

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

LORRANCE ABREU GONDIM

ESTUDO DA QUALIDADE DA CARNE OVINA INFLUENCIADA PELO SEXO E  
TEMPO DE MATURAÇÃO

FORTALEZA  
2000

LORRANCE ABREU GONDIM

ESTUDO DA QUALIDADE DA CARNE OVINA INFLUENCIADA PELO SEXO E  
TEMPO DE MATURAÇÃO

Dissertação submetida à Coordenação do  
Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de  
Alimentos, da Universidade Federal do Ceará,  
como requisito parcial para a obtenção do grau  
de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Área de concentração: Fruticultura Tropical

Orientador: Prof. Dr. Jorge Fernando Fuentes  
Zapata

FORTALEZA  
2000

G635e Gondim, Lorraine Abreu  
Estudo da qualidade da carne ovina influenciada pelo sexo e tempo de  
maturação / Lorraine Abreu Gondim, 2000.  
85 f. ; il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Fernando Fuentes Zapata  
Área de concentração: Fruticultura Tropical  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Ciências Agrárias. Depto. de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2000.

1. Força de cisalhamento. 2. Índice de fragmentação miofibrilar. 3.  
Perdas na cocção. 4. Maciez sensorial. I. Zapata, Jorge Fernando Fuentes  
(orient.). II. Universidade Federal do Ceará – Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos. III. Título.

CDD 664

LORRANCE ABREU GONDIM

ESTUDO DA QUALIDADE DA CARNE OVINA INFLUENCIADA PELO SEXO E  
TEMPO DE MATURAÇÃO

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, Área de concentração em Fruticultura Tropical.

Aprovada em 28/04/2000.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Jorge Fernando Fuentes Zapata (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará-UFC

---

Prof. Dr. Frederico José Beserra  
Universidade Federal do Ceará-UFC

---

Prof. Dra. Marta Suely Madruga  
Universidade Federal da Paraíba

Aos meus pais Paulo (*in memoriam*) e Rejane, a minha irmã Paula e ao meu marido Stênio, que sempre me incentivaram a realizar todos os meus sonhos e projetos, e sobretudo, a Deus.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Jorge Fernando Fuentes Zapata, pela orientação que me foi dada, por sua dedicação, apoio, incentivo e sobretudo, por sua amizade.

Ao professor Frederico José Beserra pela ajuda e colaboração durante a realização deste trabalho.

À professora Marta Suely Madruga por sua participação na banca examinadora.

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFC, pela oportunidade de cursar o mestrado.

Ao Departamento de Zootecnia da UFC, em especial ao professor Neuman pelo apoio na montagem do experimento.

À EMBRAPA pelo uso dos instrumentos para determinação da força de cisalhamento e cor.

À professora Maria do Carmo Passos Rodrigues pela valiosa ajuda na realização deste trabalho.

Ao professor Dalton Andrade pela análise estatística realizada neste trabalho.

À bolsista Angela Borges pela dedicação e responsabilidade com que me ajudou na realização dos experimentos.

Aos funcionários Luis Alves Bitú, Paulo Mendes de Alencar e Maria Valdenira pela ajuda e dedicação que foram muito importantes na realização deste trabalho.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao CNPq (Projeto “Avaliação do aproveitamento das carnes caprina e ovina para a obtenção de produtos e subprodutos de qualidade”) pelo apoio financeiro.

À amiga Cynthia Monteiro Nogueira pela amizade, apoio e incentivo que sempre me dispensou.

Aos colegas do grupo de pesquisa de carnes, pescado e ovos, em especial Larissa Seabra, Sylvia Mafra, Elayne Vasconcelos, Aurineide Castelo Branco e Eroteide de Pinho pela ajuda e alegre convivência.

Aos colegas do curso de mestrado pela amizade e apoio durante o curso de mestrado.

À Veruschka, Ticiane, Rocaia e Roberta, pela amizade e incentivo em todos os momentos.

A todos os meus familiares, especialmente aos meus avós, tios e tias pelo apoio, incentivo e confiança que sempre depositaram em mim.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Foi realizado um estudo para verificar a influência do sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne fresca de ovinos do tipo Sem Raça Definida (SRD). Foram utilizados 15 animais, sendo 5 machos inteiros, 5 machos castrados e 5 fêmeas, provenientes do interior do estado do Ceará, com idade aproximada de 15 meses. No músculo *Longissimus dorsi* foram realizadas as análises de pH, índice de fragmentação miofibrilar (IFM), porcentagem de perdas na cocção, força de cisalhamento e medição da cor, após 1, 3, 7 e 14 dias da morte do animal. O músculo *semimembranosus* do pernil foi utilizado para a determinação da gordura intramuscular e análise sensorial do atributo maciez. De acordo com a análise de variância realizada, houve interação entre o sexo e o tempo de maturação apenas no IFM. O comportamento do IFM da carne de machos castrados, machos inteiros e fêmeas foi similar nos dias 1, 7 e 14 de maturação. Somente no terceiro dia, o valor médio do IFM para a carne de macho castrado foi significativamente superior ao da carne de fêmeas e de machos inteiros. Em relação ao primeiro dia *post mortem*, o valor para a carne de machos castrados foi superior e os da carne de fêmeas e machos inteiros foram inferiores. Foi observado efeito significativo do sexo sobre o pH, perdas na cocção, força de cisalhamento, gordura intramuscular e análise sensorial. O valor médio de pH da carne dos machos castrados foi significativamente superior ao das fêmeas e dos machos inteiros, os quais não foram significativamente diferentes entre si. A porcentagem de perdas na cocção na carne dos machos castrados foi significativamente inferior a dos machos inteiros. Os resultados mostraram um aumento significativo da força de cisalhamento da carne dos machos inteiros em relação a dos machos castrados e fêmeas, onde as duas últimas não diferiram entre si. Com relação a gordura intramuscular, somente o valor para a carne de machos castrados foi significativamente maior que o de machos inteiros. Na análise sensorial, tanto a carne de fêmeas como a de machos castrados foram significativamente mais macias do que a de machos inteiros. A cor das carnes não foi influenciada pelo sexo nem pelo tempo de maturação. Os resultados sugerem que a carne ovina de animais do tipo SRD apresentam qualidade satisfatória. Sugerem ainda que a carne de machos inteiros são menos macias do que a de machos castrados e fêmeas e que o tempo de maturação não teve influência sobre a qualidade da carne.

Palavras-chave: Força de cisalhamento. Índice de fragmentação miofibrilar. Perdas na cocção. Maciez sensorial.



## ABSTRACT

### THE EFFECTS OF SEX AND AGING ON LAMB MEAT QUALITY

The objectives of this study were to examine the influence of sex and aging time on the quality of meat from SRD (“Sem Raça Definida”) lambs. Five animals of each type, ram, wether and ewe were slaughtered with approximately 15 months of age. *Longissimus dorsi* muscle samples were collected for determining pH, myofibril fragmentation index (MFI), cooking losses, Warner-Bratzler shear force, and meat color at 1, 3, 7 and 14 days *post mortem*. Intramuscular fat content and sensory analysis were measured on the *semimembranosus* muscle. A significant aging time x sex interaction effect was detected only for MFI. Meat from ram, wether and ewe had similar MFI values at 1, 7 and 14 days *post mortem*. However, at day 3 of storage (2°C), meat from wethers had higher MFI values than those from rams and ewes. Comparing with the first day *post mortem*, MFI values for wether meat were higher, and those for ram and ewe meat were lower. A significant sex effect was observed for pH, cooking losses, shear force, intramuscular fat and sensory analysis. Meat pH was higher in wether than in ram and ewe. Cooking losses in wether meat was lower compared with those for ram meat. The results showed that ram meat had higher shear force values than wether and ewe meat. Also, sensory panelists were able to detect this differences in meat tenderness between the sexes. No statistical effect of aging time was found. Meat color was not affected by sex or aging time. These results suggest that meat from SRD lamb is acceptable regardless of sex and aging time. However, meat from ram is less tender than those from ewe and wether.

Keywords: Shear force. Myofibrillar fragmentation index. Cooking losses. Sensorial tenderness.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

FIGURA 1	Ovinos machos inteiros do tipo Sem Raça Definida (SRD) provenientes do interior do estado do Ceará com idade aproximada de 15 meses, ou 2 dentes permanentes.....	41
FIGURA 2	Ovinos machos castrados e fêmeas do tipo Sem Raça Definida (SRD) provenientes do interior do estado do Ceará com idade aproximada de 15 meses, ou 2 dentes permanentes.....	42
FIGURA 3	Ficha utilizada no teste de ordenação para o atributo maciez em carne ovina.....	48
FIGURA 4	Valores de pH da carne ovina provenientes de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.....	51
FIGURA 5	Valores do índice de fragmentação miofibrilar da carne ovina provenientes de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.....	53
FIGURA 6	Porcentagem de perdas na cocção da carne ovina proveniente de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.....	55
FIGURA 7	Valores da força de cisalhamento da carne ovina provenientes de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.....	57
FIGURA 8	Porcentagem de gordura intramuscular da carne ovina proveniente de machos inteiros (MI), fêmeas (F) e machos castrados (MC).....	59
FIGURA 9	Valores de luminosidade da carne ovina provenientes de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.....	61
FIGURA 10	Valores da intensidade da cor vermelha da carne ovina provenientes de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.....	61

FIGURA 11 Somatório das notas do teste de ordenação para a carne ovina proveniente de machos inteiros (MI), fêmeas (F) e machos castrados (MC).....

63

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Resultados do teste de ordenação do atributo maciez da carne ovina.....	64
TABELA 2 Análise descritiva do pH da carne ovina após 14 dias de maturação.....	77
TABELA 3 Análise descritiva do IFM da carne ovina após 14 dias de maturação.....	77
TABELA 4 Análise descritiva das perdas na cocção da carne ovina após 14 dias de maturação.....	78
TABELA 5 Análise descritiva da força de cisalhamento da carne ovina após 14 dias de maturação.....	78
TABELA 6 Análise descritiva da luminosidade (L*) da carne ovina após 14 dias de maturação.....	79
TABELA 7 Análise descritiva da intensidade da cor vermelha (a*) da carne ovina após 14 dias de maturação.....	79
TABELA 8 Análise descritiva da intensidade da cor amarela (b*) da carne ovina após 14 dias de maturação.....	80
TABELA 9 Análise de variância dos valores de pH obtidos na carne ovina....	80
TABELA 10 Análise de variância dos valores de IFM obtidos na carne ovina..	81
TABELA 11 Análise de variância dos valores de perdas na cocção obtidos na carne ovina.....	81
TABELA 12 Análise de variância dos valores de força de cisalhamento obtidos na carne ovina.....	81
TABELA 13 Análise de variância dos valores de gordura intramuscular obtidos na carne ovina.....	82
TABELA 14 Análise de variância dos valores de luminosidade (L*) obtidos na carne ovina.....	82
TABELA 15 Análise de variância dos valores de intensidade de cor vermelha (a*) obtidos na carne ovina.....	82
TABELA 16 Análise de variância dos valores da intensidade da cor amarela (b*) obtidos na carne ovina.....	83

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b>	9
<b>LISTA DE TABELAS</b>	11
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	14
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	17
<b>2.1 Qualidade da carne</b>	17
2.1.1 Maciez	17
2.1.2 Marmorização	19
2.1.3 Coloração	20
2.1.4 Outros fatores de qualidade	21
<b>2.2 Fatores <i>ante mortem</i> que influenciam na qualidade da carne</b>	22
2.2.1 Raça	22
2.2.2 Sexo	23
2.2.3 Idade	25
2.2.4 Nutrição	27
2.2.5 Agentes promotores do crescimento	27
2.2.6 Agentes hormonais	27
2.2.7 Condições de estresse	29
2.2.8 Localização do músculo	30
2.2.9 Condição de manejo dos animais	31
2.2.10 Métodos de imobilização dos animais	31
<b>2.3 Fatores <i>post mortem</i> que influenciam na qualidade da carne</b>	31
2.3.1 Temperatura de armazenamento das carcaças	32
2.3.2 Aceleração do processamento	32
2.3.3 Estimulação elétrica da carcaça	33
2.3.4 Maturação das carnes	35
2.3.4.1 Sistema enzimático calpaínas/calpastatina	37
2.3.4.2 Calpaínas, calpastatina e a tenderização <i>post mortem</i>	38
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	40
<b>3.1 Descrição do experimento</b>	40
3.1.1 Tipo de animais	40

3.1.2	Abate dos animais	40
3.1.3	Coleta e acondicionamento das amostras	43
<b>3.2</b>	<b>Análise da qualidade da carne</b>	<b>44</b>
3.2.1	Determinação do pH muscular	44
3.2.2	Determinação do índice de fragmentação miofibrilar (IFM)	44
3.2.3	Determinação de proteína pelo método do biureto	45
3.2.4	Determinação da porcentagem de perdas na cocção	45
3.2.5	Determinação da força de cisalhamento	46
3.2.6	Determinação da porcentagem de gordura intramuscular	46
3.2.7	Análise de Cor	46
3.2.8	Análise Sensorial	47
<b>3.3</b>	<b>Análise Estatística</b>	<b>47</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>50</b>
<b>4.1</b>	<b>pH da carne ovina</b>	<b>50</b>
<b>4.2</b>	<b>Índice de fragmentação miofibrilar (IFM)</b>	<b>52</b>
<b>4.3</b>	<b>Perdas na cocção</b>	<b>54</b>
<b>4.4</b>	<b>Força de cisalhamento</b>	<b>57</b>
<b>4.5</b>	<b>Gordura intramuscular</b>	<b>59</b>
<b>4.6</b>	<b>Cor da carne ovina</b>	<b>60</b>
<b>4.7</b>	<b>Análise Sensorial</b>	<b>64</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>66</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>67</b>
	<b>ANEXO</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro, com um território de 1,55 milhão de km<sup>2</sup>, correspondente a 18,2% da área nacional, é caracterizado por reduzidas áreas férteis, onde a criação de animais caprinos e ovinos desempenha uma importante função social, pois além de constituir-se como fonte de renda para um grande contingente de pequenos produtores rurais, contribui para a redução do déficit nutricional destas comunidades (PORTO, 1992; ANDRADE, 1984; SILVA, 1984).

O plantel desta região é bastante significativo, uma vez que concentra cerca de 48,23% da população ovina brasileira, sendo os Estados da Bahia, Ceará e Piauí os maiores produtores desses animais com efetivos de 2,4, 1,6 e 1,3 milhões de cabeças, respectivamente (SUDENE, 1999).

A maior parte dos ovinos que constituem este rebanho surgiu sob a influência de pressões ambientais e cruzamentos desordenados, originando animais que variam muito em tamanho, pelagem e conformação. A temperatura e umidade do ar elevadas, predominantemente associadas à forragem de qualidade inferior, indicam que a adaptação dos animais ovinos às regiões tropicais implicou não só na perda da lã, como também em mudanças nos parâmetros fisiológicos (ARAÚJO FILHO et al., 1994).

Como resultado de um inadequado regime alimentar ao longo do ano, condições de manejo e higiene deficientes, épocas e idades inadequadas de reprodução e incidência de doenças parasitárias e infecciosas, a produtividade desta atividade tem sido baixa. Além destes fatores, o setor produtivo sofre pela falta de canais adequados de comercialização de produtos e subprodutos, pela ausência de crédito e assistência técnica deficiente (SOUSA NETO, 1987).

Atualmente, existe uma crescente demanda de carne de pequenos ruminantes sinalizada pelos mercados consumidores interno e externo, justificando-se o preparo técnico da atividade, para que assim se possa atender às exigências mercadológicas de vanguarda. Conforme pesquisas realizadas pelo SEBRAE (1998) na cidade de Fortaleza, o índice de consumo *per capita* anual da carne ovina é de 0,590 kg, onde o consumo estimado sofre a restrição da omissão do abate informal que se verifica em expressiva quantidade no interior do Estado.

Os requisitos mais importantes para o mercado internacional se referem ao aspecto higiênico-sanitário e principalmente à qualidade sensorial da carne e produtos

derivados. Segundo ZAPATA (1994), a carne produzida na região nordestina do Brasil pode ser classificada como de baixa qualidade, em decorrência da baixa tecnologia e higiene nos abatedouros, dos critérios inadequados de seleção dos animais para o abate e das técnicas precárias de manuseio após o abate. Este fato pode ser verificado no comércio varejista de Fortaleza, onde 49,23% da carne ovina é comercializada de forma in natura, sem qualquer tipo de refrigeração e 48,48% da carne ovina adquirida pelos varejistas é fornecida sem o uso de embalagem, o que expressa a baixa qualidade dos produtos em termos de higiene (SEBRAE, 1998).

Muito embora estudos zootécnicos referentes ao aspecto exterior dos animais, grau de acabamento, desenvolvimento e produção de novos genótipos tenham sido realizados, são praticamente inexistentes na literatura dados mais aprofundados sobre os aspectos qualitativos da carcaça e da carne obtida de pequenos ruminantes.

Os principais fatores que contribuem para a qualidade da carne são a textura, sabor, cor, aparência e odor. A carne de ótima qualidade é aquela que atrai o consumidor por sua cor, pouca gordura, frescor e um mínimo de suco aparente. Em geral, é macia, suculenta e saborosa quando preparada e se apresenta livre de agentes patogênicos e resíduos químicos, com contagem baixa de microorganismos de deterioração.

Dentre os atributos sensoriais, a questão da variabilidade da textura da carne talvez seja a mais importante. A maciez da carne depende de alguns fatores biológicos, tais como o tipo do músculo, idade e sexo do animal.

Basicamente, dois componentes estruturais do músculo, colágeno e as proteínas do aparelho contrátil, determinam o grau de maciez. A influência do colágeno é exercida durante a vida do animal, de acordo com a quantidade presente no tecido conectivo intramuscular e a estabilidade das suas ligações cruzadas. O colágeno se torna cada vez mais rígido, resistente e menos susceptível à desnaturação com o aumento da idade do animal. Já a influência das proteínas contráteis se dá no período de resfriamento após a morte do animal, podendo ser controlada.

O acondicionamento da carcaça e/ou cortes selecionados em temperaturas de refrigeração por períodos prolongados tem sido utilizado como um método para melhorar os atributos sensoriais da carne, especialmente a textura. Esta melhora na textura tem sido atribuída à degradação das proteínas miofibrilares associadas ao disco Z que levam a uma desorganização dessa estrutura e à fragmentação das miofibrilas. O complexo enzimático das calpáinas, presente no músculo, tem sido reportado como o maior responsável por essa tenderização que ocorre na carne.



