



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos**  
*Campus de Itapetinga-BA*

**CARACTERIZAÇÃO LIPÍDICA DA PERNA DE CORDEIROS**  
**SANTA INÊS**

**PRISCILLA FERREIRA MACÊDO**

**ITAPETINGA - BA**

**2015**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos  
*Campus* de Itapetinga-BA

**PRISCILLA FERREIRA MACÊDO**

**CARACTERIZAÇÃO LIPÍDICA DA PERNA DE CORDEIROS SANTA INÊS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. *D.Sc.* Cristiane Leal dos Santos-Cruz.

**ITAPETINGA - BA**

**2015**

664.07 Macêdo, Priscilla Ferreira.  
M123c Caracterização lipídica da perna de cordeiros Santa Inês. / Priscilla Ferreira Macêdo. – Itapetinga-Ba: UESB/Mestrado em Engenharia de Alimentos, 2015. 66p. Il.

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) - *campus* de Itapetinga. Sob a orientação da Profª. D.Sc. Cristiane Leal dos Santos-Cruz.

Dissertação normalizada (UESB/ABNT) e revisada por Rogério Pinto de Paula – Diretor da Biblioteca Regina Célia Ferreira Silva, UESB-Itapetinga, Presidente do Conselho de Bibliotecas da UESB - CRB 1654-5 Reg.

Referências: p.56-66.

1. Engenharia de Alimentos - Cordeiros Santa Inês - Qualidade nutricional. 2. Ácidos graxos – Colesterol – Ovinos - Trombogenicidade. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, UESB, *Campus* de Itapetinga. II. Santos-Cruz, Cristiane Leal dos (Orient.). III. Título.

**CDD: 664.07**

**Catálogo na Fonte:**

Rogério Pinto de Paula – CRB 1654 - 5ª Região  
Diretor da Biblioteca – UESB – Campus de Itapetinga-Ba  
Presidente do Conselho de Bibliotecas da UESB

**Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:**

1. Engenharia de Alimentos - Cordeiros Santa Inês - Qualidade nutricional
2. Ácidos graxos, Colesterol, Ovinos, Trombogenicidade.



**Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia**  
Programa de Pós-Graduação  
**Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos**



Áreas de Concentração: Engenharia de Alimentos  
Ciência de Alimentos

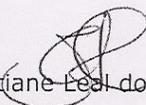
**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

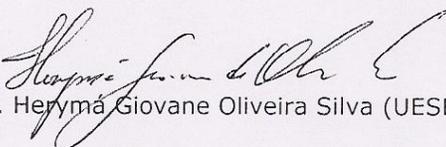
**Título:** CARACTERIZAÇÃO LIPÍDICA DA PERNA DE CORDEIRO SANTA INÊS.

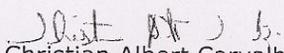
**Autor (a):** PRISCILLA FERREIRA MACÊDO

**Orientador (a):** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Leal dos Santos-Cruz

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de **MESTRE EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CIÊNCIA DE ALIMENTOS**, pela Banca Examinadora.

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Leal dos Santos-Cruz (UESB)

  
Prof.º Dr. Herymá Giovane Oliveira Silva (UESB)

  
Prof.º Dr. Christian Albert Carvalho da Cruz (IFBAIANO)

Itapetinga-BA, 27 de fevereiro de 2015.

*Aos meus pais, Jacimar Cardoso Ferreira  
Macêdo e Renan Luz Macêdo, pela educação e  
esforço para que eu pudesse ter sempre o  
melhor.*

*A família Cardoso Ferreira pelo apoio e  
incentivo ao longo de minha jornada  
acadêmica.*

**DEDICO COM CARINHO!**

*Agradeço a Deus pelas bênçãos alcançadas, pelos livramentos em toda a minha vida e por esta vitória na minha vida;*

*Ao meu namorado, Raphael Lima Sodré, pelo amor e carinho, pelos momentos de distração, alegria, compreensão, por estar sempre ao meu lado mesmo quando não estávamos perto um do outro, pelas madrugadas me fazendo companhia pelo facebook enquanto escrevia minha dissertação e, principalmente, por sempre me apoiar e me fazer enxergar mais longe;*

*À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus Juvino Oliveira, pela oportunidade de ter concluído meu Mestrado;*

*À minha orientadora, Cristiane Leal dos Santos-Cruz, pela confiança e por ter acreditado em minha capacidade e me orientado durante estes dois anos de Mestrado;*

*À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela bolsa concedida para realização deste curso de Mestrado;*

*Aos professores do Programa de Pós-Graduação do curso de Engenharia de Alimentos pelos ensinamentos transmitidos durante as aulas;*

*À Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” – ESALQ, por ceder os laboratórios para realização das análises cromatográficas;*

*À Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola – EBDA, pela contribuição no abate dos animais destinados a realização desta pesquisa;*

*Aos meus colegas do curso de Mestrado pelas tantas formas de ajuda durante esses dois anos;*

*À Jamilles Neves Oliveira, secretária da Pós-Graduação do curso de Engenharia de Alimentos pela ajuda, compreensão e disponibilidade todas as vezes que necessitei.*

**AGRADEÇO! MUITO OBRIGADA!**

## **PERFIL BIOGRÁFICO DA AUTORA**

Priscilla Ferreira Macêdo, filha de Jacimar Cardoso Ferreira Macêdo e Renan Luz Macêdo, nasceu no dia 10 de junho de 1989 na cidade de Ilhéus-BA; Ingressou na escola com 1 ano e 8 meses e, aos 17 anos de idade terminou o ensino médio pelo Colégio Galileu de Ilhéus; Em setembro de 2007 iniciou o curso de graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campi de Itapetinga, concluindo em setembro de 2012; Em março de 2013 ingressou no curso de Mestrado da Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, pela mesma Universidade, desenvolvendo estudos relacionados à Ciência e Tecnologia de Carnes e Derivados, concluindo em fevereiro de 2015.

## RESUMO

MACÊDO, Priscilla Ferreira. **Caracterização lipídica da perna de cordeiros Santa Inês**. Itapetinga-Ba: UESB/Mestrado em Engenharia de Alimentos, 2015. 66p. (Dissertação, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB).

Objetivou-se com este trabalho determinar os teores de lipídeos totais, colesterol e o perfil de ácidos graxos da porção comestível da perna de cordeiros da raça Santa Inês, castrados e não castrados, em diferentes idades (84, 168, 210, 252 dias), bem como a qualidade nutricional da carne por meio dos índices de aterogenicidade e trombogenicidade. Foram utilizadas as pernas da meia carcaça esquerda dos cordeiros castrados e não castrados. A análise de lipídeos totais foi realizada através da extração com o aparelho Soxhlet e o teor de colesterol, quantificado por meio de cromatografia líquida de alta eficiência após a extração lipídica. Para o perfil de ácidos graxos foi feita extração da parte comestível da perna em hexano: isopropanol e realizada a metilação de modo que o produto resultante pudesse ser analisado em cromatógrafo gasoso. Os cordeiros castrados apresentaram maior concentração de lipídeos e colesterol no corte perna do que os não castrados. Foram determinados 31 ácidos graxos diferentes, sendo alguns encontrados também na forma ramificada, dos quais 10 foram saturados, 12 monoinsaturados e 9 poliinsaturados. Os ácidos cáprico, láurico, tridecanóico ante-iso, mirístico, palmítico iso, esteárico, heptadecanóico, oléico  $\omega 6$  e octadecadienóico, o grupo de ácidos graxos poliinsaturados  $\omega 6$  e a relação entre os ácidos graxos poliinsaturados  $\omega 6:\omega 3$  apresentaram interação significativa entre a condição sexual e a idade de abate. A relação AGP:AGS encontrada foi menor do que as reportadas na literatura para outros cortes da carcaça de ovinos porém, a razão AGI:AGS mostrou-se satisfatória, variando entre 0,6081 a 0,7623, considerando a alta produção de ácidos graxos saturados inerente aos ovinos. O índice de aterogenicidade apresentou comportamento linear inversamente proporcional à idade de abate dos animais enquanto que o índice de trombogenicidade não foi afetado pela idade e/ou pela condição sexual. Apesar dos altos valores encontrados para os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, a porção comestível da perna de cordeiros castrados e não castrados da raça Santa Inês mostrou-se com boa qualidade nutricional através das relações hipocolesterolêmicos:Hipercolesterolêmicos (h:H) e  $\omega 3:\omega 6$ , que apresentaram-se dentro do limite proposto pelo Departamento Britânico de Saúde. Em todas as idades estudadas e para as duas condições sexuais houve correlação negativa significativa entre os ácidos graxos saturados e insaturados, no entanto, as correlações observadas para os cordeiros castrados foram melhores considerando que o colesterol influenciou positivamente na concentração dos ácidos graxos insaturados.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, colesterol, qualidade nutricional, ovinos, trombogenicidade.

## ABSTRACT

MACÊDO, P. F. **Lipid characterization of Santa Inês sheep leg.** Itapetinga-Ba: UESB/Masters Degree in Food Engineering, 2015. 66 p. (Dissertation, Graduate Program in Food Engineering, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB).

The proposed aim for this study was to determine the levels of total lipids, cholesterol and fatty acid profile of the edible portion of the leg of Santa Ines lambs castrated and uncastrated at different ages (84, 168, 210, 252 days), as well as nutritional quality of the meat through the atherogenicity index and thrombogenicity. We used the legs of the left half carcass of lambs castrated and uncastrated. The analysis of total lipids was carried out through of extraction with the Soxhlet apparatus and the cholesterol quantities by high performance liquid chromatography after lipid extraction. For the fatty acid profile was performed the extraction of leg's edible portion in hexane:isopropanol and the methylation so that the resulting product could be analyzed by gas chromatography. Castrated lambs showed higher concentration of lipids and cholesterol in the leg cut than uncastrated. We were determined 31 different fatty acids which 10 were saturated, 12 monounsaturated and 9 polyunsaturated. The capric, lauric, tridecanoic ante-iso, myristic, palmitic iso, stearic, heptadecanoic, the fatty acids polyunsaturated  $\omega 6$  group and the relationship between polyunsaturated fatty acids  $\omega 6:\omega 3$  showed significant interaction between sexual condition and the slaughter age. The AGP:AGS relationship was lower than those reported in the literature for other carcass cuts of sheep however, AGI:AGS relationship was lower than those reported in literature for other carcass of sheep however, the ratio AGI:AGS was satisfactory varying between 0,6081 to 0,7623, considering the high production of fatty acids saturated inherent in sheep. The atherogenicity index showed inversely proportional linear behavior to age at slaughter while the index of thrombogenicity was not affected by age and sexual condition. Despite the high values found for the index of atherogenicity and thrombogenicity, the edible portion of the leg of lambs castrated and uncastrated Santa Ines showed up with good nutritional quality through relationships hipocolesterolemics:Hipercolesterolemics and  $\omega 3:\omega 6$ , which showed up within the limit proposed by the British Department of Health. In all ages studied and for both sexual conditions there was a significant negative correlation between saturated and unsaturated fatty acids, however, the correlations observed to castrated lambs were better whereas cholesterol positively influenced the concentration of unsaturated fatty acids.

**Keywords:** fatty acids, cholesterol, nutritional quality, sheep, thrombogenicity.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Valores médios de lipídeos totais ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) da perna de cordeiros castrados e não castrados da raça Santa Inês abatidos em diferentes idades.....	31
<b>Tabela 2.</b> Valores médios de colesterol ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) da perna de cordeiros castrados e não castrados da raça Santa Inês em diferentes idades.....	33
<b>Tabela 3.</b> Perfil de ácidos graxos ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) da perna de cordeiros castrados e não castrados da raça Santa Inês em diferentes idades de abate ( $p<0,05$ ).....	35
<b>Tabela 4.</b> Equações de regressão da interação entre o efeito da castração e a idade de abate no perfil de ácidos graxos da perna de cordeiros da raça Santa Inês.....	40
<b>Tabela 5.</b> Efeito da castração sobre o perfil de ácidos graxos da perna de cordeiros da raça Santa Inês .....	45
<b>Tabela 6.</b> Efeito da idade de abate ( $p<0,05$ ) sobre o perfil de ácidos graxos da perna de cordeiros da raça Santa Inês .....	46
<b>Tabela 7.</b> Equações de regressão dos ácidos graxos da perna de cordeiros Santa Inês com efeito significativo da idade de abate.....	47
<b>Tabela 8.</b> Proporção dos diferentes grupos de ácidos graxos da perna de cordeiros castrados e não castrados da raça Santa Inês em diferentes idades de abate .....	48
<b>Tabela 9.</b> Qualidade nutricional da porção comestível da perna de cordeiros Santa Inês castrados e não castrados em diferentes idades .....	50
<b>Tabela 10.</b> Correlação de Pearson entre o conteúdo de colesterol, teor de lipídeos, ácidos graxos insaturados e ácidos graxos saturados para a perna de cordeiros castrados e não castrados da raça Santa Inês abatidos em diferentes idades.....	52

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Comportamento do ácido graxo cáprico em cordeiros castrados e não castrados em diferentes idades de abate.....	41
<b>Figura 2.</b> Comportamento do ácido graxo láurico em cordeiros castrados e não castrados em diferentes idades de abate.....	41
<b>Figura 3.</b> Comportamento dos ácidos graxos tridecanóico ante-iso, esteárico, heptadecanóico cis-10 e oleico n-6 em cordeiros castrados e não castrados em diferentes idades de abate. ....	42
<b>Figura 4.</b> Comportamento do ácido graxo mirístico em cordeiros castrados e não castrados em diferentes idades de abate. ....	43
<b>Figura 5.</b> Comportamento do ácido graxo octadecanóico em cordeiros castrados e não castrados em diferentes idades de abate.....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS

AG	Ácido graxo
AGI	Ácidos graxos insaturados
AGM	Ácidos graxos monoinsaturados
AGP	Ácidos graxos poliinsaturados
AGS	Ácidos graxos saturados
ALA	Ácido $\alpha$ -linolênico
C	Castrados
CHDL	Colesterol ligado a proteínas de alta densidade
CLA	Ácido linoléico conjugado
CLDL	Colesterol ligado a proteínas de baixa densidade
COL	Colesterol
CS	Castração
CSI	Cordeiros Santa Inês
DCC	Doença cardíaca coronária
DHA	Ácido docosahexaenóico
DPA	Ácido docosapentaenóico
EBDA	Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola
EPA	Ácido eicosapentaenóico
ESALQ	Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
h:H	Relação entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos
HDL	Lipoproteína de alta densidade
I	Idade
IA	Índice de aterogenicidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IT	Índice de trombogenicidade
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
LIP	Lipídeos
NC	Não castrados
RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
UECO	Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos

UESB Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

USP Universidade de São Paulo

$\omega$  Ômega

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	OBJETIVOS.....	15
3.	REVISÃO DE LITERATURA .....	16
3.1	Ovinocultura no Brasil .....	16
3.2	Carne Ovina.....	17
3.3	Lipídeos.....	20
3.3.1	<i>Colesterol da Carne Ovina.....</i>	20
3.3.2	<i>Ácidos Graxos da Carne Ovina .....</i>	21
3.4	Castração e Desenvolvimento Tecidual.....	23
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1	Local, Instalações e Animais .....	25
4.2	Abate dos Cordeiros.....	25
4.3	Determinação de Lipídeos Totais .....	26
4.4	Determinação de Colesterol .....	26
4.4.1	<i>Extração.....</i>	27
4.4.2	<i>Leitura do Teor de Colesterol.....</i>	27
4.5	Determinação do Perfil de Ácidos Graxos .....	28
4.5.1	<i>Extração.....</i>	28
4.5.2	<i>Metilação .....</i>	28
4.5.3	<i>Leitura do Perfil de Ácidos Graxos .....</i>	29
4.6	Índice de Qualidade Nutricional dos Lipídeos .....	30
4.7	Análise Estatística.....	30
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1	Lipídeos e Colesterol .....	31
5.2	Ácidos Graxos .....	34
5.3	Qualidade Nutricional do Perfil de Ácidos Graxos .....	48
5.4	Correlação de Pearson.....	52
6.	CONCLUSÃO.....	55
7.	REFERÊNCIAS.....	56

## 1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura vem apresentando crescimento significativo nos últimos anos, principalmente pelo elevado potencial de consumo dos grandes centros urbanos. Neste sentido, a produção de cordeiros destinados ao abate faz-se necessária uma vez que é preciso produzir carne ovina com qualidade para atender a demanda do mercado consumidor.

A profissionalização dos setores de produção, industrialização e comercialização também é de grande importância uma vez que os fatores que determinam a qualidade da carne incluem a composição química, principalmente a quantidade e qualidade dos componentes gordurosos, e as características organolépticas, diretamente ligadas ao sabor ou às qualidades gustativas, os quais são influenciados pelos diversos tipos de processamento e durante o armazenamento. Concomitantemente, o mercado consumidor tem mostrado elevada exigência em relação às características qualitativas da carne, tornando necessário o conhecimento destes parâmetros de qualidade durante o sistema de produção de ovinos que serão destinados ao abate, para que os mesmos apresentem proporções adequadas de gordura e proteína e maiores quantidades de ácidos graxos insaturados.

A preferência pela carne ovina apresenta aspectos comuns, como a busca por carne macia, mais saborosa, com pouca gordura e muito músculo, porém existe a necessidade de uma definição mais clara quanto ao perfil de ácidos graxos na porção comestível dos cortes e quais fatores, além da alimentação, interferem de forma significativa nos componentes deste perfil. Neste sentido, estudos têm sido realizados a fim de verificar o efeito de fatores como a raça, idade, sexo e condição nutricional sobre a qualidade da carne e seu perfil em ácidos graxos. As pesquisas em ovinocultura estão sendo direcionadas, principalmente para a produção de carne tendo como base o abate de cordeiros mais jovens, cujo produto é uma carne mais macia e com pouca gordura.

Há também grande interesse pela manipulação dos ácidos graxos na composição das carnes visto que é a principal fonte de gordura na dieta, em especial de ácidos graxos saturados, que estão envolvidos em doenças coronárias e câncer. Por isso, vários pesquisadores têm tentado melhorar o perfil de ácidos graxos na carne dos ruminantes, reduzindo os teores de ácidos graxos saturados e, concomitantemente, aumentando os teores de ácidos graxos insaturados.

## **2. OBJETIVOS**

Determinar os teores de lipídeos totais, colesterol e o perfil de ácidos graxos da porção comestível da perna de cordeiros da raça Santa Inês, castrados e não castrados, em diferentes idades (84, 168, 210, 252 dias) e submetidos ao sistema semi-intensivo.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Ovinocultura no Brasil

A atividade de ovinocultura é uma das mais antigas, surgiu há aproximadamente 5.000 anos antes de Cristo. Recentemente, essa atividade tem apresentado uma grande mudança, saindo de uma atividade de subsistência para uma empresarial e especializada, não apenas pela produção de carnes e leite, mas também pela produção de lã e pele (COSTA, 2007).

