



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**QUALIDADE DOS MÚSCULOS *SEMIMEMBRANOSUS* E
SEMITENDINOSUS DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM
CAROÇO DE ALGODÃO INTEGRAL OU DESINTEGRADO COM
OU SEM LIGNOSULFONATO DE CÁLCIO**

LEANDRO PEREIRA LIMA

2018



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**QUALIDADE DOS MÚSCULOS *SEMIMEMBRANOSUS* E
SEMITENDINOSUS DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM
CAROÇO DE ALGODÃO INTEGRAL OU DESINTEGRADO COM
OU SEM LIGNOSULFONATO DE CÁLCIO**

Autor: Leandro Pereira Lima

Orientadora: Prof. Dra. Cristiane Leal dos Santos

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2018

LEANDRO PEREIRA LIMA

**QUALIDADE DOS MÚSCULOS *SEMIMEMBRANOSUS* E *SEMITENDINOSUS*
DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM CAROÇO DE ALGODÃO
INTEGRAL OU DESINTEGRADO COM OU SEM LIGNOSULFONATO DE
CÁLCIO**

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dra. Cristiane Leal dos Santos-Cruz

Coorientadores: Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva
Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Março de 2018

636.085 Lima, Leandro Pereira.

L698q Qualidade dos músculos *semimembranosus* e *semitendinosus* de cordeiros alimentados com caroço de algodão integral ou desintegrado com ou sem lignosulfonato de cálcio. / Leandro Pereira Lima. – Itapetinga-BA: UESB, 2018.

109f.

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação da Prof^a. D.Sc. Cristiane Leal dos Santos-Cruz e coorientação do Prof. D.Sc. *Herymá* Giovane de Oliveira Silva e Prof. D.Sc. Aureliano José Vieira Pires.

1. Cordeiros – Caroço de algodão – Concentrado. 2. Dorper x Santa Inês – Qualidade da carne. 3. Cordeiros – Cálcio - Dieta. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Santos-Cruz, Cristiane Leal dos. III. Silva, *Herymá* Giovane de Oliveira. IV. Pires, Aureliano José Vieira. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5^a Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Cordeiros – Caroço de algodão – Concentrado
2. Dorper x Santa Inês – Qualidade da carne
3. Cordeiros – Cálcio - Dieta

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Qualidade dos músculos *Semimembranosus* e *Semitendinosus* de cordeiros alimentados com caroço de algodão integral ou desintegrado com ou sem lignosulfonato de cálcio”.

Autor (a): Leandro Pereira Lima

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Cristiane Leal dos Santos

Co-orientador (a): Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva
Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Cristiane Leal dos Santos – UESB
Orientadora

Prof. Dr. Herymá Giovane de Oliveira Silva - UESB

Prof^a. Dr^a. Mara Lúcia Albuquerque Pereira – UESB

Prof^a. Dr^a. Evanete Moura de Carvalho – IF Baiano

Prof. Dr. Antônio Amandio Pinto Garcia Júnior – UESB

Data de realização: 07 de março de 2018.

“Um exército de ovelhas liderado por um leão pode vencer um exército de leões liderado por uma ovelha.”

Provérbio Árabe

Aos meus pais, Ailton e Aneci Lima, e ao meu irmão, Ailton Júnior, que sempre me apoiaram e confiaram em mim.

A todos os parentes e amigos, que sempre torceram pelo meu êxito profissional.

E, em especial, à minha querida e amada esposa, Marileide Lima, pela compreensão, companheirismo e apoio incondicionais, sempre.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por me conceder o dom da vida e por sempre estar ao meu lado, guiando-me pelos melhores caminhos.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

Ao Instituto Federal Baiano, por conceder meu afastamento integral para meu aperfeiçoamento profissional.

À Professora e amiga Cristiane Leal, pela orientação, dedicação, incentivo, paciência e, principalmente, por, mais uma vez, confiar e apostar na minha capacidade profissional e pessoal.

Aos Professores Herymá Silva e Aureliano Pires, pela coorientação e por estarem sempre dispostos a colaborar com esse trabalho.

A todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, que muito contribuíram para o meu aperfeiçoamento

Ao Professor Ivon Lôbo, da UESC, por disponibilizar o Laboratório de Pesquisa do grupo Bioenergia e Meio Ambiente (BIOMA) para realização das análises de cromatografia; e ao professor Marcondes e à professora Simone, por disponibilizarem equipamentos dos seus laboratórios para o desenvolvimento de algumas etapas das análises químico-físicas.

Em especial, aos colegas e amigos Thon Jovita Farias, Marcus Andrade Wanderley Júnior e Rodrigo Junqueira, pelas inúmeras e inestimáveis ajudas e colaborações no desenvolvimento do projeto de pesquisa, das análises em laboratório e na elaboração da tese. Contem comigo com o que precisarem, sempre.

Ao colega doutorando e amigo desde a graduação, José Dantas Gusmão Filho, pela valiosa colaboração e parceria no desenvolvimento de diversas atividades durante o nosso doutoramento.

Aos amigos da UECO, os do grupo de pesquisa ScMeat, por colaborarem com o desenvolvimento do experimento.

Ao amigo Jeferson Ladeia, por incondicionalmente estar sempre disposto a colaborar, por ajudar durante os diversos, esgotantes e estressantes períodos de análise em laboratório e ainda pelo convívio e amizade.

A todos os colegas discentes do doutorado, pelo agradável convívio durante esse breve período.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!!!

BIOGRAFIA

LEANDRO PEREIRA LIMA, filho primogênito de Ailton de Souza Lima e Aneci Pereira Lima, nasceu em Itapetinga-Ba, no dia 09 de outubro de 1980.

Em junho de 2003, concluiu o curso de Zootecnia, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, e, em agosto de 2006, na mesma instituição, concluiu o curso de Mestrado em Zootecnia.

Em dezembro de 2009, tomou posse como Professor do Ensino Básico, Técnico Tecnológico no Instituto Federal de Alagoas-*Campus* Satuba, onde atuou até junho de 2010, quando foi redistribuído para o Instituto Federal Baiano-*Campus* Itapetinga.

Em março de 2014, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, área de concentração Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, realizando estudos na área de Nutrição e Alimentação Animal.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| LISTA DE FIGURAS | viii |
| LISTA DE ABREVIATURAS..... | ix |
| LISTA DE TABELAS..... | xi |
| RESUMO | xiii |
| ABSTRACT | xv |
| I – REFERENCIAL TEÓRICO | 1 |
| 1.1. Introdução..... | 1 |
| 1.2. Dietas de alto concentrado na terminação de ovinos..... | 2 |
| 1.3. Utilização do caroço de algodão na alimentação de ruminantes | 5 |
| 1.4. O lignosulfonato de cálcio | 7 |
| 1.5. Os músculos <i>Semimembranosus</i> e <i>Semitendinosus</i> | 8 |
| 1.6. Qualidade da carne..... | 8 |
| 1.7. Características físicas da carne..... | 10 |
| 1.7.1. Capacidade de retenção de água..... | 10 |
| 1.7.2. Perdas por cocção..... | 11 |
| 1.7.3. Cor..... | 12 |
| 1.7.4. Força de cisalhamento..... | 13 |
| 1.7.5. Potencial hidrogeniônico (pH) | 14 |
| 1.8. Composição centesimal da carne..... | 15 |
| 1.8.1. Ácidos graxos..... | 18 |
| 1.8.2. Ácido Linoleico Conjugado (CLA) | 24 |
| 1.8.3. Colesterol..... | 26 |
| 1.9. Referências Bibliográficas..... | 29 |
| II – OBJETIVO GERAL | 41 |
| 2.1. Objetivos específicos..... | 41 |
| III- HIPÓTESES..... | 42 |
| IV – MATERIAIS E MÉTODOS..... | 43 |
| 4.1. Local..... | 43 |
| 4.2. Dietas..... | 43 |
| 4.3. Obtenção dos músculos..... | 45 |
| 4.4. Análises laboratoriais..... | 47 |

| | |
|---|----|
| 4.4.1. Determinação dos parâmetros físicos..... | 47 |
| 4.4.2. Determinação da composição química..... | 49 |
| 4.5. Análise estatística..... | 52 |
| V – RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 54 |
| VI – CONCLUSÕES..... | 96 |
| VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 97 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| FIGURA 1. Localização dos músculos <i>semimembranosus</i> (<i>SM</i>) e <i>semitendinosus</i> (<i>ST</i>) no corte “perna”..... | 9 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|----------|---|
| A.O.A.C | Association of Official Analytical Chemists (Associação de Métodos Analíticos Oficiais) |
| a* | Variação de vermelho |
| AGI | Ácidos graxos insaturados |
| AGM | Ácidos graxos monossaturados |
| AGPI | Ácidos graxos poli-insaturados |
| AGS | Ácidos graxos saturados |
| AGD | Ácidos graxos desejáveis |
| b* | Variação de amarelo |
| CAD | Dieta com caroço de algodão desintegrado |
| CADL | Dieta com caroço de algodão desintegrado com adição de lignosulfonato de cálcio |
| CAI | Dieta com caroço de algodão integral |
| CAIL | Dieta com caroço de algodão integral com adição de lignosulfonato de cálcio |
| CLA | Ácido Linoleico Conjugado |
| CMS | Consumo de matéria seca |
| CONT | Dieta controle sem caroço de algodão |
| CPB | Consumo de proteína bruta |
| CRA | Capacidade de retenção de água |
| EE | Extrato etéreo |
| Epm | Erro padrão da média |
| FC | Força de cisalhamento |
| FDA | Fibra em detergente ácido |
| FDN | Fibra em detergente neutro |
| GT | Gordura total |
| HIPER | Hipercoleristêmico |
| HIPO | Hipocoleristêmico |
| IA | Índice de Aterogenicidade |
| IT | Índice de Trombogenicidade |
| Kg | Quilos |
| KGF | Quilograma força |
| L* | Luminosidade |
| LT | Lípídeos totais |
| MM | Matéria mineral |
| MO | Matéria orgânica |
| MS | Matéria seca |
| MUSC | Músculo |
| PB | Proteína bruta |
| pH | Potencial hidrogeniônico |
| PM | Peso do músculo |
| PPC | Perda por cocção |
| SM | <i>Semimembranosus</i> |
| ST | <i>Semitendinosus</i> |
| TRAT | Tratamento |
| γ | Gama |
| Ω | Ômega |
| 14:0 | Ácido mirístico |

| | |
|-------------------|---------------------------------|
| 14:1 | Ácido miristoléico |
| 15:0 | Ácido pentadecílico |
| 15:1 | Ácido 5-pentadecanóico |
| 16:0 | Ácido palmítico |
| 16:1 | Ácido palmitoléico |
| 17:0 | Ácido margárico |
| 17:1 | Ácido 10-heptadecenóico |
| 18:0 | Ácido esteárico |
| 18:1 C9 | Ácido oleico |
| 18:1 Ω -9c | Ácido oleico <i>cis</i> |
| 18:1 Ω -9t | Ácido oleico <i>trans</i> |
| 18:2 C9 T11 | Ácido linoleico conjugado |
| 18:2 Ω -6 | Ácido linoleico (LA) |
| 18:3 Ω -3 | Ácido α linolênico (LNA) |
| 18:3 Ω -6 | Ácido γ -linolênico |
| 20:0 | Ácido raquíico |
| 22:1 Ω -9 | Ácido erúico |
| 22:6 Ω -3 | Ácido cervônico (DHA) |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|---|--------|
| TABELA 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais | 44 |
| TABELA 2. Proporções dos ingredientes, composição física e químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais | 44 |
| TABELA 3. Composição química do lignosulfonato de cálcio lignoBond DD® | 45 |
| TABELA 4. Perfil de ácidos graxos (g.100g ⁻¹) identificados nas dietas experimentais | 46 |
| TABELA 5. Médias e erro padrão médio (EPM) de alguns parâmetros de desempenho de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado com caroço de algodão associado ao lignosulfonato de cálcio | 47 |
| TABELA 6. Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma dos quadrados | 53 |
| TABELA 7. Peso e composição química dos músculos <i>Semimembranosus</i> (SM) e <i>Semitendinosus</i> (ST) de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio | 55 |
| TABELA 8. Parâmetros físico-químicos dos músculos dos músculos <i>Semimembranosus</i> (SM) e <i>Semitendinosus</i> (ST) de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio | 60 |
| TABELA 9. Coloração (CIE L*a*b*) dos músculos <i>Semimembranosus</i> (SM) e <i>Semitendinosus</i> (ST) de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio | 65 |
| TABELA 10. Tabela 10. Concentrações (g.100 ⁻¹) dos principais ácidos graxos saturados dos músculos <i>Semimembranosus</i> (SM) e <i>Semitendinosus</i> (ST) de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou não com lignosulfonato de cálcio | 71 |
| TABELA 11. Concentrações (g.100 ⁻¹) dos principais ácidos graxos monoinsaturados dos músculos <i>Semimembranosus</i> (SM) e <i>Semitendinosus</i> (ST) de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio | 75 |

- TABELA 12. Concentrações ($\text{g}\cdot 100^{-1}$) dos principais ácidos graxos poli-insaturados dos músculos *Semimembranosus (SM)* e *Semitendinosus (ST)* de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio 12
- TABELA 13. Proporções dos ácidos graxos saturados (AGS) e insaturados (AGI) dos músculos *Semimembranosus (SM)* e *Semitendinosus (ST)* de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio 84
- TABELA 14. Proporções ($\text{g}\cdot 100^{-1}$) dos ácidos graxos monoinsaturados (AGM), ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e relações das classes de ácidos graxos dos músculos *Semimembranosus (SM)* e *Semitendinosus (ST)* de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio 86
- TABELA 15. Proporções ($\text{g}\cdot 100^{-1}$) dos ácidos graxos ômega 3 ($\Omega 3$) e ômega 6 ($\Omega 6$) dos músculos *Semimembranosus (SM)* e *Semitendinosus (ST)* de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio 88
- TABELA 16. Proporção ($\text{g}\cdot 100^{-1}$) dos ácidos graxos Hipocoleristêmicos (HIPO) e Hipercoleristêmicos (HIPER) dos músculos *Semimembranosus (SM)* e *Semitendinosus (ST)* de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio 90
- TABELA 17. Índices de Aterogenicidade (IA), Trombogenicidade (IT) e atividade enzimática da $\Delta 9$ Desaturase C18 ($\Delta 9$) dos músculos *Semimembranosus (SM)* e *Semitendinosus (ST)* de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou não com lignosulfonato de cálcio 93

RESUMO

LIMA, Leandro Pereira. **“Qualidade dos músculos *semimembranosus* e *semitendinosus* de cordeiros alimentados com caroço de algodão integral ou desintegrado com ou sem lignosulfonato de cálcio”**. Itapetinga, BA: UESB, 2018. 109 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se avaliar a qualidade dos músculos *semimembranosus* e *semitendinosus* de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, associado ou não ao lignosulfonato de cálcio. Foram utilizados 30 cordeiros machos F1 Dorper x Santa Inês não castrados, com peso corporal médio de 24,9±3,6 kg e idade média de quatro meses, alojados em baias coletivas distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado com seis repetições (animais). O experimento teve duração de 60 dias, sendo 12 dias de período de adaptação. Após esse período, os cordeiros foram abatidos, a carcaça resfriada por 24 horas e, em seguida, os músculos *Semimembranosus* e *Semitendinosus* foram retirados e armazenados até as análises laboratoriais. A inclusão do caroço de algodão nas dietas promoveu redução do peso do músculo, da capacidade de retenção de água, dos valores da intensidade de vermelho, da razão ácidos graxos insaturados/ácidos graxos saturados e da atividade da enzima Δ^9 -dessaturase C18, e aumentou a matéria mineral, a perda de peso por cocção, as concentrações totais dos ácidos graxos saturados, dos ácidos graxos poliinsaturados, do ácido linoleico conjugado e o do índice de trombogenicidade. A adição de lignosulfonato de cálcio promoveu aumento do peso do músculo, da proteína bruta e da matéria mineral; elevou os valores de pH, da força de cisalhamento, da intensidade de vermelho, do teor de mioglobina e da razão $\omega_6:\omega_3$; e reduziu as concentrações totais de ω_3 . A desintegração do caroço de algodão com a adição do lignosulfonato de cálcio aumentou a proteína bruta e a perda de peso por cocção, reduziu o pH e as concentrações de ácidos graxos saturados nas dietas contendo lignosulfonato de cálcio. A desintegração do caroço de algodão sem a adição do lignosulfonato de cálcio aumentou a luminosidade, o teor de mioglobina, as concentrações totais de ácidos graxos poliinsaturados, o ω_6 , a razão $\omega_6:\omega_3$, o índice de trombogenicidade, e reduziu a força de cisalhamento e a atividade da enzima Δ^9 -dessaturase C18. A inclusão de caroço de algodão integral ou desintegrado na dieta de cordeiros terminados em confinamento promoveu alterações nas características físico-químicas da carne obtida do *Semimembranosus* e do

Semitendinosus, sem que houvesse alterações na qualidade, e ainda manteve o perfil lipídico em valores considerados normais. A adição do lignosulfonato de cálcio promove alterações das características físicas e químicas e sobre o a composição dos ácidos graxos dos músculos *semimembranosus* e *semitendinosus*, mas não altera a qualidade.

Palavras-chave: cordeiros, concentrado, caroço de algodão, carne.

* Orientadora: Cristiane Leal dos Santos, Dra. UESB e Coorientadores: Herymá Giovane de Oliveira Silva, Dr. UESB e Aureliano José Vieira Pires, Dr. UESB.

ABSTRACT

LIMA, Leandro Pereira. "**Quality of the *semimembranosus* and *semitendinosus* muscles of lambs fed with whole or disintegrated cotton seed with or without calcium lignosulfonate**". Itapetinga, BA: UESB, 2018. 109 p. Thesis. (Doctorate in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production).*

The objective of this study was to evaluate the quality of the *semimembranosus* and *semitendinosus* muscles of lambs fed with high concentrate diets containing whole or disintegrated cotton seed, associated or not with calcium lignosulfonate. Thirty non castrated male lambs F1 Dorper x Santa Inês male lambs, with average body weight of 24.9 ± 3.6 kg and average age of four months, were housed in collective stalls distributed in a completely randomized experimental design with six replicates (animals). The experiment lasted 60 days, with 12 days of adaptation period, after which the lambs were slaughtered, the carcass cooled for 24 hours, and then the *Semimembranosus* and *Semitendinosus* muscles were removed and stored until the laboratory analysis. The inclusion of cotton seed in the diets promoted reduction of muscle weight, water retention capacity, red intensity, insaturated fatty acids / saturated fatty acids ratio and Δ^9 -desaturase C18 enzyme activity, and increased mineral matter, cooking loss, total concentrations of saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, conjugated linoleic acid and thrombogenicity index. The addition of calcium lignosulfonate promoted an increase in muscle weight, crude protein, and mineral matter, raised pH, shear force, red intensity, myoglobin content and the omega6: omega3 ratio and reduced the total concentrations of omega3. Disintegration of the cotton seed with the addition of calcium lignosulfonate increased crude protein and cooking loss, reduced pH and saturated fatty acid concentrations in diets containing calcium lignosulfonate. The disintegration of the cotton seed without the addition of calcium lignosulfonate increased the luminosity, myoglobin content, total concentrations of polyunsaturated fatty acids, omega6, omega6: omega3 ratio, thrombogenicity index, and reduced shear force and the activity of the enzyme Δ^9 -desaturase C18. The inclusion of integral or disintegrated cotton seed in the diet of lambs finished in confinement promoted changes in the physicochemical characteristics of the meat obtained from *Semimembranosus* and *Semitendinosus*, without any changes in quality and still maintained the lipid profile in values considered normal. The

addition of calcium lignosulfonate promotes changes in physical and chemical characteristics and on the fatty acid composition of the *semimembranosus* and *semitendinosus* muscles, but does not alter the quality.

Key words: lambs, concentrate, cotton seed, meat.

* Advisor: Cristiane Leal dos Santos, Dr. UESB and Co-Advisors: Herymá Giovane de Oliveira Silva, Dr. UESB and Aureliano José Vieira Pires, Dr. UESB.

I – REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. INTRODUÇÃO

A carne ovina apresenta propriedades benéficas para o organismo humano, principalmente quando proveniente de cordeiros, animais jovens, sendo fonte de proteínas, aminoácidos essenciais, e com baixa concentração de lipídios e de gordura saturada (Alves et al., 2014). Segundo Marques et al. (2016), a carne ovina possui consumo limitado, devido a dificuldades na produção, o que diminui a sua qualidade e a sua oferta para o mercado.

A procura por produtos oriundos da ovinocultura vem ganhando destaque no cenário econômico, principalmente em relação ao consumo de carnes. Dessa maneira, constata-se um indicador potencial para a expansão da atividade (Venturin et al., 2016), de forma que a crescente demanda por carne ovina de qualidade no mercado brasileiro induz a intensificação deste sistema de produção (Urbano et al., 2016).

A ovinocultura deve ser considerada como uma atividade capaz de produzir e abastecer o mercado de carnes, gerando emprego e fixando o homem no campo. No entanto, há ainda alguns entraves para que a cadeia produtiva da ovinocultura seja organizada o suficiente para atingir tais metas. A alimentação representa um dos maiores dispêndios na produção animal e, dessa forma, é necessário o estudo de manejos nutricionais alternativos que visem à redução dos custos produtivos (Hermes et al., 2015).

Devido aos custos elevados com alimentação de cordeiros terminados em confinamento, que podem chegar até 70% (Paim et al., 2011), buscam-se fontes de alimentos alternativos que venham minimizar esses custos, principalmente potenciais substitutos do farelo de soja e do milho, alimentos de preço elevado, que são constituintes majoritários do concentrado. De acordo com Manera et al. (2014), uma forma de atenuar os custos dos suplementos concentrados é a utilização de coprodutos da agroindústria regional. Juntamente com a agregação de valor à carne ovina, a utilização de alimentos alternativos na nutrição de cordeiros visa a reduzir os custos de produção, aumentando a viabilidade do sistema (Borghetti et al., 2016).

A busca por alternativas de baixo custo para substituir alimentos tradicionais é crucial para aumentar a rentabilidade da produção pecuária (Silva et al., 2015). A utilização de coprodutos da agroindústria torna-se excelente alternativa para a suplementação na nutrição animal, em especial para ruminantes.

Por ser um alimento com proteína de alto valor biológico e teor de energia, o que facilita a formulação de dietas de custo mínimo, o caroço de algodão é uma alternativa para o uso em confinamento de ruminantes. Outra vantagem, segundo Paula et al. (2012), seria que dietas contendo coprodutos de oleaginosas, como o algodão, são ricas em ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e possuem a capacidade de melhorar o perfil lipídico da carne e aumentar a eficiência alimentar do animal.

De acordo com Caetano & Caetano Júnior (2017), a depender do objetivo, qualquer óleo poderia ser considerado um óleo funcional no rúmen, variando de acordo com o nível em que for suplementado. Por outro lado, como os efeitos dos óleos podem ser tanto positivos como negativos, a utilização de óleos no rúmen deve ser realizada com precaução, uma vez que, segundo Paula et al. (2012), os ruminantes apresentam certas limitações no aproveitamento de dietas com alto teor de gordura, pois estas acarretam modificações nos padrões de fermentação ruminal, podendo prejudicar a degradação e absorção dos nutrientes.

Na formulação de rações para ruminantes, o caroço de algodão já é utilizado tradicionalmente, uma vez que tem o aproveitamento limitado na dieta de animais monogástricos. Por apresentar altas concentrações de óleo, proteína bruta e fibra, o caroço de algodão pode substituir alimentos volumosos sem prejudicar a fermentação ruminal. Os coprodutos oriundos da extração do óleo do caroço de algodão, devido ao alto valor proteico que apresenta, também são utilizados nas formulações de ração para ruminantes.

Muitos estudos já foram realizados utilizando coprodutos derivados do algodão como fonte alimentar, a maioria com o objetivo de avaliar o desempenho animal. Entretanto, poucos resultados se têm sobre o efeito dessa fonte de suplementação no produto final da ovinocultura de corte.

1.2. DIETAS DE ALTO CONCENTRADO NA TERMINAÇÃO DE OVINOS

Segundo Osório et al. (2012), “terminar” um animal consiste na adequação de um produto que atenda as necessidades do mercado, sendo necessário conhecer o animal em questão, no sentido de determinar a melhor forma de alimentá-lo e o tipo de alimento que deverá ser ofertado nas fases de seu desenvolvimento. Sobre esse aspecto, Motta et al. (2016) afirmaram que o tipo de terminação de um animal depende do mercado a ser atendido, o qual pode preferir carcaças com maior ou menor cobertura de gordura e diferente conformação.

A cadeia de produção de carne ovina tende a buscar sistemas mais eficientes zootecnicamente e que apresentem resultado econômico positivo, para viabilizar a continuidade da atividade. Segundo Fernandes et al. (2011), mesmo com uma boa forragem, cordeiros têm mostrado desempenho limitado e não conseguem alcançar o peso ao abate entre três e quatro meses, idade que proporciona parâmetros superiores de qualidade de carne. É sabido que a alimentação influencia diversas características da carne, e que animais alimentados com maiores proporções de concentrado tendem a apresentar carnes com maior teor de gordura, a qual, por sua vez, aumenta a sensação de suculência e maciez e ainda modifica a composição destas em ácidos graxos (Moreno et al., 2015).

O confinamento de ovinos, dentre os sistemas de criação, pode ser uma opção, principalmente nas regiões com potencial de utilização de subprodutos agropecuários, visando à diminuição dos custos de produção, com aumento da produtividade e sem prejuízos à qualidade da carcaça (Moura Neto et al., 2014). A terminação de animais confinados almeja melhorar a produtividade e o desempenho dos rebanhos, de modo que não se incremente apenas a quantidade de carne, mas principalmente, a qualidade do produto ofertado.

Cordeiro é a categoria animal que fornece carne de melhor qualidade e apresenta, nessa fase, melhor eficiência de produção, devido à alta taxa de crescimento. Uma das formas de potencializar os ganhos, nesta fase de desenvolvimento do animal, é a utilização do sistema de confinamento (Osório et al., 2012).

Dentre os sistemas de acabamento de cordeiros, destaca-se a terminação em confinamento, que, apesar de elevar os custos de produção – principalmente se relacionada à alimentação, alcançado 61,56% do custo total da produção (Ziguer et al., 2011) –, pode, quanto à terminação a pasto, proporcionar vantagens econômicas diretas e indiretas, principalmente com relação ao abate precoce dos cordeiros, que resulta em carcaças de melhor qualidade, garantindo preços diferenciados na comercialização. Segundo Medeiros et al. (2009), o sistema de confinamento é uma alternativa viável para o aumento da oferta de carne ovina, pois permite a produção desses animais em grande escala em pequenas áreas.

Segundo Paniago (2012), a alta participação de volumosos numa dieta exige, do sistema de produção, áreas próprias para o plantio de culturas destinadas a confecção de fenos ou silagens, uma vez que, devido à sua baixa densidade a aquisição externa, encarece sobremaneira o custo do frete e, por conseguinte, o custo final do alimento.

A produção de volumosos é um dos grandes entraves da produção em confinamento, além necessitar de grandes áreas, maquinário e recursos humanos tanto para a confecção como para o fornecimento, sofre influências climáticas. Sendo assim, segundo Carvalho et al. (2015), o uso do confinamento com dietas de alto grão traz como vantagens a falta de necessidade do uso de área para plantio de culturas e da realização de tratamentos culturais nas mesmas, a presença de maquinários próprios para o plantio, corte, elaboração e conservação de silagens ou fenos, bem como a redução de mão de obra necessária para fornecimento de volumoso aos animais.

Para Sormunen-Cristian (2013), a escassez de volumosos de boa qualidade e de preços baixos de alguns grãos incentiva o uso de dietas à base de concentrado para terminação de ovinos. Desta forma, grande benefício à produção ovina pode ser alcançado pela utilização de dietas de alto concentrado em sistemas de confinamento.

De acordo com Carvalho et al. (2015), a terminação de cordeiros em sistema de confinamento com o uso de dietas de alto concentrado é uma prática crescente em sistemas de produção de carne ovina. Outro fator a ser considerado é que o uso de dietas de alto grão apresenta uma maior padronização da dieta ofertada, visto que os ingredientes concentrados apresentam pouca variação nutricional ao longo do ano, diferentemente do que ocorre com alimentos volumosos, refletindo em melhores resultados produtivos. Essa padronização é interessante, do ponto de vista do controle das exigências nutricionais dos animais, pois se podem formular, de maneira mais segura, dietas corretas, que promovam os resultados desejados.

Araújo Filho et al. (2010) demonstraram que animais alimentados com maiores quantidades de energia na dieta apresentam melhor desempenho. Da mesma forma, Lima et al. (2013) concluíram que cordeiros recebendo 100% da dieta com alto grão apresentaram maiores rendimentos e acabamento de carcaça. Entretanto, Borges et al. (2011), trabalhando com dieta de alto grão através da substituição do milho grão inteiro por aveia preta (0, 15 e 30% base natural) no desempenho de cordeiros confinados, observaram que essa dieta não afetou o desempenho dos cordeiros. De acordo com Turner et al. (2012), os concentrados ricos em C18:2n-6 resultam em maiores concentrações de C18:2n-6 e derivados de cadeia longa no músculo de ovinos.

Dados contraditórios reportados na literatura podem ter limitado, por vários anos, o uso de dietas de confinamento à base de alto concentrado. Talvez, por essa razão, o emprego de dietas sem forragens no Brasil ainda seja uma tecnologia relativamente nova, tendo surgido, basicamente, a partir de 2005 (Paulino et al., 2013).

Sobre esse aspecto, Rufino Júnior et al. (2015) observaram ainda que, na literatura, os estudos em que foram testados níveis de inclusão de caroço de algodão nas rações sempre trabalham com dietas baseadas em forragem (fenos ou silagens), não tendo sido testada, até o momento, a inclusão de caroço de algodão em rações compostas apenas por alimentos concentrados, o que tem sido tendência de uso no confinamento de cordeiros no Brasil, por apresentar elevada praticidade, já que não necessita de forragens armazenadas e reduz o custo e trabalho decorrentes do seu manuseio diário.

1.3. UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DE ALGODÃO NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

A cotonicultura visa à produção de fibras para a indústria têxtil, porém o caroço corresponde à maior porcentagem da produção. Para safra 2016/2017, o Brasil teve uma produção estimada de 2.298,3 mil toneladas de caroço de algodão (CONAB, 2017). A ABRAPA (2013) estima que cerca de 40% do caroço de algodão produzido no país seja destinado *in natura* a pecuaristas que servem o produto diretamente aos animais, sem que haja nenhum tipo de beneficiamento ou processamento dos caroços. A parte que é destinada à indústria segue para as esmagadoras, onde são obtidos a torta e o farelo. A Bahia ocupa o 2º lugar na produção nacional, com 19,2% do total (CONAB, 2016) e teve uma produção estimada em 845621 mil toneladas em 2017 (IBGE, 2017).

Rica em óleo, com valor médio de 19,3% (NRC, 2001), o caroço de algodão pode ser adicionado na suplementação animal, substituindo a utilização do milho e da soja. Conforme dados de Valadares Filho et al. (2006), o caroço de algodão possui 91% de matéria seca (MS), 23,0% de proteína bruta (PB), 19,0% de extrato etéreo (EE), 46% de fibra em detergente neutro (FDN), 36% de fibra em detergente ácido (FDA) e 82% de nutrientes digestíveis totais (NDT), valores que fazem deste produto um suplemento proteico e energético, com características para ser utilizado em regiões onde a cultura do algodão está presente.

O caroço de algodão é um dos coprodutos mais utilizados na alimentação de ruminantes. O farelo e a torta são os mais conhecidos produtos derivados do processamento do caroço de algodão integral. Ambos são resultantes da remoção do óleo, que pode ser feita tanto pelo esmagamento mecânico do caroço como através do uso de solventes (EMBRAPA, 2013).

Mesmo apresentando diversas vantagens, a utilização dos produtos derivados da cotonicultura na alimentação de ruminantes é limitada, devido aos elevados teores de

EE, que podem interferir na degradabilidade de fibras, e por possuírem elevadas quantidades de gossipol, um fator antinutricional o qual pode acarretar em toxicidade aos animais que o ingerem. De acordo com o EFSA (2008), esta substância em sua forma livre, na alimentação animal, tem ação bioativa e produz reações adversas nos sistemas circulatório, renal, respiratório e hepático desses animais, podendo levá-los ao óbito.

O gossipol é observado nas formas "livre" e "ligada" às proteínas, principalmente ao aminoácido lisina. Na forma "ligada" ele é considerado não tóxico, por não poder ser absorvido no trato digestivo. A forma "livre" pode ser tóxica e atua reduzindo a capacidade de transporte de oxigênio do sangue, resultando em respiração mais curta e edema de pulmões. O caroço de algodão possui maior quantidade de gossipol livre, enquanto, nos farelos, o aquecimento durante o processamento faz com que a maior parte se apresente na forma ligada, embora o valor total não se altere (Marsiglio, 2015). A intoxicação pelo gossipol tem sido relatada em muitas espécies, incluindo ovinos (Saldanha & Belo, 2016).

Os ácidos graxos poliinsaturados e os de cadeia média afetam fortemente a flora ruminal (Caetano & Caetano Júnior, 2017), o caroço de algodão promove lenta liberação do óleo no rúmen, o que ocasiona pequeno efeito na função ruminal. No processo de desintegração, ocorre a ruptura da semente, com aumento da quantidade de óleo livre no rúmen, o que pode reduzir a digestão ruminal da fração fibrosa da ração.

O línter presente no caroço de algodão é composto quase que totalmente de celulose, sendo altamente digestível no rúmen; porém, com taxa de degradação lenta, representando aproximadamente 10% do peso total do caroço de algodão. Por outro lado, segundo Lima et al. (2014), o línter presente no caroço de algodão integral favorece a retenção do próprio caroço e outros componentes da dieta no rúmen, os quais são regurgitados e mastigados durante a atividade de ruminação.

Como subproduto do algodão, o farelo representa mundialmente a segunda mais importante fonte ou suplemento proteico disponível para a alimentação animal, ultrapassada apenas pela soja. A disponibilidade do caroço e do farelo de algodão no mercado produtor, seu valor energético, proteico e o baixo preço têm estimulado pecuaristas a adotarem sua utilização na alimentação animal (Gadelha et al, 2011).

O uso de lipídeos na alimentação animal é intensificado pelo intuito de promover mudanças químicas, físicas e sensoriais em produtos de origem animal, além do interesse na busca da produção de componentes alimentares benéficos a saúde humana (Costa et al., 2009).

As fontes lipídicas em dietas para animais ruminantes, compostas em sua maioria por sementes de oleaginosas, contêm, em maior proporção, ácidos graxos insaturados, sendo estes parcialmente hidrogenados pelas bactérias do rúmen no processo denominado biohidrogenação (Arruda et al., 2012), o que afeta a incorporação de tais ácidos nos produtos finais (Lima et al. 2016).

Na literatura, encontram-se diversos trabalhos com indicações de diferentes formas de inclusão do caroço de algodão na dieta de ruminantes, entretanto estudos com resultados conclusivos sobre a qualidade da carne de cordeiros alimentados com caroço de algodão e os efeitos sobre o perfil de ácidos graxos ainda são escassos.

