



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MARA SAMPAIO FEITOSA

**QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS SANTA INÊS ALIMENTADOS COM
RESÍDUO DE CERVEJARIA DESIDRATADO**

FORTALEZA

2017

MARA SAMPAIO FEITOSA

QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS SANTA INÊS ALIMENTADOS COM RESÍDUO
DE CERVEJARIA DESIDRATADO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia Guimarães Pimentel.

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Elisabeth Mary Cunha da Silva

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F336q Feitosa, Mara Sampaio.
Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado / Mara Sampaio Feitosa. – 2017.
69 f.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2017.
Orientação: Profa. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel .
Coorientação: Profa. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva .
1. Alimentos Alternativos. 2. Carne Ovina. 3. Ruminantes. 4. Subprodutos da Agroindústria. I. Título.
CDD 636.08
-

MARA SAMPAIO FEITOSA

QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS SANTA INÊS ALIMENTADOS COM RESÍDUO
DE CERVEJARIA DESIDRATADO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Melhoramento e Produção Animal.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Profa. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Profa. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro (Examinadora)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. João Paulo Arcelino do Rêgo (Examinador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

*À minha família, em especial a minha mãe **Iracema Miralles**, que sempre me incentivou, com muito carinho e apoio e não mediu esforços para que eu conseguisse chegar até esta etapa da minha vida e ao meu querido e saudoso pai **José Feitosa Cabral** (In Memoriam).*

Aos meus amigos, aos meus mestres;

À Medicina Veterinária e Zootecnia;

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades e desafios;

À minha família, meus pais, pelo amor, educação, incentivo e apoio incondicional. Às minhas irmãs Mayra e Marisa que sempre me deram força e coragem, e seguiram me apoiando nos momentos de dificuldades;

À Universidade Federal do Ceará – UFC por disponibilizar a estrutura necessária para a realização do estudo e por contribuir para a minha formação profissional;

À minha orientadora, Patrícia Guimarães Pimentel pela oportunidade concedida, ensinamentos, paciência, dedicação e principalmente, por ser um exemplo de pessoa, professora e profissional;

À minha coorientadora Elisabeth Mary Cunha da Silva pelo apoio na realização das análises de qualidade da carne e por todos os ensinamentos e valiosa contribuição no trabalho;

À FUNCAP, pela concessão e manutenção da bolsa de mestrado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro à pesquisa (Proc. 474447/2013-8);

Ao Frigorífico Multicarnes, por ter disponibilizado suas instalações e pela parceria no abate dos animais;

À Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA e a professora Ana Sancha Malveira Batista por disponibilizar o Laboratório de Nutrição Animal para a realização de análises do experimento;

Aos funcionários do Laboratório de Carnes e Pescados da UFC Luiz, Rose e Jenevane por todo o aprendizado e ajuda durante as análises;

Ao professor Guilherme Rocha Moreira, pela realização de todas as análises estatísticas referentes a este trabalho;

Aos colegas de experimento, Mayara Araújo, Saulo Carneiro, Marina Rose, Tássio Bruno, Wesley Silva, Sérgio Soares, Érica Araújo e Érika Magalhães pela ajuda, convívio, dedicação e determinação. Em especial, à minha amiga e companheira de mestrado Ana Gláucia, pela amizade verdadeira, por ter me incentivado a tentar o mestrado e sempre estar ao meu lado me apoiando nas horas tristes e alegres;

Aos amigos que ganhei durante o mestrado Amanda e Edmilson, pela amizade, risadas, brincadeiras e apoio.

Aos funcionários da UFC, professores e colegas da pós-graduação que apoiaram no decorrer do experimento e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização desse projeto.

Obrigada!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou quem deveria ser, mas Graças a Deus, não sou quem era antes”.

(Marthin Luther King)

RESUMO

Objetivou-se avaliar a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado (RCD). Foram utilizados 35 animais, machos, não castrados, com peso corporal médio inicial de $16,00 \pm 1,69$ kg e, aproximadamente, 70 dias de idade. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco rações experimentais e sete repetições, consistindo as rações em 0; 20; 40; 60 e 80% de inclusão de RCD na porção concentrada da ração. A duração do experimento foi determinada pelo tempo necessário para que a média de peso corporal dos animais de um dos tratamentos atingisse 28 kg, ocasião na qual os 35 animais foram abatidos. Utilizou-se os músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus* para análises de composição centesimal, força de cisalhamento, cor, pH, perda de peso por cocção e capacidade de retenção de água. Os percentuais de inclusão do RCD nas rações experimentais influenciaram ($P < 0,05$) as variáveis da composição centesimal dos músculos avaliados, excetuando os teores de umidade e matéria mineral no músculo *Semimembranosus*. Para as características físico-químicas do músculo *Longissimus lumborum* houve efeito das rações ($P < 0,05$) sobre os parâmetros da cor (L^* , a^* , b^* , H), em que a luminosidade (L^*) e a intensidade da cor amarela (b^*) apresentaram comportamento quadrático, a intensidade da cor vermelha (a^*) comportamento linear crescente, enquanto para a tonalidade da cor (H^*) foi observado comportamento linear decrescente com a inclusão do RCD nas rações. À medida que aumentou a quantidade de resíduo na alimentação dos animais, ocorreu elevação da força de cisalhamento aplicada no músculo e uma redução do pH. Para o músculo *Semimembranosus*, a inclusão do subproduto nas rações experimentais influenciou ($P < 0,05$) a variável perda de peso por cocção, demonstrando um comportamento linear crescente, e um comportamento linear decrescente foi observado para o pH. Em relação aos teores de lipídeos, colesterol e perfil de ácidos graxos encontrados no músculo *Longissimus dorsi*, verificou-se que as rações contendo o resíduo de cervejaria não influenciaram ($P > 0,05$) o teor de lipídeos. Entretanto, provocaram um efeito quadrático ($P < 0,05$) nos teores de colesterol. Os ácidos graxos oleico (C18:1 n-9), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) foram encontrados em maiores concentrações no músculo analisado. Observou-se comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) para o ácido graxo linolênico (C18: 3n-3) e os percentuais mais elevados de ácido linoleico (C18:2) foram verificados nas rações que não continham RCD. Os ácidos graxos desejáveis e a relação n-6/n-3 apresentaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$), enquanto o índice de trombogenicidade (IT) aumentou linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão do RCD. Efeito quadrático ($P < 0,05$) foi observado para o somatório dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), para as relações poli-insaturados: monoinsaturados (AGPI: AGMI) e (C18:0 + C18:1):C16:0, para o índice de aterogenicidade (IA) e

para a razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H). A inclusão do resíduo de cervejaria desidratado aumenta a deposição de proteína e reduz o percentual de lipídeos, atributos desejados pelo consumidor. A carne de cordeiros alimentados com RCD, em níveis crescentes, apresenta redução na maciez, elevação nos teores de ácidos graxos saturados e redução no perfil de ácidos graxos desejáveis. Desta forma, a adição de RCD em até 20% da porção concentrada pode ser recomendada a depender da viabilidade de aquisição.

Palavras-chave: Alimentos Alternativos. Carne Ovina. Ruminantes. Subprodutos da Agroindústria.

QUALITY OF SANTA INES LAMB MEAT FED WITH BREWERS DRIED GRAINS

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the meat quality of Santa Ines lambs fed with brewers dried grains (BDG). Thirty-five male non-castrated animals, with mean initial body weight of 16.00 ± 1.69 kg and approximately 70 days of age, were used. A completely randomized design was used, with five experimental rations and seven replicates, the rations consisting of 0; 20; 40; 60 and 80% inclusion of BDG in the concentrated portion of the feed. The duration of the experiment was determined by the time required for the mean body weight of the animals in one of the treatments to reach 28 kg at which time the 35 animals were slaughtered. The *Longissimus lumborum* and *Semimembranosus* muscles were used for analyzes of centesimal composition, shear force, color, pH, weight loss per cooking and water retention capacity. The percentages of inclusion of the BDG in the experimental rations influenced ($P < 0.05$) the variables of the centesimal composition of the evaluated muscles, except for the moisture and mineral matter contents in the *Semimembranosus* muscle. For the physicochemical characteristics of the *Longissimus lumborum* muscle, there was effect of the rations ($P < 0.05$) on the color parameters (L^* , a^* , b^* , H) were observed, where the luminosity (L^*) and intensity of yellow color (b^*) presented a quadratic behavior, the intensity of red color (a^*) increasing linear behavior, while for the color tone (H^*) a linear behavior was observed, decreasing with the inclusion of BDG in the rations. As the amount of residue in the feed of the animals was increased, there was an increase of the shear force applied in the muscle and a reduction of the pH. For the *Semimembranosus* muscle, the inclusion of the by-product in the experimental rations influenced ($P < 0.05$) the variable weight loss by cooking, showing an increasing linear behavior, and a linear decreasing behavior was observed for the pH. In relation to the lipid, cholesterol and fatty acid content found in the *Longissimus dorsi* muscle, it was observed that the rations containing the brewery residue did not influence the lipid content ($P > 0.05$). However, they did have a quadratic effect ($P < 0.05$) in cholesterol levels. Oleic (C18:1 n-9), palmitic (C16:0) and stearic (C18:0) fatty acids were found in higher concentrations in the muscle analyzed. There was a decreasing linear behavior ($P < 0.05$) for linolenic fatty acid (C18:3n-3) and the highest percentages of linoleic acid (C18:2) were observed in rations that did not contain RCD. The desirable fatty acids and the n-6 / n-3 relation presented a linear decreasing effect ($P < 0.05$), while the thrombogenicity index increased linearly ($P < 0.05$) with the inclusion of BDG ($P < 0.05$). Quadratic effect was observed for the polyunsaturated fatty acids (PUFA), for the polyunsaturated: monounsaturated (AGPI:AGMI) and $(C18:0 + C18:1)/(C16:0)$, for the atherogenicity index (AI) and for the ratio between

hypocholesterolemic and hypercholesterolemic fatty acids (h/H). The inclusion of dehydrated brewery residue increases protein deposition and reduces the percentage of lipids, attributes desired by the consumer. The meat of lambs fed BDG, at increasing levels, presents reduction in softness, elevation in saturated fatty acids contents and reduction in the profile of desirable fatty acids. In this way, the addition of BDG in up to 20% of the concentrated portion may be recommended depending on the viability of acquisition.

Key words: Alternative Food. Lamb Meat. Ruminants. Agro-industry By-products.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição químico-bromatológica dos ingredientes e da ração concentrada em g/kgMS ⁻¹	32
Tabela 2	Composição percentual e químico-bromatológica das rações experimentais.....	33
Tabela 3	Valores médios de peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), consumo de matéria seca (CMS) e ganho de peso médio diário (GPMD) de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração.....	37
Tabela 4	Composição centesimal dos músculos <i>Longissimus lumborum</i> e <i>Semimembranosus</i> de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração.....	38
Tabela 5	Luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*), intensidade da cor amarela (b*), saturação da cor (c*) e tonalidade da cor (H) dos músculos <i>Longissimus lumborum</i> e <i>Semimembranosus</i> de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração.....	41
Tabela 6	Capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e pH dos músculos <i>Longissimus lumborum</i> e <i>Semimembranosus</i> de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração	43
Tabela 7	Teores de lipídeos (g 100g ⁻¹) e colesterol (mg 100g ⁻¹) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração.....	45
Tabela 8	Perfil de ácidos graxos (%) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração.....	47
Tabela 9	Valores médios de ácidos graxos (%) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração.....	50

Tabela 10	Somatórios e relações dos principais ácidos graxos presentes do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração.....	51
-----------	--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	Resíduo de cervejaria.....	15
2.2	Carne ovina.....	17
2.3	Composição centesimal.....	18
2.3.1	<i>Umidade.....</i>	19
2.3.2	<i>Proteína.....</i>	19
2.3.3	<i>Matéria mineral.....</i>	20
2.3.4	<i>Lipídeos.....</i>	21
2.4	Parâmetros físico-químicos da carne	21
2.4.1	<i>Cor.....</i>	21
2.4.2	<i>Capacidade de retenção de água.....</i>	22
2.4.3	<i>Perda de peso por cocção.....</i>	23
2.4.4	<i>Força de cisalhamento.....</i>	24
2.4.5	<i>Potencial hidrogeniônico</i>	24
2.5	Colesterol e composição de ácidos graxos da carne ovina.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1	Local e período experimental.....	29
3.2	Obtenção e desidratação do resíduo úmido de cervejaria.....	29
3.3	Animais e instalações experimentais.....	29
3.4	Rações experimentais e pesagem dos animais.....	30
3.5	Procedimento de abate.....	30
3.6	Análises laboratoriais.....	31
3.7	Análises estatísticas.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55

1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura no Brasil é uma atividade que desempenha importante função socioeconômica, e especialmente na região Nordeste, tem contribuído para a inclusão do homem do campo, principalmente através da geração de renda e da produção de uma fonte de proteína de alto valor nutritivo. Sendo assim, para um melhor aproveitamento do potencial dessa espécie animal, é indispensável a utilização de um sistema de produção que proporcione elevado desempenho produtivo com baixo custo.

Entre os fatores que mais impactam nos sistemas de produção animal, os custos com alimentos convencionais na formulação de rações é um dos mais críticos na produção de carne, pois além de ser base do sucesso produtivo, representa grande parte das despesas do sistema, e a suplementação com alimento concentrado é o que mais onera no orçamento. Neste sentido, como alternativa para a redução desses custos, o uso de resíduos agroindustriais na ovinocultura surge como uma opção para tentar diminuir o uso de concentrados tradicionais, os quais podem apresentar preços mais elevados.

O resíduo úmido de cervejaria é classificado como alimento proteico de valor intermediário (23 a 30% de proteína bruta), podendo ser utilizado em substituição parcial do volumoso ou concentrado. Possui alto teor de umidade (70 a 80%), que pode elevar seu custo final quando utilizado em áreas mais afastadas da indústria cervejeira, além de acelerar o processo de degradação pela ação de microrganismos e reduzir o consumo de matéria seca dos animais, consequentemente, diminuindo seu desempenho e ganhos de carcaça (SILVA et al., 2010; CAVILHÃO et al., 2013). Neste sentido, uma solução para a redução da umidade no resíduo é a desidratação do material, pois permite a conservação do produto por mais tempo, facilita o transporte e o armazenamento.

Sabendo-se que cada vez mais o consumidor está mais exigente, maior credibilidade deve ser atribuída à qualidade da carne. Sendo assim, a indústria de carnes tenta se adequar a esse novo mercado consumidor, criando condições que permitam melhorar a qualidade dos produtos cárneos como sabor, suculência, textura, maciez e aparência, juntamente com uma carcaça com teor de gordura reduzido, uma boa musculabilidade e preços razoáveis.

Tendo como propósito identificar alimentos alternativos que aumentem a produtividade dos animais e sejam viáveis economicamente, torna-se oportuno a necessidade de pesquisas sobre a influência da alimentação na qualidade da carne de ovinos. Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduo de cervejaria

Os alimentos alternativos utilizados na alimentação animal são subprodutos da agroindústria e normalmente não fazem parte das dietas comerciais, sendo inseridos na forma de resíduos, com o objetivo de diminuir custos de produção e aproveitar o potencial nutritivo demonstrado por estes ingredientes (ARAÚJO, 2007).

O uso de resíduos como ingrediente alternativo na alimentação animal tem como objetivo reduzir o efeito poluente apresentado por estes quando descartados no meio ambiente, além de produzir uma alimentação com baixo custo, quando comparada com as dietas convencionais, e serem eficientes nutricionalmente (NUNES et al., 2007).

O aproveitamento de subprodutos na alimentação de ruminantes já é bastante disseminado entre os produtores e sua utilização na alimentação animal assume papel econômico muito importante, sendo muitas vezes, responsável pela viabilidade econômica do sistema (SILVA FILHO et al., 1999).

Entre os subprodutos que são gerados no Brasil, o resíduo de cervejaria tem papel de destaque, pois apresenta grande potencial de utilização, já que pode ser produzido em larga escala, além de sua produção não apresentar problemas com a sazonalidade (CARVALHO; BROCHIER, 2008).

O resíduo de cervejaria representa cerca de 85% de todos os subprodutos gerados no processo de produção da indústria cervejeira (MUSSATTO et al., 2006) e apresenta produção anual em torno de 30 milhões de toneladas pelas cervejarias do mundo, das quais cerca de 3,4 milhões de toneladas são produzidas na Europa (STOJCESKA et al., 2008; NIEMI et al., 2012) e no Brasil, de acordo com Faria (2003), a estimativa de disponibilidade ultrapassa 2 milhões de toneladas/ano.

A produção de cerveja gera subprodutos que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes, como a levedura seca de cervejaria e o resíduo úmido de cervejaria (RUC), que também é chamado de bagaço de cevada, bagaço de malte ou polpa úmida de cervejaria (ARAÚJO, 2016).

A composição química do RUC pode apresentar algumas variações na concentração dos nutrientes, devido à grande variação da matéria prima, diferentes quantidades de ingredientes utilizados por cada indústria cervejeira, além de processos de fabricação distintos (SCHONE et al., 2016).

De acordo com Geron et al. (2008), o RUC pode ser caracterizado como um alimento alternativo de elevado teor proteico, rico em fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais

(CT) e extrato etéreo (EE). A proteína e a fibra são altamente concentradas neste subproduto, pois a maior parte do amido presente no grão de cevada foi removido durante a mistura, no processo de brassagem da cerveja (KISSEL; PRENTICE, 1979).