Alguns dos motivos que estão levando a ovinocultura a se apresentar como uma atividade promissora no agronegócio brasileiro é a baixa oferta para o consumo interno da carne ovina e disposição dos requisitos necessários para ser um exportador desta carne, como a extensão territorial para pecuária, o clima tropical, rebanho em número expressivo e mão-de-obra barata, o que possibilita a produção de animais a baixo custo (MADRUGA, *et al.*, 2005). Além disso, a espécie ovina (*Ovis aries*) apresenta um potencial de produção de carne, lã, pele, leite e outros subprodutos, os quais podem suprir adequadamente tanto as necessidades do mercado interno como as demandas advindas do mercado internacional (OLIVEIRA e ALVES, 2003).

Na região Sul, até o final da década de 80, a produção de lã constituiu-se no objetivo primordial de exploração da ovinocultura, mas com o advento das fibras sintéticas a atividade passou por grave crise mundial a partir da década de 90 e, recentemente, os esforços de produção têm sido direcionados para a obtenção de ovinos mais especializados na produção de carne. Até então, a carne ovina era considerada por muitos como um subproduto, consumida nos estabelecimentos rurais ou comercializada de forma desorganizada, sendo enviados ao abate, na maioria das vezes, apenas animais de descarte (capões e ovelhas adultas), os quais não apresentam as condições de qualidade de carcaça que o mercado exige e remunera (PEREIRA NETO, 2004).

A ovinocultura de corte vem apresentando nos últimos anos significativo crescimento, tendo em vista o expressivo aumento na demanda de carne ovina. Segundo a *Food and Agricultural Organization of the United Nations* (FAO), o efetivo mundial de ovinos soma mais de 1 bilhão, sendo os maiores produtores a China, Índia e Austrália, respectivamente (FAOSTAT, 2013).

Em 2010, o efetivo nacional de ovinos mostrou um crescimento de 3,4% em comparação com o ano de 2009, chegando a 17,4 milhões de cabeças. O maior crescimento

foi registrado na Região Centro-Oeste do país (12,4%), seguida pelas Regiões Norte (7,1%), Nordeste (3,0%), Sudeste (2,6%) e Sul (1,6%) (IBGE, 2010). O maior efetivo de ovinos encontra-se na região Nordeste, a qual possui 56,7% do total nacional. Dentre os 20 municípios com os maiores efetivos no Brasil, seis pertencem à Bahia, os quais somam aproximadamente 797,5 mil cabeças, conferindo à Bahia o segundo lugar no *ranking* de produção de ovinos, com 18% do total de animais, ficando atrás somente do Rio Grande do Sul, que possui 22,9% (IBGE, 2010).

Nota-se que a ovinocultura é uma atividade explorada em todos os continentes. No entanto, na maioria dos casos, essa atividade é desenvolvida de forma empírica e extensiva, apresentando problemas relacionados principalmente à adaptação, uma vez que muitas raças são introduzidas em regiões que apresentam características climáticas muito diferentes das do centro de sua origem (RIBEIRO, *et al.*, 2008). Portanto, a escolha da raça é o fator determinante no sucesso da produção.

A raça Santa Inês, denominada ovino deslanado, é apontada como uma alternativa promissora em cruzamentos para a produção de cordeiros para abate, por ter ótima capacidade de adaptação, rusticidade, eficiência reprodutiva e baixa susceptibilidade a endo e ectoparasitos (MADRUGA, *et al.*, 2005). Estes ovinos são animais que apresentam maiores velocidades de crescimento em relação a outros ovinos deslanados (SIQUEIRA, 1990) e, de acordo com Corradello (1988), a raça é muito promissora para a produção de carne, por apresentar precocidade, alto rendimento de carcaça e grande resistência a doenças ambientais.

A Santa Inês é, entre as raças locais, a que apresenta o maior rebanho no território brasileiro, pois é encontrada em toda a região Nordeste, bem como em vários estados do Sudeste, Centro-Oeste e Norte do país. Devido à sua maior rusticidade, prolificidade, menor estacionalidade reprodutiva e menor tamanho, quando comparadas com raças especializadas, a Santa Inês tem sido normalmente utilizada como linhagem materna para produção de cordeiros, sejam puros ou mestiços de raças especializadas para corte (COSTA, 2003).

### **3.2 Carne Ovina**

Comparada a outras carnes, pode-se dizer que a de ovinos é universalmente utilizada por não sofrer restrições religiosas como as carnes suínas e bovinas. Além disso, não há tanta propaganda negativa com relação às questões de segurança alimentar, sanidade ou ao uso de substâncias promotoras de crescimento (GARCIA, *et al.*, 2000).

Entretanto, a utilização da carne ovina na alimentação humana é uma atividade ainda em ascensão no Brasil, sendo mal explorada em algumas regiões. Por isso, para competir frente aos outros tipos de carne, é fundamental que a carne ovina apresente parâmetros de qualidade, sejam eles quantitativos ou qualitativos, e que haja aproveitamento adequado de sua carcaça por meio de cortes diferenciados e diversificação da forma de processamento (RODRIGUES, 2012).

A carne ovina apresenta digestibilidade de proteína de 95%, ponto de fusão entre 46 e 48°C, sendo as perdas por descongelamento mínimas. A velocidade da queda do pH após a morte, causada pelo acúmulo de ácido láctico, resultado das reações químicas *post mortem*, constitui em um dos fatores mais marcantes na transformação do músculo em carne com decisiva importância na qualidade futura da carne e dos produtos preparados a partir dela (PARDI, 1996).

Trata-se de uma fonte de proteína de alto valor biológico, ferro hemínico, vitaminas do complexo B, zinco e magnésio, mas, para que possa competir com a de outras espécies, o produtor deve colocar no mercado carne proveniente do abate de animais jovens (cordeiros), criados de maneira adequada para obtenção de carcaças de primeira qualidade, em vista da maior exigência dos consumidores em busca de produtos mais saborosos e saudáveis. Assim, o cordeiro é a categoria animal que apresenta carne de melhor qualidade, devido à sua maciez, baixo teor de gordura e maior suculência, e é nesta fase que apresenta maiores rendimentos de carcaça e melhor eficiência de produção, por possuir alta capacidade de crescimento (PIRES, *et al.*, 2000; FRESCURA, *et al.*, 2005).

A carne de cordeiros vem conquistando novos consumidores e, em função disto, é fundamental oferecer cortes cárneos selecionados de forma adequada para facilitar o preparo de pratos, além de proporcionar melhor rendimento da porção comestível, garantindo a manutenção do mercado. As diferentes regiões anatômicas ou cortes cárneos comerciais que compõem a carcaça possuem diferentes valores econômicos e a sua proporção constitui um importante índice para a avaliação da qualidade comercial da carcaça dos ovinos (PILAR, *et al.*, 2006).

Após o abate de um animal, certas partes são separadas da carcaça. Os tipos de corte provenientes do cordeiro variam de acordo com a espécie e o país. Com exceção da pele no caso do suíno, uma carcaça contém apenas três tecidos presentes em quantidade significativa para a produção de carne. Esses tecidos são o músculo, a gordura e o osso, cada qual constituído por uma variedade de tipos de células e material extracelular (DAVIES, 1989).

As carcaças podem ser inteiras, ½ carcaça ou sob a forma de cortes. Para Santos e Pérez (2000), o sistema de corte realizado na carcaça deve considerar aspectos como a composição física do produto oferecido (quantidades relativas de músculo, gordura e osso), versatilidade dos cortes obtidos (facilidade de uso pelo consumidor) e aplicabilidade ou facilidade de realização do corte pelo operador que o realiza.

Conforme os costumes culturais existem algumas sugestões de cortes para o melhor aproveitamento da carcaça pelos consumidores, dentre eles pode-se destacar os cortes proposto por Santos, *et al.* (2001), em que são divididos em pescoço, costeleta, costela/fralda, perna, paleta e lombo; enquanto Colomer-Rocher, *et al.* (1972) sugeriram a divisão em perna, lombo, paleta, costela, costela descoberta e baixos.

No sistema gaúcho, a divisão da carcaça inicia por meio da separação do quarto, costela ou espinhaço inteiro, paleta e pescoço, podendo ainda, durante a serra das costelas, retirar o lombo, filé e contrafilé, os quais são considerados subcortes. Os franceses, por sua vez, seccionam a carcaça permitindo um número maior de cortes cárneos, sendo o pernil, sela, lombo, costelas com pé, costelas do fundo, paleta, peito e pescoço (CARVALHO, 2005). A paleta, considerada corte de segunda, e a perna, corte de primeira, são os cortes mais importantes da carcaça, pois são cortes nobres e de maior valor comercial (FRESCURA, *et al.*, 2005).

A comercialização de ovinos é feita por meio de observações no animal, sendo o peso vivo o principal parâmetro adotado. No entanto, para o mercado consumidor, o mais importante é o rendimento das partes comestíveis e sua composição, expressa em porcentagem de músculo, gordura e osso. A qualidade da carne, assim como o rendimento da carcaça, também depende de um conjunto de fatores relacionados ao animal, como: idade, sexo, raça e pesos de abate, do aparelho digestivo e órgãos internos; relativos ao meio, como: alimentação e condições de manejo; e relativos à carcaça propriamente dita, como: peso e conformação da carcaça, área de olho de lombo, entre outros (FIGUEIRÓ, 1979).

Sainz (1996) ressaltou que as características da carcaça são influenciadas pela velocidade de crescimento, idade ao abate e regime nutricional. Da mesma forma, os cortes da carcaça não crescem na mesma proporção, cada um tem ritmo de crescimento distintos, conforme a fase de vida do animal. Dessa forma, é necessário saber o momento ideal de abate, para obter melhores proporções de cada corte, sem deixar de lado a composição tecidual, o que resulta em um maior valor agregado do produto final (BARROS, *et al.*, 2003).

### 3.3 Lipídeos

Os lipídeos biológicos são definidos como um grupo de compostos químicos caracterizados pela sua alta solubilidade em solventes orgânicos. Estes compostos podem ser divididos em dois grupos: no primeiro inclui os ácidos graxos, triacilgliceróis, esfingolipídeos, fosfoacilgliceróis e glicolipídeos, os quais possuem cadeia aberta com cabeça polar e cauda apolar; no segundo encontram-se os esteróides, formados pelos hormônios sexuais e o colesterol, sendo este último o principal representante deste grupo (CURI, *et al.*, 2002; CAMPBELL e FARRELL, 2009).

Os lipídeos desempenham diferentes papéis nos organismos vivos, dos quais os óleos e gorduras são responsáveis pela reserva de energia, os fosfolipídeos e os esteróis são componentes da membrana dos seres vivos, representando cerca da metade da massa da mesma, outros lipídeos também são responsáveis pelo transporte de elétrons, mensageiros intracelulares, cofatores enzimáticos, agentes emulsificantes, entre outros (LEHNINGER, *et al.*, 2006).

O colesterol é, exclusivamente, de origem animal, possuindo grande importância na síntese parcial de vitaminas e de hormônios esteróides e na formação de membranas celulares e sais biliares (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2005), sendo um componente essencial das membranas estruturais e principal componente do cérebro e das células nervosas (LEHNINGER, *et al.*, 2006).

#### 3.3.1 Colesterol da Carne Ovina

Devido à atenção que o consumidor tem dado para a relação entre dieta e saúde, há uma crescente preocupação com o conteúdo de gordura e colesterol dos produtos de origem animal (HARRIS, *et al.*, 1993). Assim, tem-se recomendado a redução da ingestão de gordura, principalmente as ricas em colesterol e ácidos graxos saturados e um aumento do consumo de ácidos graxos mono e poliinsaturados, com o propósito de diminuir o risco de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares, como a aterosclerose (JAKOBSEN, 1999).

Segundo Tavares (2000), a carne de ovinos possui baixo teor de colesterol, diferenciando-a das carnes suínas e bovinas. Essa característica lhe confere maior digestibilidade além de ser uma estratégia de *marketing* para o setor produtivo.

Sabendo que a concentração plasmática de colesterol é influenciada pela composição de ácidos graxos da dieta (RHEE, 1992), tem-se recomendado a substituição dos ácidos graxos saturados por poliinsaturados na dieta humana, a fim de reduzir os níveis de colesterol

total e colesterol ligado a proteínas de baixa densidade (CLDL). Contudo, a ingestão excessiva de ácidos graxos poliinsaturados conduz, também, a reduções no colesterol ligado a proteínas de alta densidade (CHDL) (SPOSITO, *et al.*, 2007), sendo necessária uma dieta balanceada a fim de evitar a redução dos níveis de HDL sanguíneo.

Os ácidos graxos ômega-3 reduzem a síntese hepática dos triacilgliceróis através da diminuição da síntese das lipoproteínas de densidade muito baixa. Os mais importantes são o eicosapentaenoico (EPA) e o docosahexaenóico (DHA). Em altas doses (4 a 10g ao dia) reduzem os triglicérides e aumentam discretamente o colesterol ligado a proteínas de alta densidade (CHDL) (SPOSITO, *et al.*, 2007). Os mesmos autores afirmam que os ácidos graxos monoinsaturados, principalmente o ácido oléico (C18:1 c9), exercem o mesmo efeito sobre a colesterolemia sem, no entanto, diminuir os níveis de colesterol HDL plasmático e provocar oxidação lipídica, demonstrando o efeito positivo de dietas com elevados percentuais destes ácidos graxos.

Pinheiro, *et al.* (2007), ao analisarem as informações nutricionais de cortes de carnes de ovinos cruza Ile France x Ideal, verificaram que a perna dos cordeiros obteve o menor teor de colesterol (50,93mg/100g) comparada com os cortes da meia carcaça, paleta e lombo e com os gêneros ovelha e capão. Perez, *et al.* (2002) encontraram valores mais elevados dos teores de colesterol em animais mais leves, 75,43, 71,50, 67,57 e 63,64mg/100g para os pesos de 15, 25, 35 e 45kg, respectivamente, fato que pode ser justificado por Mayes (1994) ao afirmar que o colesterol é um precursor da síntese de hormônios sexuais, vitamina D e outros hormônios. Perez, *et al.*, (2002) concluíram que os cordeiros da raça Santa Inês apresentaram maiores teores de colesterol que os da raça Bergamácia, sendo esta a mais indicada para consumo.

Zapata, *et al.* (2001) encontraram valores de colesterol para pernil de borregos entre 54,43 a 60,05mg/100g e verificaram que este parâmetro sofreu influência tanto da alimentação quanto da raça. A cruza que obteve menor teor de colesterol foi a Santa Inês - Crioula com 55,99mg/100g. Conteúdos mais elevados e mais baixos de colesterol em ovinos foram descritos por Kowale, *et al.* (1996) e Monteiro e Shomokomaki (1999), os quais reportaram valores entre 94 a 98mg/100g e 39,16 a 38,37mg/100g, respectivamente.

### **3.3.2 Ácidos Graxos da Carne Ovina**

As carnes são consideradas fontes de aminoácidos essenciais e proteínas de alto valor biológico, as quais são importantes na construção e manutenção dos tecidos, formação de

hormônios, enzimas, anticorpos e proteínas transportadoras e estruturais. Entretanto, as carnes apresentam uma quantidade de gordura elevada, principalmente saturada e monoinsaturada, com pequenas quantidades de poliinsaturadas, que a médio e longo prazo pode contribuir no desenvolvimento de obesidade e doenças cardiovasculares (SINCLAIR, *et al.*, 1982; CUPPARI, 2005; MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2005; LEHNINGER, *et al.*, 2006).

O perfil de ácidos graxos contribui para que a carne contenha substâncias necessárias ao organismo humano, seja mais suculenta e saborosa, agradando ao paladar e ao desejo dos consumidores por alimentos saudáveis (RODRIGUES, 2012). Contudo, os fatores nutricionais têm menor influência na composição dos ácidos graxos em ruminantes, porque quando acessíveis à microflora do rúmen, os lipídeos da dieta são extensamente hidrolisados por lipases, fosfolipases e galactolipases, associadas à membrana celular bacteriana no meio extracelular (DOREAU e FERLAY, 1994). As cadeias insaturadas, resultantes desta hidrólise, têm uma parte incorporada aos lipídeos bacterianos e outra, a maior proporção, rapidamente biohidrogenada e, conseqüentemente, saturada por ação de isomerases e redutases, neutralizando o efeito tóxico dos ácidos graxos insaturados sobre os microrganismos ruminais (PLASCENCIA, *et al.*, 1999; DAZ, *et al.*, 2002).

Como consequência dos processos de hidrólise e biohidrogenação, os lipídeos que passam ao abomaso e posteriormente ao intestino delgado são predominantemente ácidos graxos saturados (80-90%), dos quais o ácido esteárico (C18:0) destaca-se como o mais representativo, com cerca de dois terços do total (BAS e MORAND-FEHR, 2000). Entretanto, grande parte do C18:0 absorvido pelo ruminante converte-se em ácido oléico (C18:1) pela ação da enzima  $\Delta^9$ -dessaturase, o qual é depositado no tecido muscular, resultando em expressivos percentuais deste na carne ovina (SMITH, *et al.*, 2006).

O ácido linoléico (C18:2 c9 c12), que é o principal ácido graxo dos vegetais, encontra-se em quantidades muito pequenas na gordura corporal dos ruminantes (WOOD, *et al.*, 1999), entretanto, sua forma conjugada, o ácido linoléico conjugado (CLA), tem sido muito estudada por possuir propriedades anticarcinogênicas. O CLA é definido como um conjunto de isômeros geométricos e posicionais do ácido linoléico com ligações conjugadas uma a outra, os quais têm demonstrado distintas propriedades bioativas (MULLER e DELAHOY, 2004; SCHIMID, *et al.*, 2006).

A carne de ruminantes é uma das principais fontes de CLA na dieta humana (SCHIMID, *et al.*, 2006). Isto ocorre porque este ácido graxo é formado naturalmente no rúmen durante a biohidrogenação incompleta de ácidos graxos insaturados presentes na dieta.

Assim, se ocorrer seu escape do rúmen, ou seja, a biohidrogenação não for completa, este poderá ser absorvido pelo epitélio intestinal e fará parte da gordura animal (GRINARI e BAUMAN, 1999).

Os ácidos saturados mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) são considerados hipercolesterolêmicos, pois aumentam a síntese de colesterol e favorecem o acúmulo de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), o que representa um fator de risco proporcionando o aparecimento de doenças cardiovasculares (BONANOME e GRUNDY, 1988; MOLONEY, *et al.*, 2001; CHIARA, *et al.*, 2002). French, *et al.*, (2003) relataram que, dentre os ácidos graxos saturados, o ácido mirístico (C14:0) tem efeito hipercolesterolêmico mais acentuado.

Portanto, é de interesse do consumidor que os produtos de origem animal apresentem menor teor de lipídeos totais, ácidos graxos saturados e calorias e maior teor de ácidos graxos monoinsaturados (AGM) e ácidos graxos poliinsaturados (AGP), promovendo assim um padrão de vida saudável e prevenindo o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (STIPANUK, 2000; TEIXEIRA, 2003).

De acordo com Sañudo, *et al.*, (2000), o perfil de ácidos graxos na carne pode variar consideravelmente entre animais, raças e dietas. Assim, é possível obter um perfil de ácidos graxos mais saudáveis através da seleção dos animais, genética e alteração da alimentação, mas o aumento da marmorização pode resultar em um aumento da gordura total e anular qualquer melhora no perfil de ácidos graxos. Quanto maior a marmorização, maior a quantidade de ácidos graxos saturados (AGS) e de ácidos graxos monoinsaturados e menor a taxa de ácidos graxos poliinsaturados.