O presente trabalho pretende desenvolver o potencial da utilização e comercialização da carne ovina, proveniente de animais do tipo SRD, através do estudo da qualidade de carne fresca influenciada pelo tempo de maturação, que precede a comercialização, e sexo do animal.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Qualidade da carne

A carne é composta principalmente por músculo e mais uma quantidade variável de tecido conectivo, tecido epitelial e tecido nervoso. Dessa forma, a carne esta constituída de água, gordura, carboidratos, proteínas compostos inorgânicos, tendo uma baixa densidade calórica e um alto teor protéico (HEDRICK et al. 1994).

Vários fatores influenciam a qualidade da carne, incluindo sua maciez, suculência, aroma, cor e sabor. Embora no momento da compra o consumidor veja apenas os aspectos da qualidade visual da carne crua, como a cor de músculo e da gordura, proporção músculo/gordura, marmorização e firmeza de tecido muscular, a textura também deveria ser determinante na hora da compra (SAINZ, 1996).

#### 2.1.1 Maciez

De todos os atributos da qualidade da carne, a textura parece ser a mais importante de acordo com a maioria dos consumidores. Segundo LAWRIE (1985) a textura visível e função do tamanho dos feixes de fibras, que é determinado não somente pelo numero de fibras, mas também pelo diâmetro destes. O diâmetro das fibras musculares da carne ovina, menor que as suínas e bovinas, tende a aumentar levemente com a idade, dando característica de firmeza maior a estas carnes (ZAPATA, 1994).

Já a textura em si envolve três aspectos: primeiro, a facilidade com que se penetra na carne com os dentes; segundo, a facilidade com que a carne e cortada em fragmentos; e terceiro, a quantidade de tecido residual após a mastigação (LAWRIE, 1985). Os maiores fatores que contribuem para a textura são a concentração e solubilidade do tecido conectivo, o estado de contração do músculo e a degradação das miofibrilas.

A causa da variação da textura da carne foi, inicialmente, atribuída ao tecido conectivo. Os músculos com pouco tecido conjuntivo resultavam em carne mais macia do que aqueles com maior conteúdo. Assim, os músculos associados com os membros dos animais,

os quais são ligados a tendões e ossos, conteriam maior quantidade de tecido conectivo e seriam mais duros (MCKEITH et al., 1994). Contudo, animais com a mesma quantidade de tecido conectivo apresentavam diferenças em sua textura. Mais adiante, pesquisas mostraram que a causa estaria na diferença de solubilidade das fibras de colágeno (LAWRIE, 1985). O colágeno, a proteína mais abundante no tecido conectivo, se tornaria cada vez mais resistente com a maturidade do animal. Com o aumento de idade, as ligações intra e inter moleculares nas fibras de colágeno aumentariam, resultando em uma diminuição de sua solubilidade e uma menor maciez da carne (MCKEITH et al., 1994). YOUNG e BRAGGINS (1993) verificaram em carnes provenientes de ovelhas com idade de 4 meses a 5 anos que a concentração de colágeno se manteve constante, enquanto que a sua solubilidade diminuiu.

O estado de contração do músculo é definido pelo comprimento do sarcômero, a menor unidade de contração no músculo. Após o abate, a fibra muscular continua capaz de se contrair até o esgotamento das reservas de ATP. Quando isto ocorre, há um encurtamento dos sarcômeros devido a formação de ligações permanentes entre os filamentos de actina e miosina, conhecido como *rigor mortis*. (HEDRICK et al., 1994). O grau de encurtamento do sarcômero influencia a textura dos músculos. Quanto menor for o comprimento do sarcômero, menor será a maciez (MCKEITH et al., 1994).

O amaciamento progressivo da carne durante longos períodos de acondicionamento sob refrigeração, chamado de maturação, tem sido extensivamente estudado (LAWRIE, 1985). Durante este período, as enzimas proteolíticas do músculo, notadamente as calpaínas, enzimas dependentes de cálcio, estão associadas com a degradação da integridade estrutural do sarcômero. Tem sido demonstrado que as enzimas calpaínas são responsáveis pela fragmentação das miofibrilas, em segmentos menores, no disco Z do sarcômero ou próximo a estes (MCKEITH et al., 1994). A fragmentação miofibrilar pode ser utilizada como um índice da tenderização da carne (CULLER et al., 1978). Esta é uma medida do comprimento médio das miofibrilas, onde miofibrilas mais curtas resultam em um maior índice de fragmentação miofibrilar (TAYLOR et al., 1995)

Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de medir a textura através de parâmetros físicos, os quais seriam comparados com análises subjetivas feitas por provadores treinados e padronizados (LAWRIE, 1985). O método físico de medir a força de cisalhamento através de uma célula de Warner-Bratzler tem sido bastante utilizado e quando comparado com a análise sensorial, uma alta correlação é encontrada (OTREMBA et al., 1999; SHACKELFORD et al., 1997b). BOLEMAN et al. (1997), de acordo com os resultados encontrados na análise de força de cisalhamento pelo método de Warner-Bratzler, classificou

a textura da carne em muito macia (2,3 a 3,6 kg), moderadamente macia (4,1 a 5,4 kg) e pouco macia (5,9 a 7,2 kg). Enquanto que SHACKELFORD et al. (1991) sugeriu o limite da força de cisalhamento pelo método de Warner-Bratzler de 4,6 kg para a comercialização da carne bovina.

### 2.1.2 Marmorização

O marmoreio se refere à gordura entre os feixes de fibras musculares, visível no corte transversal ao eixo das mesmas. Este parâmetro é importante para determinar as características de maciez e sabor das carnes. A relação entre o grau de marmorização e a textura da carne tem sido estudada (CAMPION et al. 1975; TATUM et al., 1980; NISHIMURA et al., 1999). Em animais com baixo teor de gordura muscular, o grau de marmoreio contribuiu apenas com 3 a 10% da variação da textura (CAMPION et al., 1975; TATUM et al. 1980). Contudo, estudos realizados com animais com um grau de marmorização maior, com um teor de gordura intramuscular de no mínimo 8 %, apresentaram um índice de correlação inverso alto entre o conteúdo de gordura e a força de cisalhamento ( $r = -0,76$ ) (NISHIMURA et al., 1999). Os autores sugerem que o desenvolvimento de tecido adiposo entre os feixes de fibras musculares enfraqueceu o tecido conectivo intramuscular e contribuiu para a melhor textura do músculo.

Com a idade do animal, o marmoreio tende a aumentar, pois o animal abatido muito jovem ainda não teve a oportunidade de depositar gordura em depósitos intramusculares. O tipo genético e o manejo do animal também são importantes no desenvolvimento da gordura intramuscular. Na carne ovina o alto nível de ácidos graxos saturados na gordura pode deixar a sensação bucal de recobrimento plástico na língua e paladar (ZAPATA, 1994).

O grau de marmoreio nos animais pode ser influenciado pelas preferências do consumidor. Por exemplo, os consumidores norte-americanos e japoneses preferem um nível de marmorização maior que os da Europa, da América Latina e da Austrália, especialmente onde a produção é mais extensiva e os animais são terminados a campo, à base de pasto (SAINZ, 1996). O marmoreio é um dos fatores utilizados para determinar o grau de qualidade das carnes produzidas nos Estados Unidos e no Japão (NISHIMURA et al., 1999).

O marmoreio também contribui para a firmeza da carne refrigerada. A solidificação da gordura ocorre durante a refrigeração e ajuda na hora de fazer cortes comerciais, mantendo a espessura e o formato uniformes durante manuseio e estocagem (HEDRICK et al., 1994).

### 2.1.3 Coloração

A cor da carne decorre principalmente do conteúdo e do nível oxidação da mioglobina. A quantidade de mioglobina no músculo varia de acordo com a espécie, a idade, o sexo, o tipo de músculo e com a atividade física (HEDRICK et al., 1994). A diferença de cor entre as espécies pode ser percebida quando se compara a cor mais escura da carne de gado, passando pela intermediária da carne de carneiro, até a mais clara da carne de porco (ZAPAT, 1994). Carnes mais claras de animais que não atingiram a maturidade indicam que estas possuem menor quantidade de mioglobina do que as de animais mais maduros. Diferenças também em relação ao sexo podem ser percebidas em animais machos inteiros, pois estes quando comparados com fêmeas e castrados da mesma idade, possuem maior quantidade de mioglobina. Por causa das suas diferenças no conteúdo de mioglobina, os músculos do peito de frango contrastam fortemente com os músculos escuros das coxas e pernas. Animais de caça possuem músculos mais escuros que os animais domésticos, parcialmente pelo fato do aumento do conteúdo de mioglobina induzido pela atividade física (HEDRICK et al, 1994).

A mioglobina é formada por uma proteína globular e por uma porção não protéica chamada de anel heme. A parte heme do pigmento é de grande interesse, em função da cor da carne ser parcialmente dependente do estado de oxidação do ferro contido no anel heme (HEDRICK et al., 1994). Ao cortar a carne, esta não contém oxigênio, portanto a mioglobina se encontra em estado químico reduzido, chamado de desoximioglobina, e apresenta uma coloração roxa. Após expor a superfície da carne ao oxigênio, os pigmentos reduzidos da camada externa reagem com o oxigênio molecular formando um pigmento estável chamado de oximioglobina. Este pigmento é o responsável pela cor vermelha brilhante das carnes frescas, atrativa ao consumidor (SAINZ, 1996). Mas caso apenas pequenas quantidades de oxigênio estejam disponíveis, como em vácuo parcial ou embalagens semipermeáveis, o

pigmento fica oxidado na forma de metamioglobina, um pigmento de cor marrom indesejável na venda do produto (HEDRICK et al., 1994).

#### 2.1.4 Outros fatores de qualidade

A suculência na carne cozida só pode ser avaliada durante a mastigação. A primeira sensação de boca molhada durante as primeiras mordidas se deve a rápida liberação do suco celular da carne. A sensação seguinte de suculência permanente é causada pela lenta liberação da umidade e possivelmente pela estimulação da gordura sobre a saliva. Dessa forma, a suculência está relacionada com o percentual de umidade presente na carne cozida e com a quantidade de gordura intramuscular (MCKEITH et al., 1994).

O pH do músculo influencia fortemente na capacidade de retenção de água pelo músculo. O pH final da carne entre 5,5 e 5,7 se caracteriza por uma baixa capacidade de retenção de água, por estar próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Enquanto que com o pH acima de 6,0, a capacidade retenção de água aumenta (HEDRICK et al., 1994).

O sabor e aroma são termos que descrevem os sentidos de paladar e olfato. Como a percepção do *flavor* da carne é difícil de descrever, normalmente é descrito como intensidade do sabor e aroma, e presença de sabor e aroma não característico na carne (MCKEITH et al., 1994). Os fatores que afetam o *flavor* da carne são muitos e geralmente estão associados com a gordura e alguns elementos químicos hidrossolúveis da carne (SAINZ, 1996). Segundo MCKEITH et al. (1994), a intensidade do sabor e aroma aumenta com a idade e o grau de marmorização. O *flavor* de suor característico de carneiro se encontra estritamente relacionado com alguns ácidos graxos de cadeia curta, voláteis, especialmente aqueles de cadeias ramificadas com grupos metila (FENNEMA, 1993).

## 2.2 Fatores *antemortem* que influenciam na qualidade da carne

### 2.2.1 Raça

No trópico semi-árido brasileiro se encontram as raças ovinas deslanadas Morada Nova, Santa Inês, Rabo Largo e Somalis Brasileira, provenientes de cruzamentos desordenados e influenciados pelas pressões ambientais (ARAUJO FILHO et al., 1994). Diferenças importantes existem entre as raças de grande e pequeno porte, e de alta ou baixa musculosidade. O animal de grande porte cresce mais rapidamente e deposita menos gordura que o de pequeno porte. Como exemplo, cordeiros da raça Santa Inês, considerados de grande porte, atingiram um peso médio de 25 kg em 164 dias, enquanto que os cordeiros da raça Morada Nova, de menor porte, demoraram 214 dias para atingir apenas 23 kg (SAINZ, 1996). BESERRA (1983) estudando o efeito de diferentes planos nutricionais sobre o rendimento de carcaças de ovinos da raça Morada Nova observou que o peso corporal estava entre 13,5 e 23 kg nos animais com idade entre 8 e 9 meses.

Nos últimos anos, a seleção genética de animais com boa conformação para carne tem sido utilizada para selecionar um animal com uma maior proporção de carne em cortes de alto valor. Resultados recentes com ovinos, por exemplo, expressando a mutação Callipyge (FIELD et al., 1996; DUCKETT et al., 1998a) e caprinos, como os da raça Bôer (OMAN et al., 1999), indicam que é realmente possível aumentar o rendimento de cortes específicos. Os cordeiros com expressão fenotípica Callipyge em comparação com animais normais possuem maiores áreas dos músculos *Longissimus* e maior proporção de peso nos músculos das pernas traseiras que nos ombros (DUCKETT et al., 1998a). Contudo, no que se refere à qualidade da carne de carneiros Callipyge, esta possui pior textura e amadurece mais tarde do que a de carneiros normais (FIELD et al., 1996; SHACKELFORD et al., 1997a; DUCKETT et al., 1998a e 1998b; KOOHMARAIE et al., 1998; TAYLOR e KOOHMARAIE, 1998). A reduzida velocidade e extensão da proteólise desses animais, que ocorre após a morte do animal, parecem estar altamente relacionadas com a maior atividade de calpastatina desses animais, um inibidor específico das calpaínas (DUCKETT et al., 1998b; GEESINK E KOOHMARAIE, 1999; KERTH ET.AL., 1999). FIELD et al. (1996) desconsideraram a hipótese de uma maior quantidade de colágeno e ligações cruzadas intramusculares em animais com expressão fenotípica Callipyge, pois ambos tiveram valores inferiores nestes

animais. Tem sido sugerido o emprego de novas tecnologias para melhorar a tenderização nesses animais e aceitabilidade dos consumidores. O emprego do congelamento após 24 horas da morte do animal, antes que ocorra a maturação, parece ser um método viável para o melhoramento da textura nos músculos de carneiro Callipyge (DUCKETT et al., 1998a e 1998b). A injeção de cloreto de cálcio isoladamente (CLARE et al., 1997) ou em uso combinado com o congelamento, antes do amadurecimento (KOOHMARAIE et al., 1998), também têm sido aplicados para diminuir as diferenças entre as carnes provenientes de animais ovinos normais e do fenótipo Callipyge, sem causar nenhum efeito desagradável sobre as características da carne. A estimulação elétrica em carcaças de animais Callipyge produziu um efeito desejável nas mesmas, aumentando a tenderização das carnes destes animais (KERTH et al., 1999).

Estes problemas observados em cordeiro Callipyge são similares aos encontrados em carnes bovinas provenientes de *Bos indicus*. Apesar da maior resistência a ectoparasitos e ao calor dos climas tropicais, tem sido reportado que as carnes destes animais são consideravelmente mais duras devido à maior atividade da calpastatina na carne de *Bos indicus* e suas cruzas (O'CONNOR et al., 1997; PRINGLE et al., 1997; RUBENSAM et al., 1998).

### 2.2.2 Sexo

Existem grandes diferenças entre machos, fêmeas e castrados em relação ao seu crescimento e a composição da carcaça. Os machos ganham peso mais rapidamente, possuem melhor conversão alimentar e produzem carcaças com maior proporção de carne magra/gordura do que os castrados e fêmeas (SOLOMON, 1994). Contudo, a maior parte dos animais criados até o peso comercial são castrados e fêmeas, pois a carne de animais inteiros apresenta problemas de textura, sendo menos macia do que a de castrados e fêmeas (HAYS e PRESTON, 1994). Estudos iniciais tentaram correlacionar a menor maciez com a maior concentração e maturidade do colágeno intramuscular de animais inteiros do que castrados da mesma idade (HEDRICK et al., 1994). Mas MORGAN et al. (1993), estudando o efeito da castração sobre a qualidade da carne, verificaram que as carnes de touros eram menos macias do que a de castrados da mesma idade, provavelmente devido a maior atividade da calpastatina em 24 h *postmortem* nos animais inteiros. Estes resultados estão de acordo com



os encontrados por HUFF-LONERGAN et al. (1995), onde se observou uma degradação proteolítica mais rápida e uma tenderização maior na carne de bovinos castrados do que na dos inteiros.

SAÑUDO et al. (1998) trabalhando com ovinos de aproximadamente 78 dias, observaram que os machos inteiros cresceram mais rápido e tinham menor quantidade de gordura do que as fêmeas, mas não verificaram diferença na maciez da carne. Resultados similares com animais ovinos novos de raça espanhola (Lacha e Rasa Aragonesa) foram obtidos por HORCADA et al. (1998). O maior conteúdo de gordura foi o único critério capaz de diferenciar os machos inteiros fêmeas, tendo os autores sugerido que as fêmeas fossem abatidas com 2 a 3 kg a menos para terem conteúdo de gordura similares. CROUSE et al. (1978) constataram que a carne de fêmeas possuíam maior percentual de gordura e menor percentual de proteína e umidade quando comparada a carne de machos inteiros. Neste estudo, não foram encontradas diferenças na análise sensorial destas carnes, com exceção do aroma das carnes dos machos inteiros que apresentaram valores inferiores ao das fêmeas. MADRUGA et al. (1999) estudando o efeito da castração sobre o valor nutritivo de caprinos mestiços observaram um menor conteúdo de proteína e umidade e um maior conteúdo de gordura, fração mineral e cálcio em animais castrados.

Com relação as diferenças entre machos castrados e fêmeas, SUMMERS et al. (1978) não encontraram diferença significativa na composição e nas características sensoriais das carnes ovinas estudadas. Já KEMP et a (1981) observaram que as carnes das fêmeas possuíam maior quantidade de gordura e menor quantidade de umidade do que os machos castrados, mas as características sensoriais foram similares para ambos os sexos.

Outra diferença que pode ocorrer é o fato de o macho estar mais disposto a lutar durante o transporte, sendo mais susceptível ao estresse. Ele tem, portanto uma tendência a chegar ao matadouro com níveis baixos de glicogênio resultando em uma carne mais escura. A carne dos animais machos pode conter substâncias responsáveis por sabores e aromas extremamente desagradáveis. Este efeito é mais marcante em caprinos, especialmente após a puberdade (SAI NZ, 1996).

### 2.2.3 Idade

A carcaça é composta de água, proteína, gordura e cinzas, sendo este último, o constituinte de menor importância nas carnes comestíveis. A composição do animal, sem o percentual de gordura, é praticamente constante durante o seu crescimento (HAYS e PRESTON, 1994). Agora, quando o animal amadurece, ou seja, quando ele se encontra totalmente desenvolvido, e aumenta de peso, a proporção de gordura na carcaça aumenta mais rapidamente (HEDRICK et al., 1994).