1.4 O LIGNOSULFONATO DE CÁLCIO

De acordo com Khitrin et al. (2012), o lignosulfonato, um subproduto da indústria de celulose, é um aditivo aglutinante que pode ser usado para melhorar as características de adequada resistência mecânica à abrasão e à compressão. Neves et al., (2009) definiram o lignosulfonato como um aglutinante energético, altamente higroscópico, que pode atuar envolvendo os ácidos graxos e impedindo a ação das bactérias, evitando, assim, a biohidrogenação.

O lignosulfonato pode atuar diminuindo a degradação ruminal da proteína dos grãos, pois pode proteger a proteína verdadeira (proteína do grão) da ação dos microrganismos do rúmen, aumentando a concentração de proteína não degradável neste (Petit et al., 2002).

A biohidrogenação ruminal pode ser evitada com o uso de métodos de proteção dos ácidos graxos no rúmen, sendo as principais formas o fornecimento de grãos inteiros de oleaginosas com lenta liberação da gordura ou aplicação de técnicas de processamentos térmicos (Neves et al., 2009). De acordo com Wernersbach Filho et al. (2006), o lignosulfonato, além de proteger os nutrientes dos grãos da degradação ruminal, reduz a disponibilidade dos lipídios e proteína para as bactérias ruminais e, conseqüentemente, minimiza os efeitos negativos dos lipídios sobre a fermentação ruminal.

Desta forma, o fornecimento de uma suplementação lipídica com caroço de algodão, oleaginosa rica em ácidos graxos poliinsaturados, tratado com lignosulfonato pode proporcionar benefícios para os animais, através da melhoria dos parâmetros nutricionais, como a proteção da proteína e da gordura da degradação ruminal, além de

benefícios para a qualidade da carne produzida através da proteção dos ácidos graxos poliinsaturados da biohidrogenação ruminal.

1.5. OS MÚSCULOS *SEMIMEMBRANOSUS* E *SEMITENDINOSUS*

Os músculos *Semimembranosus* e *Semitendinosus* são dois dos principais que envolvem o fêmur e compõem o corte “perna” ou “pernil”. O músculo *Semimembranosus* ou músculo Semimembranáceo tem a função de estender a articulação do quadril e aduzir o membro, já o *Semitendinosus* ou Semitendinoso atua estendendo as articulações do quadril e do jarrete, flexionando a articulação do joelho e girando o membro medialmente (Vasconcelos et al., 2014). Estão localizados superficialmente (Figura 1) e apresentam maturidade mediana, sendo indicados para estudos sobre a qualidade da carne.

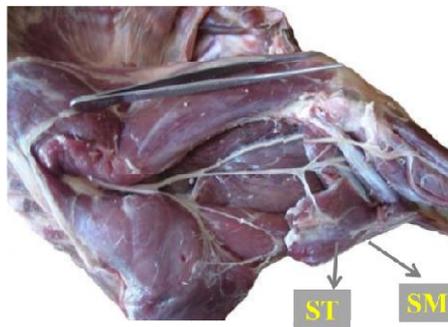


Figura 1. Localização dos músculos *semimembranosus* (SM) e *semitendinosus* (ST) no corte “perna”. Fonte: Adaptado de Sousa et al., (2016).

1.6. QUALIDADE DA CARNE

O conceito de “qualidade da carne” é variável no tempo e no espaço e se estabelece em função de adequações das características do produto frente às exigências de mercado (Santos et al., 2015b). De acordo com Osório et al. (2012), a avaliação da qualidade da carne de ruminantes sofreu mudanças significativas nos últimos anos, com o foco passando do produtor e características avaliadas no animal (peso da carcaça, rendimento de carcaça) para o consumidor, com características avaliadas na própria carne, como características sensoriais e nutritivas, visto que a consolidação da cadeia produtiva depende da compreensão dos atributos sensoriais preferidos pelo consumidor. Conforme relatado por Moeller et al. (2010), a qualidade da carne está relacionada com

o sabor, aroma, suculência e maciez, sendo essas características de grande importância na decisão de compra pelo consumidor

A qualidade da carne sofre influência de fatores intrínsecos (raça, sexo, idade) e extrínsecos (atividade física, alimentação e manejo pré-abate) ao animal. Dentre os fatores extrínsecos, aqueles relacionados à alimentação são os mais facilmente manipuláveis, os quais devem ser utilizados como ferramenta para produzir animais que atendam às exigências do mercado (Santos et al., 2015b). Moreno et al. (2016) relataram ainda que fatores que ocorrem após o abate (refrigeração, congelamento, tipos de embalagem) afetam também os parâmetros de qualidade de carne.

Segundo Cruz et al. (2016), as características nutricionais estão correlacionadas com a composição geral da carne e influenciadas pela porcentagem de água, valor biológico da proteína, teor e perfil de gordura, minerais e vitaminas. Ainda de acordo com esses autores, a qualidade da carne é dependente da aplicação de tecnologias originadas no melhoramento genético, na saúde animal e na nutrição, sendo que a nutrição influi no rendimento e na qualidade da carne, assim como os aditivos também têm sido utilizados para tal finalidade.

Devido ao crescente consumo de carne ovina, torna-se necessário sua produção em quantidade e qualidade. Atualmente, sob o rótulo de busca de qualidade, os consumidores se deparam com fartas opções de produtos cárneos diferenciados, identificação de cortes, preparos, embalagens, identificação de origem e rotulagens de marcas ligadas aos sistemas de criação e às raças (Champredonde et al., 2014).

Por isso, segundo Pinheiro et al. (2010), torna-se necessário conhecer os parâmetros da qualidade da carne – como composição química, pH, cor, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção e maciez –, buscando atender a alta qualidade e competitividade de produtos de origem. Osório et al. (2014) ressaltam que, para características qualitativas da carne, destacam-se a velocidade de queda do pH, o perfil lipídico, as características sensoriais, a cor, a dureza e a capacidade de retenção de água.

Conforme relatos de Santos et al. (2009), os músculos, os ossos e a gordura são os constituintes básicos da carcaça, e as quantidades destes variam em função da idade (Pinheiro et al., 2010), do sexo (Verbeke et al., 2010) e do peso ao abate (Freetly et al., 2011).

A adoção de ferramentas como o uso de genótipos selecionados e de programas de manejos alimentares específicos pode contribuir para garantir o alcance de um

produto de qualidade satisfatória. Desta forma, é importante conhecer o conceito de “qualidade” de cada mercado, para que a cadeia produtiva dos ovinos possa disponibilizar produtos que atendam as preferências dos consumidores.

1.7. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA CARNE

A utilidade para a comercialização e adaptação aos processos industriais da carne são determinadas pelas características deste produto. Guerrero et al. (2013) destacaram dentre as características cárneas mais importantes para a avaliar a qualidade da carne: pH, cor, capacidade de retenção de água, maciez e perdas por cocção e os aspectos sanitários e nutricionais. Deste modo, tais características podem evidenciar carnes de melhor ou pior qualidade, e os resultados, segundo Pinheiro et al. (2010), podem ser utilizados para determinar os preços dos produtos com distintas qualidades, estes que serão direcionados para diferentes tipos de mercado.

1.7.1. Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) é a capacidade que a carne tem para reter água durante a aplicação de forças externas, tais como corte, aquecimento, moagem ou pressão. Traduz sensação de suculência pelo consumidor no momento da mastigação (Fernandes Júnior et al.; 2013). De acordo com Monte et al. (2012), a menor capacidade de retenção de água da carne implica perdas do valor nutritivo pelo exudato liberado, resultando em carne mais seca e com menor maciez.

Muitas das propriedades físicas da carne, incluindo a cor, suculência e maciez, dependem, em grande parte, da CRA. Esse é um parâmetro qualitativo que indica a sensação de suculência do consumidor no momento da mastigação (Pearce et al., 2011). Fernandes et al. (2011) também relacionaram à CRA características de maciez como firmeza e sensações.

O pH final é a causa das características de alta ou baixa capacidade de retenção de água (Pearce et al., 2011). Com valores de pH acima de 6,0, a CRA aumenta, enquanto que valores de pH entre 5,5 e 5,7 resultam em uma baixa CRA, por o pH estar próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares.

Há um possível aumento na CRA da carne de animais alimentados com dietas ricas em proteína. Zeola et al. (2002) encontraram maiores CRA na carne de cordeiros que receberam dietas com 45 e 60 % de concentrado (52,18 e 54,61%,

respectivamente), em relação à daqueles que receberam dieta com 30% de concentrado (51,64%).

Menezes Júnior et al. (2014), investigando a influência da dieta na terminação de ovinos de diferentes raças de reprodutores sobre a qualidade física, química e sensorial da carne, relataram diferenças da CRA entre sistemas de produção e os genótipos estudados. Os cordeiros terminados em pasto cultivado e os da raça Dorper proporcionaram carnes com maiores teores de CRA, sendo que os valores variaram entre 93,42 e 93,94%.

1.7.2. Perdas por cocção

Ao atingir a temperatura de cozimento, que ocorre em valores entre 60 e 70°C, as células musculares da carne sofrem fortes contrações, o que provoca a perda de suco, e conseqüentemente, uma diminuição significativa na maciez. Esse fenômeno é chamado de perdas por cocção (PPC).

A cocção dos alimentos proporciona trocas físicas, químicas e estruturais dos componentes pelo efeito do calor, além de alterações na aparência. Monte et al. (2012) afirmaram que as formas de transferência de calor, a temperatura, a duração do processo e o meio de cocção para o preparo da carne são alguns dos fatores responsáveis pelas alterações químicas e físicas que podem modificar a composição química e o valor nutricional dessa carne.

As PPC são uma medida essencial da qualidade da carne, já que estão associadas ao seu rendimento no momento do consumo. Segundo Santos et al. (2015), a PPC caracteriza-se como importante parâmetro de avaliação da qualidade da carne, está associada ao rendimento no preparo para o consumo e influencia a suculência da carne.

Avaliando o efeito de teores de glicerina sobre as características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros, Pellegrin et al. (2014) observaram que a PPC da carne aumentou linearmente com o aumento dos teores de glicerina bruta (0; 10; 20 e 30%). Os valores encontrados foram de 22,42; 23,34; 25,48 e 27,08% para os respectivos teores. Entretanto, os valores de lipídios totais da carne não foram alterados. Costa et al. (2011), avaliando os atributos sensoriais e físicos da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas formuladas com duas relações volumoso:concentrado (50:50 e 20:80), constataram que a dieta com maior percentual de concentrado proporcionou menores perdas por cocção na carne.

Ao aferir o efeito da espessura de gordura subcutânea sobre as características físico-químicas da carne de cordeiros, Mora et al. (2015) observaram que o aumento da espessura da gordura subcutânea não afetou a PPC.

1.7.3. Cor

A cor da carne pode ser influenciada por diversos fatores – tais como o músculo, a alimentação, o pH e a concentração de gordura intramuscular (Sañudo et al., 2013) – e está relacionada com as fibras musculares, o pigmento mioglobina e a hemoglobina presente no sangue (Gao et al., 2014). Sobre esse aspecto, Grandis et al. (2016) afirmaram que a genética, sistema de produção, nutrição, idade e o pH final da carne podem exercer efeito importante sobre os valores de luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo. Esses autores acrescentaram ainda que esses valores também tendem a se modificar com o aumento do peso de abate, devido à maior musculosidade do animal. Com o desenvolvimento muscular, aumenta-se a quantidade de mioglobina presente, o depósito de gordura começa a ficar mais evidente e, conseqüentemente, diminui a quantidade de água do músculo.

A coloração da carne é determinada pela mioglobulina, proteína envolvida no processo de oxidação dos músculos, e estudos têm mostrado que diversos fatores exercem influência sobre ela, tais como tipo de alimentação, idade do animal e raça. A manipulação desses fatores, que estão fortemente relacionadas ao tempo de oxidação da mioglobulina, é uma ferramenta a ser utilizada no processo de produção para aumentar o tempo de varejo dessas carnes (Calnan et al., 2014).

De acordo com Simões & Ricardo (2000), a cor da carne pode ser medida pelo método objetivo, utilizando-se colorímetro, o qual determina as coordenadas L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho) e b^* (intensidade de amarelo). Carnes com menor L^* e maior a^* apresentaram cores mais vermelhas. Mora et al. (2015), ao abater cordeiros com diferentes espessuras de gordura subcutânea, relataram para a carne valores de 37,12 a 40,70 para L^* , 14,63 a 18,20 para a^* e 4,30 a 6,40 para b^* .

A cor é a característica mais importante para o consumidor no momento da compra e reflete o estado químico e o teor de mioglobina no músculo. Normalmente, carnes escuras são rejeitadas pelo comprador, que associa essas a carnes oriundas de animais mais maduros; portanto, com carne dura (Cruz et al., 2016). Os varejistas consideram a cor da carne fator de importância primária na aceitação pelos consumidores (Verbeke et al., 2015).

Segundo Zeola et al. (2002), a cor reflete a quantidade e o estado químico de seu principal componente, a mioglobina. Assim, sua intensidade depende da concentração de pigmentos e do estado físico da carne, podendo sofrer variações devido a menor ou maior concentração de mioglobina e hemoglobina, dependendo do estado de sangria ao qual os animais foram submetidos. Nesse contexto, Leite et al. (2014) informaram que as condições de abate e a susceptibilidade do animal ao estresse podem provocar anomalias nos valores de pH da carne, que, por sua vez, altera a cor. O pH afeta a cor, tendo em vista que a quantidade de luz que é refletida ou absorvida depende do ponto isoelétrico, decorrente da sua relação com a capacidade de retenção de água e com a estrutura da superfície da carne.

Vieira et al. (2010), ao analisarem a qualidade da carne de cordeiros da raça Santa Inês, verificaram que a adição de diferentes níveis de caroço de algodão integral (CAI) na ração de tais animais influenciou significativamente ($p < 0,05$) apenas o parâmetro de cor da carne ovina. As médias do índice de luminosidade (L^*) apresentaram valores crescentes com a adição do caroço de algodão integral, variando de 47,4, para o tratamento controle, até 50,5, para o tratamento adicionado de 40% CAI.

1.7.4. Força de cisalhamento

As propriedades físico-químicas da carne são traduzidas em sabor, cor, odor, suculência e maciez, sendo esta última a de maior incidência na decisão de compra, por parte do consumidor, mas também a de maior reclamação, por sua variabilidade na produção (Maltin et al., 2013), merecendo, pois, maior importância.

Análises subjetivas feitas por julgadores treinados e padronizados determinam parâmetros para medir a textura da carne, entretanto parâmetros físicos empregados por vários estudos científicos se mostram mais eficientes. O método objetivo utiliza equipamentos que medem a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de carne e, quanto maior a força dispensada, menor é a maciez apresentada pelo corte de carne, sendo o ideal uma força de cisalhamento inferior a $4,5 \text{ kgf/cm}^2$ (Lima Júnior et al., 2011).

Segundo Borges et al. (2006), o método físico de medir a força de cisalhamento (FC) tem sido bastante utilizado, pois apresenta alta correlação com a análise sensorial. Na análise de força de cisalhamento pelo método de Warner-Bratzler, a textura da carne pode ser classificada em macia (até $8,6 \text{ kgf/cm}^2$), aceitável (8 a 11 kgf/cm^2) e dura (acima de 11 kgf/cm^2).

De acordo com Jacob & Pethick (2014), os fatores que influenciam a firmeza da carne são: a quantidade e o tipo de fibras de colágeno, de gorduras subcutânea, intermuscular e intramuscular, e a capacidade de retenção de água.

A força de cisalhamento tem sido usada como forma de avaliação da maciez da carne, e diversos fatores a influenciam, são exemplos: manejo empregado no pré-abate, velocidade de instalação do rigor mortis, pH no *pós mortem*, temperatura pré-abate, instalação e extensão da glicólise, músculo utilizado e condições de acondicionamento e metodologia para as determinações, tais como temperatura e tempo empregado no processo de cocção (Monte et al., 2012). A maciez é considerada a característica qualitativa da carne mais importante após a compra (Cruz et al. 2016).

De acordo com relato de Leão et al. (2011), a alimentação rica em concentrados resulta em carne com maior teor de gordura intramuscular, uma carne, conseqüentemente, mais macia. Farias et al. (2015), ao medirem a força de cisalhamento de carnes de cordeiros alimentados com dietas de elevada proporção de concentrado contendo gordura protegida, constataram que o aumento da quantidade de gordura protegida na dieta aumenta a força de cisalhamento da carne; mesmo assim, os valores observados indicam que a carne produzida pode ser considerada muito macia. Esses autores encontraram valores médios de 2,15 kgf/cm², 2,18 kgf/cm² e 3,75 kgf/cm², à medida que os níveis de gordura na dieta aumentaram em 0%, 4,2% e 5,8%, respectivamente.

Ao aferirem o efeito da espessura de gordura subcutânea sobre as características físico-químicas da carne de cordeiros, Mora et al. (2015) observaram que o aumento da espessura da gordura subcutânea resulta em decréscimos da força de cisalhamento.

1.7.5. Potencial hidrogeniônico (pH)

De acordo com Leite et al. (2014), fatores estressantes antes do abate – como transporte de animais, maus tratos e tempo de jejum, dentre outros – influenciam diretamente a condição do músculo em armazenar glicogênio, resultando, com isso, num pH final mais elevado. Sobre esse aspecto, Bressan et al. (2001) afirmaram que o pH final do músculo é um fator que exerce influência sobre vários parâmetros de qualidade da carne, como, por exemplo, na capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção e força de cisalhamento, bem como sobre as propriedades sensoriais de maciez, suculência, sabor, aroma e cor. Quando o declínio normal do pH é alterado, a qualidade da carne é prejudicada. Segundo Lomiwes et al. (2013), carnes com pH

intermediário apresentam menor maciez quando comparadas a carnes de pH baixo-normal.

De acordo com Lawrie (2005), os músculos que conservam pH alto durante a conversão em carne, apresentam a cor escura e a superfície seca em função de as proteínas conservarem a sua capacidade de retenção de água. Por outro lado, aqueles cujo pH diminui muito rapidamente são de cor pálida, apresentam baixa capacidade de retenção de água e superfície bastante úmida.

O pH pode sofrer influência de fatores intrínsecos (como genética, idade, sexo, indivíduo e tipo de músculo) e extrínsecos (como dieta, tempo de jejum e temperatura da refrigeração). A elevação do pH, ocasionada pelo aumento do nível de ácido láctico intramuscular, é determinante na qualidade da carne e de produtos, constitui um dos fatores mais importantes no processo de transformação do músculo em carne.

1.8. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CARNE

A carne é composta basicamente por água, proteína, matéria mineral e lipídios, sendo que, de acordo com Young et al. (2013), os principais constituintes da carne com interesse nutricional são a gordura, as vitaminas, os minerais e as proteínas (Young et al., 2013). A composição centesimal da carne sofre a influência de não somente um, mas vários aspectos, podendo-se citar a condição sexual, raça, idade e peso ao abate, condição nutricional, estratégia de manejo, dentro outros (Guerrero et al., 2013). Segundo Rotta et al. (2009), a grande variação existente na composição química da carne ocorre em razão de vários fatores, tais como o grupo muscular amostrado, grau de acabamento da carcaça e tipo de regime alimentar.

Segundo Lawrie (2005), do ponto de vista quantitativo, a água é o constituinte mais importante da carne, correspondendo a aproximadamente 75% deste tecido, esse valor apresenta constância de um músculo para outro no mesmo animal e, mesmo entre espécies, exercendo influência na qualidade da carne, tanto na suculência desta, como em sua textura, sabor e cor. Ao avaliarem diferentes formas de processamento da casca de mandioca para uso na alimentação de ovinos e seus efeitos sobre a composição centesimal e qualidade de carne, Faria et al. (2014) não verificaram efeito das diferentes dietas sobre os percentuais de umidade das carnes de ovinos, com valores variando de 75,68 até 76,45%.

Devido ao seu elevado conteúdo em proteína, sua disponibilidade em aminoácidos essenciais e alta digestibilidade, a carne apresenta um elevado valor

biológico. As proteínas da carne são provenientes dos músculos, dos tecidos conjuntivos, das miofibrilas e do sarcoplasma. O músculo cru apresenta de 18 a 22% de proteína (Prache et al., 2011).

As proteínas da carne são originárias principalmente do tecido muscular e conjuntivo, sendo que as proteínas miofibrilares estão presentes em maior quantidade, seguidas pelas proteínas sarcoplasmáticas. No tecido muscular, a quantidade de proteína bruta no músculo varia de 18 a 22%, e a ingestão diária de 100 gramas de carne fornece aproximadamente 45 a 55% da proteína diária recomendada para humanos (Monte et al., 2012).

Verificando o efeito do grupo racial e a espessura de gordura ao abate, sobre o desempenho produtivo, econômico e a composição química da carne de cordeiros Santa Inês e ½ Dorper + ½ Santa Inês, Macedo et al. (2012) encontraram o valor médio de 22,67% de PB. Valores próximos aos desses autores (entre 21,58 e 22,75 % de PB) foram relatados por Faria et al. (2014) ao avaliarem diferentes formas de processamento da casca de mandioca para uso na alimentação de ovinos e seus efeitos sobre a composição centesimal e a qualidade de carne. Os autores não verificaram influência das diferentes dietas sobre os percentuais de PB na carne de ovinos. Bonacina et al. (2011), trabalhando com cordeiros alimentados em pastagem, encontraram valores de proteína variando de 18,19 a 18,62%. Esses valores são inferiores aos descritos por Menezes Júnior et al. (2014), que ficaram entre 22,29 e 22,71%. Essa diferença foi atribuída pelos autores ao efeito raça.

A carne possui, em média, 1,5% de matéria mineral na sua composição centesimal, a qual está distribuída irregularmente no tecido muscular: 40% encontra-se no sarcoplasma, 20% forma parte dos componentes celulares e o restante distribui-se nos líquidos extracelulares, porém apresenta uma vasta variedade de sais minerais, sendo geralmente uma boa fonte desses na alimentação humana (Zeola et al., 2002). Em termos quantitativos, o fósforo e o potássio são os mais importantes, seguidos de zinco, ferro e cálcio (Ramos, 2005).

Na literatura, foram relatados, em trabalhos recentes, valores médios de 1,03% até 1,88% de matéria mineral na carne ovina (Senegalhe et al., 2014; Mora et al., 2015). Costa et al. (2011), ao avaliarem a composição centesimal da carne de ovinos Morada Nova alimentados com dietas contendo melão em substituição ao milho, não encontraram diferenças significativas para as porcentagens de matéria mineral, com valor médio de 1,0%.

O perfil lipídico é um dos mais importantes componentes tecnológicos da qualidade nutricional dos produtos de origem animal (Ribeiro et al., 2011). De acordo com Pessoa et al. (2016), a composição lipídica dos tecidos muscular e adiposo em ruminantes é influenciada diretamente pela alimentação, o sexo, a idade, e o genótipo dos animais. Acrescentaram ainda que a quantificação dos efeitos de cada um desses fatores poderá direcionar as pesquisas na produção de alimentos benéficos à saúde humana. Além disso, os lipídios possuem alto valor energético e estão associados a características sensoriais especiais, que se revelam pela sua textura, aroma e sabor, além de serem uma fonte concentrada de energia e de ácidos graxos essenciais, o que lhes confere um papel importante na alimentação. De acordo com Santos-Cruz et al. (2012), diferentes quantidades de ácidos graxos podem ser encontradas em diferentes cortes de carcaça, porque a distribuição da gordura é desigual.

A adequada distribuição das gorduras está relacionada à qualidade da carne e influencia na textura, na suculência e no sabor. De acordo com sua localização, a gordura da carne pode ser descrita como intra, inter e extracelular. A intracelular se distribui em forma de gotículas no plasma celular, ocorrendo em menor quantidade do que as outras localizações. A intramuscular e o grau de gordura de cobertura na carcaça são fatores que contribuem para a suculência e maciez da carne. De maneira geral, a carne proveniente de animais jovens apresenta apenas traços de gordura, é macia, com aroma mais suave que o da carne de animais velhos, tornando-se atrativa aos consumidores (Monte et al., 2012). Cruz et al. (2016) afirmaram que quanto maior o teor de gordura na ração, maior a deposição de gordura na carcaça.

É evidenciada por diversos estudos a contribuição da gordura intramuscular e do teor de gordura de cobertura como fatores importantes na suculência e maciez da carne, e essa ação pode ocorrer de forma direta e indireta. Segundo Lawrie (2005), a forma direta está ligada à sensação de umidade produzida na boca durante as primeiras mordidas e ao efeito lubrificante da gordura na fibra muscular. O efeito indireto da gordura está ligado à sua baixa condutividade térmica, que ocasiona um cozimento mais lento da carne e, como consequência, evita a desnaturação proteica e a perda de líquido durante o cozimento.

Fatores internos, como sexo e genótipo, exercem influência tanto sobre a quantidade como sobre a qualidade dos lipídios em produtos de origem animal (Kouba & Moura, 2011), já os fatores externos, como alimentação, têm uma influência sobre a composição de ácidos graxos de lipídios, sendo considerado um fator de extrema

importância quando se trata da manipulação da composição de ácidos graxos da carne (Oliveira et al., 2013).

Fatores como raça, espécie, sexo, manejo, alimentação, região anatômica, idade e clima promovem variações do nível de gordura na carne (Lawrie, 2005). A idade do animal é um dos fatores que mais influenciam na quantidade e distribuição da gordura depositada na carcaça. De acordo com Leão et al. (2011), cordeiros terminados com maior quantidade de concentrado nas dietas resultam em carne com maior teor de gordura intramuscular.

1.8.1 Ácidos graxos

Os ácidos graxos ingeridos através da carne vermelha influenciam os fatores de risco das doenças cardiovasculares e atuam sobre as concentrações plasmáticas de lipídios e lipoproteína (Santos et al.; 2013). Por esse motivo, técnicas de manejos alimentares vêm sendo estudadas e melhoradas, para a produção de um alimento de melhor qualidade nutricional, visando a uma menor proporção de gordura saturada e a um teor de colesterol mais saudável nessa carne. De acordo com Silva et al. (2008), o conteúdo de gordura, em comparação ao perfil de ácidos graxos, apresenta muita influência no valor comercial da carcaça, porém o consumidor tem despertado para o segundo aspecto, bem como o meio científico. Isso se deve à preocupação do consumidor em adquirir carnes saudáveis e com baixo teor de colesterol.

A ocorrência de problemas de saúde tem sido associada com a ingestão de gordura. Tais problemas são relacionados, principalmente, ao efeito da gordura saturada, mais especificamente, dos ácidos mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0), sobre a concentração plasmática das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), o que gera uma crescente preocupação em relação aos possíveis efeitos de determinados alimentos ou nutrientes sobre a saúde dos consumidores (Santos et al.; 2013). Madruga et al. (2008), ao avaliarem o efeito da inclusão de diferentes níveis (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral na dieta sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês, constataram que o grupo dos animais que receberam a dieta adicionada de 30% de caroço de algodão integral foi o grupo que apresentou maior concentração do ácido palmítico (26,91), comportamento inverso ao observado para o ácido mirístico (0,31), nesse mesmo nível, inferior aos demais níveis.

A modificação do perfil de ácidos graxos dos alimentos é um dos aspectos mais relevantes a ser considerado, devido à forte tendência do mercado consumidor em

adquirir produtos de qualidade alimentar mais nobres, visto que compostos presentes nos produtos originados de ruminantes, como o CLA, têm sido descritos, por seus diversos benefícios a saúde humana. A suplementação lipídica com óleos vegetais é uma prática promissora na nutrição animal e, assim sendo, deve ser cada vez mais elucidada (Paula et al., 2012). Tal informação é corroborada por Burin (2016), ao afirmar que o perfil de ácidos graxos pode ser influenciado pela dieta à qual o animal é submetido, cuja manipulação pode ser feita mediante a inclusão de fontes lipídicas, manipulação da relação volumoso:concentrado e inclusão de aditivos.

A gordura presente na carne ovina, segundo Gois et al. (2016), é influenciada por fatores como o peso vivo ao abate, sexo, dieta, genótipo e músculo, tendo a dieta um grande impacto sobre a deposição de gordura intramuscular, bem como sobre a concentração de ácidos graxos saturados e ácidos graxos poliinsaturados. De acordo com Urbano et al. (2014), partindo do pressuposto de que o metabolismo ruminal é responsável, em partes, pelo perfil lipídico da carne de ruminantes, supõe-se que tudo aquilo que pode interferir na fermentação ruminal tem capacidade de modificar o perfil lipídico da carne. Sendo assim, é possível, por meio da dieta dos animais, modificar o conteúdo dos diferentes ácidos graxos na musculatura e alterar as relações entre eles, tornando a carne mais saudável.

Além da dieta, outros aspectos podem ter influência direta sobre o perfil de ácidos graxos da carne. Lind et al. (2011), por exemplo, ao estudarem o efeito do sexo sobre a qualidade da carne em cordeiro, observaram que o total de AGS e AGPI foi maior nos machos.

A composição dos lipídeos dietéticos é refletida no perfil da gordura da carcaça na maioria das espécies; contudo, para os ruminantes, os lipídeos dietéticos são amplamente modificados pelos microrganismos do rúmen, principalmente no que se refere aos ácidos graxos poliinsaturados, apresentando efeitos sobre o conteúdo e a composição dos ácidos graxos no músculo esquelético (Arruda et al., 2012). Sobre esse aspecto, Berchielli et al. (2011) afirmaram que a natureza e a quantidade dos lipídios armazenados nos tecidos dependem das condições alimentares, dos processos de digestão e absorção intestinal, do metabolismo hepático e dos sistemas de transporte.

Arruda et al. (2012) sugeriram que as carnes de melhor qualidade nutricional e sensorial passaram a ser preferência, sendo essa geralmente explicada pela quantidade de gordura presente e pela composição dos ácidos graxos. Sobre esse aspecto, Menezes Junior et al. (2014) afirmaram que a determinação do perfil de ácidos graxos se torna

importante no que diz respeito a identificar o teor de ácidos graxos essenciais, saturados e poliinsaturados.

Pela inclusão de fontes lipídicas, busca-se melhorar a qualidade da gordura com o aumento na concentração de ácidos graxos insaturados e diminuição dos saturados na carne de animais ruminantes, mas nem sempre se obtêm melhorias no perfil de ácidos graxos, pois existem inúmeros fatores influentes, como o tipo e a concentração de lipídio e a proporção de concentrado das dietas (Homen Júnior et al, 2015).

As dietas dos ruminantes são constituídas, principalmente, por ácidos graxos insaturados, os quais são, quase em sua totalidade, hidrogenados pelas bactérias do rúmen. O processo de biohidrogenação é de suma importância, pois diminui a concentração de lipídeos insaturados. De acordo com Urbano et al. (2014), estes são tóxicos aos micro-organismos ruminais, sobretudo às bactérias Gram-positivas e aos protozoários, por causarem rompimento da membrana celular microbiana e prejudicarem a função celular e a atividade das enzimas hidrolíticas bacterianas.

Em algumas condições dietéticas, o processo de biohidrogenação não se completa, permitindo a produção e a absorção, pelo animal, dos intermediários deste processo (Arruda et al., 2012). A taxa de biohidrogenação, de acordo com Pessoa et al. (2016), varia com o tipo e a qualidade da forragem, a área de superfície das partículas de alimento no rúmen e as modificações estruturais da molécula de lipídios que inibem o ataque pela isomerase bacteriana; assim, de acordo com Ribeiro et al. (2011), as mudanças na dieta produzidas por indução na alimentação podem alterar o caminho da biohidrogenação, tendo como resultado mudanças nos ácidos graxos intermediários.

Atualmente, o consumidor já busca informações sobre os tipos de ácidos graxos presentes na carne, sendo as dietas fornecidas aos animais provenientes de tal carne responsáveis diretas pela formação destes. Do ponto de vista nutricional, os principais componentes lipídicos de interesse nutricional são os ácidos graxos livres e o colesterol, sendo que o conteúdo de cada um destes compostos, na carne, é bastante variável.

Estudos sobre as propriedades da adequada razão $\Omega 6:\Omega 3$ e do CLA mostram que a carne de ruminantes tem importância na alimentação humana, por conter altas concentrações do ácido linoleico conjugado e por ser uma fonte natural de ácidos graxos poliinsaturados da série n-3 (Schmid et al., 2006). Deste modo, a carne é considerada como parte de uma dieta saudável e enquadrada como “alimento funcional” por Scerra et al. (2011). Os alimentos categorizados como funcionais são apresentados na forma de alimentos comuns e devem apresentar, além das funções nutricionais básicas,

propriedades benéficas à fisiologia humana (Braithwaite et al., 2014). Os alimentos funcionais estão presentes em dietas convencionais e demonstram capacidade de regular funções corporais de forma a auxiliar na prevenção contra doenças comumente encontradas na população mundial (Bernal et al., 2011).

Há grande importância da relação entre a qualidade da carne e a gordura, e, conforme o já relatado por Silva Sobrinho et al. (2005), grande atenção a fatores que afetam a qualidade da carne tem sido dada também à gordura subcutânea e às gorduras intramusculares, conhecidas como marmorização.

A fração lipídica da carne de ruminantes é composta majoritariamente por ácidos graxos monoinsaturados e saturados – como ácido oleico, palmítico e esteárico –, sendo que, segundo Scollan et al. (2014), os saturados estão relacionados com doenças cardiovasculares. Em contrapartida, os ácidos graxos poliinsaturados presentes na carne – principalmente ácido α -linolênico, eicosapentaenoico (EPA), docosahexaenoico (DHA) e ácido linoleico conjugado (CLA) – reduzem o risco de câncer (Ferguson et al., 2010), de doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2, além de colaborar com a formação e funcionamento cerebral (Barceló-Coblijn; Murphy, 2009). Os ácidos graxos poliinsaturados se subdividem nas séries ômega 6 (ω 6) e ômega 3 (ω 3) e são considerados essenciais, devido à incapacidade do organismo de sintetizá-los (Kouba & Mourot, 2011).

Em função da presença de ácidos graxos nocivos e benéficos à saúde humana, a manipulação do perfil lipídico através da dieta de terminação animal pode contribuir para a produção de carne mais saudável; isto é, produto com elevado teor de ácidos graxos insaturados (relação Poliinsaturado:Saturado $>0,4$ é um valor considerado satisfatório à saúde), naturalmente a carne apresenta aproximadamente uma razão P:S de 0,1 (Wood et al., 2008). Além disso, destaca-se a importância do equilíbrio entre a relação Ω 6: Ω 3, cujo valor sugerido é inferior a quatro, a fim de buscar benefícios à saúde do consumidor.

Devido às novas tendências de consumo de alimentos saudáveis, é crescente a demanda de produtos de melhor qualidade, que proporcionem segurança alimentar e que ainda apresentem características funcionais ou nutracêuticas (Huang et al., 2017). No organismo humano, os ácidos graxos das famílias ômega-6 e ômega-3 têm ações diferentes: enquanto os produtos metabólicos dos ácidos graxos ômega-6 promovem inflamação e tumores, os ácidos graxos ômega-3 atuam no sentido contrário. É importante manter um equilíbrio dietético entre os dois tipos de ácidos graxos, uma vez

que funcionam em conjunto, promovendo a saúde e o equilíbrio orgânico. Segundo relato recente de Scherr et al. (2014), uma dieta saudável deveria apresentar a razão ideal entre ômega-6 e ômega-3 de 1/1 ou 2/1.