### **3.4 Castração e Desenvolvimento Tecidual**

A castração de animais domésticos do sexo masculino é uma prática amplamente utilizada em criações zootécnicas pelos produtores com a finalidade de estimular a engorda, facilitar o manejo dos machos, que se tornam mais dóceis, e melhorar as características de qualidade da carne, principalmente relacionadas ao odor, provocado pelas glândulas sexuais, sabor, rendimento e conservação (BRAGA, *et al.*, 2003).

Segundo MADRUGA, *et al.* (2002), os efeitos provenientes da castração podem ser refletidos tanto no crescimento do animal quanto na composição físico-química da carcaça. Quanto ao desenvolvimento, os animais não castrados têm apresentado velocidade de crescimento superior aos animais castrados, isso porque os animais inteiros crescem mais rapidamente e utilizam os nutrientes da dieta com maior eficiência produzindo carcaças com

maior concentração de tecido muscular e menor concentração de tecido adiposo (SILVA, 2000; WELLINGTON, *et al.*, 2003; CARVALHO, *et al.*, 2005). Por outro lado, os animais castrados apresentam uma carcaça de melhor qualidade do ponto de vista de sabor e maciez devido ao maior acúmulo de gordura (SILVA, 2000; KLEIN JÚNIOR, *et al.*, 2007), visto que o desenvolvimento do tecido adiposo em animais castrados acontece precocemente quando comparado aos animais não castrados (NORMAN, 1985).

O maior crescimento em animais não castrados, e o desenvolvimento de características sexuais secundárias, em machos de várias espécies, têm sido atribuídas à presença de andrógenos durante a vida fetal e pós-natal (CLUTTON-BROCK, 1999). A testosterona, o androgênio primário e mais bem conhecido, é considerado o promotor do desenvolvimento muscular e esquelético que vem com a puberdade (HARPER, 1969). Devido a presença deste andrógeno em machos não castrados, os mesmos apresentam maior teor de tecido muscular em detrimento do adiposo.

Kirton (1983) afirmou que machos não castrados possuem atributos favoráveis do ponto de vista industrial e comercial devido a sua maior quantidade de carne e menor quantidade de gordura com peso vivo semelhante. Considerando que os consumidores tem alterado seu estilo de vida, buscando uma alimentação mais saudável, a comercialização da carne de cordeiros não castrados torna-se uma alternativa viável tanto para as indústrias processadoras de carne quanto para os produtores, visto que, apesar de tornar os animais mais dóceis, o procedimento cirúrgico é uma experiência dolorosa para o animal. Segundo Melches, *et al.* (2007), a castração cirúrgica aumenta o cortisol sérico e provoca comportamentos anormais, o que comprova ser doloroso para os animais.

Quanto aos componentes de peso vivo, composição regional e tecidual da paleta e perna, os cordeiros inteiros não diferem dos castrados, apesar da superior quantidade de gordura nos animais castrados e de tecido muscular nos animais não castrados (TEIXEIRA, *et al.*, 2010). Apesar das divergências relacionadas, as características de qualidade da carne em animais castrados e inteiros, alguns autores afirmam que, com o aumento da idade, as carnes de animais não castrados podem apresentar redução da maciez e palatabilidade (FIGUEIRÓ e BENAVIDES, 1990) o que justifica o abate de animais jovens não castrados, visando manter a qualidade dessas carnes.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local, Instalações e Animais

O experimento foi desenvolvido na Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos – UECO – localizada nas instalações da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *Campus* Juvino Oliveira, Itapetinga-BA, região Sudoeste da Bahia e na Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola – EBDA em Jaguaquara-BA. Foram utilizados 12 cordeiros castrados e 12 não castrados, abatidos em 04 idades diferentes (84, 168, 210, 252 dias), sendo, portanto, 03 cordeiros por idade de abate que foram castrados com um mês de idade e desmamados aos 84 dias. O sistema de produção utilizado foi o semi-intensivo, com pastoreio durante o dia em áreas cultivadas com capim *Green panic*, *Panicum maximum* e *Brachiaria decumbens* e suplementados com sal mineral e concentrado de 22% de proteína bruta fornecida na quantidade de 2,2% em relação ao peso vivo e dividido em duas refeições diárias. Durante o período frio, que vai de junho a outubro, devido ao decréscimo na qualidade da pastagem, foi oferecida uma suplementação com mistura múltipla, que é o suplemento mineral proteinado e energizado.

### 4.2 Abate dos Cordeiros

As operações de abate foram realizadas de acordo com os métodos recomendados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 2007) quando os cordeiros atingiram as idades pré-estabelecidas e após um jejum de alimento sólido de 16 horas.

No momento do abate, sob avaliação sanitária de um médico veterinário, os animais foram insensibilizados por concussão cerebral, em seguida, procedeu-se com a sangria através da secção das artérias carótidas e veia jugular, com coleta e pesagem do sangue. Posteriormente foi realizada a evisceração e obtenção da carcaça, que depois de limpa, foi levada à câmara fria com temperatura de  $2^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por um período de 24 horas e retirou-se os cortes, pernas, apenas da meia carcaça esquerda. As pernas foram pesadas e armazenadas em freezer a  $-5^{\circ}\text{C}$  para posterior dissecação e obtenção da porção comestível (músculo e gordura) que foi analisada quimicamente para determinação da quantidade de lipídeos totais, teores de colesterol e perfil de ácidos graxos.

As pernas dos cordeiros castrados e não castrados nas diferentes idades, foram retiradas do freezer 12 horas antes de ser iniciada a dissecação, sendo descongeladas à temperatura ambiente e novamente pesadas individualmente. Com a dissecação de cada corte, ou seja, separação dos componentes teciduais (osso, músculo, gordura e outros tecidos) com auxílio de bisturi e faca, foi obtida a porção comestível (músculo e gordura) utilizada para análises químicas. As gorduras subcutânea, intramuscular e intermuscular foram moídas juntas, ou seja, fazem parte da porção comestível, assim como o músculo está representado por todos os músculos que compõem a perna.

A porção comestível da perna, das meias carcaças esquerda, foi moída em separado num moinho de carne elétrico (boca 10 com disco de 8mm), em seguida amostrada num total que variou de 100 a 200g de porção comestível, por perna, por idade. A quantidade de amostra variou devido ao tamanho dos cortes dos animais de 84 dias. As amostras foram congeladas a temperatura de -5°C para posterior análise de lipídeos totais, colesterol e ácidos graxos, que serão procedidas em triplicatas.

#### **4.3 Determinação de Lipídeos Totais**

A determinação de lipídeo total foi realizada no Laboratório de Análises Químicas da Unidade Experimental de Caprinos de Ovinos - UECO da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* de Itapetinga-BA. O lipídeo total, ou gordura total, da porção comestível de cada perna foi determinado por meio da extração com o aparelho Soxhlet, utilizando de 1,0 a 2,0g de amostra da matéria natural, em triplicata. De acordo a metodologia de Santos (2002) adaptada de Silva (1981), as amostras foram embaladas em papel tipo germitex e posteriormente desengorduradas parcialmente com éter etílico, em recipiente hermeticamente fechado. Após 12 horas foram retiradas do recipiente e conduzidas à estufa a 105°C para obtenção do peso seco da amostra desengordurada parcialmente, seguindo para o extrator Soxhlet para obtenção da gordura residual. A gordura total foi obtida por meio da soma da gordura parcial e residual.

#### **4.4 Determinação de Colesterol**

As etapas de extração e leitura da quantidade de colesterol presente na porção comestível da perna foram realizadas no Laboratório de Qualidade e Processamento de Carnes e no Laboratório de Bioquímica e Análise Instrumental da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP).

#### **4.4.1 Extração**

Para a extração lipídica foi pesada  $2\text{g} \pm 0,02\text{g}$  da amostra triturada, adicionando-se 2g de KOH (hidróxido de potássio) e 50ml de álcool etílico. Essa mistura foi agitada por 2 minutos e em seguida filtrada e passada para funil de separação. Ao funil de separação foi adicionado 20ml de KCl (cloreto de potássio) 0,72% para lavagem, deixando-se separar as duas fases, posteriormente foi utilizada 17,5ml de KCl 0,72% para uma nova lavagem e finalmente extrair com clorofórmio em um balão volumétrico de 100ml. Do extrato lipídico, alíquotas de 5mL foram imersas em banho-maria a  $55^{\circ}\text{C}$  e submetidas à evaporação em corrente de nitrogênio. Um volume de 10mL de KOH 12% em etanol 90% foi adicionado à mistura e agitado em vórtex, deixando por 15 minutos em banho-maria a  $80^{\circ}\text{C}$  com agitação.

Para a extração dos insaponificáveis, foi adicionado 5ml de  $\text{H}_2\text{O}$  agitando em vórtex, logo após foi esfriada em banho de gelo. Um novo volume de 10ml de hexano foi adicionado e agitado em vórtex deixando-se separarem as fases, reservando em seguida o primeiro extrato de hexano. Ao extrato aquoso foi adicionado 10ml de hexano, agitado em vórtex deixando separarem as fases a fim de obter o segundo extrato de hexano, o qual foi adicionado ao primeiro e reservado. Ao segundo extrato aquoso foi adicionado 10ml de hexano agitando em vórtex deixando separarem as fases obtendo-se assim o terceiro extrato de hexano, o qual foi adicionado à amostra de extratos de hexano, reservando o extrato final de hexano. Para confirmar a neutralidade da solução foram utilizadas gotas de fenolftaleína e observado se o tom rosa persistiu. Caso a neutralidade fosse confirmada, mais lavagens seriam necessárias.

#### **4.4.2 Leitura do Teor de Colesterol**

As análises por HPLC, Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, em fase reversa das amostras da porção comestível da perna de cordeiro foram realizadas de acordo com o método descrito por Mazalli, *et al.*, (2003), com adaptações. Após a extração, as amostras foram secas sob nitrogênio gasoso, ressuspensas em 2ml de éter de petróleo e injetados 5 ou 10ul no HPLC - cromatógrafo líquido Shimadzu, com injetor automático (SIL - 10AF – SHIMADZU AUTO SAMPLER), acoplado a um detector de arranjo de fotodiodos a  $210\text{nm}$ , com uma coluna de fase reversa C18 (250 x 4,6mm) com tamanho de partículas de  $5\mu\text{m}$ . A fase móvel utilizada foi acetonitrila/isopropanol (85:15 v/v) em modo isocrático, com vazão constante de 1,5ml/min. A coluna foi mantida a uma temperatura de  $35^{\circ}\text{C}$  e os cromatogramas foram analisados utilizando *software* específico.

## **4.5 Determinação do Perfil de Ácidos Graxos**

As etapas de extração, metilação e leitura para a determinação do perfil de ácidos graxos da porção comestível da perna foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP).

### **4.5.1 Extração**

Para a realização das análises do perfil de ácidos graxos dos lipídeos foi feita a extração utilizando o Hexano:Isopropanol (3:2), de acordo com Hara e Radin (1978). Foi pesada 5g da parte comestível do corte de cordeiro acondicionado num tubo de ensaio largo com 28ml da solução HIP (3 Hexano: 2 Isopropanol) e levado a um homogenizador (polytron) por 60 segundos. Descansou até a parte sólida ficar depositada no fundo do tubo de ensaio. Em seguida o conteúdo do tubo foi filtrado usando papel de filtro sob vácuo em kitassato e usando o hexano de lavagem para limpar o funil de vidro entre as filtragens. O conteúdo do kitassato foi transferido para tubos de ensaio de 50ml e adicionado 12ml de sulfato de sódio (1g/15ml de água destilada). Para que o hexano se separasse do isopropanol, foi agitado em vórtex por 30 segundos e descansou por 10 minutos.

Com a separação da fase, 1g de sulfato de sódio foi adicionado nos tubos de extração (16x150), a camada superior dos tubos de 50ml foi transferida para os tubos de extração contendo o sulfato. N<sub>2</sub> (nitrogênio) foi insuflado por 30 segundos, tampando os tubos e deixando descansar por 30min. Com o auxílio de uma pipeta, a camada superior (hexano mais lipídeos) foi transferida para vidros âmbar de 10ml. Os tubos foram colocados em banho-maria a 40°C para que evaporasse o hexano sob nitrogênio restando cerca de 3 a 4ml, em alguns casos evaporando todo hexano restando apenas a gordura. Foi insuflado novamente o N<sub>2</sub> tampando o vidro. As amostras foram estocadas a -20°C para metilação.

### **4.5.2 Metilação**

Após descongelamento, as amostras foram metiladas de acordo com a metodologia de Christie (1982), em que o hexano contido é seco com nitrogênio, sendo os vidros com a amostra posicionados em placa de aquecimento com aproximadamente 40°C. Foi pesado 40mg de lipídeos dentro do tubo de extração com o auxílio de uma pipeta de 200µm, com a extremidade da ponteira cortada. 2ml de hexano e 40µl de metil acetato foram adicionados.

A solução foi agitada em vórtex por 30 segundos e adicionada de 40µl da solução de metilação (1,75ml de metanol com 0,4ml de NaOMe). O tubo foi fechado e levado para o

vórtex por 2 minutos, deixando descansar por cerca de 10 minutos. 60µl da solução de terminação (1g de ácido oxálico com 30ml de dietil-éter) foi adicionado e levado novamente para o vórtex por 30 segundos. Foi colocado cerca de 200mg de cloreto de cálcio, levando ao vórtex por uma hora. O tubo foi centrifugado a 3200 rpm por 5 minutos a 5°C e transferida a camada superior com auxílio de uma pipeta de 1000µl para os recipientes de vidro, que ficaram armazenados em freezer, contendo as alíquotas de gordura prontas para injeção no cromatógrafo e determinação do perfil de ácidos graxos.

#### **4.5.3 Leitura do Perfil de Ácidos Graxos**

As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo gasoso, modelo Focus CG - Finnigan, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100m de comprimento por 0,25µm de diâmetro interno e 0,20µm de espessura do filme.

Foi utilizado o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 1,8ml/min. O programa de temperatura do forno iniciou em 70°C, tempo de espera de 4min, 175°C (13°C/min) tempo de espera 27 min, 215°C (4°C/min), tempo de espera 9min e, em seguida, aumentando 7°C/min até 230°C, permanecendo por 5min, totalizando 70 min. A temperatura do vaporizador foi de 250°C e a do detector, 300°C.

Uma alíquota de 1µl do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo e a identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga (BCR-CRM 164, Anhydrous Milk-Fat Producer: BCR Institute for Reference Materials and Measurements; Supelco TM Component FAME Mix, cat 18919 Supelco, Bellefonte, PA). As percentagens dos ácidos graxos foram obtidas através do *Software Chromquest 4.1* (Thermo Electron, Italy). Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos.

O perfil de ácidos graxos foi identificado e quantificado em porcentagens de área, assim como a AGS (somatório das porcentagens médias de áreas de pico dos ácidos graxos saturados), AGI (somatório das porcentagens médias de áreas de pico dos ácidos graxos insaturados), AGM (somatório das porcentagens médias de áreas de pico dos ácidos graxos monoinsaturados), AGP (somatório das porcentagens médias de áreas de pico dos ácidos graxos poliinsaturados), relação AGI:AGS, relação AGP:AGM e relação Hipo:Hiper (relação entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e os hipercolesterolêmicos).

#### 4.6 Índice de Qualidade Nutricional dos Lipídeos

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada por três índices a partir dos dados de composição em ácidos graxos. Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) foram calculados segundo Ulbricht e Southgate (1991), enquanto que a razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h:H) foi segundo Santos-Silva, *et al.*, (2002). Para tanto, os seguintes cálculos foram utilizados:

$$IA = [C12:0 + (4 * C14:0) + C16:0] / (\Sigma AGM + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3)$$

$$IT = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0.5 * \Sigma AGM) + (0.5 * \Sigma \omega 6) + (3 * \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega 3 / \Sigma \omega 6)]$$

$$h:H = (C18:1 \omega 9 + C18:2 \omega 6 + C20:4 \omega 6 + C18:3 \omega 3 + C20:5 \omega 3 + C22:5 \omega 3 + C22:6 \omega 3) / (C14:0 + C16:0)$$

#### 4.7 Análise Estatística

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado num esquema fatorial 4x2, sendo 4 idades (84, 168, 210, 252 dias) e 2 condições sexuais (castrados e não castrados). Para cada idade foram utilizadas 03 pernas de cada meia carcaça esquerda de cada cordeiro, sendo a unidade experimental composta por um animal. Para estudar o efeito da castração, da idade e da interação castração e idade foi utilizado o PROC GLM do Programa SAS (2001), considerando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = m + a_i + b_j + (ab)_{ij} + e_{(ij)k}$$

Em que:  $Y_{ijk}$  = valores observados referente a i-ésima condição sexual e j-ésima idade ao abate, na repetição k; m = efeito da média;  $a_i$  = efeito da castração i (i=1,2);  $b_j$  = efeito da idade de abate j (j = 1,2,3,4);  $(ab)_{ij}$  = efeito da interação castração i e idade de abate j;  $e_{(ij)k}$  = erro aleatório a observação  $Y_{ijk}$ .

A análise de correlação de Pearson entre os teores de colesterol e lipídeos e os grupos de ácidos graxos saturados e insaturados foi realizada utilizando o PROC CORR enquanto que para a determinação dos modelos estatísticos foi utilizado o PROC RSREG do Programa SAS (2001).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Lipídeos e Colesterol

Não foi observado efeito significativo da interação entre os fatores castração e idade de abate, porém, a castração influenciou significativamente ( $p < 0,05$ ) o teor de lipídeos totais da perna dos cordeiros Santa Inês. Também não foi observada diferença significativa entre as idades de abate. Os cordeiros castrados apresentaram maior teor de lipídeos totais quando comparados aos cordeiros não castrados (Tabela 1).

**Tabela 1** - Valores médios de lipídeos totais ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) da perna de cordeiros castrados e não castrados da raça Santa Inês abatidos em diferentes idades.

	Condição sexual	Idade de abate	Condição sexual x Idade de abate		
Pr > F	<0,0001	0,4297	0,6862		
<b>Idade de abate (PV)</b>					
Condição sexual	84 (22kg)	168 (24kg)	210 (28kg)	252 (30kg)	X
Castrado	15,45	18,36	16,81	15,93	16,64
Inteiro	11,88	11,87	11,99	10,39	11,53
X	13,67	15,11	14,40	13,16	14,08

Legenda: <sup>a</sup>PV = peso vivo; X = média.

Estes resultados eram esperados visto que os cordeiros castrados apresentam maior ganho de gordura superior, renal e pélvica (OSÓRIO, *et al.*, 1999), enquanto que os não castrados apresentam maior concentração de tecido conjuntivo (KLEIN JÚNIOR, *et al.*, 2008). Concomitantemente, a deposição de gordura em cordeiros ocorre primeiramente na camada subcutânea, sendo maior em animais castrados do que em fêmeas e cordeiros inteiros (ZAPATA, *et al.*, 2003).

