

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EFEITO DA IDADE, SEXO, ALTURA DO CUPIM E TIPOS DE
CARÇA SOBRE CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS DA
CARÇA E DA CARNE BOVINA

LUCIANE CORREIA RIBEIRO
MÉDICA VETERINÁRIA

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau
de Mestre em Zootecnia

Porto Alegre (RS), Brasil
Agosto de 2003

AGRADECIMENTOS

À professora Jane Maria Rubensam pela paciência, compreensão, amizade e acima de tudo, por ter me orientado em todos os momentos que precisei. Como orientadora foi muito dedicada e como pessoa foi, e é, especial, amiga e divertida.

À Vera Wald pela ajuda importante na análise estatística, e também pela amizade.

A professora Suzana Cardoso, pelas dicas importantes para a execução do trabalho.

Às amigas Juliana Costa Mattos e Fabiana Mantense, por terem me auxiliado em vários momentos durante o experimento.

Ao frigorífico Boa esperança, em especial ao Veterinário Falcão, pela colaboração na execução do trabalho.

A toda minha família, em especial a minha mãe, Iara, por ter estado sempre presente, com seu amor e atenção. Ao amigo Adonai e ao meu irmão André, pelo apoio, ajuda e preocupação.

Ao Diego, pelo apoio, auxílio, compreensão e carinho.

Aos colegas e amigos da Zootecnia, cuja convivência já deixa saudades.

EFEITO DA IDADE, SEXO, ALTURA DO CUPIM E TIPOS DE CARÇAÇA SOBRE CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS DA CARÇAÇA E DA CARNE BOVINA

Autor: Luciane Correia Ribeiro

Orientador: Jane Maria Rübensam

A. RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da idade, sexo, altura de cupim e tipificação de carcaças sobre as características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne bovina. Foram avaliados os pesos de carcaça quente, peso do quarto traseiro resfriado, área de olho de lombo, espessura de gordura de cobertura e grau de acabamento de 36 bovinos machos castrados de diferentes idades, avaliadas pela cronologia dentária, e 10 fêmeas adultas, escolhidos ao acaso na linha de matança de matadouro-frigorífico comercial. As carcaças foram tipificadas conforme o sistema Brasil. A qualidade da carne foi avaliada no músculo *Longissimus dorsi* quanto à marmorização, teor de gordura intramuscular, força de cisalhamento no primeiro, quinto e décimo dia de maturação, cor e capacidade de retenção de água. A marmorização e o teor de gordura intramuscular foram superiores em animais de oito dentes ($P < 0,05$). Bovinos de oito dentes produziram contrafilé mais macio ($4,99 \text{ Kg/cm}^2$) do que novilhos de quatro e seis dentes ($6,36 \text{ Kg/cm}^2$) e dois e três dentes ($6,06 \text{ Kg/cm}^2$). As fêmeas apresentaram menor peso de carcaça e de quarto traseiro e menor área de olho de lombo. O grau de acabamento, grau de marmorização e teor de gordura intramuscular foram superiores nos machos ($P < 0,05$). As fêmeas produziram contrafilé mais duro ($7,10 \text{ Kg/cm}^2$) que os machos da mesma categoria ($4,99 \text{ Kg/cm}^2$). A tipificação de carcaças não informou sobre o desenvolvimento das massas musculares, grau de marmorização e maciez.

Palavras chaves: qualidade da carne bovina, maciez, marmorização, qualidade da carcaça.

**EFFECTS OF AGE, SEX, HUMP HEIGHT AND CARCASS TYPE ON
QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF CATTLE
CARCASSES AND ITS MEAT.**

Author: Luciane Correia Ribeiro

Adviser: Jane Maria Rübensam

B. SUMMARY

The aim of this research was to assess the effects of animal age; sex; hump height and carcass grading on quantitative and qualitative characteristics of beef carcasses and its meat. Animal ages were determined through their teeth numbers, 36 steers of different ages and 10 cull cows were randomly selected in the slaughter line of a commercial slaughterhouse. Carcasses hot weights, refrigerated hindquarter weights, rib-eye area, fat thickness and yield grade of the chosen carcasses were evaluated, these last ones according Sistema Brasil of carcasses tipification, the Brazilian beef judging regulations. Meat quality was assessed in the *Longissimus dorsi* muscle for marbling degree; intramuscular fat content; Warner-Bratzler shear force (WBS) on the 1st, 5th and 10th days of aging; color and water holding capacity (WHC). Marbling and fat content were significantly higher in eight teeth animals ($p < 0.05$). WBS was affected by animal age: eight teeth animals had more tender loins (4.99 kg/cm^2) than four and six teeth (6.36 kg/cm^2) and two and three teeth (6.06 kg/cm^2). Cull cows had significantly lower carcasses and hindquarter weights as well as lesser rib-eye areas. Yield grade, marbling degree and fat content were higher on eight teeth steer ($p < 0.05$). Female produced tougher loins (7.10 kg/cm^2) than males from the same rank (4.99 kg/cm^2). Carcasses tipification did not give any information regarding muscle growth, marbling degree or tenderness.

Key Words: beef quality, beef tenderness, beef marbling, carcass quality

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 Crescimento muscular e avaliação da qualidade de carcaça bovina.....	7
2.2 Fatores determinantes da qualidade da carne.....	9
2.2.1 Idade.....	9
2.2.2 Sexo	14
2.2.3 Fenótipo Zebuino.....	16
2.2.4 Tipo de carcaça.....	19
2.3 Qualidade da carne.....	24
2.3.1 Cor.....	24
2.3.2 Gordura intramuscular.....	27
2.3.3 Capacidade de retenção de água.....	31
2.3.4 Maciez.....	36
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3.1 Local e período.....	45
3.2 Animais.....	45
3.3 Tipificação de carcaças.....	47
3.4 Avaliação da qualidade da carne.....	48
3.4.1 Marmorização.....	48
3.4.2 Gordura intramuscular.....	49
3.4.3 Teor de umidade.....	50
3.4.4 Área de olho de lombo.....	50
3.4.5 Maciez e Capacidade de Retenção de Água.....	50
3.4.6 Cor.....	51
3.5 Tratamentos.....	52
3.6 Análise estatística.....	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4.1 Influência da idade sobre as características de qualidade da carcaça e da carne bovina.....	55
4.1.1 Características quantitativas da carcaça.....	55
4.1.1.1 Peso da carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho	55

de lombo.....	
4.1.1.2 Espessura de gordura de cobertura e grau de acabamento.....	57
4.1.2 Características da qualidade da carne.....	58
4.1.2.1 Grau de marmorização e teor de gordura intramuscular.....	58
4.1.2.2 Maciez.....	63
4.1.2.3 Capacidade de retenção de água.....	71
4.1.2.4 Cor.....	74
4.2 Influência do sexo sobre as características de qualidade da carcaça e da carne bovina.....	76
4.2.1 Análise quantitativa da carcaça.....	76
4.2.1.1 Peso da carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo.....	76
4.2.1.2 Espessura de gordura de cobertura e grau de acabamento.....	79
4.2.2 Qualidade da carne.....	81
4.2.2.1 Grau de marmorização e teor de gordura intramuscular.....	81
4.2.2.2 Maciez.....	82
4.2.2.3 Capacidade de retenção de água.....	88
4.2.2.4 Cor.....	90
4.3 Influência da altura do cupim sobre as características de qualidade da carcaça e da carne Bovina.....	91
4.3.1 Espessura de gordura de cobertura, grau de marmorização e gordura intramuscular.....	92
4.4 Influência da tipificação na qualidade da carcaça e da qualidade da carne bovina.....	93
4.4.1 Teor de gordura intramuscular, espessura de gordura de cobertura e grau de marmorização.....	97
4.4.2 Área de olho de lombo e peso do quarto traseiro.....	98
4.4.3 Maciez.....	99
4.5 Efeito das características de qualidade da carcaça e da carne sobre a maciez do contrafilé bovino.....	99
4.5.1 Efeito do grau de acabamento da carcaça sobre a textura da carne.....	100
4.5.2 Efeito da espessura de gordura de cobertura da carcaça sobre a maciez da carne.....	100
4.5.3 Efeito do grau de marmorização sobre a maciez da carne.....	100
4.5.4 Efeito do teor de gordura intramuscular sobre a maciez do contrafilé.....	101
4.6 Efeito da conformação da carcaça sobre a maciez.....	101
4.7 Correlações entre as características de qualidade da carcaça e da carne bovina.....	102

4.8 Análises de regressões entre características de qualidade da carcaça e da carne bovina.....	107
4.8.1 Teor de gordura intramuscular e grau de marmorização da carne.....	107
4.8.2 Inter-relações entre peso de carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo.....	108
4.9 Efeito da conformação e sua relação com características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne de bovinos.....	113
5. CONCLUSÕES.....	115
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
7. APÊNDICES.....	128

RELAÇÃO DE TABELAS

1- Requisitos para o enquadramento das carcaças na tipificação de carcaças bovinas e bubalinas segundo a Portaria Ministerial nº612, de 05 de outubro de 1989.....	22
2- Número de bovinos classificados pela idade e pelo sexo.....	52
3- Médias e desvio padrão do peso de carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo de bovinos machos castrados de diferentes idades avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (DIP).....	56
4- Médias e desvio padrão da espessura de gordura de cobertura e grau de acabamento de carcaças de bovinos machos castrados de diferentes idades avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (DIP).....	57
5- Médias e desvio padrão do grau de marmorização e teor de gordura intramuscular do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos machos castrados de diferentes idades avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (DIP).....	59
6- Números de observações do grau de marmorização conforme a porcentagem de gordura intramuscular.....	62
7- Médias e desvio padrão da força de cisalhamento do músculo <i>Longissimus dorsi</i> determinada no 1º, 5º e 10º dia após o abate, de bovinos machos castrados com diferentes idades avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (D.I.P).....	63
8- Médias e desvio padrão das perdas por descongelamento e perdas por cozimento do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos machos castrados de diferentes idades avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (DIP), determinada no 1º, 5º e 10º dia após o abate.....	72

9- Médias e desvio padrão do escore de cor do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos machos castrados com diferentes idades avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (DIP), avaliada no 1º, 5º e 10º dia após o abate.....	74
10- Médias e desvio padrão do peso de carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo de carcaças de bovinos machos e fêmeas adultos.....	77
11- Médias e desvio padrão da espessura de gordura de cobertura e do grau de acabamento de carcaças de bovinos machos e fêmeas adultos.....	80
12- Médias e desvio padrão do grau de marmorização e do teor de gordura intramuscular no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos machos e fêmeas adultos.....	81
13- Médias e desvio padrão da força de cisalhamento do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos machos e fêmeas adultos, determinada em diferentes dias de maturação.....	85
14- Médias e desvio padrão das perdas por descongelamento e perdas por cozimento do músculo <i>Longissimus dorsi</i> determinada no 1º, 5º e 10º dia após o abate, de bovinos machos e fêmeas adultos.....	89
15- Médias e desvio padrão do escore da cor do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovinos machos castrados e fêmeas adultos, avaliadas no 1º, 5º e 10º dia após o abate.....	90
16- Categoria de cupim, médias da altura de cupim por categorias, valores máximo e mínimo de cada categoria com respectivos desvios padrões.....	92
17- Médias e desvio padrão da espessura de gordura de cobertura, grau de marmorização e teor de gordura intramuscular de carcaças de bovinos machos e fêmeas com diferentes alturas de cupim.....	92
18- Médias e desvio padrão de espessura de gordura de cobertura, grau de marmorização e teor de gordura intramuscular em diferentes tipos de carcaças bovinas.....	97
19- Médias e desvio padrão da área de olho de lombo e peso do quarto traseiro conforme os tipos de carcaça bovina.....	98

20-Médias e desvio padrão da força de cisalhamento de bovinos com diferentes tipos de carcaça.....	99
21-Força de cisalhamento de acordo com a conformação de carcaças.....	102
22-Coefficientes de correlações entre características da carcaça e da carne de bovinos machos castrados e fêmeas adultos.....	104
23- Médias e desvio padrão do peso de carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo, conforme o grau de conformação de carcaças, de bovinos machos castrados de diferentes idades e de fêmeas adultas.....	114

RELAÇÃO DE FIGURAS

1- Efeito da idade sobre a força de cisalhamento, no músculo <i>Longissimus dorsi</i> bovino, no 1º, 5º e 10º dia de maturação.....	67
2- Efeito do sexo sobre o grau de acabamento da carcaça, grau de marmorização e teor de gordura intramuscular no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de machos castrados e fêmeas adultos.....	82
3- Efeito do sexo sobre a força de cisalhamento do contrafilé bovino de machos castrados e fêmeas adultos.....	85
4- Relação entre grau de marmorização e gordura intramuscular do contrafilé de bovino machos castrados de diferentes idades e fêmeas adultas.....	108
5- Relação entre peso do quarto traseiro e peso de carcaça de bovinos machos castrados de diferentes idades e fêmeas adultos correspondentes a categoria 1 de altura do cupim.....	110
6- Relação entre peso do quarto traseiro e peso de carcaça de bovinos machos castrados de diferentes idades e fêmeas adultos correspondentes a categoria 2 de altura do cupim.....	110
7- Relação entre área de olho de lombo e peso de carcaça de bovinos machos castrados de diferentes idades e fêmeas adultos.....	111
8- Relação entre área de olho de lombo e peso do quarto traseiro entre bovinos machos castrados e fêmeas adultos.....	113

LISTA DE ABREVIATURAS

ATP.....	Adenosina Trifosfato
cm.....	Centímetros
cm ²	Centímetros quadrados
°C.....	Graus centígrados
DIP.....	Dentes incisivos permanentes
Fe.....	Ferro
g.....	Gramas
Kg.....	Quilograma
kg/ cm ²	Quilograma por centímetros quadrado
Kgf.....	Quilograma força
ml.....	Mililitros
mm.....	Milímetros
P.....	Probabilidade
%.....	Porcentagem

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil possui o maior rebanho comercial de gado bovino no mundo, com cerca de 166 milhões de cabeças, sendo o segundo maior exportador mundial de carne bovina, com aproximadamente 789 mil toneladas de equivalente carcaça no ano de 2001 (ANUALPEC, 2002; FAO, 2003). Embora exista deficiência quanto ao desempenho da bovinocultura de corte brasileira, é incontestável a sua grande importância para o agronegócio do País. Esta atividade responde por cerca de 47% do total da produção brasileira de carnes, desenvolvendo-se em quase todos os municípios nacionais (Bliska & Gonçalves, 1998).

Em 2001 intensificou-se o grande movimento de migração para a atividade de cria, que vem dominando a pecuária brasileira desde 1997 e caracteriza a atual fase do ciclo pecuário. Esse movimento é consequência direta dos grandes abates de matrizes realizados nos anos de 1995 e 1996 e também da

tendência de redução da idade de abate, que exacerba a demanda por bezerras nos últimos anos (ANUALPEC, 2002).

Com isso, a participação de fêmeas no rebanho nacional aumenta ano a ano, enquanto a dos machos, notadamente os machos “erados” (de maior idade) vem diminuindo. O rebanho surpreendeu por seu elevado crescimento, pois atingiu 164,4 milhões de cabeças no final de 2001, ou seja, aumentou aproximadamente 11,5 milhões de cabeças em relação ao rebanho existente no final de 1996. Mais surpreendente foi o crescimento do número de fêmeas do rebanho, da ordem de 12,6 milhões de cabeças, enquanto o de machos diminuiu 900 mil cabeças (ANUALPEC, 2002).

