



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

DAYANNE LIMA DE SOUSA

**UTILIZAÇÃO DA ULTRASSONOGRAFIA E QUALIDADE DA CARNE DE
CORDEIROS SANTA INÊS DE DIFERENTES CLASSES SEXUAIS SUBMETIDOS À
RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

FORTALEZA

2015

DAYANNE LIMA DE SOUSA

UTILIZAÇÃO DA ULTRASSONOGRRAFIA E QUALIDADE DA CARNE DE
CORDEIROS SANTA INÊS DE DIFERENTES CLASSES SEXUAIS SUBMETIDOS À
RESTRIÇÃO ALIMENTAR

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 Dra. Patrícia Guimarães Pimentel

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- S696u Sousa, Dayanne Lima de.
Utilização da ultrassonografia e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar / Dayanne Lima de Sousa. – 2015.
48 f.: il., color. enc.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, Fortaleza, 2015.
Área de Concentração: Produção e Melhoramento Animal.
- Orientação: Profa. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel.
Coorientação: Profa. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva.
1. Carneiro deslanado. 2. Ovino. 3. Qualidade da carne. 4. Ultrassonografia. I.Título.

CDD 636.08

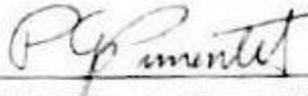
DAYANNE LIMA DE SOUSA

UTILIZAÇÃO DA ULTRASSONOGRAFIA E QUALIDADE DA CARNE DE
CORDEIROS SANTA INÊS DE DIFERENTES CLASSES SEXUAIS SUBMETIDOS À
RESTRICÇÃO ALIMENTAR

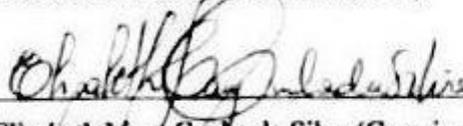
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Melhoramento Animal.

Aprovado em: 24/02/15

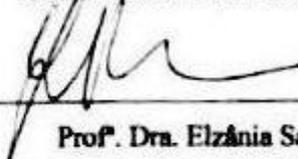
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof.ª. Dra. Elisabeth Mary Cunha da Silva (Co-orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof.ª. Dra. Elzânia Sales Pereira
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof.ª. Dra. Ana Cláudia Nascimento Campos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Deus,

À minha família,

Aos meus amigos,

Aos meus mestres,

Com carinho,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder o dom da vida e me mostrar que a cada dia estava ao meu lado.

A Universidade Federal do Ceará, pela chance concedida.

A FUNCAP, pela concessão e manutenção da bolsa de mestrado.

A minha orientadora Dra. Patrícia Guimarães Pimentel pelo enorme apoio concedido que possibilitou esse momento.

As professoras Ana Cláudia Nascimento Campos, Carla Renata Figueiredo Gadelha, Elzânia Sales Pereira e Elisabeth Mary Cunha da Silva, por todos os ensinamentos e pela participação neste momento especial de minha vida.

Ao professor José Maria Correia da Costa, por me permitir o uso do Laboratório de Controle de Qualidade para mensuração da cor.

Ao CNPq pela aprovação do processo de número: 304666/2012.

A minha mãe, Lidia Prudêncio de Lima, pela criação e amor a mim concedido, pelos ensinamentos, conduta e apoio inestimável.

Ao meu pai, Francisco Hernandes Araújo de Sousa (*In Memoriam*), por acreditar que onde quer que esteja, espero estar proporcionando um orgulho que nenhum outro filho foi capaz de proporcionar.

Aos meus irmãos, Reginaldo, Lidiane, Hernandes Filho, Grasielle, Roniele, Daniele, Rafaele e Erlândio por todo apoio e confiança que em mim depositados.

Aos meus familiares, tios, tias, avós, sobrinhos, sobrinhas, primos e primas, por acreditarem em minhas conquistas.

As amigas e amigos mais que especiais Karol, Monalisa, Adrielle, Raisia, Mayara, Junior, Vinícius e Nielyson por todas as brincadeiras, força e enorme apoio.

Aos amigos de curso Paulo César, Elaine, Beatriz, Iana, Rebeca Magda, Wellington, Rildson, Rebequinha, Othon, Weiber, Thaís, Taciane, Leane, Rafinha, Diego, Kássia, por toda força e apoio.

Aos funcionários do Laboratório de Carnes e Pescados Luiz, Rose e Norma por toda ajuda durante as análises e pela amizade conquistada.

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar a utilização da ultrassonografia e qualidade de carne de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar. Foram utilizados 30 cordeiros, 15 castrados e 15 não castrados, com aproximadamente dois meses de idade e peso corporal inicial médio de $13,00 \pm 1,49$ kg. Os cordeiros foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x2 (nível de restrição x classe sexual), de acordo com a quantidade de alimento fornecida. 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 em que todos os 30 animais foram abatidos. Não houve interação significativa entre os níveis de restrição e a classe sexual para área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), profundidade do *Longissimus dorsi* na lombar (PLDL) e espessura de gordura subcutânea na lombar (EGSL) no momento do abate. Possivelmente, devido à redução na oferta do alimento, a AOL, a EGS, a PLDL e a EGSL apresentaram valores médios reduzidos em função do aumento no nível de restrição alimentar. Houve interação entre os níveis de restrição alimentar e as datas de mensuração para AOL, EGS, PLDL e EGSL. Foram observadas correlações significativas entre as características *in vivo* e as características de carcaça. A AOL por ultrassonografia *in vivo* foi altamente correlacionada com a medida desta variável na carcaça, demonstrando a eficiência do método. Houve interação entre os níveis de restrição alimentar e as classes sexuais para as variáveis intensidade de amarelo e pH no músculo *Longissimus lumborum* e para força de cisalhamento no músculo *Semimembranosus*. Para os animais não castrados, a intensidade de amarelo foi maior para o nível de 30% de restrição no músculo *Longissimus lumborum*. Não houve interação significativa entre os níveis de restrição e a classe sexual para os aspectos de qualidade relacionados à saturação de cor, tonalidade da cor, luminosidade, intensidade de vermelho, capacidade de retenção de água e perda de peso por cocção para os músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus*. Cordeiros Santa Inês submetidos à restrição alimentar apresentam menores valores para AOL, EGS, PLDL e EGSL, sendo estas avaliadas *in vivo*. Embora a restrição alimentar e a classe sexual tenham influenciado as variáveis relacionadas à qualidade da carne dos animais avaliados, os valores médios observados são considerados aceitáveis pela literatura. Os níveis de restrição alimentar e a classe sexual influenciaram algumas características importantes da qualidade da carne de cordeiros Santa Inês.

Palavras-chave: Lombo, ovinos deslanados, parâmetros qualitativos, pernil.

ABSTRACT

The objective of the present study to evaluate the use of ultrasound and quality lamb meat Santa Inês of different sex class subjected to food restriction. Were used thirty Santa Inês lambs, 15 castrated and 15 non-castrated, with approximately two months of age and initial body weight in average of 13 ± 1.49 kg. The lambs were assigned to a completely randomized design in a 3x2 factorial arrangement (levels of feed restriction x sex class), according to the amount of food provided. Experiment period was determined based in the time required for the animals one of the groups achieved 28 kg of body weight in average, when all 30 animals were slaughtered. There was no significant interaction between restriction levels and sexual class to rib eye area (REA), subcutaneous fat thickness (SFT), depth of Longissimus dorsi in the lumbar (DLDL) and thickness of subcutaneous fat in the lumbar (TSFL) at slaughter. Possibly due reduction in food supply, the REA, the SFT, the DLDL and The TSFL showed average values reduced in function increase levels of feed restriction. There was interaction between levels of feed restriction and the measurement dates to REA, SFT, DLDL and TSFL. Significant correlations were observed between the *in vivo* characteristics and carcass characteristics. The REA by ultrasound *in vivo* was highly correlated with the measure of this variable in the carcass, demonstrating its efficacy. There was interaction between levels of feed restriction and sex classes for the variables intensity of yellow and pH in *Longissimus lumborum* and shear force in *Semimembranosus* muscle. To animals non-castrated, the intensity of yellow was higher with 30% restriction on the *Longissimus lumborum*. There was no significant interaction between restriction levels and sexual class to quality aspects related to color saturation, color tone, luminosity, red intensity, water retention capacity and weight loss for cooking for *Longissimus lumborum* and *Semimembranosus* muscles. Santa Ines lambs subjected to food restriction have lower values for REA, SFT, DLDL and TSFL, which are valued *in vivo*. Although feed restriction and sexual class have influenced the variables related to the meat quality of animals evaluated, the mean values observed are considered acceptable in the literature. The food restriction levels and sexual class influenced some important features of meat quality Santa Ines lamb.