A maturidade da carcaça do ovino é determinada pela observação da estrutura óssea e da coloração da carne. No animal ovino adulto, as costelas estão completamente chatas e brancas e a carne apresenta uma coloração ainda mais escura (SAINZ, 1996). O escurecimento da carne ovina foi observado por SAÑUDO et al. (1996), onde houve um aumento da intensidade da cor vermelha e uma diminuição na luminosidade nas carnes dos animais mais velhos. A maturidade também pode ser baseada na dentição, uma vez que os animais ovinos e caprinos desenvolvem seus incisivos permanentes em idades aproximadamente constantes (SAINZ, 1996).

A idade do animal também tem influência importante na maciez, pois a medida que o animal envelhece, se observa uma diminuição desta (HUFF e PARRISH, 1993; HUFF-LONERGAN et al., 1995; NISHIMURA et al., 1999). Apesar da quantidade de tecido conectivo presente no músculo aparentemente não mudar após a maturidade do animal, o número de ligações cruzadas entre as fibras de colágeno aumenta. Este fato resulta na diminuição da solubilidade do colágeno e um aumento na resistência ao corte nas carnes destes animais (HEDRICK et al., 1994).

HUFF-LONERGAN et al. (1995) estudando a degradação das proteínas após a morte, verificaram que a degradação da titina e nebulina ocorria mais devagar nos animais mais velhos. Sabe-se que a degradação de proteínas miofibrilares está altamente relacionada com a tenderização *postmortem*.

A intensidade do sabor e aroma da carne aumenta com a idade do animal. A mudança nessas características provavelmente se deve ao aumento da concentração de nucleotídeos no músculo, os quais são degradados a ácido inosínico e a hipoxantina após a morte (HEDRICK et al., 1994)

#### 2.2.4 Nutrição

As diversas raças possuem requerimentos nutricionais diferentes para o aproveitamento máximo do ganho de peso de carne magra. Quando os aminoácidos necessários estão presentes na dieta, a composição desta tem pouco efeito sobre a composição da carcaça (WRAY-CAHEN et al., 1998).

A necessidade de proteína na ração para o crescimento depende fundamentalmente da quantidade de energia disponível. Se o nível de energia na forma de carboidratos ou gordura não for atingido, o animal poderá utilizar a proteína para suprir os requerimentos energéticos em detrimento do acúmulo de proteína na síntese de novos tecidos (HAYS e PRESTON, 1994).

A restrição do consumo de energia pode alterar a composição da carcaça, pois esta reduz a taxa de deposição tanto de proteína como de lipídios. Contudo, o depósito de gordura sofre maior supressão, resultando em animais com maior proporção de carne magra (WRAY-CAHEN et al., 1998). A redução do consumo de energia com este propósito pode ser obtida aumentando o conteúdo de forragem na dieta, desde que se mantenha a mesma quantidade de proteína, mineral e vitaminas necessárias para a síntese de tecido muscular (HAYS e PRESTON, 1994).

É possível que, depois de atingida a quantidade de energia e proteína necessárias para a manutenção e crescimento, o aumento de proteína na ração poderia incrementar o ganho de peso chegando a um novo limite na velocidade de crescimento do animal. Para isso, se utilizaria a suplementação de proteínas que escapam do rúmen (*bypass protein*), tendo como exemplo a adição de farinha de penas à ração. Dessa forma também podem ser utilizadas as formas de amido e gordura de escape, com o propósito de aumentar a quantidade desses nutrientes disponíveis diretamente ao animal (SAINZ, 1996).

Os suplementos vitamínicos também têm sido utilizados com o propósito de melhorar a qualidade da carne. Animais ovinos suplementados com vitamina E, um antioxidante biológico, durante 56 dias antes do abate, produziu uma carne com melhor coloração, e esta persistiu por um tempo prolongado em comparação com os animais não suplementados (WULF et al., 1995).

### 2.2.5 Agentes promotores do crescimento

Vários tipos de agentes promotores do crescimento têm sido utilizados para aumentar a velocidade e/ou eficiência de crescimento, sem que forneçam nutrientes. Estes agentes podem influenciar o crescimento estimulando o apetite, e dessa forma aumentando a fonte de nutrientes (SOLOMON, 1994).

Os agentes promotores do crescimento também podem alterar a eficiência do processo digestivo para melhorar e/ou balancear os nutrientes consumidos. Incluídos neste caso estão os antibióticos e os probióticos. Uma grande variedade de antibióticos ativos contra bactéria gram-positiva melhora em até 20% a taxa de crescimento e a conversão alimentar em animais não ruminantes (SOLOMON, 1994). Nos ruminantes, os antibióticos ionóforos colaboram com a melhora na qualidade de suas carnes. Estes alteram a população microbiana do rúmen do animal, produzindo uma fermentação mais benéfica, com menor produção de metano e uma maior conversão alimentar. A adição de um ionóforo (Lasalocid ) à ração de cordeiros foi capaz de reduzir o conteúdo de gordura na carcaça e melhorar a coloração da carne. Os probióticos são culturas microbiológicas, por exemplo *Lactobacillus*, que utilizados visando a melhoria da flora intestinal, aumentam a digestibilidade da ração (SAINZ, 1996).

### 2.2.6 Agentes hormonais

A utilização de agentes hormonais tem sido empregada para melhorar a composição da carcaça e a eficiência do crescimento de animais. Estes agentes modificam o metabolismo ou a distribuição dos nutrientes com finalidade de aumentar o crescimento muscular e diminuir a síntese e acúmulo de lipídios. Portanto, o tratamento de animais com estes agentes melhoram o rendimento da carcaça e aumentam seu valor. Os agentes hormonais incluem os esteróides, os hormônios envolvidos no crescimento e as várias substâncias químicas com atividade  $\beta$ -adrenérgica (BEERMANN, 1994).

Os esteróides são bem conhecidos há bastante tempo como agentes eficazes para aumentar o índice e a eficiência do crescimento. Este efeito é causado principalmente pelo estímulo do crescimento de tecido magro resultando assim em uma carcaça menos gorda, sem causar efeitos deletérios na qualidade da carne. Este fenômeno pode ser explorado

naturalmente utilizando machos inteiros, porém esta estratégia confere algumas desvantagens, uma vez que o macho apresenta certos problemas de manejo, além da possibilidade de alterar negativamente a qualidade da carne (SAINZ, 1996). Estes agentes são mais eficientes em ruminantes machos castrados e fêmeas, e não são tão efetivos em suínos.(SOLOMON, 1994).

Vários esteróides naturais e sintéticos são aprovados pela Agência Americana para o Controle de Drogas e Alimentos (FDA) para uso comercial em bovinos, mas somente o zeranol tem seu uso aprovado em ovinos (BEERMANN, 1994). Atualmente nos Estados Unidos mais de 90% do gado de corte em confinamento recebe alguma forma de hormônio esteróide. A porcentagem de ovinos implantados não é conhecida com precisão, mas provavelmente é menor (SAINZ, 1996).

O hormônio de crescimento ou somatotropina é sintetizado pela glândula pituitária em resposta a estimulação positiva do hormônio somatocrina (GRF), ou inibido pelo hormônio somatostatina. Seus efeitos diretos ou indiretos, mediados pelo somatomedina, em conjunto com os outros hormônios regulam e coordenam as vias metabólicas responsáveis pela formação e desenvolvimento dos tecidos (SOLOMON, 1994).

A administração de somatotropina em ruminantes também acelera o seu crescimento, através da hipertrofia da fibra muscular, aumento da síntese de proteína muscular e do conteúdo de DNA (BEERMANN, 1994). SAINZ et al. (1994) estudando o efeito do GRF, observou que a sua administração em ovinos estimulou a secreção de somatotropina na circulação sanguínea. Após 28 dias, as carcaças destes animais apresentavam um peso maior, com um menor conteúdo de gordura e maior de carne magra em comparação ao grupo dos controles. Não foi observado qualquer efeito negativo na qualidade da carne derivada dos animais tratados com hormônio de crescimento. Resultados similares foram obtidos por BEERMANN et. al.(1990) onde, o aumento da deposição de proteína e umidade foi de 36% e 33%, respectivamente, e a taxa de deposição dos lipídios foi reduzida em 30% nas carcaças ovinas.

A recente descoberta dos agentes  $\beta$ -adrenérgicos, os quais são substâncias químicas análogas a epinefrina, noraepinefrina e catecolamina, tem tido grande importância no estudo do estímulo ao crescimento dos animais a eles submetidos (SOLOMON, 1994). Contudo, estes agentes ainda não estão disponíveis para o uso na produção de animais (WRAY-CAHEN et al., 1998). Entre as substâncias mais estudadas estão o clenbuterol, cimaterol, L-644-969 e ractopamine (SOLOMON, 1994). Estas substâncias, oralmente ativas, aumentam a massa muscular e reduzem o conteúdo de lipídios nos depósitos de tecido adiposo, sem afetar o tecido ósseo. O seu efeito de estimular os receptores adrenérgicos,

especialmente os do tipo  $\beta$ , é bem específico para aumentar a síntese de proteína muscular e a hipertrofia da fibra muscular, sem alterar o conteúdo de DNA do músculo (BEERMANN, 1994). Essas mudanças são observadas em machos inteiros, castrados e fêmeas, diferentemente dos esteróides, os quais são dependentes do sexo do animal (SOLOMON, 1994).

Estudos realizados com ovinos demonstraram aumento de 10 a 30 % da massa muscular da carcaça e uma redução no conteúdo de tecido adiposo de 15 a 30% em animais alimentados com ração contendo de 1 a 10 ppm de cimaterol (BEERMANN, 1994). Todavia, os animais tratados com agentes  $\beta$ -adrenérgicos possuem maior incidência de carne dura, provavelmente pela redução da atividade da  $\mu$ -calpaína e um incremento na atividade da calpastatina no músculo esquelético. Este mecanismo persiste após o abate, de maneira que a degradação e a fragmentação da miofibrila também permanecem reduzidas (SAINZ, 1996).

#### 2.2.7 Condições de estresse

O estresse *antemortem* do animal tem efeitos importantes sobre a bioquímica *postmortem* do músculo e sobre a qualidade da carne. As maiores mudanças ocorrem sobre a mobilização do estoque de glicogênio muscular (BELTRÁN et al., 1997) Animais resistentes ao estresse são capazes de manter as condições homeostáticas e a temperatura normal nos seus músculos, apesar das condições de estresse. Porém, geralmente ocorre uma deficiência de glicogênio quando os animais superam o estresse. Esta deficiência causa uma limitação na glicólise *postmortem* diminuindo a sua extensão e velocidade. O alto pH resultante, diminui a intensidade de absorção da luz pelo músculo, tornando a carne escura. Também ocorre um aumento na capacidade de retenção de água resultando em um ressecamento da carne, condição conhecida como DFD(escura, firme e seca) (HEDRICK et al., 1994)

Esta condição DFD, mais freqüente em músculos bovinos, suínos e ovinos, tem efeitos que podem ser considerados negativos e positivos. O alto pH do músculo resulta em uma carne pouco atrativa ao consumidor, susceptível ao crescimento bacteriano e, sabor e aroma reduzidos (BELTRAN et al., 1997). Porém, as carnes nessas condições são mais macias e suculentas, provavelmente pela maior atividade da enzima m-calpaína (DEVINE et al., 1993, BELTRAN et al, 1997).

Os músculos de animais susceptíveis ao estresse geralmente apresentam glicólise acelerada, temperaturas altas e rápido desenvolvimento do *rigor mortis*. Apesar das mudanças *postmortem* serem rápidas, algumas mudanças também ocorrem *antemortem*, como o aumento da temperatura, acúmulo de ácido láctico e diminuição das reservas de ATP. A combinação desses fatores resulta em um aumento da intensidade das reações *postmortem* no músculo, queda de pH e desnaturação protéica. O músculo desenvolve uma condição conhecida como PSE (pálido, suave e exsudativo). Esta condição está associada com menores rendimentos, aumento das perdas na cocção e suculência reduzida. Normalmente ocorre em músculos suínos, mas também pode acontecer em músculos de bovinos, ovinos e aves (HEDRICK et al., 1994).

#### 2.2.8 Localização do músculo

O grau de tensão que sofrem os músculos individuais, devido ao tipo de ligação com o esqueleto e a temperatura alcançada antes do *rigor mortis*, influencia o comprimento do sarcômero e a maciez final (HEDRICK et al., 1994). KOOHMARAIE et al. (1996) verificaram que o aumento da força de cisalhamento durante o desenvolvimento do *rigor mortis* pode ser prevenido quando o músculo for tensionado.

O aumento da dureza que ocorre no músculo durante as primeiras 24 horas após a morte do animal e provavelmente devido à redução do comprimento do sarcômero. Contudo, este não afeta a proteólise que ocorre durante o amadurecimento da carne, restringindo-se apenas as primeiras horas do abate do animal. (WHEELER e KOOHMARAIE, 1999). LUDWIG et al. (1997) propuseram adoção de um novo corte na região da 12<sup>a</sup> vértebra torácica antes do *rigor mortis* na carcaça bovina (*Tendercut*) com o objetivo de aumentar o tensionamento e assim melhorar a textura do músculo *Longissimus*.

Além disso, algumas diferenças de maciez entre os músculos resultam das variações na quantidade de tecido conectivo. Em músculos como o *Gluteus medius*, *Psoas major*, *Longissimus* e *Infraspinatus*, o conteúdo de tecido conectivo tem pouco efeito sobre a maciez (HEDRICK et al., 1994).

### 2.2.9 Condições de manejo dos animais

Os procedimentos necessários para converter os músculos de animais vivos em carne são obrigatoriamente estressantes. Os animais são expostos a uma série de práticas que podem causar reações de ajuste metabólico em resposta às condições adversas em que se encontram. Os efeitos indesejáveis do estresse incluem a danificação do tecido e a incidência de carnes DFD e PSE (HEDRICK et al., 1994).

Dentre as práticas de manejo, a fase de transporte talvez seja a mais crítica. É durante a fase de transporte que ocorre a maioria das perdas por morte, a redução do peso da carcaça, a danificação e encolhimento dos tecidos musculares (HEDRICK et al., 1994).

### 2.2.10 Métodos de imobilização dos animais

Os métodos de imobilização incluem concussão cerebral, impacto cerebral com bala cativa, atordoamento elétrico e asfixia com gás carbônico. Estes são realizados para tornar o animal inconsciente na hora da sangria, diminuindo o estresse existente nesta etapa. As propriedades dos músculos podem ser influenciadas pelos procedimentos de imobilização. O grau de influência do processo pode ser expresso no músculo, pelo nível de depleção do glicogênio (HEDRICK et al., 1994)

## **2.3 Fatores *postmortem* que influenciam na qualidade da carne**

A partir da morte do animal, o músculo experimenta certos processos de natureza bioquímica e biofísica, a ponto de diferenciar-se de suas características originais, passando a ser considerado como carne. Com a morte, a musculatura animal não cessa bruscamente todas suas funções vitais, funções estas que tem duração e ação variáveis que irão depender dos processos antes e após a morte, influenciando a qualidade da carne.



### 2.3.1 Temperatura de armazenamento das carcaças

A temperatura a que são submetidas as carcaças de animais recém abatidos, pode trazer diferentes mudanças na velocidade das reações que ocorrem no músculo. É desejável reduzir a temperatura muscular o mais rápido possível, para minimizar a desnaturação protéica e inibir o crescimento de microrganismos. Por outro lado, a redução da temperatura *postmortem* muito rápida pode causar conseqüências indesejáveis. Duas condições, conhecidas como encurtamento pelo frio e rigor do descongelamento, são reconhecidas como resultado de baixas temperaturas antes do desenvolvimento do *rigor mortis* no músculo (HEDRICK et al., 1994).

O encurtamento pelo frio é um processo onde há um aumento da dureza da carne, decorrente do resfriamento do músculo com temperaturas inferiores a 15° C, antes do início do *rigor mortis*. Já o rigor do descongelamento consiste em um severo encurtamento que se desenvolve quando se descongela um músculo que foi congelado antes do rigor. A causa para estes fenômenos parece ser a liberação do  $\text{Ca}^{2+}$  no sarcoplasma pelo retículo sarcoplasmático e mitocôndria, que induz a interação entre a miosina e actina causando a contração e o encurtamento. As carnes bovinas e ovinas são mais susceptíveis a sofrer estas alterações, provavelmente devido a sua alta proporção de fibras vermelhas. Estas fibras contêm mais mitocôndrias e tem um retículo sarcoplasmático menos desenvolvido (PEARSON, 1994).

Por outro lado, o acondicionamento da carne em temperaturas relativamente altas, menores que 50°C, poderá aumentar a capacidade da mitocôndria e do retículo sarcoplasmático de se unir ao  $\text{Ca}^{2+}$  e diminuir o encurtamento (PEARSON, 1994). JEREMIAH et al. (1997) quando acondicionaram a carne ovina em altas temperaturas (32°C) por 2 a 6 horas logo após o abate, não encontraram efeito significativo sobre a qualidade da carne.

### 2.3.2 Aceleração do processamento

A aceleração do processamento inclui a execução das etapas como corte, desossa e trituração imediatamente após o abate. Estes procedimentos aumentam a velocidade de declínio do pH no músculo *postmortem*, mas diminuem a extensão deste declínio. Quando a

estrutura dos tecidos é destruída, a glicólise anaeróbica é abreviada, provavelmente devido à penetração do oxigênio do ar nos tecidos, dando suporte a glicólise aeróbica (HEDRICK et al., 1994).

As vantagens da aceleração do processamento incluem maior controle da velocidade de resfriamento, redução dos custos com energia e o maior pH *postmortem*. O pH elevado é benéfico na fabricação de produtos, pois este aumenta a capacidade de retenção de água (HEDRICK et al., 1994). Apesar das propriedades funcionais, o *flavor*, a suculência e as perdas na cocção serem melhoradas pela desossa a quente, a tenderização da carne tende a diminuir. Contudo, JEREMIAH et al. (1997) estudando os efeitos da desossa a quente sobre a qualidade da carne, não encontraram diferença significativa entre as carnes ovinas desossadas após 45 minutos e as tratadas por procedimentos tradicionais.

HONIKEL et al. (1981) sugerem que para um melhor rendimento na preparação de embutidos com carnes desossadas a quente, seja adicionado sal na carne picada antes da instauração do *rigor mortis*. A adição de sal aumenta a suculência e a capacidade de retenção de água, possivelmente pela solubilização das proteínas, antes que elas sejam desnaturadas (HEDRICK et al., 1994).