Da totalidade do rebanho bovino brasileiro, aproximadamente 21% corresponde as raças de leite, 13% as raças de cruzamento industrial e 66% corresponde a Zebuínos, Europeus e mestiços de corte. Na região Sul, predominam as raças européias e nas demais, o gado zebu, principalmente da raça Nelore (ANUALPEC, 2002; Restle et al., 2001c). Em termos regionais, 15,6% desse rebanho distribui-se no Sul e 84,4% no resto do Brasil (ANUALPEC, 2002).

A produção de carne bovina também cresceu, porém o seu volume total continua inferior ao que teria se o rebanho estivesse estabilizado (ANUALPEC, 2002).

Quando o consumidor adquire uma carne, este deve corresponder às suas expectativas no que se refere aos atributos de qualidade sanitária, nutritiva e organoléptica. Ao adquirir uma carne, o consumidor bem informado pressupõe que ela seja proveniente de animais saudáveis, abatidos e processados

higienicamente, seja rica em nutrientes, tenha uma aparência típica da espécie a que pertence e seja bem palatável a mesa (Felício, 1999a). Atualmente o consumo per capita de carne bovina é de 35 kg/pessoa/ano (ANUALPEC, 2002).

As características organolépticas ou sensoriais da carne são atributos que impressionam os órgãos dos sentidos e que dificilmente podem ser medidos por instrumentos como o são a palatabilidade, frescor e firmeza. A cor, maciez e capacidade de retenção de água são características físicas, relacionadas à ultraestrutura da célula muscular e, por isso, podem ser avaliadas subjetivamente ou com equipamentos específicos (Felício, 1998a).

Geralmente, os experimentos que avaliam as características de carcaças bovinas são conduzidos com novilhos com idade entre 14 e 36 meses, o principal produto da pecuária de corte. A produção de novilhos para o abate com idade entre 12 a 14 meses, atualmente chamados de superprecoces, causou melhoria da qualidade degustativa da carne, em especial à maciez, já que a idade é o fator que altera mais significativamente esse parâmetro (Lawrie, 1974; Felício, 1997).

As estatísticas mostram que o abate de fêmeas bovinas representou em 2001, 46,3% do total de animais abatidos (ANUALPEC, 2002). Isto mostra que o abate de fêmeas tem importância expressiva na carne comercializada nos mercados brasileiros, fato que também acontece em outros países.

As fêmeas de descarte são aquelas eliminadas em função da idade e outros problemas, principalmente de ordem reprodutiva, e as novilhas que não

ficaram prenhes no primeiro acasalamento (Vaz & Restle, 1998; Restle et al., 2001a).

No Brasil, as fêmeas abatidas pertencentes às raças de corte são pouco valorizadas pelos abatedouros. Esse fato se torna preocupante à medida que essa categoria é responsável por grande parte da renda do pecuarista de corte brasileiro, por ser um subproduto dos sistemas de ciclo completo e muito utilizada pelos invernadores do Sul do país para terminação em pastagem cultivada, alcançando bons ganhos de peso e proporcionando terminação rápida (Restle et al.,1998).

Vacas com mais de oito anos apresentam menor porcentagem de músculo e maior teor de gordura na carcaça que vacas mais jovens, que por sua vez, apresentam carne mais macia do que vacas abatidas aos sete ou oito anos de idade (Vaz et al.,2002).

A carne bovina é considerada um *commodity*, um produto com baixo valor agregado e sem diferenciação, tendo como consequência um produto que chega ao consumidor com baixa qualidade, oriundo de um processo produtivo com inúmeros pontos de falha de controle nos diversos elos. Do ponto de vista gerencial, manter ou aumentar a satisfação dos consumidores é um ponto crítico, e com relação à carne bovina isto parece ser ainda mais verdadeiro na medida em que o produto em questão apresenta enormes variações em relação à qualidade e padronização (Barcellos, 2002a).

O consumidor escolhe o corte cárneo baseado na experiência anterior e freqüentemente escolhe o tipo de corte que irá levar em função do prato a ser

preparado, tendo em vista seu conhecimento prévio sobre o assunto. Logo a seguir pondera aspectos de peso e preço de corte, além das características do produto como cor, cheiro e apresentação (Barcellos, 2002a). Para Felício (1998a; 1999a) as etapas pelas quais o consumidor costuma avaliar a qualidade da carne são, prioritariamente, a cor do músculo e gordura de cobertura, seguida pela maciez e pela perda de líquido no descongelamento e cocção. Finalmente, são avaliadas as características de palatabilidade e suculência.

Barcellos (2002b) afirma que as características consideradas mais importantes para os consumidores são, em primeiro lugar, a maciez, seguida pela cor, cheiro e sabor.

Barcellos (2002a,b) destaca três informações mais importantes para o consumidor, e que deveriam constar nas embalagens: a data de validade, a certificação de qualidade e o registro de inspeção federal. Isto indica uma forte preocupação do consumidor em relação a fatores como origem e sanidade do alimento. Já informações ligadas a maciez e composição nutricional do alimento, assim como a quantidade de gordura e instruções de conservação e manuseio, também são importantes para o consumidor, indicando que estes, gostariam de ter à sua disposição informações que ainda não constam na maioria dos produtos.

Informações ligadas diretamente ao animal, como idade, alimentação, sexo e raça ainda não são consideradas importantes para o consumidor. Tudo isso indica que o consumidor encontra-se carente de informações esclarecedoras quanto à qualidade, ficando sujeito a informações passadas (Barcellos, 2002a,b).

Muitos são os fatores de produção que interferem na qualidade da carne embora, a qualidade da carne possa ser mais dependente de tecnologias pré- e pós-abate. A genética, o sexo, o sistema de criação e a alimentação exercem influência no acabamento e na marmorização e, por isso, são determinantes da qualidade da carne (Felício, 1999a).

A introdução de bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*) no Brasil, ocorreu devido à resistência a ectoparasitas e ganhos nos aspectos produtivos em ambientes extremamente adversos como são os campos da região Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Devido a estes aspectos, vêm sendo extensivamente aproveitados em cruzamentos com bovinos europeus para a obtenção das vantagens da heterose (Carpenter et al., 1961; Crouse et al., 1989; O'Connor et al., 1997). Entretanto, os cruzamentos realizados com bovinos europeus, trouxe consigo a diminuição na maciez da carne (Carpenter et al., 1961; Crouse et al. 1989; Rübensam et al., 1998).

A carne bovina, do ponto de vista nutricional, é considerada um alimento de alto valor pois sua composição em aminoácidos essenciais, lipídios, vitaminas e sais minerais, fazem-na adequada à nutrição humana (Hedrick et al., 1994).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da idade, do sexo, da altura do cupim e da tipificação de carcaças sobre as características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne bovina.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Crescimento muscular e avaliação da qualidade da carcaça bovina

Qualidade é a propriedade, atributo ou condição das coisas ou das pessoas capaz de distinguí-las das outras e de lhes determinar a natureza. A qualidade permite avaliar e , conseqüentemente, aprovar, aceitar ou recusar qualquer coisa (Ferreira, 1990).

Para Zeithaml (1998) a qualidade em sentido amplo seria a superioridade ou excelência, logo, a qualidade percebida pode ser definida como o julgamento do consumidor sobre a superioridade ou excelência de um produto.

A qualidade da carne óbvia está relacionada com atributos sanitários, nutritivos e organolépticos. A qualidade atrativa inclui os atributos que podem surpreender o consumidor oferecendo “algo mais” que os concorrentes ainda não tenham condições de oferecer (Felicio, 1999a).

A qualidade da carcaça bovina é avaliada principalmente pela maturidade, área de olho de lombo, conformação, rendimento, porcentagem de gordura renal e pélvica, espessura de gordura de cobertura ou acabamento.

O músculo é o tecido mais importante, porque é o mais desejado pelo consumidor, e uma carcaça superior para qualquer mercado deve ter quantidade

mínima de osso e quantidade ótima de carne e gordura, que varia de acordo com a preferência do consumidor.

Um bovino ao nascer, tem em sua carcaça, cerca de duas partes de músculo para cada parte de osso. No período pós-natal, os músculos crescem relativamente mais rápido que os ossos, porque a relação músculo:osso aumenta (Berg & Butterfield, 1979).

Ao nascer, a gordura corporal constitui uma pequena parte da carcaça, e aumenta lentamente até que, dado um plano adequado de nutrição, se inicia a fase de deposição que ocorre a uma velocidade crescente. Algumas vezes, a velocidade de deposição de gordura pode ser muito rápida, tendo como resultados animais gordos, sobrepondo a quantidade absoluta do tecido muscular. O crescimento dos tecidos comporta-se como uma curva sigmóide com uma aceleração na pré-puberdade e redução na aproximação da maturidade. O incremento no peso de abate causa um aumento linear do percentual de gordura na carcaça, enquanto a percentagem de músculo diminui linearmente e a de osso sofre pequenas alterações (Berg & Butterfield, 1979; Costa et al., 2002).

À medida que avança o período de terminação, a composição do ganho de peso é alterada, dando lugar à maior retenção de gordura nos tecidos formados (Gerrard, 1956; Berg & Butterfield, 1979).

Segundo Coates & Penning (2000), existem várias maneiras de se avaliar as proporções de músculo e gordura de uma carcaça bovina, ou a quantidade destes tecidos em relação ao peso e aos outros componentes da carcaça. Pode-se realizar uma dissecação total da carcaça ou parte dela,

separando-se e pesando-se os tecidos, ou a partir de um determinado ponto da carcaça, através de algumas medições, estimando o resultado para toda a carcaça.

A espessura de gordura depositada sobre o músculo *Longissimus dorsi*, na altura da 11^a costela, é usada como preditor de quantidade de gordura na carcaça. A área de olho de lombo, obtida no mesmo local, no músculo *Longissimus dorsi*, é um indicador da musculosidade da carcaça. A medida da área de olho de lombo tem alta correlação com a quantidade de carne da carcaça (Kauffman & Breidestein, 1994).

A área de lombo isoladamente não apresenta uma correlação alta com a proporção de músculo na carcaça. Entretanto, quando utilizada em conjunto com outros parâmetros, como peso de carcaça e acabamento, auxilia na avaliação do grau de rendimento em cortes desossados da carcaça (Müller, 1987).

2.2 Fatores determinantes da qualidade da carne

2.2.1 Idade

A maturidade de carcaça bovina é determinada através de avaliação do tamanho, formato e grau de calcificação de ossos e cartilagens. Também pode ser avaliada através da cor e textura do músculo na região da área de olho de lombo (Cunha, 2002).

Em animais jovens existe uma cartilagem no processo espinhoso de cada uma das vértebras dos animais. O amadurecimento do animal é

acompanhado pela calcificação dos pontos da cartilagem situados sobre o processo espinhoso da vértebra torácica e seu desaparecimento da vértebra lombar e sacral (Berg & Butterfield, 1979).

As mudanças nas características do esqueleto incluem uma mudança gradual na forma e aparência das costelas. Nos animais bem jovens, as costelas são estreitas e de formato ovalado, com coloração avermelhada. Com o avanço da idade, as costelas dos animais tornam-se mais espessas, mais achatadas e adquirem coloração acizentada (Lawrie, 1974).

À medida que a idade dos bovinos aumenta, ocorre um aumento geral da maioria dos parâmetros de crescimento, como por exemplo o rendimento da carcaça. Após atingir a idade adulta, o aumento no rendimento é menor e mais relacionado à quantidade de gordura (Lawrie, 1974).

Muller et al. (1990a), trabalhando com novilhos Charolês abatidos aos 3 anos de idade, observou uma maior porcentagem de músculos e ossos na carcaça do que novilhos abatidos um ano mais cedo, os quais foram superiores na porcentagem de gordura na carcaça. Os autores não observaram diferença na maciez da carne de novilhos com 2 e 3 anos de idade.

Segundo Breidenstein et al. (1968), à medida que o bovino amadurece, aumenta a quantidade de gordura intramuscular, que se traduz em maior suculência, devido ao fato de a gordura lubrificar as fibras musculares durante o cozimento estimulando o fluxo salivar durante a mastigação.

A idade também influencia a quantidade de pigmentos que se encontram no músculo. Com o avanço da idade, aumenta a quantidade de

pigmentos, principalmente a mioglobina, intensificando a cor (Jacobs et al., 1972; Lawrie, 1974; Cross et al., 1986; Bruwer et al., 1987; Hedrick et al., 1994; Cañeque & Sanudo, 2000) e diminuindo a estabilidade da mesma (Renerre et al., 1996).

A concentração de mioglobina em bovinos aumenta significativamente até a idade de 24 meses, tornando-se mais lenta a partir desta idade (Boccard et al., 1979). O incremento da concentração de mioglobina está positivamente relacionado ao aumento da infiltração de gordura intramuscular. Com o avanço da idade, aumenta a porcentagem de gordura intramuscular e diminui a permeabilidade da membrana capilar, o qual dificulta a transferência de oxigênio até a fibra muscular havendo necessidade de uma maior quantidade de mioglobina para garantir o aporte de oxigênio adequado (Cañeque & Sanudo, 2000). Estes resultados também foram observados por Boccard et al. (1979), para os quais, quanto mais pesada é a carcaça, mais escura é a carne.

O aumento da quantidade de pigmentos na carne bovina também depende do tipo genético. Em bovinos da raça Frisona, o incremento é máximo entre 12 e 15 meses. Na raça Limousin ocorre entre 13 e 16 meses e na raça Charolês, entre 17 e 22 meses (Cañeque & Sanudo, 2000).

A textura da carne, indicador da sua maciez, que afeta a aparência da carne, também muda com o avanço da idade dos bovinos. Animais jovens apresentam textura fina e coloração bastante clara, em tom vermelho rosado. Conforme o animal fica mais velho, a textura das fibras fica progressivamente mais grosseira (Lawrie, 1974; Silveira et al., 2001; Cunha, 2002).

A maciez e sua relação com o tecido conjuntivo e quantidade de gordura intramuscular estão relacionadas à idade fisiológica e ao peso do animal no abate (Lawrie, 1974).

A diminuição da maciez da carne se relaciona com o avanço da idade do animal como resultado de mudanças significativas do tecido conjuntivo (Wilson et al., 1954; Shorthose, 1996). Embora a quantidade de tecido conjuntivo sofra poucas alterações após a maturidade, o número de ligações cruzadas intermoleculares das fibrilas de colágeno aumenta. Isso resulta em diminuição da solubilidade de colágeno e aumento da resistência ao cisalhamento (Lawrie, 1974; Cross et al., 1984; Dikeman et al., 1986; Hedrick et al., 1994; Shorthose, 1996)

A influência da idade sobre a maciez é bastante variável. A carne de bovinos com 12 a 18 meses de idade pode ser mais macia do que a carne de bezerro em crescimento com 6 meses por exemplo. O endurecimento da carne bovina é evidente em torno dos 30 meses, após este tempo, o endurecimento é mais gradual (Riley et al., 1986). Cross et al. (1984) verificaram que a carne de novilhos 12 meses é menos macia que a carne de novilhos abatidos com 18 meses.

Shortose & Harris (1990), trabalhando com músculos de bovinos de diferentes idades, observaram uma diminuição da maciez de todos os músculos dos animais quando a idade aumentou de 10 para 60 meses. A diminuição da maciez ocorreu aos dois anos para músculos dos membros posteriores, como o *Semimenbranosus*, *Gluteus biceps* e *Semitendinosus*, mas a redução na maciez

no *Longissimus dorsi* e *Gluteus medius* não foi observada até o animal completar quatro anos de idade.

Fatores como a força iônica e solubilidade do colágeno são envolvidos no processo de amaciamento da carne, mas não podem explicar as diferenças observadas na maciez da carne obtidas de animais de idade similar. Diferenças na taxa da degradação de proteínas miofibrilares são as principais razões da variação na maciez da carne de bovinos abatidos com mesma idade (Koochmaraie, 1994).