Keywords: sirloin, hair sheep, qualitative parameters, shank.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Data das avaliações <i>in vivo</i>	11
Tabela 2 –	Composição químico-bromatológica dos ingredientes em g kgMS ⁻¹	14
Tabela 3 –	Composição percentual e químico-bromatológica da ração experimental....	14
Tabela 4 –	Valores médios para área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), profundidade do <i>Longissimus dorsi</i> na lombar (PLDL) e espessura de gordura subcutânea na lombar (EGSL) no momento do abate de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	17
Tabela 5 –	Valores médios da área de olho de lombo (AOL; cm ²) de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	18
Tabela 6 –	Valores médios da espessura de gordura subcutânea (EGS; mm) de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	19
Tabela 7 –	Valores médios da profundidade do <i>Longissimus dorsi</i> na lombar (PLDL; cm) de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	20
Tabela 8 –	Valores médios da espessura de gordura subcutânea na lombar (EGSL; mm) de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	21
Tabela 9 –	Coefficiente de correlação de Pearson entre as características <i>in vivo</i> e as características de carcaça de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	22
Tabela 10 –	Valores médios de intensidade de amarelo (b*) do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	23
Tabela 11 –	Valores médios de saturação de cor (c*), tonalidade da cor (H), luminosidade (L*) e intensidade de vermelho (a*) para o músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	24
Tabela 12 –	Valores médios de saturação de cor (c*), tonalidade da cor (H), luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo	

	(b*) para o músculo <i>Semimembranosus</i> de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	24
Tabela 13 –	Valores médios de pH do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	25
Tabela 14 –	Valores médios da força de cisalhamento (kgf) do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	26
Tabela 15 –	Valores médios capacidade de retenção de água (CRA) e perda de peso por cocção (PPC) para o músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.....	27
Tabela 16 –	Valores médios de pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) para o músculo <i>Semimembranosus</i> de cordeiros Santa Inês submetidos de diferentes classes sexuais à restrição alimentar.....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	01
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1	Restrição alimentar.....	03
2.2	Classes Sexuais.....	04
2.3	Ultrassonografia.....	04
2.4	Atributos de qualidade da carne.....	05
2.4.1	<i>pH</i>.....	05
2.4.2	<i>Cor</i>.....	06
2.4.3	<i>Capacidade de retenção de água</i>.....	07
2.4.4	<i>Perda de peso por cocção</i>.....	07
2.4.5	<i>Maciez</i>.....	08
3	MATERIAL E METODOS.....	10
3.1	Local e período experimental.....	10
3.2	Manejo experimental.....	10
3.3	Avaliação <i>in vivo</i>.....	11
3.4	Procedimento de abate.....	12
3.5	Análises laboratoriais.....	13
3.6	Análises estatísticas.....	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1	Características <i>in vivo</i>.....	17
4.2	Avaliação da qualidade da carne.....	22
5	CONCLUSÃO.....	30
	REFERENCIAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de carne ovina passa por mudanças, em virtude da preocupação do consumidor com o que vem ingerindo. Atualmente a busca vem sendo por uma carne com menor teor de gordura por parte do consumidor, ou seja, um produto mais saudável, enquanto que o criador procura otimizar sua produção e oferecer animais mais precoces (BONAGURIO, 2001). O mercado brasileiro é abastecido, principalmente, por carne ovina de baixa qualidade, gerando inibição ao consumo e tabus alimentares entre os consumidores.

A qualidade da carne ovina está relacionada a fatores inerentes ao animal, tais como, a nutrição e manejo pré e pós abate, que incluem processamento e conservação das carcaças (SILVA e PIRES, 2000; GARCIA *et al.*, 2000). Para o produtor, qualidade é um atributo que agrega um preço mais elevado ao produto e para o consumidor, a qualidade implica em satisfação no consumo (OSÓRIO *et al.*, 2008). Fatores, como hábito alimentar e poder aquisitivo, interferem no consumo da carne ovina. No entanto, alguns autores relataram que para a expansão e consolidação do mercado da carne ovina no Brasil é necessário que as carcaças produzidas tenham qualidade, sendo fundamental a padronização das mesmas em função de tamanho, percentual de músculos, cobertura de gordura subcutânea e teor de gordura adequado ao mercado (BUENO *et al.*, 2000; SIQUEIRA *et al.*, 2001a).

No entanto, o nível nutricional da carne, segundo Sainz (1996), está relacionado ao conteúdo de gordura na carcaça, sobretudo em animais alimentados com elevada quantidade de concentrado. Segundo o referido autor, o nível nutricional influencia pH, cor, maciez e perdas de peso ao cozimento da carne, que são propriedades que determinam atributos para a comercialização, como aparência e adaptabilidade aos processamentos industriais.

A carne ovina vem se sobressaindo ao longo das décadas como opção dentre as carnes vermelhas, devido ao seu valor nutricional e por suas qualidades organolépticas. O estudo dos aspectos qualitativos das carcaças ovinas torna-se importante, devido às peculiaridades dos sistemas de produção e dos genótipos utilizados (SIQUEIRA e FERNANDES, 2000). A qualidade da carne é determinada basicamente pela maciez, suculência e o sabor, porém, são muitos os fatores de variação na qualidade final da carne, e esses são divididos em fatores intrínsecos, como: espécie, tipo de músculo, idade e indivíduo, e extrínsecos: estresse pré-abate, alimentação, tempo de jejum, exercício, promotores do

crescimento, estimulação elétrica, tipo de abate e temperatura de conservação da carne (OSÓRIO *et al.*, 2008).

As características indicadoras da qualidade de carne e produtividade da carcaça podem ser presumidas em animais vivos utilizando a ultrassonografia para disponibilizar informações quantitativas precisas e objetivas da composição corporal (KARSBURG, 2003). A utilização do ultrassom tem se mostrado uma técnica eficiente para avaliar a gordura subcutânea *in vivo*, o desenvolvimento muscular; bem como para estimar a qualidade e o melhor momento para o abate dos animais (SILVA *et al.*, 2003).

Em virtude da alimentação constituir um dos maiores custos na produção animal, a restrição alimentar torna-se uma técnica alternativa para redução de despesas na criação de ovinos (YAÑEZ *et al.*, 2006). Segundo o referido autor, busca-se um ponto de equilíbrio entre evitar a diminuição na qualidade da carne e o maior retorno econômico para o produtor.

A classe sexual influencia a composição do ganho em peso, o crescimento muscular e a deposição de gordura na carcaça, por conseguinte, interfere nos atributos de qualidade, principalmente a cor e a maciez da carne (PÁDUA *et al.*, 2004). Segundo Kirton (1983) animais de diferentes classes sexuais tendem a apresentar diferentes pesos e idades ao chegarem ao ponto de abate, geralmente animais não castrados produzem carcaça maior proporção de músculos e menos gordura que animais castrados em uma mesma idade.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a utilização da ultrassonografia e a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Restrição alimentar

A limitação quantitativa e qualitativa de nutrientes fornecidos pelos alimentos, resulta em um estresse nutricional, que impede o animal de expressar todo o seu potencial de crescimento tendo consequências diretas no seu desempenho e na sua composição corporal (RYAN, 1990).

A redução no fornecimento de alimentos para os animais por um período de tempo, vem se tornando uma estratégia de manejo alimentar, que visa minimizar a baixa disponibilidade de alimentos provocada pela escassez de chuvas no Nordeste do Brasil. A restrição alimentar pode ocorrer quando um animal deixa de receber as quantidades necessárias de qualquer nutriente dietético por ele requerido. Porém, deve-se estabelecer o nível de restrição mínimo para evitar a diminuição na qualidade da carcaça e carne. Ben Salem e Smith (2008) afirmaram que a relação custo benefício é um fator que influencia a adoção da técnica de restrição alimentar pelos ovinocultores.

Segundo Chlad (2008), quando o animal passa por um longo período de restrição alimentar o organismo desenvolve mecanismos para amenizar as perdas causadas pela menor ingestão de alimentos. O referido manejo alimentar ocasiona baixos índices de ganho de peso ou ausência do mesmo, e pode, em alguns casos, culminar em perda de peso. O ideal é que a quantidade de alimento ofertada aos animais, para atingir o melhor ajuste da quantidade ingerida, proporcione o melhor ganho de peso e reduza os custos com alimentação por quilograma de carcaça fria (PEREIRA FILHO *et al.*, 2005).

Comparando tipos de alimentação, Asghar *et al.* (1979) observaram que cordeiros mantidos em diferentes planos nutricionais, como submanutenção, manutenção e *ad libitum* apresentaram diferença para a perda de peso por cocção (PPC) no músculo *Longissimus dorsi*, em que uma menor PPC foi detectada nos animais em restrição alimentar (29,83%), sendo superior nos cordeiros alimentados *ad libitum* (35,87%), os quais apresentaram maior quantidade de gordura.

2.2 Classes sexuais

A classe sexual constitui outro fator que pode influenciar a qualidade das carcaças e da carne dos animais. Geralmente, em machos não castrados, verifica-se maior velocidade de crescimento e maior rendimento de carcaça, em relação aos castrados (CARVALHO *et al.*, 2005). Portanto, do ponto de vista produtivo, com a utilização de machos não castrados, proporcionará maior quantidade de carne e menor quantidade de gordura, com peso vivo semelhante (KIRTON, 1983).

Com o abate precoce dos animais, não haverá influência da testosterona, portanto, menores serão as diferenças entre as classes sexuais. No entanto, quando os animais são abatidos, tardiamente maiores serão as diferenças entre castrados e não castrados. Efeitos do sexo e peso de abate na composição da carcaça e na qualidade da carne de cordeiros de algumas raças já foram relatados (BERIAIN *et al.*, 2000; SANTOS *et al.*, 2007).

A testosterona é precursora do desenvolvimento muscular, atuando sobre a qualidade da carne e composição da carcaça de cordeiros, o que determinaria maior proporção de osso e músculo nos machos não castrados em relação aos castrados, o inverso ocorrendo para a proporção de gordura.

2.3 Ultrassonografia

A técnica da ultrassonografia contribui para predizer o ponto ideal de abate dos animais nos diferentes sistemas de produção, sendo utilizada para a obtenção do valor mínimo da espessura de gordura subcutânea, o qual depende da espécie e da cultura do mercado consumidor, sendo indicado para prevenir elevadas perdas por resfriamento (STANFORD *et al.*, 2001). A referida metodologia pode, inclusive auxiliar na identificação de práticas de manejo e nutrição que otimizem o acompanhamento do desenvolvimento muscular, a deposição de gordura e na seleção de animais de crescimento rápido e com bom rendimento de cortes cárneos (SUGISAWA, 2002).