A perna de cordeiros Santa Inês possui desenvolvimento tardio comparado com o desenvolvimento da carcaça (ROSA, *et al.*, 2005; GARCIA, *et al.*, 2009). Dessa forma, a deposição de gordura neste corte ocorre mais tardiamente, apresentando nos primeiros meses de vida desenvolvimento ósseo e muscular. Portanto, estes animais requerem maior peso de abate a fim de se obter um melhor acabamento (SANTOS, *et al.*, 2001), sendo este determinado pelo nível de gordura na carcaça (WYLIE, *et al.*, 1997).

Após o período de puberdade, quando os hormônios de crescimento são substituídos pelos de reprodução, o ganho de peso é influenciado principalmente pela deposição de

gordura, a qual ocorre inicialmente na cavidade abdominal e nas camadas subcutânea/intermuscular e por último na camada intramuscular, conhecida como gordura de marmoreio. Em animais castrados, devido à ausência do hormônio sexual testosterona, a deposição de gordura é mais acentuada, isso porque a testosterona promove o aumento do número de fibras através do aumento da fonte proteica e estimula a proliferação das células satélites, proporcionando o aumento do tecido muscular em detrimento do tecido adiposo.

Okeudo e Moss (2007) encontraram teor de lipídeos variando entre 1,91% para cordeiros inteiros e 2,37% para o músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros castrados com efeito da condição sexual significativo. No entanto, estes valores representam apenas a proporção de gordura intramuscular dos músculos analisados, enquanto que no presente estudo, o total de gordura representa não somente a intramuscular, mas também a subcutânea e intermuscular, uma vez que as mesmas compõem a porção comestível da carne juntamente com o músculo.

A grande concentração de lipídeos quantificada neste estudo está também relacionada com a alimentação dos animais na qual, cordeiros da raça Santa Inês, apresentam maior potencial para produção de carne com menor concentração de gordura quando terminados em confinamento (GARCIA, *et al.*, 2000), fato que explica a grande quantidade de lipídeos determinada por este experimento, visto que os animais foram submetidos ao sistema semi-intensivo.

Não houve diferença significativa entre as idades estudadas para a concentração de lipídeos na perna dos cordeiros, fato que não era esperado, visto que com o avançar da idade, os animais passam a depositar mais gordura e com a variação climática as exigências energéticas do animal são alteradas modificando a concentração de gordura que será depositada. Segundo Atti e Mahouachi (2009), o uso de concentrado na dieta supriu as necessidades do pasto quando o mesmo não está em ótimas condições proporcionando o crescimento satisfatório dos cordeiros, fornecendo a mesma energia e nitrogênio, considerando o gasto de energia devido à caminhada e termorregulação. Devido à suplementação da dieta dos cordeiros no período frio e ao uso de concentrado na mesma, a deposição de gordura na porção comestível da perna dos cordeiros Santa Inês foi constante.

O teor de colesterol na porção comestível da perna de cordeiros Santa Inês não foi alterado com o aumento da idade de abate ( $p < 0,05$ ), mas houve influência da condição sexual sobre a concentração do mesmo. Assim como nos lipídeos, o teor de colesterol foi mais acentuado (1,30 vezes) em cordeiros castrados do que nos inteiros (Tabela 2).

A maior concentração de colesterol em animais castrados deve-se a diferença nos teores de lipídeos e ao maior acúmulo de gordura subcutânea, intermuscular e intramuscular quando comparados com cordeiros inteiros (KLEIN JÚNIOR, *et al.*, 2007; KLEIN JÚNIOR, *et al.*, 2008).

**Tabela 2** - Valores médios de colesterol ( $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) da perna de cordeiros castrados e não castrados da raça Santa Inês em diferentes idades.

	Condição sexual	Idade de abate	Condição sexual x idade de abate		
Pr > F	<0,0001	0,1308	0,7868		
<b>Idade de abate (PV)</b>					
Condição sexual	84 (22kg)	168 (24kg)	210 (28kg)	252 (30kg)	X
Castrado	59,43	62,33	63,06	57,38	60,55
Inteiro	42,87	47,33	51,07	45,45	46,68
X	51,15	54,83	57,06	51,41	53,61

Legenda: <sup>a</sup>PV = peso vivo; X = média.

Os dados encontrados por Yakan e Ünal (2010), corroboram com os determinados neste estudo, em que o teor de colesterol não foi influenciado pelos diferentes pesos de abate (30, 35, 40 e 45kg de peso vivo) dos cordeiros, variando entre 53,80 e 63 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de carne, no qual foram utilizados os músculos *Longissimus dorsi*, *Gluteus brachii* e *Latissimus dorsi*. Santos-Filho, *et al.* (2005) quantificaram o conteúdo de colesterol em 54,37  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ .

Os resultados encontrados por Perez, *et al.* (2002) mostraram que o colesterol reduz linearmente com o aumento do peso de abate em cordeiros Santa Inês, encontrando média de 67,57 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  para animais abatidos com 35 kg, fato não observado pelo presente estudo, em que a variação do nível de colesterol não foi significativa para animais abatidos até 252 dias de idade, com peso vivo médio de 30kg. Costa, *et al.* (2009) também reportaram média para o músculo *Longissimus* de cordeiros Santa Inês de 65,88  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , não apresentando efeito para fatores genéticos e dieta.

O colesterol exógeno representa cerca de 25% do colesterol hemático, no entanto, o nível de colesterol sérico é independente da ingestão de colesterol (CHIZZOLINI, *et al.*, 1999) embora a razão entre os ácidos graxos da dieta seja responsável pela mudança no nível de colesterol no sangue (NELSON, *et al.*, 1995). Neste sentido, pessoas predispostas geneticamente a ter altos níveis de colesterol apresentam benefícios com a redução da ingestão de colesterol (BRUGIAPAGLIA, *et al.*, 2014).

Apesar de algumas dietas ajudarem na redução do teor de colesterol em carnes de animais ruminantes, Carvalho e Brochier (2008) encontraram concentração de colesterol entre 145,32 e 220,90mg.100g<sup>-1</sup> de músculo *Longissimus dorsi* em cordeiros alimentados com diferentes níveis de resíduo úmido de cervejaria. Vale ressaltar que, o fornecimento de alimento com alto nível de concentrado aumenta o teor de colesterol depositado no músculo, não sendo desejável devido à crescente preocupação dos consumidores por uma dieta mais saudável.

## 5.2 Ácidos Graxos

O perfil lipídico dos cordeiros da raça Santa Inês é caracterizado pela presença acentuada de ácidos graxos de cadeia longa (acima de 12 carbonos) e de ácidos graxos saturados (Tabela 3). Foram determinados dez tipos de ácidos graxos saturados na perna dos cordeiros estudados, dos quais cinco apresentaram também estruturas ramificadas na forma iso e/ou ante-iso. Destes ácidos graxos, apenas os ácidos cáprico (C10:0), láurico (C12:0), tridecanóico ante-iso (C13:0 iso), mirístico (C14:0), palmítico iso (C16:0 iso) e esteárico (C18:0) apresentaram efeito significativo da interação entre a castração e a idade de abate, ou seja, houve diferença no comportamento destes ácidos graxos entre as castrações em todas as idades estudadas.

A maioria dos ácidos graxos saturados apresentou efeito da idade de abate. No entanto, apenas os ácidos mirístico iso (C14:0 iso), pentadecanóico iso (C15:0 iso) e ante-iso (C15:0 aiso) e margárico (C17:0) foram influenciados apenas pela idade de abate, sem haver efeito da castração e da interação entre a castração e as idades. Em contrapartida, o ácido margárico iso (C17:0 iso) apresentou diferença significativa apenas entre as castrações.

Dos quinze ácidos graxos monoinsaturados identificados, foi possível observar diferença significativa no perfil dos ácidos graxos heptadecanóico (C17:1) e oléico  $\omega$ 6 (C18:1  $\omega$ 6) de acordo com a condição sexual dos cordeiros e com o aumento da idade de abate concomitantemente. Houve variação no conteúdo dos ácidos miristoleico (C14:1), oléico com ligações *trans* nos carbonos 10, 11 e 12 (C18:1 t10-11-12) e oléico  $\omega$ 3 (C18:1  $\omega$ 3) com o aumento da idade de abate e dos ácidos oléico *cis*-13 (C18:1 c13) e oléico com ligação *trans* no carbono 16 (C18:1 t16) de acordo com a condição sexual dos cordeiros Santa Inês.

Os ácidos graxos poliinsaturados foram encontrados em menores quantidades que os demais. Destes, apenas o ácido octadecanóico (C18:2 t11 c15) apresentou interação significativa entre a idade de abate e o fator castração. O ácido linoléico conjugado (C18:2 c9

t11) e o ácido docosapentaenóico (C22:5) variaram com a castração, paralelamente, o ácido linoléico conjugado (CLA) também variou com a idade de abate, porém, não houve efeito cumulativo entre os dois fatores estudados. Assim como o CLA, os ácidos  $\alpha$ -linolênico (ALA) e o eicosapentaenoico sofreram influência significativa da idade de abate.

**Tabela 3** - Perfil de ácidos graxos (g.100g<sup>-1</sup>) da perna de cordeiros castrados e não castrados da raça Santa Inês em diferentes idades de abate (p<0,05).

Ácidos graxos <sup>a</sup>	Idade (PV) <sup>b</sup>				Castração <sup>b</sup>				
	84 (22kg)	168 (24kg)	210 (28kg)	252 (30kg)	C	NC	CS	I	CS*I <sup>b</sup>
C10:0	0,3321	0,3065	0,2729	0,2268	0,2529 <sup>a</sup>	0,3163 <sup>b</sup>	*	ns	*
C12:0	1,0286	0,7555	0,5248	0,3640	0,5822 <sup>a</sup>	0,7543 <sup>b</sup>	*	*	*
C13:0 iso	0,0153	0,0203	0,0150	0,0153	0,0187 <sup>b</sup>	0,0143 <sup>a</sup>	*	*	ns
C13:0 aiso	0,0072	0,0102	0,0042	0,0137	0,0100 <sup>b</sup>	0,0076 <sup>a</sup>	*	*	*
C14:0 iso	0,1346	0,1913	0,1336	0,1742	0,1618	0,1550	ns	*	ns
C14:0	8,9242	6,4727	5,5087	4,4388	5,7223 <sup>a</sup>	6,9499 <sup>b</sup>	*	*	*
C15:0 iso	0,3093	0,4273	0,3386	0,4252	0,3727	0,3775	ns	*	ns
C15:0 aiso	0,4100	0,5873	0,4341	0,5208	0,5076	0,4685	ns	*	ns
C15:0	1,0228	1,1652	0,9465	1,0358	1,0834	1,0017	ns	*	ns
C16:0 iso	0,3715	0,4860	0,4368	0,4368	0,4556	0,4100	ns	*	*
C16:0	27,1440	25,2540	25,2870	24,6880	25,2360	25,9503	ns	ns	ns
C17:0 iso	0,6870	0,6132	0,8218	0,7990	0,8408 <sup>b</sup>	0,6196 <sup>a</sup>	*	ns	ns
C17:0	1,3380	1,4750	1,4053	1,7275	1,4946	1,4783	ns	*	ns
C18:0	15,3510	22,5410	19,0330	25,6380	20,4683	20,8134	ns	*	*
C22:0	0,0000	0,0025	0,0010	0,0000	0,0013	0,0005	ns	ns	ns
C24:0	0,0287	0,0283	0,0492	0,0077	0,0382	0,0188	ns	ns	ns
C12:1	0,0836	0,1028	0,1076	0,0620	0,0990	0,0790	ns	ns	ns
C14:1 c9	0,2092	0,1530	0,1914	0,1133	0,1653	0,1682	ns	*	ns
C15:1	0,0143	0,0345	0,0508	0,0195	0,0383	0,0213	ns	ns	ns
C16:1 c9	2,1120	1,8867	2,3269	1,9333	2,2075 <sup>b</sup>	1,9219 <sup>a</sup>	*	*	ns
C17:1	0,6500	0,6292	0,7354	0,6205	0,6895 <sup>b</sup>	0,6281 <sup>a</sup>	*	*	*
C18:1 t6-9	0,2794	0,2560	0,2848	0,3733	0,3742 <sup>b</sup>	0,2225 <sup>a</sup>	*	ns	ns
C18:1 t10-11-12	2,2684	2,8780	2,4583	3,3242	2,7639	2,7005	ns	*	ns
C18:1 c9	28,3360	23,7030	26,8580	23,6240	24,5290 <sup>a</sup>	26,7316 <sup>b</sup>	*	*	ns
C18:1 c11	1,1563	1,1738	1,7358	1,5200	1,8241 <sup>b</sup>	0,9688 <sup>a</sup>	*	*	ns

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 3

Ácidos graxos <sup>a</sup>	Idade (PV) <sup>b</sup>				Castração <sup>b</sup>				
	84 (22kg)	168 (24kg)	210 (28kg)	252 (30kg)	C	NC	CS	I	CS*I <sup>b</sup>
C18:1 c12 (ω6)	0,6233	0,5878	0,8765	0,7398	0,9820 <sup>b</sup>	0,4318 <sup>a</sup>	*	*	*
C18:1 c13	0,3003	0,2782	0,3689	0,3447	0,4260 <sup>b</sup>	0,2200 <sup>a</sup>	*	ns	ns
C18:1 t16	0,1963	0,1813	0,2217	0,2258	0,2883 <sup>b</sup>	0,1243 <sup>a</sup>	*	ns	ns
C18:1 c15 (ω3)	0,2105	0,2728	0,1508	0,2860	0,2315	0,2286	ns	*	ns
C22:1	0,4477	0,5677	0,4978	0,2497	0,5304	0,3510	ns	ns	ns
C24:1	0,0010	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0010	ns	ns	ns
C18:2 t11, c15	0,0219	0,0162	0,0040	0,0237	0,0118	0,0246	ns	ns	*
C18:2 c9, c12	1,4362	1,4553	1,1399	1,0345	1,3421	1,1908	ns	ns	ns
C18:2 c9, t11	1,1673	0,8983	1,7848	0,8180	1,5095 <sup>b</sup>	0,8246 <sup>a</sup>	*	*	ns
C22:2	0,0113	0,0170	0,0022	0,0075	0,0105	0,0085	ns	ns	ns
C18:3 ω6	0,0920	0,1600	0,1072	0,1495	0,1392	0,1152	ns	ns	ns
C18:3 ω3 ALA	0,4494	0,5558	0,3186	0,5492	0,4520	0,4845	ns	*	ns
C20:5 ω3 EPA	0,1135	0,1982	0,0312	0,0900	0,1197	0,0967	ns	*	ns
C22:5 ω3 DPA	0,3268	0,4493	0,6664	0,2553	0,5942 <sup>b</sup>	0,2548 <sup>a</sup>	*	ns	ns
C22:6 ω3 DHA	0,0655	0,0672	0,1281	0,7265	0,1061	0,0424	ns	ns	ns

Legenda: <sup>a</sup> C10:0 - ácido cáprico; C12:0 - ácido láurico; C13:0 - ácido tridecanóico; C14:0 - ácido mirístico; C15:0 - ácido pentadecanóico; C16:0 - ácido palmítico; C17:0 - ácido margárico; C18:0 - ácido esteárico; C22:0 - ácido behênico; C24:0 - ácido lignocérico; C12:1 - ácido lauroleico; C14:1 c9 - ácido miristoleico; C15:1 - ácido pentadecanóico *cis*10; C16:1 c9 - ácido palmitoleico; C17:1 - ácido heptadecanóico *cis*10; C18:1 c9 - ácido oleico; C18:1 c11 - ácido vacênico; C18:1 c12 - ácido oleico *cis*-12; C18:1 c13 - ácido oleico *cis*-13; C18:1 c15 - ácido oleico *cis*-15; C18:1 t16 - ácido oleico *trans*-16; C22:1 - ácido erúico; C24:1 - ácido lignoceroleico; C18:2 t11 c15 - ácido octadecadienóico; C18:2 c9 c12 - ácido linoleico; C18:2 c9 t11 - ácido linoleico conjugado; C18:3 ω6 - ácido  $\gamma$ -linolênico; C18:3 ω3 - ácido  $\alpha$ -linolênico; C20:5 ω6 - ácido eicosapentaenóico; C22:2 - ácido docosadienóico; C22:5 ω3 - ácido docosapentaenóico; C22:6 ω3 - ácido docosahexaenóico. <sup>b</sup> PV - peso vivo; C - castrado; NC - não castrado; I - idade; CS - castração.

Os maiores percentuais encontrados na porção comestível da perna de cordeiros Santa Inês foram referentes aos ácidos palmíticos (C16:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1 c9) e mirístico (C14:0), em contrapartida, o ácido tridecanoico iso e ante-iso (C13:0 iso, aiso), ácido behênico (C22:0), ácido lignocérico (C24:0), lauroleico (C12:1), ácido *cis*-10 pentadecanóico (C15:1), lignoceroleico (C24:1), ácido octadecanóico (C18:2 t11 c15), docosadienóico (C22:2), ácido DHA (C22:6 ω3) e o ácido  $\gamma$ -linolênico foram encontrados em quantidade inferior a 0,1% do total de porção comestível.

A maior concentração dos ácidos palmítico, esteárico, oleico e mirístico na porção comestível da perna dos cordeiros esta relacionada ao perfil lipídico do leite materno. Isso porque a presença dos mesmos na carne dos cordeiros não é influenciada pela alimentação das ovelhas em gestação e lactação (NIETO, *et al.*, 2012). Segundo Lurueña-Martínez, *et al.* (2010), os ácidos graxos mais abundantes no leite das ovelhas são o palmítico, oleico,

esteárico, mirístico e cáprico. Em cordeiros em amamentação, estes ácidos graxos ingeridos através da dieta, com exceção do ácido oleico, não sofrem influência da biohidrogenação ruminal, portanto são absorvidos e depositados nos tecidos musculares e adiposos dos animais. Sendo assim, são encontrados em altas concentrações tanto no leite das ovelhas quanto nos músculos dos cordeiros (BERNES, *et al.*, 2012).

Alguns autores também relataram o alto teor destes ácidos na carne ovina, variando entre 12,45 a 27,20g.100g<sup>-1</sup> para o ácido palmítico, 2,68 a 16,93g.100g<sup>-1</sup> para o ácido esteárico e 23,62 a 43,10g.100g<sup>-1</sup> para o ácido oleico. (MANSO, *et al.*, 2009; TURK e SMITH, 2009; SCERRA, *et al.*, 2011). Madruga, *et al.* (2006) encontraram também o ácido capríco (C6:0), ácido caprílico (C8:0), ácido araquídico (C20:0), ácido gadoléico (C20:1) e ácido eicosadienóico (C20:2) no músculo *Semitendinosus* de ovinos, entretanto não foi observada a presença do ácido C12:1. As maiores concentrações foram em relação aos ácidos oléico, palmítico e esteárico, respectivamente e concluíram que a carne de cordeiros Santa Inês fêmeas, com concentração de C18:1 c9 de 35,57%, apresentou-se mais saudável que a dos machos (32,02%), pois os percentuais do ácido palmítico não sofreram influência significativa ( $p > 0,05$ ) dos fatores raça e sexo.