A capacidade de retenção de água é a capacidade das proteínas miofibrilares se ligarem às moléculas de água. Ela influencia características como a cor, textura, suculência e maciez da carne. É dependente da espécie, idade, sexo e função do músculo, assim como da taxa e extensão da queda do pH e da desnaturação proteica (Hedrick, 1994). Com o avanço da idade, a capacidade de retenção de água na carne de bovinos diminui (Wismer-Pedersen, 1971).

Dikeman et al. (1986), trabalhando com bovinos castrados e não castrados com cinco diferentes idades, avaliaram o efeito da idade e da castração sobre a qualidade da carne. Os touros apresentaram uma carcaça mais pesada, com escore de marmorização mais baixo, com menor espessura de gordura e maciez com escore mais baixo, indicando carne mais dura. O valor da força de cisalhamento para o músculo *Longissimus dorsi* de novilhos alimentados com uma dieta de alta energia foi inferior ao do contrafilé proveniente de touros com a mesmo nível de dieta. Entretanto, quando alimentados com uma dieta de baixa energia, a força de cisalhamento da carne não apresentou diferença significativa. A idade de abate não teve efeito sobre a força de cisalhamento. Por outro lado, a

perda de água no cozimento do músculo *Longissimus dorsi* em animais não castrados, foi superior aos 18 e 24 meses quando comparados com animais de 12 e 15 meses de idade. Já novilhos com 12, 15 e 18 meses não apresentaram diferenças significativas na perda de água no cozimento. Entretanto, essas perdas foram significativamente inferiores ao contrafilé de animais abatidos aos 24 meses.

Em suma, a idade poderá afetar tanto parâmetros quantitativos como qualitativos da carcaça e da carne bovina. A idade afeta a taxa de crescimento, e, portanto, a taxa de deposição de tecido ósseo, muscular e adiposo, afetando o rendimento de cortes, por exemplo. Também está relacionada com a qualidade da carne, como a maciez, cor, capacidade de retenção de água, entre outros.

2.2.2 Sexo

Devido às diferenças no nível de hormônios sexuais circulantes nos bovinos, observam-se diferenças na qualidade da carne entre fêmeas e machos. Portanto, o sexo através dos hormônios, influi no crescimento dos tecidos corporais e, portanto, afeta a composição da carne (Berg & Butterfield, 1979).

Carne com qualidade inaceitável é quase sempre associada a bovinos machos inteiros. Os responsáveis por esta característica são os hormônios masculinos, mas o mecanismo específico de ação é desconhecido. Os músculos de machos inteiros apresentam maior concentração de colágeno intramuscular, e este, pode ser mais insolúvel em carnes de bovinos inteiros em relação à carne de bovinos castrados (Felício, 1997).

A castração dos machos tem sido amplamente adotada pelos produtores de bovinos de corte, visando evitar o efeito dos hormônios androgênicos sobre as características da carcaça e da carne (Restle et al., 1994), pois os animais inteiros apresentam carcaça mais magra com maior porcentagem de dianteiro, carne mais escura, mais dura e de pior palatabilidade que os castrados (Restle et al., 1994; Felício, 1997). A castração melhora o desenvolvimento da carcaça e qualidade da carne, embora touros jovens tenham uma significativa vantagem na taxa de crescimento, melhor eficiência alimentar e menor deposição de gordura corporal quando comparados aos novilhos da mesma idade (Seidman et al., 1982; Restle et al., 1996).

A maior influência da ação dos hormônios sexuais está no processo de deposição de gordura. As fêmeas tendem a entrar na fase de deposição de gordura com pesos mais baixos do que machos castrados, e os machos castrados com pesos inferiores do que touros. Conseqüentemente, os pesos ótimos para abate, considerando a relação carne:gordura, são menores para fêmeas e maiores para touros do que para machos castrados (Berg & Butterfield, 1979).

Existe diferença na distribuição das massas musculares entre os sexos. Não há grande diferença entre fêmeas e machos castrados, mas os touros desenvolvem a musculatura gerando dianteiros mais pesados. Isto é um problema para a indústria, pois este têm valor econômico mais baixo do que o quarto traseiro (Berg & Butterfield, 1979).

Touros têm um cociente músculo:osso maior que fêmeas e machos castrados, ao mesmo nível de gordura na carcaça, demonstrando um provável

ímpeto de crescimento muscular mais pronunciado que as fêmeas e os machos castrados. Por outro lado, parece não haver nenhuma diferença entre o cociente músculo:osso das fêmeas e machos castrados a um mesmo nível de gordura na carcaça (Berg & Butterfield, 1979).

A capacidade de retenção de água é maior nas fêmeas que em machos inteiros (Hedrick et al., 1994).

Com igualdade de peso e idade, as fêmeas produzem carcaça com maior quantidade de gordura que machos castrados (Berg & Butterfield, 1979). Em geral, machos têm menos gordura intramuscular que fêmeas, mas animais castrados têm mais gordura intramuscular do que os correspondentes sexualmente inteiros (Terrel et al., 1969; Berg & Butterfield, 1979).

O sexo e a idade à castração podem afetar o grau de marmorização das carcaças. Novilhas tendem a apresentar maior porcentagem de gordura intramuscular que machos castrados, quando abatidos a um mesmo peso de carcaça. Animais castrados mais precocemente, antes da puberdade, apresentam maior grau de marmorização que animais castrados tardiamente, indicando que os hormônios sexuais influem no desenvolvimento dos adipócitos intramusculares (Harper & Petick, 2001).

2.2.3 Fenótipo Zebuino

É claramente documentado que a carne obtida de carcaças de *Bos indicus* é significativamente mais dura do que *Bos taurus* (Ramsey et al., 1961;

Koch et al., 1982; Peacock et al., 1982; Crouse et al., 1987; Koohmaraie, 1992, 1994; Koohmaraie et al., 1998).

A diferença na extensão da proteólise *post mortem* é provavelmente a razão dessas diferenças na maciez da carne de bovinos das raças de *Bos taurus* e *Bos indicus* (Koohmaraie, 1994). Whipple et al. (1990) relataram que o músculo *Longissimus dorsi*, proveniente da raça Brahman, desenvolvia menos produtos oriundos da degradação protéica associados à maciez. Pringle et al. (1997) observaram que a taxa de calpastatina aumentava com o aumento da porcentagem do genótipo Brahman nos novilhos.

Nos Estados Unidos, mercados mais exigentes discriminam bovinos com fenótipo zebuíno devido a reduzida maciez (Carpenter et al., 1961; Sherbeck et al., 1996). Estes animais possuem também um escore de marmorização e grau de qualidade mais baixo do que as raças britânicas ou raças continentais européias (Carpenter et al., 1961; Norman, 1982; Pringle et al., 1997; Sherbeck et al., 1996).

Crouse et al. (1989), utilizando animais com 0, 25, 75 e 100% de genótipo *Bos indicus*, demonstraram que o aumento da participação do genótipo zebuíno dentro de uma raça, eleva a força de cisalhamento, diminuindo os escores sensoriais de maciez, assim como a variabilidade destes valores também aumentam.

A distinção de animais cruzados com Brahman se baseia no fenótipo, principalmente pelo comprimento e forma da orelha, altura do cupim e forma da

cabeça. Na carcaça pode-se diferenciar pela altura do cupim (Sherbeck et al., 1996).

Sherbeck et al. (1996), estudaram a relação do indicador fenotípico da porcentagem da raça Brahman para o escore de marmorização e maciez entre animais provenientes de cruzamento das raças Brahman com Hereford. Após o abate, amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram submetidas a 6 e 18 dias de maturação. Os animais com genótipo $\frac{1}{4}$ de sangue Brahman apresentaram altura média de cupim de 6,8 cm, enquanto os que possuíam $\frac{1}{2}$ sangue apresentaram uma média de 8,2 cm. Quando a frequência de altura de cupim foi determinada, 78% das carcaças $\frac{1}{4}$ Brahman tiveram altura de cupim menor que 7,6 cm, enquanto 79% das carcaças $\frac{1}{2}$ sangue Brahman tiveram altura maior ou igual a 7,6 cm. Estes resultados demonstram que bovinos com a mesma porcentagem da raça Brahman podem diferir consideravelmente pela expressão fenotípica das características da raça.

Além disso, Sherbeck et al. (1996), mostram que à medida que aumenta a proporção do genótipo zebu, aumenta a altura do cupim na carcaça. O fenótipo e a altura de cupim não foram correlacionados com escore de marmorização, mas ambos foram significativamente correlacionados com a maciez da carne. O fenótipo, representado pela altura de cupim, foi altamente correlacionado ($P < 0,01$) com a classificação de maciez e força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* maturado aos 6 e 18 dias. A maciez da carne diminuiu quando a evidência do fenótipo Brahman tornou-se mais pronunciada. A correlação entre o fenótipo e a força de cisalhamento diminuiu com o aumento do

período de maturação, de 6 dias para 18 dias. Os autores atribuíram estes resultados ao fato de que a variação na força de cisalhamento foi reduzida pela maturação adicional de 12 dias.

Os valores de altura do cupim registrados no trabalho de Sherbeck et al. (1996) foram negativamente correlacionadas ($P < 0,01$) com a maciez da carne maturada por 6 e 18 dias. Houve uma correlação positiva com a altura de cupim e a força de cisalhamento aos 6 dias e 18 dias. O aumento da altura do cupim foi associado a valores de força de cisalhamento mais altos ($P < 0,05$). Os autores então, puderam concluir que, quando a expressão fenotípica de Brahman é realçada, o amaciamento da carne desses animais decresce.

2.2.4 Tipo de carcaça

Até o final da década de 60, entendia-se que classificação de carcaças bovinas, que consiste em agrupar em classes animais com características semelhantes ou iguais, referia-se às categorias de sexo, maturidade e peso de animais. Já a tipificação seria uma diferenciação das classes em tipos hierarquizados segundo critérios que incluem as categorias da classificação já mencionadas e outras como gordura de cobertura, indicando o grau de acabamento do animal, e conformação da carcaça, que os técnicos supunham ser a “qualidade desejada do mercado” (Felício, 1999b).

A prática da classificação e tipificação de carcaças é atualmente usada em vários países como a Austrália, Nova Zelândia e Estados Unidos da América. Dependendo do país, pode ser efetuada de forma oficial por órgãos do governo. E

em outros casos por associações de criadores de bovinos de raças ou de comércio de carne.

Em todos os países onde é praticada, a classificação tem sido benéfica aos produtores e também ao comércio internacional, pois é uma forma de se pagar justamente aos produtores que fazem um maior investimento na produção, como melhoramento genético e intensificação da produção por exemplo. Com isso, estes recebem o retorno pela produção, levando ao mercado internacional uma credibilidade que assegura a qualidade daquela mercadoria, através do controle de qualidade e padronização dos diferentes tipos de carcaça.

Assim, o mercado consumidor pode escolher o tipo de carne que lhe convém e ter seu preço baseado no tipo de mercadoria que deseja. Por outro lado, os produtores podem estabelecer as suas metas com base no cliente ao qual destinam suas mercadorias (Cunha, 2002).

Há muito tempo que sistemas como o norte-americano e o argentino segregam em classes as carcaças com características semelhantes e as hierarquizam. Os norte-americanos o denominam como “carcass grading” e os argentinos de “tipificación”. A definição de tipificação é a mesma, ou seja, hierarquização de tipos por “qualidade”, que é modificada por tendências de mercado. Estas, entretanto, ocorrem com larga defasagem em relação às transformações tecnológicas e de hábitos de consumo.

Na década de 70, o governo brasileiro optou pelo sistema francês que apenas classificava as carcaças, sem estabelecer uma ordenação de carcaça de melhor ou de pior qualidade que permitisse ao sistema uma adaptação às

características dos mais diversos mercados, permitindo a flutuação dos preços de cada tipo de acordo com as diversidades e preferências. Mas, o Brasil e a Europa acabaram subordinando as classes de carcaça a uma hierarquia, ou seja, a uma tipificação. Mais tarde, criou-se o sistema BRASIL, cuja principal característica é a ênfase à maturidade como critério de qualidade. Assim, o sistema brasileiro de tipificação de carcaças bovinas e bubalinas passou a consistir de classes hierarquizadas em tipos conforme as letras da palavra BRASIL (Felício, 1999b). Esperava-se dispor de uma ferramenta para alavancar aumentos de produtividade da pecuária a partir da redução da idade de abate. Com isso, privilegiaram-se, com a primeira classe correspondendo à primeira letra da palavra BRASIL, as carcaças de bovinos de 2 e 3 anos de idade, hoje conhecidos como novilhos precoces.

A legislação em vigor consta na Portaria Ministerial nº 612, de 05 de outubro de 1989. Os parâmetros adotados são o sexo (M-macho, C-macho castrado e F-fêmea), a maturidade, avaliada pela cronologia dentária (dentes de leite, dois, quatro, seis e oito dentes incisivos permanentes), conformação e acabamento. Animais dentes de leite são aqueles que possuem apenas a primeira dentição, sem queda das pinças. Animais quatro dentes possuem até quatro incisivos definitivos sem queda dos segundos médios da primeira dentição. Os animais seis dentes possuem mais de quatro dentes e no máximo seis dentes definitivos, sem queda dos cantos da primeira dentição. Animais oito dentes possuem mais de seis dentes definitivos. A conformação avalia subjetivamente os perfis da carcaça demonstrando o desenvolvimento das massas musculares. Com

base nesta característica, as carcaças são classificadas em C- Convexas, Sc- subconvexas, Re- retilíneas, Sr- sub-retilíneas e Co- côncavas, sendo as mais musculosas as carcaças convexas e aquelas com menos desenvolvimento muscular são classificadas como côncavas. O quarto parâmetro avaliado é o acabamento, que avalia subjetivamente a espessura de gordura subcutânea ou de cobertura. Assim, as carcaças são classificadas como 1-gordura ausente, 2-escassa, com 1 a 3 mm de espessura, 3-mediana, com 3 até 6 mm de espessura, 4-uniforme, com 6 até 10 mm de espessura, e 5-excessiva, com espessura acima de 10 mm.

As classes formadas pela combinação dos parâmetros acima citados são, então, hierarquizados por número de dentes incisivos permanente (D.I.P) em seis tipos, com restrições relativas ao acabamento, conformação e peso, todos avaliados na carcaça quente (Tabela 1).

TABELA 1. Requisitos para o enquadramento das carcaças na tipificação de carcaças bovinas e bubalinas segundo a Portaria Ministerial n.º 612, de 05/10/1989

Tipo	Sexo	Maturidade (d.i.p)	Acabamento	Conformação	Peso carcaça mínimo (Kg)
B	C e F M	Até 4	2, 3 e 4 2, 3 e 4	C, Sc e Re C, Sc e Re	C=210, F=180 e M=210
R	C e F	De 4 a 6	2, 3 e 4	C, Sc, Re e Sr	C=220, F=180
A	C e F M	Até 6	1 e 5 1 e 5	C, Sc, Re e Sr C, Sc, Re e Sr	C=210, F=180 M = 210
S	C e F	Até 8	1, 2, 3, 4 e 5	C, Sc, Re e Sr	C=225 F=180
I	M, C, F	Até 8	1, 2, 3, 4 e 5	C, Sc, Re e Sr	Sem restrições
L	M, C, F	Até 8	1, 2, 3, 4 e 5	Co	Sem restrições

Fonte: Brasil, 1989.

Segundo Felício (1999b), o sistema apresenta falhas. Para o autor, machos inteiros, castrados e fêmeas até 4 dentes incisivos permanentes, com gordura subcutânea escassa, mediana e uniforme, conformação convexa, subconvexa e retilínea, e pesos acima de 180 Kg para fêmeas e 210 Kg para machos tem sido enquadrados no tipo B, isto é, considerado como o melhor segundo o sistema oficial. A classificação R, por outro lado, seria constituída por um grupo mais homogêneo de carcaças por não incluir machos inteiros. Ainda, não existem experimentos comprovando alguma preferência de consumidores ou provadores treinados pela carne bovina oriunda de carcaças do tipo B em relação às carcaças do tipo R.