### 2.3.3 Estimulação elétrica da carcaça

A estimulação elétrica da carcaça tem sido utilizada como uma forma de tenderização das carnes bovinas, ovinas e caprinas. Esta, com voltagens de 30 a 3600 volts, deve ser utilizada em animais que apresentam grande incidência de carnes duras. A estimulação elétrica atua acelerando o decréscimo de ATP muscular, a diminuição do pH e o desenvolvimento do *rigor mortis* antes do músculo atingir uma temperatura interna baixa, prevenindo dessa forma o encurtamento pelo frio (HEDRICK et al., 1994).

A atividade das calpaínas também é promovida pela estimulação elétrica, reduzindo o tempo de maturação. O aumento desta atividade se deve provavelmente a despolarização da membrana celular, que causa uma liberação do cálcio para dentro da célula, ativando as enzimas dependentes de cálcio (KERTH et al., 1999). HO et al. (1996) observaram que a estimulação elétrica aumentou a frequência da fragmentação das miofibrilas na banda I e antecipou o aparecimento de grandes fragmentos na banda I devido a ruptura

mecânica. A aceleração da degradação das proteínas miofibrilares: titina, nebulina e troponina-T, foram características dos músculos estimulados eletricamente.

KERTH et al. (1999) investigando o efeito da estimulação elétrica sobre cinco músculos diferentes de ovinos com expressão fenotípica de Callipyge, não encontraram efeito significativo de melhora na textura pela estimulação elétrica, provavelmente porque os músculos estudados já eram relativamente macios. Resultados similares foram obtidos por EILERS et al. (1996). Dos três músculos bovinos estudados, somente o *Longissimus* de carcaças estimuladas eletricamente apresentou menor força de cisalhamento. HERTOGLMEISCHKE et al. (1997) estudando os efeitos negativos da estimulação elétrica, observaram que a menor capacidade de retenção de água foi decorrente da desnaturação protéica da miosina, a qual foi determinada pela queda do pH e da temperatura *postmortem*.

#### 2. 3.4 Maturação das carnes

A conversão do músculo em carne se inicia com a sangria, que acarreta uma série de mudanças no músculo tais como: alterações na homeostase, na circulação sanguínea, no aporte de oxigênio e variações na temperatura do músculo. Como consequência dessas alterações, ocorre um declínio do ATP, da fosfocreatina, do pH devido ao acúmulo de ácido láctico e um aumento da dureza do músculo decorrente do *rigor mortis* (HEDRICK et al., 1994).

Durante o acondicionamento da carne sob temperatura de refrigeração, a rigidez causada pelo *rigor mortis* começa a diminuir. Dessa forma, a maturação das carcaças ou cortes de carne por períodos prolongados, tem sido utilizada para se alcançar uma textura satisfatória (HUFF e PARRISH JR., 1993; HUFF-LONERGAN et al., 1995). GEORGE et al. (1999) recomendam que o período de acondicionamento da carne sob refrigeração seja de no mínimo 7 dias antes de chegar no consumidor.

Dentre os mecanismos envolvidos no processo de maturação das carnes, a degradação das proteínas miofibrilares parece ser o mais importante. Para HEDRICK et al. (1994) e O'HALLORAN et al. (1997b), as primeiras alterações observadas na integridade estrutural das fibras musculares após a morte são a degradação do disco Z do sarcômero, devido a degradação das proteínas associadas ao disco, principalmente desmina e titina. Todavia, TAYLOR et al. (1995) constataram que aproximadamente 65 a 80% do

amaciamento *postmortem* ocorria durante os primeiros 3 ou 4 dias e nenhuma degradação do disco Z era observada. Durante este período porém, era observada a degradação das miofibrilas na banda I adjacente ao disco Z. Estudos posteriores confirmaram estes resultados (BOYER-BERRI e GREASER, 1998; HUFF-LONERGAN et al.,1996; TAYLOR e KOOHMARAIE, 1998). Dentre as proteínas miofibrilares degradadas durante o amaciamento, pode-se citar: a titina, nebulina, filamina, desmina e troponina-T (HUFF-LONERGAN et al.,1996).

Vários sistemas enzimáticos presentes no músculo esquelético têm sido implicado como responsáveis pela degradação proteolítica das proteínas miofibrilares após a morte. Estes sistemas incluem o complexo proteinase multicatalítico, as catepsinas e as calpaínas (HEDRICK et al., 1994). Evidências demonstraram que a complexa proteinase multicatalítico não causa proteólise pós morte de nenhuma das proteínas miofibrilares que estão correlacionadas com a melhora na textura (UYTTERHAEGEN et al., 1994; HEDRICK et al., 1994).

A contribuição das catepsinas para a tenderização das carnes tem sido motivo de controvérsias. KOOHMARAIE et al. (1988a) estudando o efeito de algumas enzimas sobre a tenderização *postmortem*, concluíram que as catepsinas não tinham efeito sobre a degradação das proteínas miofibrilares. Alguns autores (HEDRICK et al., 1994; UYTTERHAEGEN et al., 1994) afirmam que estas enzimas não podem degradar as proteínas miofibrilares por se encontrarem dentro dos lisossomos e não serem liberadas mesmo após estimulação elétrica e longos períodos de estocagem. As proteínas teriam que sofrer processo de endocitose para dentro do lisossomo para que a proteólise pudesse acontecer, como ocorre no caso do músculo *in vivo*. Porém, isto é impossível no músculo *postmortem*, já que a endocitose é um processo ativo que requer energia. Já outros autores (O'HALLORAN et al. 1997b; TAYLOR et al., 1995) admitem a possibilidade da contribuição das catepsinas na proteólise *postmortem*. TAYLOR et al. (1995) sugerem que as catepsinas localizadas no retículo sarcoplasmático possuem algum papel na tenderização do músculo após 6 ou 7 dias da morte, quando o pH do músculo se encontra baixo e pequenas degradações da miosina e  $\alpha$ -actinina são observadas.

Dos três sistemas enzimáticos, as calpaínas são as principais responsáveis pela proteólise que leva ao aumento da tenderização da carne e por 90% ou mais da tenderização proteolítica que ocorre durante os primeiros 7 a 10 dias de estocagem entre 2 e 4° C *postmortem* (BOEHM et al., 1998; TAYLOR et al., 1995).

#### 2.3.4.1 Sistema enzimático calpaínas/calpastatina

As calpaínas são enzimas neutras ativadas pelo íon cálcio, que diferem quanto ao requerimento de cálcio para sua ativação. Enquanto uma calpaína requer quantidade milimolar de cálcio (m-calpaína), a outra necessita de uma concentração micromolar de cálcio ( $\mu$ -calpaína) para sua ativação (HEDRICK et al 1994).

A liberação do cálcio pela mitocôndria e pelo retículo sarcoplasmático durante a estocagem *postmortem* ativa as calpaínas, bem como a infusão da carcaça com cloreto de cálcio, sendo este um procedimento utilizado para acelerar a tenderização da carne (KOOHMARAIE et al., 1988a e 1988b; PRINGLE et al., 1999; WHEELER et al., 1997). Em contraste, quando um quelante de cálcio está presente no músculo, nenhuma das mudanças proteolíticas ocorre e a textura não é melhorada (KOOHMARAIE et al., 1988a). Outro método que afete tão drasticamente as calpaínas, senão a infusão ou injeção de cloreto de cálcio, não tem sido documentado. KOOHMARAIE et al. (1988b) observaram que a infusão de cloreto de cálcio em carcaças ovinas diminuiu o tempo necessário para maturação, como foi demonstrado pela baixa força de cisalhamento após 24 horas da morte do animal. Uma melhora na textura da carne pela injeção de cloreto de cálcio também foi obtida por PRINGLE et al. (1999) em carnes bovinas de diferentes genótipos. WHEELER et al. (1999) demonstrou que a tenderização ativada por cálcio pode ser utilizada mesmo após 14 dias *postmortem*.

O pH ótimo da atividade da m-calpaína é de aproximadamente 7,5. Contudo, sob condições normais *postmortem*, um declínio gradual do pH do tecido de 7,0 até aproximadamente 5,6 ocorre durante um período de 24 horas. Ao mesmo tempo em que a concentração de cálcio livre no músculo *postmortem* pode atingir 100 $\mu$ m, devido a sua liberação pelo retículo sarcoplasmático. Estas condições podem mudar a capacidade das calpaínas de atuarem no músculo normal pós morte. Mas, estudos realizados *in vitro* com a m-calpaína em pH próximo ao encontrado normalmente após a morte, revelaram que estas ainda mantêm de 10 a 25% da atividade encontrada a pH 7,0 (O'HALLORAN et al., 1997a; KENDALL et al., 1993).

Com relação ao efeito da força iônica sobre a atividade da m-calpaína, estudos realizados com a caseína como substrato dessas enzimas, demonstraram que a capacidade da m-calpaína em hidrolisar a caseína diminuiu com o aumento da força iônica. Uma explicação possível para a diminuição da atividade da caseína é que foi devido à agregação das enzimas

ou a diminuição da estabilidade do complexo calpaína-cálcio (KENDALL et al., 1993). Estes autores relataram que a atividade da m-calpaína manteve-se estável em concentrações de 50 a 200mM de KCl, diminuindo quando a concentração aumentou para 400mM KCl. Desta forma, a força iônica *postmortem* que se situa entre 100 e 300mM de KCl, parece não ter efeito significativo sobre a m-calpaína. Este estudo também indicou que o grau em que a atividade era diminuída era dependente do pH. A atividade diminuiu em velocidades mais rápidas com o aumento do pH.

O sistema de calpaínas consiste além das duas enzimas dependentes de cálcio anteriormente citadas, do inibidor calpastatina. As atividades altas de calpastatina, igualmente ativada pelos íons de cálcio livres no sarcoplasma, inibem a ação das calpaínas proteínicas, bloqueando o processo natural de tenderização pós morte. Este efeito inibidor de proteólise da calpastatina determinado 24 horas pós morte, tem sido relacionado como o fator que apresenta maior correlação com a maciez da carne conservada sob refrigeração (O'CONNOR et al., 1997; RUBENSAM et al., 1998). Dessa forma, a atividade de calpastatina determinada 24 horas após a morte poderá ser útil para a previsão da textura da carne.

Estudos realizados sobre o efeito do pH e da força iônica sobre a atividade da calpastatina foram realizados por KENDALL et al. (1993). A inibição da atividade da m-calpaína pela calpastatina não foi afetada pelo pH tão baixo como 5,7, e somente forças iônicas tão altas como a de 200mM de KCl diminuíram a atividade dessa enzima. Estes resultados indicam que a calpastatina possui uma ampla faixa de pH ótimo.

O mecanismo de inativação das calpastatina no músculo *postmortem* foi estudado por DOUMIT e KOOHMARAIE (1999). A partir de observações como: a infusão de cloreto de cálcio nas carnes ativa as calpaínas e inativa a calpastatina e que a infusão de cloreto de zinco inibe as calpaínas, mas previne a calpastatina de inativação, os autores formularam a hipótese que as calpaínas seriam responsáveis pela degradação da calpastatina. Através de análises imunoquímicas, DOUMIT e KOOHMARAIE (1999) concluíram que as calpaínas provavelmente são as responsáveis pela degradação da calpastatina durante a maturação da carne.

#### 2.3.4.2 Calpaínas, calpastatina e a tenderização após a morte

Vários estudos têm sido realizados para identificar como as calpaínas e a calpastatina afetam a tenderização do músculo que ocorre após a morte do animal.

Muitos investigadores concluíram que a  $\mu$ -calpaína é a principal protease responsável pela degradação da miofibrila *postmortem* e o conseqüente amaciamento da carne (HUFF-LONERGAN et al., 1996; GEESINK e KOOHMARAIE, 1999). Contudo, as sugestões de que a  $\mu$ -calpaína é a protease responsável pela tenderização *postmortem* foram baseadas na conclusão de que a concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  no músculo após a morte é muito baixa para que qualquer atividade significativa de m-calpaína acontecesse e, portanto, só a  $\mu$ -calpaína poderia ser ativa nesse músculo. Na verdade, a concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  no músculo após a morte é desconhecida. Mas, é passível de se acreditar que a concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  pode chegar bem além de  $100\mu\text{M}$  durante períodos prolongados de estocagem (1 a 7 dias), como resultado da degradação dos costâmeros e do sarcolema, e da penetração do  $\text{Ca}^{2+}$  para dentro da fibra muscular (BOEHM et al., 1998). Os costâmeros são estruturas que ligam as miofibrilas ao sarcolema. Estas estruturas contêm várias proteínas, incluindo vinculina, desmina, vimentina, distrofina, ankyrina, clatherina, talina,  $\gamma$ -actina e  $\beta$ -espectrina, e ocorrem periodicamente ao longo da miofibrila, no disco Z e na linha M (TAYLOR et al., 1995; TAYLOR e KOOHMARAIE, 1998). A degradação dos costâmeros e do sarcolema durante os primeiros dias *postmortem* também foi observada por O'HALLORAN et al. (1997b) e TAYLOR e KOOHMARAIE (1998).

A hipótese sugerida por BOEHM et al. (1998) para o papel das enzimas proteolíticas  $\mu$ -calpaína e m-calpaína na tenderização do músculo seria a seguinte: a  $\mu$ -calpaína estaria envolvida na degradação dos costâmeros e na perda da integridade do sarcolema observadas durante as primeiras 24 e 48 horas após a morte do animal, e este fato acarretaria um aumento na concentração intracelular de  $\text{Ca}^{2+}$ , onde a m-calpaína seria a responsável pela degradação das proteínas citoesqueléticas, desmina, titina, nebulina e troponina-T, do músculo após 48 a 72 horas da morte do animal, quando a concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  tiver sido aumentada para um nível suficiente.

O melhoramento da qualidade da carne ovina através da maturação e do conhecimento da influência do sexo do animal mostra-se extremamente importante num momento em que o consumidor exige cada vez mais um produto com melhor maciez, cor, sabor e suculência. A introdução de carnes ovinas com qualidade sensorial desejável poderá

aumentar o consumo destas carnes e beneficiar o pequeno produtor rural do Nordeste brasileiro, onde tal criação desempenha importante função social.



### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Descrição do experimento**

##### **3.1.1 Tipo de animais**

Neste experimento foram utilizados 15 animais ovinos, sendo 5 machos inteiros, 5 machos castrados e 5 fêmeas, do tipo Sem Raça Definida (SRD) provenientes do interior do estado do Ceará, criados em regime semi-intensivo, com idade aproximada de 15 meses, ou 2 dentes permanentes. Após aquisição dos animais, estes foram mantidos em regime de confinamento no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará durante 25 dias até que atingissem o peso médio de aproximadamente 35 kg.

##### **3.1.2 Abate dos animais**

As operações de abate foram procedidas segundo os métodos recomendados pelo RIISPOA (BRASIL, 1997). Os animais foram separados 12 horas antes do abate e submetidos a jejum e dieta hídrica. Decorrido este prazo, foram abatidos em frigorífico comercial com Inspeção Estadual, localizado no município de Maracanaú, CE. Os animais foram insensibilizados por impacto cerebral com bala cativa e em seguida foram realizadas a sangria, a esfolagem e a evisceração, obtendo-se a carcaça como produto. Estas foram imediatamente lavadas com jato de água potável, identificadas, levadas à câmara a 2°C e resfriadas por 12 horas.



Figura 1 - Ovinos machos inteiros do tipo Sem Raça Definida (SRD) provenientes do interior do estado do Ceará com idade aproximada de 15 meses, ou 2 dentes permanentes.



Figura 2 - Ovinos machos castrados e fêmeas do tipo Sem Raça Definida (SRD) provenientes do interior do estado do Ceará com idade aproximada de 15 meses, ou 2 dentes permanentes.

### 3.1.3 Coleta e acondicionamento das amostras

Após o período de resfriamento na câmara fria, as carcaças foram avaliadas, separadas as meias carcaças e cortadas de acordo com a sistemática da EMBRAPA (1994). Os cortes foram envolvidos em filme de PVC, colocados em sacos plásticos devidamente identificados e transportados em caixa de isopor com gelo até o Laboratório de Carnes e Pescado do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. No laboratório, as peças lombo e pernil foram utilizadas para se obter os músculos *Longissimus dorsi* entre a 7<sup>a</sup> vértebra torácica e 5<sup>a</sup> vértebra lombar e os músculos *semimembranosus*, respectivamente. Os músculos *L. dorsi*, direito e esquerdo, foram cortados em 12 bifés de 2,5 cm de espessura cada um. Os oito primeiros bifés de cada músculo (direito e esquerdo), no sentido cranial caudal, foram destinados à determinação da textura, os dois bifés seguintes de cada lado para a análise da cor e pH e os dois últimos bifés de cada lado para a determinação do índice de fragmentação miofibrilar. Todos os bifés foram embalados individualmente a vácuo em filme flexível de alta barreira ao oxigênio e mantidos sob refrigeração a 2°C durante os próximos 13 dias. Os bifés devidamente numerados foram divididos ao acaso em cada um dos tempos de amostragem, para as análises realizadas com 1, 3, 7 e 14 dias de armazenamento a 2°C contados a partir do dia do abate. Após a coleta dos bifés em cada tempo de amostragem, estes foram congelados e mantidos a -18°C até que fossem analisados.

Os músculos *semimembranosus* de cada pernil (direito e esquerdo) foram cortados ao meio no eixo longitudinal das fibras musculares, embalados individualmente a vácuo em filme flexível de alta barreira ao oxigênio e mantidos sob refrigeração a 2°C durante os próximos 13 dias. Os quatro cortes do músculo do pernil foram sorteados entre cada um dos tempos de amostragem, 1, 3, 7 e 14 dias contados a partir do dia do abate. As amostras coletadas desta maneira foram congeladas e mantidas a -18°C até que fossem analisadas.

## 3.2 Análise da qualidade da carne

### 3.2.1 Determinação do pH muscular

O pH foi medido segundo o método descrito por BÉLTRAN et al. (1997). Aproximadamente 3 g da porção muscular do bife, previamente descongelada por 18 h a 5°C, foi homogeneizada com 20 mL de água destilada por 15 segundos. Em seguida, o pH foi determinado utilizando um medidor digital de pH (DIGIMED, modelo DMPH-2, São Paulo) combinado com um eletrodo de vidro (ANALYSER, modelo 2A09E, São Paulo).