As principais características de carcaça avaliadas por ultrassonografia são a área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS), entre a 12^a e 13^a costelas, e, entre a 3^a e 4^a vértebras lombares, a profundidade do músculo (PLDL) e a espessura de gordura na lombar (EGSL). Segundo Andrighetto *et al.* (2009), a AOL, está diretamente

relacionada à quantidade de músculos e deve ser considerada no estudo das características de carcaça como indicador do desenvolvimento muscular e do rendimento de cortes de alto valor comercial. Todavia, os principais fatores que podem ocasionar as diferenças entre as medidas ultrassonográficas e da carcaça são: o método de remoção do couro, podendo ser retirada quantidade variável da camada de gordura; o método de suspensão da carcaça, que provoca mudanças na sua conformação, o desenvolvimento do *rigor mortis*, mensuração inadequada da AOL e o corte incorreto na secção da 12^a e 13^a costela (BRETHOUR, 1992; PERKINS *et al.*, 1992; ROBINSON *et al.*, 1992; BERGEN *et al.*, 1996).

Embora as medidas de AOL e EGS realizadas por ultrassom sejam acuradas, torna-se evidente a necessidade de mais estudos nessa área para obtenção de metodologias mais adequadas e de maior aplicação prática (LANDIM, 2005), principalmente no que se refere aos ovinos e aos locais de captura das imagens. A avaliação *in vivo* por ultrassonografia destaca-se portanto, como uma ferramenta para prever as medidas de AOL, EGS, PLDL e EGLS, identificando assim a habilidade de cada animal para produção de carne com qualidade.

2.4 Atributos de qualidade da carne

2.4.1 pH

Rübensam (2000) afirma que o pH exerce influência direta e indireta sobre as características de qualidade da carne, como a cor, capacidade de retenção de água, maciez, suculência e sabor. A diminuição do pH muscular, devido ao acúmulo de ácido lático no músculo, ocasiona mudanças *post mortem* que ocorrem no processo de conversão do músculo em carne (FORREST *et al.*, 1975). A acidificação muscular varia entre 5,4 a 6,0, sendo que o pH final varia inversamente à taxa de glicogênio no momento do abate (ROSA *et al.*, 2009). Os músculos da perna tendem a apresentar pH mais baixo, em função de desenvolverem maiores atividades físicas, em relação aos outros músculos (OSÓRIO *et al.*, 1998).

Segundo Bonagurio (2001), as condições de abate e susceptibilidade do animal ao estresse 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.

Hopkins *et al.* (1995a; 1995b) avaliaram a qualidade da carne por meio de medições da cor e do pH no músculo *Longissimus dorsi*. Segundo os referidos autores, diferenças na cor da carne ocorrem se um componente nutricional apresenta um efeito direto na mioglobina muscular, mas tal efeito é considerado raro.

2.4.2 Cor

Segundo O'Sullivan *et al.* (2003) e Sarantópoulos e Pizzianatto (1990), um dos principais indicativos de frescor e qualidade da carne é a cor. Norman *et al.* (2004) relataram que a cor influencia na intenção da compra, tratando-se, portanto, de uma característica da carne *in natura*. De acordo com Felício (1999), a cor da carne reflete a quantidade e o estado químico de seu principal pigmento, a mioglobina, a qual pode se apresentar de formas diferentes conferindo colorações diferentes à carne: mioglobina reduzida (Mb), contendo íon ferroso hidratado no grupo, com coloração vermelho púrpura; oximioglobina (O₂Mb), contendo íon ferros oxigenado no grupo heme, de coloração vermelho brilhante; ou metamioglobina (MetMb), contendo íon férrico no grupo heme, de coloração marrom. O tipo de tecido muscular é um dos fatores que mais influem na cor da carne, já que cada músculo possui diferentes características, como o tipo metabólico, conteúdo de pigmentos e quantidade de gordura intramuscular (CEZAR e SOUSA, 2007).

O sistema de representação de cor mais adequado para a avaliação da cor da carne é o CIELAB, desenvolvido pela Commission Internationale de E'clairage (CIE). Segundo Cezar e Sousa (2007), a cor da carne pode ser identificada com o auxílio das coordenadas *c** que diz respeito à saturação da cor, esse parâmetro transmite a sensação de cores brilhantes ou foscas; *H* que refere-se à tonalidade da cor; *L** que corresponde à luminosidade e está mais relacionada a 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 a intensidade de amarelo, seus valores na carne estão relacionados ao conteúdo de metamioglobina.

De acordo com Pardi *et al.* (1993), espécie animal, idade, sexo, músculo e sua atividade física (a qual influencia a concentração de mioglobina nas células), são algumas fontes de variação na cor da carne. Sañudo *et al.* (1996) ressaltam que mudanças no sistema

de produção podem influenciar na cor da carne, entre elas a nutrição, a idade de abate e os exercícios a que os animais são expostos. Além disso, a cor da carne também pode ser influenciada pelo pH e capacidade de retenção de água (SCHÄFER *et al.*, 2002; RÜBENSAM, 2000).

2.4.3 Capacidade de Retenção de Água

A capacidade de retenção de água pode ser definida como a capacidade da carne em reter água após a aplicação de forças externas, sendo um parâmetro físico-químico que no momento da mastigação se traduz em uma sensação de suculência pelo consumidor (SILVA SOBRINHO, 2001). Segundo Pardi *et al.* (1993), algumas alterações observadas na capacidade de retenção de água estão relacionadas as interações entre proteínas musculares e a água livre.

A qualidade final da carne pode apresentar fatores negativos, devido à baixa capacidade de retenção de água implicando em impactos negativos na aparência da carne fresca, com perda importante da suculência e diminuição da maciez (SCHÄFER *et al.*, 2002).

A indústria frigorífica pode atingir perdas econômicas se a carne apresentar baixa capacidade de retenção de água, devido à perda de peso das carcaças e valor nutritivo da carne. Quando a carne apresenta baixa capacidade de retenção de água, junto com a água exsudada, são perdidas proteínas solúveis, vitaminas e minerais da carne fresca ou mesmo à evaporação da água no processamento, gerando preocupação em aperfeiçoar esta variável (BONAGURIO, 2001). A quantidade exsudada irá influenciar a cor, textura e firmeza da carne crua e o sabor e odor da carne cozida.

2.4.4 Perda de Peso por Cocção

A perda de peso por cocção está associada ao rendimento da carne no momento do consumo (PARDI *et al.*, 1993). Essa é uma característica influenciada pela capacidade de retenção de água nas estruturas da carne (BOUTON *et al.*, 1971). A gordura existente na carne é derretida por ação do calor, que é registrada também como perda no cozimento (PARDI *et al.*, 1993). As perdas de líquido ocorrem durante o processo de preparo da carne para o consumo, sendo calculadas de forma simples e rápida pela diferença entre os pesos inicial e final da amostra (LAWRIE, 2005).

Hopkins e Forgaty (1998) estudando seis genótipos de ovinos divididos em machos criptorquídeos e fêmeas, analisaram que o grupo de fêmeas, tanto para o músculo *Longissimus dorsi*, quanto para o *Semimembranosus* apresentou o mesmo comportamento para a perda de peso por cozimento entre os grupos genéticos. No entanto, os animais criptorquidas foram diferentes entre as raças, com o cruzamento Texel com Merino e Poll Dorset com Merino, apresentando maior perda de água, demonstrando assim a influência do sexo sobre a perda de peso por cocção da carne.

A perda de peso por cocção está relacionada ao processo de contração muscular e teor de gordura no músculo, portanto quando ocorre uma contração muscular mais intensa a carne terá maior perda de água no momento do cozimento (BONAGURIO, 2001). A gordura previne os efeitos do “cold shortening”, protegendo a integridade das células e diminuindo a perda de água no momento do cozimento.

2.4.5 Maciez

A maciez é um dos fatores determinantes das características organolépticas da carne, sendo definida como a facilidade de mastigar a carne com sensações distintas: facilidade de penetração e corte, resistência à ruptura e sensação de resíduo (SILVA SOBRINHO 2001). A maciez da carne está relacionada diretamente com as estruturas proteicas e os tecidos conjuntivo e muscular, com o tecido conjuntivo em maior destaque, pois apresenta duas proteínas fibrilares relacionadas diretamente à textura da carne, o colágeno e a elastina (OSÓRIO *et al.*, 2008). O colágeno é o principal responsável pela textura da carne, pois é pouco influenciado pela maturação (PÉREZ e CARVALHO, 2003).

A elevação da idade de abate apresenta a desvantagem de diminuir a maciez da carne devido ao aumento da espessura das fibras musculares, bem como promove elevação da quantidade de gordura, diminuição de ossos e mudança nos músculos (OSÓRIO *et al.*, 2001). A taxa de crescimento possibilita que os animais sejam abatidos com um peso de carcaça adequado, e quanto mais jovem o animal mais macia será a carne (ROSA *et al.*, 2009).

A força de cisalhamento é um dos principais atributos para avaliação da maciez da carne, portanto quanto menor for a força de cisalhamento, mais macia será a carne. Sañudo (2002), relatou que valores crescentes ou decrescentes para força de cisalhamento podem ser encontrados em animais jovens, de acordo com a idade de abate, provavelmente em função de interações entre diferentes taxas de deposição de colágeno e gordura no músculo do animal.

Segundo classificação de Cezar e Sousa (2007), a textura da carne será classificada em 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, extremamente dura se resistiu à pressão acima de 5,44 kgf.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período experimental

O estudo teve duração de 100 dias, estendendo-se de outubro/2013 a janeiro/2014 e foi conduzido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. O município de Fortaleza situa-se na zona litorânea, a 15,49m de altitude, 30°43'02" de latitude sul e 38°32'35" de longitude oeste. A precipitação média anual é de 1.378,3mm. Durante o período experimental a temperatura média dentro das baias foi de 25,71°C e a umidade relativa média do ar foi de 74,67% (dados obtidos com a utilização de sensores conectados a "dataloggers" instalados nas baias experimentais).