Outros ácidos importantes são: o ácido α -linolênico, que participa ativamente do metabolismo dos humanos e ainda é precursor de AG do grupo ômega 3 (ω -3), é conhecido por suas propriedades cardioprotetoras e anti-inflamatórias (Salter, 2013); e o ácido oléico, que possui capacidade de reduzir o LDL do colesterol plasmático (FAO, 2010). Algumas pesquisas apontam que o consumo de ácidos graxos provenientes de ruminantes apresenta um potencial efeito protetor sobre o risco de doença cardiovascular (Rice, 2014).

A lipólise é o processo que inicia o metabolismo dos lipídeos no rúmen, sendo essencial à liberação de ácidos graxos livres a partir de ésteres para permitir a biohidrogenação, que é responsável pela redução do número de ligações duplas na cadeia de carbono dos ácidos graxos (Buccioni et al., 2012). Os lipídios ingeridos pelos ruminantes passam por importantes transformações no rúmen, denominadas de biohidrogenação (Buccione et al., 2012), processo o qual ocorre a partir da ação de enzima bacteriana juntamente com a síntese endógena que ocorre no próprio tecido dos animais (Lucatto et al., 2014).

Conforme a descrição de Gouvêa et al. (2012), a biohidrogenação no rúmen ocorre da seguinte forma: o ácido linoleico (C18:2_cis9_cis12) passa inicialmente a rumênico (C18:2_cis9_trans_11), passando depois a ácido vaccênico (C18:1_trans_11) e posteriormente a esteárico (C18:0), pela ação dos microrganismos ruminais. Esses ácidos graxos são absorvidos pelos animais e alcançam os tecidos. Pela ação da enzima Δ 9-desaturase nos tecidos, o ácido esteárico pode ser transformado em ácido oleico e o ácido vaccênico pode ser transformado em ácido rumênico. Essas duas vias de formação de CLA são as responsáveis pelas concentrações no conteúdo tecidual.

Menezes et al. (2014) destacaram a influência do tipo de ácido graxo presente na carne sobre seu sabor e palatabilidade. Merecendo, portanto, destacar a importância, sob o aspecto comercial, para o perfil de ácidos graxos, já que estudos têm demonstrado que a proporção de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poliinsaturados (AGP) influenciam no sabor da carne. De acordo com Van Ba et al. (2013), são cerca de cinquenta compostos voláteis produzidos a partir da oxidação/degradação dos ácidos graxos que, em interação com produtos gerados pela

reação de Maillard*, constituem importantes elementos de formação e desenvolvimento de sabor no processo de cocção.

Conforme relatado por Gois et al. (2016), a carne de ovinos é rica em ácidos graxos saturados, principalmente mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0); os monoinsaturados são palmitoléico (C16:1) e oleico (C18:1) e os poliinsaturados linoleico (C18:2), linolênico (C18:3) e araquidônico (C20:4). Os ácidos graxos saturados, segundo Mensink et al. (2013), aumentam o nível de colesterol sanguíneo, por reduzirem a atividade do receptor LDL - colesterol e reduzirem o espaço livre de LDL na corrente sanguínea.

Já foi relatado por Geay et al. (2001) que é possível aumentar a insaturação e reduzir o teor relativo de ácidos graxos saturados e monoinsaturados nas carnes dos ruminantes, aumentando a proporção de ácidos graxos poliinsaturados na dieta desses animais. Esses autores relataram ainda a importância dos ácidos graxos no metabolismo dos mamíferos, especialmente alguns ácidos graxos poli-insaturados, como o linoleico (C18:2) e derivados, que formam a família dos ácidos graxos ômega-6, e principalmente o ácido graxo linolênico (C18:3) e derivados, que formam a família dos ácidos graxos ômega-3. De acordo Gois et al. (2016), a produção de ovinos deve ser planejada visando à obtenção de carnes com níveis aceitáveis de gordura, apresentando menores concentrações de ácidos graxos saturados e colesterol.

A avaliação da qualidade nutricional de lipídeos em carcaças de ruminantes tem sido realizada com base na composição de ácidos graxos, por meio da determinação de índices que relacionam o conteúdo de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poliinsaturados (AGPI), séries $\Omega 6$ e $\Omega 3$, e proporção de ácido linoleico conjugado (CLA) (Santos et al., 2015). As razões AGPI:AGS e $\Omega 6:\Omega 3$ têm sido utilizadas com frequência para analisar o valor nutricional de óleos e gorduras e indicar o potencial colesterolêmico. Índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) são utilizados como medidas de avaliação e comparação da qualidade de diferentes alimentos e dietas (Aguilar et al., 2015; Arruda et al., 2012).

De acordo com Santos et al. (2013), o potencial de estímulo à agregação plaquetária é indicado pelos índices de aterogenicidade e trombogenicidade, sendo que, quanto maiores os valores de IA e IT, menor é a quantidade de AG, antiaterogênicos presentes em determinada gordura e, conseqüentemente, menor é o potencial de prevenção ao surgimento de doenças coronarianas.

A procura de produtos com altos teores de gordura saturada e colesterol tem reduzido devido à preocupação do consumidor por uma dieta saudável, pois estes produtos atuam na concentração das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), consideradas prejudiciais ao organismo. Diante disso, diversos estudos foram direcionados à qualidade da gordura presente na carne. Em toda a cadeia da carne, é notória a busca por carne de qualidade e que atenda a consumidores exigentes, uma vez que o perfil de ácidos graxos se diferencia entre genótipos (Maia et al., 2012), sistema de produção (Menezes Junior et al., 2014), dieta (Leão et al., 2012) e espécie (Lima Júnior et al., 2011). Nesse sentido, a produção de carnes com níveis adequados de gordura e maiores concentrações de ácidos graxos insaturados, além dos ômega-3 e do ácido linoleico conjugado (CLA), deve ser priorizada (Maia et al., 2012).

As diferentes concentrações de ácidos graxos observadas, quando se comparam animais em pastejo com os confinados, está relacionada ao pH ruminal, com a lipólise e com a extensão da biohidrogenação ruminal. Fernandes et al. (2010), ao avaliarem a influência de quatro sistemas de terminação (pastagem, pastagem + mãe, pastagem + *creep feeding* + mãe e confinamento) na composição tecidual da carcaça e no perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros, não observaram efeito do sistema de terminação sobre o perfil de ácidos graxos da carne. No entanto, Leão et al. (2011), ao avaliarem as características nutricionais da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho em duas relações volumoso:concentrado (60:40 ou 40:60), concluíram que, em comparação à relação volumoso:concentrado das dietas, o tipo de volumoso exerce maior influência sobre o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros.

Diante disso, tecnologias de produção são opções para atender à procura de consumidores por carne de qualidade, e, certamente, a escolha de dietas alternativas que promovam uma melhor percepção do consumidor a essas características de qualidade presentes na carne se torna uma alternativa para o sistema de produção da ovinocultura de corte.

1.8.2. Ácido Linoleico Conjugado (CLA)

Existe uma crescente preocupação com a saúde alimentar da população, e grande ênfase tem sido dada na inclusão de ácidos graxos instaurados na dieta humana, principalmente o ácido linoleico conjugado (CLA) (Paula et al., 2012). Por serem ruminantes, os ovinos produzem um tipo de carne que apresenta fatores os quais

favorecem o seu consumo, um deles é a produção de um determinado composto que vem para colaborar com a saúde humana, o CLA. De acordo com Onogi et al. (2015), o CLA é um termo coletivo para uma série de isômeros posicionais e geométricos do ácido linoleico (C18:2 cis-9, cis-12), que contém um par de duplas ligações na configuração conjugada, podendo ser formado pela biohidrogenação incompleta de ácidos graxos poliinsaturados da dieta, através da fermentação microbiana da *Butyrovibrio fibrisolvents*; mas também, segundo Buccioni et al. (2012), endogenamente, através da dessaturação do ácido graxo C18:1 trans-11(ácido vacênico). Segundo Koba & Yanagita (2014), a biohidrogenação do ácido linoleico é a maior fonte de produção do CLA, já que o C18: 1 trans-11 é produto direto da biohidrogenação ruminal do próprio C18: 2 cis-9, trans-11 e um dos intermediários do C18: 3 (ω 3). Sendo considerado um intermediário comum da biohidrogenação dos ácidos linoléico e α -linolênico, apresenta relação direta com a presença de qualquer um destes na dieta.

Em razão de o CLA ser um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoleico, a concentração deste ácido graxo na carne de ruminantes é superior quando comparada a outros animais (Koba & Yanagita, 2014). Se a biohidrogenação não for completa, este pode ser absorvido pelo epitélio intestinal e fazer parte da gordura animal (Kozloski, 2011).

Os isômeros geométricos e de posição c9t11 e t10c12 vêm despertando interesse, uma vez que o primeiro é considerado um agente anticarcinogênico natural (Pierre et al., 2013) e o segundo, um repartidor de nutrientes efetivo (Preuss et al., 2013).

De acordo com Madruga et al. (2008), o CLA é considerado um ácido graxo essencial, a sua ingestão em proporções ideais promove saúde e equilíbrio orgânico no organismo. Nesse contexto, a compreensão acerca deste nutriente se faz necessária, considerando os diversos efeitos relatados na literatura sobre a saúde humana, como o anticarcinogênico (incluindo a inibição de tumores cancerígenos de mama e colón), o antiaterogênico, antidiabético (tipo II) e o imunomodulador (aumentando a resposta imune) (Moon, 2014; Kallas, et al., 2014).

Os produtos alimentares originados a partir de ruminantes (carne, leite e derivados) são ricos em CLA, e estudos relacionados à manipulação da composição de ácidos graxos da carne e da gordura do leite pelo fornecimento de diferentes fontes de gordura na alimentação de ruminantes têm sido desenvolvidos (Paula et al. (2012).

A concentração do CLA – assim como do trans-10, cis-12 C18:2 e outros isômeros –, de acordo com Koba & Yanagita, (2014), varia, dependendo da dieta que os animais estão consumindo, uma vez que esse ácido graxo é considerado um intermediário comum da biohidrogenação dos ácidos linoléico e α -linolênico, apresentando relação direta com a presença de qualquer um destes na dieta.

A produção de CLA é maior em animais alimentados a pasto, mas dificilmente ultrapassa os 20 mg/g de gordura. Porém, dietas a base de feno e grãos podem ter o valor de CLA ultrapassando esse valor, devido à presença de suplementos contendo ácido linoleico (Oliveira et al. 2013). Nuernberg et al. (2008) já avaliaram esse aspecto anteriormente, quando mantiveram dois grupos de ovinos em sistemas de alimentação diferentes: forragem + concentrado; apenas forragem. Os autores reportaram maior concentração de CLA (cis-9, trans-11) na carne dos ovinos que consumiram apenas forragem, além de uma menor relação ω -6/ ω -3 para o mesmo grupo. Em período mais anterior, foi verificado, por Aurousseau et al. (2004), o mesmo comportamento para teores de CLA e relação ω -6/ ω -3 na carne de ovinos alimentados com dieta à base de forragem, quando comparados a ovinos que consumiram dieta a base de grãos.

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

Williams (2000) estimou que o consumo diário de CLA na dieta ocidental (100 - 200 mg/d) é bastante moderado e inferior aos níveis recomendados para resultar efeito na alimentação humana. Além disso, o consumo tem diminuído, como consequência da redução da ingestão de leite, manteiga e carne de ruminantes. No Brasil a ingestão média de CLA é estimada em 36 mg.dia⁻¹ (Nunes; Torres, 2010). Por isso, nos últimos anos têm sido realizados numerosos trabalhos com o objetivo de enriquecer diferentes produtos animais com CLA.

1.8.3 Colesterol

O colesterol (C₂₇H₄₆O) é um dos mais importantes esteroides do tipo lipídio derivado ou lipídio esteroide, encontrados nos tecidos animais (Leão et al., 2011). Como são substâncias insolúveis em água, o transporte dos ésteres de colesterol e do

próprio colesterol ocorre na forma de lipoproteínas plasmáticas, formadas pela combinação de apolipoproteínas (proteínas transportadoras específicas, livres de lipídios) e de lipídios. Transportados para os tecidos, são armazenados ou consumidos, via plasma sanguíneo, na forma de lipoproteínas plasmáticas, agregados moleculares de proteínas transportadoras. De acordo com Rhee et al. (2000), diferentes combinações de lipídios e proteínas produzem partículas com densidades diferentes, variando de lipoproteínas de densidade muito alta (VHDL) até lipoproteínas de densidade muito baixa (VLDL). Esses autores consideram que a concentração plasmática de colesterol é influenciada pela composição de ácidos graxos da dieta e que o ácido graxo oleico (C18:1) diminui, enquanto o ácido graxo palmítico (C16:0) aumenta o colesterol sanguíneo, enquanto o ácido esteárico (C18:0) não exerce nenhuma influência

De acordo com Willians (2000), dietas contendo altos níveis de ácidos láurico, mirístico e palmítico são hipercolesterolêmicas. Ao contrário, os ácidos graxos mono e poliinsaturados são considerados efetivos na diminuição da concentração de colesterol no sangue humano, com exceção dos isômeros trans, principalmente o eláidico (C18:1 trans), que têm sido associados aos altos riscos de doenças cardiovasculares.

Os ácidos graxos desejáveis (AGD) são aqueles que têm efeito neutro ou hipocolesterolêmico sobre a saúde humana, estando neste grupo os insaturados e o ácido esteárico C18:0.

A melhor maneira de avaliar o valor nutricional do perfil de AG seria a utilização de relações baseadas nos efeitos funcionais dos AG, como, por exemplo, a relação entre AG hipocolesterolêmicos (h): hipercolesterolêmico (H). Arruda et al. (2012) informaram que a razão entre hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos é baseada nos efeitos funcionais dos ácidos graxos sobre o metabolismo do colesterol, permite, contudo, uma melhor avaliação nutricional, além de considerar os efeitos benéficos dos ácidos graxos monoinsaturados nessa relação. Quanto maior a razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (índice h:H), mais adequado nutricionalmente é a gordura.

Santos-Silva et al. (2002) consideram como referência o valor 2,0 para o índice h/H aos produtos cárneos. Valores superiores a 2,0 correspondem a produtos com composição de AG desejável no aspecto nutricional, pois são compostos, em sua maior parte, de AG hipocolesterolêmicos e, conseqüentemente, reduzem o risco de doenças cardiovasculares. Nesta relação, esses autores consideram os ácidos graxos insaturados (oleico, linoleico, araquidônico, linolênico, EPA, DHA e DPA) como potencialmente

hipocolesterolêmicos e os ácidos graxos saturados mirístico e palmítico como promotores de hipercolesterolemia. Os ácidos graxos hipocolesterolêmicos atuam na redução do LDL (lipoproteína de baixa densidade) e, com isso, previnem doenças cardiovasculares. Já os ácidos graxos saturados, que fazem parte do grupo dos hipercolesterolêmicos, aumentam o nível de colesterol sanguíneo, por reduzirem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzirem o espaço livre de LDL na corrente sanguínea.

Deste modo, pode-se atribuir aos fatores nutricionais grande influência na composição em ácidos graxos e nos níveis de colesterol na carne de cordeiros.

1.9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPA. A Cadeia do Algodão Brasileiro: desafios e estratégias. Disponível em: <http://www.abrapa.com.br/BibliotecaInstitucional/Publica%C3%A7%C3%B5es/Livros/Livro%20A%20Cadeia%20do%20Algodao%20-%20Abrapa.pdf>. Acessado em 01/10 de 2017.

AGUIAR, A. C. R.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CALDEIRA, L. A.; ALMEIDA FILHO, S. H. C.; RUAS, J. R. M.; SOUZA, V. M.; COSTA, M. D.; PIRES, D. A. A. Composição do leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. vol.16 no.3 Salvador, 2015.

ALVES, L.G.C.; OSÓRIO, J.C.S.; FERNANDES, A.R.M.; RICARDO, H.A.; CUNHA, C.M. Produção de carne ovina com foco no consumidor. *Enciclopédia Biosfera*, v.10, p.2399–2415, 2014.

ARAÚJO FILHO, J.T.; COSTA, R.G.; FRAGA, A.B.; SOUSA, W. H.; CEZAR, M. F.; BATISTA, A. M. S. M. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.363-371, 2010.

ARRUDA, P.C.L. ; PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; BOMFIM, M.A.D.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; FONTENELE, R.M.; REGADAS FILHO, J.G.L. Perfil de ácidos graxos no Longissimus dorsi de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. *Semina. Ciências Agrárias*, v.33, n.3, p.1229-1240, 2012.

AUROSSEAU, B.; BAUCHART, D.; CALICHON, E.; MICOL, D.; PRIOLO, A. Effect of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the M. longissimus thoracis of lambs. *Meat Science*, 66: 531-541, 2004.

AUROSSEAU, B.; BAUCHART, D.; FAURE, X. Galot AL, Prache S, Micol D, Priolo A. Indoor fattening of lambs raised on pasture: Influence of stall finishing duration on lipid classes and fat acids in the Longissimus thoracis muscle. *Meat Science*, v.76, p.241-252, 2007.

BARCELÓ-COBLIJN, G.; MURPHY, E.J. Alpha-linolenic acid and its conversion to longer chain n-3 fatty acids: Benefits for human health and a role in maintaining tissue n-3 fatty acid levels. *Progress in Lipid Research*, v. 48, p. 355-374, 2009.

BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V; OLIVEIRA., S.G. Nutrição de ruminantes. In: PALMIQUIST, D.L; MATTOS; W.S. *Metabolismo de lipídios*. 2 ed. Jaboticabal, p.616. 2011.

BERNAL, J.; MENDIOLA, J. A.; IBÁÑEZ, E.; CIFUENTES, A. Advanced analysis of nutraceuticals. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, v. 55(4), p. 758–74. 2011.

BONACINA, M.S.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; CORRÊA, G.F.; HASHIMOTO, J.H. Influência do sexo e do sistema de terminação de cordeiros Texel × Corriedale na qualidade da carcaça e da carne. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.6, p.1242-1249, 2011.

- BORGES, A.S.; ZAPATA, J.F.F.; GARRUTI, D.S. RODRIGUES, M. C. P.; FREITAS, E. R.; PEREIRA, A. L. F. Medições instrumentais e sensoriais de dureza e suculência na carne caprina. *Ciência e Tecnologia Alimentar*, v.26, p.891-896, 2006.
- BORGES, C.A.A.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; PEREIRA, E. S.; ZARPELON, T. G.; CONSTANTINO, C.; FAVERO, R. Substituição de milho grão inteiro por aveia preta grão no desempenho de cordeiros confinados recebendo dietas com alto grão. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v.32, suplemento 1, p. 2011-2020, 2011.
- BORGHI, T. H.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MERLIM, F. A. ; ALMEIDA F. A. , ZEOLA, N. M. B. L. ; CIRNE, L. G. A. ; LIMA A. R. C. Características qualitativas de hambúrgueres e kaftas elaboradas com carne de cordeiros alimentados com glicerina. *Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa*, v.73, n.4, p.290-296, 2016.
- BRAITHWAITE, M. C.; TYAGI, C.; TOMAR, L. K.; KUMAR, P.; CHOONARA, Y. E.; PILLAY, V. Nutraceutical-based therapeutics and formulation strategies augmenting their efficiency to complement modern medicine: An overview. *Journal of Functional Foods*, v. 6, p. 82–99. 2014.
- BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PÉREZ, J. R. O.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGÚRIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 21, n. 3, p. 293-303, 2001.
- BUCCIONE, A.; DECANDIA, M.; MINIERI, S.; MOLLE, G.; CABIDDU, A. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. *Animal Feed Science and Technology*, v. 174, n. 1, p. 1-25, 2012.
- BURIN, P.C. Qualidade da gordura ovina: características e fatores de influência. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 17, núm. 10, outubro, pp. 1-28, 2016.
- CAETANO, G. A.; CAETANO JÚNIOR, M. B. O estado da arte da nutrição de ruminantes. *PUBVET* v.11, n.4, 399-408, Abr., 2017.
- CALNAN, H.B.; JACOB, R.H.; PETHICK, D.W. GARDNER, G. E. Factors affecting the colour of lamb meat from the Longissimus muscle during display: The influence of muscle weight and muscle oxidative capacity. *Meat Science*, v. 96,n.2, p.1049–1057,2014.
- CARVALHO, S.; BERNARDES, G. M. C.; PIRES, C. C.; BIANCHI, G.; PILECCO, V. M.; VENTURINI, R. S.; MOTTA, J. H.; TEIXEIRA, C. T. Efeito de dietas de alto grão sobre o comportamento ingestivo de cordeiros em confinamento. *Zootecnia Tropical*, 33 (2): 145-152. 2015.
- CHAMPREDONDE, M.; VITROLLES, D.; CASABIANCA, F. Y CERDAN, C. La Pampa como indicación geográfica para diferenciar carnes vacunas en Argentina y en Brasil: motivaciones y limitantes. *Agroalimentaria*, 20: 35-52, 2014.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. V. 4 - SAFRA 2016/17- N. 12 - Décimo segundo levantamento, SETEMBRO 2017.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Brasília. 2016. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 07 fev. 2017.

- COSTA, R. G. C.; SANTOS, N. M.; SOUSA, W. H.; QUEIROGA, R. C. R. E.; AZEVEDO, P. S.; CARTAXO, F. Q. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso:concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.8, p.1781-1787, 2011.
- COSTA, R. G., LIMA, C., MEDEIROS, A., LIMA, G. MARQUES, C. A. T. & QUEIROGA, R. Composição centesimal e análise sensorial da carne de ovinos Morada Nova alimentados com dietas contendo melão em substituição ao milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40: 2799-2804, 2011.
- COSTA, R.G.; QUEIROGA, R.C.R.E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.307-321, 2009.
- CRUZ, B. C. C.; SANTOS, C. L.; AZEVEDO, J. A. G.; SILVA, D. A.; Avaliação e composição centesimal e as características físicoquímicas da carne de ovinos. *PUBVET*. v.10, n.2, p.147-162, Fev., 2016.
- DÍAZ, M.T.; VELASCO, S.; CAÑEQUE, V. LAZURICA, D. HUIDOBRO, F. R.; PÉREZ, C.; GONZÁLEZ, J.; MANZANARES, C. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*, v.43, p.257-268, 2002.
- EFSA – European Food Safety Authority. Gossypol as undesirable substance in animal feed – Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *The EFSA Journal* 908, p.1-55, 2008.
- EMBRAPA. Cultura do algodão herbáceo na agricultura familiar (2013). Disponível em <<http://ssistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/Algodao/AlgodãoAgriculturafamiliar/index.htm>> Acesso em 07 de janeiro de 2017.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. Roma: FAO - Food and Nutrition Paper, v.91, p. 99-119, 2010.
- FARIA, P.B.; PINTO, A.M.G.; COSTA, S.F.; TEIXEIRA, J.T.; ROMITTI, F.D.; CARVALHO, P.; SILVA, J.N. Efeito da casca de mandioca sobre a qualidade da carne e parâmetros ruminais de ovinos. *Archivos de Zootecnia*. vol.63 no.243 Córdoba sep. 2014.
- FARIAS, R. M.; FERNANDES, A. R. M.; SENO, L. O. VARGAS JUNIOR, F. M.; RICARDO, H. A.; ALVES, L. G. C.; NUBIATO, K. E. Z.; ORTI, L. F. Desempenho, características das carcaças e da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo gordura protegida. *Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa*,v.72 n.1 p.14-20, 2015.
- FERNANDES JÚNIOR, F.; RIBEIRO, E. L. DE A.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; BARBOSA, M. A. A. F.; PRADO, . P. P.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; CONSTANTINO C. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 3999-4014, 2013.
- FERNANDES, A. R. M; ORRICO JUNIOR, M. A. P; ORRICO, C. A, VARGAS JUNIOR, F. M.; OLIVEIRA, A. B. M.; Desempenho e características qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com dietas contendo soja grão ou gordura protegida. *Revista Brasileira de Zootecnia*, São Paulo, v.40, n.8, p.1822-1829, 2011.

- FERNANDES, M.; MONTEIRO, A.M.; CANDAL POLI, A.L. G.; BARROS, C.H.E.; ALMEIDA, C.S.R. E RIBEIRO, T. M.D. Composição tecidual da carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros terminados a pasto ou em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 1600-1609, 2010.
- FERNANDES, S.R.; MONTEIRO, A.L.G.; SILVA, C.J.A.; SILVA, M.G.B.; ROSSI JUNIOR, P.; SOUZA, D.F.; SALGADO, J.A.; HENTZ, F. Desmame precoce e a suplementação concentrada no peso ao abate e nas características de carcaça de cordeiros terminados em pastagem. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.12, n.2, p.527-537, 2011.
- FREETLY, H.C.; KUEHN, L.A.; CUNDIFF, L.V. Growth curves of crossbred cows sired by Hereford, Angus, Belgian Blue, Brahman, Boran, and Tuli bulls, and the fraction of mature body weight and height at puberty. *Journal of Animal Science*, v.89, n.11, p.2373-2379, 2011.
- GADELHA, I. C. N.; RANGEL, A. H. N.; SILVA, A. R.; SOTO-BLANCO, B. efeitos do gossipol na reprodução animal. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.5, n.2, p.129-135, 2011.
- GAO, X., WANG, Z., MIAO, J., XIE, L., DAI, Y. & LI, X. Influence of different production strategies on the stability of color, oxygen consumption and metmyoglobin reducing activity of meat from Ningxia Tan sheep. *Meat Science*, 96: 769-774; 2014.
- GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J. F.; CULIOLI J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reproduction Nutrition Development*, Paris, v. 41, n. 1, p. 1-26, 2001.
- GOIS, G. C.; LAURENTINO ,A. B.; SILVA, E. G.; MACEDO, A. Composição de ácidos graxos na carne ovina. *Nutritime Revista Eletrônica*, on-line, Viçosa, v.13, n.5, p.4806-4814, set./out., 2016.
- GOUVÊA, M.M; FRANCO, C.F.J.; MARQUES, F.F.C.; PEREIRA NETTO, A.D. Ácidos Linoleicos Conjugados (ALC)- Os Benefícios que Exercem sobre a Saúde Humana e as Principais metodologias Analíticas Aplicadas para a sua Determinação em Leites. *Revista Virtual de Química*, v. 4, n. 6, p. 653-669, 2012.
- GRANDIS, F. A.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; PRADO, O. P. P.; PINTO, A. P. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros alimentados com diferentes teores de torta de soja em substituição ao farelo de soja. *Ciência animal brasileira*, Goiânia, v.17, n.3, p. 327-341 jul./set. 2016.
- GUERRERO, A., VALERO, M. V., CAMPO, M. M. & SAÑUDO, C. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 35: 335-347., 2013.
- HERMES, P. R.; COSTA, P. B.; CAVILHÃO, C.; OLIVEIRA, A. A. M. de A.; KARVATTE JUNIOR, N.; LIBARDI, K. D. C.; NERES, M. A. Características de carcaça de cordeiros submetidos à restrição alimentar. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia*. UNIPAR, Umuarama, v. 18, n. 3, p. 161-167, jul./set. 2015.
- HUANG, H.; WU, S.; LU, J.; SHYU, Y; WANG, C. Current status and future trends of high-pressure processing in food industry. *Food Control*, v.72, p.1-8, 2017.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático Da Produção Agrícola, 2017. Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil. Disponível em:

[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201701.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201701.pdf). Acesso em: 20 novembro, 2017.

JACOB, R. H. & PETHICK, D. W. Animal factors affecting the meat quality of Australian lamb meat. *Meat Science*, 96: 1120-1123, 2014.

KALLAS, Z.; REALINI, C. E.; GIL, J. M. Health information impact on the relative importance of beef attributes including its enrichment with polyunsaturated fatty acids (omega-3 and conjugated linoleic acid). *Meat Science*, p. 97(4), v. 497–503. 2014.

KHITRIN, K. S.; FUKS, S. L.; KHITRIN, S. V.; KAZIENKOV, S. A.; METELEVA, D. S. Lignin utilization options and methods. *Russian Journal of General Chemistry*, New York, v. 82, n. 5, p.977-984, 2012.

KOBA, K.; YANAGITA, T. Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA). *Obesity Research & Clinical Practice*, v. 8(6), p. e525–e532. 2014.

KOUBA, M.; MOUROTA, J. A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. *Biochimie*, 93: 13-17, 2011.

KOZLOSKI, G.V. *Bioquímica dos Ruminantes*. 3 ed. Santa Maria: Editora UFSM. 214p, 2011.

LAWRIE, R. A. *Ciência da Carne*. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 384p. 2005.

LEÃO, A. G.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MORENO, G. M. B.; SOUZA, H. B. A.; PEREZ, H. L.; LOUREIRO, C. M. B. Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.5, p.1072-1079, 2011.

LEÃO, A.G.; SILVA SOBRINHO, A.G.; MORENO, G.M.B.; SOUZA, H. B. A.; GIAMPIERO, A.; ROSSI, R. C.; PEREZ, H. L. Características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de Concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.5, p.1253-1262, 2012.

LEITE, R.G.; OLIVEIRA, V. J.; PINHEIRO, M. C. J.; SILVA FILHO, A. S.; FONSECA, A. A.; SIQUEIRA, J. V. M.; SILVA, G. M. A. Influência do manejo pré-abate na qualidade da carne suína visando o bemestar animal. *PUBVET*, Londrina, V. 8, N. 5, Ed. 254, Art. 1681, Março, 2014.

LIMA JÚNIOR, D. M.; RANGEL, A. H. N.; URBANO, S. A.; MACIEL, M. V.; AMARO, L. P. A. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 5, n. 4, p. 351-358, 2011.

LIMA, I. S. S.; GARCEZ, B. S.; ALVES, A. A.; AQUINO, F. C.; BORGES, L. S.; CARVALHO, W. F. Gordura protegida e perfil de ácidos graxos do leite de cabra: Uma revisão. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* (v.10, n.4) p. 830 – 840, out – dez, 2016.

LIMA, L. D.; RÊGO, F. C. A.; KOETZ JUNIOR, C.; RIBEIRO, E. L. A.; CONSTANTINO, C.; BELANE, L.; GASPARINE, M. J.; SANCHEZ, A. F.; ZUNDT, M. Interferência da dieta de alto grão sobre as características da carcaça e carne de cordeiros Texel. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4053-4064, 2013.

- LIMA, M. L. M.; MATTOS, W. R. S.; NUSSIO, L. G.; CARVALHO, E. R.; CASTRO, F. G. F.; AMARAL, A. G.; Substituição parcial da forragem pelo caroço de algodão: desempenho e cinética ruminal. *Global Science and Technology*, Rio Verde, v. 07, n. 01, p.140 – 154, jan/abr. 2014.
- LIND, V.; BERG, J.; EILERTSEN, S. M.;HERSLETH, M. AND EIK, L.O. Effect of gender on meat quality in lamb from extensive and intensive grazing systems when slaughtered at the end of the growing season. *Meat Science*, 88: 305-310, 2011.
- LOMIWES, D.; FAROUK, M. M.; FROST, D. A.; DOBBIE, P. M.; TOUNG, O. A. The Small heat shock proteins and toughness in intermediate pH beef. *Meat Sciences*, Barking, v.95, p.472-479, May, 2013.
- LUCATTO, J. N.; MENDONÇA, S. N. T. G.; DRUNKLER, D. A. Ácido linoleico conjugado: estrutura química, efeitos sobre a saúde humana e análise em lácteos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 69, n. 3, p. 199-211, , 2014.
- MACEDO, F. A. F.; DIAS, F. B.; GUALDA, T. P.; MORA, N. H. A. P.; RADIS, A. C.; AMARAL, R. M.; MEXIA, A. A. Desempenho Produtivo, Econômico e Composição Química da Carne de Cordeiros Santa Inês (SI) e ½ Dorper + ½ Santa Inês (½ DSI), Abatidos com Diferentes Espessuras de Gordura Subcutânea. *Revista Científica de Produção Animal*, v.14, n.2, p.215-218, 2012.
- MADRUGA, M. S.; VIEIRA, T. R. L.; CUNHA.; PEREIRA FILHO, J. M.; QUEIROGA, R. C. R. E.; SOUSA, W. H. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(8), 1496-1502, 2008.
- MAIA, M.O. M.; COSTA, F. S; SUSIN, F. RODRIGUES, G. H.; FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; GENTIL, R. S.; MENDES, C. Q. Efeito do genótipo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de borregas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.4, p. 986-992, 2012.
- MANERA, D. B.; VOLTOLINI, T. V.; YAMAMOTO, S. M.; ARAÚJO, G. L. A; SOUZA, R. A. Desempenho produtivo de ovinos em pastejo suplementados com concentrados contendo coprodutos do processamento de frutas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 2, p. 1013-1022, mar./abr. 2014.
- MARSÍGLIO, B.N. Utilização de farelo de algodão na nutrição animal x gossipol. 2015. Disponível em: <http://iepec.com/utilizacao-de-farelo-de-algodao-na-nutricao-animal-x-gossipol/>. Acesso em: 01 de outubro 2017.
- MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R.; BATISTA, A. M. V.DUTRA JÚNIOR, W. M.; SANTOS, G. R. A.; ANDRADE, D. K. B. Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.4, p.718-727, 2009.
- MENEZES JUNIOR, E. L de.; BATISTA, A. S. N.; LANDIM, A.V. ARAÚJO FILHO, J. T.; HOLANDA JUNIOR, E.. Qualidade da carne de ovinos de diferentes raças de reprodutores terminados sob dois sistemas de produção. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, v.15, n.2, p.517-527, 2014.
- MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J.; KOZLOSKI, G. V.; BRONDANI, I. L.; ARBOITTE, M. Z.; SILVEIRA, M. F.; NOMBERG, J. L. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados sob diferentes sistemas de

alimentação. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 6, p. 3273-3286, nov./dez. 2014.

MENSINK, R. P. Encyclopedia of Human Nutrition. Encyclopedia of Human Nutrition, p. 215–219. Elsevier. 2013.

MOELLER, S. J. MILLER, R.K.; EDWARDS, K. K.; ZERBY, H. N.; LOGAN, K. E.; ALDREDGE T. L.; STAHL, C. A.; BOGGESS, M.; BOX-STEFFENSMEIER, J.M. Consumer perceptions of pork eating quality as affected by pork quality attributes and end-point cooked temperature. Meat Science, v. 84, n. 1, p. 14-22, 2010.

MONTE, A. L. S.; GONSALVES, H. R. O.; VILLARROEL, A. B. S. DANACENO, M. N.; CAVALCANTE, A. B. D. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. Agropecuária Científica no Semiárido, Campus de Patos, v. 8, n. 3, p. 11-17, 2012.

MOON, H.-S. Biological effects of conjugated linoleic acid on obesity-related cancers. Chemico-Biological Interactions, v. 224C, p. 189–195. 2014.

MORA, N. H. A. P.; MACEDO, F. A. F.; MEXIA, A. A.; ALMEIDA, F. L. A.; SENEGALHE, F. B. D.; POSSAMAI, A. P. S.; MACEDO, R. M. G.; ARAÚJO, G. G. L. Physicochemical characteristics of meat from pantaneiro lambs slaughtered with different of subcutaneous fat thicknesses. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2819-2828, jul./ago. 2015.

MORENO, G. M. B.; LIMA JÚNIOR, D. M.; SOUZA, N. O. B.; CIRNE, L. G.; BOAVENTURA NETO, O. S. F. qualidade da carne de cordeiros: genótipo e manejo nutricional. Ciência veterinária nos trópicos, Recife-PE, v.19 n 3 ,2016.

