



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

COMPOSIÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS E TEOR DE COLESTEROL
DA CARNE DE OVINOS PANTANEIROS

ARIÁDNE PATRICIA LEONARDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados – MS
Agosto de 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

COMPOSIÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS E TEOR DE COLESTEROL DA CARNE
DE OVINOS PANTANEIROS

ARIÁDNE PATRICIA LEONARDO

Zootecnista

ORIENTADORA: Prof. Dr^a Maria Teresa Moreira Osório

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Mendes
Fernandes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados - MS
Agosto de 2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

L581c	Leonardo, Ariádne Patricia. Composição dos ácidos graxos e teor de colesterol da carne de ovinos pantaneiros. / Ariádne Patricia Leonardo. – Dourados, MS : UFGD, 2014. 42f. Orientadora: Profa. Dr ^a . Maria Teresa Moreira Osório. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Ácidos Graxos. 2. Ovinos. 3. Colesterol. I. Título. CDD – 636.31
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

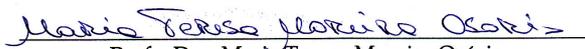
COMPOSIÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS E TEOR DE COLESTEROL DA CARNE DE
OVINOS PANTANEIROS

por

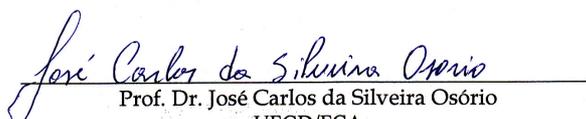
ARIADNE PATRICIA LEONARDO

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

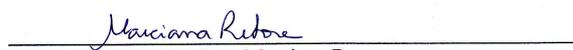
Aprovada em: 19/08/2014



Profa. Dra. Maria Teresa Moreira Osório
Orientadora – UFGD/FCA



Prof. Dr. José Carlos da Silveira Osório
UFGD/FCA



Dra. Marciana Retore
Embrapa Agropecuária do Oeste

DEDICATÓRIA

A minha família que é meu esteio e meu aconchego, dedico...

AGRADECIMENTOS

Primeiramente á Deus, pelo dom da vida.

À Universidade Federal da Grande Dourados, em particular ao programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade da realização do Mestrado.

A minha orientadora e amiga professora Maria Teresa Moreira Osório pelo apoio, atenção e amizade. Pelo estímulo, boa vontade, generosidade e carinhosa amizade. Por confiar a mim o desenvolvimento deste trabalho, meu infinito agradecimento.

A todos os professores do Programa de pós-graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos e orientações no decorrer do curso. Agradeço especialmente ao professor José Carlos Osório pela amizade e ensinamentos.

Ao meu co-orientador professor Alexandre Fernandes pelos ensinamentos.

A professora Claudia Cardoso da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul pelo apoio, atenção e ao auxílio das análises laboratoriais.

Ao CNPq, pelos recursos concedidos que me auxiliaram na condução deste projeto e a Capes pela concessão da bolsa de estudos.

A uma pessoa que foi fundamental para realização do meu trabalho, Jéssica Monteschio, que sem seu trabalho talvez jamais tivesse sido realizado o meu.

Muito obrigada!!

Aos alunos de graduação e pós-graduação que participaram direta ou indiretamente neste trabalho, em especial a minha colega de curso Poliana Burin. Enfim, foi à colaboração de todos que fez tudo acontecer...

Ao meu esposo Fernando Miranda que não mediu esforços para me ajudar, que sempre esteve ao meu lado, ao seu amor...

À minha família pelo amor incondicional.

Obrigada.

**“Grandes coisas fez o Senhor por nós, pelas quais estamos
alegres.”**
(Salmos 126:3)

Sumário

ABSTRACT	2
1. Considerações iniciais	3
CAPÍTULO 1	5
1.1 Criação de ovinos no Brasil	6
1.2 Consumo da carne ovina	7
2. Ácidos graxos	9
2.2.1 Ômega 3, ômega 6	12
2.2.2 CLA	13
2.2.3 Ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos	14
3.0 Os ácidos graxos e seus índices	15
3.1 Índices de aterogenicidade e trombogenicidade	15
3.2 Índice de dessaturação	16
4.0 Colesterol	17
5.0 Referências Bibliográficas	18
CAPÍTULO 2	25
PERFIL LIPÍDICO E TEOR DE COLESTEROL DA CARNE DE CORDEIROS, BORREGOS E OVELHAS PANTANEIROS.....	25
Perfil lipídico e teor de colesterol da carne de cordeiros, borregos e ovelhas pantaneiros..	26
RESUMO	26
Lipid profile and cholesterol content of meat of no castrated lamb, castrated lamb and ewe disposal Pantaneiro's	27
ABSTRACT	27
1. Introdução	28
2. Material e métodos	29
2.1 Animais e abate	29
2.2 Amostragem	30
2.3 Composição dos ácidos graxos	30
2.4 Análise cromatográfica dos ácidos graxos	31
2.5 Colesterol	31
2.6 Cálculos	31
2.7 Análise estatística	32
3. Resultados e discussão	32
3.1 Ácidos graxos saturados	32

3.2. Ácidos graxos insaturados	33
3.3. Os ácidos graxos e suas relações.....	35
3.4 Os ácidos graxos e suas funcionalidades	36
4. Conclusão.....	37
5. Bibliografia	38
6. Considerações Finais	42

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 Classificações nutricionais dos ácidos graxos.....	11
---	----

Capítulo 2

Tabela 1. Composição dos principais ácidos graxos saturados do músculo Longissimus thoracis (lombo) de ovinos de diferentes categorias.....	33
Tabela 2. Composição dos principais ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados do músculo <i>Longissimus thoracis</i> (lombo) de ovinos de diferentes categorias.....	34
Tabela 3. Classificações nutricionais dos ácidos graxos em função de suas relações $\omega/6/\omega$, Insaturados: Saturados, Monoinsaturados: Saturados, Poli-insaturados: Saturados do músculo <i>Longissimus thoracis</i> (lombo) de ovinos de diferentes categorias.....	35
Tabela 4. Classificações nutricionais dos ácidos graxos em suas funcionalidades (Hipercolesterolêmico, Neutros, Hipocolesterolêmico, Residuais, Trombogenicidade, Aterogenicidade) e atividade enzimática (Δ^9 Dessaturase C16, Δ^9 Dessaturase C18, Elongase) do músculo <i>Longissimus thoracis</i> (lombo) de ovinos de diferentes categorias.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura molecular dos ácidos graxos.....	10
Figura 2. Isomeria de posição.....	13
Figura 3. Biossíntese dos ácidos graxos.....	17
Figura 4. Estrutura química do colesterol e da progesterona.....	18

RESUMO

LEONARDO, Ariádne Patricia. **COMPOSIÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS E TEOR DE COLESTEROL DA CARNE DE OVINOS PANTANEIROS 2014.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

Objetivou-se avaliar o perfil dos ácidos graxos e teor do colesterol do lombo (músculo *Longissimus thoracis*) de diferentes categorias de ovinos “Pantaneiros”. Foram utilizados 29 ovinos, sendo 11 cordeiros não castrados, nove borregos castrados e nove ovelhas de descarte. Os cordeiros foram desmamados e terminados em confinamento. Os borregos castrados foram alimentados á pasto, *Cynodon* spp. cv. Tifton com suplementação e as ovelhas de descarte também foram alimentadas á pasto, *Brachiaria* brizantha cv. Piatã com sal mineral à vontade. Os animais apresentaram idade média ao abate de 6,2; 12,5 e 68 meses respectivamente. O abate dos cordeiros e borregos foi definido por meio da condição corporal, sendo realizado com condição corporal entre 2,5 e 3,0. Já as ovelhas foram abatidas nas condições que se encontravam no momento do descarte, realizado em função do diagnóstico de gestação. Após o abate e resfriamento por 24h a 4°C, as carcaças foram divididas em cortes comerciais e em seguida retirado o lombo para as análises químicas. Os dados foram analisados através de um modelo matemático ($Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j(i) + \epsilon_{ij}$), e as variáveis pelo teste de Bonferroni. As categorias diferiram quanto à composição dos ácidos graxos saturados do lombo, onde as ovelhas apresentaram maior porcentagem. Na relação ω_6/ω_3 as três categorias encontraram-se dentro do recomendado pra saúde humana. O teor de colesterol encontrado foi menor na categoria das ovelhas. A categoria dos cordeiros foi a que apresentou melhores resultados quanto à composição dos ácidos graxos insaturados, demonstrando assim ser uma carne de melhor qualidade nutricional.

Palavras-chave: carne ovina, colesterol, cordeiro, insaturados, qualidade

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the profile of fatty acids loin (*Longissimus thoracis*) in different categories of sheep "Pantaneiro". 29 sheep were used, with 11 not castrated, nine castrated lambs and nine ewe disposal. The lambs were weaned and feedlot finished. Castrated lambs were fed on pasture, *Cynodon* spp. CV. Tifton supplementation and culling ewes were also fed pasture *Brachiaria brizantha*. Piatã with access to mineral. The animals presented for slaughter age average of 6,2, 12,5 and 68 months, respectively. The slaughter of lambs and lambs was defined by body condition, being conducted with body condition between 2.5 to 3.0. Have the ewe were slaughtered in conditions that were at the time of disposal, held on the basis of pregnancy diagnosis. After slaughter and cooling for 24 h at 4 ° C, carcasses were divided into retail cuts, and then removed the loin for chemical analyzes. Data were analyzed using a mathematical model ($Y_{ij} = \mu + a_i + \beta_j(i) + \epsilon_{ij}$), and the variables by the Bonferroni test. Categories differed in composition of saturated fatty acids of the loin, where the sheep had higher percentages. In relation ω_6 / ω_3 the three categories were within recommended for human health. The cholesterol content was found to lower the category of ewe. The category of lambs showed the best results on the composition of unsaturated fatty acids, thus demonstrating to be a better meat nutritional quality.

Keywords: sheep meat, cholesterol, lamb, unsaturated, quality

1. Considerações iniciais

A influência dos ácidos graxos ingeridos sobre os fatores de risco das doenças cardiovasculares e sobre as concentrações plasmáticas de lipídios e lipoproteínas tem sido amplamente demonstrada em diversos estudos experimentais e populacionais. Segundo a Organização Mundial de Saúde (2011) 30% das mortes globais são em consequência das doenças cardiovasculares, em geral essas doenças estão relacionadas a uma má alimentação, principalmente quando se trata do consumo de gorduras.