West et al. (1994) reportaram teores de 29,6% para proteína bruta (PB), 65,5% de (FDN) e 6,8% de (EE), enquanto Cabral Filho *et. al.* (1999) observaram valores de 24,8%, 59,9% e 8,8% respectivamente para PB, FDN e EE.

Além disso, este resíduo possui cerca de 50% de proteína não degradada no rúmen (PNDR), conseqüentemente, parte dessa proteína é absorvida pelo animal no intestino delgado sendo transformada em leite ou em carne (CLARK et al., 1987).

Segundo Pires et al. (2000), o RUC pode ser utilizado na alimentação de ovinos em sistema de confinamento, com a finalidade de produzir carne que atenda à demanda do consumidor. Entretanto, a utilização deste subproduto na alimentação de ovinos apresenta algumas restrições como os baixos teores de matéria seca (MS) e os elevados percentuais de umidade. Cardoso et al. (1982) encontraram em torno de 23,5% de MS no resíduo, enquanto Costa et al. (1995) observaram teores inferiores, 14,5 %.

Brochier e Carvalho (2009) reportaram diminuição do consumo de MS em ovinos terminados em confinamento alimentados com resíduo úmido de cervejaria em substituição parcial ao farelo de soja e milho moído. O elevado teor de umidade e a grande quantidade de FDN nas dietas com inclusão do resíduo úmido ocasionam uma limitação física no consumo de matéria seca dos animais, podendo influenciar no ganho de peso e nos rendimentos de carcaça (GILAVERTE et al., 2011).

A grande quantidade de água presente no resíduo também pode ser um entrave para a realização do seu transporte, sendo assim, o uso deste subproduto é economicamente inviável a grandes distâncias, e sua utilização somente será viável em propriedades que estejam localizadas a no máximo em um raio de 100 km de distância das indústrias cervejeiras (CHAMBERLAIN et al., 1993).

Além do transporte, outro fator limitante na utilização do RUC é sua alta capacidade fermentativa que favorece a rápida colonização do resíduo por fungos e bactérias em poucos dias após a obtenção do produto, tornando-se impróprio para uso, dificultando sua estocagem, sendo aconselhando sua utilização em um curto período de tempo (JOHNSON et al., 1987). No Brasil, o resíduo úmido de cervejaria é normalmente armazenado em condições de aerobiose, em tanques abertos, facilitando a degradação e perda da qualidade (CABRAL FILHO et al., 1999).

Dentre as alternativas para redução da umidade do resíduo, temos o processo de secagem do material que gera o resíduo de cervejaria desidratado (RCD), e este além de permitir a conservação

do produto por mais tempo, facilita o seu manuseio, transporte e acondicionamento (ARAÚJO, 2016). Entretanto, foi observado que ocorre um decréscimo na proteína do resíduo desidratado em comparação ao úmido, devido às elevadas temperaturas empregadas no processo de secagem (GOERING; WALDO, 1974), além de ser um processo que tende a elevar custos.

Além do processo de desidratação, o valor nutricional do resíduo de cervejaria está diretamente relacionado ao tipo de fabricação da cerveja e ao processo utilizado pela indústria, bem como à origem dos grãos de cevada e à inclusão ou não de outros cereais para a fermentação, como milho, trigo, aveia e arroz (VELASCO et al., 2009).

O resíduo desidratado de cervejaria apresenta 26,50% de proteína bruta (NRC, 1998), o teor do extrato etéreo está em torno de 6,93% (VALADARES FILHO et al., 2006) e a fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT) próximos de 34,30 e 63,00%, respectivamente (POLAN et al., 1985).

Considerando o sistema de confinamento de ovinos, um dos seus grandes entraves têm sido os elevados custos de produção, principalmente no que se refere à alimentação. Logo, o uso do resíduo de cervejaria na terminação de cordeiros confinados tem grande potencial, pois pode reduzir os custos com a alimentação, além de refrear a ocorrência de impactos ambientais causados pela indústria cervejeira, sem diminuição da produtividade (OLIVEIRA et al., 2002).

A utilização do RCD ainda é pouco difundida, fazendo com que sua qualidade como ingrediente seja subjugada e seu potencial como fonte alternativa de alimento pouco explorada, sobretudo por ser de um produto de baixo custo (WATERS et al., 2012).

2.2 Carne ovina

No Brasil, o consumo de carne ovina é de 0,7 kg/habitante/ano, contra um consumo anual *per capita* de 39 kg de carne bovina, 44,5 kg carne de frango e 13 kg carne suína (ANUALPEC, 2011). Apesar de o consumo ser relativamente baixo no Brasil, nota-se aumento significativo da procura por carne ovina nos últimos anos por parte da população, estando o mercado em processo de ascensão e juntamente a uma tendência crescente das importações (SORIO et al., 2010).

Entretanto, a ovinocultura de corte ainda é uma atividade em crescimento no Brasil, sendo precariamente explorada em algumas regiões. Por isso, para competir com outros tipos carnes, é essencial que a carne ovina apresente parâmetros de qualidade, quantitativos e qualitativos, havendo aproveitamento adequado de sua carcaça por meio de cortes diferenciados e diversificação da forma de processamento (RODRIGUES, 2012).

A produção de ovinos é uma boa opção quando se busca carne de excelente qualidade nutricional, pois os animais são abatidos precocemente, com a coloração da carne rosada, elevado rendimento de carcaça (45 a 60%) e gordura em boa quantidade, em torno de 4% (SAÑUDO; SIERRA, 1986; PRATA, 1999; ROCHA et al., 2007). Além de ser um alimento rico em nutrientes essenciais, como ferro, selênio, zinco, cobre e manganês e seu conteúdo lipídico fornecer energia, ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis (CABRERA; SAADOUN, 2014).

O perfil da carne consumida difere em relação às características de qualidade daquela convencionalmente produzida há alguns anos. Se compararmos os sistemas produtivos de anos atrás, podemos perceber que houve melhoria na qualidade da carne provocada pelo melhoramento genético, promovendo diminuição da gordura nas carcaças dos animais (ROTTA et al., 2009).

Portanto, para fazer frente a um mercado competitivo, e satisfazer às exigências dos consumidores, os estudos na área de carne estão focados no aumento da massa muscular e hipertrofia das fibras musculares, na produção de uma carne mais magra, diminuição do colesterol e modificação no perfil de ácidos graxos (BROWMING et al., 1990).

2.3 Composição centesimal

Os principais componentes químicos do corpo são: água, proteína, gordura e cinzas (SANTOS et al., 2008). As características centesimais da carne ovina refletem a variação na composição da carcaça e, assim, é consequência, de não somente um, mas de vários aspectos podendo-se citar genética, sexo, idade, condições de manejo, tipo e função grupo muscular amostrado (GOMIDE et al., 2013). Além disso, os componentes químicos estão intimamente ligados com os aspectos sensoriais (FREIRE et al., 2010).

De acordo com Rotta et al. (2009), a grande variação existente na composição química da carne é devido a vários fatores, tais como o grau de acabamento da carcaça, nutrição e o músculo analisado. Além disso, a preparação da amostra durante as análises laboratoriais deve ser padronizada, principalmente em relação à manipulação na retirada das aponeuroses e gorduras externas, homogeneização e trituração para garantir a representatividade da mesma.

Várias pesquisas demonstraram percentuais de composição centesimal da carne ovina, variando entre 74,4 a 75,4% de umidade, 20,2 a 21,2% de proteína bruta, 1,1 a 1,2% de matéria mineral e 0,7 a 4,5% de extrato etéreo (BERGE et al., 1998; RUSSO et al., 1999; BERGE et al., 1999; BONAGURIO et al., 2004;). Ovinos terminados em confinamento com dietas de diferentes níveis de energia foram objetos de pesquisa de Carvalho e Medeiros (2010), que determinaram a

composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* e encontraram valores médios de 74,5% de umidade; 19,4% de proteína; 5,2% de gordura e 0,89% de cinzas.

Devido à maior atenção que o consumidor tem dado à relação entre dieta e saúde, pesquisas abordando a composição centesimal da carne ovina adquirem relevante importância, fazendo-se necessários estudos que identifiquem produtos mais saudáveis e que atendam à demanda dos consumidores (CARVALHO; BROCHIER, 2008).

2.3.1 Umidade

Dentre os componentes do músculo, a água é o constituinte que aparece em maior quantidade, e seu percentual é inversamente proporcional ao teor de lipídeos. Nos tecidos a água apresenta proporções variáveis entre 71 e 76%, sendo esse valor constante de um músculo para o outro no mesmo animal e mesmo entre espécies (CORREIA; CORREIA, 1989).

A determinação da umidade é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos, pois está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, e pode influenciar a estocagem, embalagem e processamento dos mesmos (JIMÉNEZ COLMENERO, 1996).

A água tem o papel de transportar hormônios, nutrientes, metabólitos, e excretas, além de ser o meio onde ocorrem processos metabólicos e reações químicas. O referido nutriente tem grande influência na qualidade da carne e nos processamentos como resfriamento, congelamento, salga, cura, enlatamento, entre outros. Além disso, a água presente no músculo pode influenciar o rendimento da carcaça (perda de água durante o resfriamento leva à perda de peso), as características sensoriais da carne (a água que fica acumulada no músculo interfere na textura, suculência e cor) e perda de água durante a cocção (influenciando a variação do valor nutritivo da carne) (PARDI et al., 2001; DABÉS, 2001).

2.3.2 Proteína

A proteína é o segundo componente químico que aparece em maior quantidade na carne, com composição centesimal em torno de 20%. As proteínas dos músculos podem ser classificadas de acordo com suas funções biológicas, relacionadas com a energia de metabolismo, contração e estrutura, ou de acordo com as propriedades químicas, solúveis ou insolúveis em água ou sais (FENNEMA, 1995).

As proteínas presentes no músculo podem ser classificadas em: sarcoplasmáticas, miofibrilares e estromáticas. As sarcoplasmáticas são proteínas solúveis, representando cerca de 30-

35% do total de proteínas, constituídas principalmente por enzimas e mioglobina. As miofibrilares, representando cerca de 55% das proteínas totais, constituem os miofilamentos, representadas principalmente por miosina e actina e, em menor proporção, pela tropomiosina, troponina, α -actinina, β -actinina e proteínas C e M. As estromáticas (10% a 15%) são proteínas insolúveis, constituídas principalmente por colágeno e elastina (ZEOLA, 2002).

A disponibilidade em aminoácidos essenciais das proteínas musculares e suas características favoráveis de digestibilidade lhe conferem elevado valor biológico. Do ponto de vista fisiológico e independentemente de seu valor estrutural e energético, as proteínas são essenciais para a formação de hormônios, enzimas e da hemoglobina. Elas atuam ainda na variação do pH dos diversos tecidos, na regulação do metabolismo hídrico, e no processo de imunidade natural às infecções por meio dos anticorpos (PARDI et al., 2001).

A contribuição das proteínas na maciez da carne é relativamente importante, e também podem influenciar na cor e no odor. Entretanto, em relação ao sabor, característica sensorial mais determinante na aceitabilidade de um alimento pelo consumidor, sua contribuição é secundária e limita-se a peptídeos pequenos ou aminoácidos e à interação com outros constituintes da carne (FARFÁN, 1994).

A proteína é o segundo maior componente químico da carne, com composição centesimal em torno de 20%. As proteínas dos músculos podem ser classificadas de acordo com suas funções biológicas, relacionadas com a energia de metabolismo, contração e estrutura, ou de acordo com as propriedades químicas, solúveis ou insolúveis em água ou sais (FENNEMA, 1995).

2.3.3 Matéria mineral

Os minerais presentes na carne representam cerca de 1,5%, e estão distribuídos irregularmente no tecido muscular: 40% encontram-se no sarcoplasma, 20% constituem parte dos componentes celulares e o restante distribui-se nos líquidos extracelulares.

Dentre os minerais presentes na carne, o ferro se destaca por ser essencial para diversas funções no organismo, como suporte do sistema imunológico, formação parcial da hemoglobina dos glóbulos vermelhos, além de ser responsável pelo transporte de oxigênio e dióxido de carbono. Outros minerais que constituem a carne são: enxofre, potássio, fósforo, sódio, cloro, magnésio, cálcio e zinco (ZEOLA, 2002).

De acordo com Pardi et al. (2001), durante os processos de descongelamento ou cocção, esses componentes podem ser perdidos por lixiviação e muitos íons (cobre, ferro, magnésio, cloro e cobalto) podem influenciar a vida útil de prateleira do produto final.

2.3.4 Lipídeos

Os lipídeos são compostos insolúveis em água e solúveis em solventes apolares como éter, benzeno e clorofórmio. São importantes constituintes dietéticos por apresentarem elevado valor energético, vitaminas lipossolúveis (A, D, E, e K) e ácidos graxos essenciais. O tecido adiposo presente na carne ovina tem papel fundamental nos atributos sensoriais desejáveis, como textura, suculência e odor (JUDGE et al., 1989).

Os lipídeos desempenham diversas funções nos animais, das quais os óleos e gorduras são responsáveis pela reserva de energia, os fosfolipídeos e os esteróis são constituintes da membrana celular. Outros lipídeos realizam o transporte de elétrons, sendo mensageiros intracelulares, cofatores enzimáticos, agentes emulsificantes, entre outros (LEHNINGER et al., 2006).

As gorduras são os constituintes da carne que mais variam, oscilando sua proporção de acordo com a espécie, a raça, o sexo, o manejo, a dieta, o tipo de músculo, a idade do animal e até mesmo o clima a qual o animal está submetido (MATURANO, 2003).

Santos et al. (2008) ressaltaram que quando o animal atinge a maturidade ocorre aumento na proporção de lipídeos, bem como redução no teor de água e proteína. Concordando com a afirmação anterior, Bonagurio et al. (2003) observaram que o avanço da idade do animal também influencia a composição centesimal da carne, graças ao aumento do tecido adiposo.

2.4 Parâmetros físico-químicos da carne

As características físico-químicas da carne determinam sua qualidade e aceitabilidade pelo consumidor (MARTINEZ-CEREZO et al., 2005). Entre as propriedades físico-químicas da carne, podemos citar: pH, cor, textura, perda de peso por cocção e capacidade de retenção de água. Por meio dessas características, pode-se prever a qualidade da carne para comercialização (PELICANO; PRATA, 2007; SANTOS et al., 2015).

2.4.1 Cor

A cor é considerada a característica mais importante na aparência da carne para o consumidor no momento da compra, constituindo o critério básico para sua seleção, podendo não apenas valorizar a carne, mas também depreciá-la (MACDOUGALL, 1994; ZEOLA et al., 2007).

A cor da carne indica a concentração de mioglobina e seu estado de oxigenação ou oxidação na superfície do músculo. Quando a carne está fresca, a mioglobina encontra-se reduzida (Fe^{++})

apresentando uma cor vermelha púrpura. Mas, ao ser exposta por trinta minutos à presença de oxigênio, transforma-se em oximioglobina, mudando sua cor para vermelho brilhante. Após prolongada exposição da carne ao oxigênio, o ferro passa para a forma oxidada (Fe^{+++}), originando a metamioglobina, pigmento predominante, e a carne passará a ter coloração marrom indesejável. A quantidade de mioglobina varia com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo, atividade física, pelo tipo de fibra muscular bem como pelo nível de sangria do animal no abate (CORNFORTH, 1994; SAINZ, 1996; MANCINI; HUNT, 2005).

O CIELAB, desenvolvido pela *Commission Internationale de E'clairage* (CIE), é um dos sistemas mais utilizados para a descrição quantitativa da cor da carne, sendo baseado em três elementos: a luminosidade ou claridade, a tonalidade ou matiz e a saturação ou cromaticidade (MACDOUGALL, 1994; HIRSCHLER, 2002).

A cor da carne pode ser identificada com o auxílio das coordenadas L^* que corresponde à luminosidade e está mais relacionada à valorização visual do consumidor; a^* que representa a intensidade de vermelho e depende do conteúdo de oximioglobina, de forma que quanto maior seu valor, mais vermelha será a carne; b^* que corresponde à intensidade de amarelo, seus valores na carne estão relacionados ao conteúdo de metamioglobina; c^* que diz respeito à saturação da cor, esse parâmetro transmite a sensação de cores brilhantes ou foscas e H que se refere à tonalidade da cor (CEZAR; SOUSA, 2007).

Segundo Moreno et al. (2008), a dieta pode influenciar a cor da carne, pois animais criados a pasto ou que ingerem grandes quantidades de volumoso produzem carnes mais escuras se comparada a daqueles criados em confinamento, devido ao maior teor de carotenoides existentes, que estimula o aumento do nível de mioglobina nos músculos.

A cor da carne é influenciada principalmente pela velocidade das reações químicas pós-abate e pelo pH. Quando o animal é submetido a estresse no pré-abate, ocorre diminuição do glicogênio muscular, o que resulta em um pH final elevado (acima de 6,0). À medida que o pH final aumenta, maior a possibilidade da carne se tornar mais escura, contribuindo assim para o desenvolvimento de micro-organismos (TERLOUW, 2005).

2.4.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

A CRA se refere à capacidade que a carne tem para reter água durante aplicação de forças externas, tais como: corte, aquecimento, congelamento, salga, cura, moagem ou pressão e que, no momento da mastigação, traduz sensação de suculência ao consumidor. Quanto maior o teor de

água ligada, maior a capacidade de retenção de água do tecido muscular (DABÉS, 2001; PARDI et al., 2001; SILVA SOBRINHO, 2006).

Quando o percentual da CRA da carne é baixo, ocorre perdas no valor nutritivo através do exsudado liberado, e junto com a água são perdidas proteínas solúveis, lipídios, vitaminas e minerais. Esse processo é resultado da desnaturação das proteínas que resulta em carnes mais secas e menos macias (ZEOLA et al. 2002; RAMOS; GOMIDE, 2007; GOÑI; SALVADORI, 2010).

