

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
COMISSÃO DE ESTÁGIO

PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE BOVINA

Raquel Sousa Freitas Ximenes

PORTO ALEGRE

2009/2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
COMISSÃO DE ESTÁGIO

PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE BOVINA

autora: Raquel Sousa Freitas Ximenes

Monografia apresentada à Faculdade de Veterinária como requisito parcial para a obtenção de Graduação em Medicina Veterinária.

orientador: prof. Paulo Cesar de Faccio Carvalho

co-orientadora: zootecnista Aline Kellermann de Freitas

supervisora: prof^a Araciana Lustosa

PORTO ALEGRE

2009/2

X7p Ximenes, Raquel Sousa Freitas

Perfil de ácidos graxos da carne bovina / Raquel Sousa Freitas Ximenes - Porto Alegre: UFRGS, 2009/2.

48f.; il. – Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Comissão de Estágio, Porto Alegre, BR-RS, 2009/2. Paulo César de Faccio Carvalho, Orient. , Aline Kellermann de Freitas, Co-Orient.

1. Nutrição animal : Bovinos 2. Saúde : Dieta 3. Colesterol
I. Carvalho, Paulo César de Faccio, Orient. II. Freitas, Aline Kellermann de, Orient. III. Título.

CDD 619

**Catálogo na fonte
Preparada pela Biblioteca da Faculdade de
Veterinária da UFRGS**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Luís Alberto Remedi Ximenes e Élea Maria Sousa Freitas Ximenes, pelo amor incondicional, pelo apoio nesta longa jornada e por sempre terem acreditado na minha capacidade e no meu sucesso, mesmo nos momentos mais difíceis.

A minha irmã, Simone Ximenes, pela amizade, amor e apoio, especialmente nos momentos mais difíceis.

A toda minha família, em especial as minhas avós, Olga Ximenes e Maria do Carmo Sousa Freitas, pelo auxílio em todos os momentos e por compreender minha ausência em momentos importantes ao longo dos últimos anos.

Aos amigos, longe ou perto, sempre presentes, Viviana Pereira, Daniele Bezerra, Priscila Camaratta, Carla Lehungeur, Bibiana Barbará, Gabriel Cunha, Marcelo Plentz, Thais Lima e Saula Farina, pela amizade, carinho e por estarem ao meu lado tanto nos momentos difíceis, como nos momentos de comemoração.

Aos amigos, Karina, Juliane, Rafael, Jaqueline, Bruno, Natália, Marcelo, Tiago Moraes, Thiago Arraes, Renata, Greysson, Carolina e Juliana, que me acompanharam nesses quase seis meses e tornaram minha estada longe de casa muito melhor.

A família Barbará, pela amizade e auxílio, principalmente durante minhas estadas em Uruguaiana, em especial a Márcia, que tem sido como uma segunda mãe.

Ao Méd. Vet. Luiz Rafael Zaccaro Lagreca, pela paciência, amizade e conhecimentos transmitidos não só durante o estágio curricular, mas durante todo os anos de estágio pela Associação Brasileira de Hereford e Braford - ABHB. Muito mais que um exemplo de profissional, tu foste um exemplo de vida para mim.

Às Méd. Vet. Thais Pires Lopa e Milene Bueno, pela amizade, carinho, apoio e, principalmente por terem acreditado em mim, mesmo quando eu não acreditava, ao longo de todos estes anos de convivência.

Aos amigos da ABHB, pelo companheirismo e parceria, que transformaram o trabalho duro e necessário em dias agradáveis e descontraídos.

Ao Prof. José Fernando Piva Lobato, por ser um dos “culpados” do meu amor pela pecuária e pelo caminho que escolhi seguir, e como ele mesmo diz, por ter me “colocado na vida”.

Ao Prof. João Batista Souza Borges e a todos os colegas da Unidade de Reprodução Bovinos (URB) pela amizade e companheirismo nos últimos semestres da faculdade.

Ao Prof. Bangel, pelos muitos “puxões de orelha”, pelas palavras certas, nas horas certas e que foram de grande importância para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Paulo Carvalho, pela amizade, paciência, disponibilidade e aprendizado, não só como orientador de monografia, mas ao longo de todo curso.

Ao Prof. Joaquim Fernandes, pelo incentivo, preocupação e motivação constantes, pela amizade e pelo carinho em todos os momentos.

Ao Prof. Marcelo Grillo pelo apoio e incentivo nos momentos mais difíceis que passei na faculdade.

Ao Prof. Rui Fernando F. Lopes, à Prof^a Karen Haag, ao Prof. César Avancini, ao Prof. Harold Ospina Patiño, à Prof^a Maria Inês Jobim, a todo pessoal do Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo e do Laboratório de Nutrição Animal, pessoas que me receberam em seus laboratórios para desenvolvimento de atividades de iniciação científica e me transmitiram um pouco de seu conhecimento.

Ao Grupo Pitangueira e à Agropecuária Santa Ana, por terem aberto as portas e possibilitado que eu realizasse estágio extra-curricular, permitindo que iniciasse minha vivência com a profissão na prática.

À Deus, por todas as oportunidades que colocou no meu caminho e pelas pessoas maravilhosas que estiveram presentes em minha vida, tornando mais fácil e agradável o caminho a ser percorrido.

"Algo só é impossível até que alguém duvide
e acabe provando o contrário"

Albert Einstein

"Não é o mais forte nem o mais inteligente
da espécie que sobrevive e sim o mais
adaptável às mudanças."

Charles Darwin

RESUMO

A carne, devido a seu alto valor nutritivo, é um dos alimentos mais importantes em nossa dieta. Os principais constituintes da carne bovina com interesse nutricional, são a gordura, as vitaminas e os minerais, e as proteínas. As mudanças nos hábitos alimentares, decorrentes do desenvolvimento da sociedade nas últimas décadas, vêm fazendo com que as pessoas procurem, cada vez mais, alimentos que lhes proporcionem uma vida saudável. O principal motivo da “limitação” da carne bovina em nossa dieta, se deve a restrição de gordura saturada. No entanto, a carne bovina apresenta teor de colesterol ao redor de 50 mg/100 g, semelhante ao da carne suína e de frango. Além disso, o sistema de produção e o tipo de alimento fornecido aos animais, alteram consideravelmente a composição química da carne, principalmente o perfil de ácidos graxos. Como forragens verdes são particularmente ricas em ácidos graxos poliinsaturados, ruminantes criados em sistemas extensivos tendem a ter 2-3 vezes mais ácido linoléico conjugado (CLA), além de uma melhor relação ômega 3:ômega 6, do que aqueles criados em confinamento, constituintes estes, que são de grande importância para a saúde humana. Portanto, é de suma importância, que os consumidores em geral e, principalmente, os profissionais da área de saúde, tenham conhecimento das benesses da carne bovina para saúde humana, especialmente a carne produzida em sistemas pastoris.

Palavras-chave: saúde, dieta, biohidrogenação, nutrição animal, colesterol.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Consumo de carnes no mundo (milhões de toneladas).....	9
Tabela 2	Concentração de colesterol (mg/100g) em carnes.....	14
Tabela 3	Nome comum, comprimento de cadeia: n° de insaturações, tipo de ácido graxo e teores dos principais ácidos graxos na gordura intramuscular de bovinos.....	21
Tabela 4	Concentração dos ácidos linoléico (C18:2 ω6), α-linolênico (C18:3 ω3), araquidônico (C20:4 ω3), eicosapentaenóico (C20:5 ω3) e docosaexaenóico (C22:6 ω3) em alimentos de origem animal.....	25
Tabela 5	Concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) em alguns alimentos de origem animal.....	28
Tabela 6	Teor de colesterol em diferentes cortes de carne crus (mg/100 g).....	30
Tabela 7	Concentração (mg/100 g de músculo) de ácidos graxos dos grupos ômega 6 e ômega 3 no músculo <i>Longissimus</i> de novilhos Aberdeen Angus alimentados com concentrado ou com silagem de gramínea e abatidos aos 14 meses.....	32
Tabela 8	Composição de ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos) da gordura subcutânea de novilhos de corte (14-19 meses de idade) alimentados com, concentrado, silagem de gramínea ou pastagem verde de gramínea.....	33
Tabela 9	Efeito de diferentes dietas na composição de ácidos graxos da gordura intramuscular (g/100g de ácidos graxos).....	34
Tabela 10	Composição de ácidos graxos de pastagem de <i>Medicago sativa</i> e <i>Festuca arundinacea Schreb</i> nas diferentes estações do ano (g/100 g de ácidos graxos).....	36
Tabela 11	Perfil de ácidos graxos (% de ácidos graxos totais) de <i>Panicum maximum</i> Jacq. Cv. Mombaça.....	36

LISTA DE ANEXOS

Anexo A	Consumo mundial de carne bovina (x1000 toneladas).....	10
Anexo B	Representação esquemática de galactolípido e de triglicerídio.....	16
Anexo C	Esquema geral da degradação dos lipídios pelas bactérias ruminais.....	17
Anexo D	Biohidrogenação do ácido linoléico.....	18
Anexo E	Biohidrogenação do ácido α-linolênico pelas bactérias ruminais.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS

AGI: ácido graxo insaturado

AGMI: ácido graxo monoinsaturado

AGPI: ácido graxo poliinsaturado

AGS: ácido graxo saturado

C12:0: ácido láurico

C14:0: ácido mirístico

C16:0: ácido palmítico

C16:1 ω 7: ácido palmitoléico

C18:0: ácido esteárico

C18:1 *trans*-11: ácido vaccênico

C18:1 ω 9: ácido oléico

C18:2 *cis*-9 *trans*-11: ácido rumênico

C18:2 ω 6: ácido linoléico

C18:3 ω 3: ácido α -linolênico

C20:5 ω 3: ácido eicosapentanóico

C20:4 ω 6: ácido araquidônico

C22:6 ω 3: ácido docosaheptaenóico

CLA: ácido linoléico conjugado

HDL: lipoproteína de alta densidade

LDL: lipoproteína de baixa densidade

VLDL: lipoproteínas de muito baixa densidade

ω 3: ômega 3

ω 6: ômega 6

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	CARNE E SAÚDE HUMANA.....	15
3	METABOLISMO E BIOQUÍMICA DA DIGESTÃO E ABSORÇÃO DE LIPÍDIOS EM RUMINANTES.....	19
3.1	Degradação dos Lipídios.....	20
3.2	Biohidrogenação dos Ácidos Graxos.....	21
3.3	Digestão de Lipídios.....	22
4	COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE.....	24
4.1	Poliinsaturados.....	25
4.2	Monoinsaturados.....	26
4.3	Saturados.....	26
5	ÁCIDOS GRAXOS DE MAIOR INTERESSE.....	27
5.1	Ômega 6 (ω6) e Ômega 3 (ω3).....	27
5.2	Ácido Linoléico Conjugado (CLA).....	29
5.3	Colesterol.....	32
6	NUTRIÇÃO ANIMAL E COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS.....	35
7	CONCLUSÃO.....	41
	REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

A carne, devido a seu alto valor nutritivo, é um dos alimentos mais importantes em nossa dieta. Juntamente com os nutrientes dos demais grupos de alimentos, faz parte de uma dieta balanceada. Sua maior contribuição se deve à quantidade e à qualidade de suas proteínas, à presença de ácidos graxos essenciais e de vitaminas do complexo B, como a B12, ou cobalamina, encontrada apenas em produtos de origem animal e, em menor proporção, ao seu conteúdo em determinados minerais, como ferro e zinco (SAUCIER, 1999). As proteínas da carne apresentam um perfeito equilíbrio de aminoácidos essenciais, ou seja, os que não são sintetizados pelo nosso organismo e precisam ser obtidos a partir da alimentação (PENSEL, 1998). Além disso, é essencial para o desenvolvimento intelectual e físico, principalmente das crianças.