MORENO, G.M.B.; BORBA, H.; ARAÚJO, G.G.L.; SAÑUDO, C.; SILVA SOBRINHO, A.G.; BUZANSKAS, M.E.; LIMA JÚNIOR, D.M.; ALMEIDA, V.V.S. de.; BOAVENTURA NETO, O. Meat Quality of Lambs Fed Different Saltbush Hay (*Atriplex nummularia*) Levels. Italian Journal of Animal Science, v.14, n.2, p.3302, 2015.

MOURA NETO, J.B.; PEREIRA, L.G.R.; CHIZZOTTI, M.L.; YAMAMOTO, S.Y.; ARAGÃO, A.S.L.; MASCIOLI, A.S. Componentes constituintes e não constituintes da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com farelo de manga em substituição ao milho. Semina: Ciências Agrárias, v.35, n.1, p.437-448, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press, 381p, 2001.

NEVES, C.A.; SANTOS, W.B.R.; SANTOS, G.T.D. SILVA, D. C.; JOBIM, C. C.; SANTOS, F. S.; VISENTAINER, J. V.; PETITI, H. V. Production performance and milk composition of dairy cows fed extruded canola seeds treated with or without lignosulfonate. Animal Feed Science and Technology. v.154, p.83-89, 2009.

NUERNBERG, K.; FISCHER, A.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; DANNENBERGER, D. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. Meat Sci, 74: 279-283 2008.

NUNES, J. C.; TORRES, A. G. Fatty acid and CLA composition of Brazilian dairy products, and contribution to daily intake of CLA. Journal of Food Composition and Analysis, v. 23, n. 8, p. 782-789, 2010.

- OLIVEIRA, A. C.; SILVA, R. R.; OLIVEIRA, H. C.; ALMEIDA, V. V. S.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, U. L. C. Influência da dieta, sexo e genótipo sobre o perfil lipídico da carne de ovinos. In: *Archivos de Zootecnia*, n. 62, p. 57-72, 2013.
- ONOGI, A., OGINO, A., KOMATSU, T., SHOJI, N., SHIMIZU, K., KUROGI, K., & IWATA, H. Whole-genome prediction of fatty acid composition in meat of Japanese Black cattle. *Animal Genetics*. 46, 557–559, 2015.
- OSÓRIO, J. C.S., Produção de Ovinos no Brasil: Produção e qualidade da carne ovina. 545 In: SELAIVE A.B. e OSÓRIO J.C.S., São Paulo, Roca. v.1, p.400-445.2014.
- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; VARGAS JÚNIOR, F.M.; FERNANDES, A.R.M.; SENO, L. O.; RICARDO, H.A.; ROSSINI, F.C.; ORRICO JUNIOR, M.A.P. Critérios para abate do animal e a qualidade da carne. *Revista Agrarian*, v.5, p.433-443, 2012.
- PAIM, T. P.; CARDOSO, M. T. M.; BORGES, B. O.; GOMES, E. F.; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C. Estudo econômico da produção de cordeiros cruzados confinados abatidos em diferentes pesos. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 48-57, jan./mar. 2011.
- PANIAGO, R. Dietas de alto grão x alto volumoso. Disponível em: <http://www.boviplan.com.br/boviplan.asp?idS=2&idS2=12&idT=90>. Acesso em: 10 de out. 2017.
- PARIZA M.W.; PARK Y.; COOK M.E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Programe Lipids Research*, v.40, p. 283-298, 2001.
- PAULA, E. F. E.; MAIA, F. P.; CHEN, R. F. F. Óleos vegetais na nutrição de ruminantes. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.9, p.2075-2103, 2012.
- PAULINO, P. V. R.; OLIVEIRA, T. S.; GIONBELI, M. P.; GALLO, S. B. Dietas Sem Forragem para Terminação de Animais Ruminantes. *Revista Científica de Produção Animal*, v.15, n.2, p.161-172, 2013.
- PEARCE, K. L.; ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J.; HOPKINS, D. L. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes--a review. *Meat Science*, Barking, v. 89, n. 2, p. 111-124, Oct. 2011.
- PESSOA, R. M. S.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S. Fatores que interferem na composição lipídica dos tecidos muscular e adiposo em ruminantes. *Essentia*, Sobral, v. 17, n. 2, p. 87-111, 2016.
- PETIT, H.V.; DEWHURST, R.J.; SCOLLAN, N.D.; PROULX, J.G.; KHALID, M.; HARESIGN, W.; TWAGIRAMUNGU, H.; MANN, G.E. Milk production and composition, ovarian function, and prostaglandin secretion of dairy cows fed omega-3 fats. *Journal of Dairy Science*, v85: p889-899, 2002.
- PIERRE, A. S. MINVILLE-WALZ, M.; FÈVRE, C.; HICHAMI, A.; GRETI, J.; PICHON, L.; BELLENGER, S.; BELLENGER, J.; GHIRINGHELLI, F.; NARCE, M.; RIALLAND, M. Trans-10, cis- 12 conjugated linoleic acid induced cell death in human colon cancer cells through reactive oxygen species-mediated ER stress. *Biochimica et Biophysica Acta*, v. 183, n. 4, p. 759-768, 2013.
- PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; SOUZA, H. B. A.; BOIAGO, M. M. Coloração da gordura e qualidade da carne de ovelhas de descarte abatidas em distintos estágios fisiológicos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 62: 468-474, 2010.

- PREUSS, M. B.; ROHLFES, A. L. B.; BACCAR, N. M.; MAQUARDT, L.; OLIVEIRA, M. S. R.; SCHNEIDER, R. C.; *Ácido linoleico conjugado: uma breve revisão*. Revista Jovens Pesquisadores, Santa Cruz do Sul, v. 3, n. 2, p. 134-146, 2013.
- RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, v.113, p.199 – 221. 2004.
- RAMOS, E. M. *Tecnologia do processamento de carnes e derivados – Material teórico*. v1. UESB, Itapetinga, p. 143, 2005.
- RHEE, K.S.; WALDRON, D.F.; ZIPRIN, Y.A.; RHEE, K. C. Fatty acid composition of goat diets vs intramuscular fat. *Meat Science*, v.54, p.313-318, 2000.
- RIBEIRO, C. V. D. M.; OLIVEIRA, D. E.; JUCHEM, S. O.; SILVA, T. M.; NALÉRIO, É. S. Fatty acid profile of meat and Milk from small ruminants: a review. In: *Revista Brasileira de Zootecnia*, n. 40, p. 121-137, 2011.
- RIBEIRO, C. V. D. M.; OLIVEIRA, D. E.; JUCHEM, S. O.; SILVA, T. M.; NALÉRIO, É. S. Fatty acid profile of meat and Milk from small ruminants: a review. In: *Revista Brasileira de Zootecnia*, n. 40, p. 121-137, 2011.
- RICE, B.H. Dairy and cardiovascular disease: A review of recent observational research. *Current Nutrition Report*, v.3, p.130–138, 2014.
- ROTTA, P. P., PRADO, R. M., PRADO, I. N., VALERO, M. V., VISENTAINER, J. V. & SILVA, R. R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian-Australas. Journal Animal Science*. 22: 1718-1734, 2009.
- RUFINO JÚNIOR, J.; CARVALHO, D. M. G.; SOUZA, J. G.; CABRAL, L. S.; SILVA, J. J.; RIBEIRO, M. D.; ARNOLDO, T. L. Q.; OLIVEIRA, A. S.; SOARES, J. Q. Caroço de algodão em dietas sem volumoso para cordeiros confinados. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 36, n. 4, p. 2727-2738, jul./ago. 2015.
- SALDANHA, I. C. & BELO, M. A. A. Gossipol: toxicidade dos produtos do algodão. *Boletim Técnico da Universidade Brasil, Departamento de Produção Animal, Descalvado*: [s.n.], 25p. 2016.
- SALTER, A.M. Dietary fatty acids and cardiovascular disease. *Animal*, v.7, p.163-171, 2013.
- SANTOS, C. P.; FERREIRA, A. C. D.; VALENÇA, R. L.; SILVA, B. C. D.; BOMFIM, L. E. L. M.; SILVA, M. C. Componentes do peso vivo e características da carne de cordeiros alimentados com silagem de bagaço de laranja. *Archives of Veterinary Science*. v.19, n.3, p.21-29, 2015a.
- SANTOS, M. S. S.; NOGUEIRA, H. C.; FERREIRA, R. R.; SANTOS, P. B.; LEÃO, E. B.; OLIVEIRA, A. P.; SANTANA JÚNIOR, H. A. S. Qualidade da carne de bovinos terminados em pastejo. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia. UNIPAR, Umuarama*, v. 18, n. 2, p. 109-114, abr./jun. 2015b.
- SANTOS, R.D.; GAGLIARDI, A.C.M.; XAVIER, H.T.; MAGNONI, C.D.; CASSANI, R. ; LOTTENBERG, A.M.P.; CASELLA FILHO, A.; ARAÚJO, D.B.; CESENA, F.Y.; ALVES, R.J.; FENELON, G.; NISHIOKA, S.A.D.; FALUDI, A.A.; GELONEZE, B.; SCHERR, C.; KOVACS, C.; TOMAZZELA, C.; CARLA, C.; BARRERA-ARELLANO, D.; CINTRA, D.; QUINTÃO, E.; NAKANDAKARE, E.R.; FONSECA, F.A.H.; PIMENTEL, I.; SANTOS, J.E.; BERTOLAMI, M.C.; ROGERO, M.; IZAR,

M.C.; NAKASATO, M.; DAMASCENO, N.R.T.; MARANHÃO, R.; CASSANI, R.S.L.; PERIM, R.; RAMOS, S. I. Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. *Arq. Bras. Cardiol.* vol.100 no.1 supl.3 São Paulo Jan. 2013.

SANTOS, V.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; PINHEIRO, R.S.B. BARBOSA, J. C.; GALATI, R. L. Características quantitativas de carcaça de cordeiros alimentados com grãos e subprodutos da canola. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 31, n. 4, p. 389-395, 2009.

SANTOS-CRUZ, C. L. S.; CRUZ, C. A. C.; LIMA, T. R.; PÉREZ, J. R. O.; JUNQUEIRA, R. S.; CRUZ, B. C. Correlation between lipid, cholesterol and fatty acid contents in the shoulder of castrated and non-castrated Santa Inês lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.7, p.1775-1783, 2012.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R.J.B.; MENDES, I.A. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lamb. II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Science*, v.77, p.187-194, 2002.

SAÑUDO, C., MUELA, E. & CAMPO, M. M. Key factors involved in lamb quality from farm to fork in europe. *Journal of Integrative Agriculture*, 12: 1919-1930; 2013.

SCOLLAN N. D.; DANNENBERGER D.; NUERNBERG K.; RICHARDSON, I.; MACKINTOSH, S.; HOCQUETTE, J. F.; MOLONEY, A. P. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*, v. 97, p. 384-394, 2014.

SENEGALHE, F. B. D.; MACEDO, F. A. F.; MORA, N. H. A. P.; GUALDA, T. P.; RADIS, A. C.; QUEIROZ, E. O.; MACEDO, F. G.. Composição química da carne de cordeiros abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.15, n.3, p.740-753 jul./set., 2014.

SILVA SOBRINHO, A.G.; PURCHAS, R.W.; KADIM, I.T.; YAMAMOTO, S. M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.1070-1078, 2005.

SILVA, N. V. S.; SILVA, J. H. V.; COELHO, M. S.; OLIVEIRA, E. R. A.; ARAÚJO, J. A.; AMÂNTICO, A. L. L. características de carcaça e carne ovina: uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influência. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.2, n.4, p.103-110, 2008.

SILVA, T. M., OLIVEIRA, R. L., DO NASCIMENTO, JÚNIOR N. G., DE PELLEGRINI, C. B., TRAJANO, J. S., ROCHA, T. C., ... BORJA, M. S. Ingestive behavior and physiological parameters of goats fed diets containing peanut cake from biodiesel. *Tropical Animal Health and Production*. 2016 Jan;48(1):59-66, 2015.

SIMÕES, J. A.; RICARDO, R. Avaliação da cor da carne tomando como referência o músculo rectus abdominis, em carcaças de cordeiros leves. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, Lisboa, v. 95, n. 535, p. 124-127, 2000.

SORMUNEN-CRISTIAN, R. Effect of barley and oats on feed intake, live weight gain and some carcass characteristics of fattening lambs. *Small Ruminant Research*, v.109, p.22-27, 2013.

SOUZA, E. S. ; RODRIGUES, G. B.; RODRIGUES, M. N.; BEZERRA JÚNIOR, R. Q.; OLIVEIRA, M. F.; ALBUQUYERQUE, J. F. G. Origem e distribuição do nervo isquiático de ovinos da raça morada nova. *Veterinária e Zootecnia*, v. 23, n. 4, 2016.

- TURNER, T.D.; KARLSSON, L.; MAPIYE, C.; ROLLAND, D.C.; MARTINSSON, K.; DUGAN, M.E. Dietary influence on the m. longissimus dorsi fatty acid composition of lambs in relation to protein source. *Meat Science*, 91, 472–477, 2012.
- URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; BISPO, S. V.; SILVA, E. C.; SUASSUNA, J. M. A.; OLIVEIRA, J. P. F. Corn germ meal in replacement of corn in Santa Ines sheep diet: carcass characteristics and tissue composition. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.10, n.2, p.165-171, 2016.
- URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; OLIVEIRA, J.P.F.; LIMA JÚNIOR, D.M.; ANDRADE, R.P.X. Fontes de gordura sobre a modulação do perfil de ácidos graxos da carne de pequenos ruminantes. *Archivos de Zootec*. 63(R): 147-171. 2014.
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E. R. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. CQBAL 2.0. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Suprema Gráfica Ltda. 329p. 2006.
- VAN BA, H.; AMNA, T.; HWANG, I. Significant influence of particular unsaturated fatty acids and pH on the volatile compounds in meat-like model systems. *Meat Science*, v. 94, p.480-488, 2013.
- VASCONCELOS, B. G.; SANTOS, M. C. D.; SANTOS, A. .; VIANA, D. C.; HONORATO, .A. G. O; PEREIRA C. C. h.; BORELLI, V; SILVA, F. O. C. Origin and distribution of the ischiatic nerve in mixed-breed sheep. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 102-110, 2014.
- VENTURINI, R.S.; CARVALHO, S.; PIRES, C. C.; PACHECO, P. S.; PELLEGRIN, A. C. R. S.; MORO, A. B.; LOPES, J. F.; MARTINS, BERNERDES, G. M. C.; SIMÕES, R. R.; MENEGON, A. L.; MOTTA, J. H. Consumo e desempenho de cordeiros e borregos alimentados com dietas de alto concentrado de milho ou sorgo. *Arquivo Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia*. vol.68 no.6 Belo Horizonte Nov./Dec. 2016.
- VERBEKE, W., MARCU, A., RUTSAERT, P., GASPAR, R., SEIBT, B., FLETCHER D. & BARNETT, J. Would you eat cultured meat?: Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. *Meat Science*, 102: 49-58, 2015.
- VERBEKE, W., WESEMAEL, L. V., BARCELLOS, M. D., KUGLER, J. O., HOCQUETTE, J. F., UELAND, O. & GRUNERT, K. G. European beef consumers' interest in a beef eating-quality guarantee. Insights from a qualitative study in four EU countries. *Appetite* 54: 289-296, 2010.
- VIEIRA, T. R. L; CUNHA, M. G. G; GARRUTI, D. S.; DUARTE, T. F.; FÉLEX, S. S. S.; PEREIRA FILHO, J. M.; MADRUGA, M. S. Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v.30, n.2, p.372-377, 2010.
- WERNERSBACH FILHO, H.L., CAMPOS, J.M.S., ASSIS, A.J.; VALADARES FILHO, S. de C.; QUEIROZ, A.C. de; VALADARES, R.F.D.; LANA, R. de P. Variáveis ruminais, concentração de uréia plasmática e excreções urinárias de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com concentrado processado de diferentes formas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.1236-1241, 2006.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids human health. *Annales de Zootechnie, Paris*, v. 49, n. 3, p. 165-180, 2000.

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

YOUNG, J.; THERKILDSEN, M.; EKSTRAND, B.; CHE, B., LARSEN, M.; OKSBJERG, N.; STAGSTED, J. Novel aspects of health promoting compounds in meat. *Meat Science*, v. 95, p. 904-911. 2013.

ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA SOBRINHO, A.G.; GONZAGA NETO, S. SILVA, A. M. A. Influência de diferentes níveis de concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiro Morada Nova. *Revista Portuguesa de Ciência Veterinária*, v.97, n.544, p.175-180, 2002.

ZIGUER, E.A.; TONIETO, S.R.; PFEIFER, L.F.M.; BERMUDEZ, R.F.; SCHWEGLER, E.; CORRÊA, M.N.; DIONELLLO, N.J.L. Resultados econômicos da produção de cordeiros em confinamento utilizando na dieta casca de soja associada a quatro fontes de nitrogênio não-proteico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.9, p.2058-2065, 2011.

II – OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da adição do caroço de algodão integral ou desintegrado, associado ou não ao lignosulfonato de cálcio, em dietas de alto concentrado, sobre as características físico-químicas e a composição de ácidos graxos dos músculos *semimembranosus* e *semitendinosus* de cordeiros terminados em confinamento.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar os parâmetros físico-químicos dos músculos *semimembranosus* e *semitendinosus* de cordeiros em terminação alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou não com lignosulfonato de cálcio.

Determinar a composição de ácidos graxos dos músculos *semimembranosus* e *semitendinosus* de cordeiros em terminação alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou não com lignosulfonato de cálcio.

III- HIPÓTESES

O uso de caroço de algodão integral ou desintegrado na dieta de alto concentrado para cordeiros confinados em terminação não acarreta em alterações físico-químicas que tornem inferior a qualidade da carne obtida dos músculos *Semimembranosus* e *Semitendinosus*.

A adição de lignosulfonato de cálcio às dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado promove melhorias qualitativas na carne obtida dos músculos *Semimembranosus* e *Semitendinosus* de cordeiros confinados em terminação.

VI- MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Local

O experimento foi conduzido na Fazenda e Haras Orion, BR030, km04, Guanambi-BA, no Centro de Ensaios Nutricionais de Ovinos e Caprinos – ENOC e na Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos – UECO da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *Campus* de Itapetinga.

4.2. Dietas

Foram elaboradas quatro dietas experimentais e mais uma controle, com seis repetições, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. As dietas experimentais foram elaboradas mediante a desintegração, ou não, do caroço de algodão e posteriormente associadas ao lignosulfonato de cálcio, conforme exposto: Tratamentos – Caroço de algodão inteiro (CAI); caroço de algodão desintegrado (CAD); caroço de algodão inteiro com lignosulfonato (CAIL), 100g/kg de matéria natural (MN) do CA; caroço de algodão desintegrado com lignosulfonato (CADL), 100g/kg de MN do CA; a dieta controle foi elaborada sem caroço de algodão (CONT) (Tabela 2).

Utilizaram-se como ingredientes (Tabela 1) para elaboração das dietas experimentais: caroço de algodão (CA), torta de algodão, milho em grão, sal mineral para ovinos, ureia pecuária, bicarbonato de sódio (Purgante Salino UCB®), suplemento vitamínico ADE em pó e lignosulfonato de cálcio (lignoBond DD®). A composição química do lignosulfonato de cálcio está apresentada na Tabela 3.

O experimento teve duração de 60 dias, sendo os 12 (doze) primeiros dias para a adaptação dos animais às baias coletivas e ao manejo alimentar, utilizando como volumoso na adaptação o feno de Capim Tifton 85 na razão 50:50, substituindo gradativamente, a cada 04 (quatro) dias, o feno pelo concentrado, nas proporções: 60:40 (dia 1), 80:20 (dia 5) e 100:0 (dia 9), iniciando o 1º dia de avaliação (13º dia) com 100% de concentrado na dieta total, sendo 48 dias de avaliação.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

| Item (g/kgMS) | Milho | Farelo de Soja | Caroço de algodão | Torta de algodão |
|--|-------|----------------|-------------------|------------------|
| Matéria seca (g/kg MN) | 874,1 | 886,4 | 915,6 | 902,3 |
| Matéria orgânica | 988,8 | 936,7 | 965,3 | 959,4 |
| Proteína bruta | 80,8 | 485,3 | 222,9 | 251,1 |
| Extrato etéreo | 24,2 | 15,7 | 149,6 | 74,1 |
| Fibra em detergente neutro | 106,7 | 127,7 | 498,5 | 455,9 |
| Fibra em detergente ácido | 37,2 | 111,2 | 328,0 | 326,3 |
| Celulose | 30,1 | 101,1 | 177,9 | 199,1 |
| Hemicelulose | 69,5 | 16,5 | 170,5 | 129,6 |
| Lignina | 7,1 | 10,1 | 150,1 | 127,2 |
| Matéria mineral | 11,2 | 63,3 | 34,7 | 40,6 |
| Nutrientes digestíveis totais ¹ | 856,6 | 802,6 | 710,9 | 670,6 |
| Carboidratos totais | 883,8 | 435,7 | 592,8 | 634,2 |
| Carboidratos não fibrosos | 797,2 | 366,0 | 174,8 | 272,7 |

¹Nutrientes digestíveis totais estimados pelas equações de Detmann et al. (2007). MN – Matéria natural. Fonte: Adaptado de Viana (2016).

Tabela 2. Proporções, composição física e químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

| Item | Dietas experimentais ¹ | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|-------|
| | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL |
| | Proporções dos ingredientes (g/kg na MS) | | | | |
| Milho | 680 | 580 | 580 | 580 | 580 |
| Farelo de soja | 190 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Caroço de algodão | -- | 340 | 340 | 340 | 340 |
| Torta de algodão | 100 | -- | -- | -- | -- |
| Ureia | -- | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Premix vitamínico-mineral ² | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | Composição químico-bromatológica | | | | |
| Matéria seca (g/kgMN) | 877,7 | 885,5 | 885,3 | 884,2 | 877,2 |
| Matéria orgânica ³ | 96,3 | 96,7 | 96,69 | 95,98 | 95,81 |
| Proteína bruta ³ | 180,4 | 182,6 | 168,8 | 171,5 | 168,0 |
| Extrato etéreo ³ | 26,9 | 83,5 | 71,5 | 74,0 | 67,4 |
| Fibra em detergente neutro ³ | 232,8 | 310,1 | 305,9 | 313,8 | 314,6 |
| Fibra em detergente ácido ³ | 108,0 | 157,7 | 141,8 | 134,6 | 154,6 |
| Celulose ³ | 86,3 | 104,3 | 89,7 | 86,6 | 112,1 |
| Hemicelulose ³ | 124,8 | 152,5 | 164,0 | 179,0 | 160,0 |
| Lignina ³ | 21,6 | 53,4 | 52,1 | 48,0 | 42,5 |
| Matéria mineral ³ | 36,5 | 32,6 | 33,1 | 40,2 | 42,0 |

¹CONT – Dieta controle; CAI – Caroço de algodão inteiro; CAD – Caroço de algodão desintegrado; CAIL – Caroço de algodão inteiro tratado com Lignosulfonato de cálcio (100g/kg); CADL – Caroço de algodão desintegrado tratado com Lignosulfonato de cálcio (100g/kg). ²Composição: (Purgante Salino UCB® - 16,7%; Complexo vitamínico ADE em pó - 16,7%; Suplemento Mineral - 66,7%). ³Valores em g/kg de MS. Fonte: Adaptado de Viana (2016).

As dietas foram formuladas conforme preconizado pelo NRC (2007) (Tabela 2), fornecidas para atender às exigências diárias para um ganho médio diário de 300g, sendo compostas por 100% de concentrado, fornecidas duas vezes ao dia, pela manhã, às 07h00min, e à tarde, às 15h00min, ajustadas diariamente, de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido.

Tabela 3. Composição química do lignosulfonato de cálcio lignoBond DD®

| Item | Lignosulfonato de Cálcio lignoBond DD® |
|---|--|
| Matéria seca, % | 100,0 |
| Proteína bruta ¹ | 0,67 |
| Fibra em detergente neutro ¹ | 0,46 |
| Fibra em detergente ácido ¹ | 2,01 |
| Extrato etéreo ¹ | 0,25 |
| Matéria mineral ¹ | 17,5 |
| Cálcio ¹ | 3,53 |
| Fosforo total ¹ | 0,02 |

¹Valores em % da matéria seca. Fonte: Viana (2016).

Das amostras coletadas das dietas fornecidas, determinou-se a composição em ácidos graxos, que está apresentada na Tabela 4.

Em outras etapas do projeto de pesquisa, foram determinadas, por metodologias específicas, alguns parâmetros de desempenho cuja menção (Tabela 5) faz-se necessária neste estudo (Tabela 5).

4.3. Obtenção dos músculos

Foram utilizados 30 cordeiros machos (ovinos) F1 Dorper x Santa Inês, não castrados, com peso corporal médio inicial de 24,9±3,6 kg e 04 (quatro) meses de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. Ao final do período de ensaio de desempenho, os cordeiros foram pesados e submetidos a um jejum de sólidos (18 horas) e líquido (12 horas).

O abate ocorreu de acordo com as exigências do Ministério de Agricultura (Brasil, 1952), sob supervisão sanitária de um médico veterinário e parecer do Conselho de Ética do Uso de Animais – CEUA, da UESB, Protocolo N° 042/2013. Os cordeiros foram insensibilizados pelo método de concussão cerebral não penetrativo, sem destruição do bulbo raquídeo, seguida da sangria por um tempo aproximado de três minutos. Posteriormente, foi realizada a evisceração e obtenção da carcaça, que, depois de limpa com água corrente, foi pesada, sendo determinado o peso da carcaça quente

(PCQ) em quilograma (Tabela 5). A carcaça foi então conduzida à câmara de resfriamento, à temperatura de 4°C.

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos (g.100g-1) identificados nas dietas experimentais

| Ácidos graxos | Dietas experimentais | | | | |
|-------------------------------|----------------------|--------|--------|-------|--------|
| | Controle | CAI | CAD | CAIL | CADL |
| Ácidos graxos saturados | | | | | |
| Mirístico (C14:0) | 0,40 | 0,53 | 0,45 | 0,64 | 0,38 |
| Palmitico (C16:0) | 12,16 | 14,83 | 11,94 | 18,04 | 9,70 |
| Margárico (C17:0) | 0,25 | 0,11 | 0,16 | 0,14 | 0,12 |
| Esteárico (C18:0) | 3,33 | 2,01 | 2,06 | 2,69 | 1,62 |
| Araquídico (C20:0) | 0,35 | 0,20 | 0,17 | 0,29 | 0,16 |
| Behênico (C22:0) | 0,18 | 0,10 | 0,06 | 0,16 | 0,10 |
| Ácidos graxos monoinsaturados | | | | | |
| Palmitoleico (C16:1) | 0,27 | 0,32 | 0,27 | 0,41 | 0,23 |
| Heptadecenoico (C17:1) | 0,08 | 0,04 | 0,08 | 0,05 | 0,04 |
| Elaídico (C18:1n9t) | 0,78 | 0,53 | 0,29 | 0,57 | 0,57 |
| Oleico (C18:1n9c) | 20,19 | 13,91 | 11,93 | 18,70 | 10,41 |
| Eicosanoico (C20:1) | 0,14 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,00 |
| Ácidos graxos poliinsaturados | | | | | |
| Linoleico (C18:2n6c) | 27,47 | 32,98 | 25,52 | 25,91 | 20,11 |
| Alfa-linolênico (C18:3n3) | 0,60 | 0,18 | 0,16 | 0,25 | 0,12 |
| Araquidônico (C20:4n6) | 0,08 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,05 |
| Timnodônico (C20:5n3) | 0,16 | 0,08 | 0,00 | 0,14 | 0,00 |
| Cervônico (C22:6n3) | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,04 |
| Grupamentos de ácidos graxos | | | | | |
| Ácidos graxos saturados | 16,66 | 17,77 | 14,89 | 21,96 | 12,07 |
| Ácidos graxos monoinsaturados | 21,46 | 14,83 | 12,61 | 19,77 | 11,26 |
| Ácidos graxos poliinsaturados | 28,38 | 33,24 | 25,76 | 26,35 | 20,33 |
| Ácidos graxos desejáveis | 53,18 | 50,08 | 40,43 | 48,82 | 33,20 |
| Ω3 | 0,83 | 0,26 | 0,16 | 0,44 | 0,16 |
| Ω6 | 27,55 | 32,98 | 25,60 | 25,91 | 20,16 |
| HIPER | 12,56 | 15,35 | 12,39 | 18,68 | 10,08 |
| HIPO | 49,84 | 48,07 | 38,37 | 46,13 | 31,59 |
| Razões entre ácidos graxos | | | | | |
| AGPI/AGS | 1,70 | 1,86 | 1,73 | 1,01 | 1,66 |
| AGI/AGS | 2,99 | 2,70 | 2,60 | 1,92 | 2,62 |
| Ω6/Ω3 | 33,02 | 126,49 | 152,85 | 41,81 | 130,51 |
| HIPER/HIPO | 0,25 | 0,32 | 0,32 | 0,58 | 0,32 |

Os músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) foram retirados da perna, com auxílio de faca, bisturi e pinça, e imediatamente pesados. Com o intuito de evitar queima pelo congelamento, foram embalados, primeiro em plástico filme, depois em papel alumínio e, em seguida, em sacos plásticos previamente identificados por animal e tratamento, sendo, imediatamente, armazenados à temperatura de -10°C, até

realização das análises laboratoriais, que ocorreram no Laboratório de Análise da Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos – UECO, da UESB.

Tabela 5. Médias e erro padrão médio (EPM) de alguns parâmetros de desempenho de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado com caroço de algodão associado ao lignosulfonato de cálcio

| Parâmetros de desempenho | Dietas | | | | | EPM | Contrastes | |
|--------------------------|--------|------|-------|-------|-------|--------|------------|--------|
| | CON | CAI | CAD | CAIL | CADL | | | |
| CPB, g/animal/dia | 143,5 | 83,4 | 123,0 | 173,9 | 137,6 | 10,783 | ns | |
| CEE, g/animal/dia | 23,4 | 4,9 | 41,09 | 52,4 | 57,9 | 3,117 | C3 (*) | C4 (*) |
| PVA, kg | 39,5 | 36,7 | 34,2 | 40,4 | 36,8 | 0,981 | ns | |
| PCQ, kg | 18,0 | 16,3 | 14,5 | 18,7 | 16,7 | 0,535 | C1 (*) | |
| RCQ, % | 45,5 | 44,5 | 42,3 | 46,2 | 44,9 | 0,565 | C1 (*) | |

CPB- Consumo de proteína bruta; CEE- Consumo de extrato etéreo; PVA- Peso vivo ao abate; PCQ- Peso de carcaça quente; RCQ- Rendimento de carcaça quente; CON – Dieta controle; CAI – Caroço de algodão inteiro; CAD – Caroço de algodão desintegrado; CAIL – Caroço de algodão inteiro tratado com Lignosulfonato de cálcio (100g/kg); CADL – Caroço de algodão desintegrado tratado com Lignosulfonato de cálcio (100g/kg). ; ns: contraste não significativo e (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). Fonte: Adaptado de Viana (2016).

Os músculos foram retirados do freezer e descongelados sob resfriamento a 5°C, por 12h, para determinação dos parâmetros físico-químicos na ordem lógica das análises, sendo obtida a cor, seguida da perda por cocção, força de cisalhamento e, em paralelo, determinados a capacidade de retenção de água e o potencial hidrogeniônico.

Dos mesmos músculos, foram feitas subamostras já destinadas a cada tipo de análise, para evitar vários descongelamentos e, assim, prejudicar a obtenção precisa dos resultados.

4.4. Análises laboratoriais

As amostras das dietas fornecidas foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 60°C, durante 72 horas. Em seguida, moídas em moinho tipo *Willey*, utilizando-se peneira com crivos de 1,0mm, nas quais foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, celulose e hemicelulose, segundo procedimentos descritos por Detmann et al. (2007).

4.4.1. Determinação dos parâmetros físicos

4.4.1.1. Cor

Para determinação da cor, utilizou-se o colorímetro Miniscan EZ, Marca Hunterlab, Modelo 4500L, por meio da escala do sistema CIE L*a*b* (Commission Internationale de l'Eclairage), em que o valor L fornece luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0), o valor de a* caracteriza a coloração do vermelho (+a, +60) ao verde (-a, -60), o valor b* indica coloração no intervalo do amarelo (b+, 60) ao azul (-b, -60). Lumpkins et al. (2005) afirmaram que, dos três valores tomados pelo colorímetro, os valores L* e o b* são cores de medição criteriosa e são as cores que o olho humano pode diferenciar.

Os músculos, depois de descongelados, foram expostos à luz natural e misturas de gases atmosféricos, por 30 minutos, para que pudessem retornar à cor normal. A análise foi feita num pedaço intacto do músculo, colocado numa tábua branca de polietileno, com o colorímetro posicionado em direção à amostra, sem que houvesse necessidade de encostar o aparelho na carne. A leitura foi realizada em local com pouca luminosidade, sendo realizadas três medidas de cada parâmetro e utilizado o valor médio, por amostra, para a análise dos dados.

4.4.1.2. Perda por cocção (PPC)

Para análise da perda por cocção, foram cortadas amostras de três fatias do músculo, de 2 a 2,5cm de espessura, mensurada com um paquímetro digital. As amostras foram pesadas em balanças semianalíticas da Tecnal B-TEC-2109, embaladas em papel alumínio e postas sob cocção em chapa aquecedora 0313F21 da Quimis, pré-aquecida a uma temperatura de 150°C. Ao atingir 35°C, as amostras foram viradas e mantidas na chapa até a temperatura do centro geométrico, a qual era monitorada com auxílio de um termômetro digital de ponta, atingir $72 \pm 2^\circ\text{C}$. Depois de retiradas do papel alumínio, ainda com temperatura superior a 70°C, as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente e novamente pesadas. A diferença entre o peso inicial e o peso final da amostra indicou a perda por cocção em gramas, conforme recomendado por Duckett et al. (1998).

4.4.1.3. Força de Cisalhamento (FC)

A textura objetiva ou força de cisalhamento dos músculos foi determinada através do texturômetro CT3 *Texture Analyser Brookfield* da Braseq, com lâmina Warner Bratzler. Utilizaram-se as amostras resultantes da determinação da perda por

cocção, e a medida foi realizada numa escala de zero a 10kgf/segundo, utilizando a velocidade que varia de 5 milímetros/segundos (mm/s) a 10mm/s.

Para classificar a textura da carne, adotou-se a interpretação de Cezar & Sousa (2007), que, na análise de força de cisalhamento, classificaram em macia (2,28 a 3,63 kgf/cm²), de maciez mediana (3,64 a 5,44 kgf/cm²) e dura e extremamente dura (acima de 5,44 kgf/cm²).