3.2 Manejo experimental

Foram utilizados 30 cordeiros Santa Inês, com 60 dias de idade, aproximadamente, e peso corporal médio de $13,00 \pm 1,49$ kg. Antes do início do período experimental, os cordeiros foram identificados com brincos numerados, vermifugados (Ivermectina) e vacinados contra clostridiose. Foram fornecidos complexos vitamínicos comerciais (Potenay® e ADE) e aplicado antibiótico (pentabiótico) em todos os cordeiros. Posteriormente, os animais foram encaminhados a baias individuais, com piso de concreto coberto com cama de maravalha e equipadas com comedouro e bebedouro, onde permaneceram por 15 dias para adaptação à dieta e às condições experimentais.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2 (três níveis de restrição alimentar e duas classes sexuais), compondo dessa forma, seis tratamentos. Os animais foram então, aleatoriamente distribuídos nos tratamentos de acordo com o nível de restrição alimentar (0%, 30% e 60% de restrição) e classe sexual (castrado ou não castrado), de forma que para cada nível de restrição houvessem cinco animais castrados e cinco animais não castrados. Para as mensurações da ultrassonografia foi estabelecido inteiramente casualizado com parcela subdividida.

Nos tratamentos com restrição, a quantidade de alimento fornecida foi calculada em relação aos animais com 0% de restrição. As rações experimentais foram fornecidas aos animais, duas vezes ao dia as 08h e 16h e água *ad libitum*. Os animais com 0% de restrição alimentar receberam ração formulada conforme NRC (2007), para ganho médio diário de 200 g com relação volumoso:concentrado de 60:40.

3.3 Avaliação *in vivo*

As avaliações *in vivo* por ultrassonografia em tempo real foram realizadas utilizando-se equipamento da marca ALOKA 500, com sonda acústica de 11,5 cm e frequência de 3,5 MHz acoplado ao *notebook*. Para obter as mensurações, os animais foram contidos sobre uma superfície plana e, no lado esquerdo do animal, foi realizada tricotomia, limpeza e aplicação de gel para ultrassom, a fim de permitir boa transmissão e recepção das ondas ultrassonográficas. Para a mensuração da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS), o transdutor foi disposto de maneira perpendicular ao comprimento do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e a 13^a costela; ao passo que, para as mensurações da espessura de gordura subcutânea na lombar (EGSL) e da profundidade do *Longissimus dorsi* na lombar (PLDL), o transdutor foi disposto de maneira longitudinal, entre a 3^a e 4^a vértebras lombares (TEIXEIRA *et al.*, 2006; RIPOLL *et al.*, 2009). Nas figuras 1 e 2 podem ser observadas as imagens para medição da AOL, EGS, PLDL e EGSL respectivamente.

As avaliações *in vivo* foram realizadas quinzenalmente, totalizando 6 mensurações (Tabela 1). Os vídeos obtidos foram armazenados e posteriormente editados para se capturar três imagens/animal, as quais foram analisadas utilizando-se o programa Image J (Image J, National Institute of Health, Millersville, USA). Foi obtida uma média/animal dos valores encontrados para cada variável, por dia de mensuração.

Tabela 1 – Data das avaliações *in vivo*

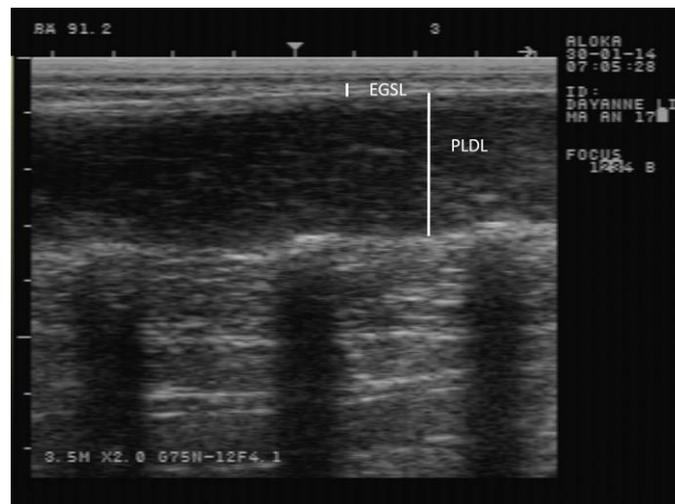
Idade	Data da Medida
85	25/11/2013
100	08/12/2013
115	22/12/2013
130	06/01/2014
145	21/01/2014
160	27 a 30/01/2014

Figura 1 – Imagem para medição da AOL e EGS.



Fonte: Dayanne Lima de Sousa (Arquivo pessoal).

Figura 2 – Imagem para medição da PLDL e EGSL.



Fonte: Dayanne Lima de Sousa (Arquivo pessoal).

3.4 Procedimento de abate

Para acompanhamento do ganho de peso corporal os animais foram pesados a cada 15 dias. A duração do experimento foi determinada pelo tempo necessário para que a média do peso corporal 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 posteriormente, submetidos a jejum de alimentos sólidos e água por 18 horas. Como procedimento de abate, os animais foram insensibilizados por atordoamento na região atlanto-occipital, seguido de sangria por meio da secção da carótida e jugular. As patas, cabeça e demais componentes internos foram removidos e pesados, a carcaça foi então pesada, obtendo-se o peso da carcaça quente (PCQ). Posteriormente, as carcaças foram transportadas

para câmara frigorífica a 4°C por 24h. Após o período de resfriamento, as carcaças foram pesadas, obtendo-se o peso da carcaça fria (PCF).

A leitura de pH da carcaça foi realizada no músculo *Longissimus dorsi* 24 horas após o abate com o auxílio de um peagâmetro digital portátil (Digimed®, modelo DM20) dotado de eletrodo de inserção, com resolução de 0,01 unidades de pH (BRESSAN *et al.*, 2001). A meia carcaça esquerda foi subdividida em oito regiões anatômicas, conhecidas por cortes comerciais (paleta, perna, lombo anterior e posterior, costela, pescoço, peito e fraldinha) e os cortes lombo posterior e pernil foram embalados a vácuo e armazenados em freezer a -18 °C para posteriores análises laboratoriais.

3.5 Análises laboratoriais

No Laboratório de nutrição animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará os ingredientes (milho grão moído e farelo de soja), a ração concentrada e o feno de capim tifton-85, foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), de acordo os procedimentos recomendados pela AOAC (1990). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo Van Soest *et al.* (1991). Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram obtidos conforme Sniffen *et al.* (1992), de acordo com a fórmula $\%CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ e os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999): $\% CNF = 100 - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%MM)$, onde FDN_{cp} é a fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado de acordo com Weiss (1999): $NDT = PBd + CNFd + FDN_{cpd} + EEd \times 2,25$; onde PBd, CNFd, FDN_{cpd} e EEd correspondem a proteína bruta digestível, carboidratos não fibrosos digestíveis, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível e extrato etéreo digestível, respectivamente.

A composição químico-bromatológica do feno de capim tifton-85 e dos ingredientes que compõem a ração concentrada, assim como a da ração experimental, é apresentada nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2 – Composição químico-bromatológica dos ingredientes em g kgMS⁻¹.

Nutrientes	Feno de capim Tifton-85	Milho grão moído	Farelo de soja	Ração concentrada
MS ¹	929,58	900,57	901,22	897,51
PB ²	110,61	77,01	532,05	291,10
MM ³	66,95	15,04	70,34	55,10
EE ⁴	15,32	66,30	11,84	32,11
FDN ⁵	707,70	152,95	193,86	168,22
FDNcp ⁶	673,52	141,28	128,03	123,37
FDA ⁷	352,97	25,96	85,96	57,76
CHOT ⁸	807,12	841,65	385,77	621,68
CNF ⁹	133,60	700,37	257,74	520,71

¹Matéria seca, ²Proteína bruta, ³Matéria mineral, ⁴Extrato etéreo, ⁵Fibra em detergente neutro, ⁶Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, ⁷Fibra em detergente ácido, ⁸Carboidratos totais, ⁹Carboidratos não fibrosos.

Tabela 3 – Composição percentual e químico-bromatológica da ração experimental.

Ingredientes (%MN)	
Feno de capim Tifton 85	60
Concentrado ¹	40
Milho grão moído	20,07
Farelo de soja	19,23
Calcário	0,19
Fosfato bicálcico	0,41
Cloreto de sódio	0,07
Premix ²	0,03
Composição bromatológica (g kgMS ⁻¹)	
MS ³	918,10
PB ⁴	184,14
MM ⁵	56,73
EE ⁶	24,78
FDN ⁷	492,60
FDNcp ⁸	456,49
FDA ⁹	233,52
CHOT ¹⁰	727,37
CNF ¹¹	270,29
NDT ¹²	558,02

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, ³Matéria seca, ⁴Proteína bruta, ⁵Matéria mineral, ⁶Extrato etéreo, ⁷Fibra em detergente neutro, ⁸Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, ⁹Fibra em detergente ácido, ¹⁰Carboidratos totais, ¹¹Carboidratos não fibrosos, ¹²Nutrientes digestíveis totais

As amostras do músculo *Longissimus lumborum* e do músculo *Semimembranosus* foram analisadas no Laboratório de Carnes e Pescado do Departamento de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da UFC. Após descongelamento durante 24 horas à temperatura de 10 °C, com auxílio de bisturi e faca, foi separado de cada peça um músculo representativo do lombo (*Longissimus lumborum*) e da perna (*Semimembranosus*) para determinação das seguintes características de qualidade de carne: cor, pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC). A medida objetiva da cor foi realizada no Laboratório de Controle de Qualidade do Departamento de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da UFC, utilizando o colorímetro Minolta® CR400 (Minolta Co., Osaka, Japan), medindo-se L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha) e b* (intensidade da cor amarela) do sistema CIE (Commissiom Internationale de l'Eclairage), c*(saturação da cor) e H (tonalidade da cor). 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. Foram realizadas três medidas, em três locais diferentes dos músculos, anotando-se os valores médios de L*, a*, b*, c* e H.