Quanto à conformação, Felício (1999b) criticou a classificação dos diferentes perfis de carcaça em convexas, subconvexas, retilíneas, sub-retilíneas e côncavas pois, as três primeiras estão juntas nos tipo B a I, isto é, estão sendo feitas em bloco (C, Sc e Re). Quanto ao acabamento, ocorre algo parecido, ou seja, classificam-se as carcaças como 2, 3 e 4, num bloco que é considerado igualmente desejável nas carcaças tipo B e R, pois aquelas que recebem notas 1 e 5, quanto ao acabamento, são rebaixadas para o tipo A. Para o autor, parece não haver nenhuma preocupação quanto a demonstrar cientificamente que haveria algum outro motivo para melhor remuneração dos produtores de carcaças do tipo B, que como se sabe, forma um grupo de carcaças heterogêneo em rendimentos de desossa e qualidade da carne, como a cor, a maciez e suculência da carne. Ainda, o mercado é muito mais importante do que o fato de as carcaças serem classificadas segundo o grau de acabamento e peso, que são

características mensuráveis, do que pela maturidade fisiológica ou idade do gado que muitos dizem, que afetam a textura da carne. Entretanto, tais observações só os pesquisadores conseguem medir, e assim mesmo, os resultados não são consistentes, pois, por exemplo, a velocidade de resfriamento pode influenciar de maneira muito significativa a maciez da carne do que o fato de o bovino ter dois, quatro ou seis dentes.

2.3 Qualidade da carne

2.3.1 Cor

Em condições normais de conservação, a cor é o principal atrativo dos alimentos. É o primeiro critério pelo qual os consumidores avaliam a qualidade da carne. A manutenção da cor atrativa da carne é interpretada como uma indicação de frescor e segurança (Gasperlin et al., 2000).

A cor da carne reflete a quantidade e o estado químico do seu principal pigmento, a mioglobina. A mioglobina perfaz 80 a 90% do total do pigmento no tecido muscular. Pigmentos como catalase e enzimas citocromo também estão presentes, mas suas contribuições na cor são pequenas (Judge et al., 1989).

A mioglobina consiste de uma porção de proteína globular e uma não proteica, chamada de anel heme, cujo o núcleo possui um átomo de ferro. A porção heme do pigmento é de interesse especial por ser responsável por alterações da cor da carne uma vez que é parcialmente dependente do estado de oxidação do ferro dentro do anel heme. Assim o grupo heme é a porção da

molécula de mioglobina responsável pela cor vermelha quando combinado com oxigênio (Lawrie, 1974).

A quantidade de mioglobina num determinado corte de carne bovina varia com a atividade física dos músculos que o compõem, com a maturidade fisiológica do animal ao abate e com sexo (Carpenter et al., 1965; Briskey & Kauffman, 1971; Lawrie, 1974).

Os músculos de animais imaturos têm um conteúdo de mioglobina mais baixo do que aqueles animais mais velhos. Machos possuem maior concentração de mioglobina do que fêmeas e machos castrados (Hedrick et al., 1994; Felício, 1998a).

Os bovinos terminados a pasto se exercitam mais e, geralmente, são abatidos com idade mais avançada. Assim, pelo exercício e pela maturidade, seus músculos têm maior concentração de mioglobina e, conseqüentemente, maior saturação da cor vermelha do que a dos confinados (Felício, 1997).

A cor das carnes frescas é determinada pela proporção relativa das três formas da mioglobina presentes nos músculos e depende principalmente do estado de oxidação de seu átomo central de ferro localizado no interior do anel heme. Quando o íon ferro se encontra no estado reduzido, ele pode ligar-se a uma molécula de água ou de oxigênio molecular. Na ausência de oxigênio molecular, como ocorre no interior de peças ou nas carne embaladas a vácuo, o íon ferro combina-se com a água e a mioglobina torna-se desoximioglobina, ou mioglobina reduzida, de coloração vermelho púrpura, com o átomo de ferro no estado ferroso (Fe^{2+}). Quando o íon ferro se liga ao oxigênio do ar a mioglobina

transforma-se em oximioglobina, ou mioglobina oxigenada, com o átomo de ferro também no estado ferroso (Fe^{2+}), de coloração vermelho brilhante. Por outro lado, quando o íon ferro se oxida, sob baixa tensão de oxigênio, a mioglobina transforma-se em metamioglobina, ou mioglobina oxidada, de coloração marrom devido ao estado férrico (Fe^{3+}) do íon ferro na molécula de mioglobina (Briskey & Kauffman, 1971; Lawrie, 1974; MacDougall, 1982; Judge et al., 1989).

Boakye & Mittal (1996) afirmaram que o tempo de maturação do músculo *Longissimus dorsi* influencia na cor de carne bovina. Para os autores, a carne maturada perde a cor mais rapidamente do que a carne fresca, mas é inicialmente mais brilhante porque a camada de oximioglobina é mais profunda.

Gasperlim et al. (2000), utilizando quatro touros da raça Simental com idade de 18 meses, avaliaram o efeito do tempo de estocagem sobre a cor da carne. De cada animal, obtiveram oito amostras do músculo *Longissimus dorsi*, que foram embalados a vácuo 24 h *post mortem*. As amostras do músculo *Longissimus dorsi* do lado esquerdo das carcaças foram imediatamente congeladas a -35°C e as do lado direito, foram congeladas a -35°C após 10-12 dias de maturação a 5°C . Neste trabalho, a cor do músculo *Longissimus dorsi* cru, após a maturação, tornou-se significativamente mais brilhante e levemente mais vermelha, diminuindo a frequência da cor escura. Os autores atribuíram a melhoria da cor ao aumento da permeabilidade do sarcolema à mioglobina, à proteólise muscular e à diferente absorção, transmissão e características de reflexão da luz sobre a superfície da carne. Nas carnes maturadas, as mudanças após a exposição ao ar, quando ocorre a oxigenação do pigmento, foram mais

significativas do que naquelas carnes não maturadas. As diferenças foram atribuídas a uma acessibilidade mais fácil do oxigênio à mioglobina aumentando sua oxigenação. Além disso, a maturação provoca degradação da ultraestrutura da proteína, tornando-a mais aberta, fazendo com que a luz incidente seja mais refletida, dando a impressão de uma cor mais clara.

2.3.2 Gordura intramuscular

Os lipídios possuem funções importantes nos tecidos e estão armazenados nos animais, sob a forma de gordura interna, intermuscular, subcutânea e intramuscular (marmorização). A deposição de gordura ocorre primeiro na região abdominal, renal e pélvica, seguida da pele, como depósito subcutâneo, e após se depositará como gordura intramuscular.

A gordura é um composto de substâncias de natureza química e fisiológica bem diferentes que possuem em comum sua insolubilidade em água e solubilidade em solventes orgânicos apresentando na sua estrutura cadeias carbônicas longas, que podem ser normais ou ramificadas, abertas ou cíclicas, saturadas ou insaturadas (Castro, 1999).

A gordura está localizada fora dos feixes musculares, no tecido conjuntivo subcutâneo, no espaço do perimísio mas não na região do endomísio onde, os lipídios se encontram sob a forma de pequenas gotas dentro das fibras musculares ou associados às membranas celulares (Allen et al., 1976).

Marmorização é o nome usado para indicar mais explicitamente a gordura intramuscular. Entretanto, o termo marmorização é um termo rigoroso

apenas para a gordura que aparece visível sobre o corte da superfície da carne. A gordura intramuscular inclui a gordura visível na carne, e também, os depósitos microscópicos dentro de várias células do músculo, algumas das quais não são células de gordura (Blumer, 1963).

A gordura intramuscular é de extrema importância para a indústria da carne bovina dos Estados Unidos da América, Austrália, Canadá e Japão. Nestes países, a gordura intramuscular é um dos principais componentes dos sistemas de classificação e posterior remuneração das carcaças. O grau de marmorização, avaliado na região de olho de lombo é o fator determinante das classes de qualidade dentro do sistema de classificação do Norte Americano (Cunha, 2002).

A taxa de deposição de gordura é influenciada pelo histórico nutricional do animal. Animais que recebem dietas de alta densidade energética irão atingir a composição corporal adequada mais rapidamente do que animais, da mesma raça, que receberam uma dieta com baixa ou moderada densidade energética, tendo ganhos menores, apresentando carcaças fisiologicamente mais magras. Ao atingir a maturidade, o crescimento muscular é muito pequeno, chegando ao ponto onde ganho de peso é composto basicamente de gordura (Owens et al. 1995).

A gordura intramuscular é importante para a qualidade da carne pois contribui para a firmeza das carnes refrigeradas. A solidificação da gordura da carne ocorre durante o resfriamento e contribuem para uma espessura e forma uniforme da carne durante a estocagem (Canhos & Dias, 1983).

Uma quantidade moderada de marmorização é adequada para produzir um produto cozido suculento. Pouca gordura intramuscular pode ser responsável por uma carne cozida seca e insípida. O excesso, ao contrário, não contribui proporcionalmente ao aumento da palatabilidade (Cañeque & Sanudo, 2000).

De modo geral, a marmorização está ligada às carnes mais tenras. É provável que alguma quantidade de gordura atue como lubrificante na mastigação da carne mais tenra, aumentando a suculência e facilitando a deglutição. Assim, atribui-se ao grau de marmorização um forte benefício sobre a suculência e sabor da carne mais do que sobre a maciez (Miller, 1994).

Blixt & Borch (2002) selecionaram bovinos com o objetivo de analisar o conteúdo de gordura intramuscular independentes da raça, sexo e idade. Os autores trabalharam com contrafilé bovino e entrecote. O primeiro é o corte constituído das massas musculares compreendidos entre o acém e a alcatra, após a retirada do filé mignon e capa-de-filé. O entrecote corresponde a parte anterior do contrafilé, entre acém e o filé-de-lombo. Os autores verificaram que o entrecote apresentou 12 a 13 % de gordura contra 8 a 9 % no lombo.

Vaz et al. (2002), utilizando vacas de descarte Charolês, agrupadas em quatro classes em função da idade de abate (4, 5 a 6, 7 a 8 e 9 ou mais anos), avaliaram o grau de marmorização do músculo *Longissimus dorsi* e não observaram diferença ($P > 0,05$) entre as classes de idades avaliadas.

Muller et al. (1984), estudando novilhos e vacas de descarte, observaram que a marmorização é maior nos animais mais velhos em relação aos animais jovens.

Townsend (1990), trabalhando com novilhos de dois anos e meio e vacas de descarte, não encontrou diferença no grau de marmorização entre eles. Por outro lado, Restle (2001c), trabalhando com novilhas de três anos de idade e vacas de descarte, observou que o grau de marmorização foi menor na carne de novilhas em relação às vacas de descarte, enquanto o teor de gordura intramuscular não diferiu.

Dikeman et al. (1986), trabalhando com bovinos castrados e não castrados com diferentes idades, 12, 15, 18 e 24 meses de idade, avaliaram o efeito da idade sobre a qualidade da carne. A gordura de cobertura foi mais baixa para animais de 12 meses, maior nos animais de 24 meses e semelhantes para os animais de 15 e 18 meses.

De modo geral, o grau de marmorização está condicionado tanto ao componente genético como ao manejo nutricional adotado durante a fase de pré-terminação, e principalmente durante a terminação. A marmorização ainda não é usada como critério de avaliação de carcaças no Brasil. Porém, no futuro será importante para atingir mercados no exterior (Pethick et al., 2001).

A gordura saturada, especialmente a da carne, tem sido apontada como principal contribuinte para o desenvolvimento de aterosclerose e doenças coronarianas. Por isso, tem sido sugerido que se limite o consumo diário de gordura para menos de 30% do total de calorias e se aumente o consumo de carboidratos para 50-60% (National Cholesterol Education Program-NCEP, 1988 apud CASTRO, 1999). Além disso, uma redução na quantidade de gordura na carcaça é desejável por razões econômicas pois, deposição de gordura requer

mais energia do que deposição de proteína, e ainda, gordura extra é freqüentemente removida das carcaças no frigorífico. Claro que um mínimo, entretanto, é desejável para melhorar o sabor da carne. Savel & Cross (1988) recomendam um mínimo de conteúdo de gordura em produtos cárneos de 3% e no máximo 7%.

2.3.3 Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água é definida pela capacidade das proteínas miofibrilares em se ligarem ou em se manterem ligadas às moléculas de água, de modo a retê-la dentro da estrutura muscular durante a aplicação de forças externas, como os cortes, o aquecimento, a trituração, a prensagem, entre outros. A perda da umidade que geralmente ocorre durante aplicação suave desses fatores se deve à porção de água da carne que se encontra na forma livre (Wismer Pedersen, 1971; Hedrick et al., 1994).

A capacidade de retenção de água da carne depende da espécie, idade, função do músculo no animal e também, do pH final da carne. A água, no músculo, pode-se apresentar na forma de água ligada, imobilizada ou livre. A água ligada existe no músculo na proporção de 4 a 5%, encontra-se diretamente unida aos grupos hidrófilos da proteína, permanecendo fortemente unida a ponto de resistir à ação de uma intensa força mecânica. A água imobilizada é constituída por aquelas moléculas distribuídas em camadas mais débeis à medida que aumenta a distância do grupo reativo da proteína. A água livre se mantém por forças superficiais. Quase todas as modificações da capacidade de retenção de

água se devem às alterações ocorridas na camada de água livre da carne (Wismer Pedersen, 1971; Lawrie, 1974; Judge et al., 1989; Hedrick et al., 1994).

Estima-se que 70% da água da carne fresca se localiza dentro da miofibrila, 20% no sarcoplasma e 10% no tecido conjuntivo. As proteínas miofibrilares constituem nos principais componentes da retenção de água na carne, enquanto as proteínas sarcoplasmáticas retêm apenas 3% da água total. Quanto à quantidade de água imobilizada, esta depende dos espaços entre os filamentos. Se a fibra muscular se contrai, pela formação de pontes cruzadas entre os filamentos de actina e miosina, os espaços entre os filamentos se reduzem consideravelmente, diminuindo a quantidade de água imobilizada (Wismer Pedersen, 1971; Lawrie, 1974; Hedrick et al., 1994).

As moléculas de água são eletricamente neutras, mas têm cargas positivas e negativas que associam-se com a carga elétrica dos grupos reativos das proteínas musculares (Lawrie, 1974; Judge et al., 1989). Vários fatores vão influenciar o número de grupos reativos nas proteínas musculares e sua disponibilidade para reter a água. Essas condições são dependentes da produção de ácido láctico, perda de ATP, início do *rigor mortis*, e mudança na estrutura da célula associada com a atividade enzimática proteolítica. Assim, as moléculas de água associam-se com a carga elétrica dos grupos reativos das proteínas musculares (Hedrick et al., 1994).

A formação de ácido láctico, resultando na queda do pH no período *post mortem*, são responsáveis pela redução nos grupos reativos sobre as proteínas disponíveis para reter a água. Esta mudança resulta em desnaturação e perda da

solubilidade das proteínas. A redução dos grupos reativos ocorre porque o pH aproxima-se do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, isto é, existe o mesmo número de grupos reativos de cargas positivas e negativas. Conseqüentemente, esses grupos tendem a se atraírem e apenas os que “sobram” são capazes de se ligarem com a água. Com isso, a capacidade de retenção de água diminui (Hedrick et al., 1994).