Seu consumo é afetado por diversos fatores, os mais importantes estão relacionados as características do produto (propriedades sensoriais e nutricionais, segurança alimentar, preço, conveniência, etc.) e a alguns fatores relacionados ao ambiente em que vive o consumidor (psicológico, saúde, aspectos familiares ou educacionais, situação econômica em geral, clima, legislação, etc.). Esses fatores são usualmente ligados proximamente a aspectos sociais, econômicos, políticos e geográficos. A consequência de tudo isso é que em sociedades ricas um dos aspectos que mais afetam a “imagem” e portanto, o consumo de carne é o fato de ela ser vista como saudável (JIMÉNEZ-COLMENERO *et al.*, 2001).

As mudanças nos hábitos alimentares, decorrentes do desenvolvimento da sociedade nas últimas décadas, vêm fazendo com que as pessoas procurem, cada vez mais, alimentos que lhes proporcionem uma vida saudável.

Desde que iniciaram-se os relatos sobre o aumento da incidência de obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes e câncer, a carne bovina tornou-se um dos maiores “inimigos” da vida saudável (PADRE *et al.*, 2006). O consumo mundial *per capita* de carne vermelha vem apresentando, nos últimos anos, crescimento inexpressivo e até mesmo reduções, como ocorrido na Europa na década passada (LADEIRA & OLIVEIRA, 2006).

A corrida contra a gordura animal teve início após a Segunda Guerra, quando os norte-americanos surpreenderam-se com a alta incidência de infartos em homens de meia-idade e mulheres na menopausa. Concluíram, então, que havia algo de errado nos hábitos do homem moderno. Com isso, iniciou-se uma política de convencimento da população, buscando cortar a carne vermelha da dieta, política essa que foi adotada por diversos países, inclusive pelo

Brasil (VARELLA, 2007). Porém, até hoje, os cientistas não conseguiram comprovar a tese de que dietas ricas em gordura animal provoquem problemas cardíacos ou encurtem a expectativa de vida, podendo esta mudança de hábito alimentar, não só não estar auxiliando na redução destes problemas, como também estar contribuindo para engordar a população.

Podemos citar como exemplo o caso da população norte-americana, onde na década de 80, cerca de 40% das calorias ingeridas eram provenientes de gordura animal, passados mais de 20 anos, de campanha contra carne, teve esta parcela reduzida para cerca de 30%, com isso, a obesidade que afligia 14% dos americanos, hoje passa dos 20%. Engordar piora o perfil lipídico sanguíneo, aumenta a probabilidade de desenvolver diabetes, de ter pressão alta, entre outros. Fatores esses, que provocam risco de ataques cardíacos, de derrames cerebrais e de morte precoce (VARELLA, 2007).

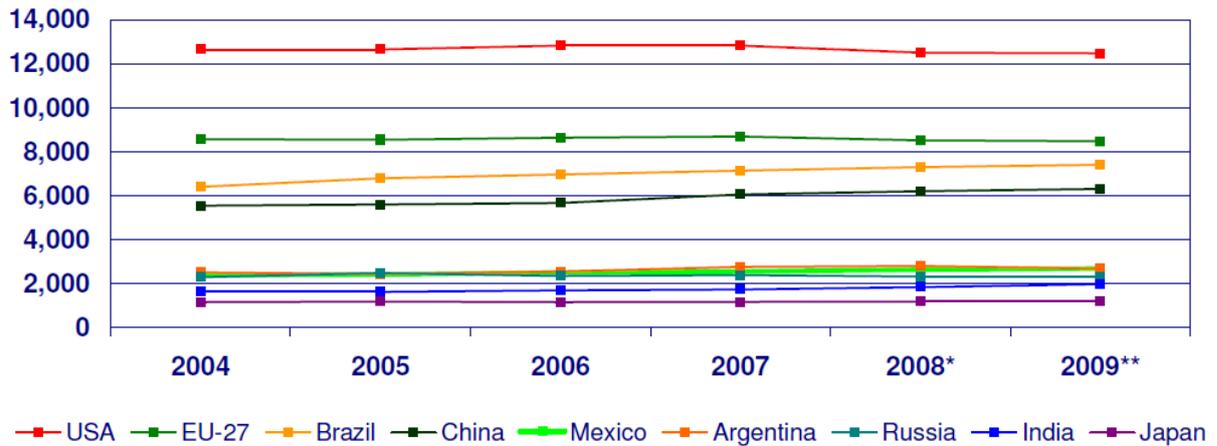
A concorrência com outras carnes, consideradas “mais saudáveis” e em alguns casos de custo mais acessível, também é um dos fatores que tem influenciado na queda do consumo de carnes vermelhas nos últimos anos. A **Tabela 1**, mostra que no período de 2000 a 2004, no mundo, o consumo das carnes suína e de frango apresentaram crescimento bem mais expressivo, em relação à carne bovina. Ficando claramente evidenciada a preocupação do consumidor em buscar produtos “mais saudáveis”. Se a população não estiver ciente da segurança alimentar e qualidade do produto, o consumo deste será prejudicado, o que afetará toda a cadeia produtiva. O **Anexo A**, mostra a evolução do mercado mundial da carne bovina, entre os anos 2004 e 2009 (dados preliminares).

Tabela 1: Consumo de carnes no mundo (milhões de toneladas).

	2000	2001	2002	2003	2004	%00/04
Bovina	49,6	48,7	50,3	49,1	50,4	+ 1,6
Suína	81,7	83,5	86,3	88,6	90,6	+10,9
Avícola	49,4	50,6	52,3	52,5	53,3	+7,9

Fonte: MAPA (2006)

Anexo A: Consumo mundial de carne bovina (x1000 toneladas; * preliminar/ ** projeção).



Fonte: USDA (2009)

Conforme Medeiros (2003), pesquisa realizada pelo CEPEA (ESALQ-USP), identificou o teor de colesterol como o principal motivo dos consumidores evitarem o consumo de carne bovina. Talvez um dos motivos seja a divulgação de que as doenças cardiovasculares estejam relacionadas com os altos níveis de colesterol no sangue.

Carnes são constituídas, em geral, por 60 a 80% de água e 15 a 25% de proteína, sendo o restante formado principalmente por gorduras, sais, pigmentos e vitaminas. São alimentos preferidos pela maioria dos consumidores, no entanto, são apontados como alimentos com alto teor de colesterol, gordura e ácidos graxos saturados e baixos níveis de ácidos graxos insaturados (BRAGAGNOLO, 2001).

Porém, é de suma importância, que os consumidores em geral e, principalmente, os profissionais da área de saúde, tenham conhecimento das benesses da carne bovina para saúde humana, especialmente a carne produzida em sistemas pastoris.

A relação entre dieta e saúde humana está cada vez mais evidente. Com isso, hoje em dia os consumidores têm se mostrado mais preocupados e interessados em saber o que realmente estão consumindo. Criadores de animais, conscientes deste interesse, têm tentado através de modificações das dietas fornecidas aos animais e melhoramento genético, oferecer à população carnes que proporcionam dietas mais saudáveis.

Neste sentido, o Brasil é privilegiado, pois possui um ótimo potencial forrageiro e, especialmente o Rio Grande do Sul, com seus campos naturais de grande diversidade florística, além das pastagens cultivadas, de clima temperado e ciclo hiberno/primaveril (BOLDRINI, 1997).

Para produzir carne “saudável”, é preciso conhecermos plenamente seus efeitos positivos e negativos à saúde.

Com o objetivo de produzir carne mais saudável e atender as preferências do consumidor, diversas pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de melhorar o perfil de ácidos graxos na carne bovina, reduzindo os teores de ácidos graxos saturados (AGS) e aumentando os teores de ácidos graxos insaturados (AGI). Isto, além de ser de grande importância do ponto de vista da saúde humana, poderá também ser utilizado como estratégia de marketing pela cadeia da carne.

2 CARNE E SAÚDE HUMANA

De acordo com Varella (2002), na década de 50, o bioquímico americano John Gofman, desenvolveu estudo mostrando que a gordura do sangue de coelhos alimentados com colesterol era composta de duas frações principais. Estavam descobertos o HDL (lipoproteína de alta densidade) e o LDL (lipoproteína de baixa densidade), respectivamente. Gofman descobriu ainda que essa fração LDL encontrava-se elevada nos coelhos que desenvolviam aterosclerose, mas nos 10% de animais que não a formavam, apesar da dieta rica em colesterol, a maior parte da gordura era transportada sob a forma de HDL. Havia então um colesterol “bom” (HDL) e outro “ruim” (LDL).

Anos mais tarde, o mesmo grupo de pesquisa, separou as frações de colesterol contidas em dois grupos de homens. No primeiro, foram estudados indivíduos que haviam tido e se recuperado de ataques cardíacos. No segundo, indivíduos saudáveis. Os autores verificaram que os níveis de LDL eram bem mais altos nos homens “cardíacos” e os de HDL, nos normais. Exatamente como nos coelhos, concluíram. A descoberta do LDL como agente da aterosclerose aparentemente explicava porque algumas pessoas têm ataque cardíaco apesar de apresentar níveis normais de colesterol total.

Em 1952, o grupo do especialista em nutrição, L. Kinsey, demonstrou que dietas compostas de vegetais e baixos teores de gordura animal reduziam o colesterol na maioria dos seres humanos. Em seguida, um grupo chefiado por E. Ahrens, da Universidade de Rockefeller, foi mais longe: as gorduras vegetais reduziam o colesterol graças à insaturação de suas moléculas. Os animais aumentavam seus valores por terem moléculas saturadas. Dentro deste cenário, eclodiria a guerra ao colesterol.

Nas últimas décadas, a carne de animais ruminantes sofreu intenso ataque de profissionais da área da saúde, que a colocavam como um produto prejudicial à saúde humana. Isto ocorreu devido aos maiores teores de ácidos graxos saturados (AGS) nas carnes de ruminantes, em relação às carnes de outros animais, principalmente de peixes e aves. O principal motivo da limitação de carne bovina na dieta humana ocorre pela restrição ao consumo de gordura saturada.

A questão do colesterol divide os cientistas atuais e envolve interesses econômicos. Basta pensar na quantidade de alimento com baixos teores de gordura oferecidos.

Valle (2000) agrupa os fatores de risco em “não-controláveis” e “controláveis”. Os primeiros são idade e tendência genética, e os últimos são sedentarismo, fumo, obesidade, diabetes, pressão alta, altos níveis de colesterol total e LDL e baixos níveis de HDL. Estes aspectos estão extremamente relacionados com a ocorrência das doenças cardiovasculares e devem ser destacados, por contribuírem significativamente para o aumento da colesteremia. Portanto, a ingestão de gorduras de origem animal não deve ser considerada isoladamente, já que a associação de um ou mais desses fatores pode ser altamente prejudicial a saúde humana. Também, o consumo inadequado de gorduras, seja de origem animal ou vegetal, é um importante fator de risco no desenvolvimento dessas doenças. Análises precipitadas e sem fundamento científico polemizaram, restringiram e condenaram a carne bovina no cardápio da população.

Segundo Varella (2002), a relação gordura versus carboidrato na dieta tem sido forte causa de debates entre os pesquisadores. A famosa pirâmide nutricional que as autoridades de diversos países (inclusive o Brasil), adotaram como base para indicar vegetais que devem ser ingeridos com liberalidade, e o topo da pirâmide que corresponde à gordura animal a ser consumida de forma muito restrita, tem sido questionada.