A carne vermelha é conhecida por ser um alimento de alto valor biológico e seu consumo é indicado para suprir as necessidades nutricionais e metabólicas do organismo humano. Esse alimento também apresenta compostos que são benéficos para a saúde humana, como por exemplo, os ácidos graxos poli-insaturados da série ômega 3. Entretanto a carne vermelha vem passando por uma série de questionamentos, por se tratar de um alimento rico em gordura saturada e o seu teor de colesterol nem sempre ser conhecido. Por esse motivo, técnicas de manejos alimentares e principalmente a idade de abate dos animais vêm sendo estudadas e melhoradas, para a produção de um alimento de melhor qualidade nutricional, visando uma menor proporção de gordura saturada e um teor de colesterol mais saudável nessa carne.

O Mato Grosso do Sul sendo um estado basicamente agrícola, busca estratégias de diversificação de culturas que não comprometam esta situação. Pensando nisto, a ovinocultura surge como uma alternativa de produção de carne vermelha, para pequenos e grandes produtores incrementarem o setor produtivo. Sabendo-se das dificuldades de adaptação das raças a um determinado local e seu clima, nada mais interessante que a utilização de raças adaptadas ao meio, entretanto informações a cerca dela devem ser estudadas e difundidas aos produtores e também ao mercado consumidor.

Entre as categorias de ovinos, o cordeiro, ou seja, animal jovem macho não castrado imaturo sexualmente é à base do consumo mundial. Entretanto outras categorias, por exemplo, as ovelhas de descarte, representam uma parcela significativa dentro do rebanho e o destino de sua carne é pouco aproveitado. Já a categoria dos borregos castrados se enquadra naquelas propriedades que abatem seus machos mais tardiamente, onde esses animais são criados basicamente a pasto com algum tipo de suplementação, sendo esta a realidade da maioria dos produtores deste estado. Com a

obtenção destes resultados poderemos avaliar para quem e para que vamos destinar esta carne.

Neste contexto buscam-se informações sobre os ovinos naturalizados “Pantaneiros”, grupamento genético que se encontra em Mato Grosso do Sul e considerado adaptado às condições climáticas e a oferta de alimento deste estado. Desta forma a análise química desta carne, avaliará o perfil dos seus ácidos graxos e seu teor de colesterol podendo assim fazer uma melhor comparação entre as categorias que serão estudadas incentivando assim o uso de raças adaptadas para a produção de carne ovina de qualidade e conseqüentemente o fortalecimento da cadeia do agronegócio de produção de carne ovina.

A hipótese que foi considerada neste estudo foi: a) a categoria animal influencia a composição dos ácidos graxos e o teor de colesterol na carne.

Esta dissertação encontra-se dividida em dois capítulos. No Capítulo I é apresentada a revisão de literatura sobre os assuntos que darão fundamentação ao Capítulo II, composto por um artigo seguindo as normas do periódico Meat Science (<http://www.meatscience.org>).

CAPÍTULO 1

1. Revisão da literatura

1.1 Criação de ovinos no Brasil

Os ovinos foram uma das primeiras espécies de animais domesticadas pelo homem. A sua criação possibilitava alimento, principalmente pelo consumo da carne e do leite, e proteção, pelo uso da lã, fibra que servia como abrigo contra as intempéries do ambiente (VIANA, 2008). A ovinocultura está presente em praticamente todos os continentes, e sua ampla difusão se deve principalmente a seu poder de adaptação a diferentes climas, relevos e vegetações. A criação ovina está destinada tanto à exploração econômica quanto à subsistência das famílias de zonas rurais.

A introdução desses animais no Brasil ocorreu por colonizadores europeus a partir do descobrimento. As raças inseridas no país foram primeiramente submetidas à seleção natural adaptando-se assim a vasta diversidade climática. Atualmente o Brasil ocupa o 17º lugar e está entre os 20 maiores produtores mundiais de ovinos, representando 1,6% de todo rebanho mundial (FAO, 2010). Com um rebanho efetivo de ovinos em torno de 17 milhões de cabeças o Brasil pode ser beneficiado com o aumento da demanda de carne ovina tanto pelos países importadores como pelo próprio consumo interno. O aumento do rebanho nacional, o incremento da oferta de animais jovens para abate, o fortalecimento da cadeia produtiva e a informação nutricional da carne ovina como alimento são pontos-chave que devem ser estudados e cada vez mais difundidos para que ocorra um aumento sustentável da produção.

O estado de Mato Grosso do Sul ocupa a 8ª posição no ranking de produção de ovinos no Brasil, com um efetivo de aproximadamente 500 mil cabeças (IBGE, 2012). Informações acerca de um grupo genético de ovinos, denominados “pantaneiros”, têm sido relatadas, esse grupamento é proveniente de cruzamentos entre as raças que foram trazidas pelos colonizadores, na época do descobrimento do Brasil (MARIANTE et al., 1999). Ao longo do tempo esses animais sofreram uma seleção natural devido a adaptação às condições climáticas da região (VARGAS JUNIOR et al., 2011), apresentando uma combinação de alelos, o que pressupõe aproximação com as raças lanadas do Sul como a Crioula e deslanadas do Nordeste (GOMES et al., 2007), demonstrando grande diversidade genética, explicando a facilidade de adaptação.

Estes animais possuem potencial para o aumento da produtividade do rebanho e com isso melhora da renda do produtor. As fêmeas não apresentam anestro sazonal,

podendo obter 3 partos em 2 anos, semelhantes às raças nordestinas deslanadas, como a Santa Inês (MARTINS et al., 2008). De acordo com Longo et al. (2012) as fêmeas apresentam boa habilidade materna e produção leiteira, variando em função da idade e dias de lactação, influenciando no aumento de peso de desmame dos cordeiros.

Alguns aspectos importantes sobre esse grupamento também foram destacados por Vargas Junior et al., 2011. Um deles é que machos e fêmeas apresentaram desempenho e produção semelhante, bem como acabamento de carcaça uniforme e o outro é que esses cordeiros nativos nascem com peso vivo entre 2,5 e 3,5 kg em média, fato este associado à baixa incidência de partos distócicos, pois quando comparado com o peso ao nascer das demais raças estes são bastante inferiores. Pinto 2009, avaliando o desempenho e características quantitativas de carcaça de cordeiros “Pantaneiros”, observou ganho de peso médio diário em confinamento entre 0,200 a 0,350 kg/dia e índices de rendimento de carcaça variando entre 45 e 50% com cordeiros abatidos com idade entre quatro e oito meses, com peso vivo entre 30 e 40 kg, mostrando que embora o peso ao nascer possa ser considerado inferior comparativamente, estes cordeiros produzem carcaças de qualidade e altos índices de rendimento, com medidas morfométricas comparáveis às carcaças de cordeiros tradicionalmente utilizadas para corte, demonstrando assim um grande potencial para exploração na ovinocultura de corte. Com base nesses relatos, a utilização desse recurso genético e sua conservação vêm de encontro com uma produção estável e sustentável, já que esses animais têm características que se encaixam tanto na realidade do produtor quanto as necessidades do mercado consumidor.

1.2 Consumo da carne ovina

O rebanho ovino brasileiro tem apresentado um crescimento lento, porém constante, desde o ano de 2002. Enquanto o rebanho mundial cresceu apenas 1,04% entre os anos de 2004 e 2010, com diminuição constante do rebanho entre os anos de 2007 e 2010, o rebanho brasileiro cresceu 15,43% no período, passando de 15 milhões para aproximadamente 17,3 milhões de animais. Entretanto, a produção do país não vem acompanhando a demanda. O consumo da carne é o grande responsável por esse aumento na demanda, já que passou de 76 mil em 2004 para 89 mil toneladas em 2012, significando um aumento de aproximadamente 18% ao ano. Acredita-se que esse

aumento deu-se pelo aumento das inovações tecnológicas quanto à produção desse produto e uma maior quantidade disponível no mercado consumidor, apresentando assim um produto de melhor qualidade.

As categorias de ovinos mais ofertadas no mercado brasileiro são: os cordeiros não castrado (dente de leite), cordeiro castrado (dois dentes) e ovelhas de descarte. Os cordeiros não castrados geralmente são terminados em confinamento, principalmente os criados em ambiente tropical onde as pastagens possuem limitações nutricionais em boa parte do ano, o que não permite ganhos de peso corporal ou condição corporal acima de 2,5 antes dos 7 meses idade. Já os cordeiros que não forem confinados são terminados em pastagem com ganhos de peso corporal geralmente menores e conseqüentemente abatidos mais tardiamente o que leva a necessidade de serem castrados anteriormente pois atingirão a puberdade durante a terminação e isto evita a possibilidade cheiro na carne oriundo de animais machos em atividade sexual. . E por fim temos as ovelhas de descarte, que existem em todos os rebanhos, originando-se de animais não produtivos e basicamente criados a pasto.

A qualidade destas carnes está relacionada com a boa distribuição das gorduras de cobertura, intermuscular e intramuscular, tecido muscular desenvolvido e compacto, carne de consistência tenra com coloração variando de rosa nos cordeiros a vermelho escuro nos animais adultos (SILVA SOBRINHO et al., 2005). A carne desses ruminantes apresenta fatores que favorecem o seu consumo, um deles é a produção de um determinado composto que vem para colaborar com a saúde humana, o CLA. O CLA (ácido linoleico conjugado) é um ácido graxo sintetizado somente por ruminantes, que nos últimos anos vem sendo muito estudado, demonstrando eficácia em relação a algumas doenças coronárias.

Entretanto, um grau maior de saturação encontrada nessas carnes induz a uma menor qualidade, em virtude dos efeitos negativos à saúde humana, já que o risco de apresentar uma doença coronária é maior quando se consome uma maior quantidade de gordura saturada (MAHGOB et al., 2004) Porém a qualidade nutricional e sensorial é diretamente influenciada pela composição dos ácidos graxos presentes na gordura intramuscular e como sua separação da carne é um tanto quanto impossível, a produção de carnes com níveis adequados de gordura, apresentando menores concentrações de ácidos graxos saturados e colesterol LDL, deve ser priorizada. Através da composição

química podemos definir se uma carne é de qualidade ou não, sendo a composição dos ácidos graxos um dos principais compostos que influenciam nessa definição.