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 triplicata e colocadas em béqueres. Em seguida, foram adicionados 10 g de água destilada e homogeneizadas com bastão de vidro por 1 minuto e posteriormente 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 (CANAQUE e SANUDO, 2000).

Para avaliar a CRA, 5 g de carne triturada de cada músculo foram pesadas em triplicata, distribuídas em tubos de ensaio e adicionadas 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 centrifuga 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.*, 1993).

Para avaliar a PPC, foram retirados três segmentos retangulares de carne com 2,5 cm de espessura 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 em que a PPC foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ de líquido perdido} = \frac{(M_o - M_f) \times 100}{M_o} \quad (1)$$

M_o = Massa de carne fresca
M_f = Massa da carne cozida

Para avaliação da FC, seis cilindros simétricos das amostras cozidas com 1,6 cm e 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 5mm/s a uma distância de 25mm.

3.6 Análises Estatísticas

As medidas de AOL, EGS, PLDL, EGSL, pH da carcaça, L*, a*, b*, c* e H, pH, CRA, PPC, FC dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus*, foram submetidas à análise de variância (PROC GLM) utilizando o Sistema de Análises Estatísticas – SAS (SAS, 2003). Os dados foram expressos em média e desvio padrão e comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Foi realizado estudo das correlações simples de Pearson para avaliar o grau de associação entre as características *in vivo* e as características de carcaça.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características *in vivo*

Não houve interação significativa entre os níveis de restrição e a classe sexual para área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), profundidade do *Longissimus dorsi* na lombar (PLDL) e espessura de gordura subcutânea na lombar (EGSL) no momento do abate (Tabela 4). A AOL, a EGS, a PLDL e a EGSL apresentaram valores médios reduzidos, em função do aumento no nível de restrição alimentar ($P < 0,05$). A redução observada nas variáveis à medida que aumentou o nível de restrição alimentar, pode ser explicada pela menor ingestão alimentar.

Tabela 4 – Valores médios para área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), profundidade do *Longissimus dorsi* na lombar (PLDL) e espessura de gordura subcutânea na lombar (EGSL) no momento do abate de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

Variável	Classe Sexual		Nível de Restrição		
	Não Castrado	Castrado	0%	30%	60%
AOL (cm ²)	17,36 ^A	14,89 ^B	20,91 ^a	17,66 ^b	10,43 ^c
EGS (mm)	4,35	4,35	5,28 ^a	4,49 ^b	3,37 ^c
PLDL (cm)	8,53	7,70	10,10 ^a	8,28 ^b	6,20 ^c
EGSL (mm)	4,29 ^B	4,53 ^A	5,84 ^a	4,30 ^b	3,22 ^c

^{A, B} Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha são diferentes entre si para classe sexual pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

^{a, b} Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha são diferentes entre si para níveis de restrição pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A velocidade de crescimento muscular e a deposição de gordura nos animais é influenciada pela classe sexual, sendo que o maior desenvolvimento muscular é observado nos machos não castrados, pois os animais castrados apresentam maior deposição de gordura (GONZAGA NETO *et al.*, 2006). No presente trabalho, a AOL foi maior nos animais não

castrados, e a EGSL foi maior nos animais castrados. Para EGS e PLDL não foram encontradas diferenças significativas ($P>0,05$) em relação as classes sexuais.

Houve interação entre os níveis de restrição alimentar e a idade dos animais. Pode-se inferir que houve redução na AOL à medida que se aumentou o nível de restrição alimentar (Tabela 5). Houve aumento da AOL dentro de cada nível de restrição alimentar com o aumento na idade dos animais ($P<0,05$). Owens e Gardner (2000) observaram que a AOL aumenta à medida que aumenta o peso da carcaça, pois a mesma está relacionada à proporção de músculo na carcaça e o crescimento dos animais.

Tabela 5 – Valores médios da área de olho de lombo (AOL; cm^2) de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

Idade (dias)	Nível de Restrição		
	0%	30%	60%
85	12,96 ^{aF}	11,22 ^{bE}	6,41 ^{cE}
100	15,12 ^{aE}	12,55 ^{bD}	7,42 ^{cD}
115	16,69 ^{aD}	13,89 ^{bC}	8,12 ^{cCD}
130	17,79 ^{aC}	14,65 ^{bC}	8,67 ^{cBC}
145	18,75 ^{aB}	15,50 ^{bB}	9,19 ^{cB}
160	20,91 ^{aA}	17,66 ^{bA}	10,43 ^{cA}

^{a-c} Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

^{A-F} Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Foi observada interação significativa entre a idade dos animais e os níveis de restrição alimentar para a EGS (Tabela 6). Os animais alimentados *ad libitum* apresentaram maior EGS em todas as idades, exceto na segunda mensuração que foi semelhante aos animais submetidos a 30% de restrição alimentar. A EGS apresentou deposição crescente dentro de cada nível de restrição em função do avanço da idade dos animais.

Tabela 6 – Valores médios da espessura de gordura subcutânea (EGS; mm) de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

Idade	Nível de Restrição		
	0%	30%	60%
85	3,03 ^{aF}	2,55 ^{bE}	1,94 ^{cD}
100	3,50 ^{aE}	3,25 ^{aD}	2,29 ^{bC}
115	4,19 ^{aD}	3,63 ^{bC}	2,87 ^{cB}
130	4,49 ^{aC}	3,87 ^{bC}	2,78 ^{cB}
145	4,80 ^{aB}	4,13 ^{bB}	2,93 ^{cB}
160	5,28 ^{aA}	4,49 ^{bA}	3,37 ^{cA}

^{a-c} Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{A-F} Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A EGS está relacionada à precocidade de crescimento e de acabamento do animal e com a quantidade total de gordura acumulada em sua carcaça, sendo desejável um nível de gordura mediano – acima de 2 até 5 mm – valores semelhantes ao encontrado no presente trabalho, para garantir a proteção necessária das massas musculares durante o resfriamento e as boas características sensoriais da carne (LUCHIARI FILHO, 2000; FERNANDES e FERNANDES, 2005; LUZ e SILVA e FIGUEIREDO, 2006; OSÓRIO *et al.*, 2008; OSÓRIO e SILVA SOBRINHO, 2008). Portanto, pode-se inferir que a redução na quantidade de matéria seca, para os animais submetidos a 30 e 60 % de restrição alimentar, não comprometeu a deposição de gordura. Os animais apresentaram níveis de gordura suficientes para proteção da carne as baixas temperaturas de armazenamento, impedindo o excesso de perda de água pela carne e prevenindo perdas de qualidade, demonstrando assim a importância da cobertura de gordura na carcaça.

Para a PLDL houve interação significativa entre a idade dos animais e os níveis de restrição alimentar (Tabela 7). Houve redução no tamanho do músculo com a elevação dos níveis de restrição alimentar em todas as idades dos animais (P<0,05). Os animais em consumo *ad libitum* apresentaram valores crescentes para PLDL, comportamento semelhante ao observado para os níveis de 30 e 60%, crescimento esperado em função do aumento de tamanho dos animais.

Tabela 7 – Valores médios da profundidade do *Longissimus dorsi* na lombar (PLDL; cm) de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

Idade	Nível de Restrição		
	0%	30%	60%
85	6,64 ^{aE}	5,62 ^{bE}	4,29 ^{cD}
100	7,46 ^{aD}	6,31 ^{bD}	4,87 ^{cC}
115	8,31 ^{aC}	7,12 ^{bC}	5,04 ^{cC}
130	8,76 ^{aBC}	7,19 ^{bC}	5,22 ^{cC}
145	9,00 ^{aB}	7,71 ^{bB}	5,66 ^{cB}
160	10,10 ^{aA}	8,28 ^{bA}	6,20 ^{cA}

^{a-c}Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{A-E}Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A PLDL é uma das características que indica o crescimento muscular, pois geralmente o músculo *Longissimus dorsi* apresenta maturidade tardia e é um importante indicador do rendimento do corte de alto valor comercial lombo. Segundo Hashimoto *et al.* (2007), a profundidade do músculo *Longissimus dorsi* pode prever a quantidade de músculo da carcaça, sendo portanto uma variável importante de avaliação de crescimento dos animais. Os animais com 30 e 60% de restrição obtiveram menor proporção de músculo e tamanho do lombo. Podemos inferir que mesmo os animais submetidos aos níveis de 30 e 60 % restrição alimentar, apresentaram crescimento da PLDL podendo estar relacionado a ajustes de mecanismos fisiológicos provocados pelo menor consumo de nutrientes e ao aumento na idade dos animais. Dentre estes ajustes estão as prováveis alterações nas concentrações de alguns hormônios como insulina e leptina (SOUZA *et al.*, 2009). Segundo Catunda *et al.*, (2014), um dos principais papéis da leptina parece ser auxiliar os animais a se adaptarem a períodos de subnutrição.

Com relação à EGSL, foi observada interação entre a idade dos animais e os níveis de restrição alimentar (Tabela 8). Houve redução da EGSL com a elevação dos níveis de restrição alimentar em todas as idades, exceto para a primeira e terceira mensuração, nos quais foram observados valores semelhantes para os níveis de 0 e 30%.