É importante ressaltar que para a indústria, carnes com baixa CRA podem ocasionar perdas econômicas, devido à rejeição por parte do consumidor, causadas pelo gotejamento excessivo durante o armazenamento, transporte e comercialização (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Entre os fatores intrínsecos que afetam a capacidade de retenção de água estão raça, idade ao abate e o tipo de músculo; e como fatores extrínsecos, dieta, o estresse pré-abate e condições pós-abate (SAÑUDO et al., 1992).

A CRA da carne sofre influencia do pH muscular, pois em músculos apresentando baixos valores de pH entre 5,0 a 5,1, essa característica é reduzida, provavelmente porque o ponto isoelétrico das proteínas é atingido nessa condição (CASSENS, 1994). Enquanto em carnes com pH maiores, a capacidade de retenção de água tende a ser mais elevada (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005).

De acordo com Vipond et al. (1995), pode ocorrer aumento na capacidade de retenção de água da carne em animais alimentados com dietas ricas em proteína. Este fato foi observado por Zeola et al. (2002) que encontraram maiores capacidades de retenção de água na carne de cordeiros que receberam dietas com 45 e 60% de concentrado (CRA igual a 52,18 e 54,61%, respectivamente), em relação a daqueles que receberam dieta com 30% de concentrado (CRA = 51,64%).

2.4.3 Perda de peso por cocção (PPC)

As perdas de peso por cocção constituem uma medida da qualidade da carne muito importante, visto que as mesmas são associadas ao seu rendimento no momento do consumo, sendo diretamente influenciadas pela capacidade de retenção de água (BRESSAN et al., 2004). A referida característica também pode influenciar outros atributos de qualidade da carne, como cor, força de cisalhamento e suculência da carne (BONAGURIO et al., 2003).

As perdas de líquido ocorrem durante o preparo da carne para consumo, sendo calculadas pela diferença entre os pesos inicial e final da amostra. No momento da cocção, o calor promove modificações na aparência e nas propriedades físicas da carne (LAWRIE, 2005). Quando a

temperatura atinge valores entre 60 e 70°C, ocorre forte contração das fibras musculares provocando perda de exsudato, tornando a carne menos macia (BRESSAN et al., 2004).

A PPC pode ser influenciada pelo genótipo, condições do pré e pós-abate, além do método utilizado para a preparação das amostras, como o tipo de equipamento utilizado, a padronização ou remoção da capa de gordura externa e fatores que podem alterar a temperatura durante o cozimento da carne (SILVA et al., 2008).

2.4.4 Força de cisalhamento (FC)

A força de cisalhamento pode ser definida como a força necessária para comprimir e cortar um pedaço de carne ao meio, utilizando um aparelho chamado texturômetro, por meio de lâmina Warner-Bratzler, com o qual se obtêm resultados objetivos. Esta avaliação, juntamente com os dados obtidos em análise sensorial, subjetivamente, permite correlacionar e avaliar o grau de dureza e suculência da carne, indicando a maciez do produto (LOIOLA, 2012).

De acordo com Cezar e Sousa (2007), a textura da carne pode ser classificada como macia se não resistiu a uma pressão menor que 2,27 kgf, de maciez mediana se resistiu à pressão de 2,27 a 3,63 kgf, dura se resistiu à pressão acima de 3,63 kgf e extremamente dura se resistiu à pressão acima de 5,44 kgf.

Os principais fatores que podem influenciar na maciez da carne são raça, genética, sexo, idade ao abate, alimentação e uso de agentes hormonais. A alimentação pode alterar a maciez da carne por meio da variação no teor de gordura intramuscular e do acabamento (espessura de gordura subcutânea) da carcaça (ALVES et al., 2005).

2.4.5 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH constitui um dos parâmetros mais importantes na transformação do músculo em carne com efeito decisivo sobre a qualidade da carne fresca e dos produtos derivados (OSÓRIO; OSÓRIO, 2000). Tanto o pH final, quanto a velocidade de sua queda, influenciam as características de cor, suculência, sabor, capacidade de retenção de água e a capacidade de conservação da carne (CEZAR; SOUSA, 2007).

Para que o músculo de um animal abatido se transforme em carne, é necessário que ocorram processos bioquímicos conhecidos como modificações *post mortem*. Dentre estes processos, ocorre alteração do pH, que no animal vivo varia de 7,3 a 7,5 (ZEOLA et al., 2002). Após o abate, o pH pode chegar a 5,4, duas a oito horas após a sangria, quando se inicia o *rigor mortis*. Neste processo,

o glicogênio muscular presente na carne favorece a formação do ácido lático, diminuindo o pH e tornando a carne macia e suculenta, com sabor ligeiramente ácido e odor característico. A carne ovina atinge pH final entre 5,5 a 5,8 de 12 a 24 horas após o abate (PRATES, 2000; SILVA SOBRINHO, 2005).

O pH pode ser influenciado por fatores intrínsecos, como tipo de músculo, raça, idade, sexo e indivíduo, e extrínsecos, como alimentação, tempo de jejum e refrigeração (FERGUSON; WARNER, 2008). Bonagurio et al. (2003) observaram que as condições de abate e susceptibilidade do animal ao estresse, tais como transporte dos animais para o frigorífico, temperatura ambiental durante o transporte, jejum pré-abate e tempo de descanso dos animais antes do abate, podem acarretar em anomalia nos valores de pH da carne, e este, por sua vez, alterar a cor. Quando o pH final apresenta um alto valor, a cor da carne é escura, denominada de DFD, tendo aspecto escuro (*dark*), firme (*firm*) e seco (*dry*). Na situação oposta, uma queda brusca do pH já na primeira hora *post mortem* resultará em uma carne de cor pálida (*pale*), flácida (*soft*) e exsudativa (*exudative*), denominada de PSE (BONAGURIO et al., 2003).

2.5 Colesterol e perfil de ácidos graxos da carne ovina

O colesterol ($C_{27}H_{46}O$) é um lipídeo esteroide estrutural que está presente nas membranas da maioria das células dos tecidos dos animais, desempenhando diversas funções importantes no organismo humano, como as sínteses de ácidos biliares e vitamina D3, além de ser precursor de hormônios (LEHNINGER et al., 2006). Aproximadamente, 70% do colesterol do organismo humano é proveniente da síntese biológica (colesterol endógeno) e apenas 30% é fornecido pela alimentação (colesterol exógeno) (MILES, 1989).

Devido à crescente visibilidade dos consumidores para a relação dieta e saúde, percebe-se diminuição da ingestão de gorduras ricas em colesterol e ácidos graxos saturados e, aumento no consumo de ácidos graxos mono e poli-insaturados, com o objetivo reduzir a obesidade, os riscos de câncer e o aparecimento de doenças cardiovasculares (JAKOBSEN, 1999; SCOLLAN et al., 2006). O argumento de que a gordura faz mal à saúde se baseia no fato de que a gordura saturada da carne possa elevar o teor de colesterol do sangue, causando doenças e até mesmo morte. Porém, ainda não foi comprovado que o consumo elevado de gorduras cause a morte de indivíduos que não faziam parte do grupo de risco para doenças cardíacas, ou ainda que uma alimentação com baixos percentuais de lipídeos possa reduzir o aparecimento destas enfermidades (FERNANDES et al., 2007).

Além disso, com a recomendação de reduzir o consumo de gordura saturada, houve um aumento da ingestão de outros nutrientes, tais como carboidratos refinados. Pesquisas realizadas recentemente mostram que a substituição de gordura saturada por carboidratos simples pode ter grande impacto no aumento do risco de doença cardiovascular e diabetes (ZELMAN, 2011).

Diversas ligações entre lipídeos e proteínas produzem partículas com densidades diferentes, variando de lipoproteínas de densidade muito alta até lipoproteínas de densidade muito baixa. As lipoproteínas de baixa densidade (LDL) ou mau colesterol são consideradas as mais prejudiciais ao organismo, porque transportam a maior parte do colesterol na circulação. Quando os níveis de LDL no sangue estão muito elevados, o colesterol tende a aderir às paredes das artérias, diminuindo o calibre das mesmas, obstruindo-as. Contudo, as lipoproteínas de alta densidade (HDL) ou bom colesterol retiram o colesterol do sangue levando-o de volta ao fígado, onde é metabolizado e posteriormente eliminado (LEHNINGER et al. 2006).

Tavares (2000) afirmou que a carne ovina apresenta baixo teor de colesterol, diferenciando-a das carnes suínas e bovinas, conferindo-lhe maior digestibilidade, além de ser uma estratégia de comercialização para o setor produtivo.

Zapata et al. (2001), avaliando a composição lipídica do pernil de borregos no Nordeste brasileiro, encontraram valores de colesterol variando entre 54,43 a 60,05 mg/100g e verificaram que este parâmetro sofreu influência tanto da alimentação, quanto da raça, sendo animais mestiços $\frac{1}{2}$ Somalis Brasileira + $\frac{1}{2}$ Crioula e $\frac{1}{2}$ Santa Inês + $\frac{1}{2}$ Crioula.

Os ácidos graxos são lipídeos com cadeias de hidrocarbonetos que possuem um grupo carboxila e outro grupo metila, os carbonos presentes na cadeia estão ligados por uma ou duas ligações. O número de carbonos e o tipo de ligação entre os carbonos da cadeia dão origem aos diversos tipos de ácidos graxos (PATTERSON et al., 2012).

Os ácidos graxos podem ser classificados de acordo com a estrutura de suas moléculas, em: saturados (AGS), contendo apenas ligações simples entre carbonos, monoinsaturados (AGMI), contendo apenas uma insaturação, ou poli-insaturados (AGPI), com duas ou mais insaturações; ou conforme seu efeito no metabolismo do colesterol, em hipercolesterêmios, neutros e hipocolesterêmios. Os AGS, mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) são considerados hipercolesterêmios, porém, o esteárico (C18:0) que representa 10 a 20% das gorduras produzidas pelos ruminantes, não apresenta esta propriedade. Ao contrário dos AGS que têm a tendência de aumentar os níveis de colesterol do sangue, os AGMI e AGPI são considerados hipocolesterêmios por serem efetivos na diminuição da concentração do mesmo, com exceção dos ácidos palmitoleico (C16:1 cis-9), miristoleico (C14:1 cis-9), que não possuem as mesmas características, e dos

isômeros trans, principalmente o elaídico (C18:1 trans-9), que tem sido associado aos altos riscos de doenças cardiovasculares (WILLIANS, 2000; VALSTA et al., 2005).

A carne dos ruminantes contém uma maior quantidade de AGS, quando comparada à carne de monogástricos, e menor relação poli-insaturados: saturados. Essa característica se deve, principalmente, ao processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados que ocorre no rúmen (FRENCH et al., 2000). A biohidrogenação ocorre quando um íon hidrogênio é adicionado em uma dupla ligação, resultando na conversão de ácidos graxos insaturados em seus saturados correspondentes (HOLANDA et al., 2011). Durante o processo de biohidrogenação, os microrganismos ruminais modificam os ácidos graxos insaturados da dieta e produzem ácidos graxos saturados e trans-monoin saturados, que se depositam nos tecidos (DEMEYER; DOREAU, 1999). Entretanto, a ingestão de AGI, em grande quantidade, pode exceder a capacidade dos microrganismos ruminais em biohidrogenar, promovendo maior absorção intestinal de ácidos graxos insaturados. Neste contexto, o aumento da quantidade de ácidos graxos poli-insaturados na alimentação dos ruminantes pode elevar a insaturação e reduzir o teor de ácidos graxos saturados e monoin saturados nas carnes (GEAY et al., 2001).

Os ácidos graxos poli-insaturados são considerados as “gorduras boas”, uma vez que exercem funções essenciais ao organismo. Dentro deste contexto, existem dois grupos principais de ácidos graxos poli-insaturados: ômega-3 e ômega-6. Ambos são considerados "essenciais", pois o homem não consegue produzir em seu organismo e, sem eles, o organismo não funciona adequadamente. Por essa razão, os “ácidos graxos essenciais” devem ser incluídos na dieta alimentar. Os demais lipídeos poli-insaturados não são considerados essenciais, pois o organismo da maioria das pessoas consegue sintetizá-las a partir dos ácidos graxos linolênico e linoleico (SALDANHA; GONZALES, 2012).

Na espécie ovina, os ácidos graxos mais abundantes são os saturados, mirístico (2,04 a 3,65%), palmítico (20,88 a 24,22%) e o esteárico (11,89 a 15,09%); os monoin saturados, palmitoleico (2,23 a 2,54%) e o oleico (31,74 a 45,23%); e os poli-insaturados, linoleico (4,73 a 10,39%), linolênico (0,43 a 2,84%) e o araquidônico (1,14 a 6,79%) (PEREZ et al., 2002).

De acordo com Magalhães et al. (2013), a avaliação do perfil de ácidos graxos da carne se baseia na avaliação da relação entre ácidos graxos insaturados e saturados e dos tipos de ácidos graxos insaturados existentes nessa composição.

Avaliando a composição lipídica da carne ovina, Costa et al. (2009) desenvolveram uma pesquisa com o objetivo de determinar o perfil de ácidos graxos da carne de ovinos de diferentes genótipos os quais foram submetidos a dietas com diferentes níveis energéticos (com 2,5 Mcal EM/kg MS ou 3,0 Mcal EM/kg MS). A dieta com maior valor energético resultou na maior

concentração dos ácidos graxos C12:0, C14:0, C18:0, C19:0 e C22:0 e a dieta com menor valor energético promoveu incremento nos ácidos graxos monoinsaturados.

Vários estudos comprovam a importância da alimentação como fator determinante para caracterizar possíveis alterações na carcaça e na composição química da carne de ovinos. Sendo assim, os fatores que podem estabelecer maior ou menor variação são: diferentes proporções de concentrados e volumosos, o tipo de sistema de produção: pastejo ou confinamento, diferentes fontes de volumosos, diferentes fontes de concentrado, entre outros (OLIVEIRA et al., 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em conformidade com as normas éticas preconizadas pela comissão (Protocolo 36/2015), estando de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa Animal (CEUA), da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.

3.1 Local e período experimental

O experimento foi realizado no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – UFC, em Fortaleza – CE. O município de Fortaleza está localizado na zona litorânea, a 15,49 m de altitude, 30°43'02" de latitude sul e 38°32'35" de longitude oeste, com precipitação média anual de 1.378,3 mm. Durante a realização da pesquisa, a temperatura média dentro das baias foi de 25,71°C e a umidade relativa do ar foi de 74,67%, dados obtidos por meio de *data loggers* instalados no galpão experimental. O período experimental teve duração de 74 dias, sendo conduzido no período de 19 de abril a 01 de julho de 2015.

3.2 Obtenção e desidratação do resíduo úmido de cervejaria

O resíduo de cervejaria foi adquirido na forma úmida de uma indústria cervejeira localizada na região metropolitana de Fortaleza. Para a desidratação, o resíduo foi distribuído em lonas plásticas e exposto ao sol durante oito dias, entre 08:00 e 17:00, sendo revolvido a cada 60 minutos e recolhido ao final da tarde. Após a secagem, o resíduo de cervejaria desidratado (RCD) foi pesado, acondicionado em sacos plásticos e posteriormente incluso na proporção de 0; 20; 40; 60 e 80% da porção concentrada das rações experimentais.

3.3 Animais e instalações experimentais

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco rações e sete repetições. As rações experimentais consistiram em cinco percentuais de inclusão de resíduo de cervejaria desidratado, 0; 20; 40; 60 e 80% na porção concentrada da ração.

Foram utilizados 35 cordeiros da raça Santa Inês, machos, não castrados, com idade média de 70 dias, e peso corporal inicial de $16,00 \pm 1,69$ kg. Antes do início do experimento, os animais foram identificados com brincos numerados, pesados, vermifugados com ivermectina, vacinados contra clostridioses e foram fornecidas vitaminas (ADE e Potenay[®]). Em seguida, foram alocados em baias coletivas por um período de 15 dias de adaptação. Posteriormente, os animais foram distribuídos nos tratamentos de forma aleatória, de acordo com o nível de inclusão do resíduo de cervejaria desidratado no concentrado e direcionados para as baias individuais de alvenaria com piso de concreto forrado com maravalha e providas de comedouros e bebedouros para fornecimento das rações experimentais, e água à vontade.

3.4 Rações experimentais e pesagem dos animais

As rações experimentais foram compostas por feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp*), farelo de soja, grão de milho moído, resíduo de cervejaria desidratado nas proporções avaliadas, fosfato bicálcico e premix mineral, sendo formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007) para ganho médio diário de 200 g, com relação volumoso: concentrado de 60:40.

O fornecimento das rações experimentais foi realizado duas vezes ao dia, às 08:00 e às 16:00. As sobras foram pesadas diariamente, permitindo o ajuste na oferta da ração de acordo com o consumo do dia anterior, de modo a se obter sobra de 10% do total fornecido, garantindo o consumo voluntário dos animais.

Para a determinação do peso vivo inicial (PVI), realizou-se pesagem antes do início do experimento, após o período de adaptação. O ganho de peso médio diário (GPMD) foi mensurado por meio de pesagens realizadas semanalmente. Ao final do período experimental, foi realizada pesagem dos animais, antes do início do jejum pré-abate, para a obtenção do peso vivo final (PVF) e do ganho de peso médio diário. O GPMD foi obtido por meio da diferença entre o PVF e o PVI dividido pelo número de dias do experimento. Para determinação do consumo de matéria seca (CMS), foram realizadas pesagens diárias, da ração ofertada aos animais e das sobras. Após a determinação dos valores de matéria seca (MS) das rações ofertadas e das sobras, procedeu-se o cálculo por diferença entre esses valores, obtendo-se o consumo médio diário de MS por animal.