2. Ácidos graxos

Os ácidos graxos formam parte da estrutura da maioria dos lipídios. O comprimento da cadeia carbonada varia de 1 a 36 carbonos e proporcionam aos lipídios seu caráter hidrofóbico. Os mais abundantes nos animais são os de 16 e 18 carbonos. Esses compostos são fundamentais à vida, sendo utilizados pelos organismos como fonte energética e material plasmático. Estão envolvidos direta ou indiretamente na regulação metabólica e na modulação imunitária, pela participação na regulação homeoviscosa das membranas celulares (SPECTOR & YOREK, 1985), ou servindo de precursores na síntese de eicosanoides (MATHIAS & DUPOND, 1979), assim como mensageiros químicos intracelulares. Recentemente demonstrou-se que também desempenham um papel na regulação da expressão de genes que codificam várias enzimas envolvidas no metabolismo dos lipídios e dos carboidratos (SESSLER & NTAMBI, 1998), participando igualmente na regulação da diferenciação de diversos tipos celulares (VANDEN HEUVEL, 1999).

2.1 Classificação Estrutural dos Ácidos Graxos

Os ácidos graxos são lipídios naturais, normalmente com número par de átomos de carbono, podendo ser classificados pelo seu grau de saturação (figura 1): saturados (AGS), contendo apenas ligações simples entre carbonos, ou insaturados (AGI), contendo uma ou mais insaturações (dupla ligação) na cadeia carbônica. Estes últimos são divididos em: monoinsaturados - AGMI (uma insaturação) e poli-insaturados-AGPI (com duas ou mais insaturações, que podem ser divididos também em ômega 6 e ômega 3).

Os ácidos graxos saturados podem ser divididos em dois grupos: cadeia média (entre 8 e 12 átomos de carbono na cadeia) e cadeia longa (acima de 14 átomos de carbono). Após a absorção intestinal, os de cadeia média são transferidos para a circulação sanguínea. São transportados ligados à albumina, pela veia porta, diretamente para o fígado, onde são metabolizados, não sendo responsáveis pelo aumento do colesterol sérico. Os principais ácidos graxos saturados de cadeia longa são: mirístico

(14:0), encontrado no leite e seus derivados; palmítico (16:0), cujas principais fontes são a gordura animal e o óleo de palma, sendo o mais abundante na alimentação humana e o esteárico (18:0), presente na gordura do cacau. Os ácidos graxos saturados (AGS) de cadeia longa encontram-se no estado sólido à temperatura ambiente. De maneira geral, na gordura saturada (C12:0, C14:0 e C16:0) eleva a concentração plasmática de colesterol, especialmente o C14:0, enquanto o C18:0 é neutro em seus efeitos sobre o colesterol (HEGSTED, 1965).

A instauração dos ácidos graxos são encontrados especialmente na configuração cis da dupla ligação. A localização da primeira dupla ligação da cadeia carbônica a partir do grupo metila identifica a série do ácido graxo, por meio da letra ω , sendo os principais ω -3, ω -6 e ω -9. Os ácidos graxos monoinsaturados possuem uma dupla ligação na cadeia carbônica, e o mais comum encontrado na natureza é o oleico (C18:1), série ω -9, com maior concentração no óleo de oliva. O conceito mais defendido é de que o consumo de AGMI (monoinsaturado) não afeta significativamente os níveis de colesterol total circulante, enquanto o consumo de AGS aumenta os níveis de colesterol. Cada espécie animal possui uma composição de ácidos graxos diferente, nos ruminantes a síntese e a composição desses ácidos é bastante diferenciada quando comparada com as outras espécies. Os ácidos graxos insaturados provenientes da dieta são saturados através de um processo de biohidrogenação no ambiente ruminal, como forma de neutralizar o efeito tóxico desses ácidos graxos aos microrganismos ruminais oque não acontece em animais não ruminantes. Como resultado desse processo, a classe dos ácidos graxos saturados é absorvida e incorporada ao nível de tecido muscular. Entretanto, ácidos graxos de cadeia longa, como C 20 e C 22 (ômega 3), não são propensos à modificação pelos microrganismos ruminais, o que favorece o aumento da deposição desses ácidos graxos poli-insaturados no músculo, melhorando, portanto, a qualidade nutricional e funcional da carne (PONNAMPALAM et al., 2002).

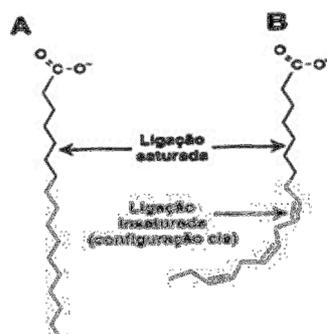


Figura 1: Estrutura molecular dos ácidos graxos.
Adaptado de Chatgialloglu et al., 2006.

2.2 Classificações Funcionais

Segundo Bessa (1999), a classificação tradicional dos ácidos graxos pelo seu grau de saturação mostra-se, à luz dos atuais conceitos como funcionalmente desajustada, tornando assim necessário a introdução e difusão de um critério de agrupamento dos ácidos graxos mais funcionais, em termos nutricionais. Assim, os ácidos graxos dividem-se em três classes, de acordo como seu suposto efeito no metabolismo do colesterol: hipercolesterolêmicos, neutros e hipocolesterolêmicos. Os ácidos graxos de que ainda não se dispõe de informação suficiente para incluí-los em qualquer das três classes são mantidos numa 4ª classe residual (tabela 1).

Tabela 1 **Classificação nutricional dos ácidos graxos**

Classificação estrutural		Classificação funcional	
Saturados	C4:0 a C10:0	Hipercolesterolêmico	C12:0; C14:0;
	C12:0; C14:0 e		C16:0
	C16:0	Neutros	C14:1; C16:1
	C18:0		C18:0
	C20:0 e C22:0		C4:0 a C10:0
Monoinsaturados	C14:1	Hipocolesterolêmico	C18:1
	C16:1		AGPI n-3 e n-6
	C18:1		C18:1 cis-9
	C20:1		C18:2 cis-9,12
			C18:3 cis-9,12,15
Poli-insaturados	C18:2	Outros (residual)	AG não
	C18:3		identificados
	AGPI n-3 e n-6		AG ramificados
			C15:0; C17:0
			C18:1 cis
		C18:2 isômeros	
			Bessa, 1999

2.2.1 Ômega 3, ômega 6

As séries ômega-3 e ômega-6 abrangem os ácidos graxos que apresentam insaturações separadas apenas por um carbono metilênico, com a primeira insaturação no terceiro e sexto carbonos, respectivamente, enumerados a partir do grupo metil terminal (figura 2). Devido às diferenças fisiológicas entre as famílias ômega 6 e ômega 3 e à simplicidade da designação *n*, esta notação passou a ser mais empregada ao estudar aspectos nutricionais envolvendo AG (MARTIN et al., 2006).

Os ácidos graxos ômega 6 e ômega 3 são denominados essenciais, devido à incapacidade do organismo em produzi-los, e serem fundamentais em reações como a transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo; a síntese de hemoglobina e a divisão celular (MARTIN et al., 2006). São importantes também como precursores de hormônios (ULBRICHT & SOUTHGATE, 1991). Por outro lado, o aumento de alguns desses ácidos ômega 6 ou ômega 3, ou a alteração da relação entre eles, pode provocar a produção de tromboxanos e leucotrienos que, em excesso, está associada a doenças como trombooses, arritmias, artrite, asma e psoríase (ROCHA, 2008).

Os ácidos graxos das famílias n-6 e n-3 competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia. Assim, a razão entre a ingestão diária de alimentos fontes de ácidos graxos n-6 e n-3 assume grande importância na nutrição humana, resultando em várias recomendações que têm sido estabelecidas por autores e órgãos de saúde, em diferentes países. Estima-se que a razão n-6/n-3 na dieta da população durante o período que antecedeu a industrialização, estava em torno de 1:1 a 2:1, devido ao consumo abundante de vegetais e de alimentos de origem marinha, contendo ácidos graxos n-3. Com a industrialização, ocorreu um aumento progressivo dessa razão, devido, principalmente, à produção de óleos refinados oriundos de espécies oleaginosas com alto teor de ácido linoléico e à diminuição da ingestão de frutas e verduras, resultando em dietas com quantidades inadequadas de ácidos graxos n-3. Hoje sugere-se que esta relação não passe de 4:1.

A primeira evidência dos efeitos benéficos dos ácidos graxos ômega-3 nas doenças cardiovasculares (DCV) surgiu na década de 70, quando se observou que esquimós da Groenlândia, que consumiam dieta rica em ω -3, apresentavam menor mortalidade por DCV do que dinamarqueses e americanos (DYERBERG et al., 1978). A quantidade de gordura na dieta destes três povos era similar, mas a mortalidade por

DCV nos esquimós era significativamente menor do que a mortalidade na Dinamarca e Estados Unidos.

As fontes de gordura predominantes na dieta dos esquimós eram carnes de baleia, foca e alguns peixes, todos ricos em ω -3. Estas observações fizeram com que os pesquisadores atribuíssem a baixa mortalidade por DCV encontrada neste povo ao tipo de gordura consumida. Uma vez conhecido os efeitos dos ácidos graxos ω -3, houve aumento no número de pesquisas examinando os efeitos benéficos e/ou preventivos destes ácidos graxos em diversas condições debilitantes, incluindo as DCV (LEAF et al., 2005).

Os ácidos graxos ω -3, mais especificamente o ácido docosa-hexaenóico (DHA) e o ácido eicosapentaenóico (EPA), são nutrientes com propriedades antiarrítmicas, anti-inflamatórias e antitrombóticas, que têm papel fundamental na modulação de lipoproteínas e lipídios, especialmente triacilglicerol, e no controle da hipertensão (LOMBARDO & CHICCO, 2006) a suplementação com ácidos graxos ω -3 (ω -3) e a prática de exercícios físicos têm sido consideradas manobras eficazes na prevenção secundária destas doenças (MICALLEF & GARG, 2008).

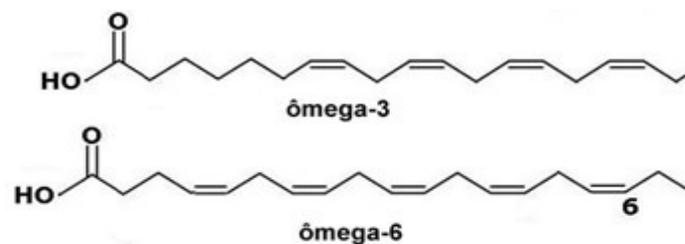


Figura 2: Isomeria de posição. Adaptado de Chatgililoglu et al., (2006).

2.2.2 CLA

O ácido linoleico conjugado (CLA) é um termo coletivo para uma série de isômeros posicionais e geométricos do ácido linoléico (C18:2 cis-9, cis-12), que contém um par de duplas ligações na configuração conjugada., podendo ser formado pela biohidrogenação incompleta de ácidos graxos poli-insaturados da dieta através da fermentação microbiana da *Butyrovibrio fibrisolvents*, mas também endogenamente, através da dessaturação do ácido graxo C18:1 trans-11. Inúmeros benefícios à saúde foram atribuídos ao ácido linoléico conjugado (CLA) incluindo ações na redução de

carcinogêneses, aterosclerose, começo de diabetes e diminuição da massa de gordura (BELURY, 2002). Foi observado em suínos (DUGAN, et al., 1997) e em ratos por Park et al.,(1997) que a suplementação com CLA favorece a deposição de músculo em detrimento da gordura.

