estudando o efeito da alimentação com pastagem, silagem e concentrado em novilhos na composição de ácidos graxos da gordura intramuscular, concluíram que, a diminuição da proporção de concentrado na dieta, e efetivamente elevação do consumo de pastagem resultam numa diminuição linear na concentração de AGS ( $P < 0,01$ ) e na razão do total de *n*-6/*n*-3 ( $P < 0,01$ ) e na concentração de CLA ( $P < 0,01$ ). Os resultados deste trabalho corroboram estas observações e indicam que a composição de AG de carne de bovinos pode ser melhorada para a dieta humana pela inclusão de pastagem na dieta dos animais. Torna-se evidente que a carne de bovinos criados a pasto, como é o caso da maioria das explorações realizadas no Brasil, apresenta perfil de AGs e razão *n*-6/*n*-3 mais adequados para a saúde humana.

Santos-Silva & Bessa (2002), ao estudarem o efeito da alimentação na composição de ácidos graxos de cordeiros no músculo *longissimus thoracis*, utilizaram animais criados na presença da mãe até os 60 dias de idade e, depois, os submeteram aos seguintes tratamentos até serem abatidos, aos 30kg:

pastagem na presença da mãe; pastagem na presença da mãe com suplementação à base de soja e milho à vontade e confinados com o mesmo concentrado anterior adicionado de palha de trigo à vontade. Os resultados encontrados foram proporções superiores de ácidos graxos da série *n*-3, CLA e C18:1*trans* e inferior na razão *n*-6/*n*-3 nos animais dos tratamentos que incluíram pastagem, comparados àqueles que apenas ingeriram concentrados.

Os resultados apresentados mostram que é possível aumentar o teor de AG insaturados mediante alterações nas dietas. Entretanto, a elevação desses ácidos graxos pode ocasionar maior instabilidade nas gorduras da carne (rancificação oxidativa) (Curi et al., 2002). Por outro lado, Descalzo et al. (2005) e Descalzo et al. (2007) descreveram que dietas com pastagens conferem à carne elevadas taxas de antioxidantes naturais (vitamina E,  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -tocoferol), o que pode conferir uma proteção à rancificação.

Resultados cuja elevada correlação eram esperados em virtude das associações entre os AG, tanto no SC quanto no SP: C18:1*cis*9 e C18:0 ( $r=-0,55$  e  $r=-0,80$ , respectivamente);  $\Sigma$ AGS e C18:0 ( $r=0,81$  e  $r=0,85$ , respectivamente), devido ao elevado percentual de C18:0 em carnes de ruminantes;  $\Sigma$ AGS e C18:1*cis*9 ( $r=-0,91$  e  $r=-0,44$ );  $\Sigma$ AGM e C16:1*cis*9 ( $r=0,70$  e  $r=0,75$ );  $\Sigma$ AGM e C18:0 ( $r=-0,85$  e  $r=-0,72$ );  $\Sigma$ AGM e C18:1*cis*9 ( $r=0,98$  e  $r=0,95$ ), devido ao elevado percentual de C18:1*cis*9 em carnes de ruminantes;  $\Sigma$ AGP e C18:2*n*-6 ( $r=0,93$  e  $r=0,96$ ), devido à maior concentração de C18:2*n*-6 em carne de ruminantes. Pitchford et al. (2002) descreveram índices de correlação elevados entre o  $\Sigma$ AGM e o ácido oléico ( $r=0,90$ ), semelhantes aos deste trabalho e também ressaltaram a elevada correlação encontrada entre  $\Sigma$ AGS e  $\Sigma$ AGM ( $r=-0,95$ ) para animais confinados, também com resultado semelhante ao deste trabalho ( $r=-0,94$ ). Assim, concluíram que, como o percentual do  $\Sigma$ AGP é baixo, o  $\Sigma$ AGS e o  $\Sigma$ AGM somam quase 100% e são negativamente correlacionados por definição.

#### 4.2.2.4 Índices

Os resultados encontrados e os respectivos erros padrões para os índices de  $\Delta^9$  dessaturases, elongase e aterogenicidade do músculo LD de bovinos terminados no SC e SP estão apresentados na Tabela 8. Todos apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre os sistemas estudados.

**TABELA 8** Médias ajustadas ( $\pm$  erro padrão) dos índices das enzimas envolvidas no metabolismo de AG (%) e índice de aterogenicidade de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos

Índices	Pasto	Confinado	Probabilidade
$\Delta^9$ dessaturase 16 <sup>a</sup>	9,10 $\pm$ 0,153	10,23 $\pm$ 0,120	P<0,01
$\Delta^9$ dessaturase 18 <sup>b</sup>	63,11 $\pm$ 0,511	60,32 $\pm$ 0,401	P<0,01
Elongase <sup>c</sup>	67,13 $\pm$ 0,230	65,81 $\pm$ 0,178	P<0,01
Aterogenicidade <sup>d</sup>	0,63 $\pm$ 0,010	0,81 $\pm$ 0,008	P<0,01

<sup>a</sup>  $100 [(C16:1cis\ 9)/(C16:1cis\ 9 + C16:0)]$

<sup>b</sup>  $100 [(C18:1\ cis\ 9)/(C18:1\ cis\ 9 + C18:0)]$

<sup>c</sup>  $100 [(C18:0 + C18:1\ cis\ 9)/(C16:0 + C16:1cis\ 9 + C18:0 + C18:1\ cis\ 9)]$

<sup>d</sup>  $[C12:0 + 4(C14:0) + C16:0]/(\Sigma AGS + \Sigma AGP)$ .

Animais terminados no SC mostraram índices mais elevados de  $\Delta^9$  dessaturase 16 do que animais terminados no SP. Garcia et al. (2007) apresentaram dados semelhantes, cujas médias foram de 14,64% nos animais confinados e 12,15% nos animais a pasto.

Animais terminados no SP mostraram valores mais elevados nos índices de  $\Delta^9$  dessaturase 18 do que animais terminados em confinamento.

Yang et al. (1999) avaliaram a composição dos AG de tecido subcutâneo de animais Angus cruzados alimentados a pasto ou com 100, 200, 300 dias de confinamento à base de sorgo e algodão. Estes autores relataram que os animais

alimentados de pastagem obtiveram menor conteúdo de AGS e maior de AG insaturados, comparados a todos os grupos de animais confinados, resultando em maior relação AGP/AGS. Destacam, ainda, que, geralmente, o tecido adiposo de animais a pasto possui menores percentuais de C16:0 e C18:0 e maiores de C16:1, C18:1*n*-9 e C18:3*n*-3 que aqueles alimentados com grãos, e isso é devido à maior atividade da enzima dessaturase nos primeiros. Os autores sugeriram, principalmente devido aos dados obtidos da análise da fração microssomal, que o maior conteúdo de C18:2 ingerido pelos animais em confinamento contribuiu para a redução da atividade de  $\Delta^9$  dessaturase 18. Chang et al. (1992) também relataram que a diminuição da atividade da  $\Delta^9$  dessaturase 18 no músculo de animais alimentados à base de milho pode representar uma depressão na sua atividade, devido ao ácido linoléico (C18:2).

Porém, esses resultados diferem dos relatos de Hidiroglou et al. (1987) e Mitchell et al. (1991) que concluíram que, em comparação com forragem, uma dieta alimentar à base de concentrado favorece a produção de ácido oléico nos tecidos bovinos e, ainda, segundo Daniel et al. (2004), isso pode ser devido, em parte, a um aumento da atividade da enzima dessaturase. Estudos também mostraram que a alimentação à base de gramíneas eleva o teor de C18:2*cis*9*trans*11 (Kelly et al., 1998; French et al., 2000) nos tecidos e leite. Isso também pode ser resultado do aumento da dessaturação de C18:1*trans*11 pela enzima  $\Delta^9$  dessaturase 18 (Daniel et al., 2004).

Daniel et al. (2004), estudando os efeitos da dieta (pasto x confinado) no ácido oleico (C18:1*n*-9) e CLA em tecido adiposo de carneiros, mostraram que a concentração de ácido oléico foi superior nos animais terminados com concentrado em relação aos que se alimentaram de gramíneas, tanto no tecido adiposo subcutâneo quanto no tecido omental e perirenal, e isso foi associado a um aumento na  $\Delta^9$  dessaturase 18. Segundo dados destes autores, animais alimentados com pastagem obtiveram maior teor de C18:2*cis*9*trans*11 e

C18:1*trans*11 em todos os tecidos, embora os níveis de  $\Delta^9$  dessaturase 18 fossem menores. Pitchford et al. (2002), estudando diferentes grupos de animais, encontraram, para o único grupo alimentado apenas por pastagem, o menor índice de dessaturase 18. Garcia et al. (2007) relataram valores de 75,16% nos animais confinados e 70,31% nos animais alimentados exclusivamente de pastagens.

Arquibeque et al. (2005), analisando os índices de dessaturase ( $\Delta^9$  dessaturase 18 e  $\Delta^9$  dessaturase 16) dos AG nos tecidos de animais da raça Angus alimentados com diferentes grãos (linho, milho, sorgo), ressaltaram que os índices da atividade, baseados nas concentrações de AG, não refletiram a real atividade enzimática, especialmente quando comparando dietas que variam muito na composição dos AG com efeitos marcantes na composição dos ácidos graxos dos tecidos.

O índice de elongase foi maior ( $P<0,01$ ) nos animais terminados no SP do que no SC. Isso está de acordo com os resultados de Pitchford et al. (2002), que relataram maior índice de elongase para o grupo de animais terminados com pastagem (67,0%).

Pitchford et al. (2002) relataram coeficiente de correlação negativa entre o índice da elongase e o ácido palmítico ( $r=-0,95$ ), semelhante aos resultados encontrados no presente trabalho para animais alimentados com concentrado ( $r=-0,95$ ).

O índice de aterogenicidade foi menor ( $P<0,01$ ) em animais terminados no SP do que no SC. Esse resultado sugere mais uma vez que a carne de animais terminados a pasto apresenta menor risco de doença cardiovascular para a saúde dos consumidores.

### 4.3 Efeito de raças bovinas terminadas em sistema de pastagem

#### 4.3.1 Lipídeos totais (LT) e colesterol

Os resultados médios e erro padrão para LT e colesterol do músculo LD de bovinos terminados em sistema de pastagens são apresentados na Tabela 9.

**TABELA 9** Médias<sup>a</sup> ajustadas ( $\pm$  erro padrão) para lipídeos totais (%) e colesterol (mg/100g) de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados a pasto

Variáveis	Angus	Guz x Hol	Montana	Nelore
Lipídeos totais	2,99 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>	2,89 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>	2,14 $\pm$ 0,49 <sup>a</sup>	3,17 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>
Colesterol	45,45 $\pm$ 1,43 <sup>a</sup>	44,61 $\pm$ 1,23 <sup>a</sup>	40,26 $\pm$ 1,55 <sup>b</sup>	36,99 $\pm$ 1,26 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t, a um nível nominal de significância de 5%.

As médias de LT no músculo LD foram semelhantes entre os grupos genéticos que apresentaram valor médio de 2,80%. Comportamento semelhante de resultados foi descrito por Nuernberg et al. (2005), em animais Holstein e Simental terminados em pastagens (1,51% e 2,30%, respectivamente) e por Itoh et al. (1999), em bovinos Angus e Simental (média de 10,0%). Essa elevada porcentagem foi atribuída ao peso vivo elevado dos animais (mais de 500 kg). Latimori et al. (2007) encontraram resultados semelhantes ao estudarem o músculo LD de animais Angus, Charolês x Angus e Holstein argentino, com média de 2,89%. Garcia et al. (2007), analisando as mesmas raças que Latimori et al. (2007), apresentaram média de 3,61%. Entretanto, alguns trabalhos relatam que animais de origem *Bos indicus* mostram mais extrato etéreo do que os *Bos taurus*. Moreira et al. (2003), em animais Nelore e Nelore x Limousin, terminados a pasto, encontraram diferenças significativas (1,86% e 1,37%, respectivamente).

Os teores de colesterol no músculo LD variaram ( $P < 0,01$ ) entre as raças avaliadas, tendo animais Angus e Guz x Hol apresentado médias superiores (45,03mg/100g) em relação aos animais Montana e Nelore (38,62mg/100g). Esses resultados confirmam os achados de Moreira et al. (2003), que descrevem em animais Nelore e Nelore x Limousin, alimentados com *Pennisetum americanum* L. e *Cynodon plectostachyus*, médias de 35,16 e 39,64 mg/100g, respectivamente. Padre et al. (2006), em bovinos ½Nelore x ½Aberdeen Angus, terminados com pastagem, relataram valores de 45,65mg/100g e Cifuni et al., (2004) citaram, para a raça Podolian, terminados com cevada e palha, médias de 49,69 mg/100g no músculo LD. Entretanto, Garcia et al. (2007) reportaram médias de 45,3mg/100g, em animais Angus; 44,2mg/100g, em Charolês x Angus e 40,8mg/100g, em Holstein Argentino.

#### **4.3.2 Ácidos graxos**

A análise de variância revelou diferenças em 29 dos 38 AGs identificados, quando avaliados os AGs de diferentes grupos genéticos alimentados exclusivamente com pastagem.

##### **4.3.2.1 Ácidos graxos saturados**

Os resultados médios e erro padrão para ácidos graxos saturados do músculo *longissimus dorsi* de bovinos são apresentados na Tabela 10. Os grupos genéticos terminados a pasto não afetaram os percentuais dos AG C12:0, C14:0, C15:0 e C16:0.

**TABELA 10** Médias<sup>a</sup> ajustadas ( $\pm$  erro padrão) para ácidos graxos saturados<sup>b</sup> de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados a pasto

Variáveis	Angus	Guz x Hol	Montana	Nelore
C12:0	0,03 $\pm$ 0,005 <sup>a</sup>	0,04 $\pm$ 0,004 <sup>a</sup>	0,03 $\pm$ 0,005 <sup>a</sup>	0,04 $\pm$ 0,004 <sup>a</sup>
iC14:0	0,10 $\pm$ 0,005 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,004 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,006 <sup>a</sup>	0,09 $\pm$ 0,005 <sup>a</sup>
C14:0	2,27 $\pm$ 0,099 <sup>bc</sup>	2,37 $\pm$ 0,085 <sup>b</sup>	2,06 $\pm$ 0,107 <sup>c</sup>	2,66 $\pm$ 0,087 <sup>a</sup>
iC15:0	0,33 $\pm$ 0,013 <sup>a</sup>	0,32 $\pm$ 0,012 <sup>a</sup>	0,30 $\pm$ 0,015 <sup>a</sup>	0,30 $\pm$ 0,012 <sup>a</sup>
aC15:0	0,32 $\pm$ 0,014 <sup>a</sup>	0,29 $\pm$ 0,012 <sup>ab</sup>	0,32 $\pm$ 0,015 <sup>ab</sup>	0,28 $\pm$ 0,012 <sup>b</sup>
C15:0	0,57 $\pm$ 0,018 <sup>ab</sup>	0,58 $\pm$ 0,016 <sup>ab</sup>	0,61 $\pm$ 0,020 <sup>a</sup>	0,55 $\pm$ 0,016 <sup>b</sup>
iC16:0	0,29 $\pm$ 0,011 <sup>a</sup>	0,30 $\pm$ 0,009 <sup>a</sup>	0,30 $\pm$ 0,012 <sup>a</sup>	0,28 $\pm$ 0,010 <sup>a</sup>
C16:0	23,44 $\pm$ 0,383 <sup>a</sup>	22,60 $\pm$ 0,330 <sup>ab</sup>	22,32 $\pm$ 0,415 <sup>b</sup>	22,97 $\pm$ 0,336 <sup>ab</sup>
iC17:0	0,47 $\pm$ 0,016 <sup>a</sup>	0,47 $\pm$ 0,014 <sup>a</sup>	0,43 $\pm$ 0,018 <sup>b</sup>	0,36 $\pm$ 0,014 <sup>c</sup>
aC17:0	0,73 $\pm$ 0,013 <sup>a</sup>	0,72 $\pm$ 0,011 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,015 <sup>b</sup>	0,70 $\pm$ 0,012 <sup>a</sup>
C17:0	1,19 $\pm$ 0,032 <sup>c</sup>	1,29 $\pm$ 0,028 <sup>b</sup>	1,41 $\pm$ 0,035 <sup>a</sup>	1,30 $\pm$ 0,028 <sup>b</sup>
C18:0	19,07 $\pm$ 0,621 <sup>ab</sup>	18,15 $\pm$ 0,534 <sup>b</sup>	20,55 $\pm$ 0,674 <sup>a</sup>	18,00 $\pm$ 0,545 <sup>b</sup>
C20:0	0,21 $\pm$ 0,013 <sup>a</sup>	0,21 $\pm$ 0,011 <sup>a</sup>	0,23 $\pm$ 0,014 <sup>a</sup>	0,17 $\pm$ 0,011 <sup>b</sup>
C24:0	0,14 $\pm$ 0,007 <sup>b</sup>	0,13 $\pm$ 0,006 <sup>b</sup>	0,16 $\pm$ 0,008 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AGS	49,17 $\pm$ 0,715 <sup>a</sup>	47,58 $\pm$ 0,615 <sup>b</sup>	49,47 $\pm$ 0,785 <sup>a</sup>	47,87 $\pm$ 0,627 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t, a um nível nominal de significância de 5%.

<sup>b</sup> Valores % em proporções relativas à soma das áreas dos picos observados na cromatografia gasosa. i *iso*, a *anteiso*

O somatório dos AG ramificados *iso* e *anteiso*, encontrado neste estudo, foi superior em animais Angus (2,24%), seguido pelos Guz x Hol (2,20%), Nelore (2,01%) e Montana (1,5%). Assim, animais da raça Angus apresentaram maior média de AG ramificados, que são considerados anticarcinogênicos e animais Montana mostraram o menor percentual. Entretanto, animais da raça Montana apresentaram maiores percentuais de AG de cadeia ímpar ramificada (4,12%), seguidos por Guz x Hol (4,07%), Angus (4,0%) e Nelore (3,86%).

Pode-se sugerir que, além da dieta, como citado por Vlaeminck et al. (2006), as raças também podem influenciar nos AG de cadeia ímpar ramificadas.

Os grupos genéticos afetaram ( $P < 0,05$ ) o AG C14:0, de forma que os animais Nelore apresentaram maiores percentuais, seguidos pelos animais Guz x Hol. A raça Montana foi a que apresentou o menor percentual. Diferenças entre raças para o C14:0 foram relatadas por Nuernberg et al. (2005), em animais Holstein (2,23%) e Simental (1,82%); por Malau-Aduli et al. (1997), em bovinos Jersey (3,8%) e Limousin (4,6%); por Itoh et al. (1999), em Angus (2,85%) e Simental (3,09%) e Garcia et al. (2007), em Angus (2,46%); por Charolês x Angus (2,24%) e Holstein Argentino (2,07%). Entretanto, Prado et al. (2003) não encontraram diferenças significativas entre *Bos indicus* e animais cruzados (2,07%).

O ácido C16:0 foi superior nos animais Angus, inferior nos Montana e resultados semelhantes a estes dois foram encontrados para os animais Guz x Hol e Nelore. Estes resultados confirmam os achados de Malau-Aduli et al. (1997) que encontraram diferenças entre animais Jersey e Limousin (28,2% e 30,2%, respectivamente) e de Garcia et al. (2007) entre animais Angus, Charolês x Angus e Holstein Argentino (23,40%, 23,27% e 22,42%, respectivamente). Entretanto, a maioria dos trabalhos cita que as raças não afetam os percentuais de C16:0. Nuernberg et al. (2005), em animais Holstein e Simental (23,25% e 22,56%, respectivamente), Prado et al. (2003), em bovinos *Bos indicus* e animais cruzados (23,86%) e Itoh et al. (1999), em Angus e Simental (27,6%), citaram médias semelhantes.