### 3.2.2 Determinação do índice de fragmentação miofibrilar (IFM)

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi determinado de acordo com CULLER et al. (1978). De cada amostra, ainda congelada, foram retirados três cilindros de 1.27 cm de diâmetro, os quais foram picados com a tesoura retirando-se qualquer tecido conectivo ou gordura aparente. Quatro gramas do músculo picado foram homogeneizadas em triturador (MARCONI, modelo TE102, Piracicaba, São Paulo) por 30 segundos com 40 mL da solução de extração contendo KCl 100 mM, fosfato de potássio 20 mM, EDTA 1 mM, MgCl<sub>2</sub> 1 mM e azida sódica 1mM. Em seguida, a solução homogeneizada foi centrifugada por 15 minutos a 1000 x g a 4°C em centrífuga (BECKMAN, modelo J2-21, rotor JA-17). Após descartar o sobrenadante, o precipitado foi ressuspendido com 40 mL da solução de extração, agitado com um bastão de vidro e centrifugado novamente por 15 minutos a 1000 x g a 4°C. Após descartar o sobrenadante, ao precipitado foram adicionados 10 mL da solução de extração e este foi feito passar através da peneira de polietileno para remoção do tecido conectivo. Adicionalmente 10 mL da solução de extração foram utilizados para facilitar a passagem das miofibrilas através da peneira. Na suspensão de miofibrilas foi determinada a concentração de proteínas pelo método do biureto descrito adiante.

Uma alíquota da suspensão de miofibrilas foi então diluída com a solução de extração até uma concentração protéica de  $0,5 \pm 0,05$  mg/mL. A suspensão diluída de miofibrilas foi agitada e colocada na cubeta, sendo logo em seguida feita a leitura da

densidade ótica a 540 nm em espectrofotômetro (ULTROSPEC 1000 Pharmacia Biotech, Cambridge, Inglaterra). Para obtenção do índice de fragmentação miofibrilar, foi multiplicado a densidade ótica a 540 nm por 200, de acordo com CULLER et al. (1978).

### 3.2.3 Determinação de proteína pelo método do biureto

A determinação da concentração de proteínas foi realizada segundo GORNAL et al. (1949), adicionando-se 4 mL do reagente de biureto, constituído de 0,15 % de sulfato de cobre, 0,6 % de tartarato de sódio e potássio e 3,0 % de hidróxido de sódio, a 1,0 mL da suspensão de miofibrilas, realizando-se a leitura de absorvância a 540 nm, após 30 minutos da adição do reagente a temperatura ambiente. Através de uma curva padrão (densidade ótica contra mg de proteína) realizada com a proteína albumina sérica bovina cristalizada e liofilizada (Sigma Chemical Company, USA), foi calculado o fator de conversão de densidade ótica a 540 nm para mg de proteína.

### 3.2.4 Determinação da porcentagem de perdas na cocção

As perdas na cocção foram determinadas de acordo com DUCKETT et al. (1998b). Os bifes foram descongelados em refrigerador a 5°C durante 18 h, antes de serem pesados. Em seguida, foram cozidos em forno elétrico pré-aquecido a 170°C até que a temperatura interna atingisse 71°C no centro geométrico, monitorada através de um termopar de cobre e constantan, acoplado a um termômetro digital (DELTA OHM, modelo HD9218, Itália). Os bifes foram retirados do forno e pesados novamente. A perda de peso foi expressa como a porcentagem de perda na cocção.

### 3.2.5 Determinação da força de cisalhamento

A textura foi avaliada através da medida de força de cisalhamento. Após a cocção descrita no item anterior, os bifes foram resfriados em refrigerador a 5°C por 24 horas. Posteriormente, de cada bife foram retirados dois cilindros de 1,27 de diâmetro, no sentido das fibras musculares. Os cilindros foram cortados transversalmente utilizando um texturômetro TA.XT2 (Stable Micro System, Surrey, England) equipado com uma lâmina tipo Warner Bratzler, operando a 20 cm/min, conforme DUCKETT et al. (1998b). O pico da força de cisalhamento foi registrado, sendo o resultado expresso em kg de uma média de oito medições (cada amostra estava representada por 4 bifes, dos quais foram medidos 2 cilindros).

### 3.2.6 Determinação da porcentagem de gordura intramuscular

Para esta determinação foi utilizado o método de extração da gordura descrito por BLIGH & DYER (1959). Inicialmente, o músculo *semimembranosus* do pernil coletado após 1 dia de armazenamento a 2°C foi triturado e colocado no liofilizador LYPHLOC (Labconco Co., Kansas City, USA). Após pesagem de 2 g da amostra liofilizada, foi adicionado clorofórmio, metanol e água nas proporções 2:2:0,5. Para se obter uma separação uniforme das fases, uma solução salina de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 1,5% foi utilizada. O material extraído foi transferido para uma proveta, onde se observou o volume final. Uma alíquota de 5 mL do extrato lipídico foi colocada em bequer de 50 mL previamente tarado, levado para uma capela, para evaporação do excesso de clorofórmio e em seguida levado para a estufa a 105°C por 90 min. O peso da amostra no bequer após a secagem na estufa foi extrapolado para o volume final e expresso como a porcentagem de gordura intramuscular.

### 3.2.7 Análise de Cor

A medida de cor foi feita de acordo com ABULARACH et al. (1998). Utilizou-se o colorímetro MINOLTA CR300 (Minolta Co., Osaka, Japão), medindo-se as unidades L\*

(luminosidade),  $a^*$  (intensidade da cor vermelha),  $b^*$  (intensidade da cor amarela), do sistema CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) (MINOLTA Co., 1998).

As embalagens das amostras, após terem sido descongeladas por 18 h a 5°C, foram abertas e a superfície dos bifes foi exposta ao ar sob refrigeração a 5°C por 30 minutos para permitir a oxigenação superficial da mioglobina. Foram realizadas três medidas por ponto, em três diferentes pontos do bife, anotando-se os valores médios de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

### 3.2.8 Análise Sensorial

Esta análise foi realizada com o músculo *semimembranosus* do pernil coletado após 3 dias de armazenamento a 2°C. Para isso, as amostras dos três grupos de animais, macho inteiro, macho castrado e fêmea, foram previamente descongeladas por 18 h a 5°C e cortadas em bifes de 2,5 cm. Após a cocção realizada da mesma forma descrita no item 3.2.4., foram retirados cubos de 1 x 1 x 2,5 cm e servidos imediatamente aos provadores, segundo DUCKETT et al. (1998b).

Foi realizado o teste de ordenação seguindo-se o delineamento experimental de blocos completos balanceados, descrito por STONE e SIDEL (1985). O teste foi realizado em 2 sessões com 20 provadores em cada uma delas. Em cada sessão, cada provador recebeu as três amostras simultaneamente e uma ficha de ordenação (Figura 3). As amostras foram ordenadas em ordem crescente, com relação ao atributo maciez (1=amostra menos macia e 3=amostra mais macia). Para remover o sabor residual entre as amostras foi servido água destilada a temperatura ambiente e crackers sem sal.

### 3.3 Análise Estatística

Os dados de pH, IFM, perdas na cocção, força de cisalhamento e da análise de cor, foram submetidos à análise descritiva segundo BUSSAB e MORETTIN (1987). Para verificar o efeito do sexo do animal e do tempo de maturação sobre cada uma destas variáveis, foi utilizado o teste estatístico de análise de variância (ANOVA) e para as comparações entre as médias foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 5% de significância, calculado pela



---

### TESTE DE ORDENAÇÃO

Nome: ..... Data: .....

Você está recebendo 3 amostras codificadas de carne ovina. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e ordene-as em ordem crescente de maciez.

.....  
menos macia                      mais macia  
.....

Comentários: .....  
.....

---

Figura 3 - Ficha utilizada no teste de ordenação para o atributo maciez em carne ovina.

Tabela de Snedecor (valor F) (NETER e WASSERMAN, 1974). Os cálculos foram efetuados utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS (SAS Institute, Carry, USA).

Os dados da análise sensorial, obtidos através do teste de ordenação, foram analisados usando o método de Friedman (STONE e SIDEL, 1985). Os valores de ordenação da maciez, atribuídos pelos provadores, de 1 a 3, foram somados dentro de cada sexo. Com o número de amostras testadas e o número de testes aplicados, obteve-se na Tabela Newel e Mac Farlane a diferença crítica entre os totais de ordenação. Em seguida, comparou-se a diferença entre duas amostras com o número tabelado, verificando se haveria ou não diferença significativa ao nível de significância de 5%.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 pH da carne ovina

Os valores de pH encontrados neste trabalho variaram entre 5,40 e 5,77 (Figura 4). Estes foram similares aos encontrados por outros autores no músculo ovino *Longissimus* (SAÑUDO et al., 1996, 1997 e 1998; WHEELER e KOOHMARAIE, 1994). Os resultados acima confirmam o fato de que a carne ovina raramente apresenta problemas relacionados com pH, como a ocorrência de carnes DFD e PSE. Os animais ovinos parecem ter mecanismos que fazem com que se adaptem melhor às condições de estresse, como o transporte e o abate, do que os bovinos e suínos (SAÑUDO et al., 1997). O pH entre 5,4 e 5,9 das carnes ovinas são desejáveis também porque as carnes com pH acima de 6,0, apesar de apresentarem maciez satisfatória, são consideradas inadequadas para a embalagem a vácuo, devido a sua vida de prateleira ser reduzida (DEVINE et al., 1993).

A análise de variância dos dados de pH não apresentou interação entre o sexo e o tempo de maturação. Quanto ao efeito do sexo, foi encontrada diferença significativa ( $P=0,0001$ ) entre as amostras estudadas. O valor médio de pH da carne dos machos castrados de 5,61 foi significativamente superior ao das fêmeas de 5,51 e dos machos inteiros de 5,5, os quais não foram significativamente diferentes entre si. O maior valor de pH do macho castrado pode ter ocorrido em decorrência de uma quantidade baixa de glicogênio no músculo destes animais no abate. SAÑUDO et al. (1998) também não observaram diferença significativa no pH entre a carne de machos inteiros e fêmeas.

Com relação ao efeito do tempo de maturação, foi encontrada diferença significativa ( $P=0,0092$ ) para a variável pH. Os valores médios de pH após 1, 3, 7 e 14 dias de maturação foram 5,59; 5,53; 5,49 e 5,54, respectivamente. Segundo o teste Tukey realizado, foi encontrada diferença significativa somente entre o primeiro e o sétimo dia de maturação. Após a morte do animal um declínio gradual do pH de valores próximos a neutralidade até 5,4 a 5,7 é resultado da glicólise e do acúmulo de ácido lático (HEDRICK et al., 1994).

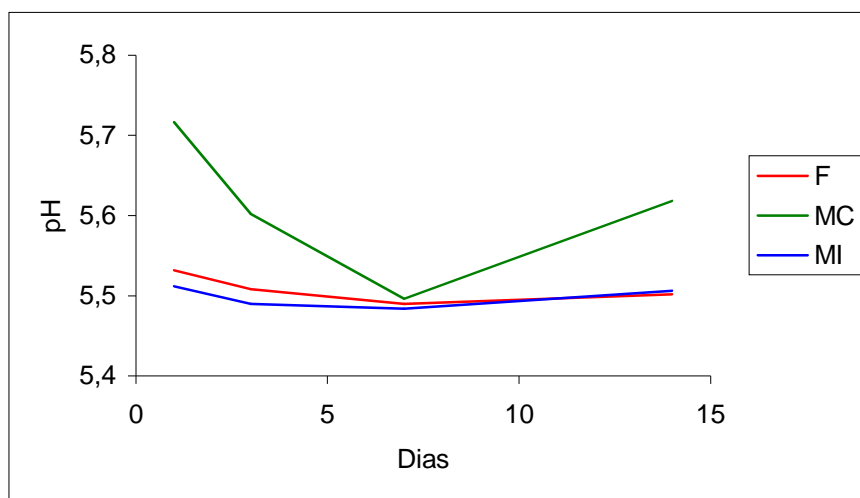


Figura 4 - Valores de pH da carne ovina provenientes de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.

## 4.2 Índice de fragmentação miofibrilar (IFM)

Os valores obtidos para o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) podem ser observados na Figura 5. A análise de variância destes dados mostrou haver interação entre o sexo e o tempo de maturação. No primeiro dia após a morte do animal não houve efeito significativo do sexo, sendo o valor médio do IFM de 96,05. Já no terceiro dia *postmortem* um efeito de sexo significativo ( $P=0,0008$ ) foi observado. O valor médio do IFM (129,88) para macho castrado foi significativamente superior ao da carne de fêmeas (83,90) e de machos inteiros (73,60). Em relação ao primeiro dia *postmortem*, o valor para a carne de machos castrados foi superior e os da carne de fêmeas e machos inteiros foram inferiores. Nos dias seguintes estudados, não foram encontradas diferenças significativas para o sexo do animal. O valor médio do IFM para o sétimo e décimo quarto dia *postmortem* foram respectivamente 114,73 e 127,89. Todos os valores encontrados correspondem a uma carne macia, segundo CULLER et al. (1978) carnes com valores de IFM acima de 60 devem ter textura satisfatória.

O índice de fragmentação miofibrilar é uma medida do tamanho médio das miofibrilas e está relacionado com a textura da carne. Durante a estocagem *postmortem* um enfraquecimento das miofibrilas ocorre e portanto uma fragmentação destas na banda I acontece durante a homogeneização (TAYLOR et al., 1995). Segundo os resultados obtidos por KOOHMARAIE et al. (1988a), o processo de fragmentação das miofibrilas é mediado pelo  $Ca^{2+}$ , através da ativação das calpaínas. Os autores relataram que o IFM não mudou quando o músculo foi incubado com uma solução contendo EDTA e EGTA, quelantes dos íons de cálcio. Ao contrário, o IFM aumentou quando os músculos foram incubados com solução contendo cálcio.

Vários estudos têm sido realizados para verificar as mudanças no IFM durante o amadurecimento. Estes reportaram que o IFM na carne aumentou continuamente durante os 14 dias de amadurecimento (KOOHMARAIE et al., 1988a; MORGAN et al., 1993; TAYLOR et al., 1995; WATANABE et al., 1996). Os valores aqui encontrados situam-se acima dos reportados por KOOHMARAIE et al. (1988a) que verificaram um aumento no IFM de 46,2 no dia 1 até 63,5 no dia 7 e por MORGAN et al. (1993) que observaram um IFM inicial de 28,6 no dia 1 e final de 72,9 no dia 14, ambos no músculo *Longissimus* bovino. Já FAROUK et al. (1992) trabalhando com o músculo *Longissimus* ovino, encontraram um valor para IFM após 24 horas da morte do animal de 64,71. Os dados obtidos neste estudo são similares aos encontrados por TAYLOR et al. (1995) no músculo *Semimembranosus* bovino. Estes autores

afirmam que o valor absoluto do IFM pode variar bastante entre animais, mas o importante é o aumento do IFM após a morte do animal.

MORGAN et al. (1993) observaram que o músculo bovino *Longissimus* de machos inteiros tinha um menor IFM do que o dos castrados, estando o IFM altamente correlacionado com a textura da carne.

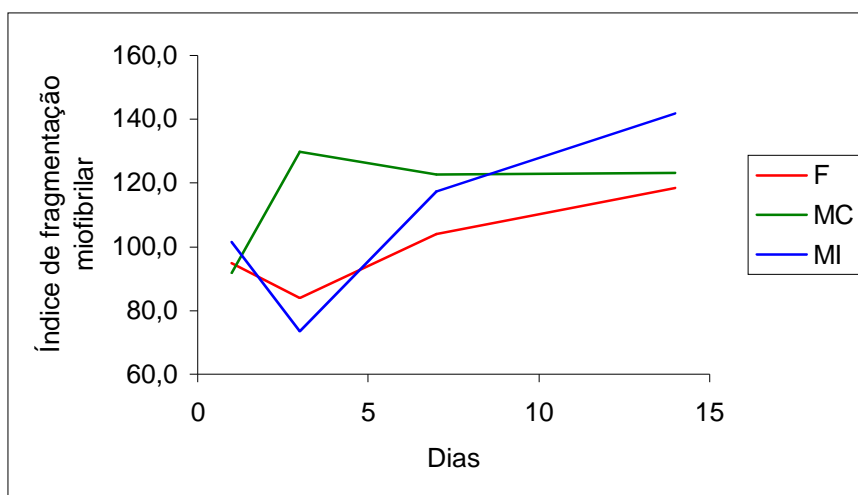


Figura 5 - Valores do índice de fragmentação miofibrilar da carne ovina provenientes de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.

### 4.3 Perdas na cocção

Os dados referentes às perdas na cocção podem ser visualizados na Figura 6. As porcentagens de perdas na cocção em média variaram entre 17,67 e 24,59. Segundo a análise de variância realizada para a variável acima, não houve interação entre o sexo e o tempo de maturação, assim como não houve efeito significativo do tempo de maturação. Com relação ao efeito do sexo, foram observadas perdas significativamente ( $P=0,0006$ ) maiores na carne de machos inteiros em relação a de machos castrados. As perdas na cocção das fêmeas não foram significativamente diferente das demais. SAÑUDO et al. (1998) também não observaram diferença significativa nas perdas por cocção entre animais ovinos machos e fêmeas. KEMP et al. (1981) e SUMMERS et al. (1978) não encontraram diferenças significativas entre a carne ovina de fêmeas e machos castrados.

A porcentagem de perdas na cocção do músculo dos machos inteiros (22,95) foi superior a dos machos castrados (19,55) provavelmente devido o pH destes músculos ser mais baixo e o conteúdo de gordura ser menor. A redução da capacidade de retenção de água ocorre quando o pH muscular diminui após a morte do animal e se aproxima cada vez mais do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Quando isto ocorre, as cargas elétricas das proteínas miofibrilares tendem a se atrair e não mais se ligar com a água (HEDRICK et al., 1994). Como encontrado no presente trabalho, SAÑUDO et al. (1997) estudando o efeito da raça sobre a qualidade da carne, verificaram que as perdas na cocção foram menores nas carnes com maior conteúdo de gordura.

Os valores para perdas na cocção observados foram inferiores aos encontrados por alguns autores com o músculo *Longissimus* de animais ovinos. SHACKELFORD et al. (1997a) relataram valor médio de 29,8% após 7 dias de maturação, enquanto DUCKETT et al. (1998b) encontraram para carnes de machos castrados após 14 dias de maturação uma porcentagem de 28,2. JEREMIAH et al. (1997) estudando os efeitos da maturação em carne embalada a vácuo reportaram valores de 31,03% após 6 dias de maturação, tendo este valor aumentado significativamente para 34,80 e 37,29% após 27 e 41 dias de estocagem a 1°C, respectivamente. Resultados similares foram obtidos por ZAPATA et al. (2000b) que reportaram valores na carne de machos inteiros dos cruzamentos Somalis Brasileira e Crioula, e Santa Inês e Crioula variando entre 21,45 e 23,90%. Já SAÑUDO et al. (1997) observaram valores inferiores aos aqui reportados. Nas quatro raças ovinas estudadas, Churra, Castellana, Manchega e Awassi, a porcentagem de perdas na cocção variou entre 12,00 a 16,02%.