A maior fonte de CLA na alimentação são os produzidos naturalmente pelos ruminantes, em especial os seus produtos derivados do leite e carne, a qual o C18:2 cis-9, trans 11 que é o CLA predominante dos isômeros, também conhecidos como ácido rumênico (KRAMER et al., 1998). Sua concentração, assim como do trans-10, cis-12 C18:2 e outros isômeros, varia dependendo da dieta que os animais estão consumindo (PARIZA et al., 2001). A produção de ácido linoléico conjugado (CLA) é maior em animais alimentados à pasto, mas dificilmente ultrapassa os 20 mg/g de gordura. Porém dietas a base de feno e grãos podem ter o valor de CLA ultrapassando esse valor por suplementos contendo ácido linoléico

Em geral, a maior concentração de ácido linoléico conjugado está associada à gordura intramuscular (RAES et al., 2004). Entretanto, o maior conteúdo de CLA é influenciado pela dieta e seus componentes. Com uma elevada participação de fibra solúvel e açúcares fermentados, pode-se criar um ambiente favorável ao crescimento da microbiota responsável pela produção de CLA e ácido graxo vacênico no rúmen sem reduzir o pH ruminal (DHIMAN et al., 2005).

2.2.3 Ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos

Os ácidos graxos desejáveis são aqueles que têm efeito neutro ou hipocolesterolêmico sobre a saúde humana estando neste grupo os insaturados e o ácido esteárico C18:0 (GRUNDY, 1986). O Departamento de Saúde e Segurança Social (DHSS, 1994) recomendou que a razão AGPI/AGS para a dieta humana fosse superior a 0,45. Segundo Santos-Silva et al. (2002), a relação AGPI/AGS é normalmente utilizada para avaliar o valor nutricional do perfil de AG da dieta. Entretanto, esta relação não é adequada para esta avaliação, uma vez que é considerada apenas a estrutura química dos ácidos graxos, e falha ao atribuir efeitos hipercolesterolêmicos a todos os AGS, ignorando os efeitos hipocolesterolêmicos dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI). Assim, estes autores recomendaram que a melhor maneira de avaliar o valor nutricional do perfil de AG seria a utilização de relações baseadas nos efeitos funcionais dos AG

como, por exemplo, a relação entre AG hipocolesterolêmicos (h): hipercolesterolêmico (H).

A relação h/H constitui um índice que considera a atividade funcional dos AG no metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, cujo tipo e quantidade está relacionado com o maior ou menor risco de incidência de doenças cardiovasculares. Nesta relação consideram-se os ácidos graxos insaturados (oleico, linoleico, araquidônico, linolênico, EPA, DHA e DPA) como potencialmente hipocolesterolêmicos e os ácidos graxos saturados mirístico e palmítico como promotores de hipercolesterolêmia. Os ácidos graxos hipocolesterolêmicos atuam na redução do LDL (lipoproteína de baixa densidade), e com isso previnem doenças cardiovasculares. Já os ácidos graxos saturados, que fazem parte do grupo dos hipercolesterolêmicos, aumentam o nível de colesterol sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzirem o espaço livre de LDL na corrente sanguínea. Na literatura considera-se como referência o valor 2,0 para o índice h/H aos produtos cárneos (SANTOS-SILVA et al., 2002). Valores superiores a 2,0 correspondem a produtos com composição de AG desejável no aspecto nutricional, pois são compostos, em sua maior parte, de AG hipocolesterolêmicos e, conseqüentemente, reduzem o risco de doenças cardiovasculares (ASSUNÇÃO, 2007).

3.0 Os ácidos graxos e seus índices

3.1 Índices de aterogenicidade e trombogenicidade

Os ácidos graxos podem promover ou prevenir o aparecimento da aterosclerose e a trombose coronariana com base em seus efeitos sobre o colesterol sérico, e sobre as concentrações de colesterol de LDL. O índice de trombogenicidade (IT) considera os ácidos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (18:0) como trombogênicos, e os AGPI ômega 6 e ômega 3 e AGMI como antitrombogênicos. Porém, é atribuído aos ácidos graxos ômega 3 maior efeito antitrombogênico que os ácidos graxos ômega 6 e AGPI ômega 3 (ULBRICHTH & SOUTHGATE, 1991).

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, isto é, quanto menores os valores de IA e IT maior é a quantidade de AG anti-aterogênicos presentes em determinado óleo/gordura e,

consequentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (TURAN et al., 2007). Esses índices constituem em uma ferramenta matemática para compreender o valor nutricional das espécies analisadas. O cálculo destes índices é feito com base nos valores absolutos (mg/100 g) de alguns ácidos graxos importantes que estão envolvidos nos processos pró- ou anti-inflamatórios do sistema cardiovascular. Na determinação dos índices aterogenicidade e trombogenicidade utilizaram-se as expressões propostas por Ulbricht & Southgate (1991):

$$IA = ((12:0) + (4 \times 14:0) + (16:0)) / ((\sum\omega6) + (\sum\omega3) + (\sum AGMI))$$

$$IT = (14:0 + 16:0 + 18:0) / ((0,5 \times \sum AGMI) + (0,5 \times \sum\omega6) + (3 \times \sum\omega3) + (\sum\omega3/\sum\omega6))$$

$\sum\omega6$ = somatório dos ácidos graxos da família ômega-6; $\sum\omega3$ = somatório dos ácidos graxos da família ômega-3; $\sum AGMI$ = somatório dos ácidos graxos monoinsaturados

3.2 Índice de dessaturação

A dessaturação em mamíferos envolve três enzimas dessaturases, delta-5, delta-6 e delta-9-dessaturase, que introduzem a insaturação nos carbonos C5, C6 ou C9. Destas, apenas a delta-9-dessaturase atua em ácidos graxos saturados, para convertê-los ao seu respectivo ácido graxo monoinsaturado. O mais abundante é o ácido oleico produzido do ácido esteárico (C18:0). A delta-9-dessaturase, que é codificada pelo gene estearoil-CoA desaturase, também converte o ácido trans-vaccênico ao seu correspondente ácido linoleico conjugado (CLA) isômero cis-9, trans-11 CLA (SMITH et al., 2009). O ácido esteárico (18:0) é muito importante para a síntese de ácidos graxos insaturados. A introdução de uma dupla ligação entre os átomos de carbonos 9 e 10 é catalisada pela enzima delta-9-dessaturase. Esta enzima está presente em plantas e animais, e converte o ácido esteárico para o ácido oleico (Figura3) (CALDER, 1998; TEITELBAUM & WALKER, 2001). O tecido adiposo é o principal local onde ocorre o alongamento e a dessaturação de ácidos graxos pela enzima delta-9-dessaturase (John et al., 1991).

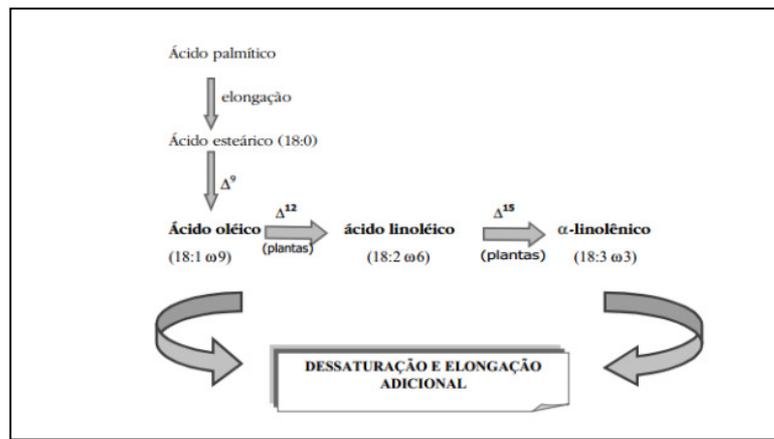


Figura 3- Biossíntese dos ácidos graxos, modelo proposto por Calder (1998).

4.0 Colesterol

O colesterol constitui um grupo de moléculas biológicas bastante diversas que formam os lipídios. Considerado um elemento estrutural das membranas celulares das células animais, sua presença garante a fluidez das membranas (ALASNIER, et. al., 1996). O colesterol alimentar (Figura 4) é um composto vital para o organismo, essencial na formação das membranas das células, na produção de hormônios sexuais, da vitamina D e de sucos digestivos, além de desempenhar papel importante nos tecidos nervosos e originar sais biliares. Estudos epidemiológicos clássicos evidenciam forte associação entre alto consumo de colesterol e maior incidência de aterosclerose, conforme demonstrado em populações com ingestão muito alta de alimentos ricos em colesterol. O colesterol alimentar é encontrado em gorduras animais, como ovos, leite e derivados, carne vermelha, camarão, pele de aves e vísceras, sendo as últimas as principais fontes (CONNOR et al., 1986).

A localização deste elemento estrutural é predominantemente no sarcolema e nas membranas subcelulares, sendo o sarcolema uma membrana lipoproteica que rodeia cada fibra muscular, o que nos outros tipos de células corresponde à membrana plasmática. A composição variável do músculo no tipo de fibras, e as diferenças associadas a estas, são responsáveis pelas diferenças observadas no teor de colesterol, não só ao nível dos diferentes músculos do mesmo animal como entre o mesmo músculo de espécies diferentes (DINH et al., 2011). Nesse sentido, os músculos compostos predominantemente por fibras oxidativas contêm um teor de colesterol superior ao dos músculos compostos predominantemente por fibras glicolíticas. Esta diferença resulta da conjugação de fatos estruturais (menor diâmetro da fibra e por consequência maior percentagem de sarcolema para um mesmo volume) e de fatos metabólicos (maior concentração de mitocôndrias e por consequência maior concentração de membranas subcelulares). Ao contrário do que se espera o colesterol

encontrado na gordura intramuscular, representa uma pequena porção do colesterol da carne, contribuindo com aproximadamente 1,2-2,7mg/100g (CHIZZOLINI, et. al., 1999). Existem recomendações nutricionais de que a ingestão diária não ultrapasse as 300 mg/dia (KRAUSS et al., 2000).