Os ácidos palmítico (C16:0) e mirístico (C14:0) enriquecem os fosfolipídeos das membranas celulares, interferindo com a função normal dos receptores de LDL, reduzindo sua absorção e aumentando sua concentração no plasma, sendo, portanto, considerados aterogênicos. Entre estes, o ácido mirístico é considerado mais aterogênico, com potencial de elevar o colesterol

quatro vezes maior do que o ácido palmítico (Woollett et al., 1992). Dentre as raças estudadas, os animais Nelore apresentaram a média mais elevada de C14:0.

O ácido esteárico (C18:0) apresentou diferenças significativas entre as raças estudadas, sendo maior na raça Montana e menor na raça Nelore. Valores semelhantes para o efeito raça foram descritos pela maioria dos autores: Malau-Aduli et al. (1997), em animais Jersey (14,3%) e Limousin (17,1%); Nurnberg et al. (1999), em touros Galloway (Ga) (21,7mg%), German Holstein (GH) (16,1mg%) e White-Blue Belgians (WBB) (18,8mg%); Itoh et al. (1999), em Angus (14,8%) e Simental (12,5%); Nuernberg et al. (2005), em Holstein (18,28%) e Simmental (17,64%) e Garcia et al. (2007), em Angus (12,42%), Charolês x Angus (12,61%) e Holstein Argentino (11,50%). Porém, Prado et al. (2003) não encontraram diferenças entre *Bos indicus* e animais cruzados (16,31%).

Para o  $\Sigma$ AGS, houve diferenças significativas entre as raças. A gordura extraída dos músculos LD dos animais Montana e Angus mostraram médias superiores. Resultados semelhantes que descrevem o efeito da raça no  $\Sigma$ AGS foram relatados por Malau-Aduli et al. (1997) em animais Jersey (47,5%) e Limousin (52,9%) e por Latimori et al. (2007), em animais Angus (41,1%), Charolês x Angus (39,7%) e Holstein argentino (36,6%). Entretanto, Nuernberg et al. (2005) não encontraram diferenças entre animais Holstein (45,55%) e Simental (43,91%).

#### **4.3.2.2 Ácidos graxos monoinsaturados**

Os resultados médios e erro padrão para ácidos graxos monoinsaturados do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados no sistema a pasto são apresentados na Tabela 11.

**TABELA 11** Médias<sup>a</sup> ajustadas ( $\pm$  erro padrão) para ácidos graxos monoinsaturados<sup>b</sup> de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados a pasto

Variáveis	Angus	Guz x Hol	Montana	Nelore
C14:1 <i>cis</i> 9	0,36 $\pm$ 0,034 <sup>b</sup>	0,43 $\pm$ 0,029 <sup>ab</sup>	0,26 $\pm$ 0,036 <sup>c</sup>	0,50 $\pm$ 0,029 <sup>a</sup>
C16:1 isômeros <sup>c</sup>	0,47 $\pm$ 0,011 <sup>b</sup>	0,47 $\pm$ 0,009 <sup>b</sup>	0,52 $\pm$ 0,012 <sup>a</sup>	0,47 $\pm$ 0,010 <sup>b</sup>
C16:1 <i>cis</i> 9 (C16:1 <i>n</i> -7)	2,25 $\pm$ 0,101 <sup>ab</sup>	2,50 $\pm$ 0,087 <sup>a</sup>	2,01 $\pm$ 0,110 <sup>b</sup>	2,43 $\pm$ 0,089 <sup>a</sup>
C17:1 <i>cis</i> 9	2,07 $\pm$ 0,083 <sup>b</sup>	2,05 $\pm$ 0,072 <sup>b</sup>	2,50 $\pm$ 0,090 <sup>a</sup>	2,11 $\pm$ 0,073 <sup>b</sup>
C18:1 <i>cis</i> 9 (C18:1 <i>n</i> -9)	33,60 $\pm$ 0,603 <sup>a</sup>	33,24 $\pm$ 0,519 <sup>a</sup>	30,47 $\pm$ 0,654 <sup>b</sup>	32,13 $\pm$ 0,529 <sup>a</sup>
C18:1 <i>cis</i> 11 (C18:1 <i>n</i> -7)	1,55 $\pm$ 0,043 <sup>b</sup>	1,72 $\pm$ 0,037 <sup>a</sup>	1,51 $\pm$ 0,047 <sup>b</sup>	1,61 $\pm$ 0,038 <sup>b</sup>
C18:1 <i>cis</i> 12	0,11 $\pm$ 0,019 <sup>a</sup>	0,12 $\pm$ 0,016 <sup>a</sup>	0,09 $\pm$ 0,020 <sup>a</sup>	0,12 $\pm$ 0,016 <sup>a</sup>
C18:1 <i>cis</i> 13	0,09 $\pm$ 0,014 <sup>b</sup>	0,12 $\pm$ 0,012 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,015 <sup>b</sup>	0,13 $\pm$ 0,012 <sup>a</sup>
C18:1 <i>cis</i> 14	0,21 $\pm$ 0,022 <sup>a</sup>	0,21 $\pm$ 0,019 <sup>a</sup>	0,22 $\pm$ 0,024 <sup>a</sup>	0,24 $\pm$ 0,020 <sup>a</sup>
C18:1 <i>trans</i> 6,8,9 <sup>d</sup>	0,23 $\pm$ 0,029 <sup>a</sup>	0,30 $\pm$ 0,025 <sup>a</sup>	0,27 $\pm$ 0,032 <sup>a</sup>	0,30 $\pm$ 0,026 <sup>a</sup>
C18:1 <i>trans</i> 10,11,12 <sup>e</sup>	1,79 $\pm$ 0,102 <sup>b</sup>	2,21 $\pm$ 0,088 <sup>a</sup>	2,37 $\pm$ 0,011 <sup>a</sup>	2,31 $\pm$ 0,090 <sup>a</sup>
C20:1 <i>cis</i> 11	0,07 $\pm$ 0,020 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,017 <sup>a</sup>	0,06 $\pm$ 0,022 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,017 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AGM	42,78 $\pm$ 0,649 <sup>a</sup>	43,44 $\pm$ 0,559 <sup>a</sup>	40,36 $\pm$ 0,704 <sup>b</sup>	42,41 $\pm$ 0,570 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t, a um nível nominal de significância de 5%.

<sup>b</sup> Valores % em proporções relativas à soma das áreas dos picos observados na cromatografia gasosa.

<sup>c</sup>  $\Sigma$  dos isômeros C16:1 não identificados

<sup>d</sup>  $\Sigma$  dos AG C18:1 *trans* 6 , C18:1 *trans* 8 , C18:1 *trans* 9

<sup>e</sup>  $\Sigma$  dos AG C18:1 *trans* 10 , C18:1 *trans* 11 , C18:1 *trans* 12

O ácido miristoléico (C14:1*cis*9), formado a partir da dessaturação do ácido mirístico, apresentou resultados próximos a este, quanto à significância, para as raças estudadas. Dessa forma, os animais Nelore apresentaram maiores percentuais, seguidos pelos animais Guz x Hol, que foram semelhantes aos Nelore e aos Angus. Da mesma maneira, foi significativo para o efeito raça no C14:1*cis*9, foi descrito por Malau-Aduli et al. (1997), que encontraram percentual mais elevado em animais Jersey (1,3%), quando comparado com Limousin (1,0%). Porém, Garcia et al. (2007) não encontraram diferenças entre

as raças estudadas (Angus, Charolês x Angus e Holstein Argentino), com média de 0,55%.

O ácido palmitoléico (C16:1*cis*9 ou C16:1*n*-7) apresentou resultados superiores para os Guz x Hol e Nelore (2,46%) e inferiores para os Montana (2,01%). Outros trabalhos também relataram médias diferentes entre raças: Nuernberg et al. (2005) citaram valores de 2,88% em Holstein e 2,39% em Simental; Malau-Aduli et al. (1997), médias de 5,5% em Jersey e 4,5% em Limousin; Itoh et al. (1999), médias de 3,27% em Angus e 3,96% em Simental e Garcia et al. (2007), médias de 3,53% em Angus, 3,30% em Charolês x Angus e 3,87% em Holstein Argentino. Porém, Prado et al. (2003), estudando animais *Bos indicus* e cruzados, não encontraram diferenças significativas entre raças, com média de 2,80% para C16:1.

Analisando-se o ácido oléico (C18:1*cis*9 ou C18:1*n*-9) do músculo LD das diferentes raças, observa-se relação inversa entre o C18:1*cis*9 com o esteárico (C18:0), ou seja, animais com maiores percentuais de C18:0 apresentaram menores médias de C18:1*cis*9. Esse efeito é comprovado pela correlação negativa ( $r=-0,55$ ) encontrada entre C18:0 e C18:1*cis*9. Em bovinos, essa relação também foi descrita por Nuernberg et al. (2005) e Malau-Aduli et al. (1997).

As médias do C18:1*cis*9, assim como o C18:0, foram afetadas pelos grupos genéticos, de maneira que os animais Angus, Guz x Hol e Nelore (32,99%) apresentaram percentuais mais elevados, quando comparados com Montana (30,47%). Efeito semelhante foi descrito por: Nuernberg et al. (2005) entre as raças Holstein (34,10%) e Simental (31,69%); Malau-Aduli et al. (1997), entre as raças Jersey (39,5%) e Limousin (37,5%); Nurnberg et al. (1999), em animais German Holstein (38,8mg%), Galloway (32,5mg%) e White-Blue Belgian (20,7mg%) e Garcia et al. (2007), em animais Angus (30,95%) Charolês x Angus (33,31%) e Holstein Argentino (35,20%).

Avaliando o percentual de AG *trans*, nos animais terminados em sistema de pastagem, não houve influência das raças para o C18:1*trans*6,8,9, com média de 2,27%. Entretanto, com relação aos ácidos C18:1*trans*10,11,12, os animais Angus mostraram média inferior aos demais. Garcia et al. (2007), ao avaliarem o C18:1*trans*, mostraram médias de 3,16% em animais Angus, 3,46% em Charolês x Angus e 2,79% em Holstein Argentino. Já Nuernberg et al. (2005) relataram ausência de efeito entre as raças Holstein e Simental.

Considerando que a dieta de ruminantes a pasto contém pouca concentração de gordura, a maioria dos AG depositados no tecido adiposo é oriunda da lipogênese. Os AG são alongados a C18:0 a partir do C16:0 e convertidos por dessaturação a C18:1 (Rule et al., 1995). Quando o tecido adiposo aumenta, a elevada deposição de C18:1 reduz o conteúdo de C18:0. No presente trabalho, o coeficiente de correlação entre o C18:0 e o C18:1 foi de  $r=-0,55$ . Ao avaliar o percentual de lipídeos e o percentual de C18:0 nas diferentes raças, observa-se que, no presente estudo, os animais Montana apresentaram menor percentual de LT (2,14%), menor de C18:1*n-9* e maior percentual de C18:0 (20,55%). Entretanto, a correlação entre LT e C18:1 no sistema pastagem foi positiva  $r=0,45$  ( $P<0,01$ ).

Para o  $\Sigma$ AGM, os animais da raça Montana (40,36%) revelaram percentual mais baixo, em relação às demais raças (42,88%). Malau-Aduli et al. (1997) também descreveram diferenças entre raças para animais Jersey (49,3%) e Limousin (45,3%). Latimori et al. (2007) reportaram médias de 35,5% em animais Angus, 39,0% em Charolês x Angus e 40,2% em Holstein argentino. Garcia et al. (2007) apresentaram percentuais de 37,65%, 40,07% e 41,87%, respectivamente para as mesmas raças. Entretanto, Nuernberg et al. (2005) encontraram valores semelhantes de AGM em Simental (56,09%) e Holstein (54,45%), assim como Prado et al. (2003), com média de 42,28%.

Em termos gerais, para AGM, animais Montana apresentaram carne de qualidade inferior pois eles revelaram os menores teores de C14:1*cis*9, C16:1*cis*9 e C18:1*cis*9 e os AGM mostraram efeitos na redução de doenças cardiovasculares. Curi et al. (2002) citam que dietas ricas em AGM reduzem as concentrações plasmáticas de LDL, sem reduzir as concentrações de HDL e interferir no transporte reverso de colesterol para o fígado.

#### **4.3.2.3 Ácidos graxos poliinsaturados**

Os resultados médios e erro padrão para ácidos graxos poliinsaturados do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados no sistema a pasto são apresentados na Tabela 12.

**TABELA 12** Médias<sup>a</sup> ajustadas ( $\pm$  erro padrão) dos ácidos graxos<sup>b</sup> poliinsaturados de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados a pasto

Variáveis	Angus	Guz x Hol	Montana	Nelore
C18:2 isômeros <sup>c</sup>	0,56 $\pm$ 0,025 <sup>c</sup>	0,67 $\pm$ 0,022 <sup>ab</sup>	0,69 $\pm$ 0,027 <sup>a</sup>	0,60 $\pm$ 0,022 <sup>bc</sup>
C18:2 <i>cis</i> 15 <i>trans</i> 11	0,18 $\pm$ 0,014 <sup>c</sup>	0,24 $\pm$ 0,012 <sup>ab</sup>	0,22 $\pm$ 0,015 <sup>b</sup>	0,27 $\pm$ 0,012 <sup>a</sup>
C18:2 <i>cis</i> 9,12(C18:2 <i>n</i> -6)	2,60 $\pm$ 0,195 <sup>b</sup>	3,00 $\pm$ 0,168 <sup>ab</sup>	3,43 $\pm$ 0,211 <sup>a</sup>	3,30 $\pm$ 0,171 <sup>a</sup>
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11	0,50 $\pm$ 0,022 <sup>b</sup>	0,65 $\pm$ 0,019 <sup>a</sup>	0,54 $\pm$ 0,024 <sup>b</sup>	0,66 $\pm$ 0,020 <sup>a</sup>
C18:2 não identificado	0,17 $\pm$ 0,009 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,008 <sup>ab</sup>	0,14 $\pm$ 0,010 <sup>b</sup>	0,14 $\pm$ 0,008 <sup>b</sup>
C18:3 <i>cis</i> 9,12,15 (C18:3 <i>n</i> -3)	0,89 $\pm$ 0,047 <sup>c</sup>	1,20 $\pm$ 0,040 <sup>b</sup>	1,23 $\pm$ 0,050 <sup>b</sup>	1,45 $\pm$ 0,041 <sup>a</sup>
C20:3 <i>cis</i> 8,11,14 (C20:3 <i>n</i> -6)	0,29 $\pm$ 0,018 <sup>b</sup>	0,27 $\pm$ 0,016 <sup>b</sup>	0,36 $\pm$ 0,020 <sup>a</sup>	0,30 $\pm$ 0,016 <sup>b</sup>
C20:4 <i>cis</i> 5,8,11,14 (C20:4 <i>n</i> -6)	1,25 $\pm$ 0,078 <sup>b</sup>	1,16 $\pm$ 0,067 <sup>b</sup>	1,66 $\pm$ 0,085 <sup>a</sup>	1,29 $\pm$ 0,068 <sup>b</sup>
C20:5 <i>cis</i> 5,8,11,14,17 (C20:5 <i>n</i> -3)	0,42 $\pm$ 0,042 <sup>c</sup>	0,59 $\pm$ 0,040 <sup>b</sup>	0,70 $\pm$ 0,045 <sup>a</sup>	0,61 $\pm$ 0,037 <sup>ab</sup>
C22:2 <i>cis</i> 13,16 (C22:2 <i>n</i> -6)	0,19 $\pm$ 0,033 <sup>a</sup>	0,03 $\pm$ 0,028 <sup>b</sup>	0,03 $\pm$ 0,035 <sup>b</sup>	0,03 $\pm$ 0,029 <sup>b</sup>
C22:5 <i>cis</i> 7,10,13,16,19 (C22:5 <i>n</i> -3)	0,90 $\pm$ 0,050 <sup>b</sup>	0,90 $\pm$ 0,043 <sup>b</sup>	1,05 $\pm$ 0,054 <sup>a</sup>	0,95 $\pm$ 0,044 <sup>ab</sup>
C22:6 <i>cis</i> 4,7,10,13,16,19 (C22:6 <i>n</i> -3)	0,10 $\pm$ 0,009 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>	0,11 $\pm$ 0,009 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AGP	8,05 $\pm$ 0,402 <sup>c</sup>	8,98 $\pm$ 0,346 <sup>bc</sup>	10,17 $\pm$ 0,436 <sup>a</sup>	9,72 $\pm$ 0,352 <sup>ab</sup>
Relação AGP/AGS	0,17 $\pm$ 0,010 <sup>b</sup>	0,19 $\pm$ 0,008 <sup>a</sup>	0,21 $\pm$ 0,011 <sup>a</sup>	0,21 $\pm$ 0,009 <sup>a</sup>
$\Sigma n-6^d$	4,33 $\pm$ 0,283 <sup>b</sup>	4,47 $\pm$ 0,243 <sup>b</sup>	5,48 $\pm$ 0,310 <sup>a</sup>	4,93 $\pm$ 0,250 <sup>ab</sup>
$\Sigma n-3^e$	2,31 $\pm$ 0,135 <sup>b</sup>	2,79 $\pm$ 0,116 <sup>a</sup>	3,09 $\pm$ 0,146 <sup>a</sup>	3,11 $\pm$ 0,118 <sup>a</sup>
Relação <i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	1,88 $\pm$ 0,255 <sup>a</sup>	1,61 $\pm$ 0,219 <sup>a</sup>	1,77 $\pm$ 0,276 <sup>a</sup>	1,58 $\pm$ 0,223 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t, a um nível nominal de significância de 5%.

<sup>b</sup> Valores % em proporções relativas à soma das áreas dos picos observados na cromatografia gasosa.

<sup>c</sup>  $\Sigma$  dos isômeros C18:2 não identificados

<sup>d</sup>  $\Sigma$  de AG da série ômega 6: C18:2 *cis* 9,12 + C20:3 *cis* 8,11,14 + C20:4 *cis* 5,8,11,14 + C22:2 *cis* 13,16

<sup>e</sup>  $\Sigma$  de AG da série ômega 3: C18:3 *cis* 9,12,15 + C20:5 *cis* 5,8,11,14,17 + C22:5 *cis* 7,10,13,16,19 + C22:6 *cis* 4,7,10,13,16,19.

Os grupos genéticos afetaram o percentual de ácido linoléico (C18:2*cis*9,12 ou C18:2*n*-6). O comportamento desse resultado confirma os achados de: Nurnberg et al. (1999), em White-Blue Belgian (17,2mg %), Galloway (6,7mg %) e German Holstein (4,6mg %); Malau-Aduli et al. (1997), em Jersey (1,7%) e Limousin (0,4%) e Nuernberg et al. (2005), em Holstein (4,32%) e Simental (6,56%). Entretanto, resultados semelhantes foram relatados por Garcia et al. (2007), com média de 4,29% entre as raças estudadas.

Quanto ao ácido linoléico conjugado (C18:2*cis*9*trans*11), os músculos LD de animais Nelore e Guz x Hol (0,66%) mostraram valores superiores ( $P<0,05$ ) aos animais Montana e Angus (0,52%). Efeitos de raça também foram relatados por Latimori et al. (2007) e Garcia et al. (2007), com médias de 0,61% e 0,51%, em animais Angus; 0,69% e 0,57%, em animais Charolês x Angus e 0,73% e 0,58%, em animais Holstein argentino, respectivamente. Nuernberg et al. (2005) não encontraram diferenças entre raças nos CLAs.

O isômero C18:2*cis*9*trans*11 é o CLA encontrado em maior quantidade nos tecidos animais e é bem estudado que este possui propriedades anticarcinogênicas e antiaterogênicas. Dessa forma, animais das raças Nelore e Guz x Hol apresentam carnes com qualidade nutricional superior por conterem maior percentual de CLA.