4.4.1.4. Capacidade de Retenção de Água (CRA)

Para se calcular capacidade de retenção de água, utilizou-se centrífuga da Centribrio, de acordo com Nakamura e Katoh (1985), em que um grama de amostra moída foi pesada em papel filtro, colocada em tubo de centrifugação de polietileno com tampa de rosca, e, centrifugada por 4 minutos a 1500xG, após secagem em estufa (70°C), por 12h00min. Em seguida, a CRA foi determinada pela seguinte fórmula:

$$\text{CRA \%} = \frac{\text{peso da amostra centrifugada} - \text{peso da amostra seca}}{\text{peso inicial da amostra antes da centrifugação}}$$

4.4.1.5. Potencial Hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH foi realizada em triplicata, com auxílio de um peagâmetro de bancada da marca Quimis 0400MT. Misturou-se, num Becker de 200ml, 50g de amostra homogeneizada num Turrax MA 385/3 da Marconi, com 10ml de água destilada para facilitar a penetração do eletrodo. Ajustou-se o peagâmetro com solução tampão de pH entre 4 a 7. Após cada análise, o bulbo, principalmente, foi limpo com solução de cloreto de potássio, papel higiênico e, por último, lavado com água destilada, utilizando-se uma pisseta.

4.4.2. Determinação da composição química

As análises de umidade, matéria mineral, lipídios totais e proteína foram realizadas no Laboratório da Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos – UECO da UESB. O teor de colesterol, analisado no Centro de Análises Cromatográficas (CEACROM) da UESB, campus de Itapetinga - BA.

As amostras dos músculos foram embaladas com papel filme e alumínio, foram descongeladas sob refrigeração, a 5°C, por 12h, e, imediatamente, moídas em moinho elétrico.

Considerando a ocorrência de erro laboratorial e de preparo da amostra, admitiu-se um intervalo de confiança para os valores obtidos nas análises dos componentes químicos (umidade, lipídios totais, proteína e MN). Com este estudo, verifica-se a necessidade de repetir alguma análise química e ainda definir a porcentagem de erro admitido. As amostras seriam reanalisadas sempre que a soma do percentual dos componentes químicos fosse menor que 95,0% ou maior que 105,00%.

4.4.2.1. Umidade

A umidade foi determinada por meio da balança de infravermelho, de marca Master e modelo ID200, de acordo metodologia nº 925.09 da AOAC (2000). Este método tem sido considerado mais rápido e eficaz, pois as amostras só perdem a água livre e, para tanto, separaram-se alíquotas de 1g, submetidas a 175°C, por 20min. Foram feitas três repetições por amostra, porém utilizou-se o valor médio de cada alíquota para a análise dos dados.

4.4.2.2. Matéria mineral

A matéria mineral foi determinada de acordo com o método gravimétrico da AOAC (2000) nº 923.03, com calcinação a 550°C, em forno mufla, MA 102 da Marconi.

4.4.2.3. Proteína

A análise do teor de proteína bruta na amostra foi realizada de acordo com o método de micro-Kjeldahl nº 920.87 da AOAC (2000).

3.4.2.4. Lipídios totais

A extração da fração lipídica foi realizada com uma mistura de clorofórmio, metanol e água, respectivamente (2:2:1,8 v/v/v), segundo Bligh & Dyer (1959).

3.4.2.5. Colesterol

Para determinação do teor de colesterol dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST), realizou-se a extração lipídica, seguida da leitura em cromatografia líquida, com o método descrito por Mazalli et al. (2003), com adaptações. Após a extração, as amostras foram ressuspensas em 2ml de éter de petróleo e injetados 5 ou 10 µl no HPLC - cromatógrafo líquido Shimadzu, acoplado a um detector

de arranjo de fotodiodos a 210mm, com uma coluna de fase reversa C18 (250 x 4,6mm), com tamanho de partículas de 5µm. A fase móvel utilizada foi acetonitrila /isopropanol (85:15 v/v), em modo isocrático, com vazão constante de 1,5 ml/min. A coluna foi mantida a uma temperatura de 35°C e os cromatogramas foram analisados utilizando-se “*software*” específico.

4.4.2.6. Leitura do perfil de ácidos graxos

A transesterificação dos triacilgliceróis (TAG) foi realizada conforme o método 5509 da ISO (1978).

Os ésteres metílicos foram analisados no Laboratório de pesquisa do Grupo Bioenergia e Meio Ambiente (BIOMA), da UESC, utilizando cromatógrafo em fase gasosa (Varian CP-3800), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida CP7489 (100m, 0,25mm d.i.).

O tempo total da corrida cromatográfica foi de 71,25 minutos, divididos em 3 rampas de aquecimento, conforme segue: 120°C (10min), 190°C (3°C.min⁻¹; 5min), 210°C (1°C.min⁻¹) e 240°C (10°C.min⁻¹; 10min).

A temperatura do injetor e detector foram, respectivamente, 250 e 290 °C, a razão de divisão da amostra 1:120 e o volume de injeção das amostras, analisadas em duplicata, de 1,0µL.

As áreas dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram determinadas através do *software* System Control 3800.

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos das dietas experimentais (Tabela 4) e dos músculos foi realizada por comparação do tempo de retenção dos EMAG da amostra com uma mistura padrão de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (18919 Sigma, EUA) e isômeros geométricos c9-t11 e t10-c12 do ácido linoleico (O5632 Sigma, EUA).

A quantificação dos ácidos graxos, em mg.g⁻¹ de lipídios totais (LT), foi efetuada em relação ao padrão interno tridecanoato de metila (C13:0) da Sigma.

Os cálculos da concentração dos ácidos graxos contidos nas amostras foram realizados conforme Visentainer e Franco (2006):

$$C(\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}) = \frac{A_x \cdot M_{13:0} \cdot F_{RT}}{A_{13:0} \cdot M_A \cdot F_{CT}}$$

Onde:

- A_x = Área dos ésteres metílicos dos ácidos graxos
 $A_{13:0}$ = Área do padrão interno;
 =
 $M_{13:0}$ = Massa do padrão interno adicionado à amostra (mg);
 =
 M_A = Massa da amostra (g);
 F_{RT} = Fator de resposta teórico dos ésteres metílicos de ácidos graxos;
 F_{CT} = Fator de conversão para expressar os resultados em mg de AG/g de LT.

A partir do perfil dos ácidos graxos identificados para dieta e músculos da carcaça, foi calculado o somatório dos ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos insaturados (AGI), ácidos graxos monossaturados (AGM), ácidos graxos poli-insaturados (AGP), ácidos graxos desejáveis (AGD), que foi o somatório de AGMI + AGPI + C18:0. As razões AGI:AGS, AGP:AGM e $\Omega 6:\Omega 3$ também foram definidas, assim como o total de ácidos graxos hipocolesterolêmicos (HIPO) = AGM + AGP ou AGI, de hipercolesterolêmicos (HIPER) = C14:0 + C16:0 e a razão entre eles (HIPER/HIPO), segundo Santos-Silva (2002).

Segundo Ulbricht e Southgate (1991), foram calculados os índices de Aterogenicidade (IA) = $[(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\Sigma AGMI + \Sigma \Omega 6 + \Sigma \Omega 3)$; e Índice de Trombogenicidade (IT) = $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma \Omega 6 + (3 \times \Sigma \Omega 3) + (\Sigma v3 / \Sigma \Omega 6))]$ com os valores médios do percentual de ácidos graxos dos músculos *SM* e *ST*, a fim de realizar uma comparação entre eles, quando forem comparados em relação à recomendação para a saúde humana, já que são índices utilizados como medidas de avaliação e comparação da qualidade de diferentes alimentos e dietas.

A atividade da enzima Δ^9 -dessaturase C18 foi determinada conforme descrito por Malau-Aduli e al. (1997), por meio de índice matemático Δ^9 -dessaturase C18 = $[(C18:1)/(C18:1+C18:0)]$.

4.5. Análise estatística

Os valores das médias obtidas para os parâmetros estudados dos músculos *Semimembranosus* e *Semitendinosus* foram analisados por meio da decomposição da soma de quadrados relacionados ao uso do caroço de algodão e ao lignosulfonato de cálcio, por meio de contrastes ortogonais (Tabela 6).

Tabela 6. Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma dos quadrados

| Contrastes | Dietas | | | | |
|------------|--------|-----|-----|------|------|
| | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL |
| C1 | +4 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| C2 | 0 | +1 | +1 | -1 | -1 |
| C3 | 0 | +1 | -1 | 0 | 0 |
| C4 | 0 | 0 | 0 | +1 | -1 |

CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI: Caroço de algodão integral; CAD: Caroço de algodão desintegrado; CAIL: Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL: Caroço algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL).

Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa SAS (Statistical Analysis System, 2001), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade.

V- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das médias dos parâmetros da composição química dos músculos avaliados (Tabela 7) mostram que as dietas exerceram efeito sobre alguns componentes.

O peso do músculo (PM) foi modificado em função das dietas consumidas pelos cordeiros ($p < 0,05$). Todas as dietas experimentais apresentaram médias inferiores à média da dieta CONT (CONT vs CAD, CAI, CAIL, CADL). Isso se deve ao fato de o peso absoluto da carcaça ter reduzido da mesma forma nas respectivas dietas, o que reflete diretamente no peso dos músculos contidos nela.

As dietas com adição de lignosulfonato de cálcio resultaram em médias superiores de PM em comparação às médias das dietas sem o lignosulfonato (CAI, CAD vs CAIL, CADL). Tal comportamento foi decorrência das alterações químicas e estruturais que o lignosulfonato pode ter provocado nas dietas, o que provavelmente melhorou o aproveitamento da fração proteica e resultou em maior deposição de tecido muscular.

Houve significância entre as médias dos pesos dos músculos, sendo que o *ST* se apresentou 17,50% mais pesado. A maioria dos trabalhos que comparam a diferença de peso do *SM* e o *ST* indicam uma superioridade bastante acentuada do peso do *SM* sobre o *ST* quando os animais são mais maduros e/ou mantidos a pasto. A manutenção em confinamento dos animais envolvidos neste estudo e a idade pouco elevada deles podem justificar a menor diferença entre os pesos dos músculos avaliados.

Ao avaliarem a composição tecidual do pernil de cordeiros desmamados aos 42 dias de idade média e terminados em pasto de azevém com níveis diários de suplementação concentrada, Fernandes et al. (2011a) encontraram valores médios de 0,193 (*SM*) e 0,076kg (*ST*), sendo estes diferentes dos encontrados neste estudo (0,115 e 0,130 kg, respectivamente).

Tabela 7. Peso e composição química dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou não com lignosulfonato de cálcio

| Parâmetro | Músculos | Dietas | | | | | Média | EPM | Contrastes | Pr>F | | |
|------------------------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|--------|---------|-----------------|
| | | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL | | | | Dieta | Músculo | Dieta x Músculo |
| Peso dos músculos (kg) | SM | 0,127 | 0,110 | 0,095 | 0,125 | 0,117 | 0,115 | 0,01 | C1 (*) | 0,0018 | 0,0014 | 0,9824 |
| | ST | 0,142 | 0,125 | 0,115 | 0,134 | 0,132 | | | | | | |
| | Média | 0,134 | 0,118 | 0,105 | 0,131 | 0,124 | 0,122 | C2 (*) | | | | |
| | EPM | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | | | | | | |
| Umidade (%) | SM | 68,91 | 68,09 | 69,69 | 70,32 | 68,47 | 69,10 | 0,56 | ns | 0,1023 | 0,0002 | 0,9281 |
| | ST | 70,81 | 70,53 | 71,50 | 72,99 | 71,64 | | | | | | |
| | Média | 69,86 | 69,31 | 70,59 | 71,65 | 70,05 | 70,29 | | | | | |
| | EPM | 0,91 | 0,53 | 1,08 | 0,69 | 0,73 | | | | | | |
| Proteína bruta (%) | SM | 18,50 | 18,00 | 18,12 | 18,54 | 21,02 | 18,84 | 0,50 | C2 (*) | 0,0362 | 0,6500 | 0,9150 |
| | ST | 16,93 | 18,43 | 17,71 | 18,41 | 21,09 | | | | | | |
| | Média | 17,72 | 18,22 | 17,92 | 18,48 | 21,06 | 18,68 | C4 (*) | | | | |
| | EPM | 0,55 | 0,69 | 0,44 | 0,28 | 1,35 | | | | | | |
| Gordura total (%) | SM | 5,52 | 4,85 | 4,24 | 4,02 | 4,44 | 4,61 | 0,32 | ns | 0,8424 | 0,1055 | 0,3192 |
| | ST | 3,22 | 4,37 | 3,73 | 4,13 | 4,38 | | | | | | |
| | Média | 4,37 | 4,61 | 3,98 | 4,07 | 4,41 | 4,29 | | | | | |
| | EPM | 0,62 | 0,50 | 0,39 | 0,36 | 0,38 | | | | | | |
| Matéria mineral (%) | SM | 1,10 | 1,15 | 1,10 | 1,34 | 1,29 | 1,20 | 0,03 | C1 (*) | <0,001 | <0,001 | 0,9173 |
| | ST | 0,97 | 1,05 | 1,00 | 1,15 | 1,17 | | | | | | |
| | Média | 1,04 | 1,10 | 1,05 | 1,25 | 1,23 | 1,13 | C2 (*) | | | | |
| | EPM | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | | | | | | |
| Colesterol (mg/100g) | SM | 38,89 | 39,24 | 33,14 | 40,64 | 34,52 | 37,29 | 1,08 | ns | 0,4010 | 0,7353 | 0,8278 |
| | ST | 37,98 | 38,11 | 36,16 | 39,16 | 38,15 | | | | | | |
| | Média | 38,43 | 38,67 | 34,65 | 39,90 | 36,33 | 37,60 | | | | | |
| | EPM | 1,40 | 2,86 | 1,52 | 1,64 | 2,12 | | | | | | |

CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI = Caroço de algodão integral; CAD = Caroço de algodão desintegrado; CAIL = Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL = Caroço de algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio; EPM = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço; ns: contraste não significativo e (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). N = 30.

Para a umidade, não foi verificado efeito das dietas ($p>0,05$) sobre os valores das médias obtidas, ou seja, a utilização de dietas contendo caroço de algodão, independentemente da forma física destes, associada ou não com lignosulfonato de cálcio, não promove alterações sobre a umidade dos músculos *SM* e *ST* de cordeiros. A média geral de umidade ficou em 70,29%.

Verificou-se que, entre as médias dos músculos, há diferença ($p<0,005$), sendo o músculo *ST* o com média de umidade maior, em 3,17%. A média de umidade do músculo *SM* se apresentou inferior à do *ST*, o que é justificado pelo fato de o *ST* possuir maior função motora.

Para as médias de proteína bruta (PB), também não se encontrou diferença entre a dieta CONT e as dietas experimentais (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); entretanto, entre as médias das dietas experimentais, foi observado efeito significativo ($p<0,05$). Verifica-se superioridade das médias de PB das dietas com a adição de lignosulfonato de cálcio sobre as demais dietas experimentais (CAI, CAD vs CAIL, CADL), confirmando o que era esperado em função das médias superiores dos PM. Esse efeito pode ser atribuído à ação do lignosulfonato de cálcio, que proporcionou a redução da degradação ruminal e uma maior absorção proteica pelos animais através da melhora da ação das enzimas no intestino, aumentando a digestibilidade de proteína verdadeira.

Pela interpretação dos contrastes, foi constatado que a desintegração do caroço de algodão com a adição de lignosulfonato de cálcio (CAIL vs CADL) proporcionou uma maior deposição de PB nos músculos dos animais, em função da maior disponibilização desse nutriente para a absorção, promovida pela desintegração do caroço de algodão, ocasionando uma maior absorção no intestino e, conseqüentemente, uma maior partição desse nutriente para a deposição muscular.

Entre os músculos *SM* e *ST*, não foi observado efeito significativo ($p>0,05$) para as médias de PB.

Ressalta-se que todas as dietas foram elaboradas para manter valores equivalentes de PB e atender às exigências estabelecidas pelo NRC (2007) e que não foi observado efeito significativo ($p>0,05$) no consumo de PB entre as dietas estudadas, logo as variações entre os teores de PB nos músculos foram em decorrência das diferentes formas físicas do caroço de algodão e da presença ou não do lignosulfonato de cálcio, fatores que exerceram influência direta sobre a disponibilização e absorção desse nutriente.

As maiores médias para as dietas CAIL e CADL, tanto para peso do músculo (PM) quanto para proteína bruta (PB), em comparação às médias das dietas CAI e CAD, levam a supor que a PB foi o constituinte que mais influenciou sobre a variável PM.

Os valores médios de PB encontrados para as quatro dietas experimentais variaram de 17,92% a 21,06%, próximos aos relatados Senegalhe et al (2014), que obtiveram valores médios de 22,72% de PB para cordeiros também ½ Dorper + Santa Inês, o que indica que as carnes obtidas com os músculos *SM* e *ST* de cordeiros alimentados com caroço de algodão integral ou desintegrado, tratados ou não lignosulfonato de cálcio, estão dentro dos parâmetros normais.

A média geral de gordura total (GT) encontrada foi de 4,29%, não sendo observado efeito significativo ($p>0,05$) das dietas. A gordura tem importante participação em atributos sensoriais desejáveis, como maciez e suculência da carne, e a sua manutenção em níveis semelhantes entre as dietas (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL) informa que as carnes obtidas dos animais alimentados com as dietas experimentais estão dentro dos padrões normais. A gordura tem influência direta sobre a qualidade da carne, influenciando na textura, na suculência e no sabor (Monte et al., 2012).

Houve diferença expressiva no consumo de extrato etéreo pelos animais nas diferentes dietas, entretanto tal fator não influenciou na deposição desse constituinte nos músculos dos animais. A variação dos níveis de PB e a ausência na variação da GT indicam que, por serem animais jovens, os nutrientes ingeridos por eles foram destinados à formação de tecido muscular e não para a deposição de gordura, independentemente da dieta recebida.

Entre os músculos, também não foi encontrado diferença significativa ($p>0,05$) para os teores de GT.

Foi verificado efeito ($p<0,05$) das dietas sobre o teor de matéria mineral (MM). Contrastando a dieta CONT com as dietas experimentais (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL), verifica-se que a adição de caroço de algodão à dieta de cordeiros promove maior deposição de minerais nos músculos *SM* e *ST*. A casca do caroço de algodão apresenta-se como fonte de macrominerais, dos quais se podem ressaltar os teores de fósforo (P), acima de 1% nos farelos; de cálcio (Ca), que chegam a 0,24% nos farelos e caroços; e de enxofre (S), atingindo 0,43% no farelo proveniente da extração mecânica do óleo (Rangel & Lima Júnior, 2010). Desta forma, a deposição maior de MM encontrada nos músculos dos animais que se alimentaram com as dietas experimentais pode ser atribuída à maior concentração de alguns minerais na casca do caroço de algodão.

A adição de lignosulfonato de cálcio a qualquer uma das formas físicas do CA acentua mais ainda a deposição de minerais aos músculos *SM* e *ST*, quando se comparam as dietas sem e com lignosulfonato de cálcio (CAI, CAD vs CAIL, CADL). Isso se deve ao fato de a composição desse aditivo ter promovido acréscimo considerável de minerais às dietas que o continham, possibilitando uma maior absorção e deposição destes.

As quantidades médias de MM entre os músculos também foram diferentes ($P < 0,05$), encontrando-se valores de 1,20% para o músculo *SM* e 1,07% para o *ST*, o que provavelmente está relacionado às diferentes funções e atividades musculares.

As médias dos níveis de colesterol não diferiram entre as dietas e os músculos ($p > 0,05$). A ausência de diferenças significativas para alguns dos parâmetros químicos da carne ovina, especialmente os teores de gordura total e colesterol, pode ser atribuída ao curto período de confinamento (60 dias) e ao peso vivo ao abate, que não variou (média de 37,5 kg) entre as dietas e não foi suficiente para ocasionar deposição de gordura, especialmente intramuscular, comprovando que os cordeiros não atingiram a maturidade fisiológica. Em animais mais jovens, segundo Moloney et al. (2012), o músculo tem uma quantidade menor de gordura.

De acordo com Freitas Júnior et al. (2010), o aumento na concentração de colesterol total ocorre em razão da elevação da demanda necessária para digestão, absorção e transporte de ácidos graxos de cadeia longa ingeridos (com 20 ou mais átomos de carbono), presentes nas fontes de gordura. As pequenas concentrações desses grupos de AG em todas as dietas podem contribuir também para explicar a não variação nos níveis de colesterol.

A média para a concentração de colesterol encontrada (37,60 mg/100g) é inferior aos valores reportados por Pellegrin et al. (2014) para carne de cordeiros, os quais variaram de 86,94 a 88,59mg/100g. Essa diferença pode ser atribuída ao fato de os autores terem suplementado os animais com glicerina bruta, a qual promoveu aumento dos depósitos de gordura corporal dos animais, resultando, conseqüentemente, em maiores concentrações de colesterol.

É importante ressaltar também que os lipídios das dietas testadas podem ter aumentado a disponibilidade para absorção intestinal de ácidos graxos poliinsaturados, os quais apresentam caráter hipocolesterêmico e podem ter sido responsáveis também pela redução do colesterol.

Cruz et al. (2017), caracterizando a qualidade da carne de frangos em função da diferença do tipo de corte, descreveram um nível de colesterol médio de 54,5 e 53,2mg/100g

para peito e coxa, respectivamente. Assim, fazendo um comparativo com os resultados desse trabalho, o conteúdo médio de colesterol encontrado para os músculos *SM* e *ST* de cordeiros (37,60mg/100g) foram inferiores aos da carne de frango. Vale a pena ressaltar que o valor médio de colesterol encontrado para as diferentes dietas está dentro do desejável, já que se recomenda uma ingestão de até 300mg por dia (USDA, 2000).

Houve efeito das dietas sobre as características qualitativas da carne (Tabela 8). Para os valores de potencial hidrogeniônico (pH), não se observou diferenças entre a média da dieta CONT e as médias das dietas experimentais (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL), no entanto constataram-se diferenças ($p < 0,05$) entre as médias de pH das dietas experimentais. A adição de lignosulfonato de cálcio às dietas contendo caroço de algodão integral ou desintegrado (CAI, CAD vs CAIL, CADL) promoveu o aumento do pH da carne obtida dos músculos *SM* e *ST* dos cordeiros. O processo de desintegração do caroço de algodão em dietas contendo lignosulfonato de cálcio (CAIL vs CADL) promoveu reduções do pH.

Diferença ($p < 0,05$) também foi encontrada entre as médias de pH dos músculos *SM* e *ST*, sendo de 5,75 e 5,85, respectivamente. O músculo *ST* apresenta maior percentual de fibras brancas (metabolismo glicolítico) do que fibras vermelhas (metabolismo oxidativo), o que influenciou diretamente na manutenção dos valores de pH mais elevados.

Os valores de pH, mesmo diferindo entre as dietas e os músculos, apresentam-se satisfatórios, já que não foram encontrados fatores que possam desclassificá-los quanto aos parâmetros de qualidade. Os valores de pH da carne dos cordeiros deste trabalho estão dentro dos parâmetros normais para carnes de cordeiros, conforme os estudos relatados recentemente na literatura (Mora et al., 2015; Farias et al., 2015).

Estudando a qualidade da carne e da carcaça de ovinos suplementados a pasto, Silva et al. (2014) ressaltaram a importância de os valores de pH encontrarem-se de 5,5 a 5,8, uma vez que características como maciez e vida de prateleira do produto sofrem alterações a partir do pH da carne.

Tabela 8. Parâmetros físico-químicos dos músculos dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio

| Parâmetro | Músculos | Dietas | | | | | Média | EPM | Contrastes | Pr>F | | |
|--|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|--------|---------|-----------------|
| | | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL | | | | Dieta | Músculo | Dieta x Músculo |
| pH | SM | 5,77 | 5,59 | 5,66 | 5,94 | 5,79 | 5,75 | 0,05 | C2 (*) | <0,001 | 0,0024 | 0,7257 |
| | ST | 5,87 | 5,72 | 5,81 | 5,97 | 5,87 | 5,85 | 0,04 | | | | |
| | Média | 5,82 | 5,65 | 5,74 | 5,96 | 5,83 | 5,80 | C4 (*) | | | | |
| | EPM | 0,06 | 0,04 | 0,11 | 0,08 | 0,03 | | | | | | |
| Força de cisalhamento (kgf/cm ²) | SM | 4,41 | 4,35 | 3,28 | 5,52 | 5,67 | 4,65 | 0,33 | C2 (*) | 0,0062 | 0,5036 | 0,7277 |
| | ST | 4,60 | 4,92 | 2,74 | 4,88 | 4,83 | 4,39 | 0,32 | | | | |
| | Média | 4,50 | 4,64 | 3,01 | 5,20 | 5,26 | 4,52 | C3 (*) | | | | |
| | EPM | 0,52 | 0,44 | 0,23 | 0,52 | 0,56 | | | | | | |
| Capac. de retenção de água (%) | SM | 48,10 | 43,77 | 44,99 | 41,89 | 46,31 | 45,01 | 0,94 | C1 (*) | 0,0203 | 0,0039 | 0,3785 |
| | ST | 49,24 | 45,87 | 47,24 | 47,52 | 47,58 | 47,49 | 0,52 | | | | |
| | Média | 48,67 | 44,82 | 46,11 | 44,70 | 46,94 | 46,25 | | | | | |
| | EPM | 0,60 | 1,56 | 0,90 | 1,47 | 1,25 | | | | | | |
| Perda por cocção (g) | SM | 30,48 | 33,60 | 36,84 | 33,57 | 33,32 | 33,56 | 0,76 | C1 (*) | <0,001 | 0,0975 | 0,0473 |
| | ST | 29,49 | 29,77 | 35,46 | 29,70 | 36,65 | 32,21 | 1,00 | | | | |
| | Média | 29,99 | 31,69 | 36,15 | 31,64 | 34,99 | 32,89 | C4 (*)(**) | | | | |
| | EPM | 1,16 | 1,91 | 1,04 | 0,69 | 1,30 | | | | | | |

CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI = Caroço de algodão integral; CAD = Caroço de algodão desintegrado; CAIL = Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL = Caroço de algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio; EPM = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço; ns: contraste não significativo, (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade e (**) contraste significativo para interação da dieta no músculo ST. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). N = 30.

A força de cisalhamento (FC) diferiu entre as dietas. As dietas experimentais não diferiram da CONT (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL), mas os contrastes mostram que há diferença entre as médias das dietas experimentais. As dietas com adição de lignosulfonato de cálcio, em comparação às dietas sem lignosulfonato de cálcio, promoveram aumentos da FC (CAI, CAD vs CAIL, CADL), uma carne menos macia, consequentemente. Mesmo condicionando os animais a produzirem uma carne menos macia, a inclusão de lignosulfonato de cálcio na dieta contendo caroço de algodão, integral ou desintegrado, ainda manteve as médias de FC próximas às consideradas desejáveis, provavelmente em função de interações entre as taxas de deposição de colágeno e a gordura no músculo do animal.

A desintegração do CA (CAI vs CAD) promoveu redução do FC entre as médias das dietas sem lignosulfonato de cálcio. De acordo com Menezes Júnior et al. (2014), o menor conteúdo de fibras na dieta está relacionado à carne com menores valores para força de cisalhamento, resultando em carne mais macia. Deste modo, é possível dizer que a desintegração do CA torna a fibra contida em sua casca mais fácil de ser digerida e promove a produção de uma carne mais macia. Esse mesmo efeito não foi verificado entre as dietas que receberam a adição do lignosulfonato de cálcio (CAIL vs CADL).

Menezes Júnior et al. (2014) verificaram ainda a associação positiva entre a gordura muscular e a maciez da carne, fato também averiguado neste estudo, pois os animais apresentaram baixo teor médio gordura total (GT) na carne e, mesmo sendo jovens, menor maciez.

O valor médio obtido para as diferentes dietas ($4,52 \text{ kgf/cm}^2$) caracteriza a carne de maciez mediana, uma vez que, segundo o método utilizado para classificar a textura da carne (Cezar & Sousa, 2007), adotou-se a interpretação de classificar a carne em macia ($2,28$ a $3,63 \text{ kgf/cm}^2$), de maciez mediana ($3,64$ a $5,44 \text{ kgf/cm}^2$) e dura e extremamente dura (acima de $5,44 \text{ kgf/cm}^2$). Para Issakowisk et al. (2014), a carne ovina pode ser considerada com maciez aceitável quando apresentar força de cisalhamento próximo a $4,6 \text{ kgf/cm}^2$, valor próximo ao valor encontrado neste trabalho ($4,52 \text{ kgf/cm}^2$).

A maciez com valores aceitáveis encontrados neste estudo pode ser explicada pelo fato de os animais permanecerem em confinamento durante todo o período experimental e por serem abatidos em idade propícia à produção de carnes menos duras. Quando se considera que, em diversas regiões do Brasil, os consumidores preferem ovinos com carcaças mais pesadas, recomenda-se a terminação em confinamento, que evita o abate de ovinos em idade mais avançada, cuja carne é menos macia.

As dietas exerceram influência ($p < 0,05$) sobre a capacidade de retenção de água (CRA) dos músculos *SM* e *ST*. A dieta CONT proporcionou média de CRA superior em comparação com as dietas experimentais (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL).

Geralmente se associa as menores CRA à menor quantidade de gordura presente na carne. Segundo Lawrie (2005), cortes com maior quantidade de gordura tendem a reter mais água do que os com menor quantidade de gordura. Entretanto, a variação na CRA neste estudo não pode ser atribuída à gordura presente nos músculos dos animais, uma vez que essa característica não sofreu variação em decorrência das dietas. Segundo Lanza et al. (2003), as variações na CRA das carnes vermelhas, geralmente, são explicadas pelas diferenças no pH; entretanto, neste estudo, essa relação não é tão evidente, já que as médias de pH da dieta CONT não diferiram das médias das dietas experimentais. A composição do tipo de fibra muscular é importante para o metabolismo *post mortem* e para a CRA, uma vez que a associação das fibras vermelhas ao encurtamento pelo frio contribui para redução da capacidade de reter cálcio e manter o pH a baixas temperaturas.

CRA é a capacidade que a carne tem de reter água durante a aplicação de forças externas, tais como o corte, aquecimento, moagem ou pressão. Traduz sensação de suculência pelo consumidor no momento da mastigação (Fernandes Júnior et al., 2013). Menor CRA implica em perdas do valor nutritivo pelo exudato liberado, resultando em carne menos suculenta. A CRA é um fator que interfere diretamente em outras características qualitativas da carne; segundo Silva et al. (2008), a quantidade exudada irá influenciar a cor, a textura e a maciez da carne crua, além do sabor e odor da carne cozida. Deste modo, analisando-se os dados apresentados na Tabela 8, verifica-se que carnes menos suculentas foram obtidas ao se adicionar o caroço de algodão. Vieira et al. (2010), ao avaliarem o efeito de dietas de terminação contendo diferentes níveis (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral, também identificaram, em termos absolutos, a redução da CRA da carne de cordeiros, com o maior nível de inclusão de CA.

Valores médios superiores para CRA (58,38%) na carne de cordeiros foram observados por Lopes et al. (2012), ao testarem dois níveis de concentrado. A diferença nos resultados do presente estudo pode ter sido em função dos níveis de concentrado.

Entre as médias dos músculos, também foi detectada diferença estatística ($p < 0,05$) para a característica de CRA: observou-se que o músculo *SM* possui menor CRA (45,012%) em comparação ao músculo *ST* (47,49%), o que está diretamente relacionado ao menor percentual de umidade do *SM* em relação ao *ST*.

Foi encontrado efeito significativo ($p < 0,05$) das dietas sobre os valores das médias da perda por cocção (PPC). As dietas experimentais promoveram aumento da PPC quando comparadas à dieta controle (CONT vs CAI, CAD, CAIL CADL). Segundo Menezes Júnior et al. (2014), o maior conteúdo de fibras na dieta está relacionado à carne com maiores valores para PPC. Desta forma, pode-se atribuir o aumento da PPC nas carnes dos animais que receberam as dietas experimentais ao aumento dos teores de fibra das dietas resultantes da presença do caroço de algodão.

Ao se comparar as médias das dietas com caroço de algodão integral com as médias das dietas com caroço de algodão desintegrado (CAI vs CAD e CAIL vs CADL), nota-se que o processo de desintegração do CA promove aumentos da PPC, provavelmente pela maior disponibilização da fibra contida na casca.

Houve efeito também da interação dieta x músculo ($p < 0,05$): mesmo não havendo diferença entre as médias dos músculos ($p > 0,05$), há diferença das médias dos músculos dentro das dietas. O desdobramento das médias e dos contrastes permitiu observar que a desintegração do CA, nas dietas acrescidas de lignosulfonato de cálcio (CAIL vs CADL), aumentou a PPC do músculo *ST*.

De acordo com Menezes Júnior et al. (2014), a perda por cocção (PPC) caracteriza-se como importante parâmetro de avaliação da qualidade da carne, sendo associada ao rendimento no preparo para o consumo, influenciando a suculência da carne.

Segundo Rodríguez et al. (2008), em presença de calor, a gordura passa do estado sólido para líquido, registrando perda por cozimento. Isso confirma que a presença de lipídio na carne apresenta uma relação positiva com a PPC, o que ocorre, possivelmente, porque, além da umidade, parte da gordura da carne é perdida com o processamento térmico. Os resultados encontrados no presente estudo não condizem com os relatos da literatura, uma vez que não foram observadas diferenças significativas para os parâmetros de gordura total e umidade. O parâmetro que variou e que pode ter relação com as diferenças entre as dietas para a característica de PPC é o percentual de PB. Possivelmente, o processo de cocção pode ter promovido a desnaturação das proteínas e acarretado maiores perdas de peso durante o processo de aquecimento. O contraste entre as dietas com adição de lignosulfonato de cálcio (CAIL vs CADL) reforça a teoria da influência do percentual de PB sobre a PPC, uma vez que a dieta CADL apresentou maiores percentuais de PB de PPC.

Ferrão et al. (2009), avaliando os efeitos de diferentes dietas na PPC do músculo *Semimembranosus* da raça Santa Inês, encontraram valores médios de 46,03%; 45,89% e

45,98%, valores estes acima dos resultados encontrados no presente estudo, provavelmente devido ao teor de gordura e às temperaturas de cocção e resfriamento das amostras utilizadas. Silva Sobrinho et al. (2005), analisando a PPC no músculo *Semimembranosus* de cordeiros, encontraram valores que variaram de 37,96% a 38,88%, mais próximos dos valores encontrados neste estudo.

Avaliando a coloração da carne através da escala L'Eclairage - CIE L*a*b* (Tabela 9), constatou-se que a coloração da carne variou em função das dietas.

A luminosidade (L*) na carne diferiu entre as dietas ($p < 0,05$), sendo que os contrastes aplicados não expressaram diferenças entre a dieta CONT e as experimentais (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL). Essa semelhança se deve ao fato de os percentuais de umidade também não terem variado entre a dieta CONT e as dietas experimentais, pois quanto maior a presença de água na carne do animal, mais refletida é a luz, aumentando o valor de L*.

A forma física do caroço de algodão interferiu nos valores médios de L* (CAI vs CAD e CAIL vs CADL), sendo que os maiores valores encontrados para L* nas dietas com caroço de algodão desintegrado indicam que essas dietas (CAD e CADL) resultaram em carnes mais escuras. De acordo com Rech et al (2014), a cor da carne pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles os teores de pigmentos dos alimentos. Neste sentido, observando os contrastes que comparam a forma física do CA, nota-se que a desintegração tornou alguns compostos de pigmentos mais disponíveis para absorção e posterior deposição nos músculos, influenciando as variações dos valores médios de L* entre as dietas experimentais.