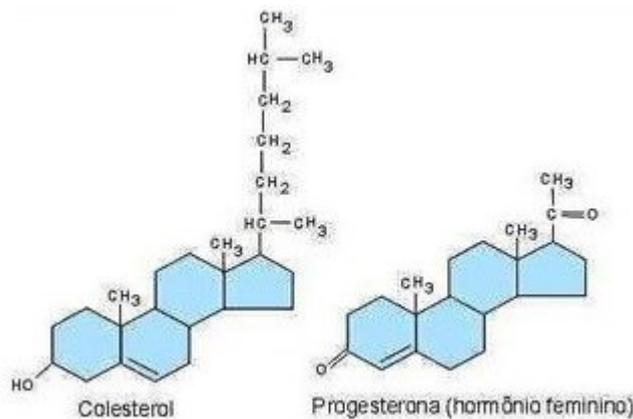


Figura 4- Estrutura química do colesterol e da progesterona.
Adaptado de biologia estrutura química e metabolismo.

5.0 Referências Bibliográficas

- ALASNIER, C., RÉMIGNON, H., GANDEMER, G. Lipid characteristics associated with oxidative and glycolytic fibres in rabbit muscles. **Meat Science**, v.43, p.213-224,1996.
- ASSUNÇÃO, J.M.P. Contribuição para o estudo da composição lipídica e do valor nutricional de leites e produtos lácteos dos açores. **Dissertação de mestrado em controle da qualidade e toxicologia dos alimentos**. Universidade de Lisboa, p.113, 2007.
- BELURY, M.A. Dietary conjugated linoleic acid in health: Physiological Effects and Mechanisms of Action. **Annuary Review Nutrition.**, v. 22, p.505–531, 2002.
- CALDER, P.C. Immunoregulatory and antiinflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 31, n. 4, p. 467-490, 1998.

- CHATGILIALOGLU, C.; FERRERI, C.; LYKAKIS, I.N., WARDMAN, P. Trans-fatty acids and radical stress: What are the real culprits? **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 14, p. 6144–6148, 2006.
- CHIZZOLINI, R., ZANARDI, E., DORIGONI, V., GHIDINI, S. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. **Trends in Food Science & Technology**, v.10(4-5), p.119-128, 1999.
- CONNOR SL, GUSTAFSON JR, ARTAUD-WILD SM, FLAVELL DP, CLASSICK-KOHN CJ, HATCHER LF, The cholesterol/saturated-fat index: an indication of the hypercholesterolaemic and atherogenic potential of food. **Lancet**, p.1229-1232, 1986.
- COOPER, S.L.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G. et al. Manipulation of the n–3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1461-1470, 2004.
- DINH, T. T. N., THOMPSON, L. D., GALYEAN, M. L., BROOKS, J. C., PATTERSON, K. Y., BOYLAN, L. M. Cholesterol Content and Methods for Cholesterol Determination in Meat and Poultry. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, n 5, p.269-289, 2011.
- DHIMAN, T.R.; NAM, S.H.; AMY, U.L. Factors Affecting Conjugated Linoleic Acid Content in Milk and Meat. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 45, n. 6, p. 463 – 482, 2005.
- DHSS. DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. Report in health and social subjects nutritional aspects of cardiovascular disease. **Fish Science**, v.1, n.2, p.97-103, 2007.

- DUGAN, M.E.R., AALHUS, J.L., SCHAEFER, A.L., KRAMER, J.K.G. The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. **Canadian Journal Animal Science**, v.77, p. 723-725, 1997.
- DYERBERG, J.; BANGH. H.O.; STOFFERSEN, E.; MONCADA, S.; VANE, J.R. Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis. **Lancet**, v.2 p.117-119, 1978.
- FAO. Estatísticas FAO, 2010. Disponível em: <http://faostat.fao.org> Acessado em: Maio de 2014.
- GOMES, W. S. et al. Origem e Diversidade Genética da Ovelha Crioula do Pantanal, Brasil. In: **Simposio de recursos genéticos para América Latina y el Caribe**. P.322, 2007.
- GRUNDY, S. M. Cholesterol and coronary heart disease. A new era. **Journal American Medical Association**, v.25, p. 2849-2859, 1986.
- HEGSTED, D. M., Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. **Animal Journal Clinical Nutrition**, v.17, n 5, p. 95-281, 1965.
- IBGE- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA <http://www.sidra.ibge.gov.br> Sistema IBGE de Recuperação Automática, 2012.
- JOHN, L. C. S. T.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Fatty acid elongation and desaturation enzyme activities of bovine liver and subcutaneous adipose tissue microsomes. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 3, p. 1064-1073, 1991.
- KRAMER, J. K. G.; P. W. PARODI; R. G. JENSEN; M. M. MOSSOBA; M. P. YURAWECZ; R. O. ADLOF. Rumenic acid: a proposed common name for the major conjugated acid isomer found in natural products. **Lipids**, v.33, p.835,

1998.

KRAUSS, R. M., ECKEL, R. H., HOWARD, B., APPEL, L. J., DANIELS, S. R., DECKELBAUM, R. J., ET AL. A Statement for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee of the American Heart Association. **AHA Dietary Guidelines. Circulation**, v.102, n.18, p.2284-2299, 2000.

LEAF A.; ALBERT CM.; JOSEPHSON M.; STEINHAUS D.; KLUGER J.; KANG JX.. Prevention of fatal arrhythmias in high-risk subjects by fish oil n-3 fatty acid intake. **Fatty Acid Antiarrhythmia Trial Investigators Circulation**, v.112, n.18, p.2762-2768, 2005.

LOMBARDO Y. B.; CHICCO A. G. Effects of dietary polyunsaturated n3 fatty acids on dyslipidemia and insulin resistance in rodentes and humans. **A review. Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 17, p.1-13, 2006.

LONGO, M.L.; CANSIAN, K.; SOUZA, M.R. et al. Produção de leite de ovelhas nativas Sul-Mato-Grossenses “Pantaneiras”. **In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.49, 2012.

MARIANTE, A. da S.; ALBUQUERQUE, M. do S.M.; EGITO, A. A.; McMANUS, C. Advances in the Brazilian animal genetic resources conservation programme. **Animal Genetic Resources Information**, n.25, p.109-123, 1999.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R. et al. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v.19, p.761- 770, 2006.

MARTINS, C.F.; VARGAS JUNIOR, F.M.; PINTO, G.P. et al. Aspectos reprodutivos da ovelha nativa Sul-Mato-Grossense. **In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.45, 2008.

- MAHGOB, I.T.; KADIM, N.M.; AL SAQUYR, R.M. et al. Effects of body weight and sex on carcass tissue distribution. **Meat Science**, v.67, n.4, p.577-585, 2004.
- MATHIAS, M.M.; DUPONT, J. The relationship of dietary fats to prostaglandin biosynthesis. **Lipids**, v. 14, p. 247-252, 1979.
- MICALLEF, M.A.; GARG, M.L. The Lipid-Lowering Effects of Phytosterols and (n-3) Polyunsaturated Fatty Acids are synergistic and complementary in hyperlipidemic men and women. **Journal of Nutrition**, v. 138, p. 1086- 1090, 2008.
- PARIZA M.W.; PARK Y.; COOK M.E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Programme Lipids Research**, v.40, p. 283-298,2001.
- PARK, Y.; ALBRIGHT, K.J.; LIU, W.; STORKSON, J.M.; COOK, M.E.; PARIZA, M.W. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. **Lipids**, v.32, 853-858, 1997.
- PINTO, G. S. Avaliação quantitativa da carcaça de cordeiros filhos de ovelhas pantaneiras acasaladas com carneiros pantaneiros, Santa Inês e Texel. **Dissertação (Mestrado em Produção e Gestão Agroindustrial)** – Universidade Anhanguera – UNIDERP. F.69, 2009.
- PONNAMPALAM, E.N., SINCLAIR, A. J., HOSKING, B. J., EGAN, A. R., Effects of dietary lipid type on muscle fatty acid composition, carcass leanness and meat toughness in lambs. **Journal of Animal Science**, v.80, n. 3, p.928-936, 2002.
- RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**. v.113, p.199–221, 2004.

- ROCHA, L.A.C. Qualidade do leite de búfala e desenvolvimento de bebida láctea com diferentes níveis de iogurte e soro de queijo. Itapetinga. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)**, f.82, 2008.
- SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R.J.B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: Fatty and composition of meat. **Livestock Production Science**, v..77, n.2, p.187-194, 2002.
- SESSLER, A.M.; NTAMBI, J.M. Polyunsaturated fatty acid regulation of gene expression. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 923-926, 1998.
- SILVA SOBRINHO, A.G.; PURCHAS, R.W.; KADIM, I.T. et al. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1070-1078, 2005.
- SIMOPOULOS, A.P. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. **Food Revist International**, v.20, n1, p.77-90,2004.
- SMITH, S. B.; GILL, C. A.; LUNT, D. K.; BROOKS, M. A. Regulation of Fat and Fatty Acid Composition in Beef Cattle. **The Journal of the British Medical Association**, v. 22, n. 9, p. 1225-1233, 2009.
- SPECTOR, A.A.; YOREK, M.A. Membrane lipid composition and cellular function. **Journal of Lipid Research**, v. 26, p. 1015-1035, 1985.
- TEITELBAUM, J. E.; WALKER, W. A. Review: The role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.12, n. 1, p.21-32, 2001.

- TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fisheries Sciences**, v.1, p. 97-103, 2007.
- ULBRICHT, T.L.V; SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **Lancet**, v.338, p.985-992, 1991.
- VANDEN HEUVEL, J.P. Peroxisome proliferator-activated receptors: a critical link among fatty acids, gene expression and carcinogenesis. **Journal of Nutrition**, v. 129, p. 575S-580S, 1999.
- VARGAS JUNIOR, F.M.; LONGO, M.L.; SENO, L.O. et al. Potencial produtivo de um grupamento genético de ovinos nativos Sulmatogrossenses. **PUBVET**. V.5, n.30, 2011.
- VIANA, J. G. A. Panorama Geral da Ovinocultura no Mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, v. 4, n. 12, 2008.