O ácido linolênico (C18:3*cis*9,12,15 ou C18:3*n*-3) também apresentou resultados diferentes entre os grupos genéticos tendo animais Nelore apresentado a maior média. Vale ressaltar que o ácido linolênico é essencial para o bom funcionamento das funções cardíacas, vasculares, sistema endócrino e imunológico, além de favorecer a redução na relação *n*-6/*n*-3.

A influência de grupos genéticos nos percentuais de ácido linolênico foi relatada por: Nuernberg et al. (2005), em Holstein (1,67%) e Simental (2,2%); Nurnberg et al. (1999), em White-Blue Belgian (1,5mg%), Galloway (1,3mg%) e German Holstein (0,7mg%); Itoh et al. (1999), em Angus (0,72%) e Simental

(0,70%) e Garcia et al. (2007), em Angus (0,85%), Charolês x Angus (0,84%) e Holstein Argentino (0,73%). Por outro lado, Malau-Aduli et al. (1997) e Prado et al. (2003) não encontraram diferenças entre as raças.

Para o ácido araquidônico (C20:4*cis*5,8,11,14 ou C20:4*n*-6) o músculo LD de animais Montana mostraram percentuais mais elevados do que as demais raças, com média de 1,23%. Outros autores também relataram diferenças entre raças: Nurnberg et al. (1999), em animais White-Blue Belgian (4,8mg%), Galloway (2,1mg%) e German Holstein (1,5mg%); Nuernberg et al. (2005), em Simental (2,45%) e Holstein (1,45%) e Garcia et al. (2007), em Angus (1,15%), Charolês x Angus (1,20%) Holstein Argentino (1,50%). Entretanto, Prado et al. (2003) não encontraram diferenças entre *Bos indicus* e animais cruzados (1,27%).

O ácido EPA (C20:5*cis*5,8,11,14,17 ou C20:5*n*-3) também apresentou médias superiores nos animais Montana e inferiores nos animais Angus. Nuernberg et al. (2005) relataram comportamento semelhante para o efeito raça entre animais Simental (0,94%) e Holstein (0,58%). Entretanto, Prado et al. (2003) e Garcia et al. (2007) não encontraram diferenças significativas entre as raças (0,62% e 0,31%).

O ácido araquidônico é o produto mais importante da via metabólica dos AG da série *n*-6, pois é incorporado aos fosfolipídeos das membranas celulares para, mais tarde, ser transformado em eicosanóides (prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos) que exercem importantes funções reguladoras. O EPA interfere nas respostas inflamatórias e imunitárias, apresentando efeitos benéficos no tratamento de doenças cardiovasculares e câncer. Devido a isso, pode-se dizer que a carne de animais da raça Montana se sobressai nutricionalmente em comparação com as demais raças.

As médias do ácido DHA (C22:6*cis*4,7,10,13,16,19 ou C22:6*n*-3) foram semelhantes entre as raças estudadas, com resultado médio de 0,10%. Essa

informação confirma o relato de Prado et al. (2003) que encontraram média de 0,05% entre *Bos indicus* e animais cruzados. Entretanto, Nuernberg et al. (2005) encontraram 0,17%, em Simental e 0,15%, em Holstein; Nurnberg et al. (1999), 0,8mg%, em Galloway, 0,01mg%, em German Holstein e 0,0%, em White-Blue Belgian e Garcia et al. (2007), 0,33% em Angus, 0,27%, em Charolês x Angus e 0,10%, em Holstein Argentino.

Avaliando o percentual do  $\Sigma$ AGP, observa-se que os músculos LD de animais da raça Montana e Nelore mostraram maiores médias enquanto os animais da raça Angus apresentaram a menor média. Diferenças entre raças foram relatadas por: Nuernberg et al. (2005), que encontraram valores de 14,29%, em animais Simental e 9,71%, em Holstein; Nurnberg et al. (1999) que apresentaram médias de 26,7mg%, em White-Blue Belgian, 11,8mg%, em Galloway e 8,3mg%, em German Holstein e Malau-Aduli et al. (1997), que descreveram médias de 3,2% para Jersey e 1,8% para Limousin. Entretanto, Latimori et al. (2007) e Garcia et al. (2007) não encontraram diferenças entre as raças estudadas, com médias de 9,0% e 7,98%, respectivamente.

Ao avaliar a relação AGP/AGS, encontraram-se resultados semelhantes entre músculos LD de Montana, Nelore e Guz x Hol, com média de 0,20 e inferior em Angus (0,17). Garcia et al. (2007) relataram média de 0,22 entre as raças estudadas. Segundo Murray et al. (1998), uma elevada proporção de AGP em relação aos AGS na dieta, é o principal fator que determina a redução do colesterol plasmático, condição considerada benéfica na prevenção de doença cardíaca coronariana.

Para o  $\Sigma n-6$ , as médias mais elevadas foram encontradas nos animais Montana e Nelore. Outros autores também relataram diferenças significativas entre raças: Nuernberg et al. (2005), entre animais Simental (9,8%) e Holstein (6,30%) e Nurnberg et al. (1999), entre animais White-Blue Belgian (23,9mg%), Galloway (9,2mg%) e German Holstein (6,8mg%). Entretanto, Latimori et al.

(2007) e Garcia et al. (2007) apresentaram médias semelhantes entre as raças estudadas (5,8% e 6,14%, respectivamente).

Analisando o  $\Sigma n-3$ , constata-se que houve diferença entre as médias dos bovinos Nelore, Montana e Guz x Hol (3,00%), em relação aos bovinos Angus (2,31%). Diferenças entre raças foram citadas por: Nuernberg et al. (2005), em animais Simental (4,70%) e Holstein (3,25%) e por Nurnberg et al. (1999), em White-Blue Belgian (2,9mg%), Galloway (2,6mg%) e German Holstein (1,5mg%). Entretanto, Latimori et al. (2007) e Garcia et al (2007) apresentaram percentuais semelhantes entre as raças estudadas, com médias de 2,9% e 1,84%, respectivamente.

A relação  $n-6/n-3$  não foi afetada pelas raças estudadas, com média geral de 1,71. Latimori et al. (2007) relataram razão de 2,1. Entretanto, Nuernberg et al. (2005) e Garcia et al. (2007) encontraram diferença significativa entre animais Simental (2,04) e Holstein (1,94) e Angus (4,30%), Charolês x Angus (4,12%) e Holstein Argentino (5,59%). Segundo De Smet et al. (2004), a razão  $n-6/n-3$  é muito mais influenciada pela dieta do que pela genética, uma vez que animais alimentados com gramíneas ingerem grandes quantidades de C18:3 $n-3$ , reduzindo essa relação.

Analisando-se os coeficientes de correlação, observa-se que o C18:3 $n-3$  está positivamente relacionado com outros AG da série  $n-3$  como o C20:5 $n-3$  ( $r=0,73$ ) e o C22:6 $n-3$  ( $r=0,57$ ). Entretanto, o C18:3 $n-3$  também está positivamente correlacionado com os AG da série  $n-6$ , como o C18:2 $n-6$  ( $r=0,88$ ) e o C20:4 $n-6$  ( $r=0,67$ ). O coeficiente entre o  $\Sigma n-6$  e  $\Sigma n-3$  é ainda mais elevado ( $r=0,94$ ), mostrando que, na carne, quanto maior o percentual de AGP  $n-6$ , maior a quantidade de AGP  $n-3$  e vice-versa. Isso explica porque a razão  $n-6/n-3$  não foi diferente significativamente.

Nurnberg et al. (1999), encontraram valores superiores ( $p<0,05$ ) nos animais White-Blue Belgian para os AGP e os AG da série  $n-6$  e  $n-3$ , assim

como melhores valores para a relação  $n-6/n-3$  sendo, portanto, melhores nutricionalmente quando comparados com o Galloway e o German Holstein. Nurnberg et al. (1999) destacaram, ainda, que, devido aos animais terem crescido com a mesma alimentação e condições de manutenção, as diferenças entre raças foram, provavelmente, de origem genética.

Prado et al. (2003) avaliaram a composição dos ácidos graxos dos músculos LD de bovinos *Bos indicus* (Nelore) e cruzados *Bos indicus* x *Bos taurus* terminados em pastagens de milheto ou grama-estrela com suplementação mineral ou protéica e mineral. Os autores não encontraram efeito dos grupos genéticos para nenhum dos ácidos graxos avaliados isoladamente e nem para os somatórios, com médias de 44,46% para o  $\Sigma$ AGS, 42,8% para  $\Sigma$ AGM, 11,24% para  $\Sigma$ AGP, 0,25 para a relação AGP/AGS, 5,68% para  $\Sigma n-6$ , 4,73% para  $\Sigma n-3$  e 1,24% para a relação  $n-6/n-3$ .

#### **4.3.2.4 Índices**

Os resultados médios e o erro padrão para índices do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados no sistema a pasto são apresentados na Tabela 13.

**TABELA 13** Médias<sup>a</sup> ajustadas ( $\pm$  erro padrão) dos índices das enzimas envolvidas no metabolismo de AG (%) e índice de aterogenicidade de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados a pasto

Índices	Angus	Guz x Hol	Montana	Nelore
$\Delta^9$ dessaturase 16 <sup>b</sup>	8,74 $\pm$ 0,320 <sup>bc</sup>	9,94 $\pm$ ,280 <sup>a</sup>	8,21 $\pm$ 0,350 <sup>c</sup>	9,53 $\pm$ 0,280 <sup>ab</sup>
$\Delta^9$ dessaturase 18 <sup>c</sup>	63,81 $\pm$ 1,070 <sup>a</sup>	64,71 $\pm$ 0,920 <sup>a</sup>	59,74 $\pm$ 1,160 <sup>b</sup>	64,18 $\pm$ 0,934 <sup>a</sup>
Elongase <sup>d</sup>	67,23 $\pm$ 0,470 <sup>ab</sup>	67,19 $\pm$ 0,410 <sup>ab</sup>	67,74 $\pm$ 0,514 <sup>a</sup>	66,36 $\pm$ 0,416 <sup>b</sup>
Aterogenicidade <sup>e</sup>	0,64 $\pm$ 0,022 <sup>a</sup>	0,62 $\pm$ 0,019 <sup>a</sup>	0,61 $\pm$ 0,024 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,019 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t, a um nível nominal de significância de 5%.

<sup>b</sup>  $100 [(C16:1cis\ 9)/(C16:1cis\ 9 + C16:0)]$

<sup>c</sup>  $100 [(C18:1\ cis\ 9)/(C18:1\ cis\ 9 + C18:0)]$

<sup>d</sup>  $100 [(C18:0 + C18:1\ cis\ 9)/(C16:0 + C16:1cis\ 9 + C18:0 + C18:1\ cis\ 9)]$

<sup>e</sup>  $[C12:0 + 4(C14:0) + C16:0]/(\Sigma AGS + \Sigma AGP)$

Os grupos genéticos alimentados somente com pastagem influenciaram os índices das dessaturases e elongase, entretanto, não foi verificada diferença entre os grupos para o índice de aterogenicidade apresentando média geral de 0,63. Knight et al. (2003) também encontraram valores semelhantes para aterogenicidade no músculo *longissimus lumborum*, com média de 0,68 entre as raças  $\frac{3}{4}$ Jersey  $\frac{1}{4}$ Limousin e  $\frac{3}{4}$ Limousin  $\frac{1}{4}$ Jersey. Russo & Preziuso (2005), estudando a qualidade da carne de bovinos em sistema de produção orgânica, encontraram índice de aterogenicidade de 0,66 no músculo *longissimus thoracis*.

Avaliando a atividade enzimática da  $\Delta^9$  dessaturase 16, responsável pela dessaturação do ácido palmítico em palmitoléico, os animais do grupo Guz x Hol apresentaram maior atividade e os Montana mostraram valor inferior, o que reflete a concentração de C16:1cis9 (maior no Guz x Hol e menor no Montana). Malau-Aduli et al. (1997) também encontraram resultados diferentes entre raças, tendo animais Jersey obtido valor maior (16,8%), quando comparados com Limousin (12,5%).

Knight et al. (2003), estudando os fatores que afetam a composição dos ácidos graxos em carne magra de bovinos alimentados a pasto, encontraram médias de 13,0% em animais  $\frac{3}{4}$  Jersey  $\frac{1}{4}$  Limousin e 11,0% em  $\frac{3}{4}$  Limousin  $\frac{1}{4}$  Jersey para o índice  $\Delta^9$  dessaturase 16. Garcia et al. (2007) relataram média de 14,7% em animais Holstein Argentino, 13,18% em Angus e 12,42% em Charolês x Angus.

Ao ser avaliada a atividade enzimática da  $\Delta^9$  dessaturase 18, os grupos genéticos Guz x Hol, Nelore e Angus revelaram resultados semelhantes, com média de 64,23%, comparados com os animais Montana, que mostraram valor inferior. Seus dados também mostram isso, uma vez que maior média de C18:0 e menor de C18:1cis9 foram relatadas nos animais Montana. Malau-Aduli et al. (2005) também apresentaram resultados para  $\Delta^9$  dessaturase 18, tendo animais Jersey aparecido com maior valor (73,5%) que Limousin (68,4%). Knight et al. (2003) e Garcia et al. (2007) reportaram diferenças significativas, sendo de 72,0% em  $\frac{3}{4}$  Jersey  $\frac{1}{4}$  Limousin e 69,0% em  $\frac{3}{4}$  Limousin  $\frac{1}{4}$  Jersey e 75,38% em Holstein Argentino, 72,54% em Charolês x Angus e 71,33% em Angus, respectivamente.

Com relação ao índice para a enzima elongase de forma geral, o músculo LD dos animais da raça Montana apresentou o maior valor e o dos animais Nelore, menor valor. Diferenças genéticas também foram apresentadas por Malau-Aduli et al. (1997), que calcularam valores de 60,9%, em animais Jersey e 58,9%, em animais Limousin.

Portanto, pode-se sugerir que os músculos LD dos animais da raça Montana possuem enzimas dessaturases menos ativas e elongases mais ativas, quando comparado com as demais raças, visto possuírem maior percentual de AGS e menor de AGM.

#### 4.4 Efeito de raças bovinas terminadas em sistema confinado

##### 4.4.1 Lipídeos totais e colesterol

Os resultados de LT e colesterol para as amostras do músculo LD de bovinos nas diferentes raças estão apresentados na Tabela 14.

**TABELA 14** Médias<sup>a</sup> ajustadas ( $\pm$  erro padrão) para lipídeos totais (%) e colesterol (mg/100g) de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em confinamento

Variáveis	Simental	Holandês	PS x Nel	Tabapuã	Gir
Lipídeos totais	7,64 $\pm$ 0,360 <sup>ab</sup>	6,67 $\pm$ 0,420 <sup>bc</sup>	6,28 $\pm$ 0,380 <sup>c</sup>	7,96 $\pm$ 0,370 <sup>a</sup>	8,37 $\pm$ 0,380 <sup>a</sup>
Colesterol	48,34 $\pm$ 1,13 <sup>b</sup>	25,48 $\pm$ 1,340 <sup>c</sup>	48,38 $\pm$ 1,19 <sup>b</sup>	64,46 $\pm$ 1,17 <sup>a</sup>	67,11 $\pm$ 1,19 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t, a um nível nominal de significância de 5%.

No presente estudo, ao avaliar o teor de LT nas diferentes raças, foram encontradas diferenças e animais zebuínos (Tabapuã e Gir) apresentaram maiores percentuais (média de 8,16%) em relação aos taurinos (Simental e Holandês) e cruzados (PS x Nel).

Alguns autores não encontraram diferenças para LT entre raças. Rodrigues et al. (2004), estudando bovinos Nelore e ½Nelore x Sindi, alimentados com ração, não encontraram diferença para LT entre os animais zebuínos ou cruzados zebuínos (9,9% e 7,9%, respectivamente). Laborde et al. (2001), ao estudarem animais Simental e Red Angus também não encontraram diferenças na gordura intramuscular. Entretanto, Pitchford et al. (2002) encontraram que animais Jersey, Wagyu e Angus obtiveram 25% mais gordura intramuscular do que animais Hereford e South Devon (4,6 e 3,8%), sendo Limousin e Belgian Blue com menores percentuais (18% menos que Hereford). Albrecht et al. (2006) estudaram animais German Angus, Galloway, Holstein-

Friesian e Belgian Blue e encontraram diferenças entre as raças, que foram de 4,24%, 5,45%, 2,79% e 0,63%, respectivamente, aos 24 meses. Dinh (2006), em animais Angus, Romosinuano e Brahman, encontrou 7,00%, 3,53% e 3,56%, respectivamente, ou seja, animais *Bos taurus* mostraram mais LT do que *Bos indicus*.

O teor de colesterol (mg/100g), nos animais SC também foi afetado pelos grupos genéticos. Médias significativamente mais elevadas apareceram nos animais zebuínos (Gir e Tabapuã, com valor médio de 65,78%) do que animais PS x Nel e Simental (média de 48,36 mg/100g), tendo animais da raça Holandês revelado resultados inferiores. Discordando do comportamento do efeito de raças sobre o colesterol, alguns autores descrevem resultados estatisticamente semelhantes entre raças ou grupos genéticos: Wheller et al. (1987), em animais Chianina e cruzas de Hereford x Aberdeen Angus, relataram médias de 63,015 mg/100g e Rodrigues et al. (2004), em bovinos Nelore ou ½Nelore x Sindi, citaram médias de 105,25 mg/100g.

As médias de colesterol, no presente trabalho, variaram de 25,48 a 67,11 mg/100g. Na literatura são encontradas médias de colesterol com variações entre 35,16 a 112,7 mg/100g (Moreira et al., 2003; Arboitte et al., 2004; Padre et al., 2006; Cifuni et al., 2004; Rodrigues et al., 2004).

#### **4.4.2 Ácidos graxos**

A análise de variância revelou diferenças em 28 dos 38 AGs identificados, quando avaliados os AGs de diferentes grupos genéticos terminados em sistema confinado por 90 a 100 dias. Destes, a grande maioria pertence aos AGP (C18:2*cis*9*trans*11; C18:2 não identificado; C18:3n3; C20:3n6; C20:4n6; C20:5n3; C22:2n6; C22:5n3; C22:6n3), sendo um pertencente aos AGS (C24:0).

#### 4.4.2.1 Ácidos graxos saturados

Os resultados médios e erro padrão para ácidos graxos saturados (AGS) do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados no sistema confinado são apresentados na Tabela 15.