Apesar do ácido palmítico ser 1,099 vezes maior para os animais com 84 dias de idades em relação aos animais com 252 dias, não foram observadas diferença em função da idade e da condição sexual. Este resultado não era esperado, visto que a concentração do ácido palmítico esta principalmente relacionada à dieta dos animais e, conseqüentemente, devido a predominância deste no leite materno. Também é conhecido que a concentração deste ácido graxo tende a diminuir em animais mais velhos (DHANDA, *et al.*, 2003), isso porque, o aumento da maturidade fisiológica dos ruminantes promove uma redução dos níveis de ácidos graxos saturados no músculo (DAZ, *et al.*, 2002), fato explicado pelo aumento na atividade da enzima  $\Delta 9$ -dessaturase, que promove uma maior produção de ácido oleico em detrimento do ácido esteárico.

Um fator de extrema importância que influencia significativamente a incorporação de alguns ácidos graxos na carne de animais ruminantes é a biohidrogenação ruminal. Durante a biohidrogenação ruminal, os ácidos com duplas ligações são saturados através da incorporação de íons de hidrogênio na cadeia carbônica, dando origem a ácidos graxos com o mesmo número de carbonos e ligações simples. No processo normal de biohidrogenação ruminal, o ácido esteárico é o produto final dos ácidos oleico, linoleico e linolênico (HARFOOT e HAZLEWOOD, 1988). Este processo ocorre naturalmente em animais

ruminantes e é o responsável pela grande quantidade de ácidos graxos saturados produzidos a partir dos ácidos monoinsaturados (AGM) e poliinsaturados (AGP).

Era esperada a grande quantidade de ácido esteárico encontrada no perfil de ácidos graxos da perna de cordeiros Santa Inês, bem como a baixa concentração dos ácidos linoleico e  $\alpha$ -linolênico. Devido à alta toxicidade dos ácidos graxos poliinsaturados para a microflora ruminal, as duplas ligações são isomerizadas e, posteriormente, hidrogenadas a fim de reduzir sua toxicidade, tendo, dessa forma, a produção de ácidos graxos saturados (MAPIYE, *et al.*, 2012). Durante a biohidrogenação, os ácidos graxos linoleico (C18:2 c9 c12) e  $\alpha$ -linolênico (C18:3  $\omega$ 3) são sintetizados em ácido esteárico, enquanto que o ácido docosahexaenóico (C22:6  $\omega$ 3) é sintetizado em ácido behênico (C22:0). Sendo assim, devido à alta conversão do  $\alpha$ -linolênico e linoleico em esteárico (C18:0) no rúmen, uma pequena quantidade do ácido  $\alpha$ -linolênico e linoleico passam para o intestino onde é absorvido (ZERVAS e TSIPLAKOU, 2011).

Paralelamente a biohidrogenação ruminal, outras modificações estruturais ocorrem no retículo endoplasmático, chamadas de dessaturação e alongação, as quais convertem o ácido  $\alpha$ -linolênico e linoleico em docosahexaenóico e docosapentaenóico, respectivamente. Entretanto, durante estes processos, há uma competição entre os ácidos graxos pela enzima  $\Delta$ 6-dessaturase, a qual apresenta afinidade, prioritariamente, pelos ácidos  $\alpha$ -linolênico, linoleico e oleico (CURI, *et al.*, 2002). Essa afinidade enzimática, assim como a biohidrogenação ruminal, são as responsáveis pela baixa concentração encontrada dos ácidos  $\alpha$ -linolênico e linoleico em detrimento do ácido oleico c9 na perna dos cordeiros estudados.

Apesar de ser encontrado na carne de animais alimentados a pasto (WOOD, *et al.*, 2008), o ácido araquidônico (C20:4  $\omega$ 6) não foi quantificado no presente estudo. Este ácido é naturalmente produzido através da dessaturação e alongamento do ácido linoleico, enquanto que o ácido eicosapentaenóico é produzido a partir do ácido  $\alpha$ -linolênico pelo mesmo metabolismo (SMITH, 2007). No entanto, a presença do ácido eicosapentaenóico e ausência do ácido araquidônico é um fator benéfico pois resulta na produção de compostos menos inflamatórios devido a formação de eicosanóides com ação antiinflamatória (UAUY e VALENZUELA, 2000; SURETTE, 2008). Além disso, o ácido eicosapentaenoico também atua inibindo a síntese de prostaciclina e tromboxano assim como o ácido docosahexaenoico atua inibindo apenas a síntese de tromboxano, possuindo este melhor fator antitrombótico que o eicosapentaenoico (LANDS, 1986).

Concentrações menores dos ácidos docosahexaenoico e eicosapentaenoico foram encontrados por Pannier, *et al.* (2010), ao investigarem os fatores genéticos e não genéticos que afetam os níveis de ácidos graxos ômega da carne de cordeiros, cuja concentração observada foi equivalente a  $7,20\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de músculo, enquanto que a de ácido eicosapentaenoico foi de  $16,3\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de músculo. O mesmo foi observado por Sañudo, *et al.* (2000), que encontraram concentrações de DHA variando entre 6,46 e  $9,75\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de músculo, e de EPA variando entre 8,38 e  $26,86\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ . Os mesmos autores também identificaram e quantificaram o ácido docosapentaenoico, cujas concentrações variaram entre 15,42 e  $26,84\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  na gordura intramuscular de cordeiros de diferentes raças. Essa diferença observada nos dados reportados pela literatura e os encontrados por este trabalho é explicada pela porção comestível conter tanto a gordura subcutânea e intramuscular quanto o tecido muscular.

Como exposto na Tabela 4, houve efeito significativo da interação entre a castração e a idade de abate sobre os ácidos graxos cáprico (C10:0), láurico (C12:0), tridecanóico ante-iso (C13:0 aiso), mirístico (C14:0), palmítico iso (C16:0 iso), esteárico (C18:0), heptadecanóico (C17:1), oleico *cis*-12 (C18:1 c12) e sobre o ácido octadecadienóico (C18:2 t11 c15). Destes, apenas o ácido láurico em cordeiros inteiros, e o octadecanóico em ambas as condições sexuais exibiram comportamento linear. Dentre os cordeiros não castrados, apenas para o ácido palmítico iso não foi possível obter uma equação que demonstrasse o seu comportamento com o aumento da idade. No entanto, no grupo de animais castrados, a equação de regressão não pode ser determinada para os ácidos tridecanóico ante-iso, esteárico, heptadecanóico e oleico c12. Os demais ácidos graxos manifestaram comportamento quadrático.

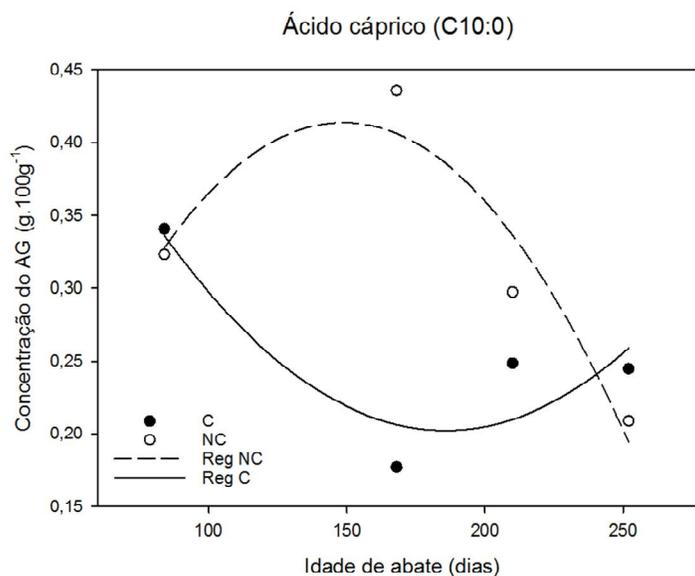
**Tabela 4** - Equações de regressão da interação entre o efeito da castração e a idade de abate no perfil de ácidos graxos da perna de cordeiros da raça Santa Inês.

Ácidos graxos <sup>a</sup>	Equação de Regressão	R <sup>2</sup>
Castrado		
C10:0	$Y = 0,65 - 4,8 \times 10^{-3}X + 1,29 \times 10^{-5}X^2$	0,5176
C12:0	$Y = 1,56 - 9,9 \times 10^{-3}X + 2,24 \times 10^{-5}X^2$	0,6314
C13:0 aiso	ns	-
C14:0	$Y = 14,91 - 0,10X + 2,53 \times 10^{-4}X^2$	0,6679
C16:0 iso	$Y = -0,18 + 0,008X - 2,19 \times 10^{-5}X^2$	0,6107
C18:0	ns	-
C17:1	ns	-
C18:1 c12	ns	-
C18:2 t11 c15 <sup>b</sup>	$Y = -2,84 \times 10^{-2} + 2,25 \times 10^{-4}X$	0,5284
Não castrado		
C10:0	$Y = -0,04 + 6,12 \times 10^{-3}X - 2,06 \times 10^{-5}X^2$	0,5021
C12:0	$Y = 1,72 - 5,40 \times 10^{-3}X$	0,7480
C13:0 aiso	$Y = 1,83 \times 10^{-2} - 2,21 \times 10^{-4}X + 7,99 \times 10^{-7}X^2$	0,5993
C14:0	$Y = 8,40 + 3,29 \times 10^{-2}X - 2,05 \times 10^{-4}X^2$	0,8593
C16:0 iso	ns	-
C18:0	$Y = 20,43 - 0,10X + 5,21 \times 10^{-4}X^2$	0,8243
C17:1	$Y = 0,18 + 6,5 \times 10^{-3}X - 2,02 \times 10^{-5}X^2$	0,4333
C18:1 c12	$Y = 0,71 - 0,005X + 2,13 \times 10^{-5}X^2$	0,5439
C18:2 t11 c15	$Y = 8,93 \times 10^{-2} - 3,62 \times 10^{-4}X$	0,5474

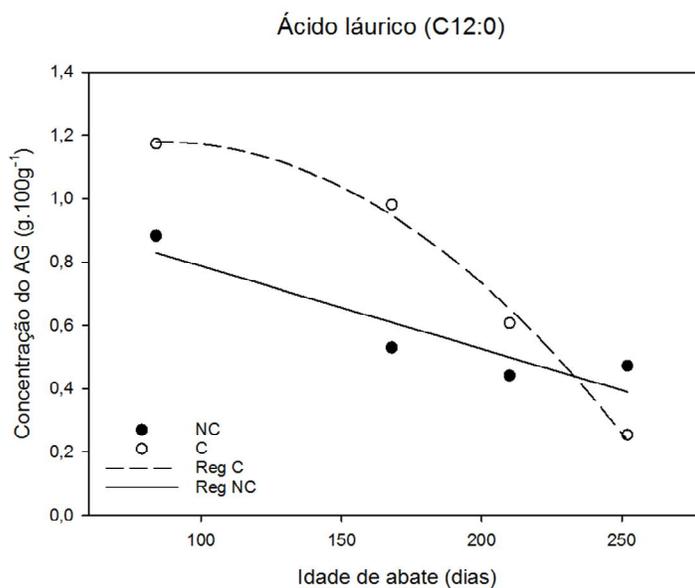
Legenda: <sup>a</sup>C10:0 – ácido cáprico; C12:0 – ácido láurico; C13:0 aiso – ácido tridecanóico anteiso; C14:0 – ácido mirístico; C16:0 iso – ácido palmítico iso; C18:0 – ácido esteárico; C17:1 – ácido heptadecanóico; C18:1 c12 – ácido oleico cis-12; C18:2 t11 c15 - ácido octadecadienóico.

<sup>b</sup>Significância = 10%; p < 0,10.

De acordo com o observado na Figura 1, o ácido cáprico (C10:0) apresentou ponto de inflexão aos 185 dias de idade para cordeiros castrados e 148 dias de idade para os não castrados, com concentrações mínimas de 0,2023g.100g<sup>-1</sup> e máxima de 0,4139g.100g<sup>-1</sup>, respectivamente, na porção comestível da perna. Para os cordeiros castrados, o ácido láurico (C12:0) exibiu concentração mínima de 0,4507g.100g<sup>-1</sup> de porção comestível aos 223 dias de idades. Já em cordeiros inteiros, ou seja, não castrados, o ácido láurico reduziu linearmente com a idade de abate Figura 2.



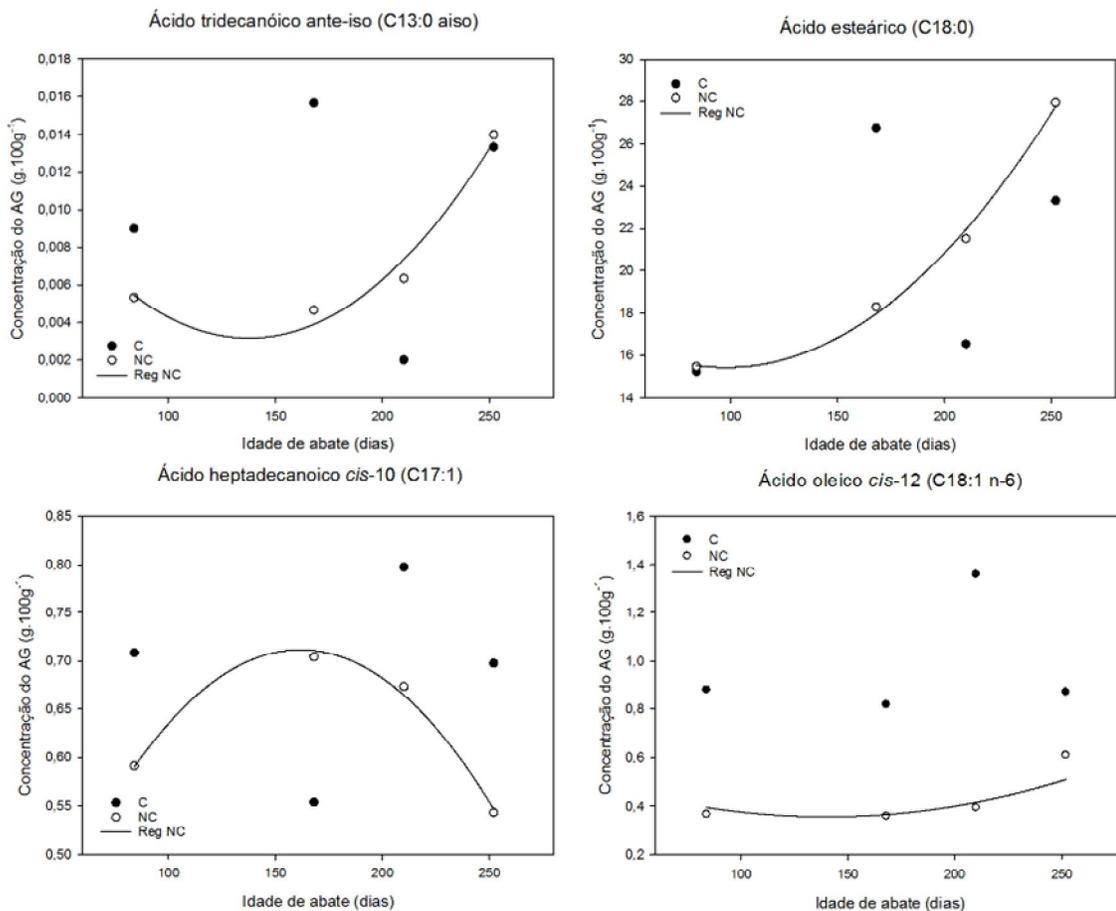
**Figura 1** - Comportamento do ácido graxo cáprico em cordeiros castrados e não castrados em diferentes idades de abate.



**Figura 2** - Comportamento do ácido graxo láurico em cordeiros castrados e não castrados em diferentes idades de abate.

Os ácidos tridecanóico ante-iso (C13:0 aiso), esteárico (C18:0), heptadecanóico *cis*-10 (C17:1) e oleico *cis*-12 (C18:1 ω6) evidenciaram comportamento quadrático em cordeiros inteiros. Em capões, não foi possível encontrar uma equação que exibisse o comportamento

da concentração destes, uma vez que, devido à variação dos dados, os mesmos não puderam ser ajustados utilizando regressão. Este fenômeno pode ser observado na Figura 3.

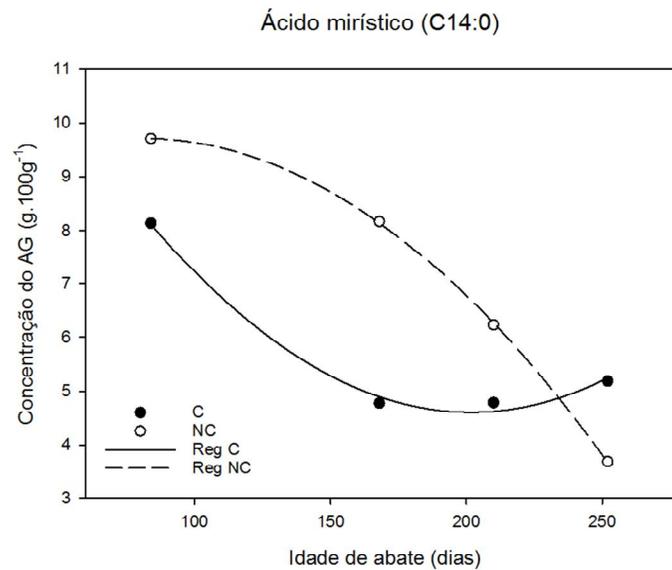


**Figura 3** - Comportamento dos ácidos graxos tridecanóico ante-iso, esteárico, heptadecanóico *cis*-10 e oleico  $\omega$ 6 em cordeiros castrados e não castrados em diferentes idades de abate.

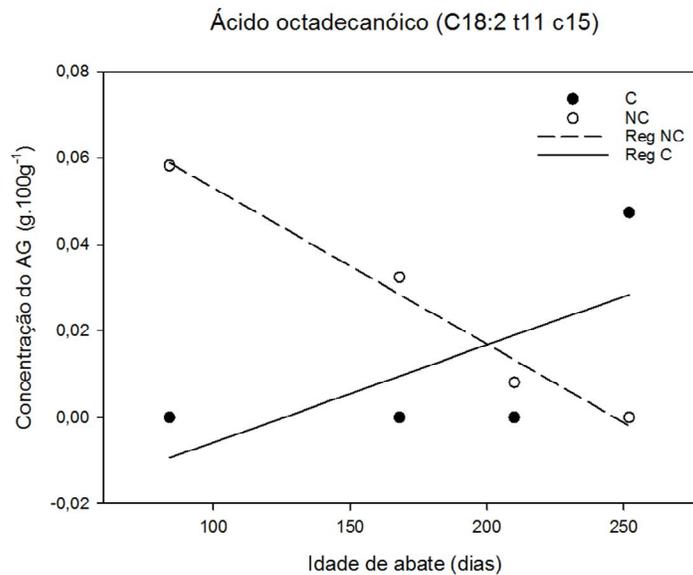
Os ácidos tridecanóico ante-iso, esteárico e oleico  $\omega$ 6 apresentaram concentração mínima de  $3,165 \times 10^{-3} \text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ ,  $15,422 \text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$  e  $0,312 \text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$  de porção comestível com ponto de inflexão aos 137, 98 e 136 dias, respectivamente. Paralelamente, o ácido heptadecanóico *cis*-10 obteve concentração máxima de  $0,712 \text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$  aos 161 dias de idade.