3.5 Procedimento de abate

A duração do experimento foi determinada pelo tempo necessário para que a média de peso corporal (PC) de um dos tratamentos atingisse 28 kg, momento em que todos os animais foram

abatidos. Antes do abate, os animais foram pesados para obtenção do PC, sendo em seguida, submetidos a jejum de alimentos sólidos e água por 18 horas. O abate dos animais foi realizado em frigorífico comercial, localizado no município de Maracanaú, CE.

Como procedimento de abate, foi realizada a insensibilização dos animais, por atordoamento, na região atla-occipital, seguido por sangria pela secção da carótida e jugular. Após o abate e depois de 24 horas, com o auxílio de um peagâmetro digital portátil, foi realizada leitura do pH da carcaça no músculo *Longissimus dorsi*.

Posteriormente, as carcaças foram transportadas para a câmara frigorífica onde permaneceram por 24 horas a 4°C. Em seguida, foram retirados da meia carcaça esquerda, os músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus*, embalados a vácuo em sacos plásticos e congelados, para realizar análises de composição centesimal, cor, pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção e força de cisalhamento. O músculo *Longissimus dorsi* foi embalado em papel de alumínio, identificado e congelado para posteriores análises de lipídeos totais, colesterol e perfil de ácidos graxos.

3.6 Análises laboratoriais

Durante o período experimental, foram coletadas amostras dos ingredientes (feno de capim-tifton 85, grão de milho moído, farelo de soja e resíduo de cervejaria desidratado) e rações concentradas com seus diferentes níveis de inclusão (0; 20; 40; 60 e 80% de RCD). Posteriormente, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, as amostras foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, por 72 h. Após esse período, as amostras foram deixadas à temperatura ambiente por uma hora e pesadas para determinação da matéria pré-seca. Em seguida, foram moídas em moinho de facas tipo “Willey”, utilizando-se peneira com crivos de um milímetro, acondicionadas em potes plásticos e armazenadas para posteriores análises.

Os ingredientes e as rações concentradas foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), de acordo com os procedimentos recomendados pela AOAC (1990). As determinações dos teores de FDN, FDA e lignina foram realizadas conforme Van Soest et al. (1991). Os teores de hemicelulose e celulose foram calculados pela diferença entre os teores de FDN e FDA e de FDA e lignina, respectivamente, conforme descrito por Silva e Queiroz (2002). Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram obtidos segundo Sniffen et al. (1992), de acordo com a fórmula $\%CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ e os carboidratos não fibrosos (CNF) conforme a equação proposta por

Weiss (1999): % CNF = 100 - (%FDNcp + %PB + %EE + %MM), sendo FDNcp a fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

Determinou-se o teor de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) de acordo com Licitra et al. (1996). O teor de NDT foi calculado de acordo com Weiss (1999): NDT = PBd + CNFd + FDNcpd + EEd x 2,25; onde PBd, CNFd, FDNcpd e EEd correspondem à proteína bruta digestível, carboidratos não fibrosos digestíveis, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível e extrato etéreo digestível, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes e das rações concentradas em g kgMS⁻¹

Nutriente	Ingredientes			Resíduo de Cervejaria Desidratado (%) ¹					
	Feno de capim-tifton 85	Grão de milho moído	Farelo de soja	RCD	0	20	40	60	80
Matéria Seca	928,75	934,01	944,81	937,90	930,85	931,04	956,07	930,33	958,71
Proteína Bruta	74,69	87,69	493,64	288,74	213,24	229,60	223,46	230,50	248,00
Matéria Mineral	57,97	15,24	72,04	34,25	60,14	59,43	53,95	54,38	50,14
Matéria Orgânica	870,78	918,77	872,76	903,65	870,70	871,60	902,20	875,90	908,60
Extrato Etéreo	21,92	49,03	20,45	78,69	37,20	45,08	53,54	56,41	68,29
FDN ²	826,35	169,36	130,73	562,05	134,73	244,53	342,36	453,71	490,66
FDNcp ³	776,10	157,84	72,90	427,60	115,07	201,88	280,76	365,95	388,11
FDA ⁴	444,17	67,80	78,20	155,25	95,93	206,38	230,78	257,17	292,74
CHOT ⁵	845,43	848,04	413,87	598,32	689,42	665,88	669,06	658,71	633,57
CNF ⁶	69,33	690,20	340,97	193,13	574,35	464,00	388,29	292,76	245,46
NIDN/MS ⁷	8,00	1,80	9,20	21,50	3,10	6,80	9,80	14,00	16,40
NIDN/N ⁸	9,70	10,80	70,70	38,20	23,30	27,80	28,70	30,90	33,40
NIDA/MS ⁹	1,90	2,10	5,60	6,40	2,60	8,50	9,70	10,60	12,30
NIDA/N ¹⁰	4,40	31,10	71,30	41,00	27,40	41,00	41,80	41,30	42,20
Hemicelulose	382,18	101,57	52,53	406,81	38,80	38,10	230,80	257,20	292,70

¹Percentual de inclusão de RCD na porção concentrada da dieta. ²Fibra em detergente neutro; ³Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ⁴Fibra em detergente ácido; ⁵Carboidratos totais; ⁶Carboidratos não fibrosos; ⁷Nitrogênio insolúvel em detergente neutro na matéria seca; ⁸Nitrogênio insolúvel em detergente neutro no nitrogênio total; ⁹Nitrogênio insolúvel em detergente ácido na matéria seca; ¹⁰Nitrogênio insolúvel em detergente ácido no nitrogênio total.

Tabela 2 - Composição percentual e químico-bromatológica das rações experimentais

Ingredientes (%MN)	Resíduo de Cervejaria Desidratado (%)				
	0	20	40	60	80
Feno de capim Tifton 85	60	60	60	60	60
Concentrado ¹	40	40	40	40	40
Milho grão moído	27,60	22,80	18,20	13,44	6,80
Farelo de soja	11,20	8,00	4,60	1,36	0,00
RCD	0,00	8,00	16,00	24,00	32,00
Fosfato bicálcico	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Premix mineral ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Composição bromatológica (g kgMS ⁻¹)					
Matéria Seca	930,85	931,62	931,56	931,52	931,69
Proteína Bruta	124,30	127,40	129,68	132,61	143,17
Matéria Mineral	47,06	46,76	46,35	46,03	46,78
Matéria Orgânica	884,59	884,86	885,21	885,49	884,91
Extrato Etéreo	28,97	32,26	35,60	38,90	41,66
FDN ³	557,19	589,84	622,57	655,24	687,18
FDNcp ⁴	517,39	541,69	566,15	590,49	613,22
FDA ⁵	293,97	300,64	307,28	313,94	320,79
CHOT ⁶	787,67	781,58	776,37	770,46	756,39
CNF ⁷	270,28	241,69	213,80	185,35	150,33
NIDN/MS ⁸	6,33	7,67	8,99	10,33	11,80
NIDN/N ⁹	16,72	16,99	17,15	17,40	18,78
NIDA/MS ¹⁰	2,35	2,58	2,80	3,03	3,33
NIDA/N ¹¹	19,21	18,71	18,14	17,63	17,87
Hemicelulose	263,22	289,21	315,30	341,30	366,39
Lignina	50,13	83,14	93,95	108,11	87,82
NDT ¹²	634,45	586,56	565,53	539,22	554,94

¹Composição centesimal em relação à ração total; ²Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16.500 ppm, Mn 9.750 ppm, Zn 35.000 ppm, I 1.000 ppm, Se 225 ppm, Co 1.000 ppm; ³Fibra em detergente neutro; ⁴Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ⁵Fibra em detergente ácido; ⁶Carboidratos totais; ⁷Carboidratos não fibrosos; ⁸Nitrogênio insolúvel em detergente neutro na matéria seca; ⁹Nitrogênio insolúvel em detergente neutro no nitrogênio total; ¹⁰Nitrogênio insolúvel em detergente ácido na matéria seca; ¹¹Nitrogênio insolúvel em detergente ácido no nitrogênio total; ¹²Nutrientes digestíveis totais.

Para a avaliação da composição centesimal dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus*, foram determinados os teores de umidade, proteína, extrato etéreo e matéria mineral de acordo com os procedimentos recomendados pela AOAC (1990).

Os parâmetros qualitativos da carne relacionados ao pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) foram determinados no Laboratório de Carnes e Pescado do Departamento de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da UFC a partir das amostras do músculo *Longissimus lumborum* e do músculo *Semimembranosus*.

A medida objetiva da cor foi realizada no Laboratório de Controle de Qualidade do Departamento de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da UFC. Para a realização das análises, as embalagens das amostras foram abertas e a superfície dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus* foram expostas ao ar por 30 minutos, para permitir a oxigenação superficial da mioglobina. Para a determinação dos parâmetros da cor, utilizou-se o colorímetro Minolta® CR400 (Minolta Co., Osaka, Japan) e foram realizadas três medidas, em três locais diferentes dos músculos, medindo-se L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha) e b* (intensidade da cor amarela) do sistema CIE (Commissiom Internationale de l'Eclairage).

Para determinação do pH da carne, as amostras dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus* foram trituradas e pesadas 10 g de carne de ambos em duplicata e colocadas em béqueres. Em seguida, foram adicionados 10 mL de água destilada e as amostras foram homogeneizadas com bastão de vidro por um minuto, mantidas em repouso à temperatura ambiente por, aproximadamente, 10 minutos. Com o auxílio de um peagâmetro digital, previamente calibrado, foi mensurado o pH da carne (CAÑEQUE; SANUDO, 2000).

Para avaliar a CRA, cinco gramas de carne triturada de cada músculo foram pesados em duplicata, distribuídos em tubos de ensaio e adicionados 8 mL de solução salina de NaCl (0,6M). As amostras foram homogeneizadas durante um minuto e imersas no gelo por 30 minutos, sendo novamente agitadas por um minuto e encaminhadas para centrífuga Beckman J2-21 durante 15 minutos a 10.000 rpm e 4°C. O sobrenadante das amostras foi transferido para provetas de 10 mL para mensuração do volume, sendo a diferença de volume obtida, expressa para 100 g de amostra (PARDI et al., 2001).

Para avaliar a PPC, foram retirados dois segmentos retangulares de carne com 2,5 cm de largura e 5 cm de comprimento de cada músculo. As amostras foram pesadas e colocadas em sacos plásticos, embaladas a vácuo e conduzidas ao banho maria a 85°C, por um período de 25 minutos. Posteriormente, as amostras foram resfriadas em água corrente, permanecendo nos sacos fechados

(LIU et al., 2004). Em seguida, foram retiradas dos sacos e novamente pesadas. A PPC foi então calculada pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ de líquido perdido} = \frac{(M_o - M_f) \times 100}{M_o} \quad \begin{array}{l} M_o = \text{Massa de carne fresca} \\ M_f = \text{Massa da carne cozida} \end{array}$$

Para avaliação da FC, três cilindros simétricos de cada uma das amostras de carne, com um centímetro de diâmetro, foram retirados de cada músculo. Os cilindros foram removidos no sentido da fibra, evitando fâscias e gorduras. A FC foi medida com um texturômetro TA-XT2 (Stable Micro System Surrey, UK), provido de lâmina Warner Bratzler, operando com velocidade de 5 mm/seg a uma distância de 25 mm.

A quantificação dos lipídeos totais no músculo *Longissimus dorsi* foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal – LANUT, da Universidade Estadual Vale do Acaraú de Sobral – UVA, enquanto que as análises de teor de colesterol e perfil de ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Química de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. As amostras foram descongeladas lentamente por 4 horas à temperatura ambiente, trituradas em processador comercial, sendo retirados 5 g da amostra para a realização de cada análise de lipídeos totais, colesterol e perfil de ácidos graxos.

O extrato lipídico para determinar os lipídeos totais e colesterol foi obtido segundo o método de extração descrito por Folch et al. (1957) e para a análise espectrofotométrica, seguiu-se a metodologia de Searcy e Bergquist (1960).

A análise do perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* foi realizada por meio de cromatografia gasosa de alta eficiência, com uso de cromatógrafo de fase gasosa, SHIMADZU, modelo GC-17A, com auto-injetor Shimadzu CBM-101, acoplado a um microcomputador Pentium 100 com software Class – GC10 versão 1.61. Os AGCL foram separados com uma coluna metil silicone + carbovax (30m x 0,53mm).

A partir do perfil dos ácidos graxos identificados, foi calculado o somatório dos ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos insaturados (AGI), ácidos graxos desejáveis (AGD) (AGD = AGMI + AGPI + C18:0), onde: AGMI = ácidos graxos monoinsaturados e AGPI = ácidos graxos poli-insaturados, sendo também definidas as relações AGPI:AGS, AGPI:AGMI, AGMI:AGS, $\omega 6$: $\omega 3$, (C18:0 + C18:1): C16:0. Também foram calculados os Índices de Aterogenicidade (IA), onde $IA = [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] (\Sigma AGMI + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3)$; Índice de Trombogenicidade (IT), onde $IT = (C14:0 + C16:0 + C18:0) [(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma \omega 6 + (3 \times \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega 3 \Sigma \omega 6))]$, segundo Ulbricht e Southgate (1991) e a razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e

hipercolesterolêmicos (h:H= (C18:1cis9 + C18:2 ω 6 + 20:4 ω 6 + C 18:3 ω 3 + C20:5 ω 3 + C22:5 ω 3 + C22:6 ω 3) (C14:0 + C16:0)⁻¹, segundo Santos-Silva et al. (2002).

3.7 Análise estatística

As variáveis foram submetidas aos testes de Kolmogorov-Smirnov (1951) e Bartlett (1937), para verificação de normalidade e homocedasticidade, respectivamente. Foi realizada análise de variância e, como os tratamentos foram quantitativos, o efeito dos níveis crescentes de inclusão foi analisado por meio da significância dos coeficientes linear ou quadrático, utilizando-se o teste F ($P < 0,05$). O *software* estatístico utilizado para essas análises foi o Sisvar 5.3 build 77 (FERREIRA, 2011).

As variáveis que não apresentaram normalidade e homocedasticidade foram avaliados pelo teste de Kruskal-Wallis (1952), com pós-teste de Dunn (1964) e os dados foram apresentados como mediana (mínimo e máximo).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inclusão do resíduo de cervejaria desidratado na ração dos animais promoveu um decréscimo linear do peso vivo final ($P < 0,05$; Tabela 3). Essa redução pode estar relacionada ao menor consumo de matéria seca (CMS) e, conseqüentemente, ao menor ganho de peso médio diário observado com a adição do subproduto. O aumento do nível de inclusão do resíduo de cervejaria desidratado possivelmente, limitou o CMS devido ao efeito físico ocasionado pela elevação do teor de fibra em detergente neutro (FDN) das rações (Tabelas 1 e 2).

O consumo de alimentos pelos ruminantes pode ser limitado por fatores físicos que causam distensão do aparelho digestivo, provocando sensação de saciedade nos animais, ocasionado pelo teor de fibra presente no alimento (MERTENS, 1992). Segundo Silva et al. (2010) a taxa de passagem de alimentos fibrosos tende a ser mais lenta, o que também pode limitar o consumo, comprometendo o ganho de peso (SILVA et al., 2010).

Brochier e Carvalho (2008), ao avaliarem o efeito da substituição do alimento concentrado por resíduo úmido de cervejaria (RUC) nos níveis 0, 25, 50, 75 e 100% sobre o consumo de nutrientes e o ganho de peso de cordeiros da raça Texel terminados em confinamento, obtiveram resultados para GPMD inferiores aos encontrados neste trabalho, entre 153,0 a 97,0 $g\text{dia}^{-1}$ e consumo de matéria seca 631,0 a 528,0 $g\text{dia}^{-1}$.

Tabela 3. Valores médios de peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), consumo de matéria seca (CMS) e ganho de peso médio diário (GPMD) de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração

Variáveis	Resíduo de cervejaria desidratado (%)					EPM ¹	Valor-P*
	0	20	40	60	80		
PVI (kg)	16,88	16,72	16,36	16,71	16,17	-	-
PVF (kg) ²	28,59	28,06	26,59	25,07	25,53	0,3202	0,0003
CMS ($g\text{dia}^{-1}$) ³	1077,0	997,0	939,0	839,0	822,0	0,0161	<0,0001
GPMD ($g\text{dia}^{-1}$) ⁴	286,0	276,0	249,0	204,0	228,0	5,9252	<0,0001

¹Erro padrão da média; ² $\hat{Y}=30,4600-1,7365X$ ($R^2=0,33$); ³ $\hat{Y}=1,1781-0,10289X$ ($R^2=0,51$); ⁴ $\hat{Y}=0,3292-0,0396X$ ($R^2=0,49$); NS= Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade

A inclusão do RCD na ração dos cordeiros influenciou ($P < 0,05$) a composição centesimal dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus*, com exceção do teor de umidade e matéria mineral no músculo *Semimembranosus*, evidenciando o efeito da alimentação sobre a composição química da carne ovina (Tabela 4).

O aumento linear verificado no percentual de umidade e proteína no músculo *Longissimus lumborum* pode ser explicado pelo fato da proteína corporal ser responsável pela captação da molécula de água (umidade) presente na carne (SANTOS et al., 2008). Existindo, portanto, uma relação diretamente proporcional entre os componentes água e proteína, já que, parte da água no músculo encontra-se ligada à proteína. Segundo Kemp et al. (1981), a umidade e a proteína são variáveis influenciadas pelo peso corporal e estão inversamente correlacionados com o incremento do peso vivo. No presente estudo, verificou-se que com a inclusão do RCD, ocorreu uma redução no peso vivo final (Tabela 3) e um aumento nos teores de umidade e proteína no músculo *Longissimus lumborum*.