Uma série de estudos norte-americanos (“Nurse’s Health Study”; “Health Professionals Follow-up Study”; “Nurse’s Health Study II”), descritos por Varella (2002), chegaram as mesmas conclusões:

- Dietas ricas em gorduras monoinsaturadas (como o óleo de oliva), reduzem o risco de doenças cardíacas;
- Dietas ricas em gorduras saturadas (como a carne vermelha) aumentam muito pouco o risco de doença coronariana, quando comparadas com dietas ricas em carboidratos (como pão, macarrão e doces);
- As gorduras presentes na margarina, são bem menos saudáveis do que as contidas na manteiga.

A carne bovina apresenta teor de colesterol ao redor de 50 mg/100 g, semelhante ao da carne suína e de frango, não justificando sua condenação ou aversão por parte dos consumidores (BRAGAGNOLO & RODRIGUEZ-AMAYA, 1995). De acordo com Medeiros (2003), a recomendação do “American Heart Association” para ingestão máxima de colesterol por dia é de 300 mg. Isso significa ser o consumo de 200 g do músc. *Longissimus* aproximadamente, apenas 1/3 da quantidade máxima recomendada.

Na **Tabela 2** estão apresentados valores de colesterol e lipídios totais em carnes de bovinos, suínos e frangos. Existem diferenças entre espécies animais e entre cortes carnes.

Nessas comparações podemos observar que a carne bovina apresentou valores de lipídios totais menores, semelhante a carne branca de frango e ao lombo (sem a camada externa de gordura).

Tabela 2: Concentração de colesterol (mg/100g) e lipídios totais (g/100g) em carnes.

	Carne	Colesterol (mg/100 g)	Lipídios Totais (g/100 g)
Bovina	Contrafilé	51,0	2,4
	Coxão mole	56,0	1,7
	Coxão duro	50,0	1,9
Suína	Lombo	49,0	3,0
	Pernil	50,0	5,0
	Toucinho	54,0	83,0
Frango	Carne branca	58,0	2,7
	Carne escura	80,0	7,0
	Pele	104,0	56,0

Fonte: BRAGAGNOLO (2001).

Dos ácidos graxos presentes na carne bovina, o mais indesejável é o ácido mirístico (C14:0), por ter efeito hipercolesterolêmico, o ácido palmítico (C16:0), tem ação hipercolêmica menor. Entretanto, o ácido esteárico (C18:0) tem efeito nulo, e o ácido oléico (C18:1; o mesmo presente no azeite de oliva) diminui o colesterol sanguíneo (efeito hipocolesterolêmico). Esses dois últimos, representam a maioria encontrada na gordura de ruminantes (RUSSO *et al.*, 1999; BANSKALIEVA *et al.*, 2000; FRENCH *et al.*, 2003).

Além disso, desde a descoberta do ácido linoléico conjugado (CLA) como um componente da carne que apresentava ação anti-carcinogênica, no final da década de 80 (HÁ *et al.*, 1987), seu estudo intensificou-se enormemente, e muitas outras ações metabólicas foram descobertas. Hoje o CLA é reconhecido pela Academia de Ciência dos Estados Unidos, como o único ácido graxo inequivocamente anti-carcinogênico e anti-cancerígeno, portanto capaz de evitar o surgimento do câncer e combatê-lo após instalado. Além disso, o CLA mostrou, em modelos animais e de cultura de células e tecidos, reduzir a aterogênese, auxiliar no controle da diabetes e, em especial, prevenir a formação e destruir células cancerígenas

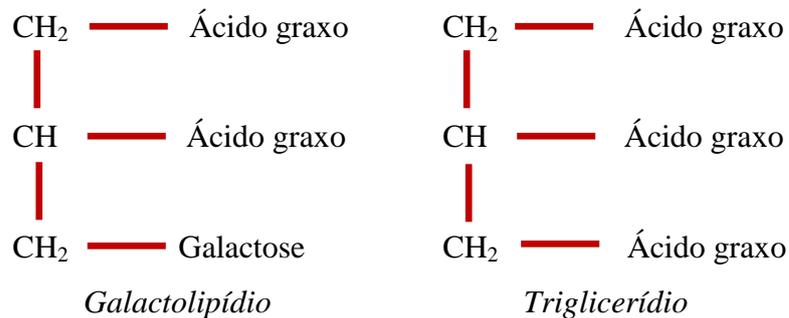
(PARIZA *et al.*, 2000). Em humanos, Blankson *et al.* (2000), concluíram que o CLA pode reduzir a quantidade de gordura corporal de pessoas com sobrepeso ou obesidade.

Quanto a seus benefícios para saúde humana, produtos contendo CLA (considerados nutracêuticos ou funcionais), são anticancerígenos (especialmente o ácido rumênico) e antiobesidade (isômero *t*-10, *c*-12). Esses produtos, ajudam a prevenir a arterosclerose, tem ação antioxidante e contribui para prevenção do diabetes mellitus não insulino dependente (IP *et al.*, 1999; EVANS *et al.*, 2002; SEBÉDIO *et al.*, 1999).

3 METABOLISMO E BIOQUÍMICA DA DIGESTÃO E ABSORÇÃO DE LIPÍDIOS EM RUMINANTES

Os lipídios podem ser classificados nutricionalmente em lipídios de reserva (triglicerídios de grãos e sementes, por exemplo), lipídios das folhas (galactolipídios e fosfolipídios) e outras estruturas moleculares (ceras, carotenóides, clorofila, etc.). A dieta de ruminantes alimentados basicamente com forrageiras, tem baixo teor de lipídios (entre 1 – 4% da matéria seca), representados principalmente por galactolipídios. Níveis mais altos de lipídios são obtidos pela adição de gordura ou de sementes oleaginosas nas dietas (KOZLOSKI, 2002).

Anexo B: Representação esquemática de galactolipídio e de triglicerídio.



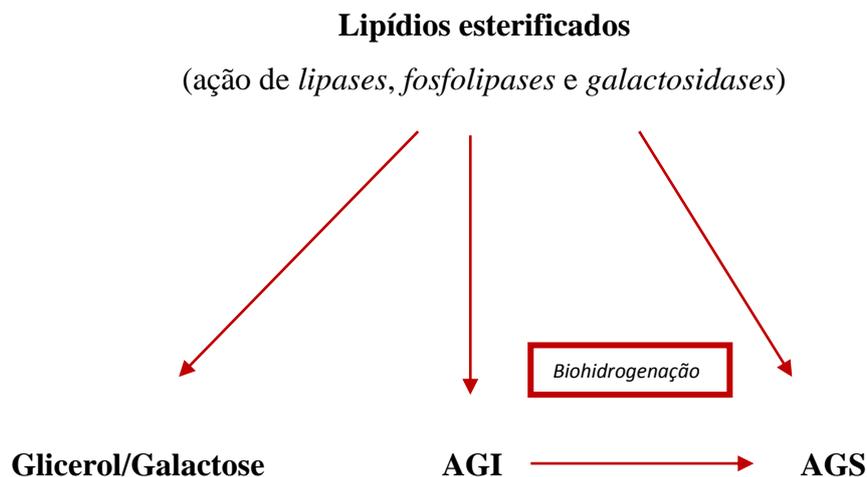
Fonte: KOZLOSKI (2002)

Devido ao processo de biohidrogenação ruminal, que modifica os ácidos graxos presentes na dieta, os lipídios tendem a ser hidrogenados pela microbiota do rúmen, levando a formação de ácidos graxos saturados e *trans*-monoinsaturados que depois se depositam nos tecidos dos animais (DEMEYER & DOREAU, 1999). Enquanto os ácidos graxos insaturados representam aproximadamente 80% dos ácidos graxos totais presentes nos alimentos normalmente utilizados nas dietas de ruminantes, passam a somente 25% dos que chegam ao intestino delgado (KOZLOSKI, 2002). Por esse motivo, existem grandes diferenças entre a composição dos lipídios ingeridos (dieta) e os contidos nos produtos de ruminantes (carne e leite).

3.1 Degradação dos Lipídios

Logo após ingeridos pelo animal, os galactolipídios e os demais lipídios esterificados, são hidrolizados por lipases associadas à membrana celular bacteriana, liberando glicerol, galactose e ácidos graxos, entre outros (**Anexo C**). O glicerol e a galactose entram na célula bacteriana e são prontamente metabolizados. A maior parte (acima de 70%) dos ácidos graxos presentes nos galactolipídios e nos triglicerídios das sementes são insaturados (principalmente oléico, linoléico e α -linolênico).

Anexo C: Esquema geral da degradação dos lipídios pelas bactérias ruminais.



Fonte: KOZLOSKI (2002)

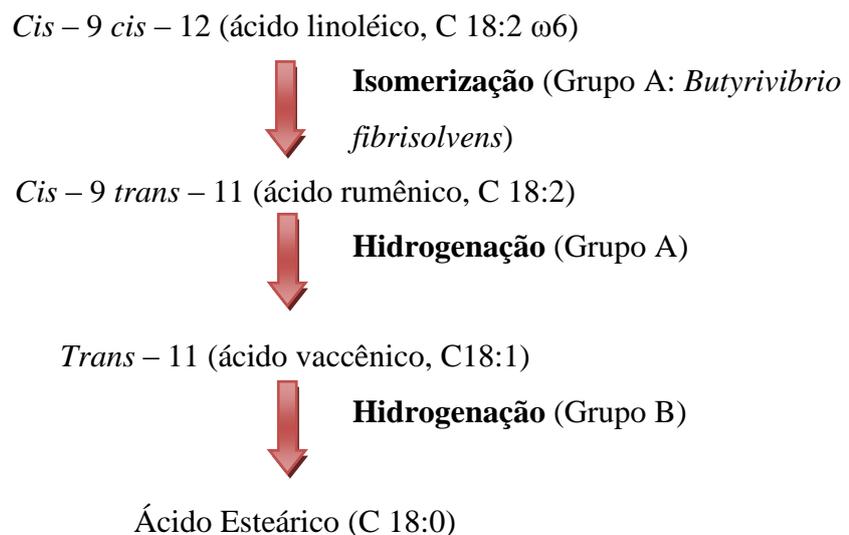
As bactérias não são capazes de utilizar estes ácidos graxos como fonte de energia, mas, de outra forma, uma fração deles é incorporada aos lipídios bacterianos, mas, normalmente, a maioria dos ácidos graxos insaturados são biohidrogenados e fluem do rúmen para o abomaso como ácidos graxos saturados livres e sem ser utilizados pela microflora ruminal. Devido a isso, a proporção de ácidos graxos saturados/insaturados, presente na gordura armazenada no tecido adiposo dos ruminantes, é mais alta que nos monogástricos.

A extensão da lipólise depende também da natureza do lipídio ingerido, óleos de plantas (óleo de linhaça, por exemplo) são quase que totalmente hidrolizados (CHURCH, 1993 *apud* OLIVEIRA *et al.*, 2004).

3.2 Biohidrogenação dos Ácidos Graxos

A maior parte dos ácidos graxos insaturados livres são rapidamente hidrolisados por enzimas lipolíticas que liberam os ácidos graxos. Livres, estes são hidrogenados (sofrem adição de hidrogênios nas ligações insaturadas, tornando-as saturadas) por ação de isomerases e redutases presentes nas bactérias da microbiota ruminal, tornando-os mais saturados. Ainda não está bem elucidada qual a função deste processo, acredita-se que seja uma evolução adaptativa das bactérias ruminais, com função detoxificante, uma vez que ácidos graxos insaturados são mais tóxicos a elas. Em geral, apenas 10-35% dos AGI não sofrem biohidrogenação (PALMQUIST, 1988 *apud* MEDEIROS, 2003).