**TABELA 15** Médias<sup>a</sup> ajustadas ( $\pm$  erro padrão) para ácidos graxos<sup>b</sup> saturados de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em confinamento

Variáveis	Simental	Holandês	PS x Nel	Tabapuã	Gir
C12:0	0,10 $\pm$ 0,004 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,004 <sup>b</sup>	0,10 $\pm$ 0,004 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,004 <sup>a</sup>	0,09 $\pm$ 0,004 <sup>a</sup>
<sub>i</sub> C14:0	0,10 $\pm$ 0,004 <sup>ab</sup>	0,09 $\pm$ 0,005 <sup>b</sup>	0,07 $\pm$ 0,004 <sup>c</sup>	0,09 $\pm$ 0,004 <sup>b</sup>	0,11 $\pm$ 0,004 <sup>a</sup>
C14:0	3,33 $\pm$ 0,078 <sup>b</sup>	2,83 $\pm$ 0,092 <sup>c</sup>	2,80 $\pm$ 0,081 <sup>c</sup>	3,63 $\pm$ 0,081 <sup>a</sup>	3,16 $\pm$ 0,082 <sup>b</sup>
<sub>i</sub> C15:0	0,33 $\pm$ 0,011 <sup>b</sup>	0,28 $\pm$ 0,013 <sup>c</sup>	0,18 $\pm$ 0,011 <sup>e</sup>	0,22 $\pm$ 0,011 <sup>d</sup>	0,37 $\pm$ 0,011 <sup>a</sup>
<sub>a</sub> C15:0	0,34 $\pm$ 0,011 <sup>b</sup>	0,27 $\pm$ 0,013 <sup>cd</sup>	0,26 $\pm$ 0,012 <sup>d</sup>	0,27 $\pm$ 0,012 <sup>cd</sup>	0,38 $\pm$ 0,012 <sup>a</sup>
C15:0	0,53 $\pm$ 0,014 <sup>b</sup>	0,46 $\pm$ 0,017 <sup>c</sup>	0,40 $\pm$ 0,015 <sup>d</sup>	0,46 $\pm$ 0,015 <sup>c</sup>	0,56 $\pm$ 0,015 <sup>a</sup>
<sub>i</sub> C16:0	0,26 $\pm$ 0,009 <sup>b</sup>	0,22 $\pm$ 0,010 <sup>c</sup>	0,23 $\pm$ 0,009 <sup>bc</sup>	0,24 $\pm$ 0,009 <sup>bc</sup>	0,300 $\pm$ 0,009 <sup>a</sup>
C16:0	25,74 $\pm$ 0,303 <sup>ab</sup>	25,90 $\pm$ 0,357 <sup>a</sup>	24,71 $\pm$ 0,318 <sup>c</sup>	24,82 $\pm$ 0,313 <sup>bc</sup>	24,43 $\pm$ 0,318 <sup>c</sup>
<sub>i</sub> C17:0	0,54 $\pm$ 0,013 <sup>a</sup>	0,48 $\pm$ 0,015 <sup>b</sup>	0,35 $\pm$ 0,013 <sup>c</sup>	0,37 $\pm$ 0,013 <sup>c</sup>	0,55 $\pm$ 0,013 <sup>a</sup>
<sub>a</sub> C17:0	0,14 $\pm$ 0,011 <sup>ab</sup>	0,15 $\pm$ 0,013 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,011 <sup>c</sup>	0,11 $\pm$ 0,011 <sup>bc</sup>	0,12 $\pm$ 0,011 <sup>abc</sup>
C17:0	1,18 $\pm$ 0,025 <sup>b</sup>	1,15 $\pm$ 0,030 <sup>b</sup>	0,93 $\pm$ 0,027 <sup>c</sup>	1,12 $\pm$ 0,026 <sup>b</sup>	1,31 $\pm$ 0,027 <sup>a</sup>
C18:0	18,90 $\pm$ 0,491 <sup>b</sup>	19,02 $\pm$ 0,580 <sup>b</sup>	22,47 $\pm$ 0,516 <sup>a</sup>	22,97 $\pm$ 0,507 <sup>a</sup>	23,67 $\pm$ 0,516 <sup>a</sup>
C20:0	0,17 $\pm$ 0,010 <sup>b</sup>	0,16 $\pm$ 0,012 <sup>b</sup>	0,17 $\pm$ 0,010 <sup>b</sup>	0,18 $\pm$ 0,011 <sup>ab</sup>	0,21 $\pm$ 0,011 <sup>a</sup>
C24:0	0,05 $\pm$ 0,006 <sup>a</sup>	0,05 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>	0,05 $\pm$ 0,006 <sup>a</sup>	0,04 $\pm$ 0,006 <sup>a</sup>	0,05 $\pm$ 0,006 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AGS	51,73 $\pm$ 0,565 <sup>b</sup>	51,14 $\pm$ 0,667 <sup>b</sup>	52,81 $\pm$ 0,594 <sup>b</sup>	54,61 $\pm$ 0,584 <sup>a</sup>	55,30 $\pm$ 0,594 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t, a um nível nominal de significância de 5%.

<sup>b</sup> Valores percentuais em proporções relativas à soma ds áreas dos picos observados na cromatografia gasosa. *i iso*, *a anteiso*

O somatório dos AG ramificados foi superior nos animais Gir (1,83%), seguido pelos Simental (1,71%), Holandês (1,49%), Tabapuã (1,30%) e PS x Nel (1,19%). Essa relação foi à mesma para AG ímpares ramificados, sendo Gir com 3,70%, Simental com 3,42%, Holandês com 3,10%, Tabapuã com 2,88% e PS x Nel com 2,52%, ressaltando a influência das raças nos percentuais de AG ímpares ramificados. Dessa forma, pode-se concluir que animais Gir apresentaram maiores teores de AG considerados anticarcinogênicos.

Os percentuais médios do ácido mirístico (C14:0) foram afetados significativamente pelos grupos genéticos. A carne dos animais da raça Tabapuã apresentou percentual superior à dos demais, sendo os das raças Holandês e Pardo Suíço x Nelore inferiores (média de 2,81%). Resultado semelhante para o efeito raça foi descrito por Dinh (2006), que encontrou médias distintas para o ácido mirístico, entre animais Angus (3,66%), Brahman (3,44%) e Romosinuano (2,93%).

Oka et al. (2002), estudando animais de mesma raça (Japanese Black Wagyu), mas agrupados em famílias A, B e C por familiaridade, encontraram diferenças para o C14:0 com valores médios na ordem de 3%. St. John et al. (1991), estudando a composição dos ácidos graxos do tecido adiposo de Braford e Angus, alimentados com uma dieta de alta energia à base de milho e algodão, encontraram resultados significativamente diferentes para o C14:0, que foi maior nos animais Braford (3,50%), quando comparado com Angus (2,9%). Entretanto, Rodrigues et al. (2004) não relataram diferença entre animais zebuínos (Nelore) ou cruzados ( $\frac{1}{2}$  Nelore x Sindi), quanto ao percentual de C14:0, com média de 1,12%, assim como Laborde et al. (2001), entre animais Simental e Red Angus, com média de 3,12%. Yang et al. (1999), comparando a composição de ácidos graxos da gordura subcutânea de bovinos japoneses (Wagyu, Wagyu x Angus, Dairy e Murray Grey) com bovinos australianos

(Angus, Angus x Hereford, Jersey e Murray Grey) também não encontraram diferenças entre eles, apresentando média de 3,1% de C14:0.

Os percentuais médios do AG palmítico (C16:0) diferiram entre as raças estudadas. Houve tendência de as raças taurinas apresentarem os maiores percentuais, pois os animais das raças Holandês e Simental foram significativamente superiores. Esse efeito de raça nos percentuais de C16:0 também foi reportado por: Dinh (2006), em animais Angus (29,22%), Brahman (27,24%) e Romosinuano (26,34%); Oka et al. (2002), nos diferentes grupos familiares e Yang et al. (1999), em animais australianos (25,7%) e japoneses (23,00%). Porém, a ausência de efeito de raças sobre o C16:0 foi descrita por Rodrigues et al. (2004), em animais zebuínos (Nelore) ou cruzados (½Nelore x Sindi), com média de 26,55%; Laborde et al. (2001), em animais Simental ou Red Angus, com média de 26,61% e St. John et al. (1991), em animais Braford e Angus, com média de 24,05%.

No presente estudo, houve diferenças significativas entre as raças ao ser avaliado o valor percentual médio do ácido esteárico (C18:0). De acordo com os resultados mostrados na Tabela 15, observa-se que o C18:0 apresentou percentuais maiores na carne de animais *Bos indicus* e cruzados em relação aos *Bos taurus*. Assim, os animais das raças Gir, Tabapuã e meio sangue PS x Nel possuem percentuais superiores (média de 23,04%) aos animais Holandês e Simental (média de 18,96%). Yang et al. (1999) relataram diferenças entre bovinos australianos (19,1%) e japoneses (6,7%). Entretanto, outros autores não encontraram esse efeito: Dinh (2006), em animais Angus, Brahman e Romosinuano (com média geral de 14,60%); Laborde et al. (2001), em animais Simental e Red Angus (com média de 12,50%) e St. John et al. (1991), em animais Braford e Angus (13,60%).

Analisando o somatório dos ácidos graxos saturados ( $\Sigma$ AGS), observa-se que os animais zebuínos mostraram percentuais mais elevados em relação aos

taurinos e cruzados. Os animais Gir e Tabapuã apresentaram valores médios superiores (média de 54,95%), enquanto que os animais PS x Nel, Simental e Holandês mostraram resultados inferiores (média de 51,89%). Resultados semelhantes para o efeito raça sobre o  $\Sigma$ AGS foram relatados por: Rodrigues et al. (2004), em Nelore (42,1%) e ½Nelore x Sindi (39,8%); Dinh (2006), em animais Angus (47,36%), Brahman (45,88%) e Romosinuano (43,68%) e Yang et al. (1999), entre animais australianos (50,5%) e japoneses (34,4%). Entretanto, Laborde et al. (2001) não encontraram diferenças entre Simental e Angus (com média de 45,17%). Dessa forma, animais *Bos indicus* terminados com concentrados apresentam mais AG responsáveis pela elevação do colesterol do plasma.

#### **4.4.2.2 Ácidos graxos monoinsaturados**

Os resultados médios e o erro padrão para os ácidos graxos monoinsaturados do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados no sistema confinado são apresentados na Tabela 16. As raças afetaram significativamente todos os ácidos graxos estudados.

**TABELA 16** Médias<sup>a</sup> ajustadas ( $\pm$  erro padrão) para os ácidos graxos<sup>b</sup> monoinsaturados de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em confinamento

Variáveis	Simental	Holandês	PS x Nel	Tabapuã	Gir
C14:1 <i>cis</i> 9	0,59 $\pm$ 0,027 <sup>a</sup>	0,54 $\pm$ 0,031 <sup>ab</sup>	0,39 $\pm$ 0,028 <sup>d</sup>	0,51 $\pm$ 0,02 <sup>abc</sup>	0,42 $\pm$ 0,028 <sup>cd</sup>
C16:1 isômeros <sup>c</sup>	0,31 $\pm$ 0,009 <sup>a</sup>	0,29 $\pm$ 0,010 <sup>ab</sup>	0,27 $\pm$ 0,009 <sup>b</sup>	0,26 $\pm$ 0,009 <sup>b</sup>	0,30 $\pm$ 0,009 <sup>a</sup>
C16:1 <i>cis</i> 9(C16:1 <i>n</i> -7)	3,46 $\pm$ 0,080 <sup>a</sup>	3,29 $\pm$ 0,094 <sup>a</sup>	2,46 $\pm$ 0,084 <sup>b</sup>	2,50 $\pm$ 0,083 <sup>b</sup>	2,66 $\pm$ 0,084 <sup>b</sup>
C17:1 <i>cis</i> 9	0,68 $\pm$ 0,066 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,078 <sup>a</sup>	0,41 $\pm$ 0,069 <sup>b</sup>	0,49 $\pm$ 0,068 <sup>ab</sup>	0,57 $\pm$ 0,069 <sup>ab</sup>
C18:1 <i>cis</i> 9(C18:1 <i>n</i> -9)	33,78 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>	34,65 $\pm$ 0,56 <sup>a</sup>	31,60 $\pm$ 0,50 <sup>b</sup>	30,95 $\pm$ 0,49 <sup>b</sup>	31,36 $\pm$ 0,50 <sup>b</sup>
C18:1 <i>cis</i> 11(C18:1 <i>n</i> -7)	1,16 $\pm$ 0,034 <sup>a</sup>	1,18 $\pm$ 0,040 <sup>a</sup>	1,12 $\pm$ 0,036 <sup>a</sup>	0,97 $\pm$ 0,035 <sup>b</sup>	0,91 $\pm$ 0,036 <sup>b</sup>
C18:1 <i>cis</i> 12	0,15 $\pm$ 0,015 <sup>cd</sup>	0,12 $\pm$ 0,017 <sup>d</sup>	0,62 $\pm$ 0,016 <sup>a</sup>	0,40 $\pm$ 0,015 <sup>b</sup>	0,18 $\pm$ 0,016 <sup>c</sup>
C18:1 <i>cis</i> 13	0,22 $\pm$ 0,011 <sup>b</sup>	0,27 $\pm$ 0,013 <sup>a</sup>	0,17 $\pm$ 0,012 <sup>c</sup>	0,19 $\pm$ 0,011 <sup>bc</sup>	0,17 $\pm$ 0,012 <sup>c</sup>
C18:1 <i>cis</i> 14	0,22 $\pm$ 0,018 <sup>c</sup>	0,23 $\pm$ 0,021 <sup>c</sup>	0,45 $\pm$ 0,019 <sup>a</sup>	0,37 $\pm$ 0,018 <sup>b</sup>	0,33 $\pm$ 0,019 <sup>b</sup>
C18:1 <i>trans</i> 6,8,9 <sup>d</sup>	0,46 $\pm$ 0,023 <sup>c</sup>	0,43 $\pm$ 0,027 <sup>c</sup>	0,76 $\pm$ 0,024 <sup>a</sup>	0,69 $\pm$ 0,024 <sup>a</sup>	0,56 $\pm$ 0,024 <sup>b</sup>
C18:1 <i>trans</i> 10,11,12 <sup>e</sup>	1,99 $\pm$ 0,080 <sup>b</sup>	1,78 $\pm$ 0,095 <sup>b</sup>	2,60 $\pm$ 0,085 <sup>a</sup>	2,70 $\pm$ 0,084 <sup>a</sup>	2,55 $\pm$ 0,085 <sup>a</sup>
C20:1 <i>cis</i> 11	0,35 $\pm$ 0,016 <sup>a</sup>	0,38 $\pm$ 0,019 <sup>a</sup>	0,27 $\pm$ 0,017 <sup>b</sup>	0,34 $\pm$ 0,016 <sup>a</sup>	0,38 $\pm$ 0,017 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AGM	43,36 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	43,82 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>	41,11 $\pm$ 0,53 <sup>b</sup>	40,38 $\pm$ 0,53 <sup>b</sup>	40,41 $\pm$ 0,53 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t, a um nível nominal de significância de 5%.

<sup>b</sup> Valores % em proporções relativas à soma das áreas dos picos observados na cromatografia gasosa.

<sup>c</sup>  $\Sigma$  dos isômeros C16:1 não identificados

<sup>d</sup>  $\Sigma$  dos AG C18:1 *trans* 6 , C18:1 *trans* 8 , C18:1 *trans* 9

<sup>e</sup>  $\Sigma$  dos AG C18:1 *trans* 10 , C18:1 *trans* 11 , C18:1 *trans* 12

Analisando-se o AGM C14:1*cis*9, percebe-se que houve diferença significativa entre as raças (TABELA 16). Esses resultados confirmam os relatos de: Dinh (2006), em animais Angus (0,93%), Brahman (0,85%) e Romosinuano (0,61%); Laborde et al. (2001), em Simental (0,83%) e Red Angus (0,55%); Yang et al. (1999), em animais japoneses (2,5%) e australianos (0,7%). Mesmo, entre animais da mesma raça, com famílias genéticas diferentes, Oka et al.

(2002) descreveram percentuais diferentes entre os grupos. Porém, St. John et al. (1991) relataram percentuais semelhantes em animais Braford e Angus (1,45%).

O ácido C16:1*cis*9 (C16:1*n*-7) apresentou resultados bem distintos entre os grupos genéticos, em que os maiores percentuais foram encontrados para animais taurinos Simental e Holandês (média de 3,37%). Os animais zebuínos e cruzados apresentaram valores inferiores aos taurinos, porém, semelhantes entre eles (2,54%). Diferenças genéticas também foram citadas por Yang et al. (1999) e Laborde et al. (2001), entre os animais japoneses (8,1%) e australianos (3,3%) e Simental (4,01%) e Red Angus (3,13%). Por outro lado, não citaram diferenças entre raças: Dinh (2006), em Angus, Brahman e Romosinuano (com média de 3,4%); Rodrigues et al. (2004), em Nelore e ½Nelore x Sindi (com média de 3,85%) e St. John et al. (1991), entre animais Angus e Braford (com média de 7,0%).

No presente estudo, os AGM C18:1 apresentaram diferenças entre as raças avaliadas. O percentual de ácido oléico (C18:1*cis*9 ou C18:1*n*-9) revelou diferenças significativas entre taurinos, zebuínos e cruzados com valores maiores (média de 34,21%) na carne dos animais das raças Simental e Holandês e menores (média de 31,30%) nos animais PS x Nel, Tabapuã e Gir. Yang et al. (1999) também encontraram percentuais significativos entre as raças de animais japoneses (44,8%) e australianos (39,0%). Entretanto, Laborde et al. (2001), com média de 39,95%, Rodrigues et al. (2004), com média de 36,4% e Dinh (2006), com média de 40,89%, não encontraram diferenças significativas entre as raças estudadas.

Analisando o percentual de ácidos graxos *trans*, nota-se que houve tendência de os animais zebuínos e cruzados apresentarem maior quantidade. Assim, para os C18:1*trans*6,8,9, animais PS x Nel e Tabapuã revelaram maiores percentuais (média de 0,72%), seguidos pelos animais Gir e, por último, animais Simental e Holandês (média de 0,44%); para os C18:1*trans*10,11,12,

animais PS x Nel, Tabapuã e Gir revelaram maiores percentuais (média de 2,62%), seguidos pelos animais Simental e Holandês, que apresentaram os menores percentuais (média de 1,88%). Dinh (2006) também encontrou diferenças entre as raças Angus (2,20%), Brahman (2,05%) e Romosinuano (3,53%) para o C18:1*trans*. Yang et al. (1999) revelaram diferenças para o C18:1*trans*11, formado como intermediário na biohidrogenação rumenal, com percentuais de 2,3% em animais australianos e 1,9% em animais japoneses.

Para o  $\Sigma$ AGM, observa-se que, no presente estudo, foram encontradas diferenças significativas entre as raças as quais foram opostas às encontradas para o  $\Sigma$ AGS. Os animais Simental e Holandês apresentaram resultados mais elevados e semelhantes (43,59%), enquanto os animais PS x Nelore, Tabapuã e Gir mostraram valores inferiores e semelhantes (40,63%). Os AGM são considerados benéficos à saúde humana por reduzirem as concentrações de LDL sem alteração nas concentrações de HDL, semelhante aos AGP. Animais *Bos taurus* terminados com concentrados apresentaram maior quantidade de AG considerados nutricionalmente melhores.

Oka et al. (2002) investigaram os efeitos genéticos de animais Japanese Black Wagyu alimentados com uma dieta de concentrado por 365 dias sobre a composição de AG na gordura da carcaça e encontraram médias de  $\Sigma$ AGM diferentes entre os grupos familiares. Japanese Black apresentou percentagens (de 50,33% a 52,83%) de AGM mais elevadas, quando comparado com os animais do presente estudo e isso pode ter sido resultado da maior atividade da enzima  $\Delta^9$  dessaturase 18 nesses animais.

Oka et al. (2002) concluíram que fatores genéticos afetaram a composição dos AG nos animais Japanese Black Wagyu e que seus ancestrais tiveram fatores genéticos que contribuíram para as diferenças encontradas, já que os animais de certo grupo cresceram mais que os outros. Pitchford et al. (2002), avaliando o efeito genético de sete raças, relataram maiores percentuais

para o  $\Sigma$ AGM em animais Jersey e Wagyu (49,0%), quando comparados com Angus, Hereford, South Devon, Limousin e Belgian Blue (47,0%). Yang et al. (1999) também encontraram diferenças entre raças ao avaliarem animais japoneses (58,5%) e australianos (46,1%). Por outro lado, St. John et al. (1991), com média de 53,9%; Rodrigues et al. (2004), com média de 43,25%; Laborde et al. (2001), com média de 47,32% e Dinh (2006), com média de 48,14%, não encontraram diferenças entre os grupos genéticos estudados para o  $\Sigma$ AGM.