CAPÍTULO 2
PERFIL LIPÍDICO E TEOR DE COLESTEROL DA CARNE DE CORDEIROS,
BORREGOS E OVELHAS PANTANEIROS

Artigo redigido de acordo com as normas da revista Meat Science

Projeto aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA/UFGD

Número de protocolo: 007/2013

Perfil lipídico e teor de colesterol da carne de cordeiros, borregos e ovelhas pantaneiros

RESUMO

Objetivou-se avaliar o perfil lipídico e teor de colesterol do lombo de ovinos Pantaneiros. Foram utilizados 29 ovinos, sendo 11 cordeiros não castrados, nove borregos castrados e nove ovelhas de descarte. Os cordeiros foram mantidos em confinamento. Os borregos castrados foram alimentados a pasto, recebendo suplementação e as ovelhas de descarte permaneceram em sistema extensivo de pastagem com sal mineral à vontade. O abate dos cordeiros e borregos castrados foi realizado quando os animais atingiram o escore corporal de 2,5 e 3,0. As ovelhas foram abatidas por diagnóstico de gestação negativa. Foi retirado o músculo *Longissimus thoracis* para as análises. As categorias diferiram quanto a composição dos ácidos graxos do lombo, onde as ovelhas apresentaram maior porcentagem de ácidos graxos saturados, com destaque para o palmítico. Já os cordeiros apresentaram melhores resultados quanto à composição dos ácidos graxos monoinsaturados e uma melhor relação de $\omega 6/\omega 3$, demonstrando assim ser uma carne de melhor qualidade nutricional. O teor de colesterol foi maior para os borregos castrados.

Palavras-chave: carne ovina, monoinsaturados, ômega 3

Lipid profile and cholesterol content of meat of no castrated lamb, castrated lamb and ewe disposal Pantaneiro's

ABSTRACT

This study aimed to assess the lipid profile of sheep meat Pantaneiro. 29 sheep were used, 11 no castrated lambs, nine castrated lambs and nine ewe disposal. The lambs were kept in feedlot. Castrated lambs were fed on pasture and supplementation and culling ewes remained on extensive pasture with access to mineral. The slaughter was based on body score from 2.5 to 3.0 for castrated and no castrated lambs. The ewe were slaughtered by a negative pregnancy diagnosis. Longissimus thoracis muscle was analysis of fatty acid profile. The categories differ in the fatty acid composition of the loin, where ewe had higher percentages of saturated fatty acids, mainly palmitic. No castrated lambs showed better results regarding the composition of monounsaturated fatty acids and a better relationship $\omega 6/\omega 3$, demonstrating thus be better nutritional quality of the meat. The cholesterol content was higher in castrated lambs.

Keywords: sheep meat, monounsaturated, omega 3

1. Introdução

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2011), a Doença Cardiovascular (DCV) é a principal causa de morte no mundo, perfazendo 30% das mortes globais, taxa praticamente idêntica à encontrada no Brasil. Com base nesses resultados houve uma crescente preocupação com a qualidade dos alimentos consumidos, e a carne vermelha é considerada a grande vilã pela quantidade expressiva de gordura intramuscular presente nos seus cortes cárneos. Estudos vêm sendo realizados para que esse paradigma se quebre e o consumo de determinadas gorduras em quantidades ideais venha a contribuir nutricionalmente com a saúde humana.

No Brasil em geral o consumo de carne vermelha vem aumentando, e no estado do Mato Grosso do Sul não é diferente, onde a carne ovina se encontra dentro desta realidade. Em Mato Grosso do Sul vem se estudando uma raça nativa de ovinos denominada Pantaneiro. Essa raça se destaca pela rusticidade e capacidade de adaptação a regiões de clima semiárido, tropical e subtropical no Brasil. De acordo com Gomes et al. (2007) o grupamento genético de ovinos naturalizados sul-mato-grossenses “Pantaneiros” vem se expandindo, e por seus exemplares se aproximarem das raças lanadas do Sul e deslanadas do Nordeste do Brasil, indicam uma variabilidade genética. Entretanto há um desconhecimento do potencial produtivo destes animais, onde se sabe pouco da qualidade da sua carne e principalmente dos seus ácidos graxos e seu teor de colesterol.

A qualidade da carne dos ovinos e sua aceitabilidade são determinadas principalmente pelas suas características físico-químicas, incluindo o conteúdo de gordura e sua composição (Tejeda et al., 2008) podendo ser afetada por vários fatores intrínsecos (raça, sexo) e extrínsecos como o sistema de criação (Wilches et al., 2011). Estudos científicos que determinem a qualidade da carne de ovinos normalmente são realizados com a categoria de cordeiros, porém, é de grande importância que outras categorias sejam estudadas. As categorias de ovinos mais ofertadas no mercado brasileiro são: os cordeiros não castrado (dente de leite), cordeiro castrado (dois dentes) e ovelhas de descarte. Os cordeiros não castrados geralmente são terminados em confinamento, principalmente os criados em ambiente tropical onde as pastagens

possuem limitações nutricionais em boa parte do ano, o que não permite ganhos de peso corporal ou condição corporal acima de 2,5 antes dos 7 meses idade. Já os cordeiros que não forem confinados são terminados em pastagem com ganho de peso corporal geralmente menor e conseqüentemente abatidos mais tardiamente o que leva a necessidade de serem castrados anteriormente (borrego castrado), pois atingirão a puberdade durante a terminação e isto evitará a possibilidade de cheiro na carne oriundo de animais machos em atividade sexual. . E por fim temos as ovelhas de descarte, que existem em todos os rebanhos, originando-se de animais não produtivos e basicamente criados a pasto, onde o descarte dessas fêmeas adultas se tornará uma interrogativa para a cadeia produtiva.

Objetivou-se com este estudo avaliar as características qualitativas da carne em relação à composição da gordura intramuscular do lombo (músculo Longissimus thoracis) de ovinos naturalizados “Pantaneiros”, quanto ao perfil dos seus ácidos graxos e o teor do colesterol nas diferentes categorias (cordeiros, borregos castrados e ovelhas de descarte).

2. Material e métodos

O experimento foi realizado na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS, Brasil. Todos os protocolos e procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEUA) da UFGD (protocolo n.º. 007/2013- CEUA / UFGD).

2.1 Animais e abate

Foram utilizados 29 animais naturalizados “Pantaneiros”, sendo 11 cordeiros inteiros, nove borregos castrados e nove ovelhas de descarte. Os cordeiros foram desmamados com peso médio de $20,38 \pm 4,60$ kg e terminados em confinamento com dieta total com 80% de concentrado e 20% de volumoso, fornecida três vezes por dia. O abate ocorreu por volta do 6º mês. A dieta foi formulada para ganho de 250 g/dia, seguindo as exigências nutricionais para a categoria (NRC, 2007), composta por concentrado comercial com 16% proteína bruta (PB) e 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e feno de aveia com 7% PB e 55,64 % NDT.

Os borregos castrados abatidos com idade média de $12,5 \pm 1,18$ meses foram mantidos em pasto de *Cynodon* spp. Tifton, com suplementação de 1% do peso corporal do mesmo concentrado fornecido para os cordeiros, e livre acesso à água. As ovelhas de

descarte, com idade média de 68 ± 13 meses foram mantidas em sistema extensivo em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã com sal mineral à vontade. O descarte das ovelhas foi realizado com base no diagnóstico de gestação.

A condição corporal, segundo metodologia de Russel et al., (1969) foi utilizada como critério de abate para cordeiros e borregos castrados, sendo realizado com condição corporal entre 2,5 a 3,0. Já as ovelhas foram abatidas nas condições que se encontravam no momento do descarte. Foi realizado um jejum de sólidos por 16h antes do abate. O abate consistiu em uma prévia insensibilização por eletronarcose, com descarga elétrica de 220 V por 8 segundos. Em seguida procedeu-se secção das veias jugulares e das artérias carótidas para sangria, e por fim a evisceração. Os cordeiros, borregos castrados e ovelhas de descarte apresentaram peso corporal médio ao abate de 35,72, 43,04 e 49,58 kg respectivamente.

2.2 Amostragem

Após o abate as carcaças foram transferidas para a câmara fria onde foram mantidas a uma temperatura de 4°C durante 24 horas. Após o resfriamento as carcaças foram seccionadas ao longo da linha média, obtendo-se duas meias carcaças e separados os cortes, conforme técnica adaptada de Sánchez & Sánchez (1988). Da costela fixa e flutuante da meia carcaça esquerda foi retirado o músculo *Longissimus thoracis*. Essas amostras foram acondicionadas *in natura* em placas de Petri e secas em liofilizador por 48 horas. Após a liofilização, as amostras foram moídas em processador de alimentos com gelo seco para evitar aquecimento e possíveis alterações na composição.

2.3 Composição dos ácidos graxos

A partir das amostras liofilizadas deu-se a determinação da composição dos ácidos graxos. Primeiramente foi extraída a matéria graxa através de uma mistura de clorofórmio-metanol-água, segundo Bligh & Dyer (1959). Amostras liofilizadas (cerca de 3 g) foram transferidas para frascos erlenmeyer de 125 mL, onde foram adicionados 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada e agitados por 30 minutos em mesa agitadora. Após essa operação, foram adicionados 10 mL de clorofórmio e 10 mL de sulfato de sódio a 1,5%, e os frascos foram agitados novamente por 2 minutos. O material foi filtrado em papel-filtro quantitativo e transferido para tubos falcon de 50 mL. Após a separação das camadas, a superior, metanólica, foi descartada. O filtrado restante foi transferido para frascos béquer de 50 mL previamente

tarados e o conteúdo transferido foi pesado. Os frascos foram levados para estufa de circulação de ar forçado, a 55°C, para evaporação do solvente, por 24 horas, e posteriormente foram acondicionados em dessecador para atingirem a temperatura ambiente. Após esse processo pesou-se novamente o conteúdo, onde se obteve o peso da massa lipídica. Para a transesterificação dos triacilgliceróis, aproximadamente 50 mg da matéria lipídica extraída foram transferidos para tubos falcon de 15 mL, aos quais foram adicionados de 2 mL de n-heptano. A mistura foi agitada até a completa dissolução da matéria graxa e em seguida 2 mL de hidróxido de potássio e 2 mol/L em metanol foram adicionados. A mistura foi agitada por aproximadamente 5 minutos e após a separação das fases, 1 mL da fase superior (heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foi transferido para frascos eppendorf de 1,5 mL. Os frascos foram hermeticamente fechados, protegidos da luz e armazenados em freezer a -18° C, para posterior análise cromatográfica.

2.4 Análise cromatográfica dos ácidos graxos

A composição dos ácidos graxos foi determinada por cromatografia gasosa, utilizando-se cromatógrafo a gás com detector de ionização de chama. Para a eluição foi empregada uma coluna capilar de sílica fundida de 100 m x 0,25 mm x 0,20 µm. A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação com os tempos de retenção dos compostos da amostra com os padrões (Sigma) eluídos nas mesmas condições das amostras.

2.5 Colesterol

Primeiramente foi extraído através das amostras da carne liofilizada (10 gramas) os lipídios totais através do método proposto por Folch et al., (1957). Em seguida a determinação do colesterol foi obtida pela metodologia de Bragagnolo & Rodriguez, 1995 e a análise cromatográfica pelo método de Schmarr et al., (1996). Os resultados foram expressos em miligramas de colesterol por 100 g de carne.