Anexo D: Biohidrogenação do ácido linoléico.



Fonte: HARFOOT & HAZLEWOOD (1997) *apud* LADEIRA & OLIVEIRA (2006).

Por esse motivo, há grande diferença na concentração entre os ácidos graxos ingeridos, os encontrados no conteúdo digestivo e o que é depositado na gordura intramuscular. A dieta fornecida aos animais no Brasil, em geral, é predominantemente poliinsaturada (forragem verde). Assim, a carne de ruminantes, apresentam maiores teores de AGS e AGMI.

Na dieta de ruminantes, o principal ácido graxo é o linoléico (C18:2 ω6), o ácido esteárico (C18:0), representa pouco mais de 2%. Porém, na chegada ao intestino delgado, o ácido esteárico passa a representar mais da metade dos ácidos graxos, enquanto o linoléico é

reduzido a pouco mais de 10%. No entanto, na deposição na gordura intramuscular, o ácido oléico (C18:1 ω 9) é o predominante (DUCKETT, 2000).

Quando a ingestão de ácidos graxos insaturados (AGI) é muito grande, pode exceder a capacidade dos microorganismos ruminais de biohidrogenação, levando a uma maior absorção intestinal de AGI. Essa seria a explicação para a sazonalidade na relação AGS:AGI no tecido adiposo de ruminantes em regiões que possuem pastagens temperadas, já que estas, quando jovens, possuem quantidades muito grandes de AGPI (LAWRENCE & FOWLER, 1997 *apud* MEDEIROS, 2003).

Uma forma de ajudar no enriquecimento de AGPI é através da inibição da biohidrogenação, pelo aumento na concentração de ácidos graxos na dieta (BEAM *et al.*, 2000). O uso de ionóforos e a redução do pH ruminal são meios de reduzir a ação dos microorganismos do rúmen (DEMEYER & DOREAU, 1999). A manutenção de baixos valores de pH ruminal, pode ser alcançado pela utilização de dietas com alto concentrado, podendo ser uma estratégia para a proteção de fontes de lipídios insaturados (como óleos vegetais), para que estes cheguem ao intestino e possam ser absorvidos e incorporados (VAN NEVEL & DEMEYER, 1996).

As bactérias ruminais também sintetizam ácidos graxos de cadeia longa valendo-se de açúcares, principalmente esteárico e palmítico, numa proporção de 2:1. As bactérias ruminais não sintetizam ácidos graxos poliinsaturados. Os lipídios constituem cerca de 10 - 15% da matéria seca bacteriana e, dos ácidos graxos totais, em torno de 15 a 20% são monoinsaturados. (KOZLOSKI, 2002)

3.3 Digestão de Lipídios

Parte dos ácidos graxos liberados no rúmen pode ser incorporada pelas células microbianas. Porém, a maior parte segue para o abomaso e intestino delgado. Os lipídios que chegam no intestino delgado são compostos por cerca de 70% de ácidos graxos livres, de origem microbiana e alimentar, e 10-20% de fosfolipídios microbianos. Estes lipídios encontram-se em duas fases: uma fase adsorvida a partículas fibrosas da digesta e uma outra fase dissolvida na forma de micelas. No abomaso e na porção inicial do duodeno, devido ao baixo pH, os ácidos graxos encontram-se predominantemente protonados. À medida que fluem ao longo do intestino delgado, o aumento do pH e a ação detergente dos sais biliares e

fosfolipídios, fazem com que os ácidos graxos passem da fase particulada para a micelar, permitindo sua absorção, que ocorre por difusão passiva. Os fosfolipídios microbianos e também aqueles secretados com a bile têm função importante, na formação das micelas nos ruminantes.

Em algumas situações dietéticas (como as citadas anteriormente), os triglicerídios do alimento são protegidos da degradação ruminal e podem alcançar o intestino delgado. Neste caso, a digestão é semelhante a dos monogástricos.

De modo geral, a digestibilidade dos lipídios, no intestino delgado dos ruminantes, é de cerca de 80 a 90%. Durante o processo de absorção dos lipídios, em torno de 10% do estearato absorvido é insaturado para oleato, e a maior parte dos ácidos graxos são esterificados para triglicerídios, fosfolipídios e ésteres de colesterol nos enterócitos. Uma pequena parte dos ácidos graxos pode entrar livremente na circulação portal. Os lipídios esterificados são absorvidos, via linfa, na forma de quilomicras ou de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL). A proporção desta última aumenta com a proporção de ácidos graxos saturados absorvidos do lúmen pelos enterócitos.

Na absorção, há seletividade, já que os ácidos graxos insaturados são esterificados para ésteres de colesterol e fosfolipídeos e, portanto, não são hidrolisados pela lipase, não ficando disponível para o tecido adiposo. Ácidos graxos de cadeia menor do que doze carbonos são, em geral, alongados antes de serem incorporados ao tecido, portanto, uma alta ingestão de ácido láurico (C12:0), pode elevar os teores de mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) (CHRISTIE, 1981 *apud* MEDEIROS, 2003).

O excesso de lipídios na dieta dos ruminantes, acima de 7%, principalmente daqueles com alto teor de ácidos graxos insaturados, pode inibir a fermentação e o crescimento microbiano ruminal. Esta inibição pode ocorrer devido a um efeito protetivo da gordura sobre as fibras, impedindo a aderência bacteriana e o acesso das enzimas fibrolíticas ao seu substrato ou, ainda, a um efeito tóxico dos ácidos graxos insaturados sobre as células bacterianas. Este efeito tóxico estaria associado a uma mudança da composição lipídica e das propriedades físico-químicas das membranas celulares bacterianas (KOZLOSKI, 2002).

4 COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE

O principal motivo da “limitação” da carne bovina em nossa alimentação ocorre pela restrição de gordura saturada. A relação de AGS:AGI é próxima a 1, sendo assim, a carne teria em sua composição de gordura, metade de cada um (MEDEIROS, 2003).

Além dos aspectos relativos a saúde humana, a composição de ácidos graxos da carne influi no sabor, na vida de prateleira, na consistência da gordura na carcaça (de grande importância no frigorífico).

Os lipídios na carne se apresentam como triglicerídeos (aproximadamente 90%), como fosfolipídeos (até 20%) e como ésteres de colesterol e ácidos graxos não esterificados (menos de 3%) (RULE *et al.*, 1995). Existem mais de vinte ácidos graxos diferentes na gordura de bovinos, no entanto, cerca de seis deles representam mais de 90% do total (ver **Tabela 3**).

Os fosfolipídeos da membrana celular podem ter diversas composições em ácidos graxos, mas o perfil desta pode interferir em sua funcionalidade fisiológica. Por esse motivo, existe um controle bastante intenso do organismo na incorporação dos ácidos graxos, de maneira que a composição dos fosfolipídeos não comprometa a viabilidade da célula (MEDEIROS, 2003).

Tabela 3: Nome comum, comprimento de cadeia: número de insaturações, tipo de ácido graxo e teores dos principais ácidos graxos na gordura intramuscular de bovinos.

Nome Comum	Comprimento da cadeia: Número de insaturações	Tipo de ácido graxo	Teor (%)
Ácido Mirístico	14:0	Saturado	4
Ácido Palmítico	16:0	Saturado	27
Ácido Palmitoléico	16:1 ω7	Insaturado	4
Ácido Esteárico	18:0	Saturado	15
Ácido Oléico	18:1 ω9	Insaturado	41
Ácido Linoléico	18:2 ω6	Poliinsaturado	4

Fonte: DUCKETT, 2000.

Os ácidos graxos estão definidos pela quantidade de átomos de carbono que formam uma cadeia, assim como a presença de duplas ligações nesta cadeia. Podem ser classificados em: saturados (sem dupla ligação em suas cadeias) e insaturados (com uma ou mais ligações duplas em suas cadeias), estes divididos em monoinsaturados (uma dupla ligação), diinsaturados (duas duplas ligações) e poliinsaturados (mais de duas duplas ligações)(CAMPBELL, 2000).

Freitas (2006), em estudo sobre as características da carcaça e da carne, bem como do perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular de novilhos Nelore recriados em pastagem e terminados em confinamento, foram encontrados predominantemente ácidos graxos saturados (54,8%) e monoinsaturados (41,6%), além de ácidos graxos poliinsaturados (3,2%).

Na carne, estão presentes em boas quantidades, os ácidos palmítico (27%) e esteárico (13%), ambos saturados. Outro ácido graxo presente em boa concentração é o ácido oléico, conhecido por ser o monoinsaturado mais abundante no azeite de oliva, na carne bovina, representa aproximadamente 40% do total de ácidos graxos (DOMENE, 2002).

4.1 Poliinsaturados

Os ácidos graxos poliinsaturados se subdividem nas séries ômega 6 ($\omega 6$) e ômega 3 ($\omega 3$), e são considerados essenciais devido à incapacidade do organismo de sintetizá-los, sendo assim, precisamos obtê-los através da dieta.

Os mais representativos na carne bovina são os ácidos linoléico (C18:2 $\omega 6$) e o araquidônico (C20:4 $\omega 6$).

Os ácidos eicosapentaenóico (C20:5 $\omega 3$) e docosaheptaenóico (C22:6 $\omega 3$), têm sido mais enfatizados pelas pesquisas, por demonstrarem efeitos fisiológicos benéficos a saúde humana (WILLIAMS, 2000). O C22:6 $\omega 3$ tem função importante na formação, desenvolvimento e funcionamento do cérebro e da retina (SANGIOVANNI & CHEW, 2005; CHEN *et al.*, 1996).

Estudos clínicos têm demonstrado que os ácidos graxos da família $\omega 3$ protegem o coração e as artérias, auxiliam na redução do colesterol e dos triglicerídeos séricos, mantém estável a pressão arterial, fortalece o sistema imunológico e auxilia nos tratamentos contra depressão. Além disso, têm-se destacado a importância de sua ingestão na fase gestacional, nos primeiros meses após o nascimento, na terceira idade e em várias outras doenças,

especialmente nas degenerativas (HORNSTRA, 2000; SANDERS, 1999; SANGIOVANNI *et al.*, 2000; UAUY *et al.*, 2001; ALBERTAZZI & COUPLAND, 2002; YEHUDA *et al.*, 2002).

Além destes, o ácido linoléico conjugado (CLA), encontrado apenas em produtos de ruminantes, tem se mostrado anticarcinogênico, antiarterosclerose, antitrombótico, hipocolesterolêmico, imunoestimulatório, atuando no aumento da massa muscular, reduzindo a gordura corporal e prevenindo diabetes.

4.2 Monoinsaturados

O principal ácido graxo monoinsaturado da carne bovina é o ácido oléico (C18:1 ω 9). Freitas (2006) observou ser o C18:1 ω 9 o de maior concentração na carne de novilhos, dentre todos os ácidos graxos, representando 88% dos ácidos graxos monoinsaturados. Maiores valores deste em sua forma *cis* são desejáveis, por terem ação hipocolesterolêmica, com a vantagem de não reduzirem o HDL, atuando na proteção contra doenças coronarianas. O teor do ácido oléico é positivamente correlacionado com qualidade sensorial da carne (MELTON *et al.*, 1982 *apud* LOBATO & FREITAS, 2006).