Tabela 4 – Composição centesimal dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus* de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração

Variável (%)	Resíduo de cervejaria desidratado (%)					EPM ¹	Valor-P*
	0	20	40	60	80		
<i>Longissimus lumborum</i>							
Umidade ²	70,80	72,10	72,85	72,89	73,66	0,19	<0,0001
Proteína ³	20,76	21,97	21,62	22,86	22,37	0,17	0,0022
Matéria mineral ⁴	0,90	1,00	1,09	1,08	1,01	0,01	<0,0001
Lipídeos ⁵	4,88	3,56	2,68	2,79	2,16	0,13	<0,0001
<i>Semimembranosus</i>							
Umidade ⁶	72,57	72,97	73,76	72,99	72,91	0,18	0,5867
Proteína ⁷	20,56	21,62	20,99	21,25	22,70	0,26	0,0397
Matéria mineral ⁸	1,09	1,07	1,07	1,05	1,05	0,01	0,3204
Lipídeos ⁹	3,85	2,87	2,88	2,86	2,70	0,10	0,0030

¹Erro padrão da média; ² $\hat{Y} = 71,16 + 0,03X$ ($R^2 = 0,91$); ³ $\hat{Y} = 21,09 + 0,02X$ ($R^2 = 0,67$); ⁴ $\hat{Y} = 0,89 + 0,00813X - 0,000082X^2$ ($R^2 = 0,99$); ⁵ $\hat{Y} = 4,46 - 0,031X$ ($R^2 = 0,86$); ⁶ $\hat{Y} = 73,04^{NS}$; ⁷ $\hat{Y} = 20,64 + 0,02X$ ($R^2 = 0,58$); ⁸ $\hat{Y} = 1,07^{NS}$; ⁹ $\hat{Y} = 3,49 - 0,011X$ ($R^2 = 0,62$); NS= não significativo; *Significativo a 5% de probabilidade.

Verificou-se comportamento semelhante no músculo *Semimembranosus* em relação ao teor de proteína, em que a cada 1% de RCD incluído na ração promoveu um aumento de 0,02% no teor de proteína presente na carne, entretanto o teor de umidade neste músculo, não foi influenciado pela inclusão do resíduo. O aumento da proteína não foi acompanhado pela elevação do teor de umidade, pois, a depender do tipo de músculo, pode ocorrer predominância de determinado tipo de fibra muscular, o que pode proporcionar diferenças nas características físico-químicas da carne

(SANTELLO et al., 2010). De acordo com Yamamoto et al. (2013), o desenvolvimento do músculo *Semimembranosus* é mais precoce que o músculo *Longissimus lumborum*, podendo promover, com a maturidade do músculo, uma estabilização dos componentes químicos da carne.

Os valores de matéria mineral do músculo *Longissimus lumborum* foram influenciados ($P < 0,05$) pela inclusão do RCD demonstrando comportamento quadrático (Tabela 4).

O ARC (1988) descreve que a concentração de matéria mineral aumenta à medida que o peso vivo do animal aumenta, provavelmente devido à deposição de minerais no tecido ósseo com o crescimento do animal, porém isso não foi observado no presente estudo. A matéria mineral esteve em maior quantidade quando a adição do subproduto foi de 50%, apresentando valor máximo de 1,09%, enquanto que o peso vivo final foi maior nos animais que não receberam o RCD.

O resultado obtido neste trabalho difere do relatado por Carvalho e Brochier (2008), que ao estudarem o efeito da substituição do alimento concentrado por resíduo úmido de cervejaria na carne de cordeiros da raça Texel terminados em confinamento, verificaram que o teor de matéria mineral não sofreu influência da dieta ofertada. Entretanto, apesar dos resultados não corroborarem com as pesquisas citadas, são indicativos de carne de boa qualidade, pois os teores de matéria mineral estão próximos ao encontrado por Prata (1999), que relatou percentuais de cinzas em torno de 1,1% e por Prado (2004), o qual cita que, para tecidos cárneos, esse valor encontra-se ao redor de 1%.

O maior percentual de lipídeos presente nos músculos avaliados foi observado nos animais alimentados com ração sem inclusão do resíduo de cervejaria. Os teores de lipídeos encontrados no músculo *Longissimus lumborum* apresentaram comportamento linear ($P < 0,05$) e diminuíram com o aumento dos percentuais ofertados de RCD. Comportamento semelhante foi observado para os teores de lipídeos do músculo *Semimembranosus*.

A redução dos teores de lipídeos presentes nos músculos analisados com o aumento dos percentuais do resíduo de cervejaria pode estar diretamente relacionada com o peso corpóreo dos ovinos (Tabela 3), quanto menor o peso, menor o percentual de lipídeos na carne. O menor ganho de peso dos ovinos que receberam maiores níveis de RCD está relacionado com alta ingestão de fibras presentes neste subproduto, que limita o consumo promovendo um menor ganho de peso dos animais e conseqüentemente podem apresentar um menor percentual de lipídeos na carne. Em contrapartida, Costa et al. (1999) em um estudo sobre os locais de deposição de lipídeos nas carcaças de ovinos e bovinos que receberam rações com diferentes fontes de amido com maior ou menor digestão ruminal, mostraram que fontes de amido com maior digestão ruminal, conseqüentemente com menores teores de fibras, como no caso da ração experimental sem adição de RCD (Tabelas 1 e 2), tendem a elevar a deposição de gordura nos tecidos musculares.

Não houve efeito ($P>0,05$) do RCD sobre os teores de umidade e matéria mineral no músculo *Semimembranosus* (Tabela 4). A quantidade de água (umidade) presente na carne pode variar de acordo com o tipo de músculo, dentro da mesma espécie, como observado neste trabalho, porém esta variação geralmente é pequena (SANTOS et al., 2008). Essas diferenças podem ser atribuídas ao tipo e fibra muscular presente no músculo, já que a qualidade da carne pode ser influenciada por um conjunto de características relacionadas às fibras musculares, como quantidade e diâmetro, e ao tecido conjuntivo (ARRIGONI et al., 1998). Essas características podem determinar o metabolismo e tipo de contração (lenta ou rápida) do músculo, refletindo em suas propriedades bioquímicas e fisiológicas, influenciando o seu tempo de conservação e as características organolépticas (DALL PAI; CURI, 1992; SARTORI et al., 1999).

Em relação à cor do músculo *Longissimus lumborum*, as variáveis L^* , a^* e b^* apresentaram valores estabelecidos como adequados para carne ovina, conforme Sañudo et al. (2000; Tabela 5). Segundo o referido autor, os índices da cor podem variar de 30,03 a 49,47 para L^* , de 8,24 a 23,53 para a^* e de 3,38 a 11,10 para b^* .

A adição do resíduo de cervejaria desidratado nas rações influenciou ($P<0,05$) de forma quadrática as variáveis L^* e b^* do músculo *Longissimus lumborum*, com ponto mínimo para ambas correspondendo 40% e 52% de inclusão do resíduo, respectivamente. De acordo com Miltenburg et al. (1992), quanto mais elevados forem os valores de L^* e b^* , maiores serão a palidez e a intensidade da cor amarela na carne, respectivamente, sendo atributos, quando em valores muito elevados, não desejados pelo consumidor na hora da compra.

Nos músculos *Longissimus lumborum* de todos os ovinos do estudo, os índices de luminosidade se apresentaram dentro da faixa da normalidade, atributo bastante requerido, pois o consumidor discrimina a carne escura, quando o valor de L^* apresenta-se elevado, ao associar esta cor com carne de animais velhos e com maior dureza (SILVA SOBRINHO et al., 2008).

Segundo Sañudo et al. (1997), o valor de b^* corresponde ao teor de amarelo que normalmente é influenciado pela presença de betacaroteno na gordura. No presente estudo, o maior valor de b^* do músculo *Longissimus lumborum* foi observado nos ovinos que não receberam RCD na ração, isso pode ser explicado pelo maior teor de lipídeos presentes na carne desses animais, associado ao maior peso vivo dos animais (Tabela 4; Tabela 3). Pearce et al. (2005) afirmaram que os consumidores preferem a carne de cor mais avermelhada e que o aumento no teor de amarelo (b^*) pode reduzir sua aceitação pelos consumidores.

Tabela 5 – Luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*), intensidade da cor amarela (b*), saturação da cor (c*) e tonalidade da cor (H) dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus* de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração

Variável	Resíduo de cervejaria desidratado (%)					EPM ¹	Valor-P*
	0	20	40	60	80		
<i>Longissimus lumborum</i>							
L* ²	44,76	44,52	40,43	42,59	44,29	0,35	0,0015
a* ³	12,55	13,48	14,14	15,55	15,07	0,44	0,0287
b* ⁴	7,95	7,38	6,35	7,05	7,07	0,13	0,0097
c* ⁵	15,06	15,52	15,57	17,13	16,73	0,37	0,0674
H(°) ⁶	33,91	29,70	24,73	24,86	27,31	0,98	0,0033
<i>Semimembranosus</i>							
L* ⁷	42,98	43,46	42,50	41,68	43,97	0,37	0,9415
a* ⁸	10,67	10,47	10,56	10,68	11,09	0,18	0,4082
b* ⁹	6,08	6,55	7,39	6,42	6,50	0,24	0,6751
c* ¹⁰	12,31	12,42	12,56	12,51	12,96	0,18	0,2940
H(°) ¹¹	29,95	31,95	32,35	31,06	29,38	0,76	0,7074

¹Erro padrão da média; ² $\hat{Y} = 45,34 - 0,16X + 0,002X^2$ ($R^2 = 0,61$); ³ $\hat{Y} = 12,74 + 0,36X$ ($R^2 = 0,87$); ⁴ $\hat{Y} = 7,99 - 0,052X + 0,0005X^2$ ($R^2 = 0,77$); ⁵ $\hat{Y} = 16,00^{NS}$; ⁶ $\hat{Y} = 32,11 - 0,11X$ ($R^2 = 0,75$); ⁷ $\hat{Y} = 42,92^{NS}$; ⁸ $\hat{Y} = 10,69^{NS}$; ⁹ $\hat{Y} = 6,59^{NS}$; ¹⁰ $\hat{Y} = 12,55^{NS}$; ¹¹ $\hat{Y} = 30,94^{NS}$; NS= não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade.

O parâmetro intensidade da cor vermelha (a*) do músculo *Longissimus lumborum* apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,05$) com o aumento do RCD na ração, demonstrando que com a inclusão crescente do resíduo ao concentrado, a carne foi adquirindo cor vermelha mais intensa. Esse parâmetro é determinado pela quantidade de mioglobina e pelas proporções relativas desse pigmento, que pode ser encontrado na forma de mioglobina reduzida (cor púrpura), oximioglobina (cor vermelha) e metamioglobina (cor marrom) (OSÓRIO et al., 2009). A quantidade de mioglobina varia com a espécie, sexo, idade, alimentação, localização anatômica do músculo e atividade física (HEDRICK et al, 1994; MORENO et al., 2008). Portanto, o resíduo pode ter ocasionado um aumento na concentração de mioglobina no músculo analisado, através do aumento na quantidade de fibras esqueléticas vermelhas, promovendo uma elevação de a* na medida em que o RCD era adicionado na parte concentrada das rações.

Não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) para o índice de saturação (c*) do músculo *Longissimus lumborum*. No entanto, houve variação linear decrescente para o ângulo de tonalidade

da cor (H), com valores variando de 33,91 a 24,73, para os níveis avaliados. Foi constatada que para cada 1% de RCD incluído na ração, ocorria uma redução de 0,11° na tonalidade da cor do músculo *Longissimus lumborum*. De acordo com a escala de cor do Sistema CIELAB, esse resultado demonstra uma tonalidade variando de vermelho para o laranja (vermelho de 0 a 25° e laranja de 25 à 70°) (FARIA et al., 2014), sendo uma coloração não desejável, já que a cor vermelha brilhante é a coloração mais desejada pelo consumidor.

As variações na coloração da carne são decorrentes de problemas inerentes ao estresse pré-abate, diferenças na condição sexual ou na maturidade fisiológica dos animais e a alimentação (PARDI et al., 2001). No presente trabalho, a condição sexual e a maturidade fisiológica dos animais não foram fatores de avaliação, e os cordeiros não apresentaram estresse pré-abate (verificado pelo pH das carcaças; Tabela 6).

Assim, o fator de variação primordial do estudo foi a alimentação, com rações contendo diferentes níveis de adição do RCD, que não provocaram alterações ($P > 0,05$) na cor (L^* , a^* , b^* , c^* e H) do músculo *Semimembranosus* (Tabela 5). Variação na estabilidade da cor dos músculos pode ser atribuída ao tipo de músculo, isso pode estar relacionado aos tipos de fibras musculares presentes na carne. Os músculos estriados esqueléticos dos mamíferos (CLOSE, 1972) são constituídos por três tipos de fibras: brancas, vermelhas e intermediárias. A presença de um ou mais tipos de fibras, sua distribuição e frequência dos subtipos é que determinam as características metabólicas e contráteis do músculo esquelético, de modo a revelar as propriedades bioquímicas e fisiológicas (DALL PAI; CURI, 1992).

A inclusão de RCD na ração dos cordeiros Santa Inês não influenciou ($P > 0,05$) a variável capacidade de retenção de água (CRA) dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus*, além da perda de peso por cocção (PPC) do músculo *Longissimus lumborum*, apresentando valores médios de 51,24; 50,63 e 31,59%, respectivamente (Tabela 6). Possivelmente, a adição do subproduto não influenciou a CRA nos músculos analisados, pois os valores de pH observados estão em conformidade com os valores normais da carne ovina, sendo o pH o principal fator que exerce efeito no mecanismo pelo qual a carne perde exsudato. Os valores verificados neste estudo corroboram com os relatos de Sañudo (1992) de que a alimentação não exerce grande influência sobre a capacidade de retenção de água em ovinos.

Houve diferença ($P < 0,05$) entre as rações avaliadas para perda de peso na cocção (PPC) no músculo *Semimembranosus*, apresentando comportamento linear crescente à medida que o RCD foi adicionado à ração dos cordeiros. De acordo com Sañudo et al. (1997), maiores níveis de lipídeos proporcionam menores PPC e, conseqüentemente, a obtenção de carnes mais suculentas, visto que os lipídeos presentes na carne atuam como barreira contra a perda de umidade. Este fato está de

acordo com os resultados observados na presente pesquisa, em que os ovinos que não receberam resíduo na alimentação apresentaram maior percentual de lipídeos (Tabela 4) e conseqüentemente menor PPC na carne enquanto que, os animais com menor percentual de lipídeos no músculo apresentaram maior PPC.

Tabela 6 – Capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e pH dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus* de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração

Variável	Resíduo de cervejaria desidratado (%)					EPM ¹	Valor-P*
	0	20	40	60	80		
<i>Longissimus lumborum</i>							
CRA (%) ²	55,08	42,52	54,86	51,72	52,05	1,28	0,7333
PPC (%) ³	30,78	31,71	31,69	31,60	32,15	0,32	0,2579
FC (kgf/cm ²) ⁴	1,47	1,25	1,49	1,78	1,84	0,05	0,0020
pH ⁵	5,67	5,66	5,63	5,57	5,47	0,01	<0,0001
<i>Semimembranosus</i>							
CRA (%) ⁶	51,86	44,90	50,61	52,04	53,75	1,39	0,2757
PPC (%) ⁷	36,18	35,77	37,20	37,32	38,10	0,27	0,0083
FC (kgf/cm ²) ⁸	1,38	1,12	1,78	2,02	2,38	0,08	<0,0001
pH ⁹	5,59	5,58	5,56	5,53	5,42	0,01	0,0082

¹Erro padrão da média; ² $\hat{Y} = 51,24^{NS}$; ³ $\hat{Y} = 31,59^{NS}$; ⁴ $\hat{Y} = 1,31 + 0,006X$ ($R^2 = 0,68$); ⁵ $\hat{Y} = 5,69 - 0,0024X$ ($R^2 = 0,87$); ⁶ $\hat{Y} = 50,63^{NS}$; ⁷ $\hat{Y} = 35,83 + 0,27X$ ($R^2 = 0,83$); ⁸ $\hat{Y} = 1,15 + 0,015X$ ($R^2 = 0,84$); ⁹ $\hat{Y} = 5,59 + 0,0009X - 0,000036X^2$ ($R^2 = 0,97$); NS= não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade.

A perda de peso por cocção no músculo *Longissimus lumborum* pode não ter sido influenciada pela adição do RCD na ração por conta dos tipos de fibras musculares esqueléticas presentes neste músculo, pois, de acordo com Chang e Fernandes (1997), existem diferenças metabólicas e bioquímicas importantes que influenciam a qualidade da carne, tais como a velocidade e a extensão da queda do pH *post mortem*, as concentrações de lipídeos, antioxidantes (como a vitamina E), glicogênio e intermediários glicolíticos; e diversas atividades enzimáticas músculo-específicas, como as proteinases, que podem influenciar a PPC.