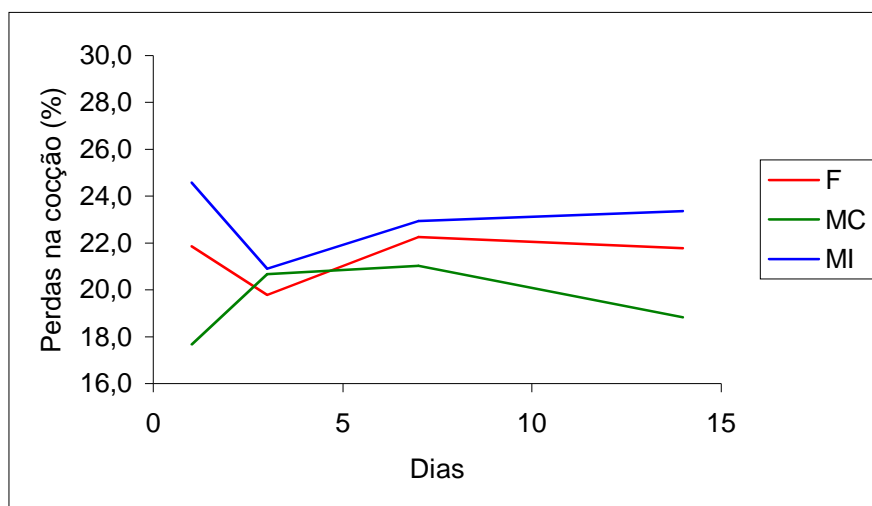


Figura 6 – Porcentagem de perdas na cocção da carne ovina proveniente de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.



#### 4.4 Força de cisalhamento

A textura da carne foi determinada através da força de cisalhamento (Figura 7). De acordo com a análise de variância, não houve interação entre o sexo e o tempo de maturação, nem efeito do tempo de maturação sobre a força de cisalhamento. Já para o efeito do sexo sobre esta variável, foi encontrada diferença significativa ( $P=0,0001$ ). A carne proveniente de machos inteiros teve média de 4,17 kg e foi significativamente superior a de machos castrados (3,50 kg) e a de fêmeas (3,24 kg), sendo que estas duas últimas não diferiram entre si. Segundo a classificação realizada por BOLEMAN et al. (1997), a carne de machos inteiros pode ser definida como moderadamente macia, enquanto que as carnes de machos castrados e fêmeas como muito macia. Mas, todas as carnes analisadas neste trabalho se encontram abaixo do limite da força de cisalhamento desejável para a comercialização, de acordo com SHACKELFORD et al. (1991).

KEMP et al. (1981) e SUMMERS et al. (1978) trabalhando com carne ovina, também não encontraram diferença significativa entre a carne de machos castrados e fêmeas. SAÑUDO et al. (1998), ao contrário do observado nesta pesquisa, não encontraram diferença significativa entre machos inteiros e fêmeas. Estes autores trabalharam com animais ovinos de aproximadamente 78 dias de idade, enquanto neste estudo, os animais com aproximadamente 15 meses de idade já haviam completado a maturidade. A menor maciez dos machos inteiros pode ser atribuída a maior concentração e maturidade do colágeno intramuscular e uma menor degradação proteolítica após a morte do animal. Talvez, o fator colágeno intramuscular possua uma proporção relativamente maior em animais mais velhos do que nos mais novos, sendo esta a causa provável da diferença entre os resultados obtidos neste estudo e por SAÑUDO et al. (1998). MORGAN et al. (1993) estudando a textura da carne bovina, reportaram diferenças significativas na força de cisalhamento de machos inteiros e castrados.

No geral, os trabalhos realizados com carne ovina demonstram uma diminuição da força de cisalhamento 24 horas *postmortem* durante a maturação (DUCKETT et al., 1998a; KOOHMARAIE et al., 1988b, 1996; WHEELER e KOOHMARAIE, 1999). Esta diminuição na força de cisalhamento provavelmente, não foi observada nesta pesquisa pelo fato dos valores encontrados no primeiro dia *postmortem* para macho inteiro, macho castrado e fêmea de 4,25, 3,74 e 3,35 kg respectivamente, já serem suficientemente baixos. Os valores para força de cisalhamento 24 horas *postmortem* no músculo ovino *Longissimus* reportados por FAROUK et al. (1992), KOOHMARAIE et al. (1988b) e WHEELER e KOOHMARAIE

(1999) foram respectivamente de 8,19; 7,60 e 5,79 kg. Os demais valores relatados neste estudo são similares aos observados por diversos autores no músculo ovino *Longissimus*. SAÑUDO et al. (1998) encontraram valores de 3,89 kg para machos inteiros e 3,62 kg para fêmeas no terceiro dia *postmortem*. Após 7 dias da morte do animal, KOOHMARAIE et al. (1996) e SHACKELFORD et al. (1997a) reportaram valores de respectivamente, 3,34 e 4,50 kg para machos castrados. FIELD et al. (1996) e TAYLOR e KOOHMARAIE (1998) verificaram valores de 2,86 e 2,80 kg, respectivamente, na carne ovina após 14 dias de maturação.

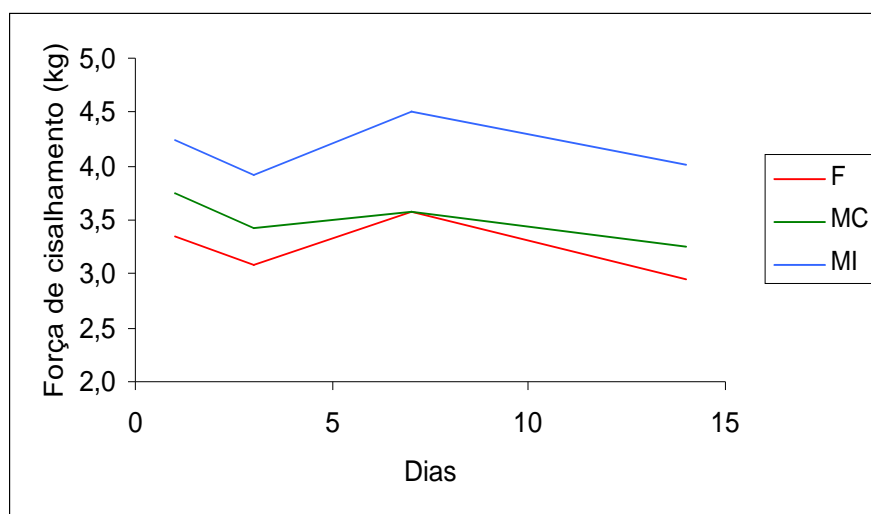


Figura 7 - Valores da força de cisalhamento da carne ovina provenientes de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.

#### 4.5 Gordura intramuscular

As porcentagens de gordura intramuscular da carne ovina provenientes de machos inteiros, fêmeas e machos castrados podem ser observadas na Figura 8. Em média, o maior valor obtido foi o de machos castrados (3,76 %), seguido do de fêmeas (3,28 %) e machos inteiros (2,40 %). De acordo com a análise de variância, somente o valor para a carne de machos castrados foi significativamente ( $P=0,0431$ ) maior que a de machos inteiros. Apesar da diferença no conteúdo de gordura intramuscular observada na carne de machos inteiros e fêmeas, esta não foi significativa, provavelmente pelo pequeno número de amostras ( $n=5$ ) em cada sexo.

HORCADA et al. (1998) estudando o efeito do sexo sobre a qualidade da carne ovina, encontraram valores de gordura intramuscular significativamente menores para as carnes de machos inteiros em relação a das fêmeas. Estes valores para machos inteiros e fêmeas foram, respectivamente, de 1,87 e 2,74 % para a raça Lacha e 3,15 e 3,54 % para a raça Aragonesa. CROUSE et al. (1978) também reportaram menores porcentagens de gordura na carne de machos inteiros (2,73) que na de fêmeas (3,59). A carne proveniente de machos inteiros é reconhecida como de baixo conteúdo de gordura. Estas variações na qualidade da carne entre os sexos se devem basicamente aos diferentes níveis de hormônios sexuais. (HEDRICK et al., 1994).

Valores de gordura intramuscular próximos ao deste estudo foram verificados por outros autores. ZAPATA et al. (2000a) encontraram porcentagens de gordura intramuscular entre 2,01 e 2,39 para machos inteiros provenientes de animais ovinos de raças características do Nordeste brasileiro. GARCIA et al. (1998) reportaram valores de gordura entre 1,41 e 3,00 % para animais ovinos machos inteiros  $\frac{1}{2}$  Texel  $\frac{1}{2}$  SRD. ALMEIDA (1990) relatou porcentagens de 4,25% na carne de ovinos Morada Nova.

A porcentagem de gordura maior nas fêmeas e nos machos castrados do que nos machos inteiros coincide com os resultados obtidos na análise de textura instrumental e sensorial. As carnes com maior conteúdo de gordura intramuscular possuem também menores forças de cisalhamento e melhor maciez, segundo a análise sensorial realizada.

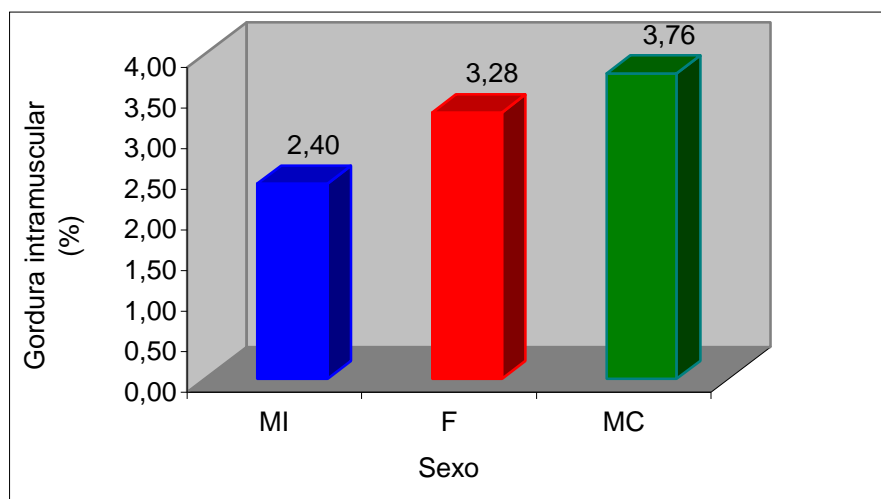


Figura 8 – Porcentagem de gordura intramuscular da carne ovina proveniente de machos inteiros (MI), fêmeas (F) e machos castrados (MC).

#### 4.6 Cor da carne ovina

A cor é um fator muito importante na aceitação da carne pelo consumidor. Esta pode ser avaliada através dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . A luminosidade da carne pode ser determinada através do  $L^*$ , quanto maiores os seus valores, mais pálidas serão as carnes. Os valores médio de  $L^*$  obtidos neste estudo variaram entre 30,24 e 34,02 (Figura 9). Estes valores se mantiveram praticamente constante durante os 14 dias de maturação. De acordo com a análise de variância, não houve interação entre o sexo e o tempo de maturação, nem foi encontrada diferença significativa nos dois efeitos estudados. HORCADA et al. (1998) estudando o efeito do sexo sobre as características da carne proveniente de raças espanholas, também não verificaram efeito do sexo sobre a luminosidade. Já SAÑUDO et al. (1998) observaram diferença significativa nos valores de  $L^*$  encontrados para carne de machos inteiros (41,26) e fêmeas (39,80).

Em geral, os dados obtidos para a variável  $L^*$  foram inferiores aos reportados na literatura (HORCADA et al., 1998; SAÑUDO et al., 1996, 1997, 1998; SIMMONS et al., 1997; ZAPATA et al., 2000b). Contudo, as carnes ovinas avaliadas por estes autores eram procedentes de animais mais novos do que os do presente estudo. SAÑUDO et al. (1996) estudando a influência do peso da carcaça sobre a qualidade da carne, verificaram que as carnes dos animais ovinos mais leves tinham maiores valores de  $L^*$  (48,15) do que os mais pesados (45,61). Os autores sugerem que estes resultados poderiam ser causados pelas diferentes idades na hora do abate e tipo de alimentação.

A variável  $a^*$  indica a intensidade da cor vermelha e está relacionada com o conteúdo de mioglobina no músculo, quanto maior for o seu valor, mais vermelha será a carne (SAÑUDO et al., 1997). Em média, o valor mínimo encontrado foi de 14,30 no 3<sup>o</sup> dia de maturação, enquanto que o máximo foi de 17,19 no 1<sup>o</sup> dia de maturação para carne de macho inteiro (Figura 10). Da mesma forma que a variável  $L^*$ , a análise de variância para  $a^*$  demonstrou não haver interação entre o sexo e o tempo de maturação, nem diferença significativa nos dois efeitos estudados. Como observado nesta pesquisa, HORCADA et al. (1998) e SAÑUDO et al. (1998) não encontraram diferença significativa entre machos e fêmeas para a variável  $a^*$ .

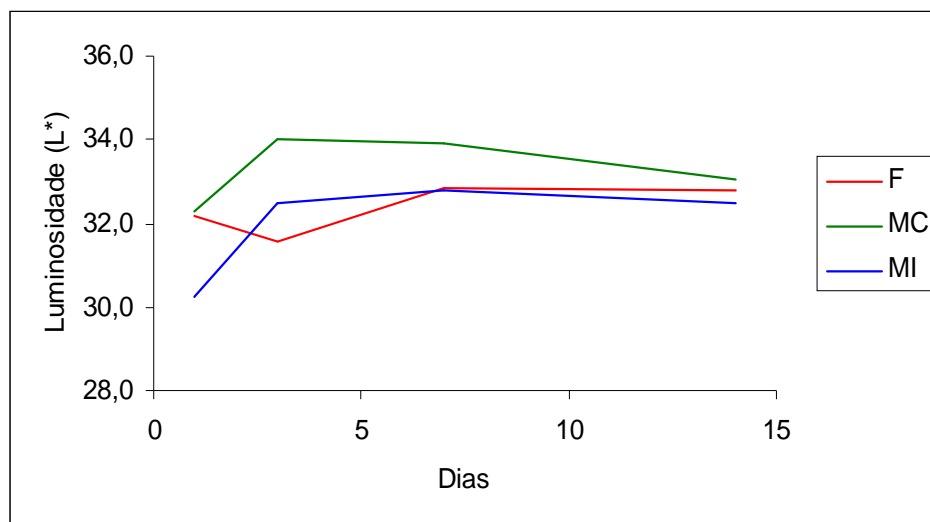


Figura 9 - Valores de luminosidade ( $L^*$ ) da carne ovina provenientes de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.

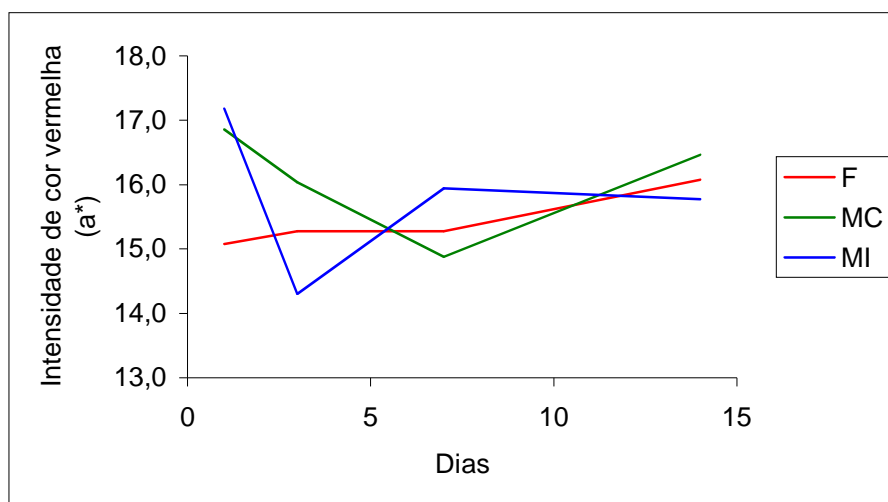


Figura 10 - Valores da intensidade da cor vermelha ( $a^*$ ) da carne ovina provenientes de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.

Os valores obtidos para a variável  $a^*$  por SAÑUDO et al. (1996, 1998) para animais ovinos da raça Aragonesa e ZAPATA et al. (2000b) para animais ovinos típicos do Nordeste brasileiro foram similares aos deste trabalho. Entretanto, HORCADA et al. (1998) e SAÑUDO et al. (1997) trabalhando com diversas raças ovinas típicas dos países do Mediterrâneo, encontraram valores de  $a^*$  abaixo de 10,0. Carnes ovinas de animais jovens de cor vermelha suave são tradicionalmente produzidas e consumidas nestes países.

As carnes de animais mais jovens possuem valores de  $a^*$  mais baixos, possivelmente pelas diferentes idades de abate e dietas a que estes são submetidos. Animais mais jovens recebem proporcionalmente mais leite, provavelmente com baixo conteúdo de ferro, resultando em uma menor quantidade de mioglobina na carne.

Com relação a variável  $b^*$ , a qual indica a intensidade de cor amarela, os valores médios obtidos variaram entre 1,87 e 3,67 (Figura 11). A análise de variância realizada não encontrou interação entre o sexo e o tempo de maturação, nem efeito do sexo sobre a variável estudada. Já em relação ao tempo de maturação sobre a variável  $b^*$ , a análise de variância indicou uma diferença significativa ( $P=0,0331$ ), mas o teste de Tukey aplicado não encontrou diferença significativa entre os tempos estudados.

HORCADA et al. (1998) e SAÑUDO et al. (1998) estudando o efeito do sexo sobre as características da carne ovina, também não encontraram diferença significativa sobre a variável  $b^*$ . Os valores reportados por estes autores, assim como os obtidos por SAÑUDO et al. (1996, 1997) e SIMMONS et al. (1997), variaram entre 5,90 e 10,75. Estes resultados, bem acima dos encontrados neste estudo, indicam que as tonalidades de vermelho nestas carnes estão mais perto da região do amarelo, diferentemente da cor mais perto da região do cinza obtida nesta pesquisa.

ZAPATA et al. (2000b) reportaram valores de  $b^*$  entre 0,83 e 1,37 em carnes de ovinos de cruzamentos Somalis Brasileira e Crioula, e Santa Inês e Crioula, que se aproximaram dos resultados obtidos neste trabalho.