4.3 Saturados

Os ácidos graxos saturados são considerados hipercolesterolêmicos e os mais preocupantes, neste sentido, são mirístico (C14:0), láurico (C12:0) e palmitico (C16:0) (FARFAN, 1996 *apud* LADEIRA & OLIVEIRA, 2006). Segundo French *et al.* (2003), destes, o mais indesejável seria o ácido mirístico (C14:0), que de acordo com os resultados de Freitas (2006), representam apenas 3% dos ácidos graxos totais da carne bovina. Os ácidos graxos saturados aumentam o nível de colesterol sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzirem o espaço livre de LDL na corrente sanguínea (GRUNDY & DENKE, 1990). O ácido esteárico (C18:0), que representa 43% dos ácidos graxos na carne, tem função neutra ou até mesmo de redução dos níveis de colesterol, uma vez que no organismo se transforma imediatamente em ácido oléico (C18:1 ω 9) (FREITAS, 2006).

5 ÁCIDOS GRAXOS DE MAIOR INTERESSE

5.1 Ômega 6 (ω 6) e Ômega 3 (ω 3)

Ácidos graxos da família ômega 3 são considerados ácidos graxos essenciais, pois eles são essenciais para saúde humana, mas não podem ser produzidos pela maioria dos mamíferos.

Os ácidos graxos essenciais são poliinsaturados e agrupados em duas famílias, a ômega 6 (ω 6) e a ômega 3 (ω 3). Apesar de terem uma pequena diferença em sua estrutura molecular, as duas famílias tem ações muito diferentes em nosso organismo. Enquanto os produtos metabólicos do ω 6 promovem inflamação, coagulação sangüinea e crescimento tumoral, a ação do ω 3 é completamente o oposto. No entanto, é muito importante manter um balanço entre ω 3 e ω 6 na dieta, para que ambas promovam ação benéfica a saúde humana. Os ácidos linoléico (C18:2 ω 6) e α -linolênico (C18:3 ω 3), são de grande importância para manter em perfeito funcionamento, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos. Participam ainda, da transferência de oxigênio atmosférico para o plasma sangüíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular (YOU DIM, MARTIN & JOSEPH, 2000; YEHUDA *et al.*, 2002).

Os três principais tipos de ω 3 que são ingeridos na dieta e são utilizados pelo organismo são: ácido α -linolênico (C18:3 ω 3), ácido eicosapentaenóico (C20:5 ω 3) e ácido docosahexaenóico (C22:6 ω 3). Após ingerido, nosso corpo converte C18:3 ω 3 em C20:5 ω 3 e C22:6 ω 3, os dois tipos de ácidos graxos do grupo ω 3 que são mais utilizados pelo organismo (DALEY *et al.*, 2005).

De acordo com estudo realizado pela Universidade de Medicina de Maryland (2002), um balanço inapropriado desses grupos de ácidos graxos essenciais (uma alta taxa ω 6: ω 3) contribui para o desenvolvimento de doenças, enquanto um balanço ideal pode auxiliar na manutenção e até mesmo na recuperação da saúde plena. Uma dieta saudável deve consistir em não mais do que 4-5 vezes mais ômega 6 do que ômega 3. A dieta da maioria dos norte-americanos contém 11-30 vezes mais ômega 6 do que ômega 3, pesquisadores acreditam que este desbalanço é um fator de importância no aumento das taxas de desordens inflamatórias nesta população (SIMOPOULOS, 1991; SIMOPOULOS, 2002).

Em cereais, oleaginosas e na carne de espécies monogástricas, o principal ácido graxo poliinsaturado encontrado é o ácido linoléico (C18:2 ω 6), enquanto os ácidos graxos da família ômega 3 estão presentes nos cloroplastos das plantas verdes e no fitoplâncton marinho. Por este motivo, em geral, os peixes de origem marinha são uma ótima fonte dos ácidos graxos desta família (MARTIN *et al.*, 2006). Já no caso dos ruminantes, isto não está tão evidente, principalmente devido ao processo de biohidrogenação ruminal, discutido anteriormente (LOBATO & FREITAS, 2006).

Tabela 4: Concentração dos ácidos linoléico (C18:2 ω 6), α -linolênico (C18:3 ω 3), araquidônico (C20:4 ω 3), eicosapentaenóico (C20:5 ω 3) e docosaexaenóico (C22:6 ω 3) em alimentos de origem animal.

Alimento	C18:2 ω6	C18:3 ω3	C20:4 ω3	C20:5 ω3	C22:6 ω3
	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)
Carne bovina	4,1	0,4	0,5	-	-
Carne de frango	46,5	2,5	1,6	0,2	0,2
Leite de vaca	16,7	0,8	-	-	-
Leite de cabra	10,9	0,4	-	-	-
Ovos	26,1	0,5	5,0	-	1,1

Fonte: BROUGHTON *et al.* (1997) *apud* MARTIN *et al.* (2006)

A quantidade de lipídios por porção de carne bovina varia enormemente e depende do regime alimentar e da genética do animal, além do corte cárneo em questão. No entanto, o conteúdo médio de um hambúrguer (100 g) de carne proveniente de bovinos alimentados com grãos tem 10% de lipídios, sendo 84 mg de ômega 3. O mesmo hambúrguer, porém de carne proveniente de animais alimentados exclusivamente com pastagem, contém 136 mg de ômega 3 (FRENCH *et al.*, 2000).

Cientistas descobriram recentemente que os ácidos eicosapentaenóico (C20:5 ω 3) e ácido docosaexaenóico (C22:6 ω 3), exercem papel fundamental na prevenção de aterosclerose, ataque cardíaco, depressão e câncer (SIMOPOULOS, 1991; SIMOPOULOS, 2002). Além disso, há relatos de que o consumo de ácidos graxos ômega 3 por indivíduos com artrite reumatóide, gerou melhoras no quadro destes pacientes (KREMER, 1989; DIGIACOMO, 1989 *apud* DALEY *et al.*, 2005).

O cérebro humano tem um alto requerimento por C22:6 ω 3, baixos níveis desse ácido graxo, podem levar a diminuição nos níveis de serotonina no cérebro, o que está ligado a um aumento na tendência a depressão e suicídio. Diversos estudos associam baixos níveis de ômega 3 e depressão. Realmente, países com hábitos alimentares que propiciam um alto consumo de ômega 3 tem menor incidência de depressão, menos casos de perda de memória relacionada a idade, assim como uma redução da diminuição da função cognitiva e um menor risco de desenvolvimento de Doença de Alzheimer (SU *et al.*, 2003; HIBBELN, 1998; HIBBELN *et al.*, 1998; HIBBELN & SALEM, 1995; KALMIJN *et al.*, 2004; KALMIJN *et al.*, 1997; STOLL *et al.*, 1999).

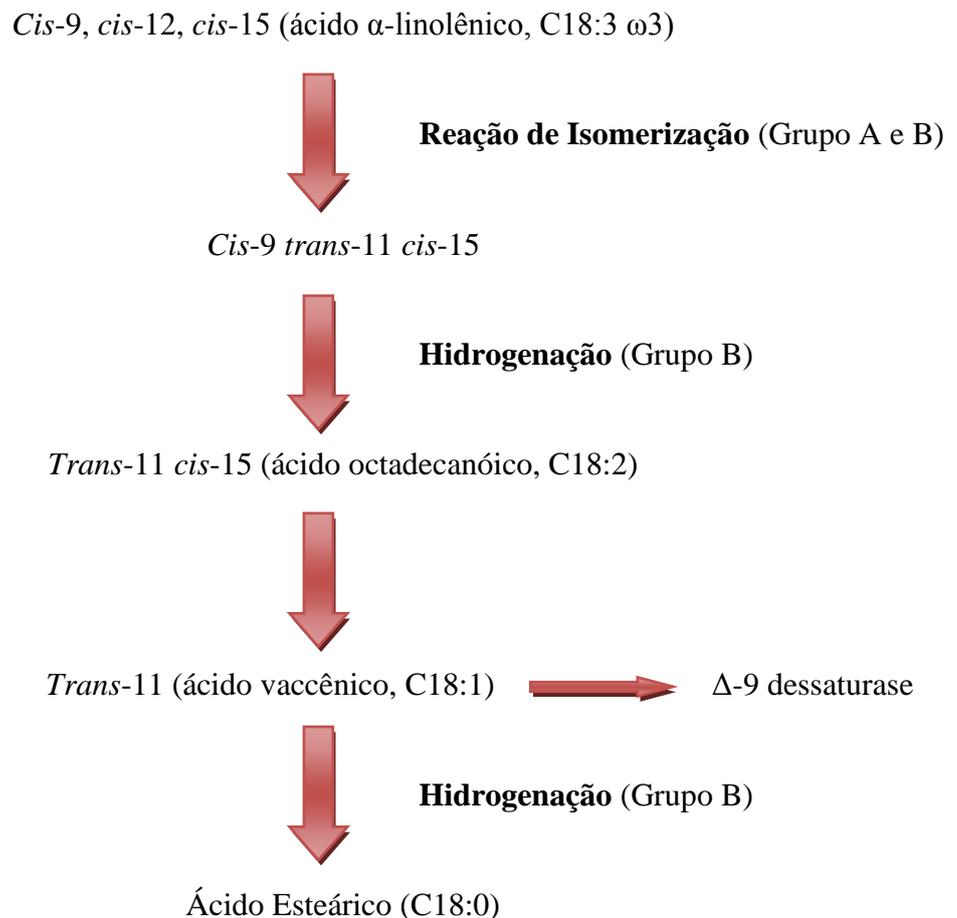
5.2 Ácido Linoléico Conjugado (CLA)

Atualmente, os consumidores têm se preocupado bastante com o risco de saúde associado com os ácidos graxos *trans*. Em termos de estrutura e funções, a diferença entre os ácidos graxos *trans* fabricados ou naturalmente ocorrentes, aparece nos efeitos na saúde, os quais diferem bastante. Os ácidos graxos *trans* resultantes de fabricação, encontrados em alimentos contendo óleos vegetais parcialmente hidrogenados, são preocupantes, pois pesquisas têm demonstrado que eles aumentam os níveis do LDL e diminuem os níveis de HDL, aumentando assim o risco de doenças cardíacas. Cerca de 90% de todas as gorduras *trans* consumidas são provenientes destas gorduras *trans* fabricadas artificialmente em alimentos e guloseimas processadas. Por sua vez, os ácidos graxos *trans* naturalmente ocorrentes na carne bovina e em laticínios têm funções fisiológicas e biológicas bem diferentes, se comparadas às encontradas em alimentos processados. Estudos revelam que os ácidos graxos *trans* naturalmente ocorrentes, de origem animal, não aumentam o risco de doenças cardiovasculares e podem até diminuí-la. Em particular, o ácido linoléico conjugado (CLA), encontrado na carne vermelha e nos laticínios, demonstrou ter benefícios altamente positivos (MACDONALD, 2000).

O termo ácido linoléico conjugado (CLA) se refere a um grupo de ácidos graxos poliinsaturados, que são produzidos no rúmen, durante a biohidrogenação dos ácidos linoléico e α -linolênico, por bactérias fermentativas (*Butyrovibrio fibrisolvens*) ou pela síntese via Δ -9 dessaturase do ácido vaccênico (C18:1 *trans*-11) (PARIZA *et al.*, 2000; PARIZA *et al.*, 2001).

O CLA é encontrado, exclusivamente, em produtos lácteos, como leite e queijo, assim como na carne de ruminantes, como a carne bovina e a ovina (SEHAT *et al.*, 1999). No queijo, a quantidade de CLA varia entre 3,6 e 8,0 mg/g de gordura, o leite contém entre 3,4 e 6,4 mg/g de gordura. Dependendo da espécie animal, do tecido e da dieta, o conteúdo de CLA na carne de ruminantes varia entre 2,7 e 5,6 mg/g de gordura. Manteiga contém aproximadamente 720mg/100g. Existem nove diferentes isômeros do CLA, sendo o mais abundante na carne e no leite de ruminantes, além de ser a forma biologicamente ativa, a isoforma C18:2 *cis*-9, *trans*-11 (ácido rumênico), representa cerca de 80% do total (EVANS *et al.*, 2002).