A diminuição do valor de L* pode ser explicada pelo aumento do peso do músculo, fazendo com que ocorra menor luminosidade na superfície da carne, entretanto não se observa, por meio dos contrastes, que essa característica tenha interferido na luminosidade da carne.

Tabela 9. Coloração (CIE L*a*b*) dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio

| Parâmetro | Músculos | Dietas | | | | | | | | Pr>F | | |
|-----------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|------------|--------|---------|-----------------|
| | | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL | Média | EPM | Contrastes | Dieta | Músculo | Dieta x Músculo |
| L* | SM | 42,16 | 40,68 | 43,86 | 38,43 | 45,35 | 42,10 | 0,71 | C3 (*) | 0,0025 | 0,3428 | 0,0060 |
| | ST | 42,38 | 39,80 | 42,75 | 44,59 | 44,11 | 42,73 | 0,85 | | | | |
| | Média | 42,27 | 40,24 | 43,31 | 41,51 | 44,73 | 42,41 | C4 (*) (**) | | | | |
| | EPM | 1,04 | 0,88 | 0,82 | 1,77 | 1,17 | | | | | | |
| a* | SM | 11,09 | 7,93 | 8,54 | 9,18 | 10,37 | 9,42 | 0,34 | C1 (*) | 0,0015 | <0,001 | 0,7329 |
| | ST | 7,95 | 6,10 | 6,52 | 6,73 | 7,36 | 6,93 | 0,38 | | | | |
| | Média | 9,52 | 7,02 | 7,53 | 7,95 | 8,87 | 8,18 | C2 (*) | | | | |
| | EPM | 0,88 | 0,50 | 0,68 | 0,42 | 0,65 | | | | | | |
| b* | SM | 6,60 | 7,74 | 6,60 | 6,67 | 6,75 | 6,88 | 0,32 | ns | 0,4982 | <0,001 | 0,9755 |
| | ST | 4,94 | 5,40 | 4,37 | 4,61 | 4,23 | 4,71 | 0,22 | | | | |
| | Média | 5,77 | 6,57 | 5,49 | 5,64 | 5,50 | 5,79 | | | | | |
| | EPM | 0,32 | 0,48 | 0,57 | 0,77 | 0,45 | | | | | | |
| a*/b* | SM | 1,69 | 1,03 | 1,41 | 1,58 | 1,54 | 1,45 | 0,08 | C2 (*) | 0,0157 | 0,4828 | 0,9002 |
| | ST | 1,57 | 1,12 | 1,55 | 1,63 | 1,76 | 1,53 | 0,09 | | | | |
| | Média | 1,63 | 1,08 | 1,48 | 1,60 | 1,65 | 1,49 | C3 (*) | | | | |
| | EPM | 0,10 | 0,55 | 0,16 | 0,17 | 0,08 | | | | | | |

L* = percentual de refletância ou luminosidade; a = variação da cor vermelho ao verde; b = variação da cor amarelo ao azul. Parâmetros de acordo a Comissão Internacional L'Eclairage - CIE L*a*b*; a*/b* - teor de mioglobina. CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI = Caroço de algodão integral; CAD = Caroço de algodão desintegrado; CAIL = Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL = Caroço de algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio; EPM = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço; ns: contraste não significativo, (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade e (**) contraste significativo para interação da dieta no músculo SM. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). N = 30.

O pH atua diretamente sobre a cor da carne. Quando ocorre uma redução da quantidade de glicogênio muscular, resulta em um pH elevado (próximo ou acima de 6,0). Assim, um aumento no consumo de oxigênio pode aumentar a concentração de mioglobina desoxigenada, resultando em carnes de cor escura. Esse comportamento foi observado quando se contrastaram as médias das dietas com adição de lignosulfonato de cálcio (CAIL vs CADL), pois a CAIL apresentou pH mais elevado, em comparação à CADL, e carne mais escura. Tal argumento é corroborado por Calnan et al. (2014), que afirmaram que valores elevados de pH no músculo *Longissimus dorsi* diminuíram drasticamente o índice de refletância da luz, escurecendo a carne dos cordeiros, consequência da redução da capacidade do oxigênio em penetrar a superfície do músculo, devido às ligações de água e das proteínas, resultando em menor porção de oxigênio disponível para formação de pigmentos vermelhos de oximioglobulina.

Valores semelhantes aos constatados nesta pesquisa foram obtidos por Vieira et al. (2010): ao avaliarem a terminação de cordeiros Santa Inês com diferentes níveis (0, 20, 30 e 40) de caroço de algodão integral, os autores encontraram valores médias de L* de 47,4; 47,8; 49,0 e 50,5 para os respectivos níveis crescentes de inclusão.

A L* não apresentou diferença entre as médias dos músculos ($p > 0,05$), mas foi significativa para a interação dieta x músculo, ou seja, mesmo não diferindo entre si, os músculos apresentam diferenças significativas individualmente dentro as dietas. O desdobramento das médias e dos contrastes permitiu identificar que, entre as dietas contendo lignosulfonato de cálcio (CAIL vs CADL), a desintegração do CA promoveu aumento da L* do músculo SM.

A intensidade de vermelho (a^*) na carne diferiu entre as dietas fornecidas ($p < 0,05$), presumindo-se que os níveis de mioglobina na carne dos cordeiros diferiram (Tabela 9).

A adição de CA à dieta (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL) promoveu redução das médias da a^* . Como os animais envolvidos nesta análise foram abatidos com a mesma idade média e terminados em confinamento, não era esperado que a inclusão de caroço de algodão exercesse influência sobre a a^* da carne desses animais, já que essa característica é influenciada pela quantidade de mioglobina presente no músculo dos animais, que por sua vez é influenciada pela idade ou sistema de produção (Juárez et al., 2009; Lima Júnior et al., 2016). As alterações observadas ocorreram, possivelmente, em decorrência da presença de algum componente no caroço de algodão que tenha promovido menor refletividade dos pigmentos vermelhos das carnes dos músculos avaliados.

Quando se contrastam as médias das dietas sem com as médias das dietas com lignosulfonato de cálcio (CAI, CAD vs CAIL, CADL), verifica-se que o aditivo promove aumento dos valores de a^* , provavelmente pelo aumento da deposição proteica ocorrida, que aumentou proporcionalmente a deposição de mioglobina. Neste sentido, é possível supor ainda que o lignosulfonato de cálcio tenha disponibilizado, para absorção, mais aminoácidos para serem utilizados na síntese de mioglobina, aumentando sua concentração nos músculos. É sabido que, com o aumento do peso, aumenta-se a intensidade do vermelho, e isso justifica também a superioridade das médias das dietas com adição de lignosulfonato de cálcio, uma vez que essas apresentaram médias de peso de músculo superiores.

Também foi identificada diferença estatística da a^* entre as médias dos músculos *SM* e *ST*, sendo que o *SM* se mostrou com coloração de vermelho bem mais intenso. Os valores médios de a^* apresentados pelos músculos foram de 9,42 e 6,93 para os músculos *SM* e *ST*, respectivamente. As diferenças de intensidade de vermelho entre os músculos *SM* e *ST* podem ser atribuídas às diferenças quanto às funcionalidades anatômicas. De acordo com Palezi et al. (2014), quanto maior é a atividade muscular, maior o teor de mioglobina e mais escura é a carne, pode-se, deste modo, atribuir a maior média de a^* para o *SM*, em função da sua maior atividade. O período de confinamento a que os animais foram submetidos pode ter contribuído para reduzir mais ainda a atividade do *ST* em relação ao *SM* e, conseqüentemente ter reduzido sua a^* .

Para a variação da cor amarelo (b^*), não se encontrou efeito significativo ($p>0,05$) das dietas. A ausência de diferença significativa ($p>0,05$) de conteúdo de gordura total dos músculos dos cordeiros provavelmente favoreceu a ausência de diferença observada no parâmetro b^* entre as dietas, visto que pigmentos carotenoides presentes no tecido adiposo, intra e intermuscular são os principais responsáveis pela tonalidade amarela observada na carne. Tal efeito foi relatado por Rech et al (2014), que afirmaram que a b^* pode ser afetada pelo teor de gordura subcutânea e intramuscular.

De acordo com Fernandes et al. (2011a), a b^* pode ser influenciada tanto pela concentração lipídica como pela ingestão de pigmentos carotenoides contidos na dieta do ruminante. Os animais receberam a dieta CONT e as experimentais ricas em energia e carotenoides, pois, segundo Andriguetto (2002), o caroço de algodão possui um pigmento polifenólico amarelado rico em carotenoides, o que provavelmente tenha interferido na intensidade do amarelo na cor da carne dos cordeiros avaliados. Nesse mesmo aspecto, ressalta-se que a dieta CONT continha milho e farelo de soja, ingredientes estes que possuem

pigmentos de coloração amarela, os quais podem ter atuado na intensidade da b^* da dieta CONT e mantido os seus valores semelhantes aos encontrados nas dietas experimentais. A relação entre a cor da gordura e o tipo de alimentação pode representar uma valiosa ferramenta para a autenticação da carne (Dunne et al., 2009).

Já para as médias dos músculos, foi observada variação ($p < 0,05$). O músculo *SM* se mostrou mais pálido (6,88) do que o *ST* (4,71). A diferença de deposição de pigmentos amarelos entre os músculos avaliados pode ter sido em decorrência também da diferença da função e localização anatômica e da atividade muscular.

Os valores de L^* e a^* são considerados os mais importantes, uma vez que a coloração é a primeira característica a ser observada pelo consumidor no momento da compra (Osório et al., 2009). O valor de b^* está mais relacionado à cor branca ou amarelada da gordura e é de difícil percepção pelo consumidor quando observada no tecido muscular (Mancini e Hunt, 2005; Pinheiro et al., 2009), principalmente na carne ovina, que possui menor gordura de marmoreio em relação às outras espécies.

A coloração da carne é relacionada por Calnan et al. (2014) ao tempo de prateleira do produto, uma vez que as reações da mioglobina com oxigênio causam o escurecimento da superfície, fazendo com que os consumidores associem a carne como estocada de longo período, representando uma importante limitação econômica para a indústria de carne de cordeiro. Sendo assim, o favorecimento de uma maior aceitação por consumidores e indústrias pode ser alcançado pela formulação de dietas com ingredientes que possam contribuir para uma maior estabilidade dessa característica após o abate.

Mesmo havendo diferença entre as dietas experimentais para as variáveis L^* e a^* , e ausência de diferença para variável b^* , a carne dos cordeiros apresentou-se mais clara (47,46 a 51,45), menos vermelha (6,88 a 8,87) e mais pálida (5,49 a 6,36), quando comparada à carne de cordeiros avaliados por Vieira et al. (2010), cujos valores médios foram de $L^* = 47,4$ a 50,5; $a^* = 8,4$ a 10,3 e $b^* = 8,3$ a 11,3. Os valores médios para L^* , a^* e b^* se aproximam aos obtidos por Almeida et al. (2015) e são considerados dentro do desejado para a carne ovina.

O teor de mioglobina, que pode ser estimado pela razão a^*/b^* (Olivo, 2004), mostrou ser diferente ($p < 0,05$) entre as dietas. Os contrastes estabelecidos mostram que as médias de a^*/b^* das dietas experimentais não diferem da CONT (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL), mas mostram que, nos músculos dos animais alimentados com as dietas contendo lignosulfonato de cálcio, as médias foram superiores às das dietas sem o aditivo (CAI, CAD vs CAIL, CAIL). Esse resultado foi decorrente da predominância dos maiores valores de a^*

encontrados para as dietas contendo lignosulfonato de cálcio, pois a b^* não sofreu efeito das dietas. Os contrastes mostram ainda diferença entre as médias das dietas sem lignosulfonato de cálcio (CAI vs CAD), sendo que a dieta CAD se mostrou superior.

A distribuição dos pigmentos de mioglobina na carne é compreendida pela análise dos valores de a^*/b^* , sendo que quanto maior o valor de a^* e menor o de b^* , maior a concentração de mioglobina, ou seja, mais intenso o vermelho da carne. Desta forma, estima-se que os músculos dos animais que receberam dietas contendo lignosulfonato de cálcio possuem maior teor de mioglobina, e que a desintegração do caroço de algodão promove elevações desse composto em ausência do aditivo.

Animais em criação extensiva sintetizam mais mioglobina, pois são mais susceptíveis à realização de atividades físicas, necessitando de maior oxigenação de músculo, o que favorece a coloração mais intensa na carne. Como os animais desse estudo foram mantidos em confinamento durante todo o período experimental, era de se esperar a manutenção dos níveis de mioglobina em valores mais modestos e sem variação entre as médias das dietas, entretanto a variação expressada pelos contrastes mostra que as dietas atuaram diretamente sobre esse fator.

De acordo com Gomide et al. (2013), o pH é o principal indicador da qualidade final da carne, modificando, direta ou indiretamente cor, aparência, sabor, aroma, maciez, suculência, propriedades funcionais e capacidade de retenção de água. O fato de o pH não ter sido influenciado pela inclusão de caroço de algodão e variar em função da forma física e da presença do lignosulfonato de cálcio, mantendo-se em valores aceitáveis para carnes consideradas de qualidade, corroborou com os valores considerados aceitáveis para FC, CRA, PPC e cor, visto que o pH tem influência sobre essas características.

Atualmente, a qualidade da carne tem sido relacionada com o conteúdo lipídico e com o perfil de ácidos graxos contidos na gordura dos músculos dos animais que darão origem à carne a ser consumida. De acordo com Moreno et al. (2016), o perfil de ácidos graxos da carne de ruminantes é bastante saturado e, frequentemente, associado a problemas cardiovasculares e a alguns tipos de câncer, daí a importância de se estudar o perfil das gorduras dos ovinos. Por isso, neste estudo, julgou-se importante quantificar e qualificar os ácidos graxos presentes nos músculos *SM* e *ST* dos animais avaliados.

A seguir, estão apresentados os dados de concentração dos ácidos graxos mais importantes, do ponto de vista nutricional, e dos que apresentaram concentrações com valores relevantes. Os ácidos graxos com concentrações muito baixas não foram utilizados para

discutir os resultados deste estudo, mas foram utilizados para compor os somatórios e as razões de seus respectivos grupos e índices de classificação.

Com base nos valores das concentrações dos principais ácidos graxos saturados (AGS), expostos na Tabela 10, observa-se que todos os AGS, com exceção do palmítico (C16:0), aumentaram suas concentrações nas dietas experimentais, quando comparadas à dieta CONT (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL).

De acordo com Oliveira et. al. (2011) os AGS encontrados em maior proporção na gordura animal são o palmítico (C16:00), o esteárico (C18:00) e o mirístico (C14:00), o que corrobora com os resultados encontrados neste estudo.

As médias de ácido mirístico (C14:0) das dietas experimentais foram de 2,71; 2,15; 2,43 e 2,31 para as dietas CAI, CAD, CAIL e CADL, respectivamente. Mesmo aumentando, em comparação a dieta CONT ($p < 0,05$), as médias das dietas experimentais foram inferiores à média relatada por Senegalhe et al. (2014) para cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper + $\frac{1}{2}$ Santa Inês, que foi de 3,71g/100g. O aumento das concentrações de C14:0 nos músculos dos animais que receberam as dietas experimentais se deu, presumivelmente, em decorrência da maior presença e/ou disponibilidade deste AG pela adição do caroço de algodão nas dietas. Observa-se ainda, ao se comparar as dietas sem adição de lignosulfonato (CAI vs CAD), que o processo de desintegração proporcionou a redução das concentrações de C14:0, provavelmente pela mais rápida exposição deste para a dessaturação e transformação em sua versão insaturada, o miristoleico (C14:1).

As médias das concentrações de C14:0 entre os músculos não diferiram entre si ($p > 0,05$).

A não influência das dietas sobre as concentrações de ácido palmítico (C16:00) indica uma interessante estabilidade entre as dietas, pois o C16:0 tem sido considerado prejudicial para as concentrações séricas de colesterol em humanos. Desta forma, pode-se considerar que nenhuma das dietas experimentais promove alterações desfavoráveis à saúde de quem consumir a carne de cordeiros que receberem algumas das dietas experimentais avaliadas neste estudo. Também não se observou diferença estatística entre as médias de C16:0 dos músculos.

Tabela 10. Concentrações ($\text{g}\cdot 100^{-1}$) dos principais ácidos graxos saturados dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou não com lignosulfonato de cálcio

| Ácidos graxos | Músculos | Dietas | | | | | | | | Pr>F | | |
|----------------------------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------------|--------|---------|-----------------|
| | | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL | Média | EPM | Contrastes | Dieta | Músculo | Dieta x Músculo |
| C14:00 <i>Mirístico</i> | SM | 1,65 | 2,51 | 2,11 | 2,40 | 2,28 | 2,19 | 0,11 | C1 (*) | <0,001 | 0,5094 | 0,5439 |
| | ST | 1,43 | 2,90 | 2,19 | 2,45 | 2,35 | 2,27 | 0,15 | | | | |
| | Média | 1,54 | 2,71 | 2,15 | 2,43 | 2,31 | 2,23 | | C3 (*) | | | |
| | EPM | 0,24 | 0,17 | 0,09 | 0,14 | 0,20 | | | | | | |
| C16:00 <i>Palmítico</i> | SM | 20,29 | 20,18 | 20,37 | 20,98 | 19,11 | 20,19 | 0,38 | ns | 0,1203 | 0,2750 | 0,9724 |
| | ST | 20,28 | 19,18 | 19,80 | 20,61 | 18,33 | 19,64 | 0,34 | | | | |
| | Média | 20,29 | 19,68 | 20,08 | 20,80 | 18,72 | 19,91 | | | | | |
| | EPM | 0,52 | 0,68 | 0,45 | 0,46 | 0,61 | | | | | | |
| C17:00 <i>Margárico</i> | SM | 1,20 | 1,72 | 1,55 | 1,27 | 1,01 | 1,35 | 0,09 | C1 (*) | <0,001 | <0,001 | 0,5036 |
| | ST | 0,92 | 1,35 | 1,23 | 1,12 | 0,91 | 1,11 | 0,06 | C2 (*) | | | |
| | Média | 1,06 | 1,53 | 1,39 | 1,19 | 0,96 | 1,23 | | C4 (*) | | | |
| | EPM | 0,16 | 0,11 | 0,15 | 0,07 | 0,05 | | | | | | |
| C18:00 <i>Estearico</i> | SM | 8,24 | 11,33 | 11,82 | 12,34 | 13,01 | 11,36 | 0,51 | C1 (*) | <0,001 | 0,0115 | 0,1095 |
| | ST | 11,73 | 13,28 | 11,20 | 12,37 | 15,26 | 12,77 | 0,45 | C2 (*) | | | |
| | Média | 9,98 | 12,31 | 11,51 | 12,36 | 14,17 | 12,07 | | C4 (*) | | | |
| | EPM | 0,94 | 0,61 | 0,60 | 0,67 | 0,60 | | | | | | |

CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI = Caroço de algodão integral; CAD = Caroço de algodão desintegrado; CAIL = Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL = Caroço de algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio; EPM = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço; ns: contraste não significativo e (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). N = 30.

De acordo com Banskalieva et al. (2000), o ácido palmítico (C16:0) é o principal responsável pela elevação do colesterol sérico. Nota-se que a inclusão de caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou não com lignosulfonato de cálcio na dieta de cordeiros, não aumentou a concentração desse ácido nos músculos *SM* e *ST*; portanto, os animais que receberam tais dietas permaneceram com os níveis séricos de colesterol sem alterações, comparando-se com a dieta CONT, conforme já observado na Tabela 7.

As concentrações médias de ácido margárico (C17:0) diferiram entre as dietas e os músculos ($p < 0,05$). A inclusão de caroço de algodão nas dietas, conforme observado pelo contraste entre a dieta CONT e as dietas experimentais, promoveu aumento das concentrações de C17:0 das dietas experimentais, com exceção da CADL. Contrastando as dietas sem com as com lignosulfonato de cálcio (CAI, CAD vs CAIL, CADL), nota-se que a presença desse aditivo na dieta promoveu reduções da concentração de C17:0 na carne de cordeiros. Pode-se atribuir tal efeito ao fato de o aditivo ter retido o C17:0 oriundo da dieta por mais tempo no rúmen, permitindo que maior parcela desse pudesse ser convertido em ácido heptadecenóico (C17:1), a versão saturada do C17:0.

Contrastando as dietas que tiveram a adição de lignosulfonato de cálcio (CAIL vs CADL), verifica-se também que a desintegração do caroço de algodão promoveu redução das concentrações de C17:0, supostamente pela maior disponibilização desse ácido para ser convertido em C17:1.

As concentrações médias de C17:0 também diferiram entre as médias dos músculos ($p < 0,05$). O músculo *SM* teve maior concentração média de ácido margárico ($1,35 \text{ g} \cdot 100^{-1}$) em comparação ao *ST* ($1,11 \text{ g} \cdot 100^{-1}$).

Para as concentrações de ácido esteárico (C18:0), verifica-se que as dietas também exerceram efeito ($p < 0,05$), sendo que o uso de CA aumentou as concentrações de C18:0 nas dietas experimentais (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL). O aumento das concentrações do C18:0 nos músculos dos cordeiros que receberam as dietas experimentais provavelmente foi ocasionada por um maior consumo ou absorção desse ácido graxo nas dietas contendo caroço de algodão, mesmo que a composição não demonstre grandes variações de concentrações entre as dietas experimentais. O fornecimento de CA contribuiu para aumentar a concentração lipídica e, conseqüentemente, para aumentar a disponibilidade de ácidos graxos das dietas experimentais. Desta forma, o maior aporte de lipídios polinsaturados provenientes da inclusão de CA e a biohidrogenação destes por bactérias ruminais podem ter favorecido uma

maior chegada de ácido esteárico ao intestino delgado, permitindo uma maior absorção e deposição de tais lipídios na carne.

Ao se contrastarem as médias das dietas sem e com lignosulfonato de cálcio (CAI, CAD vs CAIL, CADL), nota-se que há aumento das concentrações médias de C18:0 com o uso do aditivo. É importante ressaltar que o lignosulfonato é um aglutinante energético, altamente higroscópico, que pode atuar envolvendo os ácidos graxos e impedindo a ação das bactérias, evitando, assim, a biohidrogenação (Neves et al., 2009). Desta forma, a maior absorção de C18:0 no intestino dos animais que receberam as dietas CAIL e CADL ocorreu em função da ação protetora do lignosulfonato, pois esse efeito pode ser comprovado pelo fato de essas dietas com aditivo terem apresentado valores superiores.

É possível perceber ainda que, entre as dietas sem lignosulfonato de cálcio, o processo de desintegração (CAI vs CAD) possibilitou o aumento de C18:0, o que pode ter acontecido em decorrência da maior disponibilização desse ácido graxo.

Também foi observada diferença entre as médias dos músculos ($p < 0,05$), sendo que o *ST* teve maior concentração de C18:0 ($12,77\text{g}\cdot 100^{-1}$) do que o *SM*.

Observando os dados constantes na Tabela 10, verifica-se que o ácido graxo saturado que apresentou a maior concentração de área foi o C16:0, seguido do C18:0. Dentre os principais AGS, o C17:0 apresentou menor concentração.

Mesmo que o ácido esteárico tenha sofrido elevação dos seus níveis nas dietas experimentais e estando entre os ácidos graxos saturados mais predominantes na carne dos cordeiros oriunda dessa pesquisa, sua alta concentração não desqualifica a carne desses animais do ponto de vista nutricional, pois o ácido esteárico, segundo Hautrive et al. (2012), ao contrário de outros AGS, classifica-se como não aterogênico (neutro). O ácido esteárico atua na redução do colesterol, sendo considerado hipolipidêmico, uma vez que é convertido rapidamente em ácido oleico, o qual é classificado como um ácido graxo essencial, que desempenha papel fundamental na síntese de hormônios.

De acordo com relatos de French et al. (2003), o ácido graxo mais indesejável seria o ácido mirístico (C14:0), que, neste estudo, representou média $2,23\text{g}\cdot 100^{-1}$. O ácido palmítico (C16:0) foi relatado como o de menor efeito hipercolesterolêmico e o ácido esteárico (C18:0), que correspondeu ao valor médio (entre as dietas experimentais) de $12,07\text{g}\cdot 100^{-1}$ da concentração total dos ácidos graxos saturados na carne, como o de efeito nulo. Sendo assim, o somatório desses três ácidos graxos não deve ser considerado como único critério para fins de limitação do consumo da carne de cordeiros obtida nas condições do presente estudo.

Todos os principais AGS que sofreram influência das dietas (mirístico, margárico e esteárico), conforme o mostrado pelo contraste (CONT vs CVAI, CAD, CAIL, CADL), mantiveram-se em valores que podem ser considerados baixos, o que era esperado para a carne de cordeiros abatidos ainda jovens. A carne obtida dos músculos *SM* e *ST* dos animais submetidos a dietas contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou não com lignosulfonato de cálcio, não apresenta alterações do ponto de vista nutricional, quando se avaliam as concentrações dos principais AGS.

As concentrações dos principais ácidos graxos monoinsaturados (AGM) estão apresentadas na Tabela 11, de modo que se constata que a maioria deles sofreu efeito das dietas ($p < 0,05$), provavelmente por os animais receberem uma dieta mais rica em ácidos graxos insaturados ao ingerirem o caroço de algodão.

Verificou-se que as dietas experimentais apresentaram concentrações de C16:1 inferiores à dieta CONT (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL).

A inclusão de caroço de algodão promoveu reduções das médias das concentrações de C16:1 dos animais que receberam as dietas experimentais (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL). Comparando os dados entre as tabelas 10 e 11, verifica-se que a versão saturada do palmitoleico, o palmítico (C16:0), sofreu menor insaturação nas dietas experimentais, já que as concentrações do C16:0 não se diferiram, enquanto que as do C16:1, em todas as dietas experimentais, apresentaram-se inferiores à CONT.

Entre os músculos, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) das médias das concentrações de C16:1.

A inclusão de caroço de algodão nas dietas (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL) promoveu redução das médias de concentração de C17:1.

Comparando os dados da Tabela 10 e os da Tabela 11, verifica-se que as concentrações de C17:0 aumentaram nas dietas experimentais e as concentrações de C17:1 reduziram, mostrando que não ocorreu, em grande escala, a instauração do C17:0, formando C17:1. Tal comportamento pode ser atribuído ao aumento da disponibilização de C17:0 pelas dietas contendo caroço de algodão e baixa eficiência do processo de instauração desse ácido para a formação de C17:1. A desintegração do CA promoveu redução do C17:1 nas dietas sem o lignosulfonato de cálcio (CAI vs CAD) pela disponibilização desse ácido graxo para ser transformado em sua versão saturada pelos microrganismos ruminais.

Tabela 11. Concentrações ($\text{g}\cdot 100^{-1}$) dos principais ácidos graxos monoinsaturados dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio

| Ácidos graxos | Músculos | Dietas | | | | | Média | EPM | Contrastes | Pr>F | | |
|-------------------------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------------|--------|---------|-----------------|
| | | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL | | | | Dieta | Músculo | Dieta x Músculo |
| C16:1 Palmitoleico | SM | 1,60 | 1,23 | 1,10 | 1,32 | 1,19 | 1,29 | 0,08 | C1 (*) | 0,0129 | 0,6433 | 0,9936 |
| | ST | 1,52 | 1,18 | 1,13 | 1,26 | 1,16 | 1,25 | 0,04 | | | | |
| | Média | 1,56 | 1,21 | 1,12 | 1,29 | 1,18 | 1,27 | | | | | |
| | EPM | 0,18 | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,06 | | | | | | |
| C17:1 Heptadecenoico | SM | 0,79 | 0,71 | 0,52 | 0,51 | 0,41 | 0,59 | 0,06 | C1 (*) | 0,0057 | <0,001 | 0,4102 |
| | ST | 0,48 | 0,50 | 0,35 | 0,42 | 0,36 | 0,42 | 0,03 | | | | |
| | Média | 0,63 | 0,60 | 0,43 | 0,47 | 0,39 | 0,50 | | C3 (*) | | | |
| | EPM | 0,13 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | | | | | | |
| C18:1 n-9C Oleico | SM | 27,22 | 26,52 | 24,67 | 25,57 | 24,42 | 25,68 | 1,07 | ns | 0,1006 | 0,4040 | 0,7436 |
| | ST | 29,05 | 24,83 | 21,57 | 25,44 | 22,26 | 24,63 | 1,07 | | | | |
| | Média | 28,13 | 25,68 | 23,13 | 25,51 | 23,34 | 25,16 | | | | | |
| | EPM | 2,60 | 1,02 | 1,98 | 0,75 | 1,22 | | | | | | |
| C18:1 n-9T Elaídico | SM | 5,33 | 8,18 | 7,98 | 8,66 | 7,40 | 7,51 | 0,49 | C1 (*) | <0,001 | 0,3640 | 0,6157 |
| | ST | 5,79 | 7,48 | 7,85 | 8,51 | 6,71 | 7,27 | 0,43 | | | | |
| | Média | 5,56 | 7,83 | 7,91 | 8,59 | 7,06 | 7,39 | | C4 (*) | | | |
| | EPM | 0,35 | 0,58 | 1,00 | 0,85 | 0,41 | | | | | | |

CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI = Caroço de algodão integral; CAD = Caroço de algodão desintegrado; CAIL = Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL = Caroço de algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio; EPM = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço; ns: contraste não significativo e (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). N = 30.

As médias dos músculos diferiram entre si ($p < 0,05$), o *SM* apresentou maior concentração de C17:1.

Observa-se que as dietas não promoveram efeito significativo ($p > 0,05$) quanto às concentrações de ácido oleico (C18:1n-9C), com média de $25,16 \text{g} \cdot 100^{-1}$. Este resultado pode contribuir para explicar a homogeneidade da dosagem de colesterol encontrada nos músculos avaliados. O ácido oleico (C18:1n-9C), de acordo com Silva et al. (2014), é tido como um ácido graxo desejável na carne, por reduzir o colesterol sanguíneo (efeito hipocolesterolêmico), e sua participação na carne está principalmente associada ao tipo de dieta. Sendo assim, a manutenção da concentração do ácido graxo oleico com a inclusão do caroço de algodão nas dietas experimentais é um resultado que pode ser visto de forma favorável, pois esse ácido graxo tem sido associado positivamente com a lipoproteína de alta densidade (HDL), benéfica às concentrações plasmáticas de colesterol (Gilmore et al., 2011).

A dieta pode fornecer os ácidos graxos monoinsaturados, no entanto alguns ácidos graxos são dessaturados no organismo, tendo como precursores os ácidos graxos palmítico e esteárico, que produzem, respectivamente, os ácidos graxos palmitoleico (C16:1) e oleico (C18:1 n-9C). A maioria do C18:0 absorvido pelos ruminantes é convertido em ácido oleico (C18:1 n-9C) pela ação da enzima $\Delta 9$ -dessaturase (Onogi et al., 2015), ocasionando elevações das concentrações deste na carne ovina. O aumento de C18:0 e a não alteração do C18:1n-9C nas dietas experimentais em relação à dieta controle mostra que a conversão de C18:0 em C18:1n-9C não foi tão acentuada como se esperava.

O inverso é observado nas concentrações do ácido elaídico (C18:1n-9T), que aumentaram as suas concentrações nas dietas experimentais. Fazendo-se comparação entre as médias das dietas que continham lignosulfonato de cálcio (CAIL vs CADL), nota-se que a desintegração do CA promoveu redução da concentração do ácido C18:1n-9T. O ácido elaídico (C18:1n-9T) é considerado prejudicial, enquanto que o oleico (C18:1n-9C) é benéfico à saúde humana. Mesmo que tenha ocorrido aumento do C18:1n-9T, as concentrações de C18:1n-9C ainda se mantiveram bastante superiores, mantendo as carnes com características desejáveis. A razão para essas diferenças (C18:1n-9C e C18:1n-9T) não é clara, mas poderia ser parcialmente atribuída à ação de diferentes micróbios ruminais (Kong et al, 2010), ou disparidades da taxa de passagem ruminal e duodenal entre as dietas (Mapiye et al, 2013).

Corroborando com os resultados observados neste estudo, Borghi et al. (2016) e Bezerra et al. (2016) também não observaram alteração nas concentrações do ácido graxo

oleico em função da dieta. Esses autores utilizaram glicerina e torta de amendoim, respectivamente, na dieta de ovinos.

As diferenças entre as concentrações individuais dos ácidos graxos oleico, elaídico e palmitoléico deve-se possivelmente a atividades enzimáticas no músculo. Assim, conforme os relatos de Barros et al. (2015); Díaz et al. (2011) e Cruz et al. (2011), pode-se atribuir a deposição de AGM no músculo de animais que receberam as dietas experimentais à atividade da enzima Δ^9 -dessaturase, que atua na conversão dos ácidos saturados palmítico (C16:0), margárico (C17:0) e esteárico (C18:0) em seus respectivos ácidos monoinsaturados.

De acordo com Santos-Silva et al. (2002), a carne de ovinos possui concentração relevante de ácidos graxos monoinsaturados, os principais são palmitoleico (C16:1) e oleico (C18:1). Entre os principais ácidos graxos monoinsaturados identificados neste estudo, o oleico (C18:1n-9C) foi o que apresentou maiores concentrações, sendo a média para as dietas de $25,16\text{g}\cdot 100^{-1}$. Também trabalhando com cordeiros terminados em confinamento, Yamamoto et al. (2007) relataram, da mesma forma, que o ácido graxo monoinsaturado encontrado em maior concentração no músculo *Longissimus* foi oleico (C18:1n9c), com concentração de $41,46\text{g}\cdot 100^{-1}$.

Na Tabela 12, estão apresentadas as médias das concentrações dos principais ácidos graxos poliinsaturados encontrados nos músculos *SM* e *ST* dos cordeiros avaliados neste estudo; dentre eles, apenas o araquidônico (C20:4n6) não sofreu efeito das dietas.

As concentrações do ácido linoleico (C18:2n6c) foram influenciadas ($p < 0,05$) pelas dietas, de modo que só se verificou alteração das concentrações desse ácido quando se contrastaram as dietas sem lignosulfonato (CAI vs CAD), podendo constatar superioridade da dieta CAD, resultado atribuído às concentrações deste ácido nas dietas, que seguiu a mesma ordem na carne.

Segundo Arruda et al. (2012), a composição dos lipídios dietéticos é refletida no perfil da gordura da carcaça na maioria das espécies, para os ruminantes, contudo, os lipídios dietéticos são amplamente modificados pelos microrganismos do rúmen, principalmente no que se refere aos ácidos graxos poliinsaturados, apresentando efeitos sobre o conteúdo e composição dos ácidos graxos no músculo esquelético.

Gulliver et al. (2012) associaram o C18:2n6c à elevação nos níveis de colesterol total. Como, neste estudo, os níveis de colesterol total não foram modificados pelas dietas experimentais justifica-se o fato de os níveis de C18:2 n-6c também não se alterarem quando se comparam as dietas experimentais à dieta CONT.