A água constitui 65 a 80% do total da massa muscular. Se as proteínas não são desnaturadas, elas continuam a reter a água durante a conversão do músculo em carne e durante o cozimento. Esta água retida contribui para a suculência e palatabilidade da carne como alimento.

Há três métodos básicos para medir, ou melhor, indicar tendência da capacidade de retenção de água. Nenhuma força é aplicada, mede-se as perdas de peso por extravasamento de água extracelular, submetendo-se as amostras de carne apenas à força da gravidade, pendurando-as em trilho de uma câmara fria, protegidas em sacos plásticos, por um tempo determinado. A aplicação de força mecânica, aplica-se uma pressão positiva ou negativa de modo a forçar o extravasamento intra e extracelular. O outro método seria a aplicação de calor, que serve para liberar água intra e extracelular de amostras submetidas ao cozimento, que poderá ser seco ou não, que desnatura as proteínas da carne (Felício, 1999a).

As características de cor, textura, consistência, suculência e maciez dependem, em grande parte, da capacidade de retenção de água. Esta característica também exerce um efeito direto sobre o encolhimento da carne

durante a estocagem. Quando o tecido muscular possui uma fraca capacidade de retenção de água, sofre perdas significativas de umidade e de peso durante estocagem (Swatland, 1984).

Apenas um terço da perda da capacidade de retenção de água se deve à queda de pH. Além disso, mudanças associadas com o início do *rigor mortis* também provocam redução na capacidade de retenção de água. A diminuição dos níveis de ATP e as interações de proteínas associadas com a formação de actomiosina são parcialmente responsáveis pela formação de uma rede de filamentos muito firme dentro da célula muscular. Certos íons, principalmente os cátions divalentes como o cálcio ou magnésio, têm a habilidade de se combinar e de se neutralizar com duas cargas negativas dos grupos das proteínas. Além disso, enquanto existe uma pequena rede de cargas sobre as proteínas, existem poucos grupos de carga desejável para separar a cadeia de proteína por forças repulsivas (Judge et al., 1989; Hedrick et al., 1994).

Carnes com alta capacidade de retenção de água, isto é, que não perdem líquido, são escuras e rejeitadas pelo consumidor. Elas têm alto conteúdo de água retida e um pH geralmente próximo da neutralidade, e estão sujeitas a uma rápida deterioração de origem microbiana (Lawrie, 1974).

A retenção de água pela carne pode ser maior ainda, dependendo da superfície de corte, se é mínima ou se o corte se faz ao longo das fibras e não no sentido transversal ou, ainda, se a película que envolve a carne embalada não exerce pressão sobre a mesma (Hedrick et al. 1994).

As enzimas proteolíticas da célula muscular são, provavelmente, responsáveis por sutis mudanças na permeabilidade da fibra. A degradação enzimática da estrutura da membrana, embora não completamente comprovado, pode permitir alguma difusão de íons para dentro de áreas ao redor das proteínas do músculo. A redistribuição de íons ocorre, resultando na substituição de alguns íons divalentes dos canais de proteínas com íons monovalentes como o sódio. Conseqüentemente, para todo o cátion divalente substituído, um grupo reativo de proteína é liberado para reter a água, e as forças das proteínas são liberados para se ligar com a água, e as forças de atração das cadeias de proteínas é diminuída (Goll et al., 1970; Lawrie, 1974; Judge et al., 1989).

O conteúdo da água é inversamente proporcional ao conteúdo de gordura, mas não é afetado pela quantidade de proteína, exceto em animais jovens (Lawrie, 1974).

Vaz et al. (2002), trabalhando com vacas da raça Charolêsa de diferentes idades, 4 anos, 5-6 anos, 7-8 anos e 8 anos, respectivamente, avaliaram a influência da idade sobre a capacidade de retenção de água, através de perdas de líquido da carne por descongelamento e cozimento. O trabalho demonstrou que não houve diferença significativa ($P>0,05$) na perda pelo descongelamento e pela cocção da carne do músculo *Longissimus dorsi* entre os diferentes grupos de animais.

Muller & Robana (1981) afirmaram que as perdas durante o descongelamento e cocção da carne em animais mais velhos são minimizados quando as carcaças possuem bom acabamento.

Townsend (1990), trabalhando com novilhos de 2 e 3 anos de idade, observou que a perda de peso da carne pelo descongelamento foi maior nos animais abatidos com 2 anos de idade do que na carne de animais com 3 anos de idade. A média de perda de peso pelo descongelamento para o grupo de animais de 2 anos foi de 6,4% contra 4,5% de perda de peso das carnes dos animais de 3 anos.

2.3.4 Maciez

A sangria marca o início das modificações *post mortem* no músculo. Quando a circulação sanguínea pára, os músculos não conseguem obter energia através da respiração, uma vez que a atividade mitocondrial cessa com a falta de oxigênio. O glicogênio é convertido em ácido láctico durante a glicólise anaeróbica *post mortem*. O ácido láctico permanece no tecido muscular e sua concentração aumenta à medida que o metabolismo celular provoca a degradação da glicose. O ácido láctico continua a se acumular até que todo o glicogênio estocado no músculo seja degradado ou até que o pH se torne tão baixo a ponto de inativar as enzimas glicolíticas. Como consequência da degradação da glicose *post mortem* e do esgotamento do ATP, ocorre o fenômeno chamado *rigor mortis*. Isto ocorre quando níveis de ATP não são mais suficientes para fazer o desligamento dos filamentos de actomiosina. Durante o período *post mortem* as proteínas começam a se desnaturar e se tornam suscetíveis ao ataque de proteinases endógenas. Isto origina o amaciamento progressivo da carne (Bendall, 1960; Briskey & Kauffman, 1971; Lawrie, 1974; Greaser, 1986; Hedrick et al., 1994).

A falta de consistência de qualidade da carne bovina, ao nível do consumidor, é um dos maiores problemas que a indústria da carne bovina enfrenta, sendo a maciez a característica que apresenta maior variabilidade.

Maciez, ou textura dos alimentos, é o termo que define a resistência à mastigação, detectada por provadores, processo pelo qual o consumidor aprecia ou rejeita características da carne relacionada a textura (Szczesniak, 1986). A correlação entre os métodos instrumentais e os métodos sensoriais de avaliação feitos por provadores treinados, são altamente positivas, permitindo que a textura da carne seja avaliada por métodos instrumentais com bastante precisão (Felício, 1998a).

A carne é composta por musculatura esquelética associada a tecido conjuntivo e gordura, organizados em uma estrutura complexa, variável entre as espécies e entre músculos de uma mesma espécie (Lawrie, 1974).

O grau de maciez é determinado parcialmente pelo estado de contração das miofibrilas após o *rigor mortis*, condição que é controlada em parte pela quantidade de tensão sobre os músculos durante o início do enrijecimento *post mortem* (Koochmaraie et al., 1998).

O mecanismo de amaciamento *post mortem* da carne é complexo e é afetado por algumas variáveis como a espécie, idade do animal, velocidade e extensão da glicólise, quantidade e solubilidade de colágeno, comprimento do sarcômero, força iônica e degradação das proteínas miofibrilares. A proteólise *post mortem* é a variável que mais influencia a maciez da carne (Koochmaraie, 1994). A degradação proteolítica torna as miofibrilas mais suscetíveis à fragmentação

durante a mastigação. A facilidade de fragmentação das miofibrilas durante a mastigação é, sem dúvida, o resultado mais importante das alterações que ocorrem durante a transformação do músculo em carne e que confere a característica de maciez à carne (Koochmaraie, 1992;1994).

O teor de gordura intramuscular tem sido relacionado à maciez desde o século XIX. Acreditava-se que seu principal efeito era diluir o tecido conjuntivo (Lawrie, 1974). Para Koochmaraie (1994), entretanto, a marmorização explica somente 15% da variação da maciez da carne bovina. Blumer (1963), mostrou evidências de que o teor de gordura intramuscular contribuía com somente 7 a 11% da variação da maciez avaliada por painel sensorial, sendo raramente encontrada uma correlação significativa entre essas características.

Muller et al. (1990b), avaliando a maciez da carne de novilhos de 2 e 3 anos de idade, pela força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi*, não observou diferenças na textura da carne dos bovinos na faixa de idade estudada.

Vaz et al. (1999), trabalhando com animais de 2 anos de idade provenientes de cruzamentos alternados das raças Charolês e Nelore, avaliaram o efeito do genótipo sobre as características da carcaça e da carne. Os autores verificaram que a textura da carne, avaliada no músculo *Longissimus dorsi* através da análise sensorial, em uma escala de 1 a 9 pontos, sendo que quanto maior o valor, mais macia foi a carne, foi semelhante entre os genótipos com valores médios iguais a 6,76 pontos e 6,36 pontos para animais charolês e $\frac{3}{4}$ charolês. Por outro lado, neste trabalho, os autores não obtiveram correlação significativa entre maciez da carne e as variáveis que expressam a deposição de gordura,

como o grau de marmorização do músculo *Longissimus dorsi* e a porcentagem de gordura intramuscular.

Restle et al. (2001c), trabalhando com novilhas da raça Charolês e oriundas de cruzamento entre as raças Charolês e Nelore ($\frac{3}{4}$ Charolês $\frac{1}{4}$ Nelore) descartadas aos 3 anos de idade, avaliaram a qualidade da carcaça e da carne desses animais. A maciez da carne, avaliada no músculo *Longissimus dorsi*, foi similar entre os dois genótipos, mostrando que o cruzamento não alterou essa importante característica da carne, a qual está cada vez mais sendo exigida pelos consumidores.

Vaz et al. (2002), trabalhando com vacas de descarte da raça Charolêsa, agrupadas em quatro diferentes idades, avaliaram a influência da idade sobre a maciez. Os autores observaram que as fêmeas abatidas aos 4 anos de idade apresentavam carne mais macia que as vacas abatidas aos 7 ou 8 anos de idade, mas não houve diferença significativa na maciez da carne de vacas abatidas com 5 ou 6 anos de idade e do grupo com mais de 8 anos. Os valores da força de cisalhamento foram iguais a 5,48 kg/cm², 6,74 kg/cm², 6,17 kg/cm² e 5,54 kg/cm² para vacas de 4, 5 ou 6, 7 ou 8 e mais de 8 anos de idade. Observou-se que todas as vacas eram adultas, com idade que, no sistema brasileiro de tipificação de carcaças, já teriam uma classificação inferior àquelas carcaças consideradas como melhores, atingindo no máximo uma classificação I.

Shackelford et al. (1991) considera macia as carnes com valores inferiores a 4,6 kgf de força de cisalhamento, enquanto que carnes com valores superiores a este são consideradas duras.

A maciez da carne aumenta gradualmente durante a estocagem *post mortem* e isso significa um importante procedimento para o amaciamento da carne. A velocidade e a extensão do amaciamento *post mortem* da carne bovina é extremamente variável, dependendo de fatores biológicos, como idade, sexo, raça e tipo de músculo (Quali, 1990). O amaciamento progressivo da carne durante estocagem refrigerada denomina-se maturação (Lawrie, 1974; Shorthose, 1996).

A carne estocada em temperaturas entre 0°C e 2°C por períodos de uma a duas semanas sofrem expressivo amaciamento. Este processo é causado essencialmente pelas enzimas proteolíticas. As calpaínas são as enzimas responsáveis pela proteólise *post mortem* que resulta no amaciamento progressivo da carne (Koochmaraie, 1994; Koochmaraie et al., 1998).

As calpaínas são cálcio dependentes e tem um inibidor específico, a calpastatina, também presente no sarcoplasma da fibra muscular. A velocidade de inativação das calpaínas pela calpastatina é altamente correlacionada com o amaciamento da carne durante a maturação. Em geral, alta atividade de calpastatina é relacionada a uma reduzida degradação das proteínas miofibrilares (Huff-Lonergan e Lonergan, 1997). Segundo Felício (1993), a maturação pode melhorar de 14 a 22% a maciez da carne mas, sua eficácia é bem menor em carcaças de bovinos com mais de 4 anos ou naquelas que sofreram endurecimento pelo frio. Além disso, a carne de animais que possuem alta atividade de calpastatina em seus músculos, respondem menos ao processo de maturação (Koochmaraie et al., 1998; Rübensam et al., 1998).

As células musculares são ocupadas por seus elementos contráteis, as miofibrilas, as quais são ordenadas em feixes paralelos, segundo o eixo de contração. Cada miofibrila contém muitos miofilamentos. As miofibrilas apresentam ao longo do seu comprimento, um padrão estrutural que se repete a cada 2,5 μm , entre duas linhas Z, denominado sarcômero. Esta estrutura constitui a unidade contrátil das miofibrilas, onde ocorrem os eventos do ciclo de contração e o relaxamento muscular. O seu comprimento não é constante, sendo dependente do estado de contração do músculo. Quanto menor o comprimento do sarcômero após a ocorrência do *rigor mortis*, mais dura é a carne (Bendall, 1960; Lawrie, 1974; Miller, 1994).

Alguns fatores contribuem para o encurtamento do sarcômero antes da ocorrência do *rigor mortis* (pré rigor) que resultam na falta de maciez da carne. Entre eles se encontram o método de suspensão da carcaça durante a etapa de resfriamento na qual ocorre a glicólise muscular, e o resfriamento rápido da carcaça, na qual esta atinge 10°C em 10 horas ou menos. As modificações bioquímicas e estruturais do sarcômero e dos miofilamentos também respondem pela capacidade de retenção de água da fibra muscular, que, por sua vez, pode afetar a textura e a suculência da carne (Locker & Hagyard, 1963; Koohmaraie et al., 1988).

A degradação das proteínas miofibrilares pela μ -calpaína constitui o principal fator de amaciamento da carne maturada sob refrigeração e que provavelmente é iniciado imediatamente após a morte do animal, gerando

diferenças na maciez já durante as primeiras 24 horas *post mortem* (Koohmaraie, 1996).

Para Koohmaraie (1994), o comprimento do sarcômero, o conteúdo de tecido conjuntivo e a proteólise miofibrilar são responsáveis pela variação observada na maciez da carne bovina maturada. A contribuição relativa de cada componente para a maciez é dependente do tipo de músculo. Para o músculo *Longissimus dorsi*, a proteólise *post mortem* é o fator determinante para a maciez da carne.

Reações catalizadas por enzimas no músculo são particularmente sensíveis à temperatura. Uma condição conhecida como encurtamento pelo frio é resultado da obtenção de baixas temperaturas no músculo antes do início do *rigor mortis*. Nesta situação, se o músculo alcançar temperatura maior que 0° C e menor que 10° C em 10 horas ou menos, haverá liberação excessiva de íons cálcio para o sarcoplasma ou poderá falhar a bomba de cálcio do retículo sarcoplasmático. Com isso, o cálcio liberado para o sarcoplasma não será removido novamente para o retículo sarcoplasmático causando a formação, em excesso, de pontes de actomiosina. Nesta condição, a atividade da calpastatina se mantém alta resultando em uma carne dura (Locker & Hagyard, 1963; Judge, et al. 1989; Shortose, 1996).

Pelo motivo acima descrito, deve-se evitar o resfriamento rápido das carcaças bovinas para não haver liberação excessiva de cálcio para o sarcoplasma. O problema pode ser mais sério em animais com menos gordura de cobertura ou com menor acabamento, pois a gordura serve de isolante térmico. O

encurtamento pelo frio geralmente provoca o aparecimento de carnes menos macias e ocorre nos músculos mais superficiais da carcaça bovina, principalmente daquelas carcaças mais leves e pobres em acabamento (Koohmaraie et al., 1998).