Anexo E: Biohidrogenação do ácido α -linolênico pelas bactérias ruminais.



Fonte: HARFOOT & HAZLEWOOD (1997) *apud* LADEIRA & OLIVEIRA (2006)

A concentração de CLA na carne de ruminantes é bem superior aos outros animais. Isto ocorre porque este ácido graxo é um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido

linoléico. Se ocorrer seu escape do rúmen (na forma de ácido rumênico, ou seja, se a biohidrogenação do ácido linoléico não for completa) este poderá ser absorvido pelo epitélio intestinal e fará parte da gordura animal.

A forma como os ruminantes conseguem o CLA a partir das forragens, está esquematizado no **Anexo E**. Da mesma forma que ocorre com o ácido linoléico, a biohidrogenação do ácido α -linolênico também leva à formação do intermediário C18:1 *trans*-11 (ácido vaccênico). Assim como o ácido rumênico, este ácido pode escapar do rúmen, ser absorvido no intestino delgado e transportado para os tecidos, onde pode sofrer ação da enzima Δ -9 dessaturase, sendo então, convertido em CLA (LADEIRA & OLIVEIRA, 2006).

Segundo Bauman *et al.* (2000) esta seria a maior fonte de produção de CLA, já que o C18:1 *trans*-11 é produto direto da biohidrogenação ruminal do próprio C18:2 *cis*-9, *trans*-11 e um dos intermediários do C18:3 ω 3. Com isso, ele é considerado um intermediário comum da biohidrogenação dos ácidos linoléico e α -linolênico, portanto a presença de qualquer um dos deles na dieta favorece a formação de CLA nos tecidos.

Tabela 5: Concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) em alguns alimentos de origem animal.

Alimento	CLA (mg/g de gordura)
Leite	5,5
Iogurte	4,8
Manteiga	4,7
Ricota	5,6
Queijo parmesão	3,0
Queijo processado	5,0
Carne ovina	5,8
Carne bovina	4,3
Carne de frango	0,9
Carne de peru	2,6
Ovo	0,6
Carne suína	0,6
Salmão	0,3

Fonte: EVANS *et al.* (2002)

Como forragens verdes são particularmente ricas nos ácidos graxos precursores do CLA (ácidos linoléico e α -linolênico), ruminantes criados em sistemas extensivos tendem a ter 2-3 vezes mais CLA na gordura depositada, do que aqueles criados em confinamento, alimentados exclusivamente com concentrado (FRENCH *et al.*, 2000; RULE *et al.*, 2002).

Segundo estudo realizado por FRENCH *et al.* (2000), um hambúrguer de 100 g de com 10% de gordura, produzido com carne proveniente de animais criados a pasto, possui em média 123 mg de CLA. A mesma porção, porém de carne de animais criados em confinamento, contém 48,3 mg de CLA.

Sua importância se deve aos diversos efeitos relatados pela literatura sobre a saúde humana, como: anticarcinogênico (incluindo a inibição do crescimento de tumores cancerígenos de mama e cólon), antiaterogênico, antidiabético (tipo II) e imunomodulador (aumentando a resposta imune) (MACDONALD, 2000; BAUMAN & GRIINARI, 2001). Estudos em humanos estão sendo desenvolvidos, Blankson *et al.* (2000) concluíram que o CLA pode reduzir a quantidade de gordura corporal de obesos, além de ter efeitos positivos sobre a massa corporal magra e o crescimento.

5.3 Colesterol

No organismo humano, 70% do colesterol é proveniente da síntese biológica (endógeno) e apenas 30% é fornecido pela dieta (exógeno). É uma substância pertencente ao grupo dos lipídios, presente predominantemente no reino animal. Desempenha funções importantes no organismo humano: é constituinte normal de todas as células do corpo (componente das membranas celulares e das estruturas cerebrais, por exemplo), intermediário na produção de ácidos biliares, precursor de hormônios e de outros compostos essenciais para o metabolismo regular (como o 7-deidrocolesterol, que transforma-se em vitamina D3 por exposição da pele ao sol), entre outras tantas funções importantes no organismo (CAMPBELL, 2000; BRAGAGNOLO, 2001).

No Brasil, trabalhos mostram que o teor de colesterol da carne produzida em nosso país fica próximo aos valores mais baixos obtidos no exterior. Estudo realizado com vacas criadas em sistema extensivo no Pantanal, demonstrou valores em torno de 45 mg/100g (MEDEIROS *et al.*, 2002 *apud* MEDEIROS, 2003).

A recomendação do “American Heart Association para ingestão máxima de colesterol por dia é 300 mg. Isso significa que um consumo de 200 g de contrafilé (m. *Longissimus*) representa apenas cerca de 1/3 da quantidade máxima recomendada (MEDEIROS, 2003).

Além disso, de acordo com Holland *et al.* (1991) as quantidades encontradas nos diferentes tipos de carne são muito semelhantes, 100 g de carne branca de frango contém 57 mg de colesterol, a mesma quantidade de carne bovina magra contém 63 mg. Cortes mais ricos em gordura, conseqüentemente, possuem teores de colesterol mais elevados (**Tabela 6**).

Tabela 6: Teor de colesterol em diferentes cortes de carne crus (mg/100g).

Corte de carne	Quantidade de colesterol (mg/100g)
Fígado (de diferentes espécies)	240-350
Carne bovina (magra)	63
Carne bovina (gorda)	67
Carne de frango (branca)	57
Carne de frango (escura)	73
Carne suína (magra)	69
Carne suína (gorda)	71

Fonte: HOLLAND *et al.*, 1991

Um aspecto que deve ser levado em consideração, contudo, é que diferenças no cozimento podem alterar a quantidade de colesterol, tanto aumentando seu teor, por conta da perda de água da carne (BRAGAGNOLO & RODRIGUEZ-AMAYA, 1995), como reduzindo o teor de colesterol (POON *et al.*, 2001).

Em função dos valores normalmente obtidos, não parece se justificar a recomendação de restrição da ingestão de carne vermelha, mas sim melhorar a divulgação de que a carne bovina tem teores de colesterol modestos, semelhantes aos da carne de frango (MEDEIROS, 2003). Melanson *et al.* (2003) observaram, em estudo realizado nos Estados Unidos, que mulheres submetidas a dieta para perda de peso não apresentaram diferença em seus perfis de LDL e HDL consumindo carne bovina ou de frango.

Portanto, não há razão para ver na carne bovina e em outros produtos de origem animal, risco à saúde. Em grande parte, esta excitação existente quanto ao consumo de carne vermelha, surgiu quando associou-se a elevação anormal do nível de colesterol sérico e a ocorrência de doenças como a aterosclerose, o que é verdadeiro. No entanto, o que parece

realmente fazer a diferença e trazer benefícios à saúde, é a qualidade da dieta como um todo, não apenas a substituição de alimentos ou até mesmo bani-los da dieta. Além da origem da proteína animal ingerida, é muito importante ter atenção quanto a quantidade de fibras e o tipo e a quantidade de gordura total ingeridas, sendo isto de grande importância para o controle dos níveis de triglicerídeos e colesterol.

6 NUTRIÇÃO ANIMAL E COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS

O sistema de produção e o tipo de alimento fornecido aos animais, alteram consideravelmente a composição química da carne, principalmente o perfil de ácidos graxos. Em geral, a carne de animais criados em sistema de confinamento (dieta com grande participação de grãos), contém grande proporção de ácidos oléico (C18:1 ω 9) e linoléico (C18:2 ω 6) e pouco ácido α -linolênico (C18:3 ω 3), havendo um aumento na relação ω 6: ω 3. Apresenta também, menor concentração de CLA, pela diminuição da biohidrogenação ruminal, já que o tamanho das partículas do alimento são pequenas e o trânsito ruminal apresenta-se diminuído, em comparação a dietas ricas em fibra. No entanto, a carne de animais criados em sistemas pastoris (dieta baseada em forragens verdes), possui maior proporção de ácidos graxos poliinsaturados da família ômega 3, levando a uma diminuição da relação ω 6: ω 3. Isto se explica pelo maior conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados presente na dieta, juntamente com uma maior biohidrogenação por parte das bactérias ruminais, o que resulta em altas concentrações de CLA (LOBATO & FREITAS, 2006; DEMIREL *et al.*, 2004; SCOLLAN *et al.*, 2001; WARREN *et al.*, 2008).

Tabela 7: Concentração (mg/100 g de músculo) de ácidos graxos dos grupos ômega 6 e ômega 3 no músculo *Longissimus* de novilhos Aberdeen Angus alimentados com concentrado ou com silagem de gramínea e abatidos aos 14 meses.

	Concentrado	Silagem
18:2 ω6	119,0	46,6
20:3 ω6	14,3	6,1
20:4 ω6	54,2	33,2
22:4 ω6	6,3	2,2
18:3 ω3	4,0	20,6
20:4 ω3	0,8	4,4
20:5 ω3	4,8	18,6
22:5 ω3	11,2	25,7
22:6 ω3	1,2	4,7

Fonte: WARREN *et al.* (2008)

Lorenzen *et al.* (2007), compararam animais terminados exclusivamente em pastagem (*Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Bromus inermis*, *Trifolium pratense* e *Lotus corniculatus*; aproximadamente 30% de leguminosas), com animais suplementados (farelo de soja; 1,2% do peso vivo) e animais confinados recebendo concentrado (milho quebrado e farelo de soja). Os animais a pasto, apresentaram maiores níveis de AGPI (66,3 mg/g de gordura), de CLA (6,47 mg/g de gordura), além de melhores relações AGPI:AGS e $\omega 6:\omega 3$.

Estudo realizado por Whittington *et al.* (não publicado; *apud* WOOD *et al.*, 2008) constatou que a proporção de ácido α -linolênico é superior na gordura subcutânea de animais alimentados com forragens verdes. Estes animais apresentaram, também, maior proporção de ácido vaccênico e de CLA, quando comparados com animais contemporâneos alimentados com forragem conservada. Provavelmente, isso se deva ao fato de o processo de biohidrogenação ruminal ocorrer de forma diferente e para forragens frescas e conservadas.

Tabela 8: Composição de ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos) da gordura subcutânea de novilhos de corte (14-19 meses de idade) alimentados com, concentrado, silagem de gramínea ou pastagem verde de gramínea.

	Concentrado	Silagem	Pastagem
18:0	14,00	10,09	15,20
18:1 <i>cis</i>-9	31,17	32,83	32,06
18:1 <i>trans</i>-11	4,07	1,48	4,32
CLA	0,95	0,43	0,93
18:2 $\omega 6$	2,39	0,90	0,97
18:3 $\omega 3$	0,22	0,59	0,68

Fonte: WHITTINGTON *et al.* (não publicado) *apud* WOOD *et al.* (2008)

Em geral, carne produzida a pasto, contém mais vitamina A, vitamina E, CLA e ômega 3, que carne de animais alimentados com concentrado. Além disso, quanto mais verde e fresca a forragem, maior a concentração de ácido linoléico (18:2 $\omega 6$) e α -linolênico (C18:3 $\omega 3$), ácidos graxos precursores na síntese do CLA. Pastagens frescas contém 10-12 vezes mais C18:3 $\omega 3$ que cereais (DALEY *et al.*, 2005).