Tabela 8 – Valores médios da espessura de gordura subcutânea na lombar (EGSL; mm) de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

Idade	Nível de Restrição		
	0%	30%	60%
85	2,93 ^{aE}	2,80 ^{aE}	1,90 ^{bE}
100	3,53 ^{aD}	3,09 ^{bD}	2,36 ^{cD}
115	3,85 ^{aC}	3,63 ^{aC}	2,58 ^{bCD}
130	4,19 ^{aB}	3,78 ^{bBC}	2,70 ^{cBC}
145	4,41 ^{aB}	4,03 ^{bB}	2,84 ^{cB}
160	5,84 ^{aA}	4,30 ^{bA}	3,22 ^{cA}

^{a-c} Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{A-E} Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os animais apresentaram valores crescentes para EGSL dentro de cada nível de restrição alimentar a que foram submetidos. No entanto, o discreto crescimento da EGSL observado nos animais submetidos a 30 e 60% de restrição pode ser explicado pelo menor consumo de matéria seca. A oferta de alimentos para os animais submetidos a 30 e 60% de restrição alimentar foi calculada com base no grupo dos animais alimentados *ad libitum* e estiveram bem próximas das exigências de manutenção, situação na qual os animais não ganham e não perdem peso, justificando o menor ganho em EGSL. São escassos trabalhos que avaliam o desenvolvimento do *Longissimus dorsi* e espessura de gordura subcutânea na lombar em ovinos, podendo tais medidas ser utilizadas para avaliar o ganho em massa muscular e deposição de gordura.

Foram observadas correlações, (P<0,0001) entre as avaliações *in vivo* e as características de carcaça (Tabela 9). A AOL por ultrassonografia foi correlacionada com a medida na carcaça pós-abate (P<0,0001), demonstrando a eficiência do método. Os valores de AOL, EGS, PLDL, EGSL e AOLC influenciam os pesos de carcaça quente (PCQ) e peso de carcaça fria (PFC), portanto justifica a alta correlação apresentada. A ultrassonografia é uma técnica de que permite mensurações precisas do desenvolvimento do tecido animal e da

composição da carcaça, portanto confirmando a alta correlação encontrada com os PCQ e PCF.

Tabela 9 – Coeficiente de correlação de Pearson entre as avaliações *in vivo* e as características de carcaça de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

Variável	EGS	PLDL	EGSL	PCQ	PCF	AOLC
AOL	0,81953*	0,92405*	0,72706*	0,89172*	0,89153*	0,72634*
EGS		0,81270*	0,90014*	0,93272*	0,93642*	0,71814*
PLDL			0,75696*	0,89402*	0,89430*	0,79257*
EGSL				0,91099*	0,91418*	0,75268*
PCQ					0,99954*	0,77347*
PCF						0,77750*

*P<0,0001;

AOL-Área de olho de lombo, EGS- Espessura de gordura subcutânea, PLDL- Profundidade do *Longissimus dorsi* na lombar, EGSL- Espessura de gordura subcutânea na lombar, AOLC- Área de olho de lombo na carcaça.

Diversos são os fatores que podem influenciar o índice de correlação entre as características *in vivo* e na carcaça como: métodos de suspensão da carcaça, estabelecimento do *rigor mortis*, mensuração inadequada *in vivo* e *pós mortem*, limpeza insuficiente no local de captura da imagem, corte incorreto entre a 12^a e 13^a costelas, alteração na posição entre a imagem capturada e a mensuração na carcaça, e com grande relevância a experiência do técnico tanto no registro da imagem, quanto em relação à sua análise (PRADO *et al.*, 2004; ANDRIGHETTO, 2007).

4.2 Avaliação da qualidade da carne

Houve interação entre os níveis de restrição alimentar e as classes sexuais para a intensidade de amarelo (b*) no músculo *Longissimus lumborum* (P<0,05;Tabela 10). Para os animais não castrados, a intensidade de amarelo foi maior para o nível de 30% de restrição (P<0,05). Foi observada diferença significativa (P<0,05) entre as classes sexuais para o nível

de 0% de restrição, em que os animais castrados apresentaram valor superior aos não castrados para intensidade de amarelo.

Tabela 10 – Valores médios de intensidade de amarelo (b*) do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

Classe sexual	Nível de Restrição		
	0%	30%	60%
Não Castrado	8,34 ^{bB}	9,99 ^a	8,45 ^b
Castrado	10,16 ^A	9,24	9,81

^{a-b} Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{A-B} Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os resultados observados para intensidade de amarelo foram similares aos encontrados na literatura para ovinos da raça Santa Inês, os quais indicam valores para intensidade de amarelo (b*) variando entre 3,38 a 11,10 (SAÑUDO *et al.*, 2000; WARRIS, 2003; PRADO, 1999). Segundo Pinheiro *et al.* (2009), a intensidade de amarelo é mais significativa na cor da gordura, portanto justifica os animais castrados apresentarem maior intensidade de amarelo. As características da cor do músculo também podem ser influenciadas pela espécie, sexo, estresse pré-abate, idade do animal e tratamento pós-abate (BABIKER *et al.*, 1990; SHACKELFORD *et al.*, 1992; APPLE *et al.*, 1995).

Não houve interação significativa entre os níveis de restrição e a classe sexual para os aspectos de qualidade relacionados à saturação de cor (c*), tonalidade da cor (H), luminosidade (L*) e intensidade de vermelho (a*) para o músculo *Longissimus lumborum* (Tabela 11).

Pinheiro *et al.* (2009) avaliando a qualidade da carne no músculo *Longissimus lumborum* em machos adultos castrados, observaram valores de L* e a* de 34,36 e 19,48, respectivamente, diferindo dos encontrados no presente estudo.

Tabela 11 – Valores médios de saturação de cor (c^*), tonalidade da cor (H), luminosidade (L^*) e intensidade de vermelho (a^*) para o músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

Variável	Classe Sexual		Nível de Restrição		
	Não Castrado	Castrado	0%	30%	60%
c^*	14,79	15,21	15,33	15,30	14,43
H	40,56	40,13	41,80	39,14	40,26
L^*	42,76	45,89	41,29	45,43	45,80
a^*	11,12	11,63	11,16	11,83	11,09

Não houve interação significativa entre os níveis de restrição e a classe sexual para os aspectos de qualidade relacionados à saturação de cor (c^*), tonalidade da cor (H), luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) para o músculo *Semimembranosus* (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores médios de saturação de cor (c^*), tonalidade da cor (H), luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) para o músculo *Semimembranosus* de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

Variável	Classe Sexual		Nível de Restrição		
	Não Castrado	Castrado	0%	30%	60%
c^*	21,47	20,92	19,80 ^b	22,60 ^a	20,91 ^{ab}
H	23,96	19,98	25,71	19,28	21,50
L^*	44,67	47,46	41,31	46,85	49,42
a^*	19,01	19,32	17,00 ^b	20,86 ^a	19,41 ^{ab}
b^*	7,95 ^A	7,00 ^B	7,52	7,35	7,61

^{A, B} Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha são diferentes entre si para classe sexual pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

^{a, b} Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha são diferentes entre si para níveis de restrição pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Foram verificadas diferenças ($P < 0,05$) significativas em relação ao nível de restrição alimentar para saturação de cor (c^*) e intensidade de vermelho (a^*) e com relação à classe sexual para intensidade de amarelo (b^*). Os resultados de saturação da cor (c^*) e intensidade de vermelho (a^*) do músculo *Semimembranosus* foram superiores para os animais com 30% de restrição alimentar, em relação aos animais alimentados à vontade, porém não diferiram dos animais com 60% de restrição. Em relação à intensidade de amarelo (b^*), os animais não castrados apresentaram valor superior aos castrados.

Sañudo *et al.* (1996), avaliando a influência do peso da carcaça nas características de qualidade da carne de ovinos da raça Aragonesa, encontraram valores de a^* de 13,94 e 16,95 e b^* 5,90 a 6,86 para animais com peso de carcaças de 8,07 e 13,42 kg, respectivamente. Os referidos autores constataram que as carcaças mais pesadas apresentaram carne mais escura, indicando que os valores L^* , a^* , b^* possam ser responsivos ao peso, raça e categorias sexuais. Cordeiros com maior quantidade de gordura podem apresentar uma carne mais escura, pois a gordura implica na perda da permeabilidade capilar, induzindo a dificuldades na transferência de oxigênio da fibra muscular, aumentando a necessidade de mioglobina para o armazenamento de oxigênio, causando um aumento no teor de vermelho (a^*) e diminuindo o teor de luminosidade (BONAGURIO, 2001). Fato esse não representado no presente trabalho, pois os animais alimentados *ad libitum* apresentaram, menor intensidade de vermelho e menor luminosidade.

Houve interação entre os níveis de restrição alimentar e as classes sexuais para o pH no músculo *Longissimus lumborum* (Tabela 13). Não houve diferença entre as classes sexuais para esta variável ($P > 0,05$). Contudo, os animais castrados submetidos a 60% de restrição apresentaram valor de pH superior aqueles com 30% de restrição, não diferindo dos animais alimentados *ad libitum* ($P < 0,05$).

Tabela 13 – Valores médios de pH do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês submetidos à restrição alimentar.

Classe sexual	Nível de Restrição		
	0%	30%	60%
Não Castrado	5,75	5,74	5,72
Castrado	5,73 ^{ab}	5,63 ^b	5,84 ^a

^{a-b}Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Segundo Bonagurio (2001), a classe sexual, assim como a raça, tem pouca influência no pH da carne de ovinos. Tal fato pode ser confirmado, pois não foram encontradas diferenças entre as classes sexuais neste estudo. No entanto, segundo o referido autor, machos inteiros podem apresentar pH mais elevado devido ao seu temperamento mais agitado, liberando maior quantidade de catecolaminas antes do abate, resultando em uma reserva menor de glicogênio muscular.