Em contrapartida, o ácido mirístico (C14:0), que exibiu comportamento quadrático inverso entre as castrações, obteve concentração mínima de  $4,6084 \text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$  para a porção comestível da perna de cordeiros castrados aos 201 dias de idade e concentração máxima foi obtida de  $9,7171 \text{g} \cdot 100 \text{g}^{-1}$  para a de cordeiros inteiros, cujos pontos de inflexão ocorreram a

201 e 80 dias de idade, respectivamente, sendo este último verificado a partir da equação de regressão determinada, não sendo, portanto, observado na Figura 4.



**Figura 4** - Comportamento do ácido graxo mirístico em cordeiros castrados e não castrados em diferentes idades de abate.



**Figura 5** - Comportamento do ácido graxo octadecanóico em cordeiros castrados e não castrados em diferentes idades de abate.

As pernas dos cordeiros castrados da raça Santa Inês manifestaram presença do ácido octadecadienóico (C18:2 t11 c15) apenas aos 252 dias de idade. Apesar disso, uma equação

de regressão linear crescente foi obtida com significância de 10% ( $p < 0,10$ ). Os cordeiros inteiros também demonstraram comportamento linear, no entanto, o mesmo foi decrescente, reduzindo a concentração do ácido octadecanóico com o aumento da idade dos cordeiros. O comportamento deste ácido graxo nas diferentes condições sexuais com o aumento da idade pode ser observado na Figura 5.

Os ácidos graxos com efeito significativo da castração e que não apresentaram interação significativa estão expostos na Tabela 5. Os ácidos graxos monoinsaturados foram os mais influenciados pelas alterações decorrentes da castração dos animais, dos quais está presente o ácido oleico c9. Apesar do efeito da castração sobre estes ácidos graxos isoladamente, não houve diferença significativa entre o total dos mesmos para os cordeiros castrados e não castrados. Ainda que apresente benefícios, como a maior deposição de gordura, melhor conformação de carcaça e redução dos hormônios relacionados ao estresse, estes dados revelam a falta de necessidade em submeter animais jovens a este procedimento que muitas vezes é doloroso e estressante.

As pernas dos cordeiros inteiros apresentaram maior percentual do ácido oleico c9, enquanto que a dos capões da raça Santa Inês, ou seja, cordeiros que passaram pelo processo de castração, apresentaram maiores concentrações, na porção comestível, do ácido oleico *cis*-12 e do ácido linoleico conjugado. Safari, *et al.* (1988) verificaram que os cordeiros inteiros também apresentaram concentrações maiores de ácido oleico (47,14%) do que os castrados (42,97%) para a gordura subcutânea, enquanto que não houve diferença significativa para a gordura intramuscular.

Popova (2007) verificou, ao estudar o efeito de dois sistemas de produção sobre a composição de ácidos graxos nos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus* de cordeiros, que o ácido graxo palmitoleico (C16:1 c9) foi influenciado pelo músculo analisado, apresentando maior deposição no músculo *Semimembranosus* (média de  $1,93\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), independente do sistema de produção a que os animais foram submetidos. No entanto, o teor de ácido oleico (C18:1 c9) encontrado por este autor foi ligeiramente maior (média de  $29,09\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) que os apresentados neste estudo ( $24,5291\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  para cordeiros castrados e  $26,7316\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  para cordeiros inteiros). Estes resultados são semelhantes aos quantificados nesta pesquisa uma vez que o músculo *Semimembranosus* é um dos músculos que compõem a perna dos cordeiros.

Apesar de o ácido linoleico não ter sofrido efeito dos fatores estudados, seu produto intermediário, o ácido linoleico conjugado, foi significativamente influenciado pela condição

sexual. Este ácido graxo é geralmente encontrado em animais ruminantes e outros produtos da dieta humana. O isômero C18:2 c9 t11 é produzido a partir de uma bactéria do rúmen, a *Butyrivibrio fibrisolvens*, como um intermediário do processo de biohidrogenação do ácido linoleico em ácido esteárico. Apesar de ser dependente da dieta, a quantidade de CLA encontrada nos tecidos é muito pequena, variando de 2 a 5mg/g de lipídeos totais (KOBA e YANAGITA, 2013). As pernas dos cordeiros castrados apresentaram teor ligeiramente maior deste ácido graxo em detrimento aos não castrados, assim como o seu precursor, o ácido vacênico. A maior conversão de ácido linoleico conjugado na porção comestível da perna de cordeiros é devido à conversão do ácido vacênico em CLA através da enzima  $\Delta 9$ -desaturase (CIESLAK, *et al.*, 2013).

**Tabela 5.** Efeito da castração sobre o perfil de ácidos graxos da perna de cordeiros da raça Santa Inês

Ácidos graxos <sup>a</sup>	Castrados	Não castrados	EPM <sup>b</sup>	Pr >  t
C13:0 iso	0,02	0,01	0,0009	0,0055
C17:0 iso	0,84	0,62	0,0663	0,0316
C16:1 c9	2,21	1,92	0,0861	0,0323
C18:1 t6-9	0,37	0,22	0,0429	0,0237
C18:1 c9	24,53	26,73	0,5808	0,0164
C18:1 c11	1,82	0,97	0,0852	<,0001
C18:1 c13	0,43	0,22	0,0227	<,0001
C18:1 t16	0,29	0,12	0,0253	0,0003
C18:2 c9 t11	1,51	0,82	0,1745	0,0135
C22:5 $\omega 6$	0,59	0,25	0,1006	0,0298
$\Sigma$ AG <sup>c</sup>	36,74	35,45	0,7247	0,4511

Legenda: <sup>a</sup> C13:0 iso – ácido tridecanoico; C17:0 iso – ácido margárico; C16:1 c9 – ácido palmitoleico; C18:1 c9 – ácido oleico; C18:1 c11 – ácido vacênico; C18:1 c13 – ácido oleico *cis*-13; C18:1 t16 – ácido oleico *trans*-16; C18:2 c9 t11 – ácido linoleico conjugado; C22:5  $\omega 6$  – ácido docosapentaenóico; <sup>b</sup> EPM = Erro padrão da média; <sup>c</sup>  $\Sigma$ AG = Somatório dos ácidos graxos com efeito significativo da castração (sem interação significativa).

Na Tabela 6 estão expostos os ácidos graxos que apresentaram efeito significativo em sua concentração de acordo com a idade de abate dos cordeiros Santa Inês e que não sofreram influência significativa da interação entre castração e idade de abate. Na Tabela 7 estão divulgadas as equações de regressão referente aos ácidos graxos que apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da idade de abate.

A maior parte dos ácidos graxos com efeito da idade de abate apresentaram aumento em sua concentração aos 168 dias de idade e redução aos 210 dias, ou seja, houve uma maior reserva energética entre os dias 84 e 168 e um maior consumo de energia aos 210 dias. Este fato pode também estar relacionado às condições do ambiente externo, o qual interfere na utilização das reservas energéticas a fim de manter os processos vitais do corpo, como a temperatura corporal e as funções metabólicas. Além disso, inicialmente, os cordeiros foram alimentados tanto com leite materno quanto com pasto e suplemento e, após o desmame que ocorreu aos 84 dias, os cordeiros passaram a se alimentar apenas do pasto e suplemento de sal mineral. Dessa forma, a retirada do leite materno afetou a partição de nutrientes dos cordeiros alterando a concentração de ácidos graxos absorvidos e depositados na porção comestível da perna.

**Tabela 6** - Efeito da idade de abate ( $p < 0,05$ ) sobre o perfil de ácidos graxos da perna de cordeiros da raça Santa Inês.

Ácidos graxos <sup>a</sup>	Idade			
	84	168	210	252
C13:0 iso	0,02	0,02	0,01	0,02
C14:0 iso	0,13	0,19	0,13	0,17
C15:0 iso	0,31	0,43	0,34	0,43
C15:0 aiso	0,41	0,59	0,43	0,52
C15:0	1,03	1,17	0,95	1,04
C17:0	1,34	1,47	1,41	1,73
C14:1 c9	0,21	0,15	0,19	0,11
C16:1 c9	2,11	1,89	2,33	1,93
C18:1 t10-11-12	2,27	2,88	2,46	3,32
C18:1 c9	28,34	23,70	26,86	23,62
C18:1 c11	1,16	1,17	1,74	1,52
C18:1 c15	0,21	0,27	0,15	0,29
C18:2 c9 t11	1,17	0,90	1,78	0,82
C18:3 ω3	0,45	0,56	0,32	0,55
C20:5 ω6	0,11	0,20	0,03	0,09

Legenda: <sup>a</sup> C13:0 iso – ácido tridecanoico iso; C14:0 iso – ácido mirístico iso; C15:0 iso – ácido pentadecanoico iso; C15:0 aiso – ácido pentadecanoico anteiso; C15:0 – ácido pentadecanoico; C17:0 – ácido margárico; C14:1 c9 – ácido miristoleico; C16:1 c9 – ácido palmitoleico; C18:1 c9 – ácido oleico; C18:1 c11 – ácido vacênico; C18:1 c15 – ácido oleico *cis*-15; C18:2 c9 t11 – ácido linoleico conjugado; C18:3 ω3 – ácido α-linolênico; C20:5 ω6 – ácido eicosapentaenóico.

A variação das condições do pasto afetou tanto a concentração de ácido linoleico conjugado quanto à dos demais ácidos graxos com efeito da idade depositados na porção comestível da perna dos cordeiros Santa Inês, uma vez que o nível de ácido linoleico conjugado na perna de cordeiros está relacionado com a dieta dos animais. É sabido que o CLA é encontrado em produtos de origem animal (KRAMER, *et al.*, 1998), mas pode também ser produzido durante a biohidrogenação ruminal a partir do ácido linoleico (GRIINARI e BAUMAN, 1999), mesmo que a dieta seja composta apenas de pasto ou forragem. Neste sentido, a quantidade de CLA é afetada pela maturidade do pasto, sendo maior durante a primavera e outono e menor durante o verão (TSIPLAKOU, *et al.*, 2006).

**Tabela 7** - Equações de regressão dos ácidos graxos da perna de cordeiros Santa Inês com efeito significativo da idade de abate.

Ácidos graxos <sup>a</sup>	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
C13:0 iso	ns	-
C14:0 iso	$Y = -0,9307 + 0,0224X - 1,377 \times 10^{-4}X^2 + 2,628 \times 10^{-7}X^3$	0,4894
C15:0 iso	$Y = -1,5718 + 0,0394X - 2,414 \times 10^{-4}X^2 + 4,62 \times 10^{-7}X^3$	0,4488
C15:0 aiso	$Y = -2,4188 + 0,059X - 3,585 \times 10^{-4}X^2 + 6,77 \times 10^{-7}X^3$	0,5746
C15:0	$Y = -2,3987 + 0,0722X - 4,455 \times 10^{-4}X^2 + 8,46 \times 10^{-7}X^3$	0,3879
C17:0	$Y = -1,5872 + 0,0629X - 4,033 \times 10^{-4}X^2 + 8,17 \times 10^{-7}X^3$	0,4870
C14:1 c9	$Y = 1,2468 - 0,022X + 1,379 \times 10^{-4}X^2 - 2,71 \times 10^{-7}X^3$	0,4625
C16:1 c9	ns	-
C18:1 t10-11-12*	$Y = -9,1168 + 0,2418X - 1,516 \times 10^{-3}X^2 + 2,98 \times 10^{-6}X^3$	0,3146
C18:1 c9	$Y = 97,7416 - 1,4508X + 8,857 \times 10^{-3}X^2 - 1,69 \times 10^{-5}X^3$	0,4365
C18:1 c11	ns	-
C18:1 c15*	$Y = -2,0583 + 0,0487X - 3,092 \times 10^{-4}X^2 + 6,07 \times 10^{-7}X^3$	0,2718
C18:2 c9 t11	ns	-
C18:3 n-3	$Y = -3,7391 + 0,0899X - 5,705 \times 10^{-4}X^2 + 1,12 \times 10^{-6}X^3$	0,3330
C20:5	$Y = -2,3855 + 0,0527X - 3,264 \times 10^{-4}X^2 + 6,20 \times 10^{-7}X^3$	0,3286

Legenda: <sup>a</sup> C13:0 iso - ácido tridecanoico iso; C14:0 iso - ácido mirístico iso; C15:0 iso - ácido pentadecanoico iso; C15:0 aiso - ácido pentadecanoico anteiso; C15:0 - ácido pentadecanoico; C17:0 - ácido margárico; C14:1 c9 - ácido miristoleico; C16:1 c9 - ácido palmitoleico; C18:1 c9 - ácido oleico; C18:1 c11 - ácido vacênico; C18:1 c15 - ácido oleico *cis*-15 ou  $\omega$ -3; C18:2 c9 t11 - ácido linoleico conjugado; C18:3 n-3 - ácido  $\alpha$ -linolênico; C20:5 - ácido eicosapentaenoico.

\* Significância: 10%;  $p < 0,10$ .

### 5.3 Qualidade Nutricional do Perfil de Ácidos Graxos

Na Tabela 8 estão divulgadas as proporções dos grupos de ácidos graxos da perna de cordeiros Santa Inês castrados e não castrados em diferentes idades de abate. Nenhum dos grupos de ácidos graxos foram influenciados pela condição sexual dos cordeiros, no entanto, os ácidos graxos insaturados, monoinsaturados e a relação entre os ácidos graxos insaturados e saturados (AGI:AGS) apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da idade de abate, enquanto que os ácidos graxos poliinsaturados ômega 6 (AGP  $\omega 6$ ) e a relação entre os ácidos graxos poliinsaturados ômega 6 e 3 ( $\omega 6:\omega 3$ ) exibiram diferentes comportamentos entre as castrações nas diferentes idades de abate estudadas.

Os ácidos graxos saturados foram predominantes no perfil lipídico da perna de cordeiros Santa Inês, representando mais de 55% dos ácidos graxos encontrados na perna dos cordeiros Santa Inês. Devido à predominância dos ácidos graxos saturados na carne de ruminantes, a relação entre os ácidos graxos insaturados e os saturados foi baixa, com médias variando entre 0,6080 e 0,7623g.100g<sup>-1</sup> de porção comestível. Dentre os ácidos graxos insaturados, os monoinsaturados superaram os poliinsaturados, representando em média 90% do total de ácidos graxos insaturados encontrados. O ácido oleico c9 foi o mais representativo dentro dos ácidos graxos monoinsaturados, com cerca de 80% do total de AGM, enquanto que entre os poliinsaturados, o ácido linoleico e o ácido linoleico conjugado foram predominantes, com porcentagens de aproximadamente 33% e 30%, respectivamente.

**Tabela 8** - Proporção dos diferentes grupos de ácidos graxos da perna de cordeiros castrados e não castrados da raça Santa Inês em diferentes idades de abate.

Ácidos graxos <sup>a</sup>	Idade (PV) <sup>b</sup>				Castração <sup>b</sup>		CS	I	CS*I <sup>p</sup>
	84 (22kg)	168 (24kg)	210 (28kg)	252 (30kg)	C	NC			
AGI <sup>1</sup>	40,56	36,52	41,05	37,09	39,43	37,83	ns	*	ns
AGS	57,03	60,32	55,21	60,51	57,25	59,29	ns	ns	ns
AGI:AGS <sup>2</sup>	0,71	0,61	0,76	0,62	0,70	0,64	ns	*	ns
AGM <sup>3</sup>	36,89	32,70	36,87	33,44	35,15	34,80	ns	*	ns
AGP	3,67	3,82	4,19	3,65	4,29	3,38	ns	ns	ns
AGP:AGM	0,10	0,12	0,11	0,11	0,12	0,10	ns	ns	ns
AGP:AGS	0,06	0,06	0,08	0,06	0,08	0,06	ns	ns	ns
AGP $\omega 3$	0,93	1,27	1,14	0,93	1,27	0,86	ns	ns	ns
AGP $\omega 6$ <sup>4</sup>	1,53	1,62	1,25	1,18	1,48	1,31	ns	ns	*
$\omega 6:\omega 3$ <sup>5</sup>	1,70	1,36	1,21	1,23	1,26	1,49	ns	ns	*

Legenda: <sup>a</sup> AGI: ácidos graxos insaturados; AGS: ácidos graxos saturados; AGM: ácidos graxos monoinsaturados; AGP: ácidos graxos poliinsaturados; AGL:AGS: relação entre o teor de ácidos graxos insaturados e ácidos graxos saturados; AGP:AGM: relação entre o teor de ácidos graxos poliinsaturados e ácidos graxos monoinsaturados; AGP:AGS: relação entre o teor de ácidos graxos poliinsaturados e ácidos graxos saturados;  $\omega 6:\omega 3 = (C18:2 \text{ c9 c12} + C18:3 \text{ } \omega 6) / (C18:3 \text{ } \omega 3 + C20:5 + C22:5 + C22:6)$ ; <sup>b</sup> PV: peso vivo; C: castrado; NC: não castrado; I: idade; CS: castração; <sup>1</sup>  $Y = 126,26 - 1,81X + 0,01X^2 - 2,17 \times 10^{-5}X^3$   $R^2 = 0,2736$ ; <sup>2</sup>  $Y = 3,56 - 0,06X + 3,8 \times 10^{-4}X^2 - 7,4 \times 10^{-7}X^3$   $R^2 = 0,1968$ ; <sup>3</sup>  $Y = 116,54 - 1,68X + 0,01X^2 - 1,98 \times 10^{-5}X^3$   $R^2 = 0,3654$ ; <sup>4</sup>  $C = 2,51 - 0,022X + 7,44 \times 10^{-5}X^2$   $R^2 = 0,4636$ ;  $NC = 3,05 - 8,73 \times 10^{-3}X$   $R^2 = 0,6871$ ; <sup>5</sup>  $C = ns$ ;  $NC = 2,59 - 7,17 \times 10^{-3}X$   $R^2 = 0,7952$ .

A taxa de AGP:AGS não foi alterada por nenhum dos fatores estudados. Esta relação foi menor do que as encontradas na literatura para carne de cordeiros, com níveis variando entre 0,0602 a 0,0822g.100g<sup>-1</sup>. Essa baixa relação AGP:AGS não é considerada favorável, visto que pode induzir no aumento da colesterolemia (SANTOS-SILVA, *et al.*, 2002). Segundo Wood, *et al.* (2004), o nível normalmente encontrado em carne de cordeiros é de 0,1, muito abaixo do limite considerado desejável, que é de 0,45 (BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH, 1994). Entretanto, Garcis, *et al.* (2008), encontrou relação AGP:AGS de 0,44 e 0,48 ao avaliar o perfil lipídico dos músculos *Semitendinosus* e *Semimembranosus* da perna de cordeiros da região da Patagônia na Argentina.