Novilhos criados em sistema extensivo, em pastagens temperadas, apresentam relação AGPI:AGS cerca de três vezes menor, além de uma menor relação $\omega 6:\omega 3$, do que touros alimentados com concentrado, pois estas contém teores maiores de C18:3 $\omega 3$ e os grãos, de

18:2 ω 6 (ENSER *et al.*, 1998). De acordo com experimento realizado por French *et al.* (2000), onde foi analisado o perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular de bovinos alimentados com diferentes quantidades de concentrado e de tipos de volumosos, animais que consomem exclusivamente pastagem de gramíneas, têm menores teores de AGS na carne, além de apresentarem maiores teores de AGI (tanto poliinsaturados como monoinsaturados) e uma alta concentração de CLA. Ambos os estudos validam a afirmativa de que a carne de animais alimentados exclusivamente com forragem verde, apresentam um melhor perfil de ácidos graxos, trazendo benefícios a saúde humana.

Tabela 9: Efeito de diferentes dietas na composição de ácidos graxos da gordura intramuscular (g/100g de ácidos graxos).

Ácidos graxos (g/kg)	4 kg concentrado + silagem de gramínea	8 kg concentrado + 1 kg de feno	5 kg concentrado + 6 kg pasto (gramínea)	2,5 kg concentrado + 12 kg pasto (gramínea)	22 kg pasto (gramínea)
AGS	47,72	48,07	45,71	44,86	42,82
AGMI	41,83	41,48	40,90	42,31	43,07
AGPI	4,14	4,93	4,53	4,71	5,35
ω6	2,96	3,21	3,12	3,04	3,14
ω3	0,91	0,84	1,13	1,25	1,36
ω6:ω3	3,61	4,15	2,86	2,47	2,33
AGPI:AGS	0,09	0,09	0,10	0,11	0,13
CLA	0,47	0,37	0,54	0,66	1,08
C14:0	2,76	2,34	2,52	2,61	2,71
C16:0	26,55	27,40	24,72	24,07	22,84
C16:1 ω7	3,73	3,98	3,86	3,82	3,88
C18:0	16,04	15,95	16,13	15,51	14,72
C18:1 ω9	39,47	38,64	38,62	39,61	40,58
C18:2 ω6	2,60	2,96	2,60	2,32	2,11
C18:3 ω3	0,71	0,72	0,87	1,01	1,13
C20:5 ω3	0,14	0,10	0,21	0,30	0,32

Fonte: FRENCH *et al.* (2000)

Realini *et al.* (2004) realizaram estudo no Uruguai, onde foram comparados os perfis de ácidos graxos de animais terminados exclusivamente em pastagem composta de *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* e *Festuca arundinacea*, com animais terminados em confinamento, recebendo concentrado composto por 50% de silagem de milho, 28% de farelo de trigo, 18% de milho e 5% de suplemento (monensina e uréia). O segundo grupo (confinamento) apresentou maior porcentagem de C14:0, C16:0 e C18:1 ω 9, na gordura intramuscular, enquanto o primeiro grupo (pastagem) apresentou maior porcentagem de C18:0, C18:2 ω 6, C18:3 ω 3, C20:4 ω 6, C20:5 ω 3 e C22:5 ω 3, além de conter mais CLA.

A maior parte dos dados disponíveis quanto ao perfil de ácidos graxos de animais criados em sistemas extensivos, são de experimentos realizados com forragens temperadas, as quais resultam em perfil lipídico da carne com maiores proporções de ácido palmítico (C16:0) e ácido α -linolênico (C18:3 ω 3) e menores proporções de ácido oléico (C18:1) e ácido linoléico (C18:2 ω 6) em relação a animais ingerindo dietas à base de concentrado. Esse resultado é no mínimo coerente, já que forragens temperadas apresentam maiores concentrações de AGS e AGPI, devido a maiores concentrações de ácido esteárico (C18:0), ácido linoléico (C18:2 ω 6) e ácido α -linolênico (C18:3 ω 3) (RULE *et al.*, 1995).

Gramíneas temperadas contém de 1 a 3% de ácidos graxos, sendo que os valores mais elevados são observados na primavera e outono, sendo que o ácido α -linolênico (C18:3 ω 3) representa entre 55-65% do total de ácidos graxos. Quando estas são submetidas a um mesmo manejo, fica evidente a existência de um forte componente genético que influencia também a composição de ácidos graxos, sendo uma possibilidade de melhoramento de forragens para produzir carne mais insaturada (BAUCHART, *et al.* 1984; DEWHURST *et al.* 2001 citados por MEDEIROS, 2003).

Em estudo comparando animais criados em pastagem de *Dactylis glomerata* com animais criados em pastagem de *Festuca arundinacea* Schreb, Baublits *et al.* (2006) não encontraram diferença significativa entre os dois tratamentos.

Varela *et al.* (2004), estudando animais criados em pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, encontraram, ao analisar a gordura intramuscular do músculo *Longissimus*, valores de 11,8% do total de ácidos graxos de AGPI, 35,2% de ácido oléico (C18:1 ω 9), 5,1% de ácido rumênico (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) e 2,4% de ácido α -linolênico (C18:3 ω 3), além de uma relação ω 6: ω 3 de 1,8. Valores estes de grande interesse do ponto de vista da saúde humana.

Tabela 10: Composição de ácidos graxos de pastagem de *Medicago sativa* e *Festuca arundinacea Schreb* nas diferentes estações do ano (g/100 g de ácidos graxos).

Ácido graxo	Verão	Outono	Inverno	Primavera
C16:0	30,2	22,3	29,3	22,8
C16:1 ω7	3,1	3,1	3,3	3,0
C18:0	5,7	3,3	6,1	5,4
C18:1 ω9	7,3	4,4	10,17	11,8
C18:2 ω6	22,8	18,5	15,1	18,0
C18:3 ω3	30,9	47,6	36,0	38,9
ω3:ω6	1,35	2,57	2,38	2,14

Fonte: GARCIA *et al.* (2008)

As forragens tropicais têm um perfil de ácidos graxos bastante diferente das de clima temperado, algumas gramíneas tropicais, como o *Panicum maximum* cv. Tricoglume, têm como principal ácido graxo o C16:0 (30%), ainda que as concentrações de C18:2 ω6 (28%) e C18:3 ω3 (23%) sejam também altas. Outras gramíneas possuem valores elevados de C18:3 ω3 (34-36%), mas também apresentam valores entre 24-25% para C18:2 ω6 e C16:0. Além disso, elas teriam níveis de ácidos graxos totais mais elevados no verão do que no inverno (O'KELLY & REICH, 1976 *apud* MEDEIROS 2003).

Tabela 11: Perfil de ácidos graxos (% de ácidos graxos totais) de *Panicum maximum* Jacq. Cv. Mombaça.

Ácido graxo	<i>Panicum maximum</i> Jacq. Cv. Mombaça
Poliinsaturados	44,57
Monoinsaturados	24,95
Saturados	30,48
ω6	16,67
ω3	27,90

Fonte: PADRE *et al.* (2006)

Mudanças no manejo da pastagem, como cortes em diferentes estações do ano e em diferentes fases de crescimento da planta, corte para posterior fornecimento aos animais e

processos de conservação de forragem, também afetam as proporções de ácidos graxos do pasto, especialmente em função da relação haste:caule, conseqüentemente, tudo isso afeta o perfil de ácidos graxos da carne (WOOD *et al.*, 2007 *apud* WOOD *et al.*, 2008).

7 CONCLUSÃO

A preocupação com a relação entre dieta e saúde, está mais evidente a cada dia, tanto nos hábitos dos consumidores, cada vez mais preocupados em saber o que estão consumindo, como nos trabalhos de pesquisa sobre o assunto. Com isso, toda a cadeia produtiva da carne tem buscado, através da dieta fornecida aos animais e do melhoramento genético, chegar a um produto mais saudável. Hoje, um corte magro de carne bovina, possui cerca de 20% menos gordura total do que há uma década, indo de encontro ao preconizado para uma dieta saudável, pobre em gordura saturada.

No passado, houve uma reação exagerada por parte da mídia, de órgãos oficiais e de profissionais de saúde, no intuito de reduzir o consumo de carne vermelha, resultando em uma falsa idéia de que excluir este alimento da dieta, ou recorrer a carne branca, traria maiores benefícios a saúde. É importante saber que, dependendo do corte, a carne de frango é mais “nociva” do que a carne bovina magra, pois ela pode ter mais gordura saturada. Além disso, existem pelo menos 19 cortes de carne bovina que coincidem com recomendações para ingestão de carnes magras. Desses, 12 cortes magros, contém cerca de uma grama a mais de gordura saturada apenas, do que a mesma porção de peito de frango sem pele e tem oito vezes mais vitamina B12, seis vezes mais zinco e três vezes mais ferro.

Os estudos que condenaram a carne vermelha, foram realizados com base na análise de populações que consumiam a versão mais gordurosa do alimento e de modo abusivo.. Hoje, diversos trabalhos científicos reforçam a idéia de que consumir carne é seguro e saudável. Além disso, médicos e nutricionistas, conscientes, tem recomendado o seu consumo, já que a carne vermelha é essencial em nossa dieta.

Quando se fala que a carne de bovinos apresenta alto teores de AGS, deve-se ter em mente que os teores de AGS na carne bovina são inferiores a 50% e aproximadamente 30% destes, são do ácido esteárico (C18:0) que não apresenta efeito sobre os níveis de colesterol sanguíneo.

Várias pesquisas têm sido realizadas com o intuito de melhorar o perfil de ácidos graxos na carne bovina, reduzindo os teores de AGS e, concomitantemente, aumentando os teores de AGI. Isto é importante do ponto de vista da saúde humana, mas também poderá ser utilizado como estratégia de *marketing*, aumentando assim o número de consumidores em todo o mundo.

A manipulação da dieta animal tem sido amplamente estudada, como uma alternativa para melhorar o perfil de ácidos graxos da carne. Bovinos criados em pastagem, quando comparados a animais que recebem exclusivamente dieta a base de grãos, apresentam um maior teor de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente os da família ômega 3, além de apresentarem concentrações mais elevadas de diversos outros ácidos graxos essenciais e/ou extremamente benéficos a saúde humana. Cabe ao Brasil explorar esta característica para conseguir novos mercados.

Desta forma, estudos que investigam os fatores que influenciam a concentração destes constituintes, tanto na carne, como nos alimentos fornecidos aos animais (especialmente as forragens), são extremamente importantes para que possamos chegar a um produto cada vez mais atrativo ao consumidor, além de seguro (do ponto de vista alimentar), por conter menos colesterol, menos AGS e mais ácidos graxos benéficos a saúde humana.

REFERÊNCIAS

- ALBERTAZZI, P.; COUPLAND, K. Polyunsaturated fatty acids. Is there a role in postmenopausal osteoporosis prevention? **Maturitas**, v. 42, p. 13-22. 2002.
- BANSKALIEVA, V., SAHLU, T., GOETSCH, A.L. Fatty acid composition fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v. 37, p. 255 – 268. 2000.
- BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A.; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1ae-15ae. 2000.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v. 70, p. 15-29. 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 rate os lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. **Journal of Dairy Science**, v.81, p. 2540-2559. 2000.
- BLANKSON, H.; STAKKESTAD, J.A.; FAGERTUN, H.; THOM, E.; WADSTIEN, J.; GUDMUNDTSEN, O. Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight or obese humans. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 2943-2948. 2000.
- BOLDRINI, I.I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências**, n.56, p. 1-39. 1997.
- BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In: **II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**, 2001. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_pt.pdf>. Acesso em: 29.set.2007.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 15, n.1. p. 11-17. 1995.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carnes de frango. **Revista Farmácia e Bioquímica**, v. 28, n. 2. p. 122-131. 1992.
- CAMPBELL, M.K. Lipídeos e Membranas. In: _____. **Bioquímica**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2000. cap. 6, p. 202-239.
- CHEN, Y.; HOUGHTON, L.A.; BRENNAN, J.T.; NOY, N. Docosahexaenoic acid modulates the interactions of the interphotoreceptor retinoid-binding protein with 11-*cis*-retinal. **Journal of Biological Chemistry**, v. 271, p. 20507-20515. 1996.
- DALEY, C.A.; ABBOTT, A.; DOYLE, P.; NADER, G.; LARSON, S. A literature review of the value-added nutrients found in Grass-fed beef products. **College of Agriculture and University of Califórnia Cooperative Extension**, 2004. Disponível em:

<<http://www.harbormeatandseafood.com/health-a-literature-review-of-the-value-added-nutrients-found-in-grass-fed-beef-products.html>>. Acesso em: 03.nov.2009.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 58, p.593-607. 1999.