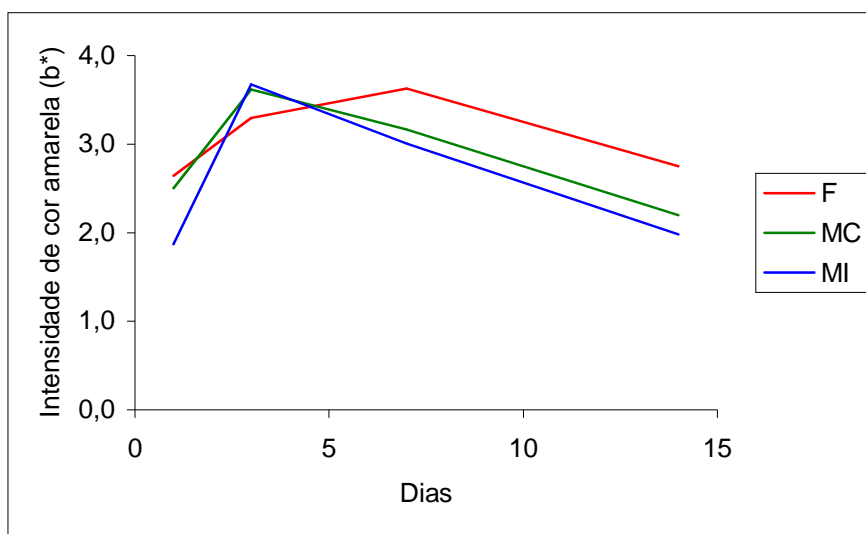


Figura 11 - Valores da intensidade da cor amarela ( $b^*$ ) da carne ovina provenientes de fêmeas (F), machos castrados (MC) e machos inteiros (MI), durante 14 dias de maturação.



#### 4.7 Análise sensorial

Os resultados obtidos na análise sensorial podem ser visualizados na Tabela 1 e Figura 12. O teste de ordenação aplicado teve como objetivo verificar a influência do sexo sobre a maciez da carne. Portanto, a influência do tempo de maturação sobre a textura da carne não foi observada, dado que os resultados obtidos na análise de textura através da força de cisalhamento não mostraram diferença significativa entre os tempos de maturação estudados.

Tabela 1 - Resultados do teste de ordenação do atributo maciez da carne ovina.

Amostras				
	Total	90	91	59
Fêmea	90	-	1 <sup>ns(91-90)</sup>	31 <sup>*</sup> (90-59)
Macho castrado	91	-	-	32 <sup>ns(91-59)</sup>
Macho inteiro	59	-	-	-

\* - Amostras diferem entre si ( $P \leq 0,01$ ).

ns - Não existe diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre as amostras.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, a carne de machos castrados teve o maior total ordenado, seguido da carne de fêmeas e de machos inteiros. Entre os dois maiores totais ordenados não foi encontrada diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ). Mas, tanto a carne de fêmeas como a de machos castrados foram significativamente mais macias que a de machos inteiros ( $P \leq 0,01$ ). A menor maciez da carne de machos inteiros confirmou os resultados obtidos na análise de textura instrumental, indicando que os provadores são capazes de detectar pequenas diferenças na resistência ao corte das carnes. DEVINE et al. (1993) observaram uma relação linear entre a análise sensorial e a força de cisalhamento, com coeficiente de regressão de 0,7.

Como observado nesta pesquisa, KEMP et al. (1981) e SUMMERS et al. (1978) não verificaram diferença significativa no atributo maciez entre a carne de machos castrados e

a de fêmeas. MORGAN et al. (1993) estudando a textura da carne bovina, observaram apenas uma tendência ( $P < 0,07$ ) da carne de machos castrados possuírem melhor textura que a de machos inteiros nos resultados obtidos na análise sensorial.

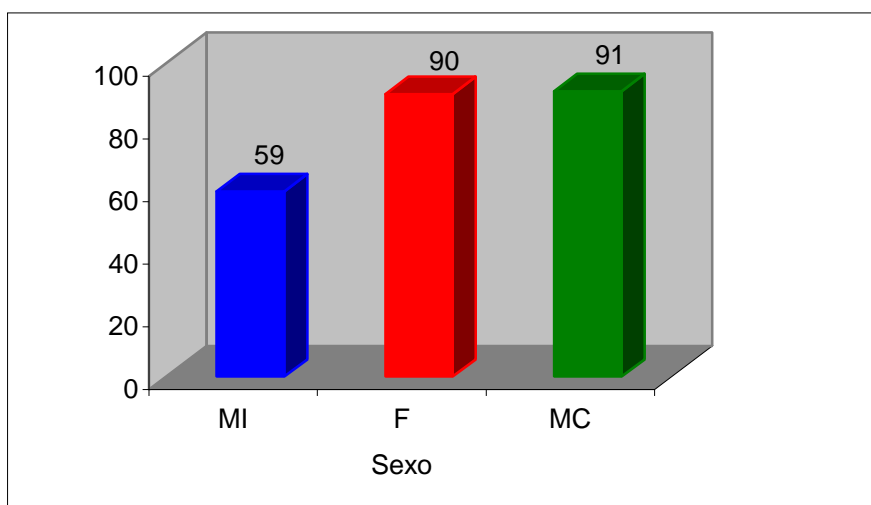


Figura 12 – Somatório das notas do teste de ordenação para a carne ovina proveniente de machos inteiros (MI), fêmeas (F) e machos castrados (MC).

## 5 CONCLUSÕES

O sexo do animal influi sobre a qualidade da carne ovina. A carne de machos castrados e fêmeas apresentam melhor textura do que a carne de machos inteiros como demonstra os resultados das análises instrumentais e sensoriais para este atributo.

A carne de machos castrados quando comparada com a de machos inteiros apresentam maior conteúdo de gordura e menores perdas na cocção.

A maturação durante 14 dias não afeta os parâmetros estudados da carne de animais ovinos do tipo SRD. Desta forma, os produtores regionais poderão oferecer carnes ovinas frescas de qualidade mediante um curto período de 24 horas de acondicionamento sob refrigeração a 2°C.

Diante desses resultados conclui-se que a carne de animais ovinos característica do Nordeste brasileiro apresenta qualidade satisfatória, compatível com os níveis exigidos no comércio internacional.

## REFERÊNCIAS

ABULARACH, M.L.S., ROCHA, C.E., FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 18 (2):205-210. 1998.

ALMEIDA, M.M.M. **Estudo da composição química das carnes de caprinos e ovinos no sertão do Ceará.** Fortaleza: 1990. 78 p. (Dissertação de Mestrado).

ANDRADE, I.V. de. **Semi-Árido e caprinos.** Recife: MINTER/SUDENE, 1984. 18p.

ARAÚJO FILHO, J.A., CARVALHO, F.C., PIMENTEL, J.C.M. Estádio atual e perspectivas da ovinocultura tropical. In: LEITE, E.R. (Editor). Semana da Caprinocultura e da Ovinocultura Tropical Brasileira, 1994, Sobral, CE. **Anais...** Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1994. p.115-128.

BEERMANN, D.H. Carcass composition of animals given partioning agents. In: HAFS, H.D., ZIMBELMAN, R.G. (Editores). **Low-fat meats: design strategies and human implications.** New York: Academic Press, 1994. 328 p.

BEERMANN, D.H., HOGUE, D.E., FISHELL, V.K., ARONICA, S., DICKSON, H. W., SCHRICKER, B.R. Exogenous human growth hormone releasing factor and ovine somatotropin improve growth performance and composition of gain in lambs. **J. Anim. Sci.** 68: 4122-4133. 1990.

BELTRÁN, J.A., JAIME, I., SANTOLARIA, P., SAÑUDO, C., ALBERTI, P. & RONCALÉS, P. Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. **Meat Science.** 45 (2): 201-207.1997.

BESERRA, F.J. **Efeito de diferentes planos nutricionais sobre o rendimento e qualidade das carcaças de ovinos da raça Morada Nova – Variedade Branca.** Fortaleza: 1983. 94p. (Dissertação de Mestrado).

BLIGH, E.G., DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.** 37 (8): 911-917. 1959.

BOEHM, M.L., KENDALL, T.L., THOMPSON, V.F., GOLL, D.E. Changes in the calpains and calpastatin during postmortem storage of bovine muscle. **J. Anim. Sci.** 76: 2415-2434. 1998.

BOLEMAN, S.J., BOLEMAN, S.L., MILLER, R.K., TAYLOR, J.F., CROSS, H.R., WHEELER, T.L., KOOHMARAIE, M., SHACKELFORD, S.D., MILLER, M.F., WEST, R.L., JOHNSON, D.D., SAVELL, J.W. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **J. Anim. Sci.** 75: 1521-1524. 1997.

BOYER-BERRI, C., GREASER, M.L. Effect of postmortem storage on the Z-line region of titin in bovine muscle. **J. Anim. Sci.** 76: 1034-1044. 1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal.** Ministério da Agricultura, Brasília, 1997.

BUSSAB, W.O., MORETTIN, P.A. **Estatística Básica.** 4. ed. São Paulo: Atual, 1987. 320 p.

CAMPION, D.R., CROUSE, J.D., DIKEMAN, M.E. Predictive value of USDA beef quality grade factors for cooked meat palatability. **J. Food Sci.** 40: 1225-1228. 1975.

CLARE, T.L., JACKSON, S.P., MILLER, M.F., ELLIOT, C.T., RAMSEY, C.B. Improving tenderness of normal and callipyge lambs with calcium chloride. **J. Anim. Sci.** 75: 377-385. 1997.

CROUSE, J.D., FIELD, R.A., CHANT, J.L., FERREL, C.L., SMITH, G.M., HARRISON, V.L. Effect of dietary energy intake on carcass composition and palatability of different weight carcasses from ewe and ram lambs. **J. Anim. Sci.** 47 (6): 1207-1218. 1978.

CULLER, R.D., PARRISH JR., F.C., SMITH, G.C. and CROSS, H.R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **J. Food Sci.** 43: 1177-1180. 1978.

DEVINE, C.E., GRAAFHUIS, A.E., MUIR, P.D., CHRYSTALL, B.B. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. **Meat Science.** 35: 63-77. 1993.

DOUMIT , M.E., KOOHMARAIE, M. Immunoblot analysis of calpastatin degradation: evidence for cleavage by calpain in postmortem muscle. **J. Anim. Sci.** 77: 1467-1473. 1999.

DUCKETT, S.K., KLEIN,T.A., DODSON, M.V., SNOWDER,G.D. Tenderness of normal and callipyge lamb aged fresh or after freezing. **Meat Science.** 49 (1): 19-26. 1998a.

DUCKETT, S.K., KLEIN,T.A., LECKIE, R.K., THORNGATE, J.H., BUSBOOM, J.R., SNOWDER,G.D. Effect of freezing on calpastatin activity and tenderness of callipyge lamb. **J. Anim. Sci.** 76: 1869-1874. 1998b.

EILERS, J.D., TATUM, J.D., MORGAN, J.B., SMITH, G.C. Modification of early-postmortem muscle pH and use of postmortem aging to improve beef tenderness. **J. Anim. Sci.** 74: 790-798. 1996.

EMBRAPA. **Produção de Carne Ovina:** planejamento para o mercado. Sobral (CE), CNPC, 1994. (Folder).

FAROUK, M.M., PRICE, J.F., SALIH, A.M. Post-exsanguination infusion of ovine carcasses: effect on tenderness indicators and muscle microstructure. **J. Food Sci.** 57 (6): 1311-1315. 1992.

FENNEMA, O.R. **Química de los Alimentos.** Zaragoza: Acribia, 1993. 1095 p.

FIELD, R.A., McCORMICK, R.J., BROWN, D.R., HINDS, F.C., SNOWDER, G.D. Collagen crosslinks in longissimus muscle from lambs expressing the callipyge gene. **J. Anim. Sci.** 74: 2943-2947. 1996.

GARCIA, C.A., SOBRINHO, A.G.S., ROÇA, R.O. Mensurações e análise química do músculo *Longissimus dorsi* de ovinos confinados sob diferentes dietas. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998, Botucatu-SP. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 582-584.

GEESINK, G.H., KOOHMARAIE, M. Postmortem proteolysis and Calpain/Calpastatin Activity in callipyge and normal lamb biceps femoris during extended postmortem storage. **J. Anim. Sci.** 77: 1490-1501. 1999.

GEORGE, M.H., TATUM, J.D., BELK, K.E., SMITH, G.C. An audit of retail beef loin steak tenderness conducted in eight U.S. cities. **J. Anim. Sci.** 77: 1735-1741. 1999.

GORNALL, A.G., BARDAWILL, C.J., DAVID, M.M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. **J. Biol. Chem.** 177: 751-766. 1949.

HAYS, V.W., PRESTON, R.L. Nutrition and feeding management to alter carcass composition of pigs and cattle. In: HAFS, H.D., ZIMBELMAN, R.G. (Editores). **Low-fat meats: design strategies and human implications.** New York: Academic Press, 1994. 328p.

HEDRICK, H.B., ABERLE, E.D., FORREST, J.C., JUDGE, M.D., MERKEL, R.A. **Principles of Meat Science.** 3.ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 1994. 354p.

HERTOG-MEISCHKE, M.J.A. den, SMULDERS, F.J.M., LOGTESTIJN, F. van, KNAPEN, F. van. The effect of electrical stimulation on the water-holding capacity and protein denaturation of two bovine muscles. **J. Anim. Sci.** 75: 118-124. 1997.

HO, C.Y., SROMER, M.H., ROBSON, R.M. Effect of electrical stimulation on postmortem titin, nebulin, desmin, and troponin-T degradation and ultrastructural changes in bovine longissimus muscle. **J. Anim. Sci.** 74: 1563-1575. 1996.

HONIKEL, K.O., FISCHER, C., HAMID, A., HAMM, R. Influence of postmortem changes in bovine muscle on the water-holding capacity of beef. Postmortem storage of muscle at 20°C. **J. Food Sci.** 46: 1-6. 1981.

HORCADA, A., BERIAIN, M.J., PURROY, A., LIZASO, G., CHASCO, J. Effect of sex on meat quality of Spanish lamb breeds (Lacha and Rasa Aragonesa). **Animal Science.** 67: 541-547. 1998.

HUFF, E.J., PARRISH JR., F.C. Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem aging time, animal age and sex. **J. Food Sci.** 58 (4): 713-716. 1993.

HUFF-LONERGAN, E., MITSUHASHI, T., BEEKMAN, D.D., PARRISH Jr., F.C., OLSON, D.G., ROBSON, R.M. Proteolysis of specific muscle structural proteins by  $\mu$ -calpain at low pH and temperature is similar to degradation in postmortem bovine muscle. **J. Anim. Sci.** 74: 993-1008. 1996

HUFF-LONERGAN, E., PARRISH JR., F.C., ROBSON, R.M. Effects of postmortem aging time, animal age, and sex on degradation of titin and nebulin in bovine longissimus muscle. **J. Anim. Sci.** 73: 1064-1073. 1995.

JEREMIAH, L.E., TONG, A.K.W., GIBSON, L.L. Hot-boning, elevated temperature conditioning, and vacuum packaged aging influences on lamb cooking losses and palatability. **J. Food Sci.** 62(5): 1026-1027. 1997.

KEMP, J.D., ELY, D.G., FOX, J.D., MOODY, W.G. Carcass and meat characteristics of crossbred lambs with and without finnish landrace breeding. **J. Anim. Sci.** 52 (5): 1026-1033. 1981.

KENDALL, T.L., KOOHMARAIE, M., ARBONA, J.R., WILLIAMS, S.E., YOUNG, L.L. Effect of pH and ionic strength on bovine m-calpain and calpastatin activity. **J. Anim. Sci.** 71: 96-104. 1993

KERTH, C.R., CAIN, T.L., JACKSON, S.P., RAMSEY, C.B., MILLER, M.F. Electrical stimulation effects on tenderness of five muscles from Hampshire x Rambouillet crossbred lambs with the callipyge phenotype. **J. Anim. Sci.** 77: 2951-2955. 1999.

KOOHMARAIE, M., BABIKER, A.S., MERKEL, R.A., DUTSON, T.R. Role of  $Ca^{++}$ -dependent proteases and lysosomal enzymes in postmortem changes in bovine skeletal muscle. **J. Food Sci.** 53(5): 1253-1257. 1988a.

KOOHMARAIE, M., BABIKER, A.S., SCHROEDER, A.L., MERKEL, R.A., DUTSON, T.R. Acceleration of postmortem tenderization in ovine carcasses through activation of  $Ca^{2+}$ -dependent proteases. **J. Food Sci.** 53(6): 1638-1641. 1988b.

KOOHMARAIE, M., DOUMIT, M.E., WHEELER, T.L. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. **J. Anim. Sci.** 74: 2935-2942. 1996.

KOOHMARAIE, M., SHACKELFORD, S.D., WHEELER, T.L. Effect of prerigor freezing and postrigor calcium chloride injection on the tenderness of callipyge longissimus. **J. Anim. Sci.** 76: 1427-1432. 1998.

LAWRIE, R.A. **Meat Science**. 4.ed. Oxford: Pergamon Press, 1985. 267 p.

LUDWIG, C.J., CLAUS, J.R., MARRIOT, N.G., JOHNSON, J., WANG, H. Skeletal alteration to improve beef longissimus muscle tenderness. **J. Anim. Sci.** 75: 2404-2410. 1997.



MADRUGA, M.S., ARRUDA, S.G.B., NASCIMENTO, J.A. Castration and slaughter age effects on nutritive value of the “mestiço” goat meat. **Meat Science**. 52: 119-125. 1999.

MCKEITH, F.K., LAN, Y.H., BEERMANN, D.H. Sensory characteristics of meat from animals given partitioning agents. In: HAFS, H.D., ZIMBELMAN, R.G. (Editores). **Low-fat meats: design strategies and human implications**. New York: Academic Press, 1994. 328 p.

MINOLTA Co., **Precise Color Communication** – color control from perception to instrumentation. Osaka: Minolta Co., Ltd., 1998. 59 p.

MORGAN, J.B., WHEELER, T.L., KOOHMARAIE, M., SAVELL, J.W., CROUSE, J.D. Meat tenderness and the calpain proteolytic system in longissimus muscle of young bulls and steers. **J. Anim. Sci.** 71: 1471-1476. 1993.

NETER, J., WASSERMAN, W. **Applied linear statistical models**. Homewwod: Richard D. Irwin Inc., 1974. 842 p.

NISHIMURA, T., HATTORI, A., TAKAHASHI, K. Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of japanese black cattle: effect of marbling on beef tenderization. **J. Anim. Sci.** 77: 93-104. 1999.

O’CONNOR, S.F., TATUM, J.D., WULF, D.M., GREEN, R.D., SMITH, G.C. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **J. Anim. Sci.** 75: 1822-1830. 1997.

O’HALLORAN, G.R., TROY, DJ., BUCKLEY, D.J. The relationship between early post-mortem pH and the tenderisation of beef muscles. **Meat Science**. 45 (2): 239-251.1997a.

O’HALLORAN, G.R., TROY, DJ., BUCKLEY, D.J., REVILLE, W.J. The role of endogenous proteases in the tenderisation of fast glycolysing muscle. **Meat Science**. 47 (3/4): 187-210.1997b.