Com o aumento dos níveis de inclusão do RCD na ração, houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) para força de cisalhamento (FC) no músculo *Longissimus lumborum*, verificando-se que a cada 1% de adição do subproduto ocorreu um acréscimo de 0,006 kgf/cm² na força de cisalhamento e para o músculo *Semimembranosus*, a cada 1% de adição do resíduo ocorreu um acréscimo de

0,015 kgf/cm² para realizar o corte da carne. Isso indica que a inclusão do RCD nas rações implicou em aumento nos valores da FC da carne. No entanto, mesmo com o aumento da FC com o acréscimo do RCD, a carne (*Longissimus lumborum*) dos cordeiros alimentados com quaisquer níveis de inclusão do resíduo, pode ser considerada macia uma vez que carnes ovinas que apresentam valores de força de cisalhamento inferiores a 2,27 kgf/cm² podem ser consideradas macias. Para o músculo *Semimembranosus*, a carne foi considerada macia até o nível 60%, pois apresentou valores de força de cisalhamento inferiores a 2,27 kgf/cm², enquanto que para o nível de inclusão com 80% de RCD, a carne apresentou uma maciez mediana, pois resistiu a uma pressão superior a 2,27 e inferior a 3,63 kgf (CEZAR; SOUSA, 2007).

A diminuição da maciez da carne com a inclusão do RCD pode estar relacionada com os níveis de gordura da carcaça, pois nos dois músculos, com o aumento da inclusão do resíduo na ração dos animais, ocorreu uma diminuição no percentual de gordura na carne e conseqüentemente, uma elevação na força de cisalhamento. De acordo com Alves et al. (2005), a influência da alimentação na maciez da carne está associada principalmente com o grau de acabamento (espessura de gordura subcutânea) e com o teor de gordura intramuscular na carcaça. Sañudo (2002) também relatou que valores maiores ou menores para força de cisalhamento da carne ovina podem existir em função de interações entre diferentes taxas de deposição de colágeno e de gordura entremeada no músculo.

Verificou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para os valores de pH do músculo *Longissimus lumborum* e no músculo *Semimembranosus* com o incremento do resíduo de cervejaria nas rações experimentais. Carnes consideradas com qualidade adequada são representadas pela sigla RFN (*red, firm and normal*), apresentando cor vermelho brilhante, textura firme e exsudação normal (2% do peso) (SMULDERS et al., 1992; GOMIDE et al., 2013), já carnes DFD (*dark, firm and dry*) exibem coloração escura, textura firme e secas, e apresentam valores com pH a partir de 5,8 (TARRANT, 1989; ZEOLA et al., 2007). Partindo desse pressuposto, todas as amostras dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus*, obtidas no presente trabalho, podem ser consideradas dentro dos padrões para a carne da espécie ovina, que se situa entre 5,5 a 5,8 (SILVA SOBRINHO et al., 2005). Esse decréscimo no pH dos músculos com a inclusão do resíduo, pode estar relacionado com a quantidade de gordura de cobertura presente nas carnes animais, pois a gordura atua como isolante térmico, mantendo a temperatura da carcaça alta por mais tempo, diminuindo a velocidade de queda do pH. Assim, os animais que receberam crescentes níveis de RCD, com menor peso vivo final (Tabela 3), conseqüentemente com menor teor de gordura na

carne (Tabela 4), apresentaram carnes com pH mais baixos, já que de acordo com Bacus (1986) quanto menor o percentual de gordura presente no músculo, mais rápida é a queda do pH.

É importante ressaltar que valores normais do pH sugerem que outros parâmetros indicadores da qualidade da carne, como capacidade de retenção de água, cor e maciez, apresentarão bons resultados, pois estes são influenciados pelo pH (LEÃO et al., 2012), fato este, observado no presente trabalho.

O teor de lipídios no músculo *Longissimus dorsi* não foi influenciado pela adição do subproduto, apresentado valor médio de 1,65 g 100g⁻¹ (Tabela 7).

Tabela 7 - Teores de lipídeos (g 100g⁻¹) e colesterol (mg 100g⁻¹) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração

Variável	Resíduo de cervejaria desidratado (%)					EPM ¹	Valor-P*
	0	20	40	60	80		
Lipídeos ²	1,59	1,86	1,65	1,53	1,63	0,03	0,3100
Colesterol ³	22,54	32,79	66,35	73,66	59,19	4,64	<0,0001

¹Erro padrão da média; ² $\hat{Y} = 1,65^{NS}$; ³ $\hat{Y} = 17,26 + 1,65X - 0,013X^2$ ($R^2 = 0,87$); NS= não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade.

O teor de lipídeos encontrados na carne ovina é em torno de 4%, valor superior aos encontrados neste estudo, podendo ser atribuído ao fato de que os teores de gordura da carne de cordeiros apresentam grande variação, principalmente em função da dieta, peso, idade ao abate, raça, tipo de músculo, e estado fisiológico em que se encontra o animal (PRATA, 1999; MADRUGA et al., 2005; PINHEIRO et al., 2012). No presente estudo, o tipo de músculo influenciou essa variação, pois ocorreu uma redução nos valores de lipídeos dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus* com a inclusão do RCD. No entanto, não influenciou o teor de lipídeos do músculo *Longissimus dorsi*.

Carvalho e Brochier (2008), ao avaliarem a influência de diferentes níveis (0, 25, 50, 75 e 100%) de substituição do alimento concentrado por resíduo úmido de cervejaria sobre a composição centesimal da carne de cordeiros terminados em confinamento, não observaram efeito da dieta sobre os teores de lipídeos do músculo *Longissimus dorsi*, com média de 1,1%.

Os valores obtidos para os teores de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* apresentaram comportamento quadrático (Tabela 7), sendo que o maior valor para colesterol foi obtido com o nível de substituição do alimento concentrado por RCD de 63,46%,

correspondendo a um valor de 69,62 mg 100g⁻¹. O maior teor de colesterol encontrado na carne dos animais que receberam esse nível de inclusão de RCD pode estar relacionado com o maior percentual de ácidos graxos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) encontrados no músculo *Longissimus dorsi* desses animais, já que, esses ácidos graxos são identificados como responsáveis pelo aumento da concentração de colesterol.

Esse resultado contraria os obtidos por Carvalho e Brochier (2008), os quais não verificaram efeito ($P > 0,05$) das rações contendo níveis crescentes de resíduo úmido de cervejaria sobre os teores de colesterol da carne de cordeiros terminados em confinamento. Porém, está de acordo com Madruga et al. (2005), que estudando a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas (feno de capim-d'água + concentrado, feno de restolho de abacaxi + concentrado, palma + mistura, silagem de milho + concentrado), encontraram percentuais de colesterol que variaram de 44,10 a 57,80 mg 100g⁻¹ e concluíram que a alimentação exerceu influência sobre esse lipídeo.

Russo et al. (1999), estudando o efeito de diferentes concentrados sobre o colesterol da carne ovina, encontraram em média 48,33 mg de colesterol, sem terem observado efeito da dieta sobre este componente. As divergências nos teores de colesterol na carne de ovinos podem estar relacionadas à metodologia empregada, tipos de músculos analisados, idade ao abate, dieta e ao sexo (SANTOS, 2011).

Apesar dos teores de colesterol observados nesse trabalho terem apresentado uma grande variação com a inclusão do resíduo de cervejaria, sabe-se que o colesterol dietético não tem efeitos significativos sobre os níveis de colesterol no sangue, e que em estudos mais recentes revelam que o colesterol da dieta tem uma influência de 5%, no máximo, sobre a elevação do colesterol total das pessoas saudáveis, uma vez que o corpo controla a síntese de colesterol, diminuindo quando a ingestão pela dieta é alta e aumentando quando ela é baixa (GOMIDE et al., 2013).

Com relação ao perfil de ácidos graxos presentes na Tabela 8, os dados demonstram que não houve efeito ($P > 0,05$) com a inclusão do resíduo de cervejaria na ração dos ovinos para os ácidos graxos saturados isomirístico (C13:0), palmítico (C16:0), heneicosanoico (C21:0) e behêmico (C22:0); monoinsaturados: miristoleico (C14:1), heptacenoico (C17:1), oleico (C18:1n-9), eláidico (C18:1n-9t), gadoleico (C20:1); e poli-insaturados: eicosadienoico (C20:2) e araquidônico (C20:4 n-6) presentes no músculo *Longissimus dorsi*. Apesar da adição do RCD na porção concentrada da ração não ter alterado o perfil desses ácidos graxos, segundo Oliveira et al. (2013), o teor de ácidos graxos presentes na carne dos ruminantes pode ser influenciado, em grande parte, por fatores dietéticos.

Tabela 8 - Perfil de ácidos graxos (%) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração

Ácidos graxos	Resíduo de cervejaria desidratado (%)					EPM ¹	Valor-P*
	0	20	40	60	80		
Láurico (C12:0) ²	0,35	0,51	0,62	0,72	0,47	0,05	0,0280
Isomirístico (C13:0) ³	0,13	0,19	0,20	0,07	0,21	0,01	0,8890
Mirístico (C14:0) ⁴	2,81	3,19	3,32	3,06	2,46	0,08	<0,0001
Miristoleico (C14:1) ⁵	0,16	0,13	0,29	0,17	0,35	0,02	0,2990
Pentadecanoico (C15:0) ⁶	0,41	0,35	0,55	0,53	0,70	0,03	<0,0001
Palmítico (C16:0) ⁷	21,32	22,30	21,12	23,01	22,37	0,21	0,8900
Margárico (C17:0) ⁸	1,08	1,01	0,77	0,94	1,31	0,04	<0,0001
Heptacenoico (C17:1) ⁹	0,52	0,41	0,60	0,58	0,88	0,03	0,2140
Estearico (C18:0) ¹⁰	20,98	16,82	14,06	19,25	17,65	0,59	<0,0001
Oleico (C18:1 n-9) ¹¹	36,08	36,49	31,09	34,27	33,44	0,47	0,1330
Elaídico (C18:1 n-9t) ¹²	1,45	1,09	1,89	2,44	2,39	0,06	0,7120
Linolênico (C18:3 n-3) ¹³	6,99	6,56	6,07	5,55	5,24	0,04	<0,0001
Gadoleico (C20:1) ¹⁴	0,47	0,86	0,76	0,72	0,81	0,01	0,3150
Eicosadienoico (C20:2) ¹⁵	0,21	0,17	0,22	0,18	0,26	0,01	0,2970
Di-homo- γ -linolênico (C20:3 n-6) ¹⁶	1,87	2,12	2,19	1,19	0,22	0,01	<0,0001
Araquidônico (C20:4 n-6) ¹⁷	0,31	0,29	0,21	0,17	0,34	0,03	0,7770
Heneicosanoico (C21:0) ¹⁸	0,31	0,38	0,38	0,13	0,62	0,06	0,1700
Behêmico (C22:0) ¹⁹	0,23	0,29	0,33	0,03	0,24	0,04	0,8900
Tricosanoico (C23:0) ²⁰	0,17	0,18	0,12	0,05	0,05	0,02	<0,0001

¹Erro padrão da média; ² $\hat{Y} = 0,328 + 0,014X - 0,0001X^2$ ($R^2 = 0,88$); ³ $\hat{Y} = 0,16^{NS}$; ⁴ $\hat{Y} = 2,798 + 0,029X - 0,0004 X^2$ ($R^2 = 1,00$); ⁵ $\hat{Y} = 0,22^{NS}$; ⁶ $\hat{Y} = 0,36 + 0,004X$ ($R^2 = 0,80$); ⁷ $\hat{Y} = 22,02^{NS}$; ⁸ $\hat{Y} = 1,13 - 0,02 X + 0,0002 X^2$ ($R^2 = 0,85$); ⁹ $\hat{Y} = 0,60^{NS}$; ¹⁰ $\hat{Y} = 20,46 - 0,21 X + 0,002 X^2$ ($R^2 = 0,51$); ¹¹ $\hat{Y} = 34,27^{NS}$; ¹² $\hat{Y} = 1,85^{NS}$; ¹³ $\hat{Y} = 6,99 - 0,023 X$ ($R^2 = 0,99$); ¹⁴ $\hat{Y} = 0,72^{NS}$; ¹⁵ $\hat{Y} = 0,21^{NS}$; ¹⁶ $\hat{Y} = 1,86 + 0,029X - 0,001X^2$ ($R^2 = 0,98$); ¹⁷ $\hat{Y} = 0,26^{NS}$; ¹⁸ $\hat{Y} = 0,36^{NS}$; ¹⁹ $\hat{Y} = 0,22^{NS}$ ²⁰ $\hat{Y} = 0,191 - 0,002X$ ($R^2 = 0,86$); NS= não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade.

Os ácidos graxos saturados mais encontrados na carne ovina são o mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e estearico (C18:0); os monoinsaturados são o palmitoleico (C16:1 n-7) e oleico (C18:1 n-9) e os poli-insaturados são o linoleico (C18:2 n-6), linolênico (C18:3 n-3) e araquidônico (C20:4 n-6). A carne de ovinos é rica em ácidos graxos saturados devido à ação dos micro-organismos do rúmen que hidrogenam extensivamente os ácidos graxos insaturados da dieta. Como

resultado desse processo, os ácidos graxos saturados são absorvidos e incorporados ao tecido muscular (PEREZ et al., 2002; COSTA et al., 2008).

No presente estudo, os ácidos graxos encontrados em maiores concentrações no músculo analisado foram o oleico (C18:1 n-9), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), sendo o oleico (C18:1 n-9) o ácido graxo insaturado que mais colaborou para o perfil dos ácidos graxos insaturados, enquanto o palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) contribuíram mais intensamente entre os ácidos graxos saturados.

Segundo Bonanome e Grundy (1988), dietas ricas em ácido oleico proporcionaram redução nos teores de colesterol total plasmático, no percentual de LDL e na relação LDL/HDL, mostrando o efeito positivo de dietas com elevados percentuais de oleico (C18:1 n-9) na alimentação humana. Entretanto, as propriedades benéficas dos ácidos monoinsaturados são provavelmente devidas apenas ao ácido oleico (C18:1 n-9) já que os demais ácidos graxos monoinsaturados como os ácidos, palmitoleico (C16:1 n-9) e miristoleico (C14:1 n-9) não possuem as mesmas propriedades e os isômeros trans, principalmente o elaídico (C18:1 n-9t), tem sido associado aos altos riscos de doenças cardiovasculares (KHOSLA et al., 1997; VASTA; PRIOLO, 2006).

Foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) para os ácidos: láurico (C12:0), mirístico (C14:0), margárico (C17:0), esteárico (C18:0), di-homo- γ -linolênico (C20:3 n-6). De acordo com French et al. (2003), o mirístico (C14:0) tem efeito hipercolesterolêmico e pode ser considerado aterogênico juntamente com o ácido graxo láurico (C12:0) e, não raramente, estão associados a doenças cardíacas e a neoplasias (ARO, 1998; SIMOPOULOS, 2001; THOLSTRUP et al., 2004).

Observou-se para o ácido graxo esteárico (C18:0) concentração mínima de 14,95% quando a inclusão de RCD foi de 52,5%. Segundo Sañudo et al. (2000), a qualidade sensorial, tanto de odor e de “*flavor*”, da carne está correlacionada positivamente ao conteúdo do ácido graxo esteárico (C18:0) e, mesmo sendo ácido graxo saturado não exerce efeito de elevação do colesterol (SCOLLAN et al., 2006). Portanto, pode ser considerado um ácido graxo importante para uma carne ovina de adequada qualidade.

Houve efeito linear decrescente para o ácido graxo linolênico (C18:3n-3) em que a cada 1% de inclusão do RCD na ração dos animais ocorreu uma redução de 0,023% do ácido graxo linolênico (C18:3n-3), indicando que à medida que aumentou a inclusão do resíduo de cervejaria na alimentação dos animais diminuiu a concentração desse ácido graxo. Isso pode ser atribuído ao aumento na quantidade de fibra em detergente neutro (FDN) na dieta oferecida aos animais com a inclusão do RCD, já que esta contribui para um maior tempo de retenção do alimento no rúmen e um maior tempo de atuação do processo de biohidrogenação sobre os ácidos graxos insaturados (BESSA et al., 2005) e assim promove efeito decrescente do ácido graxo linolênico (C18:3-n3).

Durante a biohidrogenação, o ácido graxo linolênico (C18:3n-3) é convertido em ácido esteárico (C18:0), havendo assim aumento no teor de esteárico (C18:0) no rúmen, porém uma pequena quantidade do ácido linolênico pode passar direto para o intestino onde é absorvido (ZERVAS; TSIPLAKOU, 2011). Quando a ingestão de ácidos graxos insaturados é elevada, a capacidade dos micro-organismos do rúmen em biohidrogenar pode ser excedida, ocorrendo maior absorção intestinal de ácidos graxos insaturados. Sendo assim, é possível aumentar a insaturação e reduzir o teor relativo de ácidos graxos saturados e monoinsaturados nas carnes dos ruminantes (GEAY et al., 2001).

A carne dos cordeiros que receberam as rações experimentais apresentaram maior concentração de ácido cáprico (C10:0) quando ofertada ração contendo 80% de inclusão de RDC, maiores concentrações de ácido palmitoleico (C16:1) quando incluso níveis de 40 e 80% e teores mais elevados de ácido linoleico (C18:2) nas rações que não continham RCD (Tabela 9), demonstrando que dietas ricas em fibras, como no caso das rações com a adição do resíduo, favorecem a biohidrogenação e promovem o acúmulo dos ácidos saturados na carne.

Logo, as rações experimentais com menor quantidade de fibras podem levar ao acúmulo de ácidos graxos insaturados, como o ácido graxo linoleico (C18:2), pois com a pequena dimensão das partículas e um trânsito mais rápido no rúmen, limita a biohidrogenação pelos micro-organismos o que favorece o escape desse composto para absorção no intestino (WOOD et al., 2008).