Os grupos genéticos afetam os AGM, de forma que o total de AGM foi superior nos animais taurinos (Simental e Holandês), nos quais aparecem percentuais mais elevados de C14:1*cis*9, C16:1*cis*9, C17:1*cis*9, C18:1*cis*9, C18:1*cis*11 e C18:1*cis*13. Entretanto, as raças cruzadas (Pardo Suíço x Nelore) e zebuínas (Tabapuã e Gir) prevalecem com maiores percentuais os AG C18:1*trans*6,8,9 e C18:1*trans*10,11,12.

#### **4.4.2.3 Ácidos graxos poliinsaturados**

Os resultados médios e o erro padrão para os ácidos graxos poliinsaturados do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados no sistema confinado são apresentados na Tabela 17. Os AGP afetados pelo efeito raça foram apenas 4 dos 12 AG quantificados.

**TABELA 17** Médias<sup>a</sup> ajustadas ( $\pm$  erro padrão) para os ácidos graxos<sup>b</sup> poliinsaturados de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em confinamento

Variáveis	Simental	Holandês	PS x Nel	Tabapuã	Gir
C18:2 isômeros <sup>c</sup>	0,52 $\pm$ 0,020 <sup>cd</sup>	0,51 $\pm$ 0,023 <sup>d</sup>	0,64 $\pm$ 0,021 <sup>a</sup>	0,60 $\pm$ 0,020 <sup>ab</sup>	0,58 $\pm$ 0,021 <sup>bc</sup>
C18:2 <i>cis</i> 15 <i>trans</i> 11	0,14 $\pm$ 0,011 <sup>bc</sup>	0,16 $\pm$ 0,013 <sup>ab</sup>	0,08 $\pm$ 0,011 <sup>d</sup>	0,13 $\pm$ 0,011 <sup>c</sup>	0,19 $\pm$ 0,011 <sup>a</sup>
C18:2 <i>cis</i> 9,12 (C18:2 <i>n</i> -6)	2,39 $\pm$ 0,154 <sup>b</sup>	2,35 $\pm$ 0,182 <sup>b</sup>	3,61 $\pm$ 0,162 <sup>a</sup>	2,78 $\pm$ 0,159 <sup>b</sup>	1,94 $\pm$ 0,162 <sup>c</sup>
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11 (CLA)	0,42 $\pm$ 0,018 <sup>a</sup>	0,44 $\pm$ 0,021 <sup>a</sup>	0,41 $\pm$ 0,019 <sup>a</sup>	0,45 $\pm$ 0,018 <sup>a</sup>	0,43 $\pm$ 0,019 <sup>a</sup>
C18:2 não identificado	0,06 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>	0,06 $\pm$ 0,009 <sup>a</sup>	0,06 $\pm$ 0,008 <sup>a</sup>	0,05 $\pm$ 0,008 <sup>a</sup>	0,04 $\pm$ 0,008 <sup>a</sup>
C18:3 <i>cis</i> 9,12,15 (C18:3 <i>n</i> -3)	0,16 $\pm$ 0,037 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,044 <sup>a</sup>	0,14 $\pm$ 0,039 <sup>a</sup>	0,13 $\pm$ 0,038 <sup>a</sup>	0,14 $\pm$ 0,039 <sup>a</sup>
C20:3 <i>cis</i> 8,11,14 (C20:3 <i>n</i> -6)	0,09 $\pm$ 0,014 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,017 <sup>a</sup>	0,08 $\pm$ 0,015 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,015 <sup>a</sup>	0,08 $\pm$ 0,015 <sup>a</sup>
C20:4 <i>cis</i> 5,8,11,14 (C20:4 <i>n</i> -6)	0,17 $\pm$ 0,062 <sup>a</sup>	0,19 $\pm$ 0,073 <sup>a</sup>	0,15 $\pm$ 0,065 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,064 <sup>a</sup>	0,13 $\pm$ 0,065 <sup>a</sup>
C20:5 <i>cis</i> 5,8,11,14,17 (C20:5 <i>n</i> -3)	0,12 $\pm$ 0,033 <sup>a</sup>	0,13 $\pm$ 0,039 <sup>a</sup>	0,08 $\pm$ 0,035 <sup>a</sup>	0,09 $\pm$ 0,034 <sup>a</sup>	0,10 $\pm$ 0,035 <sup>a</sup>
C22:2 <i>cis</i> 13,16 (C22:2 <i>n</i> -6)	0,46 $\pm$ 0,026 <sup>a</sup>	0,53 $\pm$ 0,030 <sup>a</sup>	0,54 $\pm$ 0,027 <sup>a</sup>	0,32 $\pm$ 0,027 <sup>b</sup>	0,35 $\pm$ 0,027 <sup>b</sup>
C22:5 <i>cis</i> 7,10,13,16,19 (C22:5 <i>n</i> -3)	0,30 $\pm$ 0,039 <sup>a</sup>	0,35 $\pm$ 0,047 <sup>a</sup>	0,23 $\pm$ 0,040 <sup>a</sup>	0,22 $\pm$ 0,041 <sup>a</sup>	0,25 $\pm$ 0,041 <sup>a</sup>
C22:6 <i>cis</i> 4,7,10,13,16,19 (C22:6 <i>n</i> -3)	0,08 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,008 <sup>a</sup>	0,07 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>	0,06 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>	0,06 $\pm$ 0,007 <sup>a</sup>
$\Sigma$ AGP	4,91 $\pm$ 0,318 <sup>b</sup>	5,04 $\pm$ 0,375 <sup>b</sup>	6,08 $\pm$ 0,334 <sup>a</sup>	5,01 $\pm$ 0,328 <sup>b</sup>	4,29 $\pm$ 0,334 <sup>b</sup>
Relação AGP/AGS	0,10 $\pm$ 0,008 <sup>ab</sup>	0,10 $\pm$ 0,009 <sup>ab</sup>	0,12 $\pm$ 0,008 <sup>a</sup>	0,09 $\pm$ 0,008 <sup>b</sup>	0,08 $\pm$ 0,008 <sup>b</sup>
$\Sigma n-6^d$	3,11 $\pm$ 0,223 <sup>bc</sup>	3,16 $\pm$ 0,264 <sup>bc</sup>	4,37 $\pm$ 0,235 <sup>a</sup>	3,28 $\pm$ 0,231 <sup>b</sup>	2,50 $\pm$ 0,235 <sup>c</sup>
$\Sigma n-3^e$	0,66 $\pm$ 0,112 <sup>a</sup>	0,71 $\pm$ 0,126 <sup>a</sup>	0,52 $\pm$ 0,112 <sup>a</sup>	0,51 $\pm$ 0,110 <sup>a</sup>	0,55 $\pm$ 0,112 <sup>a</sup>
Relação <i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	4,81 $\pm$ 0,201 <sup>c</sup>	4,53 $\pm$ 0,238 <sup>c</sup>	8,76 $\pm$ 0,212 <sup>a</sup>	6,55 $\pm$ 0,208 <sup>b</sup>	4,62 $\pm$ 0,212 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t, a um nível nominal de significância de 5%.

<sup>b</sup> Valores % em proporções relativas à soma das áreas dos picos observados na cromatografia gasosa.

<sup>c</sup>  $\Sigma$  dos isômeros C18:2 não identificados

<sup>d</sup>  $\Sigma$  de AG da série ômega 6: C18:2 *cis* 9,12 + C20:3 *cis* 8,11,14 + C20:4 *cis* 5,8,11,14 + C22:2 *cis* 13,16

<sup>e</sup>  $\Sigma$  de AG da série ômega 3: C18:3 *cis* 9,12,15 + C20:5 *cis* 5,8,11,14,17 + C22:5 *cis* 7,10,13,16,19 + C22:6 *cis* 4,7,10,13,16,19.

Para o ácido linoléico (C18:2*cis*9,12 ou C18:2*n*-6), animais PS x Nel mostraram médias superiores. Yang et al. (1999) também apresentaram percentuais diferentes entre as raças dos animais japoneses (3,0%) e australianos (1,4%). Entretanto, Laborde et al. (2001) não encontraram diferenças significativas, com médias de 3,47%, assim como Rodrigues et al. (2004), com percentual médio de 5,40%.

Para o C18:2*cis*9*trans*11 (CLA), não houve ( $P>0,05$ ) diferenças significativas, tendo sido encontrados percentuais médios de 0,45%. Laborde et al. (2001) também não verificaram efeito de raça entre animais Simental e Red Angus (com média de 0,35%).

Muitos autores não especificam o tipo de ácido graxo encontrado, identificando-os apenas como C18:2. Dessa forma, Dinh (2006) relatou percentuais significativamente diferentes entre as raças estudadas, de 6,16% (Romosinuano), 4,75% (Brahman) e 3,34% (Angus), assim como St. John et al. (1991), com percentuais de 4,6% (Angus) e 3,7% (Braford). Entretanto, Oka et al. (2002), não encontraram diferença significativa entre animais de diferentes grupos genéticos, apresentando média de 2,01%.

O ácido linolênico (C18:3*cis*9,12,15 ou C18:3*n*-3) não mostrou diferenças ( $P>0,05$ ) entre as raças, com média geral de 0,15%. Resultados também não significativos foram relatados por: Yang et al. (1999), com média de 0,6%; Laborde et al. (2001), com média de 0,43%; Rodrigues et al. (2004), com média de 0,47%; Dinh (2006), com média de 0,17% e Oka et al. (2002), com média de 0,04%. Entretanto, St John et al. (1991) encontraram resultados significativos para o C18:3, com percentuais de 1,4% nos animais Angus e 0,90% nos animais Braford.

No presente estudo, não foram encontradas diferenças ( $P>0,05$ ) para o ácido araquidônico (C20:4*cis*5,8,11,14 ou C20:4*n*-6), com média geral de 0,15%. Resultados também não significativos foram relatados por Laborde et al.

(2001), com média de 0,55% para animais Simental e Red Angus e por Rodrigues et al. (2004), com média de 1,03% para animais Nelore e ½Nelore x Sindi.

O ácido C20:5*cis*5,8,11,14,17 ou C20:5*n*-3 (EPA) também não revelou diferenças significativas, sendo de 0,10% a média geral de todas as raças. Rodrigues et al. (2004) apresentaram resultados semelhantes aos do presente estudo, com média geral de 0,28%. Entretanto, Laborde et al. (2001) encontraram diferenças ao comparar animais Simental (0,14%) e Red Angus (0,22%).

O ácido DHA (C22:6*cis*4,7,10,13,16,19 ou C22:6*n*-3) foi semelhante ( $P>0,05$ ) entre as raças, com média de 0,07%. Laborde et al. (2001) encontraram médias também semelhantes de 0,06%, assim como no trabalho de Rodrigues et al. (2004), com percentual médio de 0,22%.

O  $\Sigma$ AGP mostrou que os músculos LD dos animais PS x N possuem os percentuais mais elevados, quando comparados com as outras raças. As raças Simental, Holandês, Tabapuã e Gir apresentaram resultados semelhantes (4,81%), porém, inferiores aos animais PS x Nel. Pode-se observar, na Tabela 17, que a superioridade dos animais Pardo Suíço x Nelore em relação às outras raças para o  $\Sigma$ AGP foi devido à superioridade no percentual do C18:2*n*-6. Esses dados confirmam o efeito de raças sobre o  $\Sigma$ AGP, descrito por Rodrigues et al. (2004), em animais ½Nelore x Sindi (8,95%) e Nelore (7,27%); Laborde et al. (2001), em animais Red Angus (6,20%) e Simental (5,51%); Dinh (2006), em animais Romosinuano (7,94%), Brahman (6,41%) e Angus (4,31%) e St. John et al. (1991), em animais Angus (6,0%) e Braford (4,6%).

Analisando-se a relação AGP/AGS, observa-se que os músculos LD dos animais da raça PS x Nel apresentaram valores superiores (0,12), com os zebuínos Tabapuã e Gir apresentando valores mais baixos e os taurinos Simental e Holandês com médias similares a ambos. Porém, Laborde et al. (2001) e

Rodrigues et al. (2004) não encontraram diferença entre as médias das raças estudadas, relatando médias gerais de 0,13% e 0,20%, respectivamente.

Para o  $\Sigma n-6$ , os animais PS x Nel também revelaram os maiores percentuais, com a raça Gir apresentando menor percentual. Entretanto, resultados contrários foram reportados por Laborde et al. (2001), que não encontraram diferença entre as raças Simental e Red Angus, com média geral de 4,28%, e por Latimori et al. (2007), com média de 8,1% em animais Angus, Charolês x Angus e Holstein argentino.

Segundo Curi et al. (2002), um aumento na quantidade de ácido linoléico eleva a razão de  $n-6/n-3$ , o que representa grande risco para alguns tipos de câncer. O excesso de ácidos graxos da família  $n-6$  também influencia no início e no progresso da aterogênese, por meio da conversão de eicosanóides bioativos. Portanto, animais cruzados Pardo Suíço x Nelore, apesar de possuírem mais AGP, não apresentam uma adequada distribuição dos mesmos.

Quanto ao  $\Sigma n-3$ , não foi encontrada diferença ( $P>0,05$ ) entre as raças, com média geral de 0,59%. Latimori et al. (2007) relataram média de 0,9% entre as raças estudadas. Entretanto, Laborde et al. (2001) encontraram diferenças nos AG  $n-3$  no músculo LD de bovinos das raças Red Angus e Simental (1,33% e 1,04%, respectivamente).

Dessa forma, as diferenças entre as raças na relação  $n-6/n-3$  apresentaram-se de forma relativamente semelhante aos do  $\Sigma n-6$ , sendo mais elevadas para os animais PS x Nel, seguidas pelos animais Tabapuã e, depois, pelos animais Simental, Gir e Holandês, que apresentaram médias semelhantes (4,65). Laborde et al. (2001) também relataram diferenças na razão  $n-6/n-3$ , sendo maior nos animais Simental (4,42) do que nos Red Angus (3,54). Rodrigues et al. (2004) também encontraram resultados significativos, com maior razão nos animais cruzados  $\frac{1}{2}$ Nelore x Sindi (8,80) que nos zebuínos Nelore (6,08).

Segundo dados do Department of Health (1994), a relação  $n-6/n-3$  deve ser menor que 4:1 para uma dieta saudável. A alimentação à base de concentrado eleva essa relação por conter elevados teores de AG  $n-6$  nos grãos. Nos músculos LD das raças avaliadas neste experimento, todos apresentaram razão maior que 4, ou seja, não recomendada para a dieta. Entretanto, a razão maior foi de 8,76 em animais Pardo Suíço x Nelore, revelando carnes com menores qualidades nutricionais.

#### 4.4.2.4 Índices

Os resultados médios e erro padrão para os índices de  $\Delta^9$  dessaturases, alongase e aterogenicidade no músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados no sistema confinado são apresentados na Tabela 18.

**TABELA 18** Médias<sup>a</sup> ajustadas ( $\pm$  erro padrão) dos índices das enzimas envolvidas no metabolismo de AG (%) e índice de aterogenicidade de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em confinamento

Índices	Simental	Holandês	PS x Nel	Tabapuã	Gir
$\Delta^9$ dessaturase16 <sup>b</sup>	11,85 $\pm$ 0,253 <sup>a</sup>	11,25 $\pm$ 0,300 <sup>a</sup>	9,08 $\pm$ 0,270 <sup>b</sup>	9,14 $\pm$ 0,261 <sup>b</sup>	9,82 $\pm$ 0,270 <sup>b</sup>
$\Delta^9$ dessaturase18 <sup>c</sup>	64,15 $\pm$ 0,842 <sup>a</sup>	64,61 $\pm$ 0,993 <sup>a</sup>	58,36 $\pm$ 0,885 <sup>b</sup>	57,43 $\pm$ 0,870 <sup>b</sup>	57,04 $\pm$ 0,885 <sup>b</sup>
Elongase <sup>d</sup>	64,34 $\pm$ 0,375 <sup>b</sup>	64,80 $\pm$ 0,442 <sup>b</sup>	66,57 $\pm$ 0,393 <sup>a</sup>	66,35 $\pm$ 0,387 <sup>a</sup>	67,01 $\pm$ 0,393 <sup>a</sup>
Aterogenicidade <sup>e</sup>	0,81 $\pm$ 0,017 <sup>bc</sup>	0,77 $\pm$ 0,020 <sup>c</sup>	0,77 $\pm$ 0,018 <sup>c</sup>	0,87 $\pm$ 0,018 <sup>a</sup>	0,83 $\pm$ 0,018 <sup>ab</sup>

<sup>a</sup> Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t, a um nível nominal de significância de 5%..

<sup>b</sup>  $100 [(C16:1cis\ 9)/(C16:1cis\ 9 + C16:0)]$

<sup>c</sup>  $100 [(C18:1\ cis\ 9)/(C18:1\ cis\ 9 + C18:0)]$

<sup>d</sup>  $100 [(C18:0 + C18:1\ cis\ 9)/(C16:0 + C16:1cis\ 9 + C18:0 + C18:1\ cis\ 9)]$

<sup>e</sup>  $[C12:0 + 4(C14:0) + C16:0]/(\Sigma AGS + \Sigma AGP)$

Ao analisar os percentuais de ácido palmítico (C16:0) e ácido palmitoléico (C16:1*cis*9), observa-se que os animais taurinos tenderam a possuir maiores percentuais dos dois ácidos, mas, principalmente, do ácido palmitoléico, quando comparados com as outras raças. Sabe-se que a enzima  $\Delta^9$  dessaturase 16 é responsável pela conversão do ácido palmítico em ácido palmitoléico. Portanto, de acordo com essas observações, infere-se que os animais taurinos Simental e Holandês possuem maior atividade da enzima  $\Delta^9$  dessaturase 16, o que é confirmado pelos dados da Tabela 18, quando comparados com os animais cruzados PS x Nel e zebuínos Tabapuã e Gir (média de 9,35%). Kazala et al. (1999) reportaram valores de 11,43% para o índice  $\Delta^9$  dessaturase 16 ao analisarem bovinos Wagyu cruzados confinados. Laborde et al. (2001) também encontraram diferenças significativas entre as raças Red Angus (9,76%) e Simental (12,69%) e sugeriram que os AG diferem de acordo com a genética dos animais.

Avaliando-se os percentuais de ácido esteárico (C18:0) e de ácido oléico (C18:1*cis*9), nota-se que foram encontrados resultados opostos entre as raças, ou seja, animais taurinos Simental e Holandês apresentaram menores percentuais para o ácido esteárico e maiores para o ácido oléico, enquanto que animais cruzados PS x Nel e zebuínos Tabapuã e Gir apresentaram resultados maiores para o ácido esteárico e menores para o oléico. Assim, conforme observado na Tabela 18, a enzima  $\Delta^9$  dessaturase 18, que converte o ácido esteárico a oléico, apresenta-se em maior proporção nos animais de origem taurina. Kazala et al. (1999) relataram valores de 77,18% no músculo *longissimus* de animais Wagyu cruzados alimentados com concentrado.

Pitchford et al. (2002) destacaram índices de dessaturação ( $\Delta^9$  dessaturase 18) maiores nos animais Jersey e Wagyu (76,1% e 75,4%) com resultados entre raças proporcionais aos encontrados para o  $\Sigma$ AGM. Diferenças entre genótipos quanto à expressão desta enzima foram reportadas por Taniguchi

et al. (2004). Entretanto, Laborde et al. (2001) não relataram diferença significativa entre as raças, revelando média de 76,13%.

Dinh (2006) não encontrou diferenças significativas para os ácidos C16:1*cis*9, C18:1*cis*9 e total de AGM entre as três raças estudadas, indicando, assim, uma similaridade da atividade da  $\Delta^9$  dessaturase neste músculo. Entretanto, Yang et al. (1999) relacionaram as maiores proporções de C14:1*cis*9, C16:1*cis*9 e C18:1*cis*9 nos animais alimentados no Japão à maior atividade da enzima dessaturase, implicando em efeito nutricional e de meio ambiente nesta enzima.