Johnson et al. (1990) trabalharam com novilhos de dois anos de idade com porcentagem conhecida da raça Angus (A) e Brahman (B). Os genótipos estudados foram o AA, $\frac{3}{4}A\frac{1}{4}B$; $\frac{1}{2}A\frac{1}{2}B$ e $\frac{1}{4}A\frac{3}{4}B$. Os autores avaliaram a influência da raça sobre a maciez e maturação da carne. A metade dos animais pertencentes a cada grupo racial foi designada para ser abatida com 1,0 ou 1,5 cm de espessura de gordura no tecido subcutâneo localizada no músculo *Longissimus dorsi* na altura da 12^a e 13^a costela. Após o abate, fez-se avaliação das carcaças que resultou em categorias de carcaças dentro de 4 níveis de gordura subcutânea, respectivamente menor que 9 mm; 10 a 115 mm; 127 a 140 mm ou igual ou maior que 150 mm. As carcaças foram resfriadas por 24 horas a 2°C e então desossadas. Quatro amostras do músculo *Longissimus dorsi* de 2,54 cm de largura, foram removidas das carcaças. As amostras foram embaladas a vácuo e maturadas por 1, 5 e 10 dias a 5°C e após congeladas a -18°C.

No trabalho de Johnson et al. (1990), os animais AA (Angus) e $\frac{3}{4}A\frac{1}{4}B$ não diferiram quanto à maciez da carne. Os animais $\frac{1}{4}A\frac{3}{4}B$ produziram *Longissimus dorsi* com força de cisalhamento mais alta que a carne de animais Angus e $\frac{1}{4}B$. O abate categorizado pela espessura de gordura de cobertura não afetou significativamente a força de cisalhamento da carne. Entretanto, observou-se que animais com maior espessura de gordura subcutânea, acima de 127mm, apresentou um maior conteúdo de gordura intramuscular, com 4,5%. Bovinos AA e

$\frac{3}{4}$ A apresentaram gordura intramuscular superior, 4,4 e 4,2% respectivamente, quando comparados com animais $\frac{1}{2}$ A e $\frac{3}{4}$ B (3,6 e 3,1%). Todas as categorias de animais apresentaram uma melhoria significativa da maciez da carne quando a mesma sofreu maturação. O músculo *Longissimus dorsi* de animais AA e $\frac{1}{4}$ B mostrou uma resposta de força de cisalhamento maior aos 10 dias de maturação, 3,4 kg/cm² e 4,3 kg/cm² respectivamente, do que o contrafilé de novilhos $\frac{1}{2}$ B e $\frac{3}{4}$ B, com 4,8 kg/cm² e 5,5 kg/cm² respectivamente. Os autores sugeriram que músculos de carcaças com $\frac{1}{4}$ de sangue Brahman ou mesmo sem a presença do genótipo zebuíno, amaciam mais em função de uma maior atividade das enzimas proteolíticas presentes no músculo causando uma rápida degradação das miofibrilas durante o período de maturação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Período

O experimento foi realizado no Matadouro-Frigorífico Boa Esperança, situado no município de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul no período de julho a dezembro de 2002. As análises laboratoriais de qualidade de carne foram realizadas no Laboratório de Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal da Faculdade de Veterinária e no Instituto de Ciência e Tecnologia (ICTA), ambos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

3.2 Animais

Foram utilizadas carcaças de 46 bovinos escolhidas aleatoriamente na linha de matança, 36 machos e 10 fêmeas, de diferentes idades e raças.

Após chegarem ao matadouro-frigorífico, os animais permaneceram em currais de matança sendo abatidos no início da manhã do dia seguinte. À medida que os animais foram abatidos, as carcaças foram sendo tipificadas através de avaliação visual conforme o Sistema Nacional de Tipificação bovina (BRASIL, 1989). Após serem identificadas, foram registrados o peso da carcaça quente e medida a altura do cupim. Este parâmetro foi medido nas meias

carcaças, na altura da terceira costela, com o uso de uma régua subdividida em milímetros, do seu ápice até a inserção entre os músculos rombóide e trapézio.

Para análise estatística da altura de cupim, estas foram agrupados em duas categorias. A primeira abrangendo animais de zero até 5,9cm, e a segunda, de 6,0 a 10,0 cm.

As carcaças permaneceram 24 horas em resfriamento até atingir 7°C na musculatura mais profunda. Então, foram obtidas as medidas de espessura de gordura e o peso do quarto traseiro. A medição da espessura de gordura foi realizada na altura da 12^a e 13^a vértebras torácicas. De cada animal foram obtidas quatro amostras do músculo *Longissimus dorsi*. Após serem embaladas a vácuo, as amostras foram levadas imediatamente para o Laboratório de Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde foram realizadas as avaliações de qualidade.

Uma amostra destinada à avaliação do teor de gordura intramuscular, foi mantida sob congelamento a -18°C. Três amostras foram submetidas a maturação a 5°C por um, cinco e dez dias, respectivamente. Em seguida foi avaliado o grau de marmorização, cor, maciez e capacidade de retenção de água nas amostras maturadas.

A área de olho de lombo foi medida na amostra do músculo *Longissimus dorsi* obtida na altura da primeira vértebra lombar.

3.3 Tipificação de carcaças

As carcaças foram tipificadas de acordo com a Portaria Ministerial n.º 612, de 05 de outubro de 1989. Os parâmetros adotados foram o sexo (M- macho, C-macho castrado e F- fêmea), a maturidade (dentes de leite, dois, quatro, seis e oito incisivos permanentes), a conformação que é uma avaliação subjetiva de perfis que demonstram o desenvolvimento das massas musculares (C- convexas, Sc- subconvexas, Re-retilíneas, Sr- sub-retilíneas e Co- côncovas), e acabamento que é uma avaliação subjetiva da gordura subcutânea ou de cobertura (1- ausente, 2- escassa = 1- 3mm, 3-mediana= 3 a 6 mm, 4-uniforme= 6 a 10mm e 5- excessiva>10mm).

A tipificação foi feita em duas etapas: na primeira, separaram-se os animais vivos por categorias conforme o sexo; na segunda, as carcaças foram classificadas conforme a maturidade, conformação e acabamento.

A avaliação da maturidade foi realizada através da avaliação dos números de dentes incisivos permanentes. Os dois dentes centrais chamam-se de pinças, os dois imediatos, um de cada lado das pinças, são denominados primeiros médios, os seguintes de segundos médios e então, os cantos. Os pinças definitivos, animais chamados de dois dentes, aparecem aos 20 meses e estão crescidos aos dois anos. Os primeiros médios, animais chamados de quatro dentes, aparecem aos dois anos e meio e estão crescidos aos três anos. Os segundos médios, animais seis dentes, aparecem aos três anos e meio e estão crescidos aos quatro anos. Os cantos definitivos aparecem aos quatro anos e meio e estão crescidos aos cinco anos de idade. Estes são os animais oito dentes

ou boca cheia. A precocidade afeta grandemente as mudas, portanto o reconhecimento da raça é decisivo para a boa avaliação da idade neste período (Jardim, 1973).

As classes formadas pela combinação dos parâmetros foram então hierarquizadas por número de dentes incisivos permanentes em seis tipos (BRASIL), com restrições relativamente ao acabamento, conformação e peso, tudo avaliado na carcaça quente conforme visto na Tabela 1.

A análise estatística da tipificação de carcaças, foi realizada atribuindo-se valores para cada classificação, em ordem crescente de qualidade. B=6; R=5; A=4; S=3; I=2; L=1. Da mesma forma, para a conformação de carcaça: carcaça retilínea=3; sub-retilínea=2; côncava=1.

3.4 Avaliação da qualidade da carne

A avaliação da qualidade foi realizada no músculo *Longissimus dorsi*. Foram determinadas a área de olho de lombo, perdas por descongelamento, perdas por cozimento, maciez, grau de marmorização, cor e porcentagem de gordura intramuscular.

3.4.1 Marmorização

A avaliação do grau de marmorização foi realizada nas amostras após terem sido descongeladas a 5°C por 24 horas, utilizando-se o padrão do Official USDA Marbling Photographs (USDA, 1992), classificando-as como marmorização

leve (mínimo), fraco, modesto e moderado. Atribuíram-se valores numéricos para cada classificação, de acordo com a seguinte ordem: leve=1, fraco=2, modesto=3 e moderado=4.

3.4.2 Gordura intramuscular

A gordura intramuscular foi determinada segundo a metodologia proposta por Summers (1965). Das amostras foram separadas e retiradas a gordura externa e demais tecidos, permanecendo somente o músculo *Longissimus dorsi*, que foi homogeneizado. Pesou-se uma amostra de 6 g, à qual foi adicionada 40 ml de uma solução de clorofórmio-éter etílico, na concentração de 2:1, que permaneceu em contato com a amostra por 24 horas. Após, o conteúdo do béquer foi filtrado para um segundo béquer, utilizando-se papel-filtro Wathaman nº45, que foi mantido em banho-maria a 80°C para evaporar o líquido excedente. Após, foram adicionados 20 ml de éter etílico, permanecendo por 15 minutos em repouso. Após, obteve-se o segundo filtrado recebido em béquer previamente seco e tarado. Colocou-se o segundo filtrado em banho-maria a 80°C para evaporar o éter excedente e a seguir levou-se à estufa a 105°C, até obtenção de peso constante. Após, resfriado em dessecador por 30 minutos, o béquer contendo o segundo filtrado foi pesado e, por diferença, calculou-se a quantidade de gordura extraída, calculando-se a percentagem de gordura na amostra analisada.

3.4.3 Teor de Umidade

O teor de umidade das amostras, utilizado no cálculo da percentagem de gordura intramuscular, foi avaliado em alíquotas de 2 gramas do músculo *Longissimus dorsi* moído e homogeneizado. As amostras, após serem pesadas, foram dessecadas a 105°C, por 4 horas e resfriadas em dessecador por 30 minutos, pesando-se novamente. Obteve-se a percentagem de umidade pela diferença de peso entre as amostras úmidas e secas.

3.4.4 Área de olho de lombo

A área de olho de lombo foi medida com auxílio de papel milimetrado, através da técnica da contagem de pontos, sobre cópia em papel vegetal, do contorno do músculo *Longissimus dorsi*, realizada na altura da 1^a vértebra lombar.

3.4.5 Maciez e Capacidade de Retenção de Água

A textura da carne foi avaliada através da força de cisalhamento utilizando-se o equipamento Warner-Bratzler Shear. As amostras foram descongeladas a 5°C por 24 horas. Após serem pesadas, as amostras foram retiradas da embalagem a vácuo, secas com papel toalha e pesadas novamente para obter-se as perdas de líquido por descongelamento. Após, foram colocadas em sacos plásticos de polietileno, suspensas em ganchos e colocadas em banho-maria, a 80°C por 1 hora. Após, foram retiradas dos sacos plásticos, secas com papel toalha para obter-se, por diferença de peso da amostra crua, as perdas por

cozimento. Foram então resfriadas a 5°C por 24 horas. Da parte central de cada amostra, foram retirados cilindros de 1,27 cm de diâmetro, no sentido das fibras musculares, tantos quantos possíveis, dependendo do tamanho da amostra, a fim de obter-se no mínimo 6 cilindros de cada amostra. Cada cilindro foi submetido a força de cisalhamento utilizando-se o Warner-Bratzeler Shear, obtendo-se a média de seis leituras, para expressar a maciez da carne.

A capacidade de retenção de água foi avaliada através das perdas por descongelamento e cozimento. Para realizar o cálculo das perdas ao descongelamento e cocção, foram feitas a pesagem das amostras, ainda congeladas, depois de descongeladas e após o cozimento. A pesagem após o cozimento foi realizada depois que esta voltou a temperatura ambiente.

3.4.6 Cor

A avaliação da cor foi realizada nas amostras após serem descongeladas a 5°C por 24 horas. Foram retiradas da embalagem à vácuo e deixadas em repouso por aproximadamente 20 minutos. A análise foi feita visualmente através de um padrão de cor. A classificação foi expressa em cinco categorias: vermelho pálido, vermelho claro, vermelho cereja brilhante, vermelho levemente escuro e vermelho escuro.

A análise estatística foi realizada atribuindo-se valores para cada classificação, de acordo com a seguinte ordem: vermelho pálido=1, vermelho

claro brilhante=2, vermelho cereja brilhante=3, vermelho levemente escuro=4 e vermelho escuro=5.

3.5 Tratamentos

Foram utilizados 46 animais, 36 machos e 10 fêmeas. As variáveis adotadas como tratamentos foram: o sexo (machos e fêmeas), a maturidade (dois, três, quatro, seis e oito dentes incisivos permanentes), a altura do cupim e a tipificação de carcaças. O número de animais separados por sexo e dentição pode ser visto na Tabela 2.

TABELA 2. Número de bovinos classificados pela idade e pelo sexo

SEXO	2 e 3 dentes	4 e 6 dentes	8 dentes
Nº MACHOS	12	13	11
Nº FÊMEAS	0	0	10

No experimento, para análise do efeito da idade sobre a qualidade da carne, foram adotados três tratamentos: machos 2 e 3 dentes; machos 4 e 6 dentes e machos 8 dentes.

Para análises do efeito do sexo sobre a qualidade da carne, foram enquadrados apenas machos e fêmeas de oito dentes.

Para as demais análises foram utilizados todos os animais.

3.6 Análise estatística

O efeito da idade, do sexo, da altura do cupim, da tipificação e do tipo de conformação da carcaça, sobre as características de peso de carcaça quente, peso do quarto traseiro, área de olho de lombo, espessura de gordura de cobertura, grau de acabamento, teor de gordura intramuscular e marmorização, foram analisados pela análise de variância, em um delineamento completamente casualizado.

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Anderson-Darling, tendo sido utilizado o teste de Barlett para testar a homogeneidade de variâncias.

Para análise do efeito do sexo sobre a gordura intramuscular foi utilizado o teste Kruskal-Wallis Teste, dada a heterogeneidade de variâncias.

Para as características de maciez, perdas por descongelamento, perdas por cozimento e cor, conforme dados dos dias de maturação, foi utilizado análise de variância em modelo de parcelas subdivididas. Como parcela principal foram testados o efeito da idade, do sexo, da altura de cupim, da tipificação e do tipo de conformação de carcaça bovina, tendo como erro A, o animal dentro do fator em estudo no modelo. Como sub-parcelas foram considerados os dias de maturação e sua interação com o fator da parcela principal. No modelo da maciez em função da idade e dos dias de maturação foram testadas como possíveis covariáveis o teor de gordura intramuscular, grau de marmorização, grau de acabamento e espessura de gordura de cobertura.

Como teste de comparação entre médias foi utilizado teste de Tuckey, tendo-se adotado um nível de significância de 0,05.

A inter-relação entre as variáveis quantitativas e entre as variáveis gordura intramuscular e marmorização, foi analisado pelos testes de correlação e regressão linear simples.

Em todas as análises foi utilizado o programa estatístico SAS, versão 6.12.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Influência da idade sobre as características de qualidade da carcaça e da carne bovina

Para comparação das características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne, o efeito da idade foi analisado utilizando-se somente o grupo de machos.

4.1.1 Características quantitativas da carcaça

4.1.1.1 Peso da carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo

Os valores médios das medidas do peso de carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo de bovinos machos castrados de diferentes idades encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3. Médias e erro padrão do peso de carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo de bovinos machos castrados de diferentes idades avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (DIP)

DIP	n	Peso de carcaça (kg)	Peso do quarto traseiro (kg)	Área de olho de lombo (cm ²)
2-3	12	234,58 ±6,46	61,85 ±1,60	52,62 ^a ±1,86
4-6	13	248,15 ±9,47	65,26 ±2,36	61,61 ^b ±2,42
8	11	262,57 ±7,92	68,05 ±2,01	62,81 ^b ±1,70
Probabilidade		0,075	0,125	0,003

^{a,b} Letras minúsculas demonstram diferença significativa entre idades e área de olho de lombo

Não houve diferença significativa no peso da carcaça entre animais de diferentes idades ($P>0,05$). Observou-se, pelas médias do peso da carcaça, que houve uma tendência de o peso da carcaça aumentar com o avanço da idade. Resultado semelhante foi encontrado por Lawrence et al. (2001), que avaliando animais de diferentes idades, através do número de dentes incisivos permanentes, não encontraram diferença significativa no peso da carcaça ($P=0,08$) entre animais de diferentes idades.