Segundo Zervas e Tsiplakou (2011), a produção de ácidos graxos saturados em cordeiros é muito alta, conseqüentemente, a taxa de AGP:AGS é muito pequena, o que torna a carne menos saudável. No entanto, é possível reverter essa situação através da inclusão de sementes ricas em ácidos graxos poliinsaturados  $\omega 3$  e  $\omega 6$  na alimentação animal. Paim, *et al.* (2014) conseguiram relação AGI:AGS, AGP:AGS e quantidade de ácidos graxos desejáveis maiores em animais alimentados com caroço ou óleo de algodão. Entretanto, houve também o incremento da proporção  $\omega 6:\omega 3$  na carne dos cordeiros Santa Inês, ultrapassando o limite estipulado pelo Departamento de Saúde Britânico para consumo humano.

Valores semelhantes aos reportados por este trabalho foram encontrados por Velasco, *et al.* (2001) para a gordura intramuscular e subcutânea da perna de cordeiros da raça Talaverana para AGS (50,78 e 64,73%), AGM (36,16 e 30,72%) e  $\omega 6:\omega 3$  (1,86 e 1,08%).

Quanto à razão entre os ácidos graxos poliinsaturados  $\omega 6$  e  $\omega 3$  ( $\omega 6:\omega 3$ ), foi observada interação significativa entre a castração e a idade de abate. Em cordeiros inteiros a razão  $\omega 6:\omega 3$  diminuiu com o aumento da idade de abate enquanto que nos cordeiros castrados não foi encontrado modelo significativo. Os valores obtidos para esta relação estão entre 1,21 e 1,70, valores estes de acordo com o Departamento de Saúde Britânico, que limita esta razão em até 4.0 (BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH, 1994). Simopoulos (2008) afirma que a taxa de  $\omega 6:\omega 3$  menor ou igual a 2, ajuda a reduzir o risco de doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer e artrite reumatoide. Os ácidos graxos poliinsaturados  $\omega 6$  e  $\omega 3$  mais importantes são os ácidos araquidônico, eicosapentaenóico e o ácido docosahexaenóico os quais, seu conteúdo na carne de cordeiros, depende da quantidade de seus respectivos precursores, o ácido linoleico e o  $\alpha$ -linolênico, no alimento (KOMPRDA, *et al.*, 2012).

A baixa concentração dos ácidos  $\omega 3$  e  $\omega 6$  incorporados na perna de cordeiros Santa Inês, em comparação aos demais ácidos graxos, além do seu consumo durante a

biohidrogenação ruminal, é também em função da dieta fornecida aos animais, a qual não foi enriquecida com os respectivos ácidos graxos. Uma redução no consumo de alimentos ricos em ácidos graxos ômega-3 aumenta a relação  $\omega 6:\omega 3$ , o que causa um estado de balanceamento inadequado acentuando a deficiência de  $\omega 3$  (CONNOR, 2000; SUÁREZ-MAHECHA, *et al.*, 2002).

Os ácidos graxos poliinsaturados  $\omega 6$  também apresentaram comportamento distinto entre as castrações para as idades estudadas. Nas pernas dos cordeiros castrados, a proporção de AGP  $\omega 6$  apresentou efeito quadrático com concentração mínima de 0,90 aos 147 dias de idade, enquanto que no mesmo corte dos cordeiros Santa Inês inteiros, a concentração de AGP  $\omega 6$  reduziu linearmente com o aumento da idade.

A qualidade nutricional da porção comestível da perna dos cordeiros Santa Inês castrados e não castrados, medida através do índice de aterogenicidade, trombogenicidade e relação entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos está evidenciada na Tabela 9.

**Tabela 9** - Qualidade nutricional da porção comestível da perna de cordeiros Santa Inês castrados e não castrados em diferentes idades

Índices <sup>a</sup>	Idade (PV) <sup>b</sup>				Castração <sup>b</sup>		Castração	Idade	CS*I <sup>b</sup>
	84 (22)	168 (24)	210 (28)	252 (30)	C	NC			
h:H	0,85	0,84	0,96	0,91	0,88	0,89	ns	ns	ns
IT	2,28	2,52	2,20	2,35	2,29	2,38	ns	ns	ns
IA <sup>1</sup>	1,63	1,45	1,23	1,19	1,29	1,46	ns	*	ns

Legenda: <sup>a</sup>h:H: relação entre o teor de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e ácidos graxos hipercolesterolêmicos; IT: índice de trombogenicidade; IA: índice de aterogenicidade; <sup>b</sup> PV: peso vivo; C: castrado; NC: não castrado; CS: castração; <sup>1</sup> Y = 1,86 - 2,7x10<sup>-3</sup>X; R<sup>2</sup> = 0,3919.

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, bem como a relação entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos, são de extrema importância para o valor nutricional do alimento, pois indica o quão prejudicial o mesmo é, ou pode ser, para a saúde humana. A trombose é caracterizada pela coagulação do sangue, formação de trombos, nos vasos sanguíneos. Em casos mais extremos, quando esses trombos se alojam na artéria pulmonar, causam uma doença frequentemente fatal, a embolia pulmonar (PICCINATO, 2008). Em contrapartida, a aterosclerose, ou doença cardíaca coronária (DCC), é provocada através do acúmulo de placas de gordura nas artérias que levam o sangue e o oxigênio ao

coração. Esse acúmulo causa a redução do fluxo sanguíneo podendo, até mesmo, interrompê-lo, causando a morte do indivíduo (XAVIER, *et al.*, 2013).

O cálculo destes índices foi proposto por Ulbricht e Southgate (1991) com o objetivo de considerar o efeito biológico dos ácidos graxos, uma vez que nem todos os ácidos graxos saturados possuem efeito trombótico, apenas o mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0), e o grau de aterogenicidade entre os ácidos láurico (C12:0), mirístico e palmítico é distinto. Dessa forma, quanto menor o índice de aterogenicidade e trombogenicidade, melhor qualidade nutricional tem a fração lipídica da carne ovina.

O índice de aterogenicidade apresentou comportamento linear, reduzindo à medida que aumentava a idade de abate dos cordeiros. Esse desempenho pode ser explicado pelo comportamento dos ácidos graxos saturados C12:0, C14:0 e C16:0, que também reduziram com o aumento da idade de abate. Quanto ao índice de trombogenicidade, o mesmo não apresentou diferença significativa entre as castrações e idades estudadas, bem como para o efeito da interação entre a castração e as idades de abate. Assim como o índice de aterogenicidade, o índice de trombogenicidade foi alto, refletindo o alto efeito trombótico dos ácidos graxos saturados (mirístico, palmítico e esteárico) quando comparado com o efeito antitrombótico dos ácidos graxos insaturados.

Observou-se que os valores encontrados são altos quando comparados com outros estudos. Komprda, *et al.* (2012), ao avaliarem as características de qualidade da carne de cordeiros de três raças com ênfase no perfil lipídico, encontraram valores entre 0,59 e 0,60 para o índice de aterogenicidade, aproximadamente 2,30 vezes menor que os valores reportados para a perna de cordeiros. O índice de trombogenicidade foi 1,71 vezes menor que o do presente estudo. O mesmo ocorreu no estudo de Santos-Filho, *et al.* (2005), avaliando o efeito da suplementação com castanha de caju, castração e armazenamento no perfil de ácidos graxos e teor de colesterol da carne de cabras do Nordeste do Brasil, que observaram valores de IA variando entre 0,52 e 0,56 em animais inteiros e 0,66 em castrados, e valores de IT entre 1,67 e 2,07 em animais castrados. Yakan e Ünal (2010) encontraram valores médios de 0,79 para o índice de aterogenicidade e 0,96 para o índice de trombonegicidade em cordeiros abatidos com até 45kg de peso vivo, sem haver efeito do peso de abate para estes índices.

No entanto, Oriani, *et al.* (2005) ao estudarem o efeito da idade de abate e de três músculos de cordeiros, também encontraram valores altos, com máximos de 1,48 e 1,85 e mínimos de 1,20 e 1,60 para os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, respectivamente, de acordo com a idade de abate.

Concomitantemente, o índice nutricional hipocolesterolêmico:hipercolesterolêmico (h:H) é utilizado visando refletir os efeitos funcionais dos ácidos graxos da gordura. Assim como os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, não existem limites ou valores recomendados, portanto assume-se que quanto maior, mais saudável será a gordura, devido à prevalência dos ácidos graxos insaturados. O melhor resultado para a relação entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos foi obtido para os cordeiros abatidos com 210 dias, idade na qual a média da razão h:H foi de 0,96. No entanto, a idade de abate não influenciou significativamente ( $p>0,05$ ) a relação h:H, bem como o fator castração e a interação entre os fatores estudados.

#### 5.4 Correlação de Pearson

**Tabela 10** - Correlação de Pearson entre o conteúdo de colesterol, teor de lipídeos, ácidos graxos insaturados e ácidos graxos saturados para a perna de cordeiros castrados e não castrados da raça Santa Inês abatidos em diferentes idades

CASTRADO								
Grupos <sup>a</sup>	84 dias de idade				168 dias de idade			
	Col	Lip	AGI	AGS	Col	Lip	AGI	AGS
<i>Colesterol</i>	1,000	0,5428	0,6572	-0,6669	1,000	0,8933	0,9143	-0,8415
<i>Lipídeos</i>	0,5428	1,000	0,9897***	-0,9878***	0,8933	1,000	0,6347	-0,5087
<i>AGI</i>	0,6572	0,9897***	1,000	-0,9999*	0,9143	0,6347	1,000	-0,9882***
<i>AGS</i>	-0,6669	-0,9878***	-0,9999*	1,000	-0,8415	-0,5087	-0,9882***	1,000
210 dias de idade								
Grupos <sup>a</sup>	210 dias de idade				252 dias de idade			
	Col	Lip	AGI	AGS	Col	Lip	AGI	AGS
<i>Colesterol</i>	1,000	0,6717	1,0000*	-1,0000*	1,000	-0,1924	0,9789	-0,9952***
<i>Lipídeos</i>	0,6717	1,000	0,6717	-0,6717	-0,1924	1,000	-0,3889	0,28793
<i>AGI</i>	1,0000*	0,6717	1,000	-1,0000*	0,9789	-0,3889	1,000	-0,9942***
<i>AGS</i>	-1,0000*	-0,6717	-1,0000*	1,000	-0,9952***	0,2879	-0,9942***	1,000
NÃO CASTRADO								
Grupos <sup>a</sup>	84 dias de idade				168 dias de idade			
	Col	Lip	AGI	AGS	Col	Lip	AGI	AGS
<i>Colesterol</i>	1,000	0,4115	-0,6873	0,7383	1,000	-0,6752	-0,9981**	0,9982**
<i>Lipídeos</i>	0,4115	1,000	-0,9449	0,9185	-0,6752	1,000	0,7196	-0,7184
<i>AGI</i>	-0,6873	-0,9449	1,000	-0,9974**	-0,9981**	0,7196	1,000	-1,0000*
<i>AGS</i>	0,7383	0,9185	-0,9974**	1,000	0,9982**	-0,7184	-1,0000*	1,000
210 dias de idade								
Grupos <sup>a</sup>	210 dias de idade				252 dias de idade			
	Col	Lip	AGI	AGS	Col	Lip	AGI	AGS
<i>Colesterol</i>	1,000	-0,9371	0,9543	-0,9444	1,000	0,6211	-0,2970	0,3853
<i>Lipídeos</i>	-0,9371	1,000	-0,9986**	0,9998**	0,6211	1,000	-0,9329	0,9625
<i>AGI</i>	0,9543	-0,9986**	1,000	-0,9995**	-0,2970	-0,9329	1,000	-0,9956***
<i>AGS</i>	-0,9444	0,9998**	-0,9995**	1,000	0,3853	0,9625	-0,9956***	1,000

Legenda: \*\*\* $p<0,01$ ; \*\* $p<0,05$ ; \* $p<0,01$ ; <sup>a</sup> Col: colesterol; Lip: lipídeos; AGI: ácidos graxos insaturados; AGS: ácidos graxos saturados.

Com o aumento da concentração de lipídeos na porção comestível da perna dos cordeiros castrados abatidos aos 84 dias de idade, houve também aumento do teor de ácidos graxos insaturados (0,9897) e a redução do teor dos ácidos graxos saturados (-0,9999). Estes

dados revelam a boa qualidade nutricional dos lipídeos em cordeiros mais jovens, rico em ácidos graxos insaturados, o que diminui o risco de doenças cardiovasculares, como a aterosclerose e a trombose, objetos de estudo neste trabalho. Diferente dos cordeiros castrados, os cordeiros inteiros, na mesma idade de abate, apresentaram correlação inversamente proporcional somente entre os ácidos graxos saturados e os ácidos graxos insaturados (-0,9974), mostrando que o aumento da concentração de um leva a redução da concentração do outro.

Este mesmo fato foi observado nos cordeiros castrados abatidos aos 168 dias de idade (-0,9882). No entanto, os cordeiros inteiros apresentaram péssima qualidade nutricional dos lipídeos, uma vez que houve correlação positiva entre o teor de colesterol e a concentração de ácidos graxos saturados (0,9982), negativa entre o teor de colesterol e a concentração de ácidos graxos insaturados (-0,9981) e perfeitamente negativa entre a concentração de ácidos graxos saturados e de ácidos graxos insaturados (-1,0000). Em outras palavras, com o aumento da concentração de colesterol na perna dos cordeiros, houve um aumento da concentração dos ácidos graxos saturados e uma proporcional diminuição da concentração dos ácidos graxos insaturados, revelando a má qualidade do colesterol nos cordeiros inteiros abatidos aos 168 dias de idade, rico em colesterol de baixa densidade (LDL), responsável por provocar doenças cardiovasculares bem como o aumento da concentração do colesterol plasmático.

A melhor correlação observada foi em animais castrados abatidos aos 210 dias idade, nos quais o aumento da concentração de colesterol aumentou na mesma proporção o teor de ácidos graxos insaturados (1,0000) e reduziu, também na mesma proporção, o teor de ácidos graxos saturados (-1,0000), mostrando também correlação perfeita inversa entre a concentração dos ácidos graxos insaturados e dos ácidos graxos saturados (-1,0000). Com estes dados observa-se a ótima qualidade nutricional do colesterol na porção comestível da perna nestes animais, rico em colesterol de alta densidade (HDL), o qual impede o acúmulo do colesterol de baixa densidade (LDL) nas artérias, reduzindo a formação de placas e trombos e o nível de triglicérides na corrente sanguínea. Por outro lado, os cordeiros inteiros apresentaram aos 210 dias de idade, má qualidade nutricional dos lipídeos na porção comestível da perna, visto que o aumento da concentração lipídica nestes animais aumentou a concentração dos ácidos graxos saturados (0,9998) e reduziu a concentração dos ácidos graxos insaturados (-0,9986), havendo também alta correlação inversa entre o teor de ácidos graxos saturados e o teor dos ácidos graxos insaturados (-0,9995).

Ainda que não tenha havido correlação entre o teor de colesterol e a concentração dos ácidos graxos insaturados, os animais castrados com 252 dias de idade apresentaram boa qualidade nutricional do colesterol, visto que o aumento da concentração do mesmo reduziu o teor de ácidos graxos saturados (-0,9952) e, com isto, houve uma correlação negativa entre os grupos de ácidos graxos saturados e insaturados (-0,9942), indicando que a redução do teor de ácidos graxos saturados, proveniente do aumento do teor de colesterol, aumentou a concentração dos ácidos graxos insaturados na porção comestível da perna. Por outro lado, os cordeiros inteiros apresentaram correlação negativa apenas entre a concentração de ácidos graxos saturados e de ácidos graxos insaturados (-0,9956).

## **6. CONCLUSÃO**

A castração se mostrou eficiente em cordeiros da raça Santa Inês abatidos aos 210 dias de idade devido à correlação entre o teor de lipídeos, concentração de colesterol e entre os grupos de ácidos graxos saturados e insaturados estudados. Além disso, os animais abatidos com esta idade mostraram maior teor de ácidos graxos insaturados na porção comestível da perna, bem como a melhor proporção entre os ácidos graxos saturados e insaturados, mostrando produzir um corte com melhor qualidade nutricional.

## 7. REFERÊNCIAS

ATTI, N.; MAHOUACHI, M. Effects of feeding system and nitrogen source on lamb growth, meat characteristics and fatty acid composition. **Meat Science**, n. 81, p. 344-348, 2009.

BARROS, N. N. *et al.* Influência do grupo genético e da alimentação sobre o desempenho de cordeiros em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1111-1116, setembro, 2003.

BAS, P.; MORAND-FEHR, P. Effect of nutritional factors on fatty composition of lamb fat deposits. **Livestock Production Science**, Paris, v. 64, n. 1, p. 61-79, maio, 2000.

BERNES, G.; TURNER, T.; PICKOVA, J. Sheep fed only silage or silage supplemented with concentrates 2. Effects on lamb performance and fatty acid profile of ewe milk and lamb meat. **Small Ruminant Research**, v. 102, p. 114-124, 2012.

BONANOME, A. M. D.; GRUNDY, S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **The New England Journal of Medicine**, Dallas, v. 318, n. 19, p. 1244-1248, maio, 1988.

BRAGA, Z. C. A. C.; BRAGA, A. P.; VASCONCELOS, S. H. L. Efeito da castração sobre o ganho de peso e características da carcaça de caprinos SRD. **Caatinga**, Mossoró-RN, v. 16, n. 1/2, p. 13-15, dez 2003.

BRASIL. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA**. Decreto n.º 30.691, de 29 de março de 1952. DOU 07/07/52. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento., 2007.

BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional aspects of cardiovascular diseases. Report on health and social subjects n°46**. London: H. M. Stationery Office., 1994.

BRUGIAPAGLIA, A.; LUSSIANA, C.; DESTEFANIS, G. Fatty acid profile and cholesterol content of beef at retail of Piemontese, Limousin and Friesian breeds. **Meat Science**, v. 96, p. 568-573, 2014.

CAMPBELL, M. K.; FARRELL, S. O. **Biochemistry**. 6ª. ed. Canadá: Thompson, 2009.

CARVALHO, C. C. B. D. **Características quantitativas e composição química dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês castrados e não castrados**. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2008. 50p.

CARVALHO, P. A. **Crescimento e composição da carcaça e dos cortes comerciais de cordeiros submetidos à restrição alimentar antes ou após o nascimento**. Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2005. 198p.

CARVALHO, S. et al. Desempenho e características quantitativas da carcaça de cordeiros da raça Suffolk, castrados e não castrados, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 1, p. 78-84, 2005.

CARVALHO, S.; BROCHIER, M. A. Composição tecidual e centesimal e teor de colesterol da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo níveis crescentes de resíduo úmido de cervejaria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 2023-2028, Oct. 2008.

CHIARA, V. L. *et al.* Ácidos graxos trans: doenças cardiovasculares e saúde materno-infantil. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 341-349, set-dez, 2002.

CHIZZOLINI, R. *et al.* Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat product. **Trends in Food Science & Technology**, n. 10, p. 119-128, 1999.

CHRISTIE, W. W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, Memphis, v. 23, p. 1072-1075, set., 1982.

CIESLAK, A. *et al.* Camelina sativa affects the fatty acid contents in M. longissimus muscle of lambs. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 11, n. 115, p. 1258-1265, 2013.