2.6 Cálculos

Foram somados os totais de ácidos graxos saturados, insaturados, monoinsaturados, poli-insaturados e calculadas as suas relações. O mesmo procedimento foi adotado para o ácido graxo ômega 6 e ômega 3. Os ácidos graxos também foram classificados de acordo com a funcionalidade em hipocolesterelêmicos,

hipercolesterolêmicos, neutros e residuais, conforme proposto por Bessa (1999). Os índices calculados foram o de trombogenicidade e aterogenicidade de acordo com Ulbrich & Southgate (1991) e a atividade enzimática delta-9 dessaturase C16 e C18, sugeridos por Malau-Aduli et al. (1997).

2.7 Análise estatística

Foi realizada análise utilizando o efeito fixo, considerando-se o seguinte modelo matemático: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j(i) + \epsilon_{ij}$. Onde: Y_{ij} = variável da resposta; μ = média geral; α_i = efeito fixo da i-ésima categoria; $\beta_j(i)$ = efeito fixo do j-ésimo músculo e da i-ésima categoria; ϵ_{ij} = erro aleatório. Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância e teste de médias Bonferroni ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o pacote estatístico SPSS 13.0 (2005).

3. Resultados e discussão

3.1 Ácidos graxos saturados

Em relação aos ácidos graxos saturados conforme tabela 1, houve diferença ($P < 0,05$) entre todas as categorias, sendo obtido resultado superior para a categoria ovelha. Essa característica é explicada pela idade média dessas fêmeas (68 meses), onde a concentração desses ácidos graxos tende a aumentar com o passar do tempo, em média até os 12 meses de idade e após isso estabilizar (CIFUNI et al., 2000).

Para o palmítico (C16:0) e mirístico (C14:0), as concentrações também foram superiores nas ovelhas ($P < 0,05$) o que caracteriza a carne dessa categoria como de menor qualidade, pois representa um fator de risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares aumentando a síntese de colesterol e favorecendo o acúmulo de lipoproteínas de baixa densidade. No entanto o ácido graxo esteárico foi maior nestas fêmeas, sendo isto um resultado positivo, pois sabe-se que a função deste ácido é neutra, em consequência da sua rápida transformação em ácido oleico (ácido graxo monoinsaturado), não exercendo efeito de elevação do colesterol (MOLONEY et al., 2001). Bonanome e Grundy (1988) destacaram que uma dieta com alto nível de ácido graxo esteárico (C18:0) mostra-se tão eficiente do que dieta com alto nível de ácido graxo oléico (C18:1 cis 9) quando o objetivo é diminuir a concentração de colesterol total e LDL em humanos.

Na composição de ácidos graxos saturados a categoria dos borregos castrados foi

a que apresentou uma carne de melhor qualidade ($P < 0,05$), diferindo de todas as categorias, apresentando uma menor quantidade de ácidos graxos saturados na sua carne.

Tabela 1 – Composição dos principais ácidos graxos saturados do músculo Longissimus thoracis (lombo) de ovinos de diferentes categorias (%).

Ácido Graxo	Categoria			Media	CV%
	Cordeiro	Borrego Castrado	Ovelha		
Cáprico C10:0	0,114b	0,130a	0,104c	0,116	10,45
Láurico C12:0	0,116 ^a	0,117a	0,106b	0,113	6,30
Mirístico C14:0	2,545b	2,376c	2,837a	2,583	7,30
Pentadecanóico C15:0	0,209 ^a	0,182b	0,152c	0,183	14,09
Palmitico C16:0	24,019b	23,914b	27,044a	24,926	5,82
Heptadecanóico C17:0	1,827 ^a	1,578b	1,390c	1,614	11,60
Esteárico C18:0	16,253b	16,226b	17,418a	16,606	3,35
Araquídico C20:0	0,110b	0,113ab	0,123a	0,115	5,97
Saturados Totais	45,19b	44,64c	49,17a	46,26	4,34

CV% = Coeficiente de variação.

^{a,b,c} Médias com letras minúsculas na mesma linha diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Bonferroni.

3.2. Ácidos graxos insaturados

Na composição de ácidos graxos insaturados, o que mais se destacou foi o monoinsaturado C18:1 (ácido graxo oleico), conforme tabela 2. Esse ácido graxo além de ter a função hipocolesterolêmica diminuindo o teor do LDL (colesterol ruim) não influencia na diminuição do HDL (colesterol bom), desvantagem essa que ocorre com os poli-insaturados. As concentrações dos ácidos graxos monoinsaturados C16:1 (palmitoléico) e C18:1 (oleico) diferiram entre as categorias e foram maiores ($P < 0,05$) nos cordeiros, provavelmente por esses animais receberem uma dieta mais rica em ácidos graxos insaturados, ignorando assim o fator de maturidade fisiológica. Cooper et al. (2004) observaram que uma dieta mais completa pode sim alterar a porcentagem de C16:1e C18:1. O teor de C18:3 ω 3, foi mais alto nas categorias borrego e ovelha, ou seja, nos animais mantidos em pastagem. A carne de animais alimentados com dietas á base de forragem verde possuem maiores teores de C18:3 ω 3 (DÍAZ et al., 2002) e menores de C18:2 ω 6 em comparação a animais alimentados com grãos e/ou concentrados (ROWE et al., 1999). Vários outros estudos que compararam a qualidade da gordura da carne de ovinos confinados ou em pastagem também observaram os

mesmos resultados (ROWE et al., 1999; SÃNUDO et al., 2000). O teor do ácido graxo linoleico conjugado e do linoleico (C18:2 ω 6) foi diferente entre as categorias ($P < 0,05$), onde a categoria cordeiro teve valores mais elevados. Esses resultados indicam que a biohidrogenação dos ácidos graxos no rúmen é incompleta e em dietas com alto nível de concentrado a extensão desse processo é mais destacada, resultando em uma maior disponibilidade de ácidos graxos poli-insaturados. Arboitte et al. (2011) estudando a qualidade da carne do músculo longissimus dorsi de novilhos super jovens constataram que à medida que aumentou a gordura intramuscular da carne a participação do ácido graxo linoleico diminuiu, semelhante aos resultados deste estudo, pois sabe-se que quanto mais velho o animal fica mais gordura ele acumula. A categoria cordeiro apresentou maior quantidade de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, esses ácidos graxos são considerados bons para a saúde humana, pois são apontados como redutores de colesterol e lipoproteínas de baixa densidade (PEREZ et al., 2002).

Tabela 2 – Composição dos principais ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados do músculo *Longissimus thoracis* (lombo) de ovinos de diferentes categorias (%).

Ácido Graxo	Categoria			Media	CV%
	Cordeiro	Borrego Castrado	Ovelha		
Meristoléico C14:1	0,104	0,108	0,103	0,105	4,86
Palmitoleico C16:1	1,671a	1,648b	1,607c	1,644	1,86
Oleico C18:1	44,792a	44,434b	42,048c	43,829	2,80
Linoleico C18:2 ω 6	3,932a	3,620b	3,402c	3,671	6,16
Linolenico C18:3 ω 3	0,178b	0,193a	0,198a	0,189	5,89
Linoleico conjugado C18:2	0,468a	0,451b	0,410c	0,445	5,87
Ecosenóico C20:1	0,103	0,103	0,106	0,104	4,76
Ecosadienóico C20:2	0,106	0,106	0,106	0,106	4,80
Ecosatrienóico C20:3 ω 6	0,106	0,104	0,107	0,106	4,80
Ecosatrienóico C20:3 ω	1,450b	1,489a	1,351c	1,431	4,14
Araquidônico C20:4	0,181b	0,198a	0,197a	0,191	5,48
Ecosapentaneóico C20:5 ω	0,106a	0,103ab	0,100b	0,103	4,57
Insaturados Totais	53,19a	52,56b	49,73c	51,92	2,93
Ácidos Graxos					
Monoinsaturados	46,67a	46,29b	43,86c	45,68	2,74
Ácidos Graxos Poli-					
insaturados	6,53a	6,26b	5,87c	6,24	4,45
Ômega 6	4,04a	3,72b	3,51c	3,78	5,97
Ômega3	1,73b	1,79a	1,65c	1,72	3,39

CV% = Coeficiente de variação.

^{a,b,c} Médias com letras minúsculas na mesma linha diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Bonferroni.

3.3. Os ácidos graxos e suas relações

A relação $\omega 6/\omega 3$ (tabela 3) encontrada em todas as categorias esta dentro dos níveis indicados para a saúde humana, onde Simopoulos (2002) sugere valores menores que quatro, neste mesmo corte comercial, a carne de suínos apresenta um valor extremamente alto em torno de 21:1. Os resultados sugerem que a carne desses ovinos são superiores quanto a qualidade nutricional, pois sabe-se que os ácidos graxos das famílias $\omega 6$ e $\omega 3$ competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia prejudicando o processo enzimático, favorecendo o aparecimento de doenças cardiovasculares. Entretanto a relação de poli-insaturados:saturados ficou abaixo do indicado pelo Departamento de Saúde Britânico (DEPARTMENT OF HEALTH, 1994) que é de 0,45, apresentando uma maior relação nos cordeiros e borregos (0,14). Arruda et al. (2012), estudando o perfil lipídico de cordeiros Santa Inês suplementados com diferentes níveis de energia encontraram valores próximos (0,13) aos deste estudo. Na relação de monoinsaturados:saturados, as categorias apesar de apresentarem diferenças estatísticas tiveram seus valores encontrados muito próximo. Essa relação é de grande importância já que uma maior quantidade de ácidos graxos monoinsaturados na dieta é melhor para a saúde humana, já que esses ácidos graxos não só estimulam a diminuição do colesterol ruim, mas também influenciam no aumento do colesterol bom.

Tabela 3 - Classificações nutricionais dos ácidos graxos em função de suas relações ($\omega 6/\omega$, Insaturados: Saturados, Monoinsaturados: Saturados, Poli-insaturados: Saturados do músculo *Longissimus thoracis* (lombo) de ovinos de diferentes categorias (%).

	Categoria			Media	CV%
	Cordeiro	Borrego Castrado	Ovelha		
Relação $\omega 6/\omega 3$	2,33a	2,09c	2,13b	2,19	5,16
Relação Insaturados:Saturados	1,18a	1,18a	1,01b	1,13	6,94
Relação Monoinsaturados:Saturados	1,03b	1,04a	0,89c	0,99	6,79
Relação Poli- insaturados:Saturados	0,14a	0,14a	0,12b	0,14	8,19

CV% = Coeficiente de variação.