O peso do quarto traseiro não foi afetado pelas diferentes idades dos bovinos ($P>0,05$), sendo mais pesados com o avanço da idade, seguindo tendência semelhante do peso de carcaça.

Em relação à área de olho de lombo, os animais de dois e três dentes apresentaram área de olho de lombo significativamente menor do que os animais de quatro, seis e oito dentes. Diferindo destes resultados, Lawrence et al. (2001) não encontraram diferenças na área de olho de lombo de animais de diferentes idades.

4.1.1.2 Espessura de gordura de cobertura e grau de acabamento da carcaça

Os valores médios das medidas da espessura de gordura de cobertura e do grau de acabamento de bovinos machos castrados de diferentes idades encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4. Médias e erro padrão da espessura de gordura de cobertura e grau de acabamento de carcaças de bovinos machos castrados de diferentes idades avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (DIP)

DIP	n	Espessura de gordura de cobertura (mm)	Acabamento (Grau)
2-3	12	2,40 ±0,29	2,00 ±0,15
4-6	13	2,84 ±0,50	1,92 ±0,09
8	11	3,00 ±0,32	2,18 ±0,07
Probabilidade		0,59	0,274

A espessura de gordura de cobertura das carcaças não foi afetada pela idade dos animais ($P=0,59$), embora os novilhos tenham apresentado valores numéricos de espessura de gordura de cobertura inferiores aos demais bovinos. Lawrence et al.(2001) avaliando animais de diferentes idades, através do número de dentes incisivos permanentes, abatidos em um matadouro comercial, sem conhecimento de raça e manejo, também não encontraram diferenças na espessura de gordura de cobertura em carcaças de bovinos de diferentes idades ($P=0,97$).

Ao contrário dos resultados encontrados neste trabalho, Tuma et al (1963), Dikeman et al.(1986), e Costa et al. (2002) encontraram medida de

espessura de gordura de cobertura superiores em carcaças de animais mais velhos. Todos os autores observaram que a composição de ganho de peso é alterada durante o crescimento do animal. Até a puberdade, o crescimento é acelerado, às custas do desenvolvimento dos tecidos ósseos e muscular e, à medida que o animal se aproxima da maturidade, começa a ocorrer maior deposição de gordura no corpo do animal (Berg & Butterfield, 1979).

Quanto ao grau de acabamento, este também não foi afetado pela idade dos animais ($P=0,274$), à semelhança do que ocorreu com a espessura de gordura de cobertura.

4.1.2 Características da qualidade da carne

4.1.2.1 Grau de marmorização e teor de gordura intramuscular

Os valores médios do grau de marmorização e do teor de gordura intramuscular de bovinos machos castrados de diferentes idades encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5. Médias e erro padrão do grau de marmorização e teor de gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos castrados de diferentes idades avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (DIP)

DIP	n	Marmorização (grau)	Gordura intramuscular (%)
2-3	12	2,33 ^a ±0,18	3,31 ^a ±0,32
4-6	13	2,07 ^a ±0,17	2,59 ^a ±0,19
8	11	2,90 ^b ±0,28	5,09 ^b ±0,57
Probabilidade		0,033	0,0001

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa

A idade dos bovinos afetou o grau de marmorização do músculo *Longissimus dorsi*. O contrafilé de machos de oito dentes apresentou um grau de marmorização superior ao das demais idades (P=0,033).

O valor médio de 2,33 para o grau de marmorização, no contrafilé de bovinos de dois e três dentes, correspondeu à um grau de marmorização entre fraco e modesto (USDA, 1992). Neste padrão, o grau mínimo de marmorização corresponde a uma carne na qual a gordura não está visível, sendo classificada como leve. O grau subsequente corresponde ao fraco, cuja gordura é pouco visível, seguindo-se o grau modesto e moderado. Os bovinos com quatro e seis dentes apresentaram contrafilé com grau de marmorização fraco e o contrafilé dos bovinos de oito dentes apresentou grau de marmorização muito próximo do modesto, igual a 2,90.

Diferindo destes resultados, Lawrence et al. (2001), avaliando a qualidade da carne de animais com 0, 2, 4, 6, e 8 dentes incisivos permanentes,

provenientes de animais abatidos em um matadouro comercial, sem conhecimento de alimentação e manejo, não encontraram diferença significativa no grau de marmorização do músculo *Longissimus dorsi* de todos os animais, situando-se entre grau leve e fraco.

Os resultados do presente trabalho também diferiram dos obtidos por Felício et al. (1982) que não encontraram diferença significativa entre o grau de marmorização do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos com diferentes idades, variando de dois a quatro anos. Mas, os autores observaram uma tendência de aumento do grau de marmorização com o avanço da idade.

Os valores médios da porcentagem de gordura intramuscular diferiram significativamente ($P < 0,05$) entre as diferentes idades dos animais. O contrafilé de bovinos com oito dentes apresentou uma porcentagem de gordura intramuscular superior ao das outras idades, à semelhança do grau de marmorização. Isso demonstra que a avaliação visual foi eficiente para estimar a porcentagem de gordura intramuscular. À medida que aumentou a idade dos bovinos houve um acréscimo na porcentagem de gordura intramuscular. Isto ocorreu porque animais adultos já possuem crescimento ósseo definido, ocorrendo então, ganho de peso através do preenchimento corporal com tecido muscular e adiposo. Com o avanço da idade, há uma maior deposição de gordura em detrimento do tecido muscular sendo a gordura intramuscular, a última a ser depositada (Berg & Butterfield, 1979).

Estes resultados são semelhantes aos de Dikeman et al. (1986) que encontraram diferença na porcentagem de gordura intramuscular do músculo

Longissimus dorsi de bovinos de diferentes idades. Animais mais jovens, de 9 meses, apresentaram menor porcentagem de gordura intramuscular (1,82%) em relação a animais de 12, 15, 18 e 24 meses, correspondendo a bovino de no máximo dois dentes incisivos permanentes, que apresentaram respectivamente 4,29%, 5,92%, 6,05% e 6,03% de gordura intramuscular no músculo *Longissimus dorsi*. No presente trabalho, a amplitude de valores da porcentagem de gordura intramuscular do contrafilé de bovinos de dois dentes, que engloba animais com idade de até 24 meses, foi de 1,8% a 5,64% (Apêndice 1). Embora não tenha sido possível determinar precisamente a idade dos animais em meses, a amplitude de valores da porcentagem de gordura intramuscular encontrada no presente trabalho foi semelhante à apresentada por Dikeman et al. (1986), para animais com idade correspondente ao número de dentes incisivos permanentes.

Por outro lado, os resultados deste trabalho discordam de Felício et al. (1982) que não encontraram diferença na porcentagem de gordura intramuscular no músculo *Longissimus dorsi* de animais de diferentes idades mas, os autores observaram uma tendência de aumento da deposição de gordura intramuscular com o avanço da idade, encontrando valores de 2,2%, 3,5% e 3,6% para animais de dois- três anos (dois e quatro dentes), três e quatro anos (quatro e seis dentes) e mais de quatro anos (mais de seis dentes), respectivamente.

No presente trabalho, observou-se que a porcentagem de gordura intramuscular do contrafilé bovino não ultrapassou o limite proposto por Savell & Cross (1988) para os quais, uma vez ultrapassado o limite máximo, igual a 7% num pedaço de 85g, poderia prejudicar a saúde. Neste trabalho, 46% do total de

amostras analisadas do músculo *Longissimus dorsi* apresentaram teores de gordura intramuscular inferior a 3% (Apêndice 1). Conforme Savell & Cross (1988), carnes com menos de 3% de gordura intramuscular poderão apresentar qualidade inferior, por apresentarem menor palatabilidade e suculência, mas são saudáveis. No presente trabalho, o maior número de observações enquadraram-se no grau de marmorização correspondente ao nível desejável, no grau 2, considerado fraco, que corresponde a 3,15% de gordura intramuscular no contrafilé dos bovinos utilizados neste trabalho (Tabela 6).

TABELA 6. Números de observações do grau de marmorização conforme a porcentagem de gordura intramuscular

Número de observações (n)	Teor de gordura intramuscular (%)	Marmorização (grau)
3	2,27 ± 0,49	1
19	3,15 ± 1,07	2
10	4,14 ± 2,12	3
3	5,43 ± 1,71	4

4.1.2.2 Maciez

A Tabela 7 apresenta os valores médios da força de cisalhamento da carne para análise da interação entre os dias de maturação e idade dos animais.

TABELA 7. Médias e erro padrão da força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* determinada no 1º, 5º e 10º dia após o abate, de bovinos machos castrados com diferentes idades avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (D.I.P)

D.I.P	n	Força de cisalhamento	Força de cisalhamento	Força de cisalhamento	Média total
		(kg/cm ²) 1º dia de maturação	(kg/cm ²) 5º dia de maturação	(kg/cm ²) 10º dia de maturação	
2-3	12	6,91 ^{aA} ± 0,30	5,83 ^{aB} ± 0,20	5,42 ^{aB} ± 0,23	6,06 ± 0,30
4-6	13	7,46 ^{aA} ± 0,39	6,16 ^{aB} ± 0,33	5,47 ^{aC} ± 0,30	6,36 ± 0,41
8	11	5,50 ^{bA} ± 0,28	5,02 ^{bB} ± 0,18	4,44 ^{bC} ± 0,19	4,99 ± 0,25
Média		6,68 ± 0,20	5,70 ± 0,14	5,14 ± 0,14	
Total					

^{a,b} Letras minúsculas mostram diferença significativa entre Idade dentro dos dias de maturação.

^{A,B,C} Letras maiúsculas mostram diferença significativa entre dias de maturação em cada idade .

Houve diferença significativa entre a força de cisalhamento do contrafilé bovino quando foi analisada a interação entre idade do animal, avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes, e dias de maturação (Apêndice 3).

O contrafilé de bovinos 8 dentes, com no mínimo quatro anos e meio de idade, foi mais macio em relação às demais idades em todos os dias de maturação. As médias dos valores da força de cisalhamento no primeiro, quinto e décimo dia de maturação foram respectivamente 5,50 kg/cm², 5,02 kg/cm² e 4,44 kg/cm². Não houve diferença ($p > 0,05$) entre a força de cisalhamento do contrafilé

de bovinos de dois e três dentes e quatro e seis dentes, em todos os dias de maturação.

Os bovinos de dois e três dentes, com idade variando entre 20 e 30 meses, no primeiro dia após o abate, a força de cisalhamento da carne foi igual a $6,91 \text{ kg/cm}^2$, significativamente superior aos valores obtidos no quinto e décimo dia de maturação, respectivamente, $5,83 \text{ kg/cm}^2$ e $5,42 \text{ kg/cm}^2$, que não foram diferentes entre si. Isto demonstra que não houve um amaciamento significativo da carne de animais jovens após o quinto dia de maturação.

Considerando-se bovinos de quatro e seis dentes, com idade variando entre dois anos e meio a quatro anos, houve efeito significativo ($p < 0,05$) da maturação até o décimo dia. No primeiro dia após o abate, a média da força de cisalhamento foi igual a $7,46 \text{ kg/cm}^2$, considerada muito dura conforme Shackelford et al. (1991). No quinto e décimo dia de maturação, a força de cisalhamento do contrafilé sofreu diminuição significativa, respectivamente $6,16 \text{ kg/cm}^2$ e $5,47 \text{ kg/cm}^2$.

Os resultados mostram que a maturação foi útil para o amaciamento da carne de animais de quatro, seis e oito dentes.

Dikeman et al. (1986), avaliando a força de cisalhamento do contrafilé de bovinos machos castrados recebendo diferentes dietas, de alta e baixa energia, de cinco diferentes idades, variando de nove a vinte e quatro meses, maturado por dez dias, não encontraram diferença na força de cisalhamento do contrafilé desses animais. Os valores médios encontrados para força de cisalhamento do contrafilé foram iguais a $5,40 \text{ kg/cm}^2$ e $5,94 \text{ kg/cm}^2$ para dietas de

alta e baixa energia respectivamente. Os animais utilizados no experimento de Dikeman et al. (1986) correspondiam, em idade, aos bovinos de dois dentes utilizados no presente trabalho, cuja amplitude de valores da força de cisalhamento do contrafilé, maturado por dez dias, foi de 3,52 e 6,47 kg/cm² (Apêndice 1). Estes resultados sugerem que a carne de bovinos jovens, produzidos no Sul do Brasil, apresentam alta variabilidade e se enquadram ao valores verificados por Dikeman et al. (1986) para animais da mesma idade e tempo de maturação a 2-4°C, independentemente da raça.

Os resultados do presente trabalho foram similares aos encontrado por Shorthose (1996) que, trabalhando com bovinos de 9, 16 (um ano e quatro meses), 27 (dois anos e três meses) e 48 meses (quatro anos), avaliou a força de cisalhamento do contrafilé desses animais. O autor observou que animais mais jovens apresentaram carne mais dura do que bovinos mais velhos, respectivamente 11 kg/cm², 9,3 kg/cm², 6 kg/cm² e 5,2 kg/cm². Os bovinos mais jovens produziram carcaças mais leves, com menor espessura de gordura subcutânea e menor porcentagem de gordura intramuscular. O autor concluiu que essas carcaças resfriaram mais rapidamente, ocasionado um encurtamento dos sarcômeros, tornando a carne mais dura.

Para Bouton et al. (1973 apud SHORTOSE & HARRIS, 1990), o músculo *Longissimus dorsi* é afetado em sua maciez pelo peso de carcaça e gordura de cobertura, fatores que aumentam com a idade do animal, sendo este músculo muito dependente da taxa de resfriamento da carcaça.

Os resultados do presente trabalho diferiram dos encontrados por Lawrence et al. (2001), que avaliando a influência da classificação da maturidade da carcaça pelos dentes incisivos permanentes sobre a maciez de amostras de contrafilé coletados em matadouro comercial, não encontraram diferença significativa na força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* de animais de dois, quatro, seis e oito dentes incisivos permanentes, quando este foi maturado por 14 dias. Para o autor o estado de contração miofibrilar pode obscurecer o efeito do avanço da idade, que está relacionada com o aumento na dureza devido o tecido conetivo. Para os autores, mais pesquisas necessitam ser conduzidas para determinar se a influência da idade pode ser usada para predizer a maciez da carne.

Os resultados da Tabela 7 são melhor visualizados na Figura 1, que demonstra que o a maturação provocou amaciamento da carne de bovinos de todas as idades. No primeiro dia após o abate, a média da força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* foi igual a 6,68 kg/ cm², considerada dura conforme Shackelford et al.(1991), para os quais carnes com valor superior a 4,6 kg/ cm² é considerada dura. No quinto dia de maturação do músculo *Longissimus dorsi*, a força de cisalhamento foi igual a 5,70 kg/ cm², e no décimo dia de maturação, a média de força de cisalhamento foi igual a 5,14 kg/ cm², indicando que houve um amaciamento progressivo da carne com o aumento do período *post mortem*.

Este resultado era esperado, mostrando também que até o quinto dia de maturação, que coincide com o prazo de comercialização da carne bovina, a mesma ainda não sofreu o amaciamento desejado, não alcançando o valor de

maciez proposto por Shackelford et al.(1991). Para Koohmaraie et al. (1998), para melhorar a consistência da qualidade da carne com relação a maciez, a carne bovina deveria ser maturada pelo menos por 14 dias.