O ácido linoleico conjugado (CLA) (C18:2 cis-9, cis-12) é produzido naturalmente pelos ruminantes, e pode ser encontrado em seus produtos como derivados do leite e carne, em virtude deste ácido graxo ser um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoleico (C18:2) e se a biohidrogenação não for completa, este poderá ser absorvido pelo epitélio intestinal, compondo a gordura animal (LADEIRA; OLIVEIRA, 2007).

Não houve efeito ($P>0,05$) da inclusão do resíduo de cervejaria desidratado para os seguintes somatórios dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e insaturados (AGI), bem como para as relações entre ácidos graxos poli-insaturados: saturados (AGPI:AGS) e monoinsaturados:saturados (AGMI:AGS; Tabela 10).

Tabela 9 - Valores médios de ácidos graxos (%) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração

Ácidos graxos	Resíduo de Cervejaria Desidratado (%)				
	0	20	40	60	80
Cáprico (C10:0)	0,108(0,000-0,124) ^{ab}	0,122(0,121-0,124) ^{ab}	0,171(0,152-0,198) ^{ab}	0,017(0,000-0,032) ^b	0,206(0,089-0,656) ^a
Hendecanoico (C11:0)	ND ^b	ND ^b	ND ^b	0,017(0,000-0,032) ^{ab}	0,556(0,426-0,610) ^a
Pentadecanoico (C15:1)	0,444(0,280-0,618) ^a	ND ^b	ND ^b	0,263(0,261-0,268) ^a	0,38(0,262-0,829) ^a
Palmitoleico (C16:1)	1,656(1,547-2,071) ^{ab}	0,395(0,274-0,516) ^b	1,822(1,787-1,869) ^a	1,760(1,737-1,804) ^{ab}	1,894(1,527-1,994) ^a
Vacênico (C18:1 n-11)	0,101(0,036-0,26) ^{ab}	ND ^b	ND ^b	0,424(0,080-0,609) ^a	0,348(0,264-0,631) ^a
Linoleico (C18:2)	6,202(5,934-7,536) ^a	6,058(5,909-6,209) ^a	5,871(5,779-6,039) ^{ab}	3,751(3,612-4,014) ^b	5,439(3,405-5,872) ^{ab}
γ-linolênico (C18:3 n-6)	0,910(0,851-1,062) ^a	ND ^b	ND ^b	0,620(0,609-0,642) ^{ab}	0,804(0,771-0,838) ^{ab}
Araquídico (C20:0)	0,141(0,000-0,207) ^a	0,119(0,106-0,132) ^a	0,071(0,013-0,096) ^{ab}	0,089(0,086-0,093) ^{ab}	ND ^b
Erúcico (C22:1 n-9)	0,075(0,00-0,085) ^{ab}	ND ^b	7,252(7,148- 7,319) ^a	ND ^b	0,144(0,048-0,490) ^{ab}
Docosadienoico (C22:2)	0,087(0,000-0,222) ^a	ND ^b	0,019(0,000-0,038) ^{ab}	0,039(0,030-0,055) ^{ab}	0,067(0,040-0,074) ^{ab}

Medianas (mínimo-máximo) seguidas de letras minúsculas distintas na linha representam diferença pelo método de Dunn ($p < 0,05$) para comparação de grupos no teste de Kruskal-Wallis. ND = Não detectado

As relações ou proporções entre ácidos graxos têm sido estudadas como forma de avaliar e identificar o fator de risco dos alimentos em relação ao aumento do nível de colesterol sanguíneo em humanos (ARRUDA et al., 2012).

Tabela 10 - Somatórios e relações dos principais ácidos graxos presentes do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado na porção concentrada da ração

Ácidos graxos	Resíduo de cervejaria desidratado (%)					EPM ¹	Valor-P*
	0	20	40	60	80		
∑ AGS ²	46,57	45,45	41,71	47,87	47,00	0,63	0,3170
∑ AGMI ³	38,59	39,36	43,69	40,58	40,91	0,29	0,4190
∑ AGPI ⁴	17,40	15,19	14,59	11,54	12,09	0,51	0,0400
∑ AGI ⁵	58,43	54,55	58,29	52,13	53,00	0,87	0,9500
AGD ⁶	75,01	71,36	72,35	71,37	70,65	0,44	0,0020
n-6 ⁷	3,22	2,40	2,40	1,99	1,37	0,15	<0,0001
n-3 ⁸	10,31	8,67	8,26	7,37	6,27	0,33	<0,0001
AGPI:AGS ⁹	0,37	0,33	0,35	0,24	0,26	0,01	0,4920
AGPI:AGMI ¹⁰	0,42	0,39	0,33	0,28	0,30	0,01	<0,0001
AGMI:AGS ¹¹	0,88	0,87	1,05	0,85	0,87	0,20	0,5990
n-6/n-3 ¹²	0,31	0,28	0,29	0,27	0,22	0,001	<0,0001
(C18:0 + C18:1):C16:0 ¹³	2,78	2,44	2,22	2,45	2,40	0,06	0,0340
IA ¹⁴	0,58	0,71	0,65	0,72	0,65	0,016	0,0310
IT ¹⁵	0,78	0,84	0,75	0,96	0,95	0,001	<0,0001
h/H ¹⁶	1,82	1,70	1,53	1,54	1,59	0,04	0,0400

¹Erro padrão da média; ² $\hat{Y} = 45,72^{NS}$; ³ $\hat{Y} = 40,63^{NS}$; ⁴ $\hat{Y} = 17,45 + 0,11X - 0,001X^2$ ($R^2 = 0,92$); ⁵ $\hat{Y} = 55,28^{NS}$; ⁶ $\hat{Y} = 73,90 - 0,04X$ ($R^2 = 0,65$); ⁷ $\hat{Y} = 3,1 - 0,02X$ ($R^2 = 0,93$); ⁸ $\hat{Y} = 10,05 - 0,47X$ ($R^2 = 0,97$); ⁹ $\hat{Y} = 0,31^{NS}$; ¹⁰ $\hat{Y} = 0,43 + 0,03X - 0,0002X^2$ ($R^2 = 0,95$); ¹¹ $\hat{Y} = 0,90^{NS}$; ¹² $\hat{Y} = 0,31 - 0,002X$ ($R^2 = 0,78$); ¹³ $\hat{Y} = 2,75 + 0,018X - 0,0002X^2$ ($R^2 = 0,81$); ¹⁴ $\hat{Y} = 0,59 + 0,004X - 0,00005X^2$ ($R^2 = 0,57$); ¹⁵ $\hat{Y} = 0,76 + 0,002X$ ($R^2 = 0,57$); ¹⁶ $\hat{Y} = 1,82 + 0,11X - 0,001X^2$ ($R^2 = 0,96$); AGS = Ácido graxo saturado; AGMI= Ácido graxo monoinsaturado; AGPI= Ácido graxo poli-insaturado; AGI= Ácido graxo insaturado; AGD= Ácidos graxos desejáveis = AGMI + AGPI+ C18:0; n-6= ômega 6; n-3= ômega 3; IA = Índice de Aterogenicidade; IT = Índice de Trombogenicidade; h/H = Razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos; NS = não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade.

De acordo com Wood et al. (2003), o Ministério da Saúde do Reino Unido recomenda que a relação AGPI:AGS do perfil de um alimento deve situar-se acima de 0,4, para evitar doenças associadas ao consumo de gorduras saturadas. Entretanto, no presente estudo, esse índice não foi alcançado em nenhuma das carnes dos animais que receberam as rações experimentais. Tais resultados já eram esperados, uma vez que os ruminantes têm uma baixa relação de AGPI: AGS, por possuírem proporções superiores de AGS do que os monogástricos, devido à intensa hidrogenação da dieta por ação dos micro-organismos do rúmen (FRENCH et al., 2000).

Efeito quadrático ($P < 0,05$) foi observado para o somatório dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e para as relações poli-insaturados: monoinsaturados (AGPI:AGMI) e (C18:0 + C18:1):C16:0 e apresentaram menor percentual quando a adição do subproduto foi de 55, 75 e 45%, respectivamente.

Os maiores valores para o somatório e relações supracitados foram observados nos animais que não receberam o subproduto, indicando que em relação a esses parâmetros analisados a inclusão do RCD não foi favorável, pois o aumento nos teores de AGPI tem o objetivo de melhorar a aceitação da carne pelos consumidores preocupados em adquirir alimentos mais saudáveis.

De acordo com Banskalieva et al. (2000), a relação (C18:0 + C18:1): C16:0 descreve possíveis efeitos benéficos com o intuito de identificar o fatores de risco dos alimentos em relação ao aumento do nível de colesterol sanguíneo em humanos dos diferentes lipídios encontrados nas carnes vermelhas, citando valores de 2,1 a 2,8% para carne ovina. Observa-se que os valores encontrados no trabalho para a relação (C18:0 + C18:1): C16:0 estão dentro do intervalo citado pelo autor, indicando uma carne de boa qualidade. Entretanto, o maior valor desta relação foi observado na carne dos animais que não foram alimentados com RCD.

Os ácidos graxos desejáveis (AGD) apresentaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$). Os valores de AGD, encontrados no presente trabalho (Tabela 10), foram próximos aos descritos por Banskalieva et al. (2000), que reportaram valores de 64 a 72% para a carne ovina. Entretanto, a cada 1% de inclusão do RCD ocorreu um decréscimo no percentual de AGD de 0,04%, demonstrando que o resíduo pode não favorecer a deposição de AGD na carne ovina.

Efeito linear decrescente ($P < 0,05$) foi observado para os ácidos graxos ômega 6 (n-6) e ômega 3 (n-3) e para a relação n-6/n-3. Os ácidos graxos ômega 6 e ômega 3 são denominados essenciais, devido à incapacidade do organismo em produzi-los, devendo ser

ingeridos pela alimentação (MARTIN et al., 2006). Recomenda-se manter a razão entre n-6/n-3 em níveis abaixo de quatro para a prevenção de doenças cardiovasculares e arteriosclerose (WOOD et al., 2003; INSAUSTI et al., 2004). Há uma competição entre os ácidos graxos n-6 e n-3 pelas enzimas que participam das reações de desnaturação e alongamento da cadeia. Assim, o equilíbrio entre n-6 e n-3 é bastante importante, pois uma maior quantidade de n-6 pode impedir a transformação do ácido graxo n-3 em seus derivados de cadeia longa (MARTIN et al., 2006). A inclusão de cada 1% de RCD promoveu um decréscimo de 0,002% nos percentuais da relação n-6/n-3, característica desejada, já que, para a prevenção de doenças a recomendação é que essa relação seja menor que quatro.

Houve efeito quadrático para o índice de aterogenicidade (IA) e para a razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H), e efeito linear crescente para o índice de trombogenicidade (IT).

De acordo com Turan et al. (2007), os IA e IT indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, quanto menores os valores de IA e IT, maior é a quantidade de ácidos graxos anti-aterogênicos presentes na gordura e, conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas. O valor mínimo para o IA está no nível de inclusão de 40% de RCD, enquanto que para o IT a inclusão de cada 1% do resíduo promoveu um acréscimo de 0,002 no índice, demonstrando que o aumento do RCD na ração dos animais pode não ser benéfico em relação ao índice de trombogenicidade, pois ocasiona uma elevação do índice.

A razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H) constitui um índice que associa a atividade funcional dos ácidos graxos no metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, no qual a quantidade reflete o maior ou menor risco de incidência de doenças do coração e considera-se como referência o valor dois em relação aos produtos cárneos (SANTOS-SILVA et al., 2002). Assim como os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, não existem limites ou valores recomendados. Portanto, quanto maior, mais saudável será a gordura, devido à prevalência dos ácidos graxos insaturados (SOUSA BENTES et al., 2009). O melhor resultado para a relação entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos foi obtido para a carne dos animais que não receberam o RCD.

5. CONCLUSÃO

A inclusão do resíduo de cervejaria desidratado aumenta a deposição de proteína e reduz o percentual de lipídeos, atributos desejados pelo consumidor. A carne de cordeiros alimentados com RCD, em níveis crescentes, apresenta redução na maciez, elevação nos teores de ácidos graxos saturados e redução no perfil de ácidos graxos desejáveis. A adição de RCD em até 20% da porção concentrada pode ser recomendada a depender da viabilidade de aquisição.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC (Farnham Royal, Inglaterra). **The nutrient requirements of farm livestock**. 3. ed. Wallingford: CAB International, 1988. 351p.
- ALVES, D. D. et al. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.2, p. 135-149, 2005.
- ALVES, L. G. C. et al. Composição de ácidos graxos na carne de cordeiro em confinamento. **Pubvet**, v.6, n.32, p.1455-1459, 2012.
- ANDRADE, A.D. **Ácidos graxos ômega-3 em peixes, óleos de peixes vegetais comestíveis. 67p. Dissertação (Mestrado em Química)** - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1994.
- ANUALPEC 2011: Anuário Estatístico da Pecuária de Corte. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2011.
- ARRIGONI, M.D.B. et al. Estudo dos efeitos da restrição alimentar nas características das fibras musculares de bovinos jovens confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n. 7, p.1121-1127, 1998.
- ARAÚJO, I. G. et al. Avaliação nutricional do resíduo desidratado de cervejaria para coelhos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.6, p.1673-1680, 2016.
- ARAÚJO, J. A. et al. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasilica**, v. 1, n. 3, p.69-77, 2007.
- ARO, A. **Epidemiological studies of trans fatty acids and coronary heart disease**. In Trans Fatty Acids in Human Nutrition; Sebedio, J. L., Christie, W. W., Eds.; The Oily Press: Dundee, United Kingdom, p.235-260, 1998.
- ARRUDA, P. C. L. et al. 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 CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC International. 1990. 1117 p.
- BACUS, J. **Utilization of microorganisms in meat processing**. Letchworth: Research Studies Press/ J. Wiley, 1986. 170 p.
- BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A.L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots – a review. **Small Ruminant Research**, v.37, n. 3, p.255-268, 2000.

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences**, v. 160, n. 901, p. 268-282, 1937.

BERGE, P. et al. Lamb meat texture as influenced by animal age and collagen characteristics. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44., 1998, Barcelona. **Proceedings...** Barcelona: 1998. p.304-305.

BERGE, P. et al. Variations of meat composition and quality in different commercial lamb types. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 45., 1999, Yokohoma. **Proceedings...** Yokohoma: 1999. p.502-503.

BESSA, R. J. B. et al. 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**, v.96, n. 2, p. 185–194, 2005.

BONAGURIO, S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003.

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

BRESSAN, M. C.; ODA, S. N. I.; CARDOSO, M. G. Efeito dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, p.236-242, 2004.

BROCHIER, M. A., CARVALHO, S. Aspectos ambientais, produtivos e econômicos do aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros em sistema de confinamento. **Ciência Agrotécnica**, v.33, n. 5, p. 1392-1399, 2009.

BROWNING, M. A. *et. al.* Physical and compositional characteristics of beef carcasses selected for leanness. **Journal of Food Science**, v.55, n.1, p.9-14, 1990.

CABRAL FILHO, S. L. S.; ABDALLA, A. L.; BUENO, I. C. S. Consumo e digestibilidade da matéria seca na substituição de feno de Tifton por resíduo de cervejaria em dietas de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999. p. 283.

CABRERA, M.C.; SAADOUN, A. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. **Meat Science**, v.98, n.3, p.435-444, 2014.

CAÑEQUE, V., SANUDO, C. **Metodología para el estudio de La calidad canal e de La carne de ruminantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. 255p.

- CARDOSO, R. M. et al. Produção de leite de vacas alimentadas com silagem de sorgo suplementada com polpa úmida de cevada. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.11, n.1, p.38-45, 1982.
- CARVALHO, S.; MEDEIROS, L. M. Características de carcaça e composição da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.6, p.1295-1302, 2010.
- CARVALHO, S.; BROCHIER, M. A. Composição tecidual e centesimal e teor de colesterol da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo níveis crescentes de resíduo úmido de cervejaria. **Ciência Rural**, v.38, n.7, p.2023-2028, 2008.
- CASSENS, R.G. **Meat preservation: preventing losses and assuring safety**. Trumbull: Food and Nutrition Press, 1994. 133p.
- CAVILHÃO, C. et al. Avaliação in vivo e características da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.12, suplemento, p. 320-330, 2013.
- CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação, classificação**. Uberaba-MG: Editora Agropecuária tropical, 2007. 147p.
- CHAMBERLAIN, D. G., ROBERTSON, S., CHOUNG, J. Sugars versus starch as supplements to grass silage: Effects on ruminal fermentation and the supply of microbial protein to the small intestine, estimated from the urinary excretion of purine derivatives, in sheep. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 63, n.2, p.189–194, 1993.
- CHANG, K. C.; FERNANDES, K. Developmental expression and 5' end cDNA cloning of the porcine 2x and 2b myosin heavy chain genes. **DNA and Cell Biology**, v. 16, n. 12, p. 1429-1437, 1997.
- CLARK, J. H.; MURPHY, M. R.; CROOKER, B.A. Supplying the protein need soft dairy cattle from by products feeds. **Journal of Dairy Science**, v.70, n 5, p.1092-1109, 1987.
- CORNFORTH, D. **Colour meat – its basis and importance**. In Pearson, A.M. & DUTSON. T.R. – Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product – Advances in meat research series, vol.9, cap.2, p. 34 –78, 1994.
- CORREIA, A. A. D.; CORREIA, J. H. R. D. **Bioquímica Animal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1989, 1249p.
- COSTA, C.; ARRIGONI, M. B.; SILVEIRA, A.C. Silagem de grãos úmidos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. p.69-88.
- COSTA, J. M. B. et al. Degradabilidade ruminal do resíduo úmido de cervejaria. **Boletim Indústria Animal**, v.52, n.1, p.87-94, 1995.