Avaliando os índices de alongase, animais cruzados PS x Nel e zebuínos Tabapuã e Gir apresentaram percentuais maiores (média de 66,64%) quando comparados com os Simental e Holandês (média de 64,57%). Kazala et al. (1999) encontraram índice de 61,13% de alongase nos animais estudados. Pitchford et al. (2002) não relataram diferenças entre as raças estudadas para o índice de alongase (65,0%). St. John et al. (1991) também não encontraram diferenças significativas entre o tecido adiposo subcutâneo de fêmeas Braford e Angus para a alongação dos ácidos graxos ou  $\Delta^9$  dessaturação obtidos a partir da fração microsomal.

O índice de aterogenicidade foi superior nos animais zebuínos Tabapuã e Gir, indicando que a carne desses animais apresenta maior risco de ocorrência de doenças cardiovasculares para o consumo humano.

#### **4.5 Considerações gerais dos grupos genéticos dentro de sistemas**

Os grupos genéticos, em animais SP, não diferem quanto aos LT, mas no SC, a diferença entre raças é manifestada. Esses dados sugerem que quando o aporte energético é menor, o efeito raça para o acúmulo de gordura na carne não aparece. Entretanto, quando a dieta é à base de concentrado, o maior aporte de

energia favorece a maior deposição de gordura na carne e as diferenças entre raças podem ser notadas mais facilmente. Nas condições estudadas, em animais SC, as raças *Bos indicus* mostram mais gordura na carcaça do que raças *Bos taurus*.

Os grupos genéticos afetam a deposição de AGS, de forma que, no SP, os menores percentuais de AGS aparecem nos animais Nelore e Guzerá x Holandês. Entretanto, no SC, as médias mais elevadas de AGS apareceram nos animais Tabapuã e Gir. Esses resultados sugerem que as raças apresentam comportamento diferenciado em relação à ingestão energética. Com uma dieta pobre em energia, animais zebuínos (Nelore) e cruzados (Guzerá x Holandês) depositam menos gordura saturada do que os taurinos (Angus) e raças compostas (Montana). Entretanto, quando a dieta é rica em energia, os zebuínos (Tabapuã e Gir) depositam mais AGS que os taurinos (Simental e Holandês) e cruzados (Pardo Suíço x Nelore).

Com relação aos AGM, no SP, os animais Aberdeen Angus, Guzerá x Holandês e Nelore mostraram maiores percentuais, em especial os AGM C16:1cis9 e C18:1cis9, sugerindo, nesses animais, elevada atividade das enzimas  $\Delta^9$  dessaturases, o que é confirmado pelos índices de atividades dessas enzimas. Por outro lado, no SC, os percentuais mais elevados aparecem nos animais taurinos (Simental e Holandês) que apresentam maiores valores de C14:1cis9, C16:1cis9, C18:1cis9, C18:1cis11 e C18:1cis13, e maiores índices de atividade das enzimas  $\Delta^9$  dessaturases. Assim, é possível inferir, mais uma vez, que os grupos genéticos mostram comportamentos distintos diante de dietas diferentes, e animais taurinos revelam superioridade de AGM quando alimentados com maiores níveis energéticos.

As raças no SP influenciaram todos os AGP, com exceção do (C22:6n-3), tendo percentuais mais elevados sido encontrados nas raças Montana e Nelore. Destes, os animais Montana mostram percentuais maiores de AG da

série  $n-6$  e animais Nelore e Montana, da série  $n-3$ . Entretanto, não foi observada diferença ( $P < 0,05$ ) na relação  $n-6/n-3$  entre as raças estudadas. Nos animais SC, a influência das raças nos AGP é discreta e afeta pouco AG. Os maiores percentuais de AGP foram observados nos animais Pardo Suíço x Nelore, que também apresentaram a maior relação  $n-6/n-3$ .

## 5 CONCLUSÕES

A carne oriunda de bovinos do sistema a pasto apresenta maior qualidade, com vistas ao perfil de ácidos graxos e suas conseqüências na saúde humana, do que a carne de animais do sistema confinado, pois possuem maiores teores de AGP, CLA e menor relação  $n-6/n-3$ .

Dentre as raças avaliadas no sistema a pasto, o músculo *longissimus dorsi* de animais Nelore foi superior nutricionalmente pois apresentou percentuais baixos de colesterol e  $\Sigma$ AGS e elevados de  $\Sigma$ AGM,  $\Sigma$ AGP,  $\Sigma n-3$  e CLA.

Dentre as raças do sistema confinado, animais taurinos apresentaram carnes com maior qualidade nutricional, pois os zebuínos (Tabapuã e Gir) mostraram maiores teores de lipídeos totais, colesterol,  $\Sigma$ AGS e índice de aterogenicidade e animais Pardo Suíço x Nelore revelaram elevada relação  $n-6/n-3$ .

Assim, os grupos genéticos mostram comportamentos diferenciados nas características lipídicas, de acordo com o tipo de dieta e, nas dietas que favoreceram maior deposição de gordura, a diferença entre grupos genéticos foi evidenciada por origem genética.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, E.; TEUSCHER, F.; ENDER, K.; WEGNER, J. Growth- and breed-related changes of marbling characteristics in cattle. **Journal Animal Science**, v. 84, p. 1067–1075, 2006.
- ALDAI, N.; NÁJERA, A. I.; DUGAN, M. E. R.; CELAYA, R.; OSORO, K. Characterisation of intramuscular, intermuscular and subcutaneous adipose tissues in yearling bulls of different genetic groups. **Meat Science**, v. 76, p.682-691, Aug. 2007.
- ALDAI, N.; OSORO, K.; BARRON, L. J. R.; NÁJERA, A. I. Gas–liquid chromatographic method for analyzing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (*cis9trans11* and *trans10cis12* isomers) and long-chain (n-3 or n-6) polyunsaturated fatty acids Application to the intramuscular fat of beef meat. **Journal of Chromatography A**, v.1110, p. 133–139, 2006.
- ALFAIA, C.M.M.; RIBEIRO, V.S.S.; LOURENÇO, M.R.A.; QUARESMA, M.A.G.; MARTINS, S.I.V.; PORTUGAL, A.P.V.; FONTES, C.M.G.A.; BESSA, R.J.B.; CASTRO, M.L.F.; PRATES, J.A.M. Fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomers and cholesterol in beef from crossbred bullocks intensively produced and from Alentejana purebred bullocks reared according to Carnalentejana-PDO specifications. **Meat Science**, v. 72, p. 425–436, 2006.
- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal Dairy Science**, v .80, p. 1447–1462, 1997.
- ARBOITTE, M. Z.; RESTLE, J.; ALVES-FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PACHECO, P. S.; MENEZES, L. F. G.; PEROTTONI, J. Carcass Physical composition, meat quality and cholesterol Content in the *Longissimus dorsi* Muscle of 5/8 Nelore - 3/8 Charolais Steers Feedlot finished and slaughtered at different maturity stages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 959-968, 2004.

ARCHIBEQUE, S. L.; LUNT, D. K.; GILBERT, C. D.; TUME, R. K.; SMITH, S. B. Fatty acid indices of stearoyl-CoA desaturase do not reflect actual stearoyl-CoA desaturase enzyme activities in adipose tissues of beef steers finished with corn-, flaxseed-, or sorghum-based diets<sup>1</sup>. **Journal Animal Science**, v. 83, p. 1153–1166, 2005.

ASCHERIO, A.; WILLET, W. C. Health effects of *trans* fatty acids. **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 66, n. 4, p. 1006-1010, Oct. 1997. Supplement.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington, 1995.

BAUCHART, D. Lipid absorption and transport in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3864-3881, 1993.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H. CORL, B. A.; GRIINARI, J. M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceeding American Society Animal Science**, 1999. Disponível em: <<http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0937.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2001.

BEAM, T. M.; JENKINS, T. C.; MOATE, P. J.; KOHN, R. A.; PALMQUIST, D. L. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. **Journal Dairy Science**, v. 83, p. 2564-2573, 2000.

BECKER, W. **Trans fatty acids in foods**. Swedish National Food Administration (Transfetttyror i livsmedel) Disponível em: <<http://www.livsmedelsverket.se>>. Acesso em: 20 out. 2006.

BEITZ, D. C.; NIZZI, C. P. Lipogenesis and lipolysis in bovine adipose tissue. In: ONODERA, R.; ITABASHI, H.; USHIDA, K.; YANO, H.; SASAKI, Y. (Ed.). **Rumen microbes and digestive physiology in ruminants**. Tokyo: Japan Science Society, Tokyo/S. Karger, Basel, 1997. p. 133-143.

BELURY, M. A.; NICKEL, K. P.; BIRD, C. E.; WU, Y. Dietary conjugated linoleic acid modulation of phorbol ester skin tumor promotion. **Nutr. Câncer**, v. 26, p. 149-157, 1996.

BENATTI, P.; PELUSO, G.; NICOLAI, R.; CALVANI, M. Review Polyunsaturated Fatty Acids: Biochemical, Nutritional and Epigenetic Properties. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 23, n. 4, p. 281–302, 2004.

BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, v.70, n.2, p.567-590, 1990.

BESSA, R. J. B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: SYMPOSIUM EUROPEO - ALIMENTACIÓN EN EL SIGLO, 21., 1999, Badajoz. **Proceeding...** Badajoz: Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz, Badajoz, 1999. p. 283-313.

BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, J.; RIBEIRO, J. M. R.; PORTUGAL, A. V. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers - a review. **Livestock Production Science**, v. 63, n. 3, p. 201-211, 2000.

BEZARD, J.; BLOND, J.P.; BERNARD, A.; CLOUET, P. The metabolism and availability of essential fatty acids in animal and human tissues. **Reproductive, Nutritional, Development**, v. 34, p. 539-568, 1994.

BIDNER, T. D.; SCHUMPP, A. R.; MOHAMAD, A. B.; RUMORE, N. C. MONTEGOMERY, R. E.; BAGLEY, C. P.; McMILLIN, K. W. Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman steers finished on all-forage or a high-energy diet. **Journal of Animal Science**, v. 62, p. 381-387, 1986.

BIDNER, T. D.; SCHUMPP, A. R.; MONTGOMERY, R. E. ; CARPENTER, J. C. Jr. Acceptability of beef finished on all-forage, forage-plus-grain or high-energy diets. **Journal of Animal Science**, v. 53, p. 1181-1187, 1981.

BINDON, B. M. A review of genetic and non-genetic opportunities for manipulation of marbling. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, p. 687-696, 2004.

BOHAC, C. E.; RHEE, K. S.; CROSS, H. R.; ONO, K. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal Food Science**, v. 53, p. 1642-1645, 1988.

BRAGAGNOLO, N. Fatores que influenciam os níveis de colesterol nos alimentos. In: SEMINÁRIO “COLESTEROL”: ANÁLISE, OCORRÊNCIA, REDUÇÃO EM ALIMENTOS E IMPLICAÇÕES NA SAÚDE, 1996, Campinas. **Trabalhos...** Campinas-SP: Centro de Química e Alimentos e Nutrição Aplicado ITAL, 1996. p. 67-73.

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE, 2., 2001. **Trabalhos...** p. 1-11. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/publicacoes/anais>>. Acesso em: 20 mar. 2006

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

BRASIL. Decreto n. 30,691, alterado pelos Decretos n. 1,255 de 25-06-62, n. 1236 de 02-09-94, n. 1.812 de 08-02-96 e n. 2.244 de 04-06-97. Aprova o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). **Lex**: Diário Oficial da União de 5 de julho de 1997, seção I, p. 11555. Brasília, 1997.

BRAUN, J. E. A.; SEVERSON, D. L. Regulation of the synthesis, processing and translocation of lipoprotein lipase. **Biochemical Journal**, v. 287, p. 337-347, 1992.

BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V. ; PÉREZ, J. R. O ; LEMOS, A.L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 293-303, 2001.

BURGI, R. Confinamento estratégico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira Zootecnia, 2001. p. 276-283.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. 446 p.

CHANG, J. H. P.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Fatty acid composition and fatty acid elongase and stearoyl-CoA desaturase activities in tissues of steers fed high oleate sunflower seed. **Journal Nutrition**, v. 122, p. 2074-2080, 1992

CHARDULO, L. A. L. **Desempenho, níveis plasmáticos de hormônios, expressão e quantificação de proteínas musculares, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos inteiros jovens de cinco diferentes grupos genéticos submetidos a confinamento.** 2000. 101 p. Tese (Doutorado em Melhoramento Animal) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP.

CHEEKE, P. R. Shrinking membership of the American Society of Animal Science: Does the discipline of poultry science give us some clues? **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 2031-2038, 1999.

CHIARA, V. L.; SILVA, R.; JORGE, R.; BRASIL, A. P. Ácidos graxos trans: doenças cardiovasculares e saúde materno-infantil. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 341-349, set./dez. 2002.

CHRISTIE, W. W. **Lipid analysis.** 2.ed. Oxford: Elsevier, 1982. 207 p.

CIFUNI, G. F.; NAPOLITANO, F.; RIVIEZZI, A. M.; BRAGHIERI, A.; GIROLAMI, A. Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of meat from Podolian young bulls. **Meat Science**, v. 67, p. 289–297, 2004.

CORREIA, A. A. D.; CORREIA, J. H. R. D. **Bioquímica animal.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1989. 1249 p.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária.** 3.ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2004. 596p.

CURI, R. et al. **Entendendo a gordura: os ácidos graxos.** Barueri, SP: Manole, 2002. 580 p.

DANIEL, Z. C. T. R.; WYNN, R. J.; SALTER, A. M.; BUTTERY, P. J. Differing effects of forage and concentrate diets on the oleic acid and conjugated linoleic acid content of sheep tissues: The role of stearoyl-CoA desaturase. **Journal Animal Science**, v. 82, p. 747-758, 2004.

DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, K.; NUERNBERG, G.; ENDER, C. Carcass- and meat quality of pasture vs concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. **Arch. Tierz., Dummerstorf**, v. 49, n. 4, p. 315-328, 2006.

DAS, U. N. Long-chain polyunsaturated fatty acids in the growth and development of the brain and memory. **Nutrition**, New York, v. 19, n. 1, p. 62-65, 2003.

DE SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Res**, v. 53, p. 81-98, 2004.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional aspects of cardiovascular disease**. London: HMSO, 1994. (Report on Health and Social Subjects, 46).

DESCALZO, A. M.; INSANI, E. M.; BIOLATTO, A.; SANCHO, A. M.; GARCIA, P. T.; PENSEL, N. A. et al. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. **Meat Science**, v. 70, n. 1, p. 35-44, 2005.

DESCALZO, A. M.; ROSSETTI, L.; GRIGIONI, G.; IRURUETA, M.; SANCHO, A. M.; CARRETE, J.; PENSEL, N. A. Antioxidant status and odour profile in fresh beef from pasture or grain-fed cattle. **Meat Science**, v. 75, p. 299-307, 2007.

DINH, T. T. N. **Lipid and cholesterol composition of the *longissimus* muscle from Angus, Brahman, and Romosinuano**. 2006. 153 p. Thesis (Master in Animal and Food Science) - Texas Tech University, Texas, USA.

DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **British Journal of Nutrition**, v. 78, p. S15-S35, 1997. Supplement, 1.

DRACKLEY, J. K. Lipid metabolism. In: DE'MELLO, J. P. F. (Ed.). **Farm animal metabolism and nutrition**. Urbana, Illinois: University of Illinois. Department of Animal Sciences, 2000. p. 97-119.

DUCKETT, S. K. **Effect of nutrition and management practices on marbling deposition and composition**. Disponível em: <[http://www.cabpartners.com/news/research/duckett\\_nutrition.pdf](http://www.cabpartners.com/news/research/duckett_nutrition.pdf)>. Acesso em: 4 mar. 2007.

ENSER, M. Producing meat for healthy eating. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 46., 2000, Buenos Aires. **Proceedings**... Buenos Aires: 2000. 2 II-L 4p.124-127.

ENSER, M. The role of fats in human nutrition. In. RUSSELL, B. (Ed.). **Oils and Fats: animal carcass fats**. Leatherhead, Surrey, UK: Leatherhead, 2001. v.2, p.77-122.

ENSER, M.; HALLETT, K. G.; HEWETT, B.; FURSEY, G. A. J.; WOOD, J. D.; HARRINGTON, G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, v. 44, p. 329-341, 1998.

ENSER, M.; SCOLLAN, N. D.; CHOI, N. J.; KURT, E.; HALLETT, K.; WOOD, J. D. Effect of dietary lipid on the content of conjugated linoleic acid (CLA) in beef muscle. **Animal Science**, v. 69, p. 143-146, 1999.

ERIKSSON, S. F.; PICKOVA, J. Fatty acids and tocopherol levels in M. Longissimus dorsi of beef cattle in Sweden – a comparison between seasonal diets. **Meat Science**, v. 76, p. 746-754, 2007.

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

FARFAN, J. A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. Fatores que influenciam os níveis de colesterol nos alimentos. In: SEMINÁRIO “COLESTEROL”: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Centro de Química e Alimentos e Nutrição Aplicada ITAL, 1996. p. 35-45.

FIELDING, C. J.; FIELDING, P. E. Molecular physiology of reverse cholesterol transport. **Journal of Lipid Research**, v. 36, p. 211-228, 1995.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.226, n.1, p.497-509, Jan. 1957.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO STAT **Agricultura**. 2002. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 10 fev. 2007.

FRENCH, P.; STANTON, C. LAWLESS, F.; O’RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal Animal Science**, v. 78, p. 2849-2855, 2000.

FRITSCHÉ, J.; STEINHART, H. Contents of trans fatty acids in German foods and estimation of daily intake. **Fett/Lipid**, v. 99, n. 9, p. 314-318, 1997.

GAMA, L. T. **Melhoramento genético animal**. Lisboa: Escolar, 2002. 306 p.

GARCIA, P. T.; PENSEL, N. A.; SANCHO, A. M.; KLOSTER, N. J. L.; AMIGONE, M. A.; CASAL, J. J. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**, 2007. No prelo.

GRIMM, H. et al. Regulatory potential of n3 fatty acids in immunological and inflammatory processes. **British Journal Nutrition**, v. 87, n. 1, p. 59-67, 2002.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. New York: Elsevier Applied Science, 1988. p. 283-321.

HARTMAN, N. L.; LAGO, R. C. A rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 9, p. 475-476, 1973.

HIDIROGLOU, N.; MCDOWELL, L. R.; JOHNSON, D. D. Effect of diet on animal performance, lipid composition of subcutaneous adipose tissue and liver tissue of beef cattle. **Meat Science**, v. 20, p. 195-210, 1987.

HILLGARTNER, F. B.; SALATI, L. M.; GOODRIDGE, A. G. Physiological and molecular mechanisms involved in nutritional regulation of fatty acid synthesis. **Physiological Reviews**, v. 75, p. 47-76, 1995.

HOLMAN, R. T. The slow discovery of the importance of n-3 essential fatty acids in human healthy. **Journal Nutrition**, v. 128, p. 427-433, 1998.

HUSSAIN, M. M.; KANCHA, R. K.; ZHOU, Z.; LUCHOOMUN, J.; ZU, H.; BAKILLAH, A. Chylomicron assembly and catabolism: role of apolipoproteins and receptors. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1300, p.151-170, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Pecuária Nacional 2005**. Disponível em:  
<[http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=759&id\\_página=1](http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=759&id_página=1)>. Acesso em: set. 2007

IP, C.; SCIMECA, J. A.; THOMPSON, H. J. Conjugated linoleic acid. A powerful anticarcinogen from animal fat sources. **Cancer**, v. 74, p. 1050-1054, 1994.