DEMIREL, G.; WACHIRA, A.M.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G.; WOOD, J.D.; ENSER, M. Effects of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids, breed and dietary vitamin E on the fatty acids of lamb muscle, liver and adipose tissue. **British Journal of Nutrition**, v. 91, p. 551-565. 2004.

DOMENE, S.M.A. A contribuição da carne bovina para uma alimentação saudável. In: **V Congresso brasileiro das raças zebuínas**. Uberaba, 2002. Disponível em: <<http://www.sic.org.br/PDF/Contribuicaodecarne.pdf>>. Acesso em: 02.nov. 2009.

DUCKETT, S.K. Effects of nutrition and management practices on marbling deposition and composition, 2000. Disponível em: <http://www.cabpartners.com/news/research/duckett_nutrition.pdf>. Acesso em: 03.nov.2009.

ENSER, M.; HALLETE, K.; 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. 49, p. 329-341. 1998.

EVANS, M.E.; BROWN, J.M.; MCINTOSH, M.K. Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 13, p. 508-516. 2002.

FREITAS, A.K. **Características da carcaça, da carne e perfil dos ácidos graxos de novilhos Nelore inteiros ou castrados em duas idades**. 2006. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.F.; MOLONEY, A.P. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, v. 81, p. 307-317. 2003.

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 of Animal Science**, v. 78, p. 2849-2855, 2000.

GRUNDY, S.M.; DENKE, M.A. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. **Journal Lipid Research**, v. 31, p. 1149-1172. 1990.

HA, Y. L.; GRIMM, N. K.; PARIZA, M. W. Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. **Carcinogenesis**, v. 8, p. 1881-1887. 1987.

HIBBELN, H.R. Fish consumption and major depression. **Lancet**, v. 351, p. 1213. 1998.

HIBBELN, H.R.; UMHAU, J.C.; LINNOILA, M.; GEORGE, D.T.; RAGAN, P.W.; SHOAF, S.E.; VAUGHAN, M.R.; SALEM, N. A replication study of violent and nonviolent subjects: cerebrospinal fluid metabolites of serotonin and dopamine are predicted by plasma essential fatty acids. **Biological Psychiatry**, v. 44, p. 243-249. 1998.

HIBBELN, J.R.; SALEM, N. Dietary polyunsaturated fatty acids and depression: when cholesterol does not satisfy. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 62, p. 1-9. 1995.

HOLLAND, B.; WELCH, A.; UNWIN, I.; BUSS, D.; PAUL, A. SOUTHGATE, D. McCance and Widdowson's. **The composition of foods**. 5. ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1991. 462p.

HORNSTRA, G. Essential fatty acids in mothers and their neonates. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, p. 1262S-1269S. 2000.

IP, C.; BANNI, S.; ANGIONI, E.; CARTA, G.; MCGINLEY, J.; THOMPSON, H.J.; BARBANO, D.; BAUMAN, D. Conjugated linoleic acid-enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. **Journal of Nutrition**, v. 129, p. 2135-2142. 1999.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**. v. 59, p. 5-13. 2001.

KALMIJN, S.; FESKENS, E.J.M.; LAUNER, L.J.; KROMHOUT, D. Polyunsaturated fatty acids, antioxidants, and cognitive function in very old men. **Neurology**, v. 62, p. 275-280. 2004.

KALMIJN, S.; VAN BOXTEL, M.P.J.; OCKÉ, M.; VERSCHUREN, M.M.; KROMHOUT, D.; LAUNER, L.J. Dietary intake of fatty acids and fish in relation to cognitive performance at middle age. **American Journal of Epidemiology**, v. 145, p. 33-41. 1997.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 140 p.

LADEIRA, M.M.; OLIVEIRA, R.L. Estratégias nutricionais para melhoria da carcaça bovina. In: **II Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte**. Brasília, 2006. Disponível em: < <http://www.upis.br/simboi/anais/estrat%20E9gias%20nutricionais%20para%20melhoria%20da%20carca%20E7a%20bovina%20%20m%20E1rcio%20machado%20ladeira.pdf>> Acesso em: 01.out.2008.

LOBATO, J.F.P.; FREITAS, A.K. Carne bovina: Mitos e verdades. In: CACHAPUZ, J.M.S.; SOUZA, F.A.L.; PINHEIRO, A.C. *et al.* **Pecuária Competitiva**. Porto Alegre: Ideograf, 2006. p. 93-115.

LORENZEN, C.L.; GOLDEN, J.W.; MARTZ, F.A.; GRÜN, I.U.; ELLERSIECK, M.R.; GERRISH, J.R.; MOORE, K.C. Conjugated linoleic acid content of beef differs by feeding regime and muscle. **Meat Science**, v. 75, p. 159-167. 2007.

MACDONALD, H.B. Conjugated linoleic acid and disease prevention: a review of current knowledge. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, p. 111s-118s. 2000.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, p. 761-770. 2006.

MEDEIROS, S. R. Modulação do perfil lipídico de bovinos: implicações na produção e aceitação da carne. In: **V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite**. Goiânia: CBNA, 2003. p. 43-72.

MELANSON, K.; GOOTMAN, J.; MYRDAL, A.; KLINE, G.; RIPPE, J.M. Weight loss and total lipid profile changes in overweight women consuming beef or chicken as the primary protein source. **Nutrition**, v.19, p. 409-414. 2003.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA Estatísticas. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 28.out.2009.

OLIVEIRA, S.G.; SIMAS, J.M.C.; SANTOS, F.A.P., Principais Aspectos Relacionados às Alterações no Perfil de Ácidos Graxos na Gordura do Leite de Ruminantes. **Archives of Veterinary Science**, v.9, n.1, p.73-80. 2004

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.

PARIZA, M. W.; PARK, Y.; COOK, M. E. Mechanism of action of conjugated linoleic acid: evidence and speculation. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v. 223, p. 8-13. 2000.

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

PENSEL, N. The future of red meat in human diets. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v. 68, n. 1, p. 1-4. 1998.

POON, P.W.B.; DURANCE, T.; KITTS, D.D. Composition and retention of lipid nutrients in cooked ground beef relative to heat transfer rates. **Food Chemistry**. v. 74, p. 485-491. 2001.

REALINI, C.E.; DUCKETT, S.K.; BRITO, G.W.; DALLA RIZZA, M.; 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.

RULE, D. C.; BUSBOOM, J. R.; KERCHER, C. J. Effect of dietary canola on fatty acid composition of bovine adipose tissue, muscle, kidney, and liver. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 2735. 1995.

- 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, and chicken. **Journal of Animal Science**, v.80, p. 1202-1211. 2002.
- RUSSO, C.; PREZIUSO, G.; CASAROSA, L.; CAMPODONI, G.; CIANCI, D. Effect of diet energy source on the chemical – physical characteristics of meat and depot fat of lambs carcasses. **Small Ruminant Research**, v.33, p.77-85. 1999.
- SANDERS, T.A.B. Essential fatty acid requirements of vegetarians in pregnancy, lactation and infancy. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, p. 555S-559S. 1999.
- SANGIOVANNI, J.P.; BERKEY, C.S.; DWYER, J.T.; COLDITZ, G.A.; Dietary essential fatty acids, long-chain polyunsaturated fatty acids, and visual resolution acuity in healthy fullterm infants: a systematic review. **Early Human Development**, v. 57, p. 165-188. 2000.
- SANGIOVANNI, J.P.; CHEW, E.Y. The role of omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. **Progress in Retinal and Eye Research**, v. 24, p. 87-138. 2005.
- SAUCIER, L. Meat safety: challenges for the future. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v. 69, n. 8, p. 705-708. 1999.
- 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 of Nutrition**, v. 85, p. 115-124. 2001.
- SEBÉDIO, J. L.; GNAEDING, S.; CHARDIGNY, J. Recent advances in conjugated linoleic acid research. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 2, p. 499-506. 1999.
- SEHAT, N.; RICKERT, R.R.; MOSSOBA, M.M.; DRAMER, J.K.; YURAWECZ, M.P.; ROACH, J.A.G.; ADOLF, R.O.; MOREHOUSE, K.M.; FRITSCH, J.; EULITZ, K.D.; STEINHART, H.; KU, K. Improved separation of conjugated fatty acid methyl esters by silver ion-high-performance liquid chromatography. **Lipids**, v. 34, p. 407-413. 1999.
- SIMOPOULOS, A.P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 54, p. 438–463. 1991.
- SIMOPOULOS, A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v.56, n. 8, p.365-379. 2002.
- STOLL, A.L.; LOCKE, C.A.; MARANGELL, L.B.; SEVERUS, W.E. Omega-3 fatty acids and bipolar disorder: a review. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 60, p. 329-337. 1999.
- SU, K.; HUANG, S.; CHIU, C.; SHEN, W.W. Omega-3 fatty acids in major depressive disorder: A preliminary double-blind, placebo-controlled trial. **European Neuropsychopharmacology**, v. 13, p. 267-271. 2003

UAUY, R.; HOFFMAN, D.R.; PEIRANO, P.; BIRCH, D.G.; BIRCH, E.E. Essential fatty acids in visual and brain development. **Lipids**, V. 36, P. 885-895. 2001.

University of Maryland Medicine, 2002. Disponível em: <<http://www.umm.edu/altmed/ConsSupplements/BetaCarotenecs.html>>. Acesso em: 01.nov.2009.

USDA-United States Department of Agriculture / Foreign Agriculture Service; World Beef Consumption. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/dlp/livestock_poultry.asp>. Acesso em: 01.nov.2009.

VALLE, E. R. **Mitos e realidades sobre o consumo de carne bovina**. Embrapa Gado de Corte. Documentos, 100. 2000, 33p.

VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I; Effect of pH on biohydrogenation of polyunsaturated fatty acids and their ca-salts by rumen microorganisms in vitro. **Archives of Animal Nutrition**, v.49, n.2, p.151-157. 1996.

VARELLA, D. A malfalada carne, 2007. Disponível em: <<http://www.drauziovarella.com.br/artigos/malfaladacarne.asp>>. Acesso em: 27.out.2009.

VARELLA, D. Os prazeres da carne vermelha – Verdade ancestral, 2002. Disponível em: <http://www.drauziovarella.com.br/artigos/carne_introdução.asp>. Acesso em: 27.out.2009.

WARREN, H.E.; SCOLLAN, N.D.; ENSER, M.; HUGHES, S.I.; RICHARDSON, R.I.; WOOD, J.D. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. **Meat Science**, v.78, p. 256-269. 2008.

WILLIAMS, C.M. Dietary fatty acids and human health. **Annales Zootechnie**, v. 49, p. 165-180. 2000.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, p. 343-358. 2008.

YEHUDA, S.; RABINOVITZ, S.; CARASSO, R.L.; MOSTOFISKY, D.I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiology of Aging**, v. 23, p. 843-853. 2002.

YOUDIM, K.A.; MARTIN, A.; JOSEPH, J.A. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v.18, p. 383-399. 2000.