- COSTA, R. G. et al. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.497-506, 2008.
- COSTA, R. G. et al. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 532-538, 2009.
- DABÉS, A. C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, v.25, n.288, p.32-40, 2001.
- DALL PAI, V.; CURI, P. R. Crescimento pós-natal do coelho Norfolk: correlação entre parâmetros somáticos e área dos tipos de fibras musculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.12, p.1623-1633, 1992.
- DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 58, n. 3, p. 593-607, 1999.
- DUNN, O. J. Multiple comparisons using rank sums. **Technometrics**, v.6, n.3, p.241-252, 1964.
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Fats and Oils in Human Nutrition **Divisão de publicações FAO**. ISBN 92-5-10.p, 3621-3627, Roma, Itália, 1994.
- FARFÁN, J. A. **Química de proteínas – aplicada à ciência e tecnologia de alimentos**. 2 ed. Campinas: Unicamp, 1994. p.13.
- FARIA, B. P. et al. Efeito da casca de mandioca sobre a qualidade da carne e parâmetros ruminais de ovinos. **Archivos de Zootecnia**. v.63, n. 243, p. 437-448, 2014.
- FARIA, M. S. **Cevada – Bagaço de Cevada pode ser usado o ano todo**. 2003. Disponível em: <<http://internetoffice.com.br/cooper/revista/2003fevereiro/orientação.html>>. Acesso em: 29 maio. 2017.
- FENNEMA, O. R. **Food chemistry**. 3 ed. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 225-321.
- FERGUSON, D. M.; WARNER, R.D. Have we underestimated the impact of preslaughter stress on meat quality in ruminants? **Meat Science**, v. 80, n. 1, p. 12–19, 2008.
- FERNANDES, S. A. A. et al. Perfil de ácidos graxos em alimentos de clima tropical utilizados nas dietas para ruminantes. **Boletim da Indústria Animal**, v. 64, n. 1, p. 19-27, 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p. 497-509, 1957.

FREIRE, M. T. A. et al. Determinação de parâmetros físico-químicos e de aceitação sensorial da carne de cordeiros provenientes de diferentes tipos raciais. **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.3, p.481-486, 2010.

FRENCH, P. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate based diets. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 5, p. 2849-2855, 2000.

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

GEAY, Y. et al. 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**, v. 41, n. 1, p. 1-26, 2001.

GERON, L. J. V. et al. Coeficiente de digestibilidade e características ruminais de bovinos alimentados com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1685-1695, 2008.

GILAVERTE, S. et al. Digestibilidade da dieta, parâmetros ruminais e desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com polpa cítrica peletizada e resíduo úmido de cervejaria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.639-647, 2011.

GOERING, H. K.; WALDO, D. R. Processing effects on protein utilization by ruminants. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, Buffalo, 1974. **Proceedings...** Buffalo, University of Cornell, 1974. p.25.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e Qualidade da Carne - Série Didática - Fundamentos**. Viçosa: UFV, 2013. 197p.

GOÑI, S. M.; SALVADORI, V. O. Prediction of cooking times and weight losses during meat roasting. **Journal of Food Engineering**, v.100, n. 1, p.1-11, 2010.

GUIMARÃES, G. S. et al. Composição centesimal e de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de cordeiros confinados, alimentados com dietas contendo casca de mandioca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.68, n.5, p.1325-1333, 2016.

HIRSCHLER, R.; **Colorimetria Aplicada na Indústria Têxtil**, apostila, Rio de Janeiro:Faculdade SENAI/CETIQT, 2002.

HEDRICK, H.B. et al. **Principles of meat science**. 3 ed. Kendall/ Hunt Publishing Company-Dubuque, Iowa, 1994.

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.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 51, 2005, Baltimore. **Proceedings...** Baltimore, 2005, p.194-204.

INSAUSTI, K. et al. Lipid composition of the intramuscular fat of beef from Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. **Meat Science**, v.66, n.3, p.639-646, 2004.

JAKOBSEN, K. Dietary modifications of animal fats status and future perspectives. **Feed Lipid**, v. 101, n. 12, p. 475-483, 1999.

JIMÉNEZ COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science and Technology**, v.7, n.2, p.41-48, 1996.

JOHNSON, C. O. L. E.; HUBER, J. T.; KING, K. J. Storage and utilization of brewers wet grains in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.70, n 1, p.98-107, 1987.

JUDGE, M. et al. **Principles of meat science**. Iowa: Kendall Hunt, 1989. 351p.

KEMP, J. D. et al. Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on organoleptic properties, and fatty acid composition of lamb. **Journal Animal Science**, v. 51, n. 2, p. 321-330, 1981.

KHOSLA, P. et al. Replacing dietary palmitic acid with elaidic acid (t - C18:1 Δ 9) depresses HDL and increases CETP activity in Cebus monkeys. **Journal of Nutrition**, v. 127, n. 3, p. 531-536, 1997.

KISSEL, L.T.; PRENTICE, N. Protein and fiber enrichment of cookie flour with brewers' spent grain. *Cereal Chemistry*, v. 56, n. 4, p. 261-6, 1979.

KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. **Journal of the American Statistical Association**, v.. 47, n. 260, p. 583-621, 1952.

LADEIRA, M. M.; OLIVEIRA, R. L. **Desafios nutricionais para melhoria da qualidade da carne bovina**. In: OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F. (Eds.). *Bovinocultura de corte: desafios e tecnologias*. Salvador: EDUFBA, 2007. p.183-210.

LAWRIE, R. A. **Ciência da Carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, p.89-108, 2005.

LEÃO, A.G. et al. 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. et al. 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.

- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios da bioquímica**. 4 ed. São Paulo: Sarvier, 2006. 1202 p.
- LICITRA, G., HERNANDEZ, T. M., VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- LIU, Y. et al. Principal Component Analysis of Physical, Color, and Sensory Characteristics of chicken Breasts Deboned at Two, Four, Six, and Twenty-four Hours Postmortem. **Poultry Science**, n. 83, p. 101-108, 2004.
- LOIOLA, P.M.G. **Avaliação qualitativa da carne de cordeiros Santa Inês submetida a dietas com diferentes níveis de palma miúda (Nopalea cochenillifera)**. 2012. 99f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Vale do Acaraú. 2012.
- MACDOUGALL, D.B. **Colour meat – its basis and importance**. In Pearson, A.M. & DUTSON. T.R. – Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product – Advances in meat research series, vol.9, cap.2, p. 34 –78, 1994.
- MADRUGA, M.S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.309-315, 2005.
- MAGALHÃES, J. L. L. et al. Composição química da carne de cordeiros mestiços terminados em confinamento. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL (VIII CNPA), 8., 2013, Fortaleza. **Anais...** Sobral: Universidade do Vale do Acaraú, 2013, 3p.
- MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, v. 71, n.1, p. 100–121, 2005.
- MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v.19, n.6, p.761-770, 2006.
- MARTINEZ-CEREZO, S. et al. Breed, slaughter weight and ageing time effects on sensory characteristics of lamb. **Meat Science**, v.69, n.3, p.571–578, 2005.
- MATURANO, A. M. P. **Estudo do efeito peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino**. 2003. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- McAFEE, A. J. et al. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. **Meat Science**, v. 84, n. 1, p. 1-13, 2010.
- MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulações de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. **Anais...** Lavras: SBZESAL, 1992. p.188.
- MILES, R.D. Eggs important in diet, unfairly criticized as heart disease risk. **Feedstuffs**, v. 61, n. 38 p. 26-51, 1989.

MILTENBURG, G. A. J. et al. Relationship Between Blood Hemoglobin, Plasma and Tissue Iron, Muscle Heme Pigment, and Carcass Color of Veal. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 9, p. 2766-2772, 1992.

MORENO, G. M. B. et al. Características qualitativas da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, v. 1, n. 381, p.76-90, 2008.

MUSSATTO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. **Journal of Cereal Science**, v. 43, n.1, p.1-14, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 7 ed. National research council, Washington: National Academic Press, 2007. 408p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington: National Academy of Science, 1998. 189p.

NIEMI, P. et al. Characterization of lipids and lignans in brewer's spent grain and its enzymatically extracted fraction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 39, p. 9910-9917, 2012.

NUNES, H. et al. Alimentos alternativos na dieta dos ovinos. **Asociación Latino americana de Producción Animal**. v.15, n.4, p.141-151, 2007.

OLIVEIRA, A.C. et al. Influência da dieta, sexo e genótipo sobre o perfil lipídico da carne de ovinos. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n.1, p. 57-72, 2013.

OLIVEIRA, M. V. M. et al. Avaliação da composição de cortes comerciais, componentes corporais e órgãos internos de cordeiros confinados e alimentados com dejetos de suínos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.3, p.1459-1468, 2002.

OSÓRIO M. T. M.; OSÓRIO J. C. S. **Condições de abate e qualidade de carne**. Curso de qualidade de carne e dos produtos cárneos. Bagé: EMBRAPA, v. 4, cap. 7, p. 77-128, 2000.

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

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2 ed. Goiania: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 2001. 623 p.

PATTERSON, E. et al. Health implications of high dietary omega-6 polyunsaturated fatty acids. **Journal of Nutrition and Metabolism**, v. 2012, p.1-16, 2012.

PEARCE, K.L. et al. Plasma and tissue a-tocopherol concentrations and meat colour stability in sheep grazing saltbush (*Atriplex* spp.). **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 56, p. 663-672, 2005.

PELICANO, E. R. L.; PRATA, L. F. Propriedades da carne e medidas instrumentais de qualidade. **Revista Nacional da Carne**, v.31, n. 364, p.22-35, 2007.

- PEREZ, J. R. O. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 11-18, 2002.
- PINHEIRO, R. S. B. et al. Aceitação sensorial e composição centesimal da carne de ovelhas abatidas em diferentes estágios fisiológicos. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.64, n.4, p.1053-1059, 2012.
- PIRES, C. C. et al. Cria e terminação de cordeiros confinados. **Ciência Rural**, v.30, n.5, p.875-880, 2000.
- POLAN, C. E. et al. Milk production response to diets supplemented with dried grains, wet brewers grains, or soybean meal. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.8, p.2016-2026, 1985.
- PRADO, I. N. **Conceitos sobre a produção com qualidade de carne e leite**. Maringá: UEM, 2004. 301p.
- PRATA, L. F. **Higiene e inspeção de carnes, pescado e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 217p.
- PRATES, J. A. M. Maturação da carne dos mamíferos: 1. Caracterização geral e modificações físicas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 95, n.533, p.34-41, 2000.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.
- ROCHA, H.C.; DICKEL, E. L.; MESSINA, S.A. **Produção de Cordeiro de Corte em Sistema de Consorciação**. 2. ed. Passo Fundo: UPF, 2007. 76p.
- RODRIGUES, J. B. **Processamento de hambúrguer de carne ovina adicionado com diferentes tipos de castanha**. 2012. 63p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos,) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga.
- ROTTA, P. P. et al. 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 of Animal Science**, v. 22, n.12, p. 1718-1734, 2009.
- RUSSO, C. et al. Effect of diet energy source on the chemical-physical characteristics of meat and depot fat of lamb carcasses. **Small Ruminant Research**, v.33, n.1, p.77-85, 1999.
- SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 3-4.
- SALDANHA, E. S. P. B.; GONZALES, E. Enriquecimento de ácidos graxos na alimentação de poedeiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 1-5, 2012.

SANTELLLO, G. A. et al. Morfologia muscular e características qualitativas da carne de cordeiros ½ Dorper-Santa Inês. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.3, p.876-887, 2010.

SANTOS, C. L. et al. Análise centesimal dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n.1, p.51-59, 2008.

SANTOS, C. P. et al. 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, 2015.

SANTOS, V. C. **Subprodutos de oleaginosas como fontes alternativas na alimentação de cordeiros em terminação**. 71 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2011.

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

SAÑUDO, C. **La calidad organoléptica de la carne com especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinam, metodos de medida y causas de variacion**. Zaragoza: Facultad de Veterinaria – Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, 1992, 117 p.

SAÑUDO, C. et al. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**, v. 46, n. 4, p. 357-365, 1997.

SAÑUDO, C. et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, v.54, n. 4, p. 339-346, 2000.

SAÑUDO, C. Factors affecting carcass and meat quality in lambs. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p.434-455.

SARTORI, R. R. et al. Tipos de fibras do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte machos de diferentes linhagens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.1, n.3, p.181-185, set./dez. 1999.

SCHONE, R. A. et al. Secagem de resíduo de cervejaria em camadas de diferentes espessuras. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 2, p. 127-131, 2016.

SCOLLAN, N. et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, n.1, p.17-33, 2006.

SEARCY, T. L.; BERGQUIST, L. M. A new colour reaction for the quantification of serum cholesterol. **Clinica Chimica Acta**, v. 5, p. 192–199, 1960.

SILVA FILHO, J. C.; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. G. Determinação da composição mineral de subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação animal pela técnica de ativação neutrônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.235-241, 1999.

SILVA SOBRINHO A. G. et al. **Produção de carne ovina**. 1ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 228 p.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de Ovinos**. 3ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006, 302p.

SILVA SOBRINHO, A. G. et al. Características de Qualidade da Carne de Ovinos de Diferentes Genótipos e Idades ao Abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 1070-1076, 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**, 3ª ed. UFV: Viçosa, MG, 235 p.2002.

SILVA, N. V. et al. Características de carcaça e carne ovina: Uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de Influência. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, p.103-110, 2008.

SILVA, R. R. **O agronegócio brasileiro da carne caprina e ovina**. Salvador: RR da Silva, 2002. 111p.

SILVA, V. B. et al. Resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.7, p.1595-1599, 2010.

SIMOPOULOS, A. P. N-3 fatty acids and human health: defining strategies for public policy. **Lipids**, v.36, n. 1, p.83-89, 2001.

SMULDERS, F. J. M. et al. **New technologies for meat and meat products : fermentation and starter cultures, muscle enzymology and meat ageing, quality control systems**. Utrecht, The Netherlands: Audet Tijdschriften, 1992. p.186-188.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p. 3562-3577, 1992.

SORIO, A.; CARFANTAN, J.; MARQUES, W.A. **Carne ovina: sistema internacional de comercialização**. Passo Fundo: Méritos, 2010. 144p.

SOUSA BENTES, A. et al. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.3, n.2, p.97-108, 2009.

STOJCESKA, V.; AINSWORTH, P.; PLUNKETT, A. The recycling of brewer's processing by-product into ready-to-eat snacks using extrusion technology. **Journal of Cereal Science**, v. 47, n.3, p. 469-479, 2008.

TARRANT, P. V. Animal behaviour and environment in the dark-cutting condition in beef – A review. **Irish Journal of Food Science and Technology**, v.13, n. 1, p.1-21, 1989.

TAVARES, A. J. **Poder de mercado e competitividade internacional**. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 2000, 204p.

TERLOUW, C. Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience a brief review of recent findings. **Livestock Production Science**, v.94, p.125-135, 2005.

THOLSTRUP, T. et al. Effects of medium-chain fatty acids and oleic acid on blood lipids, lipoproteins, glucose, insulin, and lipid transfer protein activities. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, n.4, p.564-569, 2004.

TONIAL, I. B. et al. Caracterização físico-química e perfil lipídico do salmão (*Salmo salar* L.). **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.1, p.93-98, 2010.

TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fish Science**, v.1, n.2, p.97-103, 2007.

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

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES K. A.; ROCHA Jr, V. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2. ed. UFV, p. 239. 2006.

VALSTA, L. M. et al. Meat fats in nutrition. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 525-530, 2005.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VASTA, V.; PRIOLO, A. Ruminant fat volatiles as affected by diet. A review. **Meat Science**, v.73, n. 2, p.218-228, 2006.

VELASCO, F. O. et al. **Resíduo de cervejaria para gado leiteiro**. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. Alimentos para Gado de Leite, Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. p.139-150.

VIPOND, J. E. et al. Effects of clover and milk in the diet of grazed lambs on meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 2, p.231-238, 1995.

YAMAMOTO, S. M. et al. Inclusão de grãos de girassol na ração de cordeiros sobre as características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n. 4, p. 1925-1934, 2013.

WATERS, D. M. et al. Fibre, protein and mineral fortification of wheat bread through milled and fermented brewer's spent grain enrichment. **European Food Research and Technology**, v. 1, n. 1, p.1-14, 2012.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p.176, 1999.

WEST, J. W. et al. Wet brewers grains for lactating dairy cows during hot, humid weather. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.196-204, 1994.

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

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

WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality; a review. **Meat Science**, v.66, n. 1, p.21-32, 2003.

ZAPATA, J. F. F. et al. Composição centesimal e lipídica de ovinos do Nordeste brasileiro. **Ciência Rural**, v. 32, n. 4, p. 691-698, 2001.

ZELMAN, K. The great fat debate: A closer look at the controversy - Questioning the validity of age-old dietary guidance. **Journal of the American Dietetic Association**, v.111, n.5, p. 655-658, 2011.

ZEOLA, N. M. B. L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, v.26, n.304, p.36-56, 2002.

ZEOLA, N. M. B. L. et al. Influência de diferentes níveis de concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiros Morada Nova. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 97, n. 544, p. 175-180, 2002.

ZEOLA, N. M. B. L. et al. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 253-257, 2004.

ZEOLA, N. M. B. L. et al. Parâmetros qualitativos da carne ovina: um enfoque à maturação e marinação. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.102, n.563/564, p. 215-224, 2007.

ZERVAS, G.; TSIPLAKOU, E. The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. **Small Ruminant Research**, v. 101, n. 3, p. 140-149, 2011.