ITOH, M.; JOHNSON, C. B.; COSGROVE, G. P.; MUIR, P. D.; PURCHAS, R. W. Intramuscular fatty acid composition of neutral and polar lipids for heavy-weight Angus and Simmental steers finished on pasture or grain. **Journal Science Food Agricultural**, v. 79, p. 821-827, 1999.

KANEDA, T. Iso- and anteiso-fatty acids in bacteria: biosynthesis, function, and taxonomic significance. **Microbiological Reviews**, v. 55, n. 2, p. 288-302, 1991.

KAZALA, E. C.; LOZEMAN, F. J.; MIR, P. S.; LAROCHE, A.; BAILEY, D. R. C.; WESELAKE, R. J. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred Wagyu cattle. **Journal Animal Science**, v. 77, p. 1717-1725, 1999.

KEANE, M. G.; ALLEN, P. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. **Livestock Production Science**, v. 56, p. 203-214, 1998.

KELLY, M. L.; KOLVER, E. S.; BAUMAN, D. E.; VAN AMBURGH, M. E.; MULLER, L. D. Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. **Journal Dairy Science**, v. 81, p. 1630-1636, 1998.

KNIGHT, T. W.; KNOWLES, S.; DEATH, A. F. Factors affecting the variation in fatty acid concentrations in lean beef from grass-fed cattle in New Zealand and the implications for human health. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 46, p. 83-95, 2003.

KRIS-ETHERTON, P. M. AHA Science advisory: monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. **Journal Nutrition**, v. 129, p. 2280-2284, 1999.

LABORDE, F. L.; MANDELL, I. B.; TOSH, J. J.; WILTON, J. W.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Breed effects on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. **Journal Animal Science**, v. 79, p. 355-365, 2001.

LADEIRA, M. M.; OLIVEIRA R. L. Estratégias nutricionais para melhoria da carcaça bovina In: SIMBOI - SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2, 2006, Brasília. **Anais...**Brasília, 2006.

LATIMORI, N. J.; KLOSTER, A. M.; GARCÍA, P. T.; CARDUZA, F. J.; GRIGIONI, G.; PENSEL, N. A. Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampeana region. **Meat Science**, 2007. No prelo.

LEAF, A.; KANG, J. X.; XIAO, Y. F.; BILLMAN, G. E. n-3 fatty acids in the prevention of cardiac arrhythmias. **Lipids**, Champaign, v. 34, p. 187-189, 1999. Supplement.

MADRON, M. S.; PETERSON, D. G.; DWYER, D. A.; CORL, B. A.; BAUMGARD, L. H.; BEERMANN, D. H.; BAUMAN, D. E. 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, 2002.

MALAU-ADULI, A. E. O.; SIEBERT, B. D.; BOTTEMA, C. D. K. ; PITCHFORD, W. S. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal Agricultural Res.**, v. 48, p. 715-722, 1997.

MANCINI-FILHO, J.; CHEMIN, S. Implicações nutricionais dos ácidos graxos trans. **Óleos e Grãos**, São Caetano do Sul, v. 31, n. 1, p. 41-45, 1996.

MARIANTE, A. S.; MCMANUS, C.; MENDONÇA, J. F. **Country report on the state of animal genetic resources – Brazil**. Brasília: Embrapa Genetic Resources and Biotechnology, 2003.

MARINETTI, G. V. Dietary management of elevated blood lipids. In: \_\_\_\_\_. **Disorders of lipid metabolism**. New York: Plenum, 1990. p. 135-168.

MARSCHALL, D. M. Genetics of meat quality. In: FRIES, R.; RUVINSKY, A. (Ed.). **The genetics of cattle**. Wallingford, UK: CAB International, 1999. p. 605-636.

- MARTIN, C. A. et al. Carnes e leites: ácidos graxos – alimentos funcionais. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 328, jun. 2004. Disponível em: <[http://www.dipemar.com.Br/CARNE/328/materia\\_arttec\\_carne.htm](http://www.dipemar.com.Br/CARNE/328/materia_arttec_carne.htm)>. Acesso em: 25 maio 2006.
- McNAMARA, D. J. Relationship between blood and dietary cholesterol. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Meat and health** – advances in meat research. New York: Elsevier Science, 1990. p. 48-63.
- MENSINK, R. P.; ZOCK, P. L. Lipoprotein metabolism and *trans* fatty acids. In: SEBEDIO, J. L.; CHRISTIE, W. W. (Ed.). **Trans fatty acids in human nutrition**. Dundee: The Oily, 1998. p. 217–234.
- MITCHELL, G. E.; REED, A. W.; ROGERS, S. A. Influence of feeding regime on the sensory qualities and fatty acid contents of beef steaks. **Journal Food Science**, v. 56, p. 1102-1103, 1991.
- MONTEIRO, E. M. **Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (F1) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro**. 1998. 99p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MOREIRA, F. B.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I. N., NASCIMENTO, W. G. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, p. 609-616, 2003.
- MOTTA, V. T. **Bioquímica**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2005. 332 p.
- MOURÃO, D. M. Ácido linoléico conjugado e perda de peso. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 391-399, maio/jun. 2005.
- MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. **Harper: bioquímica**. 8.ed. São Paulo: Atheneu. 1998. 763 p.
- NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; VOIGT, J.; SCOLLAN, N. D.; WOOD, J. D.; NUTE, G. R.; RICHARDSON, R. I. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of *longissimus* muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, v. 94, p. 137-147, 2005.

- NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. Belo Horizonte: UFMG, 1995. 98 p.
- NURNBERG, K.; ENDER, B.; PAPSTEIN, H. J.; WEGNER, J.; ENDER, K.; NURNBERG, G. Effects of growth and breed on the fatty acid composition of the muscle lipids in cattle. **Z. Lebensm Unters Forsch A**, v. 208, p. 332-335, 1999.
- NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; MINZANO, R. P. Volumosos suplementares na produção de bovinos corte em pastagem. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOCTENIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 253-257.
- OKA, A.; IWAKI, F.; DOHGO, T.; OHTAGAKI, S.; NODA, M.; SHIOZAKI, T.; ENDOH, O.; OZAKI, M. Genetic effects on fatty acid composition of carcass fat of Japanese Black Wagyu steers. **Journal Animal Science**, v. 80, p. 1005-1011, 2002.
- OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminant fermentation. In: CHURCH, D. C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Simon & Schuster, 1988. p. 145-171.
- PADRE, R. G.; PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Ácido linoleico conjugado em carnes. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 5, n. 339, p. 30-33, maio 2005.
- PADRE, R. G.; ARICETTI, J. A.; MOREIRA, F. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Fatty acid profile, and chemical composition of *Longissimus* muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. **Meat Science**, v. 74, p. 242-248, 2006.
- PALMQUIST, D. L.; BEAULIEU, A. D.; BARBANO, D. M. Feed and Animal factors influencing milk fat composition. **Journal Dairy Science**, v. 76, p. 1753-1771, 1993.
- PITCHFORD, W. S.; DELAND, M. P. B.; SIEBERT, B. D.; MALAU-ADULI, A. E. O.; BOTTEMA, C. D. K. Genetic variation in fatness and fatty acid composition of crossbred cattle. **Journal Animal Science**, v. 80, p. 2825-2832, 2002.

POULSON, C. S.; DHIMAN, T. R.; URE, A. L. et al. Conjugated linoleic acid content of beef from cattle feed diets containing high grain, CLA, or raised on forages. **Livestock Production Science**, v. 91, p. 117-128, 2004.

PRADO, I. N.; MOREIRA, F. B.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. *Longissimus dorsi* Fatty Acids Composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* Crossbred Steers Finished in Pasture. **Brasilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p. 601-608, 2003.

REALINI, C. E.; DUCKETT, S. K.; BRITO, G. W.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D. 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, 2004.

RODRIGUES, E. C. **Influência do sistema de terminação e genótipo na qualidade da carne de bovinos de rebanhos comerciais**. 2007. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RODRIGUES, V. C.; BRESSAN, M. C.; CARDOSO, M. G.; FREITAS, R.T. F. Ácidos graxos na carne de búfalos e bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 33, n. 2, p. 434-443, 2004.

RULE, D. C.; BROUGHTON, K. S.; SHELLITO, S. M.; MAIORANO, G. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk e chicken. **Journal Animal Science**, v. 80, p. 1202-1211, 2002

RULE, D. C.; SMITH, S. B.; ROMANS, J. R. Fatty acids composition of muscle and adipose tissue of meat animals. In: SMITH, S. B.; SMITH, D. R. (Ed.). **The biology of fat in meat animals**. Champaign, Illinois: American Society of Animal Science, 1995. p. 144-165.

RUSSO, C.; PREZIUSO, G. Organic beef production system: carcass and meat quality. **Stocarstvo**, v. 59, n. 1, p. 23-29, 2005.

SALMINEN, I.; MUTANEN, M.; JAUHIANEN, M.; ARO, A. Dietary trans fatty acid increased conjugated linoleic acid levels in human serum. **Nutrititon Biochem.**, v. 9, p. 93-98, 1998.

SAMI, A. S.; KOEGEL, J.; EICHINGER.; FREUDENREICH, P.; SCHWARZ, F. J. Effects of the dietary energy source on meat quality and eating quality attributes and fatty acid profile of Simmental bulls. **Animal Res.**, v. 55, p. 287-299, 2006.

SANTANA, D. M. N.; MARQUES, M. M.; ROSA, C. A. R. Determinação por cromatografia gasosa da composição em ácidos graxos e teor de ácido trans oléico em algumas marcas de batata frita. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 1, p. 64-69, jan./jun. 1999.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, New York, v.77, n. 2-3, p. 187-194, Nov. 2002.

SARDESAI, V. M. Nutritional role of polyunsaturated fatty acids. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 3, p. 154-166, 1992.

SAS Institute. **User's guide**. Cary N.C., 2004.

SCOLLAN, N. D.; CHOI, N. J.; KURT, E.; FISHER, A. V.; ENSER, M.; WOOD, J. D. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal Nutrition**, v. 85, p. 115-124, 2001.

SCOLLAN, N. D.; ENSER, M.; GULATI, S. K.; RICHARDSON, I.; WOOD, J. D. Effects of including a ruminally protected lipid supplement in the diet on the fatty acid composition of beef muscle. **British Journal Nutrition**, v. 90, p. 709-716, 2003.

SCOLLAN, N. D.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v. 74, p. 17-33, 2006.

SEBEDIO, J. L.; GNAEDIG, S.; CHARDIGNY, J. Recent advances in conjugated linoleic acid research. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 2, p. 499-506, 1999.

SIMOPOULOS, A. P. Essential fatty acids in health and chronic disease. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 70, p. 560S-569S, 1999. Supplement.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids. Part 1: Metabolic effects of omega-3 fatty acids and essentiality. In: SPILLER, G. A. (Ed.). **Handbook of lipids in human nutrition**. New York: CRC, 1996. p. 51–73.

SMITH, S. The animal fatty acid synthase: one gene, one polypeptide, seven enzymes. **Faseb Journal**, v. 8, p. 1248-1259, 1994.

SMITH, S. B. Substrate utilization in ruminant adipose tissue. In: SMITH, S. B.; SMITH, D. R. (Ed.). **The biology of fat in meat animals**. Champaign, Illinois: American Society of Animal Science, 1995. p. 166-188.

SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. **Colesterol: da mesa ao corpo**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. 85 p.

ST. JOHN, L. C.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Fatty acid elongation and desaturation enzyme Activities of bovine liver and subcutaneous Adipose tissue microsomes. **Journal Animal Science**, v. 69, p. 1064-1073, 1991.

STEEN, R. W. J.; LAVERY, N. P.; KILPATRICK, D. J.; PORTER, M. G. Effects of pasture and high-concentrate diets on the performance of beef cattle, carcass composition at equal growth rates, and the fatty acid composition of beef. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 46, p. 69-81, 2003.

STEINHART, H.; PFALZGRAF, A. Consumption and metabolism of dietary trans fatty acids. **Fett Lipid**, Deerfield Beach, v. 98, n. 1, p. 34-38, Jan. 1996.

STRYER, L.; BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L. **Bioquímica**. 5<sup>th</sup>ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2004. 1059 p.

SUGANO, M.; KOGA, T.; YAMATO, T.; NONAKA, M. Trans fatty acids: effects on eicosanoid production. **World Ver Nutrition Diet**, v. 75, p. 170-182, 1994.

TABAS, I. **Biochemistry of lipids, lipoproteins and membranes**. 4<sup>th</sup>ed. Amsterdam: Elsevier, 2002. p. 573- 597.

TANIGUCHI, M.; ANNEN, H.; SHIMAKURA, Y.; OKA, A.; WATANABE, H. Differences in stearoyl-CoA desaturase mRNA levels between Japanese Black and Holstein cattle. **Livestock Production Science**, v. 87, p. 215-220, 2004.

TURATTI, J. M. Efeito dos ácidos graxos n-3 e fitosteróis. **Food Ingredients**, São Paulo, n. 5, p. 54-58, 2000.

TURPEINEN, A. M.; MUTANEN, M.; ARO, A.; SALMINEN, I.; BASU, S.; PALMQUIST, D. L. et al. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, p. 504-510, 2002.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, v. 338, p. 985-992, 1991.

VALADARES FILHO, S. C.; BRODERICK, G. A.; VALADARES, R. F. D. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 106-114, 2000.

VALSTA, L. M.; TAPANAINEN, H.; MANNISTO, S. Meat fats in nutrition. **Meat Science**, Oxford, v. 70, n. 3, p. 525-530, July 2005.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 724 p.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G. L. D.; BRONDANI, I. L.; ROSA, J. R. P.; SANTOS, A. P. Quality and composition of meat from entire or castrated beef cattle from different Charolais x Nelore Genetic Groups. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 518-525, 2001.

VISENTAINER, J. V.; FRANCO, M. R. B.; VISENTAINER, J. E. L. Essencialidade dos ácidos graxos de cadeia longa no homem: uma análise crítica. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 27, n. 315, p. 84-88, maio 2003.

VLAEMINCK, B.; FIEVEZ, V.; CABRITA, A. R. J.; FONSECA, A. J. M.; DEWHURST, R. J. Factors affecting odd- and branched- chain fatty acids in milk: A review. **Animal Feeding Science and Technology**, v. 131, p. 389-417, 2006.

VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentals of biochemistry - Life at the molecular level**. 2<sup>th</sup>ed. New York: J. Wiley, 2006.

WHEELER, T. L.; DAVIS, G. W.; STOECKER, B. J.; HARMON, C. J. Cholesterol concentration of *longissimus* muscle, subcutaneous fat and serum of two beef cattle breed types. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 65, n. 6, p. 1531-1537, Dec. 1987.

WILLETT, W. C.; STAMPFER, M. J.; MANSON, J. E.; COLDITZ, G. A.; SPEIZER, F. E.; ROSNER, B. A.; SAMPSON, L. A.; HENNEKINS, C. H. Intake of *trans* fatty acids and risk of coronary heart disease among women. **Lancet**, v. 341, p. 581-585, 1993.

WILLIAMS, J. E.; WAGNER, D. J.; WALTERS, L. E.; HORN, G. W.; WALLER, G. R.; SIMS, P. L.; GUENTHER, J. J. Effect of production systems on performance, body composition and lipid and mineral profiles of soft tissue in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 57, p. 1020-1027, 1983.

WONGTANGTINTHARN, S.; OKU, H.; IWASAKI, H.; TODA, T. Effect of branched-chain fatty acid on fatty acid biosynthesis of human breast cancer cells. **Journal Nutrition Science Vitaminol.**, v. 50, p. 137-143, 2004.

WOOD J. D.; ENSER M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British Journal of Nutrition**, v. 78, S49-S60, 1997.

WOOD, J. D.; FISHER, A. V. **Reducing fat in meat animals**. London: Elsevier Applied Science, 1990. 469 p.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v. 66, p. 21-32, 2003.

WOOLLETT, A. L., SPADY, K. D., DIETSCHY, M. J. Saturated and unsaturated fatty acids independently regulate low-density lipoprotein receptor activity and production rate. **Journal of Lipid Research**, v. 33, p. 77-88, 1992.

YANG, A.; LANARI, M. C.; BREWSTER, M.; TUME, R. K. Lipid stability and meat color of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. **Meat Science**, v. 60, p. 41-50, 2002.

YANG, A.; LARSEN, T. W.; POWELL, V. H.; TUME, R. K. A comparison of fat composition of Japanese and long-term grain-fed Australian steers. **Meat Science**, v. 51, p. 1-9, 1999.

YANG, Y.; SHANGPEI, L.; CHEN, X.; HUANG, M.; ZHENG, J. Induction of apoptotic cell death and in vivo growth inhibition of human cancer cells by a saturated branched-chain fatty acid, 13-Methyltetradecanoic acid. **Cancer Res.**, v. 60, p. 505-509, 2000.

ZADRA, A. Cruzamento industrial em gado de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 4., 2007, Campinas. **Anais...**Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2007. p. 23-27.

## **ANEXOS**

## ANEXOS

ANEXO		Página
<b>Tabela 1A</b>	Coeficientes de correlação linear entre os dados globais para as variáveis estudadas de músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistema confinado.....	127
<b>Tabela 2A</b>	Coeficientes de correlação linear entre os dados globais para as variáveis estudadas de músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistema pastagem.....	129

## ANEXO A

TABELA 1A Coeficientes de correlação linear entre os dados globais para as variáveis estudadas de músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema confinado

	Colest	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1c9	C18:0	C18:1c9	C18:1t10,11,12	C18:1c11	C18:2iso	C18:2n-6	C20:0	C18:3n-3	C18:2c9t11	C18:2n.i.
Lip MI	<b>0,27</b>	-0,07	0,21	<b>0,33</b>	0,11	-0,04	-0,01	0,18	-0,11	0,01	<b>-0,53</b>	-0,11	0,05	<b>0,30</b>	-0,20
Colest		0,17	<b>0,31</b>	-0,19	<b>-0,38</b>	<b>0,40</b>	<b>-0,35</b>	<b>0,46</b>	<b>-0,40</b>	0,20	-0,11	<b>0,33</b>	<b>-0,23</b>	0,05	-0,14
C12:0			<b>0,44</b>	-0,05	-0,05	-0,01	-0,17	0,10	<b>-0,23</b>	0,12	<b>0,22</b>	0,07	-0,14	-0,11	0,07
C14:0				<b>0,40</b>	0,20	-0,17	-0,19	-0,08	<b>-0,22</b>	-0,18	-0,18	0,00	-0,16	-0,10	-0,05
C16:0					<b>0,47</b>	<b>-0,44</b>	0,00	<b>-0,40</b>	0,12	<b>-0,50</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,40</b>	0,03	-0,17	-0,10
C16:1c9						<b>-0,87</b>	<b>0,66</b>	<b>-0,70</b>	<b>0,48</b>	<b>-0,55</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,46</b>	<b>0,47</b>	0,11	0,01
C18:0							<b>-0,80</b>	<b>0,64</b>	<b>-0,54</b>	<b>0,43</b>	0,08	<b>0,69</b>	<b>-0,56</b>	<b>-0,23</b>	-0,06
C18:1c9								<b>-0,63</b>	<b>0,47</b>	<b>-0,29</b>	-0,19	<b>-0,60</b>	<b>0,65</b>	<b>0,25</b>	0,03
C18:1t10, 11, 12 <sup>c</sup>									<b>-0,42</b>	<b>0,60</b>	<b>0,23</b>	<b>0,42</b>	<b>-0,44</b>	<b>0,32</b>	-0,11
C18:1c11										<b>-0,31</b>	0,21	<b>-0,47</b>	<b>0,51</b>	0,12	0,21
C18:2 iso <sup>d</sup>											0,12	<b>0,42</b>	<b>-0,29</b>	<b>0,27</b>	0,10
C18:2n-6												-0,16	-0,11	-0,07	0,19
C20:0													<b>-0,35</b>	-0,14	0,08
C18:3n-3														<b>0,22</b>	0,13
C18:2 c9 t11															0,00

Continua....