OMAN, J.S., WALDRON, D.F., GRIFFIN, D.B., SAVELL, J.W. Effect of breed-type and feeding regimen on goat carcass traits. **J. Anim. Sci.** 77: 3215-3218. 1999.

OTREMBA, M.M., DIKEMAN, M.E., MILIKEN, G.A., STRODA, S.L., UNRUH, J.A., CHAMBERS IV, E. Interrelationships among evaluations of beef longissimus and semitendinosus muscle tenderness by Warner-Bratzler shear force, a descriptive texture profile sensory panel, and a descriptive attribute sensory panel. **J. Anim. Sci.** 77: 865-873. 1999.

PEARSON, A.M. La función muscular y los cambios postmortem. In: PRICE, J.F., SCHWEIGERT, B.S. (Editores) **Ciencia de la carne y de los productos cárnicos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1994.

PORTO, E.R. et al. Desenvolvimento Sustentável no Semi-Árido Brasileiro. In: **Impactos de variações climáticas em desenvolvimento sustentável em regiões semi-áridas**. Petrolina: EMBRAPA, 1992.70 p.

PRINGLE, T.D., HARRELSON, J.M., WEST, R.L., WILLIAMS, S.E., JOHNSON, D.D. Calcium-activated tenderization of strip loin, top sirloin, and top round steaks in diverse genotypes of cattle. **J. Anim. Sci.** 77: 3230-3237. 1999.

PRINGLE, T.D., WILLIAMS, S.E., LAMB, B.S., JOHNSON, D.D., WEST, R.L. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **J. Anim. Sci.** 75: 2955-2961. 1997.

RUBENSAM, J.M., FELÍCIO, P.E., TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciênc. Technol. Aliment.** 18(4): 405-409. 1998.

SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996, Fortaleza-CE. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 3 – 19.

SAINZ, R.D., HOSKING, B.J., HART, F.J., SCHRICKER, B.R. Exogenous growth hormone releasing factor and cottonseed meal improve growth performance and composition of gain in lambs fed lucerne chaff *ad libitum*. **Austr. J. Agric. Res.** 45 (6): 1111-1123. 1994.

SAÑUDO, C., CAMPO, M.M., SIERRA, I., MARÍA, G.A., OLLETA, J.L., SANTOLARIA, P. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**. 46 (4): 357-365. 1997.

SAÑUDO, C., SANTOLARIA, M.P., MARIA, G., OSORIO, M., SIERRA, I. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. **Meat Science**. 42 (2): 195-202. 1996.

SAÑUDO, C., SIERRA, I., OLLETA, J.L., MARTIN, L., CAMPO, M.M., SANTOLARIA, P., WOOD, J.D., NUTE, G.R. Influence of weaning on carcass quality, fatty acid composition and meat quality in intensive lamb production systems. **Animal Science**. 66: 175-187. 1998.

SEBRAE. SERVIÇO de APOIO às MICRO e PEQUENAS EMPRESAS do ESTADO do CEARÁ. **Potencial de consumo de carnes de ovinos e caprinos em Fortaleza**. Fortaleza: SEBRAE-CE, 1998. 30 p.

SHACKELFORD, S.D., MORGAN, J.B., CROSS, H.R., SAVELL, J.W. Identification of threshold levels for Warner-Bratzler shear force in beef top loin steaks. **J. Muscle Foods**. 2: 289. 1991.

SHACKELFORD, S.D., WHEELER, T.L., KOOHMARAIE, M. Effect of the callipyge phenotype and cooking method on tenderness of several major lamb muscles. **J. Anim. Sci.** 75: 2100-2105. 1997a.

SHACKELFORD, S.D., WHEELER, T.L., KOOHMARAIE, M. Repeatability of tenderness measurements in beef round muscles. **J. Anim. Sci.** 75: 2411-2416. 1997b.

SILVA, A.G.S. **Efeito do sistema de criação e época de abate sobre algumas características de carcaças em caprinos Sem Raça Definida**. Belo Horizonte, MG, UFMG. 1984 64p. (Tese de Mestrado).

SIMMONS, N.J., YOUNG, O.A., DOBBIE, P.M., SINGH, K., THOMPSON, B.C., SPECK, P.A. Post-mortem calpain-system kinetics in lamb: effects of clenbuterol and preslaughter exercise. **Meat Science**. 47 (1/2): 135-146. 1997.

SOLOMON, M.B. Biotechnology for muscle food enhancement. In: KINSMAN, D.M., KOTULA, A.W., BREIDENSTEIN, B.C. (Editores). **Muscle Foods: Meat, Poultry and Seafood Technology**. New York: Chapman & Hall, 1994.

SOUSA NETO, J. **Demanda Potencial de Carne de Caprino e Ovino e Perspectivas de Oferta**. 1985/1990. Sobral: EMBRAPA, 1987. p.7-13.

STONE, H., SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. Orlando: Academic Press, 1985. 311 p.

SUDENE. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Região Nordeste do Brasil em Números**. Recife: SUDENE, 1999.

SUMMERS, R.L., KEMP, J.D., ELY, D.G., FOX, J.D. Effects of weaning, feeding systems and sex of lamb on lamb carcass characteristics and palatability. **J. Anim. Sci.** 47(3): 622-629. 1978

TATUM, J.D., SMITH, G.C., BERRY, B.W., MURPHEY, C.E., WILLIAMS, F.L., CARPENTER, Z.L. Carcass characteristics, time on feed and cooked beef palatability attributes. **J. Anim. Sci.** 50: 833-840. 1980.

TAYLOR, R.G., GEESINK, G.H., THOMPSON, V.F., KOOHMARAIE, M., GOLL, D.E. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization?. **J. Anim. Sci.** 73: 1351-1367. 1995.

TAYLOR, R.G., KOOHMARAIE, M. Effects of postmortem storage on the ultrastructure of the endomysium and myofibrils in normal and callipyge longissimus. **J. Anim. Sci.** 76: 2811-2817. 1998.

UYTTERHAEGEN, L., CLAYES, E., DEMEYER, D. Effects of exogenous protease effectors on beef tenderness development and miofibrillar degradation and solubility. **J. Anim. Sci.** 72: 1209-1223. 1994.

WATANABE, A., DALY, C.C., DEVINE, C.E. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. **Meat Science**. 42 (1): 67-78. 1996.

WHEELER, T.L., KOOHMARAIE, M. Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine longissimus muscle. **J. Anim. Sci.** 72: 1232-1238. 1994.

WHEELER, T.L., KOOHMARAIE, M. The extent of proteolysis is independent of sarcomere length in lamb longissimus and psoas major. **J. Anim. Sci.** 77: 2444-2451. 1999.

WHEELER, T.L., KOOHMARAIE, M., SHACKELFORD, S.D. Effect of postmortem injection time and postinjection aging time on the calcium activated tenderization process in beef. **J. Anim. Sci.** 75: 2652-2660. 1997.

WHEELER, T.L., SHACKELFORD, S.D., KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beef: III. Effect of the interaction between end point temperature and tenderness on Warner Bratzler shear force of beef longissimus. **J. Anim. Sci.** 77: 400-407. 1999.

WRAY-CAHEN, C.D., KERR, D.E., EVOCK-CLOVER, C.M., STEELE, N.C. Redefining body composition: nutrients, hormones, and genes in meat production. **Annu. Rev. Nutr.** 18: 63-92. 1998.

WULF, D.M., MORGAN, J.B., SANDERS, S.K., TATUM, J.D., SMITH, G.C., WILLIAMS, S. Effects of dietary supplementation of vitamin E on storage and caselife properties of lamb retail cuts. **J. Anim. Sci.** 73: 399-405. 1995.

YOUNG, O.A., BRAGGINS, T.J. Tenderness of ovine semimembranosus – is collagen concentration or solubility the critical factor. **Meat Science.** 35 (2): 213-222. 1993.

ZAPATA, J.F.F. Tecnologia e Comercialização de Carne Ovina. In: LEITE, E.R. (Editor). Semana da Caprinocultura e da Ovinocultura Tropical Brasileira, 1994, Sobral, CE. **Anais ...** Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1994. p.115-128

ZAPATA, J.F.F., NOGUEIRA, C.M., SEABRA, L.M.J., BARROS, N., BORGES, A.S. Estudo da qualidade da carne ovina do Nordeste brasileiro: composição centesimal e lipídica. 2000a. Trabalho ainda não publicado.

ZAPATA, J.F.F., SEABRA, L.M.J., NOGUEIRA, C.M., BARROS, N. Estudo da qualidade da carne ovina do Nordeste brasileiro: propriedades físicas e sensoriais. 2000b. Trabalho ainda não publicado.

## ANEXO

**Tabela 2-** Análise descritiva do pH da carne ovina após 14 dias de maturação.

Grupo	Maturação (dias)	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fêmeas	1	5,53	0,10	5,44	5,68
Machos castrados		5,72	0,08	5,57	5,77
Machos inteiros		5,51	0,05	5,46	5,58
Fêmeas	3	5,51	0,03	5,47	5,53
Machos castrados		5,60	0,07	5,53	5,70
Machos inteiros		5,49	0,07	5,43	5,60
Fêmeas	7	5,49	0,04	5,45	5,54
Machos castrados		5,50	0,09	5,41	5,63
Machos inteiros		5,48	0,08	5,40	5,61
Fêmeas	14	5,50	0,04	5,45	5,55
Machos castrados		5,62	0,11	5,50	5,76
Machos inteiros		5,51	0,09	5,41	5,61

**Tabela 3 -** Análise descritiva do IFM da carne ovina após 14 dias de maturação.

Grupo	Maturação (dias)	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fêmeas	1	94,86	22,14	77,10	131,40
Machos castrados		91,74	42,24	49,00	140,60
Machos inteiros		101,56	20,56	80,00	133,10
Fêmeas	3	83,90	17,34	61,70	100,50
Machos castrados		129,88	16,86	109,60	155,50
Machos inteiros		73,60	18,75	51,10	100,70
Fêmeas	7	104,04	20,56	82,20	137,40
Machos castrados		122,72	32,00	92,40	171,60
Machos inteiros		117,44	14,86	97,60	134,40
Fêmeas	14	118,52	19,35	91,70	137,20
Machos castrados		123,16	12,06	108,40	138,40
Machos inteiros		141,98	25,84	115,20	176,90

**Tabela 4** - Análise descritiva das perdas na cocção da carne ovina após 14 dias de maturação.

Grupo	Maturação (dias)	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fêmeas	1	21,86	2,63	18,56	25,30
Machos castrados		17,67	1,55	15,93	19,20
Machos inteiros		24,59	2,91	22,14	29,48
Fêmeas	3	19,79	2,35	16,99	23,05
Machos castrados		20,66	2,30	17,76	24,02
Machos inteiros		20,91	4,25	16,21	27,85
Fêmeas	7	22,25	1,14	20,37	23,11
Machos castrados		21,04	2,34	18,24	24,74
Machos inteiros		22,93	2,50	19,88	25,35
Fêmeas	14	21,77	3,29	18,38	25,55
Machos castrados		18,82	2,51	14,57	20,72
Machos inteiros		23,37	1,92	21,41	25,64

**Tabela 5** - Análise descritiva da força de cisalhamento da carne ovina após 14 dias de maturação.

Grupo	Maturação (dias)	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fêmeas	1	3,35	0,93	2,55	4,57
Machos castrados		3,74	0,94	2,57	5,17
Machos inteiros		4,25	0,96	3,52	5,67
Fêmeas	3	3,08	0,36	2,77	3,67
Machos castrados		3,42	0,51	2,70	3,93
Machos inteiros		3,92	0,58	3,08	4,55
Fêmeas	7	3,58	0,36	3,01	3,96
Machos castrados		3,58	0,57	2,70	4,03
Machos inteiros		4,50	0,72	3,62	5,20
Fêmeas	14	2,94	0,32	2,62	3,37
Machos castrados		3,25	0,53	2,37	3,72
Machos inteiros		4,01	0,49	3,52	4,63

**Tabela 6** - Análise descritiva da luminosidade (L\*) da carne ovina após 14 dias de maturação.

Grupo	Maturação (dias)	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fêmeas	1	32,19	2,57	29,19	35,28
Machos castrados		32,30	1,49	30,72	34,53
Machos inteiros		30,24	3,96	25,73	35,72
Fêmeas	3	31,55	1,26	29,93	33,17
Machos castrados		34,02	1,03	33,13	35,73
Machos inteiros		32,46	4,37	28,24	39,35
Fêmeas	7	3,58	0,36	3,01	3,96
Machos castrados		33,92	1,77	31,62	36,32
Machos inteiros		32,79	3,49	28,80	37,29
Fêmeas	14	2,94	0,32	2,62	3,37
Machos castrados		33,06	1,57	31,03	35,44
Machos inteiros		32,48	3,81	28,62	36,71

**Tabela 7** - Análise descritiva da intensidade da cor vermelha (a\*) da carne ovina após 14 dias de maturação.

Grupo	Maturação (dias)	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fêmeas	1	15,08	1,58	13,13	16,82
Machos castrados		16,85	1,10	15,15	18,11
Machos inteiros		17,19	1,31	16,25	19,46
Fêmeas	3	15,28	1,50	12,71	16,48
Machos castrados		16,04	1,09	14,78	17,40
Machos inteiros		14,30	0,91	13,04	15,52
Fêmeas	7	15,27	1,39	13,70	16,74
Machos castrados		14,88	0,72	13,81	15,57
Machos inteiros		15,95	2,20	13,82	19,36
Fêmeas	14	16,07	1,06	14,59	17,07
Machos castrados		16,47	1,81	14,93	19,37
Machos inteiros		15,78	1,10	14,29	17,02



**Tabela 8-** Análise descritiva da intensidade da cor amarela (b\*) da carne ovina após 14 dias de maturação.

Grupo	Maturação (dias)	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Fêmeas	1	2,64	1,40	1,18	4,46
Machos castrados		2,50	1,75	0,81	4,96
Machos inteiros		1,87	2,07	-1,50	3,29
Fêmeas	3	3,29	0,65	2,42	4,16
Machos castrados		3,62	2,04	0,70	5,81
Machos inteiros		3,67	0,68	3,10	4,84
Fêmeas	7	3,62	1,39	2,25	5,13
Machos castrados		3,16	0,65	2,42	4,15
Machos inteiros		3,00	0,89	1,59	3,67
Fêmeas	14	2,75	0,40	2,28	3,24
Machos castrados		2,20	1,99	-1,15	3,84
Machos inteiros		1,98	0,94	0,43	2,93

**Tabela 9 -** Análise de variância dos valores de pH obtidos na carne ovina.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Sexo	2	0,15	0,07	13,48**	0,0001
Tempo de maturação	3	0,07	0,02	4,29**	0,0092
Sexo x tempo de maturação	6	0,06	0,01	1,77 <sup>ns</sup>	0,1252
Resíduo	48	0,26	0,01		
Total	59	0,54			

\* Teste significativo a 5%, \*\* Teste significativo a 1%, ns: não significativo  
 Coeficiente de variação = 1,34%

**Tabela 10** - Análise de variância dos valores de IFM obtidos na carne ovina.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Sexo	2	2737,39	1368,70	2,53	0,0901
Tempo de maturação	3	10965,33	3655,11	6,76	0,0007
Sexo x tempo de maturação	6	8964,64	1494,11	2,76*	0,0218
Resíduo	48	25954,14	540,71		
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>48621,50</b>			

\* Teste significativo a 5%, \*\* Teste significativo a 1%, ns: não significativo  
Coeficiente de variação = 21,41%

**Tabela 11** - Análise de variância dos valores de perdas na cocção obtidos na carne ovina.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Sexo	2	116,04	58,02	8,65**	0,0006
Tempo de maturação	3	19,80	6,60	0,98 <sup>ns</sup>	0,4082
Sexo x tempo de maturação	6	71,19	11,87	1,77 <sup>ns</sup>	0,1257
Resíduo	48	322,01	6,71		
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>529,05</b>			

\* Teste significativo a 5%, \*\* Teste significativo a 1%, ns: não significativo  
Coeficiente de variação = 12,16%

**Tabela 12** - Análise de variância dos valores de força de cisalhamento obtidos na carne ovina.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Sexo	2	9,21	4,60	11,10**	0,0001
Tempo de maturação	3	2,48	0,83	1,99 <sup>ns</sup>	0,1282
Sexo x tempo de maturação	6	0,41	0,07	0,16 <sup>ns</sup>	0,9854
Resíduo	48	19,92	0,41		
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>32,01</b>			

\* Teste significativo a 5%, \*\* Teste significativo a 1%, ns: não significativo  
Coeficiente de variação = 17,72%

**Tabela 13** - Análise de variância dos valores de gordura intramuscular obtidos na carne ovina.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Sexo	2	4,77	2,38	4,13*	0,0431
Resíduo	12	6,92	0,58		
Total	14	11,69			

\* Teste significativo a 5%, \*\* Teste significativo a 1%, ns: não significativo  
Coeficiente de variação = 17,72%

**Tabela 14** - Análise de variância dos valores de luminosidade (L\*) obtidos na carne ovina.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Sexo	2	19,16	9,58	1,40 <sup>ns</sup>	0,2570
Tempo de maturação	3	21,23	7,08	1,03 <sup>ns</sup>	0,3867
Sexo x tempo de maturação	6	14,98	2,50	0,36 <sup>ns</sup>	0,8979
Resíduo	48	328,96	6,85		
Total	59	384,33			

\* Teste significativo a 5%, \*\* Teste significativo a 1%, ns: não significativo  
Coeficiente de variação = 8,04%

**Tabela 15** - Análise de variância dos valores de intensidade de cor vermelha (a\*) obtidos na carne ovina.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Sexo	2	4,06	2,03	1,08 <sup>ns</sup>	0,3486
Tempo de maturação	3	14,32	4,78	2,53 <sup>ns</sup>	0,0679
Sexo x tempo de maturação	6	20,47	3,41	1,81 <sup>ns</sup>	0,1166
Resíduo	48	90,38	1,88		
Total	59	129,22			

\* Teste significativo a 5%, \*\* Teste significativo a 1%, ns: não significativo  
Coeficiente de variação = 8,71%

**Tabela 16** - Análise de variância dos valores da intensidade da cor amarela (b\*) obtidos na carne ovina.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Sexo	2	1,99	0,99	0,53 <sup>ns</sup>	0,5922
Tempo de maturação	3	17,77	5,92	3,16 *	0,0331
Sexo x tempo de maturação	6	2,76	0,46	0,24 <sup>ns</sup>	0,9591
Resíduo	48	90,08	1,88		
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>112,59</b>			

\* Teste significativo a 5%, \*\* Teste significativo a 1%, ns: não significativo

Coefficiente de variação = 47,92%