^{a,b,c} Médias com letras minúsculas na mesma linha diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Bonferroni.

3.4 Os ácidos graxos e suas funcionalidades

A categoria cordeiro foi a que apresentou os melhores índices em qualidade funcional dos ácidos graxos (tabela 4), onde fica evidente pelo valor encontrado no índice de hipocolesterolêmia. Esse fato ocorreu pela maior quantidade de ácidos graxos poli-insaturados presentes na carne dessa categoria, o que se deu pela disponibilidade maior desses ácidos na dieta. Já o índice de hipercolesterolêmia é calculado com base no teor de ácidos graxos saturados e dentre as categorias, a de ovelha foi que apresentou um teor mais elevado, provavelmente pelo seu tipo de alimentação (a pasto) favorecendo a biohidrogenação ruminal. Os índices de trombogenicidade (IT) e aterogenicidade (IA) vêm para confirmar o resultado acima descrito já que os valores desses índices foram maiores nessa categoria

Tabela 4- Classificações nutricionais dos ácidos graxos em suas funcionalidades (Hipercolesterolêmico, Neutros, Hipocolesterolêmico, Residuais, Trombogenicidade, Aterogenicidade), atividade enzimática (Δ^9 Dessaturase C16, Δ^9 Dessaturase C18, Elongase) e colesterol (mg/100g) do músculo *Longissimus thoracis* (lombo) de ovinos de diferentes categorias (%).

Ácido Graxo	Categoria			Media	CV%
	Cordeiro	Borrego Castrado	Ovelha		
Ácidos Graxos					
Hipercolesterémios	28,45b	28,16c	31,70 ^a	29,37	5,43
Ácidos Graxos					
Hipocolesterémios	49,76a	49,10b	46,46c	48,53	2,97
Ácidos Graxos Neutros	16,37b	16,36b	17,52 ^a	16,72	3,28
Ácidos Graxos Residuais	2,14a	1,87b	1,65c	1,90	11,09
Índice de					
Trombogenicidade	1,38b	1,38b	1,63 ^a	1,46	8,00
Índice de Aterogenicidade	0,66b	0,65c	0,79 ^a	0,69	9,22
Δ^9 Dessaturase C16	6,50a	6,45a	5,61b	6,21	6,70
Δ^9 Dessaturase C18	73,38a	73,25b	70,71c	72,51	1,70
Elongase	70,38a	70,35a	67,49b	69,47	1,96
Colesterol	65,92ab	67,98a	62,55b	65,55	4,68

CV% = Coeficiente de variação.

^{a,b,c} Médias com letras minúsculas na mesma linha diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Bonferroni.

As categorias cordeiro e borrego castrado apresentaram valor um pouco acima do proposto por Ulbricht & Southgate (1991), onde os mesmos propõem como ideal um valor de no máximo 1,27 para o IT Já para o IA o valor encontrado ficou dentro do padrão ideal não pode ultrapassar de 0,72. A presença da enzima Δ^9 dessaturase foi mais

significativa nos cordeiros, provavelmente em animais mais jovens essa enzima tende a ser mais ativa. Malau-Aduli et al. (1997), destacam que a atividade das enzimas Δ^9 desaturase pode ser alterada por diversos fatores como raça, idade, sexo e grau de maturidade fisiológica dos animais. Já a maior atividade da elongase, encontrada nos cordeiros, pode ser explicada pela menor quantidade de ácidos graxos saturados, principalmente o palmítico, evidenciando assim uma maior biossíntese dos ácidos graxos, principalmente o oléico. O teor de colesterol diferenciou-se entre as categorias de ovelha e borrego castrado, onde a última apresentou maiores quantidades. O valor de colesterol encontrado nas categorias está dentro do desejável, onde recomenda-se uma ingestão de até 300mg por dia (USDA, 2000). Pinheiro et.al., 2007 estudando estas mesmas categorias encontrou as mesmas diferenças do presente trabalho. Segundo Silva Sobrinho (2001), a carne proveniente de animais jovens (cordeiros e cabritos) apresenta apenas traços de gordura. Em contrapartida, em animais castrados o acúmulo de gordura é maior e esse fator pode ser o que influenciou um maior acúmulo de colesterol na categoria borrego-castrado.

4. Conclusão

As categorias dos ovinos Pantaneiros estudadas neste trabalho puderam demonstrar estaticamente que são diferentes entre si quanto ao perfil lipídico.

5. Bibliografia

- Arruda, P. C. L., Pereira, E. S., Pimentel, P. G., Bomfim, M. A. D., Mizubuti I. Y., Ribeiro, E. L. A., Fontenele R. M. & Regadas Filho, J. G. L (2012). Perfil de ácidos graxos no Longissimus dorsi de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. *Semina: Ciências Agrárias*, 33, 3, 1229-1240.
- Arboitte, M. Z., Brondani, I. V., Deschamps, F.C., Bertoldi, F.C, Alves Filho, D. C. & Segabinazzi, L. R. (2011) Qualidade da carne do músculo longissimus dorsi de novilhos superjovens Aberdeen Angus de biótipo pequeno e médio abatidos com o mesmo estágio de acabamento na carcaça. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 33, 2, 191-198 .
- Bessa, R.J.B (1999). Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: Symposium Europeo - Alimentación en el Siglo XXI, Editado por R. Caleroe J.M. Gómez-Nieves, *Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz*, 283-313.
- Bligh, E. G. & Dyer, W. J (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 18, 911-917.
- Bonanome, A. M. D & Grundy, S. M. (1988). *Effect of dietary stearic acid on plasma*, 19, 1244-1248.
- Bragagnolo, N. & Rodriguez-Amaya, D. B.(1995). Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 15, 1, 11-17.
- Cañeque, V., & Sañudo, C (2000). *Metodologia para el estudio de localidad de la canal y de la carne em rumiantes*, 255.
- Cifuni, G. F., Napolitano, F., Pacelli, C., Riviezzi, A. M., Girolami, A. (2000). Effect of age at slaughter on carcass traits, fatty acid composition and lipid oxidation of Apulian lambs. *Small Ruminant Research*, 35, 65-70.

- Cooper, S. L.; Sinclair, L. A.; Wilkinson, R. G. (2004). Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. *Journal of Animal Science*, 82, 1461-1470.
- Díaz, M. T., Velasco, S., Cañeque, V., Lauzurica, S., Huidobro, F.R., Pérez, C., González, J. & Manzanares, C (2002). Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*, 43, 257-268.
- Gomes, W.S., Araújo, A.R., Caetano, A.R.; Martins, C. F., Vargas Junior, F. M., Mcmanus, C. M., & Paiva, S. R (2007). Origem e diversidade genética da ovelha crioula do pantanal, Brasil. In. *Simpósio de recursos genéticos para américa latina y el caribe*, 322.
- Malau-Aduli, A. E. O., Siebert, B. D. & Bottema, C. D. K. A (1997). Comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Australian Journal of Agriculture*, 48, 5, 715-722.
- Moloney, A. P., Mooney, M. T., Kerry, J. P. & Troy, D. J (2001) *Producing tender and flavor some beef with enhanced nutritional characteristics*. Proceedings of the Nutrition Society, 60, 5, 221-229.
- Organização Mundial da Saúde (2011). Cardiovascular Diseases (CVDs). *Fact Sheet*, 317.
- Perez, J.R.O., Bressan, M.C. & Bragagnolo, N (2002). Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22, 1, 11-18.
- Pinheiro, R.S.B., Silva Sobrinho, A.G., Souza, H. B. A., Yamamoto, S. M (2007) Informações nutricionais de carnes ovinas em rótulos comerciais, comparativamente às obtidas em análises laboratoriais. *Ciências e Tecnologia de Alimentos*, 27, 2, 376-381.

- Rowe, A., Macedo, F.A.F. & Visentainer, JV (1999.). Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in dry lot or pasture. *Meat Science*, 51, 283-288.
- Russel, A. J. F., J. M. Doney & R. G. Gunn (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal. Agricola. Science*, 72, 451-454.
- Sañudo, C., Enser, M.E. & Campo, M.M (2000).Fatty acid composition and sensory characteristic of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*, 54, 339-346.
- Schmarr, H. G., Gross, H. B. & Shibamoto, T. (1996). Analysis of Polar Cholesterol Oxidation Products: Evaluation of a New Method Involving Transesterification Solid Phase Extraction, and Gas Chromatography, *Journal. Agriculture Food Chemical*, 44, 512-517.
- Silva Sobrinho, A. G.(2001) Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: A produção animal na visão dos brasileiros. *Anais...Piracicaba: FEALQ*, 425-446.
- Simopoulos, A. P (2002). Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *Journal of the American College of Nutrition*, 21, 6, 495-505,.
- Tejeda, J. F., Peña, R. E. & Andrés, A. I (2008) Effect of live weight and sex on physicochemical and sensorial characteristics of Merino lamb meat. *Meat Science*, 80,1061–1067.
- Ulbricht, T. L. V. & Southgate, D. A. T (1991). *Coronary heart disease: Seven dietary factors*. *Lancet*, 338, 985-992.
- USDA. Dietary guidelines for Americans (2000). *United States Department of Agriculture*.

Wilches, D., Rovira J., Jaime L., Palacios C., Laurena Martinez, MA., Vivar-Quintana, A.M. & Revilla, I. (2011). Evaluation of the effect of a maternal rearing system on the odour profile of meat from suckling lamb. *Meat Science*, 88, 415–423.

6. Considerações Finais

A carne dos ovinos “pantaneiros” apresenta boa qualidade nutricional, em termo de ácidos graxos independente da categoria estudada. Com base nessa afirmação, a escolha de um sistema de produção tornará mais eficiente à produção do produto final desejado.

O conhecimento científico não deve ficar somente no meio acadêmico e sim expandido em toda a cadeia produtiva, do produtor ao consumidor, para que a falta de conhecimento não comprometa o sistema de produção. O produtor deve estar sempre estimulado a colocar seu produto no mercado consumidor, para isto os mesmos devem enquadrar o seu sistema de produção a um determinado nicho de mercado, garantindo assim a venda do seu produto final. Normas e diretrizes sendo criadas e seguidas fortalecerão o mercado produtor de ovinos em Mato Grosso do Sul, garantindo a satisfação em todos os elos da cadeia produtiva, garantindo um padrão de qualidade.

Para uma comparação mais justa e dentro da realidade da criação do estado do Mato Grosso do Sul, uma pesquisa com uma determinada categoria e diferentes sistemas de produção será o ideal para que possamos avaliar melhor o desempenho do animal e a qualidade do seu produto final.