Segundo Luciano *et al.* (2012), elevados valores de pH final na carne de ovinos podem ser encontrados, porque esta variável está associada a baixos níveis nutricionais ou a gastos de energia associados com um sistema de alimentação à base de pasto, o que resulta em uma menor concentração de glicogênio no conteúdo do músculo. Sendo a avaliação do pH uma boa medida para avaliar a qualidade da carne como produto final do processo de transformação do músculo em carne, os valores médios de pH encontrados no presente estudos estão dentro da faixa de normalidade esperada entre 5,5 e 5,8 (FORREST *et al.*, 1979).

Com relação à força de cisalhamento (FC), foi observada interação entre nível de restrição alimentar e classes sexuais ($P < 0,05$; Tabela 14). Houve diferença significativa ($P < 0,05$) em relação ao nível de 30% de restrição. Os animais não castrados apresentaram menor FC em relação aos animais castrados. Dentro das classes sexuais, os animais não castrados, com 60% de restrição apresentaram maior FC em relação aos outros níveis ($P < 0,05$). A FC foi maior nos animais castrados submetidos a 30% de restrição alimentar.

Tabela 14 – Valores médios da força de cisalhamento (kgf) do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

Classe sexual	Nível de Restrição		
	0%	30%	60%
Não Castrado	1,42 ^b	1,57 ^{bB}	1,93 ^a
Castrado	1,29 ^b	2,18 ^{aA}	1,52 ^b

^{a-b}Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

^{A-B}Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A classe sexual pode influenciar a maciez, pois está associada à constituição muscular e deposição de gordura nos animais. Em geral, os cordeiros não castrados têm carne mais dura que cordeiros castrados e fêmeas, com os animais castrados tendo valores intermediários entre os não castrados e as fêmeas (BONAGURIO, 2001). Tal fato não foi

constado no presente estudo, pois ao nível de 30% de restrição alimentar, os animais castrados apresentaram maior FC que os não castrados.

Kemp *et al.* (1972), trabalhando com 30 cordeiros não castrados e 30 cordeiros castrados, provenientes do cruzamento de carneiros Hampshire com ovelhas mestiças, destinados a um dos grupos de peso ao abate, 36, 45 e 54 kg, encontraram que a FC diminuiu com o aumento do peso em ambas as condições sexuais. Tal constatação não foi observada, para os animais com 30% de restrição castrados que apresentaram maior FC em relação aos outros níveis de restrição. Entretanto, comportamento semelhante ao encontrado pelo referido autor foi constatado para os animais não castrados submetidos à 60% de restrição alimentar, ou seja de menor peso corporal, apresentaram maior FC, conseqüentemente menor maciez.

Prado (1999), avaliando os aspectos de qualidade da carne de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos com diferentes pesos, encontrou valores em torno de 2,30 a 3,20 kgf para a raça Santa Inês e Zapata *et al.* (2000), avaliando a qualidade da carne de ovinos do Nordeste brasileiro, encontrou valor para FC de 4,63 kgf, ambos achados superiores ao descrito neste trabalho. Sañudo *et al.* (1996), avaliando a influência do peso sobre a qualidade da carne em ovinos das raças Churra, Castellana, Manchega e Awassi, encontraram resultados para FC de 3,65, 4,04, 4,33 e 3,43 kgf, respectivamente.

De acordo com a classificação de Cezar e Sousa (2007), a carne dos cordeiros Santa Inês do presente estudo foi classificada como macia, pois não resistiu a uma pressão menor que 2,27 kgf. Dessa forma, os resultados encontrados nesse experimento demonstraram que a maciez da carne na raça Santa Inês pode ser um atrativo ao consumidor.

Não houve interação significativa entre os níveis de restrição e a classe sexual para os aspectos de qualidade relacionados à capacidade de retenção de água (CRA) e perda de peso por cocção (PPC) para músculo *Longissimus lumborum* ($P > 0,05$; Tabela 15).

Tabela 15 – Valores médios capacidade de retenção de água (CRA) e perda de peso por cocção (PPC) para o músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês de diferentes classes sexuais submetidos à restrição alimentar.

Variável	Classe Sexual		Nível de Restrição		
	Não Castrado	Castrado	0%	30%	60%
CRA (%)	75,89	80,98	77,52	80,00	77,49
PPC (%)	32,55	33,62	32,84	32,93	33,40

Pinheiro *et al.* (2009), avaliaram a qualidade da carne no músculo *Longissimus lumborum* em machos adultos castrados, observaram valores de CRA e PPC de 56,43 e 39,33, respectivamente, diferindo dos encontrados no presente estudo. A proximidade nos valores de CRA encontrados, provavelmente aconteceu em virtude de o pH observado ter se apresentado dentro da faixa de normalidade esperada, pois, segundo Lanza *et al.* (2003), as alterações no pH influenciam as variações na capacidade de retenção de água das carnes vermelhas.

Não houve interação significativa entre os níveis de restrição e a classe sexual para os aspectos de qualidade relacionados à pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) para o músculo *Semimembranosus* ($P > 0,05$; Tabela 16). Para PPC foram verificadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os animais castrados e não castrados no músculo *Semimembranosus*. A PPC foi influenciada com 60% de restrição alimentar, apresentando valores superiores quando comparados aos animais submetidos a 0 e 30%.

Tabela 16 – Valores médios de pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) para o músculo *Semimembranosus* de cordeiros Santa Inês submetidos à restrição alimentar.

Variável	Classe Sexual		Nível de Restrição		
	Não Castrado	Castrado	0%	30%	60%
pH	5,63	5,67	5,65	5,62	5,69
CRA (%)	82,05	84,48	78,08	83,74	87,34
PPC (%)	39,70 ^B	41,67 ^A	39,62 ^b	39,51 ^b	42,72 ^a
FC (kgf)	1,96	2,05	1,58	2,21	2,17

^{A, B} Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha são diferentes entre si para classe sexual pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

^{a, b} Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha são diferentes entre si para níveis de restrição pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Bonagurio *et al.* (2003) trabalhando com ovinos Santa Inês puros e mestiços com Texel de diferentes pesos de abate encontraram valores de pH para os músculos *Longissimus dorsi* de 5,76 e para o *Semimembranosus* de 5,69, valores estes semelhantes aos encontrados no presente trabalho.

Animais castrados tendem a acumular maior percentual de gordura subcutânea evitando o encurtamento das fibras musculares durante o resfriamento e o cozimento, reduzindo assim a perda de peso por cocção (PRADO *et al.* 2009b). Estes resultados diferiram dos observados no experimento atual com animais castrados, apresentando PPC mais elevada que os não castrados (41,67% e 39,70%, respectivamente). O processo de cocção da carne, dissolve parte da gordura sólida, liberando certa quantidade para o meio, portanto pode-se inferir que os animais castrados possivelmente apresentaram maior teor de gordura e conseqüentemente maior PPC. Todavia, em relação aos níveis de restrição alimentar a maior PPC foi constatada em animais com 60% de restrição, ou seja, em animais de menor peso e possivelmente menor teor de gordura na carne.

5. CONCLUSÃO

A ultrassonografia é uma forte aliada para avaliação precoce da carne ovina, constituindo-se assim, um instrumento necessário quando se deseja avaliar previamente os resultados de um instrumento nutricional.

Os níveis de restrição alimentar e a classe sexual influenciaram algumas características importantes da qualidade da carne de cordeiros Santa Inês. Sendo, portanto, aspectos relevantes na avaliação da carne ovina.

A restrição alimentar, quando aplicada conscientemente não afeta negativamente a qualidade da carne ovina.

REFERENCIAS

- ANDRIGHETTO, C. **Características qualitativas da carne de bubalinos Murrah castrados e abatidos em diferentes períodos de confinamento**. 2007. 88f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2007.
- ANDRIGHETTO, C. *et al.* Relação entre medidas ultrassônicas e da carcaça de bubalinos Murrah abatidos em diferentes períodos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1762-1768, 2009.
- APPLE, J.K. *et al.* Effects of restrain and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and indice of darck-cutting longissimus muscle of Sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 2295-2307, 1995.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC International. 1990. 1117 p.
- ASGHAR, A. *et al.* Muscle characteristicis and meat quality of lambs, grown on different nutritional planes. IV. Effect on meat quality. **Agricultura and Biological Chemistry**, Gakkay Meikan, v. 43, n.3, p. 455-456, 1979.
- BABIKER, S. A. *et al.* Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb. **Meat Science**, Barking, v. 28, p. 273-277, 1990.
- BEN SALEM, H.; SMITH, T. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.77, p.174-194, 2008.
- BERGEN, R. D. *et al.* Prediction of lean yield in yearling bulls using real-time ultra-sound. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 76, n. 3, p. 305-311, 1996.
- BERIAIN, M. J. *et al.* Characteristics of Lacha and Rasa Aragonesa lambs slaughtered at three live weights. **Journal of Animal Science**. Champaign. 2000.
- BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos**. 2001. 149p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BONAGURIO, S. *et al.* Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 8, p. 1981-1991, 2003.
- BOUTON, P. E; HARRIS, P. V; SHORTHOSE, W. R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 36, p. 435-439, 1971.

BRESSAN, M. C. *et al.* Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.3, p.293-303, 2001.

BRETHOUR, J. R. The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 4, p. 1039-1044, 1992.

BUENO, M. S. *et al.* Características de carcaças de cordeiros Suffolk abatidos em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p.p. 1803- 1810. 2000.

CANAQUE, V., SANUDO, C. **Metodologia para el estudio de La calidad canal e de La carne de ruminantes**. Monografía INIA. GANADERA N. I. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid, 2000, 255p.

CATUNDA, A.G.V. *et al.* O papel da leptina na reprodução dos ruminantes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. Belo Horizonte, v.38, n.1, p.3-9, 2014.