CLUTTON-BROCK, J. **A natural of domesticated mammals**. 2 ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999. 238 p.

COLOMER-ROCHER, F.; DUMONT, B. L.; FERROT, N. L. Descripción del despiece ovino aragones e definicion de un despiece de referencia normalizado. **Anales do Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias. Serie Producción Animal**, Madrid, n. 3, separata, n.8, 1972.

CONNOR, W. E. Importance of n-3 fatty acids in health and disease<sup>123</sup>. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, n. 1, p. 1715-1755, 2000.

CORRADELLO, E. F. A. **Criação de ovinos: antiga e contínua atividade lucrativa**. São Paulo: Ícone, 1988. 124 p.

COSTA, N. G. D. **A cadeia produtiva de carne ovina no Brasil rumo às novas formas de organização da produção**. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Brasília, DF, p. 182. 2007.

COSTA, R. D. L. **Avaliação do peso e do retorno ao estro em ovelhas e do desempenho ponderal de cordeiros, em ovinos da raça Santa Inês, de acordo com o manejo de amamentação**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacases, p. 89. 2003.

COSTA, R. G. *et al.* Perfil lipídico da carne ovina de diferentes genótipos mantidos com dietas com diferentes níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 532-538, mar. 2009.

CUPPARI, L. **Nutrição: nutrição clínica no adulto.** Barueri, SP: Manole, 2005. 145 p.

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

DAVIES, A. S. The structure and function of carcass tissues in relation to meat production. In: PURCHAS, R. W.; BUTLER-HOGG, B. W.; DAVIES, A. S. Meat Production and Processing. **New Zeland Society os Animal Production (Inc.)**, v. 11, p. 43-59, 1989.

DAZ, M. T. *et al.* Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, Madri, v. 43, n. 3, p. 257-268, março, 2002.

DHANDA, J. S.; TAYLOR, D. G.; MURRAY, P. J. Carcass composition and fatty acid profiles of adipose tissue of male goats: effects of genotype and liveweight at slaughter. **Small Ruminant Research**, Saskatoon, Part 2. v. 50, p. 67-74, outubro, 2003.

DOREAU, M.; FERLAY, A. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, Saint-Genès Champanelle, v. 45, n. 3, p. 379-396, fev., 1994.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2013. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>>. Acesso em: 04 Junho 2013.

FIGUEIRÓ, P. R. P. **Rendimento de carcaça em ovinos no Rio Grande do Sul.** In: Jornada Técnica de Produção Ovina no Rio Grande do Sul. [S.l.]: EMBRAPA - EMATER RS - ARCO - SEAGRI. 1979. p. 65-78.

FIGUEIRÓ, P. R. P.; BENAVIDES, M. V. Produção de carne ovina. In: Caprinocultura e ovinocultura. **Sociedade brasileira de Zootecnia / FEALQ**, Piracicaba, SP, p. 15-31, 1990.

FRENCH, P. *et al.* Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, Paris, v. 81, p. 307-317, junho, 2003.

FRESCURA, R. B. M. *et al.* Avaliação das proporções dos cortes da carcaça, características da carne e avaliação dos componentes do peso vivo de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 167-174, jan-fev., 2005.

GARCIA, I. F. F. *et al.* Estudo alométrico dos tecidos da carcaça de cordeiros Santa Inês puros ou mestiços com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 539-546, 2009.

GARCIA, I. F. F.; BONAGURIO, S.; PEREZ, J. R. O. **Comercialização da carne ovina.** ENCONTRO MINEIRO DE OVINO CULTURA. Lavras, MG. Anais... UFLA. 2000. p. 16-30.

GARCIS, P. T. *et al.* Conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids in muscle lipids of lambs from the Patagonian area of Argentina. **Meat Science**, v. 79, p. 541-548, 2008.

GRIINARI, J. M.; BAUMAN, D. E. **Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants.** In: Conjugated Linoleic Acid: Biochemical And Nutrition Clinical, Cancer, And Methodological Aspects. Champaign: AOCS Press, 1999.

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraciton of tissues with low-toxicity solvent. **Analitical Biochemistry**, Nova Iorque, v. 90, p. 420-426, out., 1978.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N. **The rumen microbial ecosystem.** London: Elsevier Applied Science, Cap. 9, p. 285-322. 1988.

HARPER, H. A. **Review of physiological chemistry.** 12. ed. Los Altos, CA, USA: Lange Medical Publications, 1969. 572 p.

HARRIS, K. B.; CROSS, H. R.; POND, W. G. Effect of dietary fat and cholesterol concentrations of growing pigs selected for high or low serum cholesterol. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 807-810, abril, 1993.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, [s.n.], v. 38, p. 1-65. 2010.

JAKOBSEN, K. Dietary modifications of animal fats: Status and future perspectives. **European Journal os Lipid Science and Technology**, v. 101, n. 12, p. 475-483, dez., 1999.

KIRTON, A. H. The effect of farm management practices on carcass composition and quality. **Wool Technology and Sheep Breeding**, Austrália, v. 31, n. 1, p. 27, march/apr., 1983.

KLEIN JÚNIOR, M. H.; SIQUEIRA, E. R. D.; ROÇA, R. D. O. Qualidade da carne de cordeiros castrados e não castrados confinados sob dois fotoperíodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 1862-1879, jul./ago., 2007.

KLEIN JÚNIOR, M. H.; SIQUEIRA, E. R.; ROÇA, R. O. Composição tecidual e qualidade da gordura na carne de cordeiros castrados e não castrados confinados sob dois fotoperíodos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 2, p. 461-469, Abril 2008.

KOBA, K.; YANAGITA, T. Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA). **Obesity Research & Clinical Practice**, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2013.10.001>>. Acesso em: 6 Julho 2014.

KOMPRDA, T. *et al.* Meat quality characteristics of lambs of three organically raised breeds. **Meat Science**, v. 81, p. 499-505, 2012.

KOWALE, B. N. *et al.* Lipid oxidation and cholesterol oxidation in mutton during cooking and storage. **Meat Science**, Londres, v. 43, n. 2, p. 195-202, junho, 1996.

KRAMER, J. K. G. *et al.* Rumenic Acid: A proposed common name for the major Conjugated Linoleic Acid isomer found in natural products. **Lipids**, v. 33, n. 8, p. 835, 1998.

LANDS, W. E. M. **Fish in human health**. Orlando, USA: American Press, 1986. 167p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios da bioquímica**. 4 ed. São Paulo: Sarvier, 2006. 1202 p.

LURUEÑA-MARTÍNEZ, M. A. *et al.* Effect of the addition of calcium soap to ewes' diet on fatty acid composition of ewe milk and subcutaneous fat of suckling lambs reared on ewe milk. **Meat Science**, v. 84, p. 677-683, 2010.

MADRUGA, M. S. *et al.* Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1838-1844, jul-ago., 2006 (supl.).

MADRUGA, M. S. *et al.* Influência da idade de abate e da castração nas qualidades físico-químicas, sensoriais e aromáticas da carne caprina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1562-1570, 2002.

MADRUGA, M. S. *et al.* Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados em diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 309-315, jan-fev., 2005.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. K. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2005. 1242 p.

MANSO, T. *et al.* Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. **Meat Science**, v. 83, p. 511-516, 2009.

MAPIYE, C. *et al.* The labile lipid fraction of meat: From perceived disease and waste to health and opportunity. **Meat Science**, n. 92, p. 210-220, 2012.

MAYES, P. A. **Colesterol: síntese, transporte e excreção**. In: MURRAY, R.K; GRANNER, D.K; MAYES, P.A. RODWELL, V.W. Harper Bioquímica. 7. ed. São Paulo: Atheneu, p. 262-274, 1994.

MAZALLI, M. R.; SALDANHA, T.; BRAGAGNOLO, N. Determinação de colesterol em ovos: comparação entre um método enzimático e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 62, n. 1, p. 49-54, 2003.

MELCHES, S. *et al.* Castration of lambs: a welfare comparison of different castration techniques in lambs over 10 weeks of age. **Veterinary Journal**, n. 173, p. 554-563, 2007.

MOLONEY, A. P. *et al.* Producing tender and flavor some beef with enhanced nutritional characteristics. **Proceedings Nutrition Society**, Londres, v. 60, n. 2, p. 221-229, maio, 2001.

MONTEIRO, E. M.; SHOMOKOMAKI, M. Influência do genótipo nos lipídeos totais e na fração insaponificável da carne de cordeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 29, n. 3, p. 545-548, agosto, 1999.

MULLER, L. D.; DELAHOY, J. E. Conjugated linoleic acid (CLA): implications for animal production and human health. **Pennstate University**, 2004. Disponível em: <http://www.das.psu.edu>. Acesso em: 23 Junho 2013.

NELSON, G. J.; SCHMIDT, P. C.; KELLEY, D. S. Low-fat diets do not lower plasma cholesterol levels in healthy men compared to high-fat diets with similar fatty acid composition at constant caloric intake. **Lipids**, n. 30, p. 969-976, 1995.

NIETO, G.; BAÑÓN, S.; GARRIDO, M. D. Incorporation of thyme leaves in the diet of pregnant and lactating ewes: Effect on the fatty acid profile of lamb. **Small Ruminant Research**, v. 105, p. 140-147, 2012.

NORMAN, M. **The potential of meat from goat**. 2. ed. [S.l.]: Oxford shire: Chapter, p. 57-87, 1985.

OKEUDO, N. J.; MOSS, B. W. Intramuscular lipid and fatty acid profile of sheep comprising four sex-types and seven slaughter weights produced following commercial procedure. **Meat Science**, n. 76, p. 195-200, 2007.

OLIVEIRA, N. M.; ALVES, S. R. S. Sistemas de criação de ovinos nos ambientes ecológicos do Sul do Rio Grande do Sul. In: OLIVEIRA, N.M. (Org.) **Sistemas de Criação de Ovinos em Ambientes Ecológicos do sul do Rio Grande do Sul. EMBRAPA: Centro de Pesquisa de Pecuária dos Campos Sul Brasileiros**, p. 192, 2003.

ORIANI, G. *et al.* Effect of age on fatty acid composition of Italian Merino suckling lambs. **Meat Science**, n. 71, p. 557-562, 2005.

OSÓRIO, J. C. D. S. *et al.* Efeito da castração sobre a produção de carne em cordeiros Corriedale. **Revista brasileira de Agrociência**, v. 5, p. 207-210, set-dez., 1999.

PAIM, T. P. *et al.* Carcass traits and fatty acid profile of meat from lambs fed different cottonseed by-products. **Small Ruminant Research**, v. 116, p. 71-77, 2014.

PANNIER, L. *et al.* Prime Australian lamb supplies key nutrients for human health. **Animal Production Science**, v. 50, p. 1115-1122, 2010.

PARDI, M. C. . S. I. F. . S. E. R. . P. H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: CEGRAF-UFG, v. 2, 1996. 524p.

PEREIRA NETO, O. A. Gerenciamento e capacitação da cadeia de ovinocultura. *In*: PEREIRA NETO, O. A. Práticas em ovinocultura: ferramentas para o sucesso. **SENAR - RS**, Porto Alegre, p. 1-8, 2004.

PEREZ, J. R. O. *et al.* 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**, Campinas, SP, v. 22, n. 1, p. 11-18, jan./apr., 2002.

PICCINATO, C. E. Trombose venosa pós-operatória. **Medicina**, Ribeirão Preto, SP, v. 41, n. 4, p. 477-486, 2008.

PILAR, R. D. C.; PÉREZ, J. R. O.; NUNES, F. M. Composição relativa dos cortes da carcaça de cordeiros Merino Australiano e cruza Ile France x Merino Australiano abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, RS, v. 12, n. 4, p. 461-469, out-dez., 2006.

PINHEIRO, R. S. B. *et al.* Informações nutricionais de carnes ovinas em rótulos comerciais, comparativamente às obtidas em análises laboratoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 376-381, abr-jun., 2007.

PIRES, C. C. *et al.* Cria e terminação de cordeiros confinados. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 30, n. 5, p. 875-880, set-out., 2000.

PLASCENCIA, A.; ESTRADA, M.; ZINN, R. A. Influence of free fatty acid content on the feeding value of yellow grease in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 10, p. 2603-2609, outubro, 1999.

POPOVA, T. Effect of the rearing system on the fatty acid composition and oxidative stability of the M. longissimus lumborum and M. semimembranosus in lambs. **Small Ruminant Research**, v. 71, p. 150-157, 2007.

RHEE, K. S. Fatty acids in meats and meat products. *In*: CHOW, C.K. (Ed.). Fatty acids in foods and their health implications. New York: Marcel Dekker, p. 65-93, 1992.

RIBEIRO, N. L. *et al.* Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 4, p. 614-623, out-dez., 2008.

RODRIGUES, J. B. **Processamento de hambúrguer de carne ovina adicionado com diferentes tipos de castanha.** Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, 2012. 63p.

ROSA, G. T.; PIRES, C. C.; SILVA, J. H. S. Crescimento alométrico de osso, músculo e gordura em cortes da carcaça de cordeiros Texel segundo os métodos de alimentação e peso de abate. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 870-876, 2005.

SAFARI, E.; SEFIDBAKHT, N.; FARID, A. Effect of castration and cryptorchidism and fatty acid content of ovine adipose tissue. **Meat Science**, n. 23, p. 65-69, 1988.

SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Anais...* Fortaleza, v. 33, p. 3-19, 1996.

SANTOS, C. L. D. *et al.* Crescimento alométrico dos tecidos ósseo, muscular e adiposo na carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 493-498, 2001.

SANTOS, C. L. D. *et al.* Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseos, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 487-492, mar-abr, 2001.

SANTOS, C. L. D.; PÉREZ, J. R. O. Cortes comerciais de cordeiros Santa Inês. *In: Encontro Mineiro de Ovinocultura*, Lavras, MG, p. 149-168, 2000.

SANTOS, C. L. **Estudo do crescimento e da composição química dos cortes da carcaça Santa Inês e Bergamácia.** Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG,. 2002. 257p.

SANTOS-FILHO, J. M. *et al.* Effect of cashew nut supplemented diet, castration, and time of storage on fatty acid composition and cholesterol content of goat meat. **Small Ruminant Research**, n. 57, p. 51-56, 2005.

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

SAÑUDO, C. *et al.* Fatty acid composition and sensory characteristic of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, Londres, v. 54, p. 339-346, abril, 2000.

SAS, I. **SAS User s guide: Satatitics.** 5 ed. North Carolina, USA: SAS Inst. Inc., 2000.

SCERRA, M. *et al.* Intramuscular fatty acid composition of lambs fed diets containing alternative protein sources. **Meat Science**, v. 87, p. 229-233, 2011.

SCHIMID, A. *et al.* Conjugated linoleic acid in meat na meat products: a review. **Meat Science**, Londres, v. 73, p. 29-41, maio, 2006.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1981. 166p.

SILVA, F. F. Aspectos produtivos da castração de novilhos de corte. **Caderno Técnico de Vetrinária e Zootecnia**, Belo Horizonte: UFMG, v. 33, p. 69, 2000.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Experimental Biology and Medicine**, v. 233, n. 6, p. 674-688, 2008.

SINCLAIR, A. J.; SLATTERY, W. J.; O'DEA, K. The analysis of polyunsaturated fatty acids in meat by capillary gas-liquid chromatography. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 33, n. 8, p. 771-776, agosto, 1982.

SIQUEIRA, E. R. **Raças ovinas e sistemas de produção**. Jaboticabal, SP: [s.n.], p. 01-25, 1990.

SMITH, S. B. *et al.* Adiposity, fatty acid composition, and delta-9-desaturase activity during growth in beef cattle. **Animal Science Journal**, v. 77, n. 5, p. 478-486, out., 2006.

SMITH, W. L. Nutritionally essential fatty acids and biologically indispensable cyclooxygenases. **Trend in Biochemical Sciences**, Amsterdam, v. 1, n. 33, p. 27-37, 2007.

SPOSITO, A. C.; CARAMELLI, B.; FONSECA, F. A. H. B. M. C. IV Diretriz brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose da sociedade brasileira de cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 88 (Supl. I), p. 2-19, abril, 2007.

STIPANUK, M. H. **Biochemical and physiological aspects of human nutrition**. New York, USA: W. B. Saunders, 2000.

SUÁREZ-MAHECHA, H. *et al.* Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 101-110, 2002.

SURETTE, M. E. The science behind dietary omega-3 fatty acids. **Medical Association Journal**, Canadian, v. 178, n. 2, p. 177-180, 2008.

TAVARES, A. J. **Poder de mercado e competitividade internacional**. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 2000.

TEIXEIRA, N. F. **Nutrição clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

TEIXEIRA, P. P. M.; SILVA, A. D. S. L. D.; VICENTE, W. R. R. Castração na produção de ovinos e caprinos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 8, n. 14, jan. 2010.

TSIPLAKOU, E.; MOUNTZOURIS, K. C.; ZERVAS, G. Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fat. **Livestock Science**, v. 103, p. 74-84, 2006.

TURK, S. N.; SMITH, S. B. Carcass fatty acid mapping. **Meat Science**, v. 81, p. 658-633, 2009.

UAUY, R.; VALENZUELA, A. Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. **Nutrition**, New York, USA, v. 16, n. 7-8, p. 680-684, 2000.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, London, v. 338, n. 8773, p. 985-992., 1991.

VELASCO, S. *et al.* Fatty acid composition of adipose depots of suckling lambs raised under different production systems. **Meat Science**, n. 59, p. 325-333, 2001.

WELLINGTON, G. H.; HOGUE, D. E.; FOOTE, R. H. Growth, carcass characteristics and androgen concentrations of gonad-altered ram lambs. **Small Ruminant Research**, n. 48, p. 51-59, 2003.

WOOD, J. D. *et al.* Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, Barking, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.

WOOD, J. D. *et al.* Manipulating meat quality and composition. **Proceedings of the Nutrition Society**, Londres, v. 58, n. 2, p. 363-370, maio, 1999.

WOOD, J. *et al.* Effects of fatty acids on meat quality: areview. **Meat Science**, n. 66, p. 21-32, 2004.

WYLIE, A. R. G.; CHESTNUTT, D. M. B.; KILPATRICK, D. J. Growth and carcass characteristics of heavy slaughter weight lambs: effects of sire breed and sex of lamb and relationships to serum metabolites and IGF-1.. **Animal Science**, v. 64, p. 309-318, 1997.

XAVIER, H. T. *et al.* V Diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose. **Revista da Sociedade Brasileira de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 101, n. 4, p. 1-22, 2013.

YAKAN, A.; ÜNAL, N. Meat production traits of a new sheep breed called Bafra in Turkey 2. Meat quality characteristics of lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 42, p. 743-750, 2010.

ZAPATA, J. F. F. *et al.* Características da carne de pequenos ruminantes do nordeste do Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37, n. 2, p. 146-153, 2003.

ZAPATA, J. F. F. *et al.* Composição centesimal e lipídica de ovinos do nordeste brasileiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 32, n. 4, p. 691-698, jul-ago, 2001.

ZERVAS, G.; TSIPLAKOU, E. The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. **Small Ruminant Research**, v. 101, p. 140-149, 2011.