Tabela 12. Concentrações ($\text{g}\cdot 100^{-1}$) dos principais ácidos graxos poliinsaturados dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio

| Parâmetro | Músculos | Dietas | | | | | | | | Pr>F | | |
|--|----------|--------|------|------|------|------|-------|------|------------|--------|---------|-----------------|
| | | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL | Média | EPM | Contrastes | Dieta | Músculo | Dieta x Músculo |
| C18:2n6c <i>Linoleico</i> | SM | 5,02 | 5,39 | 6,43 | 5,87 | 5,90 | 5,72 | 0,25 | C3 (*) | 0,0044 | 0,8528 | 0,5627 |
| | ST | 5,47 | 4,74 | 6,61 | 6,05 | 5,53 | 5,67 | 0,21 | | | | |
| | Média | 5,24 | 5,06 | 6,52 | 5,96 | 5,71 | 5,70 | | | | | |
| | EPM | 0,34 | 0,47 | 0,19 | 0,26 | 0,35 | | | | | | |
| C18:2 C9T11 <i>Linoléico</i> <i>Conjugado</i> | SM | 0,08 | 0,35 | 0,26 | 0,19 | 0,22 | 0,22 | 0,03 | C1 (*) | <0,001 | 0,0904 | 0,1289 |
| | ST | 0,09 | 0,47 | 0,30 | 0,24 | 0,17 | 0,25 | 0,04 | C2 (*) | | | |
| | Média | 0,08 | 0,41 | 0,28 | 0,22 | 0,20 | 0,24 | | C3 (*) | | | |
| | EPM | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | | | | | | |
| C18:3n3 α -Linolêni- co | SM | 0 | 0,23 | 0,33 | 0,10 | 0,17 | 0,16 | 0,03 | C1 (*) | <0,001 | 0,0885 | 0,0509 |
| | ST | 0 | 0,27 | 0,13 | 0,13 | 0,05 | 0,12 | 0,02 | | | | |
| | Média | 0 | 0,25 | 0,23 | 0,11 | 0,11 | 0,14 | | C2 (*) | | | |
| | EPM | 0 | 0,02 | 0,06 | 0,02 | 0,05 | | | | | | |
| C20:4n6 <i>Araquidô- nico (AA)</i> | SM | 0,53 | 0,91 | 0,91 | 0,74 | 0,88 | 0,79 | 0,07 | ns | 0,1204 | 0,3091 | 0,0609 |
| | ST | 0,85 | 0,62 | 0,95 | 0,91 | 0,94 | 0,86 | 0,06 | | | | |
| | Média | 0,69 | 0,77 | 0,93 | 0,83 | 0,91 | 0,82 | | | | | |
| | EPM | 0,14 | 0,11 | 0,12 | 0,06 | 0,08 | | | | | | |

CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI = Caroço de algodão integral; CAD = Caroço de algodão desintegrado; CAIL = Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL = Caroço de algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio; EPM = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço; ns: contraste não significativo e (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). N = 30.

O teor de ácido linoleico determinado na carne de cordeiros terminados com dietas contendo caroço de algodão desintegrado, em comparação aos terminados com dietas contendo caroço de algodão integral (CAI vs CAD), indica possivelmente uma melhor qualidade nutricional, por conter maior quantidades de C18:2n6c (linoleico), rico em ômega 6.

As concentrações médias de ácido linoleico encontradas neste estudo (5,06 a 6,52g.100⁻¹) estão dentro da faixa de médias relatadas por Menezes Junior et al. (2014), que, ao investigarem a influência da dieta na terminação de ovinos, encontraram valores médios de 4,96 até 12,86g.100⁻¹.

As concentrações médias de ácido linoleico conjugado (18:2C9T11), o CLA, também sofreram efeito significativo em função das dietas ($p < 0,05$). Todas as dietas experimentais aumentaram as concentrações de CLA quando comparadas com a dieta CONT (CONT vs CAD, CAI, CAIL, CADL). Esses resultados indicam que a biohidrogenação dos ácidos graxos no rúmen de animais que recebem dietas contendo caroço de algodão foi incompleta, resultando em uma maior disponibilidade de ácidos graxos poliinsaturados. As dietas sem a adição de lignosulfonato de cálcio resultaram em maiores médias em comparação às médias das que receberam o aditivo (CAI, CAD vs CAIL, CADL), presumivelmente pela maior disponibilidade dos ácidos graxos saturados para a biohidrogenação, uma vez que o lignosulfonato atuaria de forma a impedir a ação direta dos microrganismos.

A concentração de CLA nos tecidos, segundo Arruda et al. (2012), reflete a quantidade que estaria disponível para absorção no intestino delgado. Esta concentração é influenciada pela manipulação e quantidade de lipídeo presente na dieta. Sobre esse aspecto, vale ressaltar que os teores de CLA também podem ser influenciados pela ação da enzima $\Delta 9$ dessaturase, presente no tecido adiposo, a qual pode formar CLA endogenamente pela dessaturação do ácido graxo vacênico.

Entre as dietas sem o aditivo, a CAI resultou na maior concentração de CLA (CAI vs CAD), discordando de Madruga et al. (2008), que não encontraram variação dos níveis de CLA pela inclusão de até 40% de CAI na dieta de ovinos.

Os valores de CLA neste trabalho foram inferiores aos citados por Carvalho et al. (2015), ao trabalharem com glicerina na alimentação de cordeiros (média de 0,55 g.100⁻¹), e próximos aos observados por Bezerra et al. (2016) e Borghi et al. (2016), trabalhando com torta de amendoim e glicerina na alimentação de cordeiros (médias de 0,11 e 0,25g.100⁻¹).

Elevadas concentrações de CLA são desejáveis pelo fato de que, segundo Oliveira et al. (2008), esse ácido tem a propriedade de reduzir as lipoproteínas de baixa densidade (LDL), que são prejudiciais à saúde humana, e aumentar as lipoproteínas de alta densidade (HDL). Senegalhe et al. (2014) informaram que a carne ovina apresenta concentrações de CLA que vão de 4,3 a 19 g.100⁻¹, em relação à de outros ruminantes, como bovinos por exemplo, são bem maiores.

Neste estudo, eram esperados elevados níveis de CLA nos músculos de todos os dos animais utilizados; pois, segundo o que já constataram Aurousseau et al. (2004), uma dieta rica em concentrado apresenta maiores níveis de C18:2. Entretanto, de acordo com Homem Júnior et al. (2015), a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos poliinsaturados poder ser reduzida em pH ruminal mais ácido, assim diminuindo a formação de CLA e do seu precursor 18:1 T11 (Vacênico). Pode-se usar tal afirmação como argumento para os níveis de CLA reduzidos, em comparação aos relatados na literatura, uma vez que se usou dietas com 100% de concentrado, fator esse que pode ter mantido o pH ruminal mais ácido. Em geral, a maior concentração CLA é associada à gordura intramuscular (Raes et al., 2004); como os animais eram jovens e depositaram pouca gordura nos músculos, são justificáveis os baixos níveis de CLA encontrados neste estudo.

Grandes variações no conteúdo de CLA são encontradas entre espécie animal e também entre os músculos da mesma espécie. Neste estudo, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) de CLA entre os músculos avaliados, provavelmente por estarem localizados bem próximos um do outro.

As dietas experimentais também apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) para as concentrações de ácido linolênico (C18:3n3). Todas as dietas experimentais promoveram elevações das concentrações de C18:3n3 nos músculos dos animais (CONT vs CAI, CAD, CAIL e CADL). Esse comportamento pode ser atribuído tanto ao perfil de ácidos graxos das dietas, quanto à atividade enzimática no tecido muscular.

A elevação da concentração de C18:3n3 é desejável, uma vez que esse ácido graxo é precursor de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3, os quais estão relacionados a atividades antiaterogênica, antitrombótica e anti-inflamatória, além do menor risco de doenças cardiovasculares (von Schacky, 2000), o que torna interessante o estudo de dietas que favoreçam o aumento das concentrações de C18:3n3 nos músculos dos animais. O ácido linolênico é um importante precursor no metabolismo intermediário do ácido linoleico conjugado (CLA). Dessa maneira, espera-se que o aumento do teor de C18:3n3

eleve a quantidade de CLA da carne (Darley et al., 2010), o que foi verificado no presente trabalho.

As dietas contendo lignosulfonato de cálcio promoveram elevações mais discretas das concentrações de C18:3n3 (CAI, CAD vs CAIL, CADL), provavelmente pela ação do aditivo, que pode ter proporcionando uma menor atuação do processo de biohidrogenação.

Entre os músculos, não houve variação significativa ($p > 0,05$).

Os valores de ácido linolênico encontrados estão em quantidades inferiores às obtidas por Madruga et al. (2005) em carne de ovinos, cujas concentrações foram de $0,33\text{g}\cdot 100^{-1}$, em média. Bressan et al. (2004) citaram que o ácido graxo linolênico é considerado essencial, pois é o precursor para a síntese de muitos outros ácidos graxos poli-insaturados (AGPI). Esses autores enfatizaram que, embora os AGPI, em sua maioria, não sejam essenciais, eles desempenham um papel importante na diminuição do colesterol no sangue.

Comparados a animais produzidos a pasto, animais confinados apresentam uma menor concentração de ácidos graxos poli-insaturados (n-3) (Todaro et al., 2004), enquanto que animais que recebem uma dieta rica em concentrado apresentam maiores níveis de ácido linoleico (C18:2), precursor da série (n-6). Essas diferenças, de acordo Bessa et al. (2005), podem ser atribuídas às modificações bioquímicas ocorridas no rúmen, haja vista que uma dieta à base de concentrado e com elevada presença de carboidratos rapidamente degradáveis contribui para um menor tempo de retenção do alimento no rúmen e um menor tempo de atuação do processo de biohidrogenação sobre os ácidos graxos insaturados.

Os resultados das concentrações de C18:2 e C18:3 encontrados neste estudo corroboram com os relatos de Díaz et al. (2002), que concluíram, em seus trabalhos, que a carne de animais alimentados com dietas contendo elevadas quantidades de concentrado possui menores teores de C18:3 e maiores de C18:2. Ainda sobre esse aspecto, Gattás & Brumano (2005) afirmaram que o C18:2 predomina na gordura dos ruminantes. Esses autores relacionaram ainda o C18:2 a um efeito anticarcinogênico, o que torna sua elevada concentração desejável.

As concentrações de ácido araquidônico (C20:4n6) não sofreram efeitos significativos ($p > 0,05$) das dietas e nem variações entre as médias dos músculos. Analisando as concentrações dos ácidos graxos das dietas, nota-se que, possivelmente, essas pouco influenciaram para as concentrações obtidas de C20:4, pois as concentrações deste foram bastante reduzidas.

De acordo com Barros et al. (2015), o ácido linolênico (C18:3n3) é precursor de ácidos graxos de cadeia longa, como o araquidônico. O aumento das concentrações de C18:3n3 e a não variação das concentrações de C20:4 levam a supor que pouco do C18:3n3 foi convertido em C20:4n6.

A média de concentração do C20:4n6 ($0,82 \text{ g} \cdot 100^{-1}$) nos músculos avaliados de cordeiros neste estudo são inferiores às relatadas por Perez et al. (2002), que, ao avaliarem a composição em ácidos graxos no músculo *longissimus dorsi* de cordeiros de diferentes pesos, encontraram médias com variação de 1,14 a $2,84 \text{ g} \cdot 100^{-1}$. Os resultados encontrados pelos autores sugeriram que a concentração de C20:4n6 foi inversamente proporcional ao peso de abate do animal. No presente estudo, os animais foram abatidos com a mesma média de peso, isso pode explicar a ausência de variação das concentrações de C20:4n6 entre as dietas.

Madruga et al. (2008), ao avaliarem o efeito da inclusão (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral na dieta sobre o perfil de ácidos graxos da carne obtida dos músculos *Semimembranosus* de cordeiros, não identificaram a presença do C20:4n6 no perfil dos ácidos graxos da carne dos animais avaliados. Gallo et al. (2007) também não relataram a presença desse ácido na carne do músculo *Triceps brachii* de cordeiros terminados em confinamento.

No presente estudo, os principais ácidos graxos que compuseram o perfil lipídico das carnes obtidas nas dietas experimentais foram o oleico, o palmítico e o esteárico. Zapata et al. (2001), estudando a composição centesimal e lipídica da carne de ovinos do Nordeste brasileiro, observaram os valores de oleico (48,83%), palmítico (26,73%) e esteárico (21,47%), e, de acordo com esses autores, esses três ácidos graxos são responsáveis por cerca de 90% do total de ácidos graxos da carne de ruminantes.

Para uma melhor compreensão da importância e diferentes efeitos das concentrações dos ácidos graxos, é interessante que se calculem as devidas proporções destes conforme sua classificação, correlacionando-as. A seguir, estão apresentados os dados das proporções das concentrações de todos os ácidos graxos identificados neste estudo.

Entre as classes dos AGS e AGI (Tabela 13), presentes na carne dos cordeiros estudados, apenas o somatório dos AGS foi influenciado pelas dietas ($p < 0,05$). Nenhuma das classes apresentou médias diferentes entre os músculos.

Os ácidos palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) contribuíram mais intensamente nos valores totais de ácidos graxos saturados, o que está de acordo com os relatos de Ferrão et al. (2009), ao avaliarem diferentes relações volumoso:concentrado (100:0; 75:25 e 50:50) na dieta de cordeiros Santa Inês.

Uma maior quantidade desses ácidos graxos proporciona uma carne menos saudável. Entretanto, nem todos os ácidos graxos saturados são considerados hipercolesterolêmicos. É importante frisar que as maiores proporções de AGS devem-se às maiores concentrações de esteárico (C18:0), presente na carne dos animais alimentados com as dietas experimentais, o que não deprecia a qualidade da carne desses animais, pois o efeito hipercolesterolêmico (aumentam-se os níveis de LDL no sangue) não é atribuído a todos os ácidos graxos saturados, atribui-se o efeito neutro no colesterol sanguíneo ao ácido esteárico (C18:0) e o aumento, aos ácidos mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) (Banskalieva et al., 2000; Díaz et al., 2011 e Daley et al., 2010).

Mesmo que as dietas experimentais tenham aumentado as concentrações de AGS na carne (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL), os níveis de ácidos graxos saturados encontrados são inferiores aos encontrados por Leão et al. (2011) e Menezes Junior et al. (2014): 51 e 45,12 g.100⁻¹, respectivamente, para carne de cordeiros; o que indica que as carnes obtidas apresentam características diferenciadas, por promoverem uma redução na ingestão de gordura saturada.

A dieta CADL, em contraste com CAIL (CADL vs CAIL), promoveu redução da concentração total de AGS, devido ao aumento da concentração de ácido esteárico dessa dieta. Os ácidos palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) foram os que mais contribuíram para as concentrações totais dos AGS.

Tabela 13. Proporções (g.100⁻¹) dos ácidos graxos saturados (AGS) e insaturados (AGI) dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio

| Proporções | Músculos | Dietas | | | | | | | | Pr>F | | |
|------------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------------|--------|---------|-----------------|
| | | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL | Média | EPM | Contrastes | Dieta | Músculo | Dieta x Músculo |
| AGS | SM | 32,02 | 38,11 | 37,91 | 37,22 | 35,09 | 36,07 | 0,89 | C1 (*) | 0,0101 | 0,5808 | 0,5064 |
| | ST | 35,16 | 36,73 | 39,19 | 38,67 | 33,38 | 36,63 | 0,73 | | | | |
| | Média | 33,59 | 37,42 | 38,55 | 37,95 | 34,23 | 36,35 | | C4 (*) | | | |
| | EPM | 1,39 | 1,31 | 0,82 | 0,99 | 1,26 | | | | | | |
| AGI | SM | 41,36 | 44,08 | 42,70 | 43,50 | 41,12 | 42,55 | 1,21 | ns | 0,4783 | 0,3033 | 0,6325 |
| | ST | 43,81 | 40,55 | 39,44 | 43,45 | 37,71 | 40,99 | 0,98 | | | | |
| | Média | 42,59 | 42,31 | 41,07 | 43,48 | 39,42 | 41,77 | | | | | |
| | EPM | 2,68 | 1,47 | 1,68 | 0,89 | 1,54 | | | | | | |
| AGI/AGS | SM | 1,26 | 1,17 | 1,13 | 1,17 | 1,17 | 1,18 | 0,03 | C1 (*) | 0,0121 | 0,0656 | 0,8331 |
| | ST | 1,25 | 1,10 | 1,01 | 1,13 | 1,12 | 1,12 | 0,03 | | | | |
| | Média | 1,25 | 1,14 | 1,07 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | | | | | |
| | EPM | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | | | | | | |

CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI = Caroço de algodão integral; CAD = Caroço de algodão desintegrado; CAIL = Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL = Caroço de algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio; EPM = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço; ns: contraste não significativo e (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). N = 30.

A ausência de variação da proporção dos AGI ($p>0,05$) entre dietas foi ocasionada pelas concentrações dos ácidos elaídico (C18:1 n-9t) e oleico (C18:1 n-9C) das dietas, em diferentes proporções, uma vez que as dietas experimentais promoveram aumento das concentrações do primeiro e a manutenção das do segundo.

Quando se considera a razão AGI:AGS, pode-se afirmar que nenhuma das dietas traz danos à saúde de quem consumir carne oriunda dos animais por elas alimentadas, pois as médias das razões de tais dietas ficou em 1,15, valor superior a 0,45, que segundo Driskell (2006), é o mínimo para não ser considerado como promotor do aumento de colesterol sanguíneo.

O aumento da proporção de concentrado na dieta diminui as taxas de lipólise e biohidrogenação e aumenta a proporção dos ácidos graxos insaturados. Essas modificações ocorrem devido à queda do pH, e resultam em uma alteração na microbiota ruminal, influenciando o padrão de fermentação do produto final (Holanda et al., 2011; Kozloski, 2011). Como os animais desse estudo receberam dietas compostas exclusivamente por concentrado, é justificável a maior proporção de AGI em relação aos AGS.

O total de ácidos graxos monoinsaturados (AGM) não foi influenciado ($p>0,05$) pela inclusão de caroço de algodão nas dietas (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL), apresentando concentração total média de $34,51\text{g}\cdot 100^{-1}$ (Tabela 14). Embora tenha sido observada variação significativa no perfil do ácido oleico apenas quando se compara a dieta CONT com as demais, destaca-se que a maioria dos AGM é representada por esse ácido graxo em todas as dietas.

De acordo com Velasco et al. (2004) as concentrações de AGM aumentam à medida que se adiciona concentrado à dieta. Isso justifica a expressiva superioridade das concentrações totais dos AGM das dietas em comparação às concentrações de AGPI. Os ácidos oleico e palmitoléico foram os que mais contribuíram para a composição total dos ácidos graxos monoinsaturados.

As concentrações totais de AGPI sofreram variações significativas ($p<0,05$) em função das dietas. Analisando os dados, nota-se que as concentrações de AGPI aumentaram em contraste feito entre as médias das dietas experimentais e as médias de concentrações na dieta CONT (CONT vs CAD, CAI, CAIL, CADL). A desintegração do CA sem a adição do lignosulfonato de cálcio (CAD) promoveu aumento das concentrações totais de AGPI, (CAI vs CAD). Tal efeito foi decorrência do aumento expressivo do CLA observado nos músculos dos animais que receberam essa dieta. O C18:2n6c e o C18:2C9T11 foram os que mais contribuíram para as concentrações totais de AGPI.

Tabela 14. Proporções (g.100⁻¹) dos ácidos graxos monoinsaturados (AGM), ácidos graxos poliinsaturados(AGPI) e relações das classes de ácidos graxos dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio

| Proporções | Músculos | Dietas | | | | | Média | EPM | Contrastes | Pr>F | | |
|-----------------------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------------|--------|---------|-----------------|
| | | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL | | | | Dieta | Músculo | Dieta x Músculo |
| AGM | SM | 35,24 | 36,79 | 34,45 | 36,25 | 33,56 | 35,26 | 1,22 | ns | 0,2731 | 0,3111 | 0,7818 |
| | ST | 37,01 | 34,12 | 31,12 | 35,83 | 30,67 | 33,75 | 0,99 | | | | |
| | Média | 36,13 | 35,45 | 32,78 | 36,04 | 32,12 | 34,51 | | | | | |
| | EPM | 2,76 | 1,23 | 1,78 | 0,91 | 1,42 | | | | | | |
| AGPI | SM | 6,11 | 7,29 | 8,25 | 7,26 | 7,55 | 7,29 | 0,32 | C1 (*) | 0,0131 | 0,8672 | 0,5169 |
| | ST | 6,80 | 6,43 | 8,32 | 7,61 | 7,04 | 7,24 | 0,23 | | | | |
| | Média | 6,46 | 6,86 | 8,29 | 7,44 | 7,30 | 7,27 | | C3 (*) | | | |
| | EPM | 0,40 | 0,54 | 0,31 | 0,28 | 0,47 | | | | | | |
| AGPI:AGS ¹ | SM | 0,17 | 0,16 | 0,19 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | ns | 0,1156 | 0,2954 | 0,9935 |
| | ST | 0,16 | 0,14 | 0,18 | 0,17 | 0,18 | 0,17 | 0,01 | | | | |
| | Média | 0,17 | 0,15 | 0,19 | 0,17 | 0,18 | 0,17 | | | | | |
| | EPM | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | | | | | | |

¹Dados já apresentados na Tabela 13. CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI = Caroço de algodão integral; CAD = Caroço de algodão desintegrado; CAIL = Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL = Caroço de algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio; EPM = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço; ns: contraste não significativo e (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). N = 30.

Quando se faz a razão das proporções dos AGPI com as dos AGS (AGPI/AGS), verifica-se que esta não apresentou diferenças entre as dietas ($p > 0,05$), sendo a média geral de $0,17 \text{ g} \cdot 100^{-1}$. Segundo Scollan et al. (2005), a razão entre os AGPI:AGS na carne geralmente é baixa, ao redor de 0,1, valor próximo ao verificado neste trabalho (de $0,17 \text{ g} \cdot 100^{-1}$), o qual é característico da carne de ruminantes. Arruda et al. (2012), estudando o perfil lipídico de cordeiros Santa Inês suplementados com diferentes níveis de energia, encontraram valores próximos ($0,13 \text{ g} \cdot 100^{-1}$) ao deste estudo.

Para uma dieta saudável, de acordo com McAfee et al. (2010), o Departamento de Saúde Britânico considera que a razão AGPI:AGS seja de 0,45, níveis abaixo deste caracterizam o fator de risco dos alimentos. Se for tomada essa informação como parâmetro, todas as carnes obtidas neste estudo oferecem uma dieta menos saudável, em relação a razão AGPI:AGS.

Os dados sobre concentrações totais e proporções apresentadas na Tabela 15 mostram que as concentrações totais de $\Omega 3$ e $\Omega 6$ sofreram efeito significativo ($p < 0,05$), assim como a razão $\Omega 6:\Omega 3$.

A adição de CA (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL) não influenciou as médias das concentrações totais de $\Omega 3$ na carne dos animais, entretanto verifica-se que a adição de lignosulfonato de cálcio (CAI, CDA vs CAIL, CADL) promoveu redução dos valores médios. Esse efeito está diretamente relacionado às alterações promovidas pelo aditivo sobre as concentrações de C:18:3n3.

Verifica-se que a adição de CA (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL) também não influenciou as médias das concentrações totais de $\Omega 6$, mas se observa que o processo de desintegração do CA, entre as dietas sem adição de lignosulfonato de cálcio (CAI vs CAD), promoveu aumento de $\Omega 6$. O C18:2n6c foi o ácido graxo que mais variou em decorrência dessa dieta e o responsável pelos valores de $\Omega 6$ encontrados.

A razão $\Omega 6:\Omega 3$ variou em função da presença do lignosulfonato de cálcio (CAI, CAD vs CAIL, CADL) e da forma física do CA entre as dietas sem o aditivo (CAI vs CAD). O aditivo promoveu aumento da $\Omega 6:\Omega 3$ em decorrência da redução das concentrações totais de $\Omega 3$. A dieta CAD aumentou a $\Omega 6:\Omega 3$ pela maior concentração total de $\Omega 6$ dessa dieta.

Tabela 15. Proporções (g.100⁻¹) dos ácidos graxos ômega 3 (Ω3) e ômega 6 (Ω6) dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, tratado ou com lignosulfonato de cálcio

| Ácidos graxos | Músculos | Dietas | | | | | Média | EPM | Contrastes | Pr>F | | |
|---------------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------------|--------|---------|-----------------|
| | | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL | | | | Dieta | Músculo | Dieta x Músculo |
| Ω3 | SM | 0,25 | 0,40 | 0,41 | 0,21 | 0,32 | 0,32 | 0,03 | C2 (*) | 0,0057 | 0,0059 | 0,3591 |
| | ST | 0,17 | 0,37 | 0,21 | 0,19 | 0,18 | 0,22 | 0,02 | | | | |
| | Média | 0,21 | 0,39 | 0,31 | 0,20 | 0,25 | 0,27 | | | | | |
| | EPM | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,04 | | | | | | |
| Ω6 | SM | 5,78 | 6,52 | 7,55 | 6,84 | 7,01 | 6,74 | 0,30 | C3 (*) | 0,0102 | 0,9493 | 0,4147 |
| | ST | 6,55 | 5,59 | 7,79 | 7,18 | 6,68 | 6,76 | 0,24 | | | | |
| | Média | 6,16 | 6,05 | 7,67 | 7,01 | 6,85 | 6,75 | | | | | |
| | EPM | 0,39 | 0,55 | 0,28 | 0,29 | 0,43 | | | | | | |
| Ω6:Ω3 | SM | 33,22 | 17,65 | 23,02 | 37,94 | 25,63 | 27,49 | 2,72 | C2 (*) | <0,001 | 0,0149 | 0,2193 |
| | ST | 40,70 | 16,45 | 38,59 | 38,33 | 42,15 | 35,25 | 2,69 | | | | |
| | Média | 36,96 | 17,05 | 30,81 | 38,14 | 33,89 | 31,37 | | C3 (*) | | | |
| | EPM | 4,08 | 2,04 | 3,78 | 4,29 | 4,86 | | | | | | |

CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI = Caroço de algodão integral; CAD = Caroço de algodão desintegrado; CAIL = Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL = Caroço de algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio; EPM = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço; ns: contraste não significativo e (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). N = 30.

Na literatura, são encontradas recomendações na ingestão equilibrada da razão $\Omega 6:\Omega 3$. Esses trabalhos sugerem valores inferiores a quatro para que essa razão tenha o efeito funcional e promova redução dos riscos de doenças cardiovasculares e conseqüentemente diminua o fator de riscos dos alimentos (Fernandes et al., 2009 e Ramírez-Retamal & Morales et al., 2014). De acordo com Simpoulos (2002), as dietas ocidentais atualmente apresentam uma relação de razão $\Omega 6:\Omega 3$ em torno de 15:1, sendo essa hoje a responsável por promover doenças, incluindo doenças cardiovasculares, câncer e doenças inflamatórias e autoimunes. Esse autor destaca ainda a importância de aumentar os níveis de $\Omega 3$ e, conseqüentemente, diminuir a relação razão $\Omega 6:\Omega 3$.

Animais alimentados com concentrado apresentam razões $\Omega 6:\Omega 3$ inferiores, em relação às dos animais alimentados somente com gramíneas (Lopes et al., 2012). A razão volumoso:concentrado de 0:100 utilizada nas dietas deste estudo não justifica as altas razões $\Omega 6:\Omega 3$, expressadas pela maioria das dietas. Os valores encontrados neste estudo estão bastante acima do que foi sugerido por Wood et al. (2008), que informaram que uma dieta saudável deveria apresentar, aproximadamente, uma proporção de um a quatro vezes mais ômega-6 que ômega-3. De acordo com Oliveira et al. (2013), é importante manter um equilíbrio dietético entre os dois tipos de ácidos graxos ($\Omega 6$ e $\Omega 3$), uma vez que funcionam em conjunto, promovendo saúde e equilíbrio.

Simopoulos (2008) reportou que a carne de suínos apresenta um valor extremamente alto de $\Omega 6:\Omega 3$, em torno de 21:1; neste estudo, apenas a CAI apresentou valor inferior (17,05), o qual está abaixo do relatado por Hautrive et al. (2012) para os cortes coxa e sobrecoxa de frango (19,99).

As médias de concentração dos grupamentos de ácidos hipocolesterolêmicos (HIPO), hipercolesterolêmicos (HIPER) e a razão hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos (h:H), apresentados na Tabela 16, mostram que as dietas não exerceram efeito significativo ($p>0,05$) sobre os seus valores médios.

A equiparação dos valores de HIPO e HIPER entre as dietas indica que a utilização de caroço de algodão integral ou desintegrado com adição ou não de lignosulfonato de cálcio mantém a carne de cordeiros com parâmetros desejáveis.

Tabela 16. Proporção ($\text{g}\cdot 100^{-1}$) dos ácidos graxos Hipocoleristêmicos (HIPO) e Hipercoleristêmicos (HIPER), relação HIPO:HIPER (h:H) e proporções dos ácidos graxos desejáveis (AGD) dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado, Tratado ou com lignosulfonato de cálcio

| Ácidos graxos | Músculos | Dietas | | | | | Média | EPM | Contrastes | Pr>F | | |
|---------------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------------|--------|---------|-----------------|
| | | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL | | | | Dieta | Músculo | Dieta x Músculo |
| HIPO | SM | 41,36 | 44,08 | 42,70 | 43,50 | 41,12 | 42,55 | 1,21 | ns | 0,4783 | 0,3033 | 0,6325 |
| | ST | 43,81 | 40,55 | 39,44 | 43,45 | 37,71 | 40,99 | 0,98 | | | | |
| | Média | 42,59 | 42,31 | 41,07 | 43,48 | 39,42 | 41,77 | | | | | |
| | EPM | 2,68 | 1,47 | 1,68 | 0,89 | 1,54 | | | | | | |
| HIPER | SM | 21,94 | 22,70 | 22,48 | 23,38 | 21,39 | 22,38 | 0,44 | ns | 0,2016 | 0,4111 | 0,9987 |
| | ST | 21,71 | 22,08 | 21,99 | 23,07 | 20,68 | 21,91 | 0,40 | | | | |
| | Média | 21,83 | 22,39 | 22,24 | 23,22 | 21,04 | 22,14 | | | | | |
| | EPM | 0,65 | 0,74 | 0,48 | 0,56 | 0,75 | | | | | | |
| h:H | SM | 1,86 | 1,96 | 1,90 | 1,87 | 1,92 | 1,90 | 0,05 | ns | 0,8090 | 0,6159 | 0,3761 |
| | ST | 2,03 | 1,84 | 1,81 | 1,89 | 1,82 | 1,88 | 0,04 | | | | |
| | Média | 1,95 | 1,90 | 1,85 | 1,88 | 1,87 | 1,89 | | | | | |
| | EPM | 0,11 | 0,06 | 0,08 | 0,03 | 0,05 | | | | | | |
| AGD | SM | 55,71 | 63,71 | 64,04 | 62,10 | 60,49 | 61,21 | 1,61 | ns | 0,2849 | 0,9127 | 0,3009 |
| | ST | 62,35 | 59,36 | 63,02 | 64,34 | 55,96 | 61,00 | 1,22 | | | | |
| | Média | 59,03 | 61,53 | 63,53 | 63,22 | 58,23 | 61,11 | | | | | |
| | EPM | 3,38 | 2,13 | 1,63 | 1,21 | 2,21 | | | | | | |

CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI = Caroço de algodão integral; CAD = Caroço de algodão desintegrado; CAIL = Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL = Caroço de algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio; EPM = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço; ns: contraste não significativo e (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). N = 30.

A razão h:H é baseada nos efeitos funcionais dos ácidos graxos sobre o metabolismo do colesterol e constitui um índice que considera a atividade funcional dos ácidos graxos no metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, cujos tipo e quantidade estão relacionados com o maior ou menor risco de incidência de doenças cardiovasculares. Contudo, de acordo com Arruda et al. (2012), a razão h:H permite uma melhor avaliação nutricional, além de considerar os efeitos benéficos dos ácidos graxos monoinsaturados nessa relação.

Não existem limites ou valores recomendados para a h:H, assume-se que quanto maior, mais saudável será a gordura, devido à prevalência dos ácidos graxos insaturados. Contudo, de acordo com Santos-Silva et al. (2002), considera-se 2,0 como valor de referência para h:H, valores superiores caracterizam produtos saudáveis, pois são compostos, em sua maior parte, de ácidos graxos hipocolesterolêmicos. A média dos resultados encontrados para essa razão no presente trabalho foi de 1,89, inferiores ao considerado ideal e aos reportados por Menezes Júnior et al. (2014), ao realizarem avaliação da influência da dieta na terminação de ovinos. Esses autores encontraram médias de h:H que variaram entre 2,26 e 2,56.

Arruda et al. (2012) mencionaram o mesmo valor médio de h:H encontrado no presente estudo (1,89), ao avaliarem a influência de rações com diferentes níveis de energia metabolizável sobre perfil de ácidos graxos na carne de cordeiros.

Os AGI que apresentaram concentrações com valores que podem ter contribuído para equiparação dos valores de HIPO, HIPER e da razão h:H entre as dietas foram, em ordem crescente, o oleico (C18:1 n9C), o linoleico (C18:2n6) e o elaídico (C18:1n9T).

Mesmo estando abaixo dos valores de h:H considerados ideais, a inclusão de caroço de algodão integral ou desintegrado com ou sem a adição de lignosulfonato de cálcio na deita de cordeiros terminados em confinamento não altera os aspectos relacionados à produção de carne mais saudável, uma vez que não altera as concentrações médias de HIPO e HPER e mantém a razão h:H estável.

Para avaliar o fator de risco dos alimentos em relação ao aumento do nível de colesterol sanguíneo, têm sido sugeridas relações ou proporções, pois se sabe que os AGS elevam o colesterol, enquanto os AGP o diminuem. É possível expressar a concentração de ácidos graxos desejáveis (AGD) pela somatória dos AGI com o ácido esteárico, de acordo com Banskalieva et al. (2000). O ácido esteárico (C18:0), que, embora seja saturado, é neutro, tem menos implicações no perfil lipídico, uma vez que pode ser convertido a oleico (C18:1) no organismo. Já Perez et al. (2002) consideraram que o ácido monoinsaturado,

oleico, e o poliinsaturado, linolênico, reduzem os níveis de LDLcolesterol e, conseqüentemente, o risco de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares.

As concentrações dos ácidos graxos desejáveis (AGD), conforme a probabilidade, não diferiram entre si ($p>0,05$). Deste modo, supõe-se que o fornecimento de caroço de algodão integral ou desintegrado, independente da adição de lignosulfonato de cálcio ou não, não interfere nas concentrações totais dos AGD.

Os ácidos graxos que mais contribuíram em maior proporção para os valores médios expressos para AGD nos músculos *SM* e *ST* de cordeiros foram os ácidos graxos esteárico (C18:0) e oleico (C:18:1n9c), indicando uma qualidade do perfil lipídico da carne para todos as dietas.

A média geral expressa para esse estudo (68,64) para a concentração total de AGD foi inferior ao valor médio encontrado por Menezes Junior et al. (2014), que verificaram valor médio de 77,83, e mais próximo do relatado por Madruga et al. (2005), quando trabalharam com ovinos terminados com diferentes dietas e observaram para a concentração de AGD o valor médio de 70,27.

Os índices de Aterogenicidade (IA) (Tabela 17) não foram influenciados pelas dietas ($p>0,05$), e nem apresentaram diferenças entre as médias dos músculos ($p>0,05$); desta forma, é possível afirmar que o uso de CA na dieta de cordeiros, independentemente da forma física e da adição ou não de lignosulfonato de cálcio, não influencia no aparecimento de doenças coronarianas.