Tabela 1A – cont...

	C20:4n6	C20:5n3	C22:n3	C22:6n3	ΣAGS	ΣAGM	ΣAGP	AGP/AGS	Σn-6	Σn-3	n-6/n-3	Δ9dessat16	Δ9dessat18	Elong	Aterog
Lip MI	<b>-0,48</b>	<b>-0,53</b>	<b>-0,58</b>	<b>-0,38</b>	<i>0,17</i>	<i>0,04</i>	<b>-0,63</b>	<b>-0,59</b>	<b>-0,60</b>	<b>-0,55</b>	<i>-0,20</i>	-0,01	<i>0,03</i>	<b>-0,25</b>	<b>0,31</b>
Colest	<b>-0,39</b>	<i>-0,20</i>	<b>-0,34</b>	-0,15	<b>0,39</b>	<b>-0,34</b>	<i>-0,20</i>	<b>-0,27</b>	<i>-0,19</i>	<b>-0,33</b>	<i>0,05</i>	<b>-0,35</b>	<b>-0,40</b>	<b>0,23</b>	<b>0,28</b>
C12:0	<i>0,09</i>	<i>0,15</i>	<i>0,13</i>	<i>0,13</i>	<i>0,06</i>	<i>-0,14</i>	<b>0,22</b>	<i>0,18</i>	<i>0,21</i>	<i>0,11</i>	<i>0,08</i>	<i>-0,03</i>	<i>-0,07</i>	<i>-0,05</i>	<b>0,21</b>
C14:0	<b>-0,27</b>	<i>-0,11</i>	<i>-0,15</i>	<i>-0,09</i>	<b>0,23</b>	<i>-0,15</i>	<b>-0,26</b>	<b>-0,32</b>	<b>-0,23</b>	<i>-0,17</i>	<i>-0,09</i>	<i>0,07</i>	<i>0,04</i>	<b>-0,48</b>	<b>0,71</b>
C16:0	<i>-0,18</i>	<b>-0,29</b>	<b>-0,28</b>	<i>-0,20</i>	<i>0,13</i>	<i>0,01</i>	<b>-0,41</b>	<b>-0,42</b>	<b>-0,32</b>	<b>-0,27</b>	<i>-0,05</i>	<i>0,13</i>	<b>0,29</b>	<b>-0,95</b>	<b>0,64</b>
C16:1c9	<i>0,14</i>	<i>0,08</i>	<i>0,14</i>	<i>-0,05</i>	<b>-0,59</b>	<b>0,70</b>	<b>-0,25</b>	<i>-0,09</i>	<b>-0,25</b>	<i>0,19</i>	<b>-0,42</b>	<b>0,93</b>	<b>0,84</b>	<b>-0,63</b>	<i>-0,08</i>
C18:0	<b>-0,23</b>	<i>-0,07</i>	<i>-0,14</i>	<i>0,01</i>	<b>0,81</b>	<b>-0,85</b>	<i>0,03</i>	<i>-0,15</i>	<i>0,03</i>	<b>-0,22</b>	<b>0,24</b>	<b>-0,81</b>	<b>-0,97</b>	<b>0,59</b>	<b>0,23</b>
C18:1c9	<i>0,18</i>	<i>0,05</i>	<i>0,12</i>	<i>0,00</i>	<b>-0,91</b>	<b>0,98</b>	<i>-0,11</i>	<i>0,12</i>	<i>-0,13</i>	<b>0,22</b>	<b>-0,35</b>	<b>0,75</b>	<b>0,92</b>	<i>-0,07</i>	<b>-0,61</b>
C18:1t10,11,12 <sup>c</sup>	<i>-0,13</i>	<i>-0,13</i>	<i>-0,18</i>	<i>-0,07</i>	<b>0,45</b>	<b>-0,54</b>	<i>0,21</i>	<i>0,09</i>	<i>0,17</i>	<b>-0,25</b>	<b>0,34</b>	<b>-0,64</b>	<b>-0,67</b>	<b>0,41</b>	<i>0,07</i>
C18:1c11	<i>0,21</i>	<i>0,06</i>	<i>0,08</i>	<i>0,12</i>	<b>-0,58</b>	<b>0,53</b>	<b>0,21</b>	<b>0,33</b>	<b>0,24</b>	<i>0,19</i>	<i>0,04</i>	<b>0,48</b>	<b>0,54</b>	<b>-0,23</b>	<b>-0,38</b>
C18:2iso <sup>d</sup>	<i>-0,07</i>	<i>0,01</i>	<i>-0,06</i>	<i>0,17</i>	<i>0,16</i>	<b>-0,24</b>	<i>0,21</i>	<i>0,16</i>	<i>0,10</i>	<i>-0,05</i>	<i>0,15</i>	<b>-0,42</b>	<b>-0,41</b>	<b>0,50</b>	<i>-0,17</i>
C18:2n-6	<b>0,38</b>	<i>0,18</i>	<b>0,22</b>	<i>0,15</i>	<i>-0,18</i>	<i>-0,13</i>	<b>0,93</b>	<b>0,88</b>	<b>0,98</b>	<i>0,18</i>	<b>0,76</b>	<b>-0,23</b>	<i>-0,14</i>	<i>0,19</i>	<b>-0,29</b>
C20:0	<i>-0,10</i>	<b>0,26</b>	<i>0,19</i>	<i>0,21</i>	<b>0,61</b>	<b>-0,62</b>	<i>-0,05</i>	<i>-0,19</i>	<i>-0,15</i>	<i>0,15</i>	<b>-0,22</b>	<b>-0,35</b>	<b>-0,68</b>	<b>0,41</b>	<i>0,20</i>
C18:3n-3	<i>0,13</i>	<i>0,05</i>	<i>0,11</i>	<i>0,07</i>	<b>-0,61</b>	<b>0,65</b>	<i>-0,05</i>	<i>0,10</i>	<i>-0,08</i>	<b>0,30</b>	<b>-0,34</b>	<b>0,51</b>	<b>0,62</b>	<i>-0,09</i>	<b>-0,41</b>
C18:2c9t11	<i>-0,02</i>	<i>-0,07</i>	<i>-0,06</i>	<i>-0,04</i>	<b>-0,36</b>	<b>0,36</b>	<i>0,02</i>	<i>0,11</i>	<i>-0,08</i>	<i>-0,02</i>	<i>-0,12</i>	<i>0,19</i>	<b>0,25</b>	<i>0,07</i>	<b>-0,32</b>
C18:2 n. i.	<b>0,22</b>	<b>0,26</b>	<b>0,26</b>	<b>0,45</b>	<i>-0,12</i>	<i>0,03</i>	<b>0,29</b>	<b>0,28</b>	<b>0,22</b>	<b>0,35</b>	<i>-0,05</i>	<i>0,06</i>	<i>0,05</i>	<i>0,04</i>	<i>-0,13</i>
C20:4n-6		<b>0,68</b>	<b>0,71</b>	<b>0,34</b>	<b>-0,37</b>	<i>0,18</i>	<b>0,61</b>	<b>0,64</b>	<b>0,54</b>	<b>0,70</b>	<i>-0,04</i>	<b>0,23</b>	<b>0,21</b>	<i>0,04</i>	<b>-0,40</b>
C20:5n-3			<b>0,86</b>	<b>0,59</b>	<i>-0,19</i>	<i>0,04</i>	<b>0,45</b>	<b>0,45</b>	<b>0,32</b>	<b>0,91</b>	<b>-0,36</b>	<b>0,22</b>	<i>0,06</i>	<i>0,14</i>	<b>-0,27</b>
C22:5n-3				<b>0,48</b>	<b>-0,26</b>	<i>0,10</i>	<b>0,49</b>	<b>0,50</b>	<b>0,36</b>	<b>0,94</b>	<b>-0,36</b>	<b>0,28</b>	<i>0,13</i>	<i>0,12</i>	<b>-0,32</b>
C22:6n-3					<i>-0,11</i>	<i>0,00</i>	<b>0,34</b>	<b>0,32</b>	<b>0,23</b>	<b>0,67</b>	<b>-0,25</b>	<i>0,04</i>	<i>-0,01</i>	<i>0,13</i>	<i>-0,18</i>
ΣAGS <sup>e</sup>							<b>-0,94</b>	<b>-0,28</b>	<b>-0,49</b>	<b>-0,24</b>	<b>-0,36</b>	<i>0,11</i>	<b>-0,72</b>	<b>-0,88</b>	<b>0,74</b>
ΣAGM <sup>f</sup>								<i>-0,06</i>	<i>0,18</i>	<i>-0,09</i>	<i>0,21</i>	<b>0,79</b>	<b>0,94</b>	<i>-0,11</i>	<b>-0,62</b>
ΣAGP <sup>g</sup>									<b>0,96</b>	<b>0,98</b>	<b>0,47</b>	<i>-0,11</i>	<i>-0,08</i>	<b>0,26</b>	<b>-0,42</b>
AGP/AGS										<b>0,93</b>	<b>0,51</b>	<b>0,46</b>	<i>0,08</i>	<i>0,13</i>	<b>-0,58</b>
Σn-6 <sup>h</sup>											<b>0,33</b>	<b>0,67</b>	<i>-0,15</i>	<i>-0,09</i>	<i>0,19</i>
Σn-3 <sup>i</sup>												<b>0,34</b>	<b>0,22</b>	<i>0,12</i>	<b>-0,39</b>
n-6/n-3													<b>-0,43</b>	<i>0,06</i>	<i>0,02</i>
Δ9 dessat16 <sup>j</sup>														<b>0,84</b>	<b>-0,33</b>
Δ9 dessat18 <sup>k</sup>															<b>-0,41</b>
Elongase <sup>l</sup>															<b>-0,57</b>

<sup>a</sup> Correlações em negrito significativas para P<0,01; correlações em itálico significativas para P<0,05.

TABELA 2A Coeficientes de correlação linear entre os dados globais para as variáveis estudadas de músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema pastagem

	Colest	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1c9	C18:0	C18:1c9	C18:1t10,11,12	C18:1c11	C18:2iso	C18:2n-6	C20:0	C18:3n3	C18:2c9t11	C18:2 n.i.
Lip MI	0,02	<b>-0,27</b>	<b>0,27</b>	<b>0,33</b>	<b>0,31</b>	-0,11	<b>0,45</b>	0,06	0,22	0,03	<b>-0,51</b>	-0,18	<b>-0,38</b>	<b>0,34</b>	<b>-0,45</b>
Colest		-0,07	-0,23	0,03	0,02	0,01	0,25	<b>-0,27</b>	0,12	0,03	-0,16	0,02	<b>-0,36</b>	-0,12	0,11
C12:0			0,01	-0,17	0,09	-0,25	-0,22	-0,24	0,07	-0,12	<b>0,39</b>	0,06	<b>0,42</b>	-0,10	<b>0,47</b>
C14:0				<b>0,66</b>	<b>0,31</b>	-0,10	-0,08	0,05	0,04	-0,16	<b>-0,34</b>	<b>-0,27</b>	-0,16	0,08	<b>-0,34</b>
C16:0					0,19	0,06	0,06	-0,17	-0,17	-0,24	<b>-0,63</b>	-0,24	<b>-0,55</b>	-0,22	<b>-0,37</b>
C16:1c9						<b>-0,82</b>	<b>0,61</b>	<b>-0,27</b>	<b>0,60</b>	-0,21	-0,17	-0,19	-0,08	<b>0,60</b>	-0,07
C18:0							<b>-0,55</b>	<b>0,37</b>	<b>-0,54</b>	0,20	-0,22	0,11	-0,25	<b>-0,56</b>	-0,21
C18:1c9								<b>-0,28</b>	<b>0,53</b>	-0,14	<b>-0,47</b>	-0,12	<b>-0,45</b>	<b>0,52</b>	-0,22
C18:1t10,11,12 <sup>c</sup>									-0,05	<b>0,34</b>	-0,11	-0,09	0,07	<b>0,33</b>	<b>-0,36</b>
C18:1c1										0,09	-0,08	-0,15	-0,01	<b>0,66</b>	-0,12
C18:2iso <sup>d</sup>											0,03	0,24	0,04	0,13	-0,12
C18:2n-6												0,17	<b>0,88</b>	-0,11	<b>0,53</b>
C20:0													-0,01	-0,13	0,22
C18:3n-3														0,06	<b>0,38</b>
C18:2 c 9 t 11															<b>-0,28</b>

Continua...

Tabela 2A - cont..

	C20:4n6	C20:5n3	C22:5n3	C22:6n3	ΣAGS	ΣAGM	ΣAGP	AGP/AGS	Σn-6	Σn-3	n-6/n-3	Δ9dessat16	Δ9dessat18	Elong	Aterog
Lip MI	<b>-0,57</b>	<b>-0,51</b>	<b>-0,56</b>	<b>-0,38</b>	0,10	<b>0,39</b>	<b>-0,53</b>	<b>-0,47</b>	<b>-0,55</b>	<b>-0,52</b>	-0,11	0,22	<b>0,26</b>	-0,13	<b>0,27</b>
Colest	-0,10	-0,15	-0,08	-0,01	0,00	0,16	-0,17	-0,16	-0,13	-0,22	<b>0,26</b>	\$0,02	0,08	0,13	-0,08
C12:0	<b>0,44</b>	<b>0,52</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>-0,27</b>	-0,11	<b>0,45</b>	<b>0,44</b>	<b>0,41</b>	<b>0,51</b>	-0,23	0,14	0,10	-0,18	-0,18
C14:0	<b>-0,40</b>	-0,25	<b>-0,38</b>	<b>-0,29</b>	<b>0,34</b>	-0,06	<b>-0,35</b>	<b>-0,36</b>	<b>-0,38</b>	<b>-0,28</b>	<b>-0,33</b>	0,12	0,04	<b>-0,68</b>	<b>0,79</b>
C16:0	<b>-0,50</b>	<b>-0,44</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,32</b>	<b>0,55</b>	-0,07	<b>-0,62</b>	<b>-0,64</b>	<b>-0,59</b>	<b>-0,55</b>	-0,07	-0,09	-0,01	<b>-0,73</b>	<b>0,86</b>
C16:1c9	-0,08	0,06	-0,09	0,06	<b>-0,57</b>	<b>0,75</b>	-0,08	0,05	-0,14	-0,04	-0,22	<b>0,96</b>	<b>0,84</b>	<b>-0,55</b>	-0,08
C18:0	-0,25	<b>-0,35</b>	<b>-0,29</b>	<b>-0,35</b>	<b>0,85</b>	<b>-0,72</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,43</b>	-0,25	<b>-0,32</b>	0,14	<b>-0,85</b>	<b>-0,94</b>	<b>0,46</b>	<b>0,39</b>
C18:1c9	<b>-0,43</b>	<b>-0,37</b>	<b>-0,41</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,44</b>	<b>0,95</b>	<b>-0,45</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,47</b>	<b>-0,45</b>	0,00	<b>0,60</b>	<b>0,79</b>	0,05	-0,24
C18:1t10,11,12 <sup>c</sup>	<b>-0,29</b>	-0,22	<b>-0,29</b>	<b>-0,36</b>	<b>0,28</b>	-0,19	-0,15	-0,19	-0,21	-0,16	-0,21	-0,23	<b>-0,38</b>	0,25	0,11
C18:1c11	-0,19	-0,05	-0,11	-0,11	<b>-0,51</b>	<b>0,67</b>	-0,06	0,05	-0,13	-0,06	-0,22	<b>0,67</b>	<b>0,60</b>	-0,05	<b>-0,28</b>
C18:2iso <sup>d</sup>	-0,03	-0,06	-0,02	-0,09	0,07	-0,13	0,05	0,03	-0,01	-0,01	-0,10	-0,15	-0,20	<b>0,28</b>	-0,11
C18:2n-6	<b>0,82</b>	<b>0,78</b>	<b>0,88</b>	<b>0,66</b>	<b>-0,52</b>	<b>-0,30</b>	<b>0,96</b>	<b>0,94</b>	<b>0,97</b>	<b>0,92</b>	0,12	0,01	-0,03	0,10	<b>-0,59</b>
C20:0	<b>0,28</b>	0,09	0,18	0,16	-0,02	-0,15	0,18	0,16	0,21	0,10	<b>0,26</b>	-0,13	-0,12	0,22	-0,20
C18:3n-3	<b>0,67</b>	<b>0,73</b>	<b>0,74</b>	<b>0,57</b>	<b>-0,48</b>	-0,26	<b>0,87</b>	<b>0,86</b>	<b>0,82</b>	<b>0,90</b>	-0,19	0,08	0,00	0,01	<b>-0,47</b>
C18:2c9t11	-0,24	-0,10	-0,21	-0,19	<b>-0,52</b>	<b>0,69</b>	-0,08	0,04	-0,18	-0,09	<b>-0,28</b>	<b>0,68</b>	<b>0,61</b>	-0,03	<b>-0,28</b>
C18:2 n. i.	<b>0,74</b>	<b>0,63</b>	<b>0,74</b>	<b>0,76</b>	<b>-0,39</b>	-0,15	<b>0,64</b>	<b>0,64</b>	<b>0,65</b>	<b>0,64</b>	0,10	0,05	0,07	0,04	<b>-0,43</b>
C20:4n-6		<b>0,86</b>	<b>0,93</b>	<b>0,82</b>	<b>-0,50</b>	<b>-0,28</b>	<b>0,92</b>	<b>0,89</b>	<b>0,93</b>	<b>0,89</b>	0,15	0,06	0,02	-0,01	<b>-0,56</b>
C20:5n-3			<b>0,85</b>	<b>0,78</b>	<b>-0,53</b>	-0,19	<b>0,87</b>	<b>0,86</b>	<b>0,82</b>	<b>0,92</b>	<b>-0,28</b>	0,19	0,11	-0,12	<b>-0,49</b>
C22:5n-3				<b>0,83</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,26</b>	<b>0,95</b>	<b>0,93</b>	<b>0,94</b>	<b>0,94</b>	0,05	0,07	0,05	0,01	<b>-0,58</b>
C22:6n-3					<b>-0,49</b>	-0,16	<b>0,78</b>	<b>0,78</b>	<b>0,76</b>	<b>0,80</b>	0,00	0,16	0,15	-0,15	<b>-0,44</b>
ΣAGS <sup>e</sup>						<b>-0,63</b>	<b>-0,58</b>	<b>-0,70</b>	<b>-0,53</b>	<b>-0,56</b>	0,04	<b>-0,74</b>	<b>-0,79</b>	-0,01	<b>0,80</b>
ΣAGM <sup>f</sup>							<b>-0,26</b>	-0,11	<b>-0,31</b>	<b>-0,26</b>	-0,09	<b>0,78</b>	<b>0,90</b>	-0,02	<b>-0,36</b>
ΣAGP <sup>g</sup>								<b>0,98</b>	<b>0,98</b>	<b>0,97</b>	0,04	0,09	0,04	0,04	<b>-0,62</b>
AGP/AGS									<b>0,96</b>	<b>0,96</b>	0,02	0,24	0,20	0,02	<b>-0,68</b>
Σn-6 <sup>h</sup>										<b>0,94</b>	0,19	0,03	0,00	0,05	<b>-0,60</b>
Σn-3 <sup>i</sup>											-0,14	0,12	0,06	-0,03	<b>-0,56</b>
n-6/n-3												-0,21	-0,11	0,20	-0,15
Δ9dessat16 <sup>j</sup>													<b>0,86</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,34</b>
Δ9dessat18 <sup>k</sup>														<b>-0,32</b>	<b>-0,37</b>
Elong <sup>l</sup>															<b>-0,53</b>

<sup>a</sup> Correlações em negrito significativas para P<0,01; correlações em itálico significativas para P<0,05