CARVALHO, S. *et al.* Desempenho e características quantitativas da carcaça de cordeiros da raça suffolk, castrados e não castrados, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas. v.11, n. 1, p. 79-84, 2005.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação, classificação**. Uberaba-MG: Ed. Agropecuária tropical, 2007. 147p.

CHLAD, M. **Diâmetro e frequência de fibras musculares esqueléticas em ovinos em diferentes faixas de peso, submetidos à restrição alimentar e realimentação**. 2008. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras – Lavras – MG.

FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.89-97.

FERNANDES, L. H.; FERNANDES, V. V. B. R. Indústria frigorífica: demanda, mercado e perspectivas. In: IV SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 2005 Lavras, [Resumo], 2005.

FORREST, J.C. *et al.* **Principles of meat science**. San Francisco/USA: W.H. Freeman and Company,1975. p. 417.

FORREST, J. C. *et al.* **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979. 342p.

GARCIA, I. F. F. *et al.* Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.564-572. 2000.

GONZAGA NETO, S. *et al.* Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados Morada Nova em função da relação volumoso:concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1487-1495, 2006.

HASHIMOTO, J. H. *et al.* Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 165-173, 2007.

HOPKINS, D. L.; BEATTIE, A. S.; PIRLOT, K. L. Meat quality, carcass fatness, and growth of short scrotum lambs grazing either forage rape or irrigated perennial pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. Collingwood, v. 35, p. 453-459, 1995a.

HOPKINS, D. L.; HOLST, P. J.; HALL, D. G. Effect of grain or silage supplementation on meat quality attributes of cryptorchid lambs grazing lucerne or annual grass-clover pastures. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. Collingwood, v. 35, p. 461-465, 1995b.

HOPKINS, D. L.; FOGARTY, N. M. Diverse lamb genotypes - 2. Meat pH, colour and tenderness. **Meat Science**, Barking, v.49, n.4, p.4459-475, 1998.

KARSBURG, J. H. H. **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças medidas por ultra-sonografia e de desenvolvimento ponderal em bovinos da raça Santa Gertrudis**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2003, 82 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/ Universidade de São Paulo.

KEMP, J. D; SHELLEY, J. M; ELY, D. G; MOODY, W. G. Effects of castration and slaughter weight on fatness, cooking losses and palability of lamb. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 34, n. 4, p. 560-562, 1972.

KIRTON, A. H. The effect of farm management practices on carcass composition and quality. **Orange Agriculture College**, Orange, Paper 23. 10 p. 1983.

LANDIM, A. V. **Desempenho e qualidade de carcaça em ovinos cruzados no Distrito Federal**. 2005. 81p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

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

LAWRIE, R.A.; trad. Jane Maria Rubensam. **Ciência da carne**. 6a ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

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**, Oxford, n. 83, p. 101-108, 2004.

LUCHIARI FILHO, Albino. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: BinLife, 2000. 134 p.

LUCIANO, G. *et al.* The restriction of grazing duration does not compromise lamb meat colour and oxidative stability. **Meat Science**, Barking, v. 92, p30-35, 2012.

LUZ E SILVA, S.; FIGUEIREDO, L. G. G. Melhorando a qualidade da carne bovina. In: TURCO, C. P. Melhoramento genético ao alcance do produtor: bovinocultura de corte,

Bebedouro: **Scot consultoria**, Bebedouro, p. 75-91, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2007. 347p.

NORMAN, J. L. *et al.* Pork loin color relative to sensory and instrumental tenderness and consumer acceptance. **Meat Science**, Barking, v. 62, p. 927-933, 2004.

O'SULLIVAN, M. G. *et al.* Evaluation of pork colour: prediction of visual sensory quality of meat from instrumental and computer vision methods of colour analysis. **Meat Science**, Barking, v. 65, p. 909-918, 2003.

OSÓRIO, J. C. *et al.* **Métodos para avaliação da produção da carne ovina: in vivo, na carcaça e na carne**. Pelotas: Editora Universitária, 1998. 107 p.

OSÓRIO, M. T. *et al.* Desenvolvimento de cordeiros da raça corriedale criados em distintos sistemas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, p. 46-49, 2001.

OSÓRIO, M. T., OSÓRIO, J. C.S., SILVA SOBRINHO, A. G. Avaliação Instrumental da Carne Ovina. In: **Produção da carne Ovina**. Jaboticabal: Funep, p.129-146, 2008.

OWENS, F. N.; GARDNER, B. A. A review of the impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 1, p. 1-18, 2000.

PÁDUA, J. T. *et al.* Genótipo e condição sexual no desempenho e nas características de carcaça de bovinos de corte super jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, p.2330-2342, 2004 (supl. 3).

PARDI, M. C. *et al.* Ciência, higiene e tecnologia da carne. **UFG – Goiânia**, 2. ed., 623 p., 1993.

PEREIRA FILHO, J. M. *et al.* Efeito da Restrição Alimentar no Desempenho Produtivo e Econômico de Cabritos F1 Boer x Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.188-196, 2005.

PÉREZ, J. R. O; CARVALHO, P. A. Considerações sobre carcaças ovinas. **Boletim Técnico**, 61, Lavras, Universidade Federal de Lavras (UFLA), 2003.

PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K. E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and *longissimus* muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 4, p. 1002-1010, 1992.

PINHEIRO, R. S. B. *et al.* Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1790-1796, 2009.

PRADO, I. N. *et al.* Chemical and fatty acid composition of Longissimus muscle of crossbred bulls finished in feedlot. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 22, n. 7, p. 1054-1059, 2009b.

PRADO, C. S.; PÁDUA, J. T.; CORREA, M. P. C. Comparação de diferentes métodos de avaliação da área de olho de lombo e cobertura de gordura em bovinos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 5, n. 3, p. 141-149, 2004.

PRADO, O. V., **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos com diferentes pesos**. 1999. 109p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RIPOLL, G. *et al.* Estimation of light lamb carcass composition by in vivo real-time ultrasonography at four anatomical locations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 4, p. 1455-1463, 2009.

ROBINSON, D. L. *et al.* Live animal measurements of carcass traits by ultrasound: assessment and accuracy of sonographers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 6, p. 1667-1676, 1992.

ROSA, A. F. *et al.* Avaliação das características de qualidade da carcaça e da carne de ovinos. **In: ZOOTEC**, 2009, Águas de Lindóia. Visão Estratégica de Cadeias do Agronegócio. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2009. p. 1-35.

RÜBENSAM, J. M. Transformações post mortem e qualidade da carne suína. **In: CONFERÊNCIA VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**, 1. 2000, Concórdia, SC.

RYAN, W.J. Compensatory growth in cattle and sheep. **Nutrition Abstract Review Series B Livestock Feeds and Feeding**, Varsóvia, v.60, n.9, p.653-664, 1990.

SAINZ, R. D. Qualidade de carcaças e de carnes de ovinos e caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECCIA, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, p.3-14. 1996.

SANTOS, V. A. C. *et al.* Live weight and sex effects on carcass and meat quality of “Borrego Terrincho–PDO” suckling lambs. **Meat Science**. Barking, 77:654–661. 2007

SANUDO, C. *et al.* Influence of Carcass Weight on Instrumental and Sensory Lamb Meat Quality in Intensive Production Systems. **Meat Science**, Barking, 42 (2): 195-202. 1996.

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

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; PIZZIANATTO, A. Fatores que afetam a cor das carnes. **Colet. ITAL**, Campinas/SP, v. 20, n. 1, p. 1-12, 1990.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System for Windows**, Release 9.1. SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA, 2003.

SCHÄFER, A. *et al.* Physiological and structural events post mortem of importance for drip loss in pork. **Meat Science**, Barking, v. 61, p. 355-366, 2002.

SHACKELFORD, S. D. *et al.* Lean color characteristics of bullock and steer beef. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 465-469, 1992.

SILVA, L. F., PIRES, C. C. Avaliações quantitativas e predição das proporções de osso, músculo e gordura da carcaça em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, p.1253-1260, 2000.

SILVA, S. L. *et al.* Correlações entre características de carcaça avaliadas por ultra-som e pós-abate em novilhos Nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1236-1242, 2003.

SILVA SOBRINHO, A. G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.425-446.

SIQUEIRA, E. R., FERNANDES, S. Efeito do genótipo sobre as medidas objetivas e subjetivas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v 29, n. 1 p. 1516-3598. 2000.

SIQUEIRA, E. R., SIMÕES, C. D., FERNANDES, S. Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. I. Velocidade de crescimento, caracteres quantitativos da carcaça, pH da carne e resultado econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.844-848, 2001a.

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

SOUZA, F. A. *et al.* Restrição alimentar e os mecanismos endócrinos associados ao desenvolvimento folicular ovariano em vacas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.33, n.2, p.61-65, 2009.

STANFORD, K. *et al.* Ultrasound measurement of *longissimus* dimensions and back fat in growing lambs: effects of age, weight and sex. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 42, n. 3, p. 191-197, 2001.

SUGUISAWA, L. **Ultra-sonografia para predição das características e composição da carcaça de bovinos**. 2002. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

TEIXEIRA, A. *et al.* In vivo estimation of lamb carcass composition by real-time ultrasonography. **Meat Science**, Barking, v. 74, v. 2, p. 289-295, 2006.

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

WARRIS, P. D. *Ciencia de la carne*. Zaragoza:Acribia, 309p. 2003

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

YÃNÉZ E. A. *et al.* Restrição alimentar em caprinos: rendimento, cortes comerciais e composição da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.5, p.2093-2100, 2006.

ZAPATA, J. F. F. *et al.* Estudo da qualidade da carne ovina do Nordeste brasileiro: propriedades físicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.2, 2000.