Levando em conta que o IA é a soma das proporções dos ácidos láurico (C12:0), palmítico (C16:0) e quatro vezes a proporção do ácido mirístico (C14:0), divididos pelo total de insaturados, pode-se afirmar que a não variação das médias de IA entre as dietas pode ser atribuída à não variação das médias de concentração do C16:0, um dos AGS com valores mais expressivos encontrados e que não sofreram, também, variação entre as dietas.

Coutinho et al. (2014), ao avaliarem o efeito de níveis elevados de concentrado sobre o perfil lipídico dos cortes cárneos de borregas, encontraram o valor médio de 0,58 de IA, estando de acordo com os resultados do presente estudo, que resultou em média de 0,60 de IA para dietas compostas por 100% de concentrado. Ao avaliarem as características de qualidade da carne de cordeiros com ênfase no perfil lipídico, Komprda et al. (2012) reportaram valores entre 0,59 e 0,60 de IA, os quais foram considerados baixos. Considerando a média do IA das dietas (0,60) neste estudo, pode-se considerar que a carne obtida dos músculos *SM* e *ST* dos animais estudados apresentou valores baixos.

Tabela 17- Índices de Aterogenicidade (IA), Trombogenicidade (IT) e atividade enzimática da Δ^9 Dessaturase C18 (Δ^9) dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Semitendinosus* (ST) de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado contendo caroço de algodão integral ou desintegrado. Tratado ou não com lignosulfonato de cálcio

| Índices | Músculos | Dietas | | | | | Média | EPM | Contrastes | Pr>F | | |
|--|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------------|--------|---------|-----------------|
| | | CONT | CAI | CAD | CAIL | CADL | | | | Dieta | Músculo | Dieta x Músculo |
| Índice de Aterogenicidade (IA) | SM | 0,60 | 0,60 | 0,57 | 0,61 | 0,58 | 0,59 | 0,01 | Ns | 0,1549 | 0,3906 | 0,0956 |
| | ST | 0,51 | 0,67 | 0,62 | 0,60 | 0,63 | 0,61 | 0,02 | | | | |
| | Média | 0,56 | 0,63 | 0,60 | 0,60 | 0,61 | 0,60 | | | | | |
| | EPM | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | | | | | | |
| Índice de Trombogenicidade (IT) | SM | 2,63 | 3,07 | 3,37 | 2,85 | 3,07 | 3,00 | 0,11 | C1 (*) | 0,0182 | 0,4228 | 0,8358 |
| | ST | 2,67 | 2,84 | 3,27 | 2,94 | 2,82 | 2,91 | 0,07 | | | | |
| | Média | 2,65 | 2,95 | 3,32 | 2,89 | 2,94 | 2,95 | | C3 (*) | | | |
| | EPM | 0,15 | 0,15 | 0,13 | 0,07 | 0,15 | | | | | | |
| Atividade da Δ^9 -Dessaturase C18 | SM | 74,64 | 68,05 | 65,36 | 69,22 | 67,52 | 68,96 | 1,04 | C1 (*) | <0,001 | 0,0155 | 0,3369 |
| | ST | 71,08 | 66,95 | 54,70 | 65,73 | 65,93 | 64,88 | 1,96 | | | | |
| | Média | 72,86 | 67,50 | 60,03 | 67,47 | 66,73 | 66,92 | | C3 (*) | | | |
| | EPM | 1,62 | 1,39 | 4,32 | 1,35 | 1,28 | | | | | | |

CONT: Dieta controle não contendo caroço de algodão na sua formulação; CAI = Caroço de algodão integral; CAD = Caroço de algodão desintegrado; CAIL = Caroço de algodão integral tratado com lignosulfonato de cálcio; CADL = Caroço de algodão desintegrado tratado com lignosulfonato de cálcio; EPM = Erro padrão da média; Pr > F - probabilidade obtida do estudo de parcela subdividida no espaço; ns: contraste não significativo e (*) contraste significativo em nível de 5% de probabilidade. C1 (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL); C2 (CAI, CAD vs CAIL, CADL); C3 (CAI vs CAD) e C4 (CAIL vs CADL). N = 30.

As médias do índice trombogenicidade (IT) sofreram variação, em função das diferentes dietas ($p < 0,05$). Todas as dietas experimentais apresentaram médias superiores à da dieta CONT (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL) provavelmente pelas maiores quantidades de ácidos graxos saturados disponibilizadas por essas dietas. Verifica-se também que a desintegração do caroço de algodão sem a adição de lignosulfonato de cálcio aumentou o IT na carne dos cordeiros desse estudo (CAI vs CAD), pela maior disponibilização de ácidos graxos saturados nas dietas contendo o CA desintegrado.

O IT sofre variações diversas tanto em função dos ácidos AGS como dos AGI, e presume-se que o ácido palmítico (C16:0), entre os saturados, e o ácido oleico (C18:1n9C), entre os insaturados, tiveram participação fundamental na variação do IT entre as dietas.

O valor médio de IT do presente estudo (2,95) aproxima-se dos valores relatados por Coutinho et al. (2014) ao avaliarem o efeito de diferentes níveis de concentrado (20, 40, 60 e 80%) sobre o perfil lipídico dos cortes cárneos de borregas. Esses autores encontraram valores que variaram de 1,24 até 2,5 de IT. Os maiores valores foram encontrados para os maiores níveis de concentrado, o que corrobora com os resultados do presente estudo, que encontrou valores elevados de IT com dietas compostas totalmente de concentrado.

O IA e o IT são de importância fundamental para estimar o valor do alimento quanto ao aspecto nutricional, pois indicam o quanto ele é ou pode ser prejudicial para a saúde humana. Arruda et al. (2012) encontraram, em *Longissimus dorsi* de cordeiros, também valores de IA próximos ao desse estudo e inferiores de IT, os quais variaram de 0,60 a 0,67 para o IA e de 1,31 a 1,46 para o IT, respectivamente. Esses autores afirmaram que quanto menores os valores de IA e IT, maior o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias.

Os valores expressos para as estimativas de atividade da enzima Δ^9 Dessaturase C18(Δ^9) mostram que as dietas diferiram entre si ($p < 0,05$).

As dietas experimentais tiveram médias de Δ^9 inferiores às da dieta CONT (CONT vs CAI, CAD, CAIL, CADL).

De acordo com Estany et al. (2014), a ação da enzima Δ^9 é altamente regulada por fatores dietéticos, sendo que os ácidos graxos poli-insaturados e o excesso de $\Omega 6$ e $\Omega 3$ inibem a atividade da enzima Δ^9 . Verificando-se as concentrações de AGPI das dietas (Tabela 5), nota-se que o AGPI de maior concentração e que poderia atuar inibindo a Δ^9 seria o linoleico (C18:2n6c) e que o $\Omega 6$ teve participação significativa; sendo assim, as

concentrações dietéticas desses ácidos podem ter atuado inibindo a atividade da Δ^9 e refletindo diretamente nos resultados obtidos neste estudo.

As carnes obtidas dos músculos dos animais que receberam as dietas com caroço de algodão apresentaram menor concentração de ácido oleico em comparação à dieta CONT (CONT vs CAI, CAIL, CAD, CADL), fato que pode ser explicado pela redução na atividade da enzima Δ^9 , que, segundo Costa et al. (2009), produz ácido oleico em detrimento do ácido esteárico. Dervishi et al. (2010) também relataram a correlação positiva entre a expressão da enzima Δ^9 e teor de ácido oleico no músculo *SM* de cordeiros.

Ao se considerar que os animais foram mantidos em confinamento por um período de 60 dias, deve-se ressaltar que a carne produzida em confinamento com dieta de alto concentrado tende a apresentar menor concentração de ácidos graxos considerados benéficos para o consumo humano, além de menor concentração de ácidos graxos de cadeia longa e muito longa, de ácidos ômega 3, de ácidos graxos desejáveis, menor atividade da enzima Δ^9 dessaturase, pior relação $\Omega 6:\Omega 3$ e piores IA e IT.

VI- CONCLUSÕES

A inclusão, na dieta de cordeiros terminados em confinamento, de caroço de algodão integral ou desintegrado com a adição ou não de lignosulfonato de cálcio promove alterações nas características físico-químicas dos *semimembranosus e semitendinosus*, sem que haja alterações na qualidade, e mantém o perfil lipídico em valores ideais, evidenciados pela manutenção dos teores de ácidos graxos monoinsaturados e pelo aumento dos poliinsaturados, principalmente do ácido linoleico conjugado.

A adição do lignosulfonato de cálcio em dietas contendo caroço de algodão integral ou desintegrado para cordeiros em terminação promove alterações das características físicas e químicas e da composição dos ácidos graxos dos músculos *semimembranosus e semitendinosus*, mas não altera a qualidade destes.

VII- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. C. S.; FIGUEREDO, D. M.; BOARI, C. A.; PAIXÃO, M. L.; SENA, J. A. B. BARBOSA, J. L.; ORTÊNCIO, M. O.; MOREIRA, K. F. Desempenho, medidas corporais, rendimentos de carcaça e cortes, e qualidade de carne em cordeiros alimentados com resíduos da agroindústria processadora de frutas. *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 36, n. 1, p. 541-556, jan./fev. 2015.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, J.S.; SOUZA, G.A. de; BONA FILHO, A. *Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos*. 4.ed. São Paulo: Nobel, 395p, 2002.

ARRUDA, P. C. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G. Perfil de ácidos graxos no longissimus dorsi de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 3, p. 1229-1240, 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS - AOAC*. 15.ed. Arlington: Virgínia. v.1, 684p, 2000.

AUROSSEAU, B., BAUCHART D., CALICHON E., MICOL D.; PRIOLO A. Effect of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the M. longissimus thoracis of lambs. *Meat Science*. 66:531–541, 2004.

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A.L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots – a review. *Small Ruminant Research*, v.37, p.255-268, 2000.

BARROS, M.M.C.; MARQUES, J. M.; SILVA, F.F da. et al. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: consumo, digestibilidade, desempenho, medidas morfométricas da carcaça e características da carne. *Revista Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 1, p. 453-466, 2015.

BESSA, R.J.B., PORTUGAL, P.V., MENDES, I.A., SANTOS-SILVA, J. Effect of lipid supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs fed dehydrated lucerne or concentrate. *Livestock Production Science*, n.96, p. 185–194, 2005.

BEZERRA, L. S., BARBOSA, A. M., CARVALHO, G. G. P., SIMIONATO, J. I., FREITAS, J. E., ARAÚJO, M. L. G. M. L., & CARVALHO, B. M. A. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. *Meat Science*. 121, 88-95, 2016.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of Biochemistry and Physiology*, Birmingham, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BORGHI, T. H., SILVA SOBRINHO, A. G. D., ZEOLA, N. M. B. L., ALMEIDA, F. A. D., CIRNE, L. G. A., & LIMA, A. R. C. Dietary glycerin does not affect meat quality of Ile de France lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 45, 554-562, 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Brasília: 1997.

BRESSAN, M.C.; JARDIM, N.S.; PEREZ, J.R.O.; THOMAZINI, M.; LEMOS, A. L. S. C.; ODA, S. H. I.; PISA, A. C. C.; VIEIRA, J. O.; FARIA, P. B.; FREITAS, R. T. F. Influência do sexo e faixas de peso ao abate nas características físico-químicas da carne de capivara. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.24, n.3, p.357-362, 2004.

CALNAN, H.B.; JACOB, R.H.; PETHICK, D.W. GARDNER, G. E. Factors affecting the colour of lamb meat from the Longissimus muscle during display: The influence of muscle weight and muscle oxidative capacity. *Meat Science*, v. 96,n.2, p.1049–1057,2014.

CARVALHO, V. B., LEITE, R. F., ALMEIDA, M. T. C., PASCHOALOTO, J. R., CARVALHO, E. B., LANNA, D. P. D., EZEQUIEL, J. M. B. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude glycerin in low-starch diets. *Meat science*. 110, 285-292, 2015.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. Carcaças ovinas e caprinas. Editora Agropecuária Tropical, p. 48-65-66-135. 2007.

COSTA, R.G.; BATISTA, A. S.M.; MADRUGA, M.S.; GONZAGA NETO, S.; QUEIROGA, R.C.R.E.; ARAÚJO FILHO, J.T.; VILLARROEL, A.S. Physical and chemical characterization of lamb meat from different genotypes submitted to diet with different fibre contents. *Small Ruminant Research*, v.81, p.29-34, 2009.

COUTINHO, M. A. S.; MORAIS, M. G.; COELHO, R. G.; ALVES, F. V.; FERNANDES, H. J.; ÍTAVO, C. C. B. F.; COMPARIN, M. A. S.; RIBEIRO, C. B. Lipid profile and

cholesterol in meat cuts of ewe lambs Fed different levels of concentrate. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 35, n. 6, p. 3355-3366, nov./dez. 2014.

CRUZ, C.A.C da.; SANTOS-CRUZ, C.L. dos.; CASTILLO, C.J.C.; SOUZA, A. O.; SILVA, L. B.; BRITO, P. N. Lipidic characterization of Santa Inês lamb shoulder. *Ciência Tecnologia Alimentos*, v. 31, n.2, p.508-516, 2011.

CRUZ, F. L.; ESPÓSITO, M.; NARDELLI, N. B. S.; FASSANI, E. J.; FARIA, P. B.; ESTEVES, C. Qualidade da carne de aves da raça rodhe island red criadas em sistema alternativo. *Ciência Animal Brasileira, Goiânia*, v.18, 1-16, e-37834, 2017.

DALEY, C.A.; ABBOTT, A.; DOYLER, P.S. NADER, G. A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal*, v.9n.10,p.3-12, 2010.

DARLEY, C.A.; ABBOT, A.; DOYLE, P.S.; NADER, G.A.; LARSON, S.; DE SEMET, S.R.; DEMEYER, D. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal*, v.9, 2010.

DERVISHI, E.; SERRANO, C.; JOY, M. SERRANO, M.; RODELLAR, C.; CALVO, J. H. Effect of the feeding system on the fatty acid composition, expression of the $\Delta 9$ -desaturase, peroxisome proliferator-activated receptor alpha, gamma, and sterol regulatory element binding protein 1 genes in the semitendinosus muscle of light lambs of the Rasa Aragonesa breed. *BMC Veterinary Research, London*, v. 6, p. 1–11, 2010.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T.; PINA, D. dos S.; PAULINO, M.F.; MAGALHÃES, A.L.R.; FIGUEIREDO, D.M. de; PORTO, M. de O.; CHIZZOTTI, M.L. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.1, p.155-164, 2007.

DÍAZ, M.T.; CÃNEQUE, V.; SÁNCHEZ, C.I. LAUZURICA, S.; PÉREZ, C.; FERNÁNDEZ, C.; ÁLVAREZ, I.; FUENTE, J. Nutritional and sensory aspects of light lamb meat enriched in 3 fatty acids during refrigerated storage. *Food Chemistry*, v.124, p. 147–155, 2011.

DÍAZ, M.T.; VELASCO, S.; CAÑEQUE, V.; LAUZURICA, S.; HUIDOBRO, F. R.; PÉREZ, C.; GONZÁLEZ, J.; MANZANARES, C. Use of concentrate or pasture for

fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*, v.43, p.257-268, 2002.

DRISKELL, J. A. *Sports nutrition: fats and proteins*. Boca Raton: CRC, 383p. 2006.

DUCKETT, S.K.; KLEIN, T.A.; LECKIE, R.K. THORNGATE, J. H.; BUSBOOM, J. R.; SNOWDER, G. D. Effect of freezing on calpastatin activity and tenderness of callipyge lamb. *Journal of Animal Science*, v.76, n.7, p.1869-1874, 1998.

DUNNE, P. G.; MONAHAN, F. J.; O'MARA, F. P.; MOLONEY, A.P. Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. *Meat Science*, v 81, n. 1, p. 28-45, 2009.

ESTANY, J. ROS-FREIXEDES, R.; TOR, M.; PENA, R. N. A functional variant in the stearoyl-coa desaturase gene promoter enhances fatty acid desaturation in pork. *PLoS ONE*, San Francisco, v. 9, p. 1-11, 2014.

FARIAS, R. M.; FERNANDES, A. R. M.; SENO, L. O.; VERGAS JÚNIOR, F. M.; RICARDO, H. A.; ALVES, L. G. C.; NUBIATO, K. E. Z.; ORTIZ, L. F. P. Desempenho, características das carcaças e da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo gordura protegida. *Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa*,v.72 n.1 p.14-20, 2015.

FERNANDES JÚNIOR, G.A.; LÔBO, R.N.B.; MADRUGA, M.S.; LÔBO, A.M.B.O.; VIEIRA, L.S.; FACÓ, O. Genotype effect on carcass and meat quality of lambs finished in irrigated pastures in the semiarid Northeastern Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.65, n.4, p.1208-1216, 2013.

FERNANDES, A. R. M; ORRICO JUNIOR, M. A. P; ORRICO, C. A.; VARGAS JUNIOR, F. M.; OLIVEIRA, A. B. M. Desempenho e características qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com dietas contendo soja grão ou gordura protegida. *Revista Brasileira de Zootecnia*, São Paulo, v.40, n.8, p.1822-1829, 2011.

FERNANDES, A.M.R.; SAMPAIO, A.A.M.S.; HENRIQUE, W.; TULLIHO, R. R.; OLIVEIRA, E. A.; SILVA, T. M. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.4, p.705-712, 2009.

FERNANDES, M. A. M.; MONTEIRO, A. L. G.; FERNANDES, S. R.; PAULA, E. F. E.; PRADO, O. R.; GILAVERTE, S.; SOUXA, D. F. Composição tecidual do pernil de cordeiros terminados em pasto de inverno com suplementação concentrada. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 425-431, out./dez. 2011.

FERNANDES, S.R.; MONTEIRO, A.L.G.; SILVA, C.J.A.; SILVA, M.G.B.; ROSSI JUNIOR, P.; SOUZA, D.F.; SALGADO, J.A.; HENTZ, F. Desmame precoce e a suplementação concentrada no peso ao abate e nas características de carcaça de cordeiros terminados em pastagem. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.12, n.2, p.527-537, 2011.

FERRÃO S.P.B., BRESSAN M.C., OLIVEIRA, R.P., PÉREZ, J. R. O.; RODRIGUES, E. C.; NOGUEIRA, D. A. Características sensoriais da carne de cordeiros da raça santa Inês submetidos a diferentes dietas. *Ciência e Agrotecnologia*, 33:185-190, 2009.

FREITAS JÚNIOR, J.E.; RENNÓ, F.P.; PRADA E SILVA, L.F.; GANDRA, J.R.; MATURANA FILHO, M.; FODITSCH, C.; VENTURELLI, B.C. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. *Ciência Rural*, v.40, n.4, p.950- 956, 2010.

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

GALLO, S. B. ; SIQUEIRA, E. R., ROSA, G. T. Efeito da nutrição da ovelha e do cordeiro sobre o perfil de ácidos graxos do músculo Triceps brachii de cordeiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, p.2069-2073, 2007.

GATTÁS, G.; BRUMANO, G. Ácido linoleico conjugado (CLA). *Revista Eletrônica Nutritime*, v.2, n1, p.164-171, 2005.

GILMORE, L. A., WALZEM, R. L., CROUSE, S. F., SMITH, D. R., ADAMS, T. H., VAIDYANATHAN, V., CAO, X., & SMITH, S. B. Consumption of high-oleic acid ground beef increases HDL-cholesterol concentration but both high- and low-oleic acid ground beef decrease HDL particle diameter in normocholesterolemic men. *Journal of Nutrition*.141, 1188–1194, 2011.

GOMIDE, L. D. M., RAMOS, E. M., & FONTES, P. R. Ciência e qualidade da carne: fundamentos. Viçosa: Editora UFV. 2013.

GULLIVER, C.E.; FRIEND, M.A.; KING, B.J.; CLAYTON, E.H. The role of omega-3 polyunsaturated fatty acids in reproduction of sheep and cattle. *Animal Reproduction Science*, v.131, n.1-2, p.9- 22, 2012.

HAUTRIVE, T.P.; MARQUES, A.C.; KUBOTA, E.H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. *Alimentos e Nutrição*, v.23, p.327-334, 2012.

HOLANDA, M.A.C.; HOLANDA, M.C.R.; MENDONÇA JÚNIOR, A.F. suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.5, n.3, p.221-229, 2011.

HOMEM JÚNIOR, A. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; RODRIGUES, D. J.; PINHEIRO, R. S. B. Ácidos graxos e colesterol da carne de cordeiros confinados recebendo dietas contendo fontes lipídicas e submetidos à restrição e realimentação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45, n.9, p.1674-1680, set, 2015a.

HOMEM JUNIOR, A.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; FÁVARO,V.R.; PEREZ H. L.; ALMEIDA, M. T. C.; PASCHOALOTO, J. R.; D'ÁUREA, A. P.; CARVALHO, V. B.; NOCERA, B. F. Fonte de lipídios e classe sexual no confinamento de ovino. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 36, n.3, p. 2165-2174, 2015b.

ISSAKOWICZ, J.; BUENO, M.S.; ISSAKOWICZ, A.C.K.C.; HAGUIWARA, M. M. H. Característica quantitativa de carcaça e qualitativas da carne do cordeiro Morada Nova, Santa Inês e mestiços Ile de France e Texel terminados em confinamento. *Boletim da Indústria Animal*,v.71, n.3, p.217-225, 2014.

JUÁREZ, M., HORCADA, A., ALCALDE, M. J., VALERA, M., POLVILL, O., MOLINA, . Meat and fat quality of unweaned lambs as affected by slaughter weight and breed. *Meat Science* 83:308-313, 2009.

KOMPRDA, T; KUČHTÍK, J.; JAROSOVÁ, A.; DRACKOVÁ, E.; ZEMÁNEK, L.; FILIPČÍK, B. Meat quality characteristics of lambs of three organically raised breeds. *Meat Science*, v. 81, p. 499-505, 2012

KONG, Y.; He, M.; MCALISTER, T.; SEVIOUR, R.; FORSTER, R. Quantitative fluorescence in situ hybridization of microbial communities in the rumens of cattle fed different diets. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(20), 6933–6938, 2010.

KOZLOSKI, G.V. *Bioquímica dos Ruminantes*. 3ª Ed. Santa Maria. 216p. 2011.

LANZA, M.; BELLA, M.; PRIOLO, A.; FASONE, V. Peas (*Pisum sativum* L.) as an alternative protein source in lamb diets: growth performances, and carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*, v.47, n.1, p.63-68, 2003.

LAWRIE, R. A. *Ciência da Carne*. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 384p. 2005.

LEÃO, A. G.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MORENO, G. M. B.; SOUZA, H. B. A.; PEREZ, H. L.; LOUREIRO, C. M. B. Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.5, p.1072-1079, 2011.

LIMA JÚNIOR, D. M.; CARVALHO, F. F. R.; SILVA, F. J.; RANGEL, A. H. N. ; NOVAES, L. P.; DIANTE, G. S. Intrinsic factors affecting sheep meat quality: a review. *Revista Colombiana de Ciências Pecuarias* 29:3-15, 2016.

LÔBO, A. M.B.; GUIMARÃES, S. E. F., LÔBO, R. N. B.; BOMFIM, M. A. D.; FACÓ, O.; FERNANDES JÚNIOR, G. A. Perfil de ácidos graxos na carne de cordeiros de quatro genótipos. 48ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Belém – PA, 18 a 21 de Julho de 2011.

LOPES, J. E. L.; SALES, R. O.; AZEVEDO, A. R.; TORRES, A. L. Composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de cordeiros submetidos aos sistemas de produção com dieta experimental e convencional. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 6, n. 2, p. 74-96, 2012.

LUMPKINS, B; BATALA, A; DALE, N. Use of distillers dried grains plus solubles in laying hen diets. *Journal Appl.Poultry Res.* 14, p.25-31, 2005.

MADRUGA, M. S.; VIEIRA, T. R. L.; CUNHA.; PEREIRA FILHO, J. M.; QUEIROGA, R. C. R. E.; SOUSA, W. H. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(8), 1496-1502, 2008.

MADRUGA, M.S.; SOUZA, W.H.; ROSALES, M.D.; CUNHA, M. G. G.; RAMOS, J. L. F. Quality of Santa Inês lambs meat terminated with different diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 1, p.309-315, 2005.

MALAU-ADULI, A.E.O.; SIEBERT, B.D.; BOTTEMA, C.D.K.; PITCHFORD, W. S. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Australian Journal of Agriculture Research*, v.48, n.5, p.715-722, 1997.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current Research in meat color. *Meat Science*. 71:100-121, 2005.

MAPIYE, C.; AALHUS, J. L.; TURNER, T. D.; ROLLAND, D. C.; BASARAB, J.A.; BARON, V.S.; Mcallister, T. A.; BLOCK, H. C.; UTTARO, B.; LOPEZ-CAMPOS, O.; PROCTOR, S. D.; DUGAN, M. E. R. Effects of feeding flaxseed or sunflower-seed in high-forage diets on beef production, quality and fatty acid composition. *Meat Science*, v.95, n.1, p.98-109, 2013.

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 do Instituto Adolfo Lutz*, v.62, n.1, p.49-54, 2003.

McAFEE, A.J.; McSORLEY, E.M.; CUSKELLY, G.J.; MOSS, B. W.; WALLACE, J. M.; BONHAM, M. P. FEARON, A. M. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. *Meat Science*, v.84, p.1-13, 2010.

MENEZES JUNIOR, E. L de.; BATISTA, A. S. N.; LANDIM, A.V. ARAÚJO FILHO, J. T.; HOLANDA JUNIOR, E. V. Qualidade da carne de ovinos de diferentes raças de reprodutores terminados sob dois sistemas de produção. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.15, n.2, p.517-527, 2014.

MOLONEY, A. P.; KENNEDY, C.; NOCI, F.; MONAHAN, F. J.; KERRY, J. P. Lipid and colour stability of longissimus muscle from lambs fed camelina or linseed as oil or seeds. *Meat Science, Cowra*, v. 92, n. 1, p. 1-7, 2012.

MONTE, A. L. S.; GONSALVES, H. R. O.; VILLARROEL, A. B. S.; DAMACENO, M. N.; CAVALCANTE, A. B. D. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. *Agropecuária Científica no Semiárido, Campus de Patos*, v. 8, n. 3, p. 11-17, 2012.

MORA, N. H. A. P.; MACEDO, F. A. F.; MEXIA, A. A.; ALMEIDA, F. L.; SENEGALHE, F. B. D.; POSSAMAI, A. P. S.; MACEDO, R. M. G.; ARAÚJO, G. G. L. Physicochemical characteristics of meat from pantaneiro lambs slaughtered with different of subcutaneous fat thicknesses. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 36, n. 4, p. 2819-2828, jul./ago. 2015.

MORENO, G. M. B.; LIMA JÚNIOR, D. M.; SOUZA, N. O. B.; CIRNE, L. G.; BOAVENTURA NETO, O.; SOUZA, S. F. Qualidade da carne de cordeiros: genótipo e manejo nutricional. *Ciênc. vet. trop.*, Recife-PE, v.19 n 3 - setembro/dezembro 2016

NAKAMURA, M.; KATOH, K. Influence of thawing on several properties of rabbit meat. *Bulletim of Ishka Prefecture College of Agruculture*, v.11, p.45-49, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of sheep. New York: National Academy Press, 1985. 99p. NRC (2007).

NEVES, C.A.; SANTOS, W.B.R.; SANTOS, G.T.D.; SILVA, D. C.; JOBIM, C. C.; SANTOS, F. S.; VISENTAINER, J. V.; PETIT, H. V. Production performance and milk composition of dairy cows fed extruded canola seeds treated with or without lignosulfonate. *Animal Feed Science and Technology*. v.154, p.83-89, 2009.

OLIVEIRA, A.C.; SILVA, R.R.; OLIVEIRA, H.C.; ALMEIDA, V.V.S.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, U.L.C. Influência da dieta, sexo e genótipo sobre o perfil lipídico da carne de ovinos. *Archivos de Zootecnia*. v. 62, p. 57-72. 2013.

OLIVEIRA, D.M.; LADEIRA, M.M.; CHIZZOTTI, M.L. ; MACHADO NETO, O.R.; RAMOS, E.M.; GONÇALVES, T.M.; BASSI, M.S.; LANNA, D.P.D.; AND RIBEIRO, J.S. Fatty acid profile and qualitative characteristics of meat from zebu steers fed with different oilseeds. *Journal Animal Science*, v.89, p.2546-2555, 2011.

OLIVEIRA, R. L.; LADEIRA, M. M.; BARBOSA, M. A. A. F.; Assunção, M. M.; Santos, G. T.; Oliveira, R. L. Ácido linoleico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n. 1, 2008.

OLIVO, R. Atualidades na qualidade da carne de aves. *Revista Nacional da Carne*, v.28, n.331, p.38-50, 2004.

ONOGI, A., OGINO, A., KOMATSU, T., SHOJI, N., SHIMIZU, K., KUROGI, K., & IWATA, H. Whole-genome prediction of fatty acid composition in meat of Japanese Black cattle. *Animal Genetics*. 46, 557–559, 2015.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.292-300, (supl. especial) 2009.

PALEZI, S.C.; DE CARLI, E.; SILVA, G.P.R.; ZENI, M.P. Utilização de diferentes hidrocoloides para melhorar a qualidade sensorial de produtos cárneos. *Unoesc & Ciência - ACET*, Joaçaba, p. 129-134, Edição Especial 2014.

PELLEGRIN, A. C. R. S.; PIRES, C. C.; NALÉRIO, E. S.; WOMMER, T. P.; MELLO, R. O.; PELEGRINI, L. F. V. Qualidade da carne de cordeiros lactentes suplementados com teores de glicerina bruta em comedouro privativo Semina: *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2685-2696, set./out. 2014.

PEREZ, J.R.O.; BRESSAN, M.C.; BRAGAGNOLO, N.; PRADO, O. V.; LEMOS, A. L. S.; BONAGURIO, S. 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*, v.22, n.1, p.11-18, 2002.

PINHEIRO, R. S B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; SOUZA, H. B. A.; YAMAMOTO, S. M. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.9, p.1790-1796, 2009.

RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, v.113, p.199 – 221. 2004.

RAMÍREZ-RETAMAL, J.; MORALES, M. Influence of breed and feeding on the main quality characteristics of sheep carcass and meat: A review. *Chilean Journal of Agricultural Research*, v.74, n.2, p-225-233, 2014.

RANGEL A.H.N. & LIMA JÚNIOR D.M. Subprodutos agroindustriais na alimentação de vacas de leite, p.37-66. In: Brito A.S., Nobre F.V. & Fonseca J.R.R. (ed.) *Bovinocultura Leiteira, Informações Técnicas e de Gestão*. SEBRAE-RN, Natal. 2010.

RECH, C. L. S.; RECH, J. L.; FISCHER, V.; WIEGAND, M. M.; MOREIRA, H. L. M.; OSÓRIO, M. T. M.; SIEWERDT, F. Body development, carcass, and meat quality of

confined lambs fed increasing levels of whole rice meal. *Tropical Animal Health Production*, 46:191–195, 2014.

RODRÍGUEZ, A.B.; BODAS, R.; PRIETO, N.; LANDA, R.; MANTECÓN, A. R. GIRÁLDEZ, F. J. Effect of sex and feeding system on feed intake, growth, and meat and carcass characteristics of fattening Assaflambs. *Livestock Science*, v.116,n 5, p.118-125, 2008.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R.J.B.; MENDES, I.A. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lamb. II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Science*, v.77, p.187-194, 2002.

SAS®, Statistical Analytical System. System for Mixed Models. Users guide: statistics. SAS Inst. Inc. Cary, NC, 2001.

SCOLLAN, N. D., DEWHURST, R. J., MOLONEY, A. P., MURPHY, J. J. Improving the quality of products from grassland. Pages 41-56 in: McGilloway, D. A. (Ed.), *Grassland : a global resource*. XX International Grassland Congress, Dublin, 26 June-1 July 2005.

SENEGALHE, F.B.D.; BURIN, P.C.; BURIN, P.C.; FUZIKAWA, I. H. S.; PENHA, D. S.; LEONARDO, A. P. Ácidos graxos na carne e gordura de Ovinos. *Revista Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, v.10, n.18, p.740-753, 2014.

SILVA SOBRINHO, A.G.; PURCHAS, R.W.; KADIM, I.T.; YAMAMOTO, S. M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.1070-1078, 2005.

SILVA, F.V e.; CARVALHO, Z.G.;SÁ,H.C.M de.; OLIVEIRA, L.L.S.; ALVES, D. D.; SILVA, V. L. SOARES, F. D. S.; SANTOS, C. C. R. Ganho em peso, características de carcaça e carne de ovelhas terminadas em pasto com teores diferentes de suplementação. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.15, n.1, p.206-220, 2014.

SILVA, N. V. da; SILVA, J. H. V. da; COELHO, M. de S.; OLIVEIRA, E. R. A.; ARAÚJO, J. A.; AMÂNCIO, A. L. L. Características de carcaça e carne ovina: uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influência. *Acta Veterinaria Brasilica*, Mossoró, v. 2, n. 4, p. 103-110, 2008.

SILVA, R. M.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; LAGE, M. E.; PACHECO, P. S.; BILEGO, U. O.; PÁDUA, J. T.; FAUSTO, D. A. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhos

européus e zebuínos alimentados com milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.49, n.1, p.63-70, jan. 2014.

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.

TODARO, M.; CORRAO, A.; ALICATA, M.L.; SCHINELLI, R.; GIACCONE, P.; PRIOLO, A. Effects of litter size and sex on meat quality traits of kid meat. *Small Ruminant Research*, v.54, p.191-196, 2004.

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

USDA. Dietary guidelines for Americans (2000). United States Department of Agriculture.

VELASCO, S.; CAÑEQUE, V. LAUZURICA, S.; PÉREZ, C.; HUIDOBRO, F. Effect of different feeds on meat quality and fatty acid composition of lambs fattened at pasture. *Meat Science*, v. 66, n. 2, p. 457-465, 2004.

VIANA, P. T. Caroço de algodão associado ao Lignosulfonato de cálcio em dietas de alto concentrado para ovinos. Tese, Doutorado em Zootecnia. Itapetinga, BA: UESB, 181p. 2016.

VIEIRA, T. R. L.; CUNHA, M. G. G; GARRUTI, D. S.; DUARTE, T. F.; FÉLEZ, S. S. S.; PEREIRA FILHO, J. M.; MADRUGA, M. S. Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v.30, n.2, p.372-377, 2010.

VISENTAINER, J. V.; Franco, M. R. B.; Ácidos Graxos em Óleos e Gorduras: Identificação e Quantificação, 1ª ed, Varela: São Paulo, 2006.

von SHACKY, C. n-3 Fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.71, p.224S-227S, 2000.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat Science*, v.78, p.343-358, 2008.

YAMAMOTO, S.M., SOBRINHO, A.G.S. VIDOTTI, R.M.; HOMEM JUNIOR, A. C.; PINHEIRO, R. S. B.; BUZZULINI, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em

cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. Revista Brasileira de Zootecnia, vol.36 n.4, p.1131-1139, 2007.

ZAPATA, J.F.F.; NOGUEIRA, C.M.; SEABRA, L.M.J.; BARROS, N. N.; BORGES, A. S. Composição Centesimal e Lipídica da Carne de Ovinos do Nordeste Brasileiro. Ciência Rural, v.31, n.4, p.691-695, 2001.