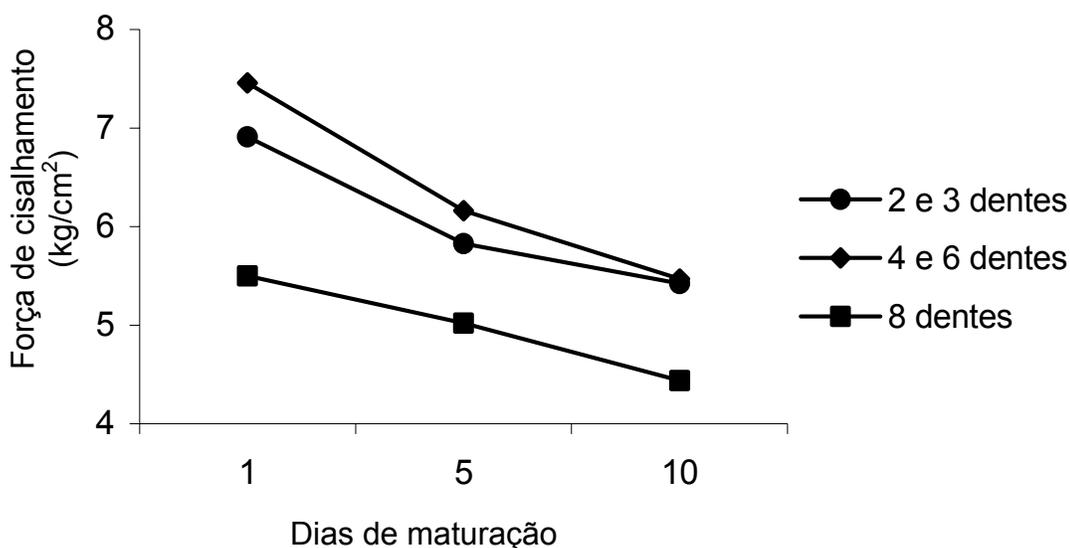


FIGURA 1. Efeito da idade sobre a força de cisalhamento, no músculo *Longissimus dorsi* bovino, no 1º, 5º e 10º dia de maturação.

Estes resultados foram semelhantes aos encontrados Felício et al. (1982), que trabalhando com bovinos Zebu com diferentes idades, submeteram o músculo *Longissimus dorsi* à maturação por 7 e 21 dias, e verificaram que a maturação prolongada reduziu a força de cisalhamento e melhorou os valores de maciez em todas as idades.

Johnson et al. (1990), maturando o músculo *Longissimus dorsi* de bovinos Angus, Brahman e seus cruzamentos por dez dias, observaram um amaciamento progressivo da carne em todos os grupos estudados, nos quais animais Angus e $\frac{1}{4}$ Brahman apresentaram uma resposta maior à maturação, que apresentou uma diminuição de 32% da sua força de cisalhamento contra 13% em relação a carne de animais $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{3}{4}$ Brahman. Os autores demonstraram que animais da mesma idade podem apresentar maior ou menor grau de amaciamento, devido à composição racial.

Geesink et al. (1995) trabalhando com bovinos com idade variando entre 3 e 11 anos, obtiveram um amaciamento progressivo da carne à medida que aumentava o período de estocagem *post mortem*. O contrafilé que, no primeiro dia *post mortem*, tinha média de força de cisalhamento igual a 10,3 kg/cm², atingiu no décimo quarto dia, valor de 5,4 kg/cm².

Assim como no presente trabalho, Tuma et al. (1963) encontraram interação entre a idade dos animais e os dias de maturação do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos e fêmeas de idades diferentes (6, 18, 42 e 90 meses), de mesma uniformidade genética, nutrição e manejo. Os autores encontraram diferença na força de cisalhamento do contrafilé de bovinos de diferentes idades. Os valores da força de cisalhamento aos dois dias após o abate foram mais altos para o contrafilé de animais de seis meses (9,34 kg/cm²) do que para o grupo de 18 meses (6,07 kg/cm²). O contrafilé de animais de 42 meses (seis dentes incisivos permanentes) apresentou valor mais alto (11,02 kg/cm²) do que os animais de 6 e 18 meses (sem erupção dos dentes incisivos permanentes)

e, apenas mais baixo para animais de 90 meses, com oito dentes incisivos permanentes, (11,25 kg/cm²). Quando a carne foi maturada, houve um amaciamento significativo da carne em todas as idades, como no presente experimento. Os autores sugeriram que a maturação não ocorre da mesma forma na carne de animais de diferentes idades. Além disso, relataram haver uma tendência em relação aos animais de 6 a 18 meses apresentarem o mesmo grau de amaciamento do contrafilé que, por sua vez, foi completamente diferente para os outros grupos etários. Os autores concluíram que o contrafilé de animais mais velhos amaciou menos. No presente trabalho, o contrafilé de animais de oito dentes amaciou menos, cerca de 19,27%, contra 26,67% e 21,56% para o contrafilé de animais do grupo de quatro e seis dentes e dois e três dentes respectivamente. Ainda, no presente trabalho, o contrafilé de animais de oito dentes já era mais macio no primeiro dia *post mortem* e, por isso teve uma porcentagem de amaciamento menor.

Os resultados do presente trabalho foram diferentes dos obtidos por Felício et al. (1982) que, trabalhando com novilhos Zebu de diferentes idades, reunidos em três grupos (dois anos e meio a três, três a quatro anos e mais de quatro anos), avaliaram a influência da idade sobre a maciez do músculo *Longissimus dorsi*. Os autores não encontraram diferença ($p > 0,05$) entre os grupos etários nas comparações de força de cisalhamento do contrafilé maturados durante sete ou vinte e um dias. Os autores sugeriram que fatores como o peso e acabamento da carcaça poderiam mascarar a influência da maturidade sobre a maciez da carne, por alterarem a velocidade de resfriamento da carcaça. O rápido

resfriamento da carcaça pode induzir a um rápido declínio da temperatura nos músculos superficiais, levando ao encurtamento pelo frio e resultando no endurecimento da carne. Para os autores o contrafilé de animais mais jovens, além de ser duro, sofreu menos amaciamento durante a maturação. Assim, é possível que qualquer vantagem potencial do grupo jovem tenha sido perdido em decorrência de um resfriamento mais rápido das carcaças destes grupos.

May et al. (1992), após o abate de bovinos em matadouro comercial, apararam a gordura subcutânea na região das costelas, em um lado da carcaça, e no outro lado não. Nas amostras do músculo *Longissimus dorsi*, coletadas das meias carcaças com gordura aparada, os autores obtiveram resultados de maciez, avaliada por painel sensorial, inferiores e valores de força de cisalhamento mais altos.

Miller (1994) também afirmou que músculos com menor quantidade de gordura intramuscular são mais suscetíveis ao encurtamento pelo frio, induzindo o endurecimento da carne. No encurtamento pelo frio, a atividade das enzimas envolvidas na degradação miofibrilar, as calpaínas, são diminuídas da carne.

Para Shorthose (1996), em músculos que tiveram um considerável encurtamento do sarcômero, as enzimas proteolíticas são impedidas de chegar a seu alvo, as proteínas musculares, e esses músculos não amaciam. Neste caso, a maturação causa uma grande melhora na maciez da carne, desde que o encurtamento não tenha sido excessivo. Para este autor, a relação da marmorização é puramente secundária pois, carcaças com mais gordura intramuscular terão uma taxa de resfriamento menor. Lockett et al. (1975)

observaram uma alta correlação entre maciez e temperatura na primeira hora *post mortem*, em um grupo de carcaças de novilhos Brahman de musculatura leve e com pouca gordura intramuscular. Bouton et al. (1978) e Muller (1987) também afirmaram que a deposição de gordura na carcaça pode afetar diretamente a maciez do corte. A gordura pode agir como isolante levando a um resfriamento mais lento da carcaça, podendo melhorar a maciez, pela redução do encurtamento pelo frio.

No presente trabalho, os animais mais velhos, de oito dentes, apresentaram carne mais macia que animais mais jovens. É possível que os últimos tenham sofrido um resfriamento mais rápido de suas carcaças, ocasionando o endurecimento da carne pelo frio, visto que estes animais apresentaram menor espessura de gordura de cobertura da carcaça, embora não tenha sido significativo, associado à menor porcentagem de gordura intramuscular ou menor grau de marmorização.

4.1.2.3 Capacidade de retenção de água

A Tabela 8 apresenta os valores médios encontrados para as características relacionadas à capacidade de retenção de água.

TABELA 8. Médias e erro padrão das perdas por descongelamento e perdas por cozimento do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos castrados de diferentes idades, avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (DIP), determinadas no 1º, 5º e 10º dia após o abate

	n	Perdas por descongelamento (%)	Perdas por cozimento (%)
DIP			
2-3	12	2,93 ^a ±0,36	34,64 ±0,79
4-6	13	3,89 ^b ±0,41	36,38 ±0,56
8	11	3,93 ^b ±0,33	34,62 ±0,66
Probabilidade		0,015	0,06
Dias de maturação			
1	36	3,06 ^A ±0,18	35,26 ±0,46
5	36	4,10 ^B ±0,23	35,65 ±0,43
10	36	3,58 ^B ±0,24	34,87 ±0,32
Probabilidade		0,0009	0,09

^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa entre idade

^{A,B} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa entre dias de maturação

Não houve diferença significativa para a capacidade de retenção de água quando foi analisada a interação entre idade do animal, avaliadas pelo número de dentes incisivos, e dias de maturação (Apêndice 3).

A idade afetou significativamente a perda de líquido por descongelamento da carne bovina. As perdas de peso da carne de animais de 2 e 3 dentes foram significativamente inferiores a dos animais de 4 e 6 dentes e 8 dentes com médias de 2,93%, 3,89% e 3,93% respectivamente.

Diferindo destes resultados, Lawrie (1974) afirmou que animais mais velhos perdem menos líquido. Townsend et al. (1990) observaram que o contrafilé de animais mais jovens, com dois anos, apresentaram maiores perdas por

descongelamento (6,4%) do que animais de 3 anos (4,5%). Por outro lado, Lawrence et al. (2001), classificando os animais em cinco grupos pela dentição (0, 2, 4, 6 e 8 dentes incisivos permanentes), não encontraram diferença na perda por descongelamento do contrafilé maturado por 14 dias desses animais, encontrando médias de 3,43%, 3,44%, 3,53% e 3,66% para animais de 2, 4, 6 e 8 dentes respectivamente. Os resultados do presente trabalho foram semelhantes aos encontrados por Lawrence et al. (2001), embora os autores não tenham encontrado diferença significativa.

O tempo de maturação influenciou significativamente a perda de líquido por descongelamento da carne bovina. As médias dessas perdas foram de 3,06%, 4,10% e 3,58% para o 1º, 5º e 10º dia após o abate, respectivamente. No 1º dia após abate, a perda de água foi inferior às perdas observadas no 5º e 10º dia. Entre o 5º e 10º dia de maturação, as perdas por descongelamento não foram diferentes ($p>0,05$).

A quantidade de líquido perdido por cozimento não foi afetada pela idade do animal e nem pelos dias de maturação. Este resultado está de acordo com o encontrado por Lawrence et al. (2001), que não encontraram efeito da idade sobre as perdas por cozimento no contrafilé bovino maturado por 14 dias.

Estes resultados discordam dos obtidos por Dikeman et al. (1986) que encontraram menores perdas por cozimento na carne de animais mais jovens, de 12 a 18 meses, quando comparados com a carne de novilhos de 24 meses.

Costa et al. (2002) também sugeriram que as perdas durante o descongelamento e a cocção sejam influenciadas pela deposição de gordura

intramuscular. Para o autor, as perdas no descongelamento decrescem com o aumento do teor de gordura intramuscular, e as perdas por cocção aumentam com o aumento do teor de gordura intramuscular. Entretanto, isto não foi verificado no presente trabalho.

4.1.2.4 Cor

A Tabela 9 apresenta os escores da cor do contrafilé em relação à idade, avaliada pela cronologia dentária, e em relação aos dias após abate.

TABELA 9. Médias e erro padrão do escore de cor do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos castrados de diferentes idades, avaliadas pelo número de dentes incisivos permanentes (DIP), avaliada no 1º, 5º e 10º dia após o abate

	n	Escore de cor
DIP		
2-3	12	2,50 ±0,25
4-6	13	2,96 ±0,22
8	11	2,59 ±0,29
Probabilidade	0,16	
Dias de maturação		
1	36	2,54 ±0,15
5	36	2,87 ±0,11
10	36	2,66 ±0,18
Probabilidade	0,14	

No presente experimento foram utilizados valores para escore da cor de 1 a 5, sendo o escore número 2 correspondente ao vermelho claro brilhante e o número 3 ao vermelho cereja brilhante. De modo geral, a cor da carne bovina de machos castrados, independentemente da idade e do período de maturação,

apresentou escore de cor correspondente ao vermelho cereja brilhante, considerada normal para a espécie bovina.

No presente trabalho, a idade e período de maturação não afetaram a cor do contrafilé de bovinos machos castrados (Apêndice 3).

Assim como neste trabalho, Lawrence et al. (2001) não encontraram efeito da idade sobre o escore da cor do contrafilé de animais de diferentes idades. Os autores utilizaram valores para o escore da cor de 1 a 9. Os autores obtiveram escores iguais a 4,8, 4,8, 5,0, 4,9 e 5,1 para animais de 0, 2, 4, 6 e 8 dentes incisivos permanentes, cujo escore 4 corresponde a cor vermelho cereja claro e escore 5 ao vermelho cereja. Em vista disso os autores observaram uma cor próximos ao vermelho cereja na carne maturada por 14 dias, semelhante ao presente trabalho.

Felício et al. (1982) também não encontraram efeito da idade sobre a cor do contrafilé bovino, mas observaram uma tendência dos animais mais velhos, com mais de quatro anos, de apresentarem carne com uma coloração mais escura.

Os resultados deste trabalho diferiram dos obtidos por Tuma et al. (1962, 1963) os quais relataram um efeito da idade sobre a cor do músculo *Longissimus dorsi* bovino, no qual encontraram uma cor mais escura em animais mais velhos.

Observou-se uma tendência da cor em tornar-se mais brilhante e levemente mais escura até o quinto dia de maturação, tornando-se mais clara no décimo dia de maturação. Este resultado está de acordo com Tuma et al. (1962)

que, trabalhando com bovinos de diferentes idades da raça Hereford, observaram que o contrafilé apresentou uma cor mais brilhante e mais intensa aos 14 dias de maturação. Gasperlim et al. (2001) atribuíram a melhora da cor ao aumento da permeabilidade do sarcolema à mioglobina, à proteólise miofibrilar e às mudanças físicas na carne que resultam em diferentes graus de absorção, transmissão e características de reflexão da luz sobre a superfície da carne.

4.2 Influência do sexo sobre características de qualidade da carcaça e da carne bovina

Para comparação das características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne, o efeito do sexo foi analisado utilizando-se somente o grupo de machos com oito dentes tendo em vista que foram obtidas somente fêmeas de oito dentes.

4.2.1 Análise quantitativa da carcaça

4.2.1.1 Peso da carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo

Os valores médios do peso da carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo de bovinos machos e fêmeas encontram-se na Tabela 10.

TABELA 10 . Médias e erro padrão do peso de carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo de carcaças de bovinos machos e fêmeas adultos.

Sexo	n	Peso de carcaça (kg)	Peso do quarto traseiro (kg)	Área de olho de lombo (cm ²)
Machos	11	262,57 ^a ±7,92	68,05 ^a ±2,01	62,81 ^a ±1,70
Fêmeas	10	197,83 ^b ±5,92	52,88 ^b ±1,49	54,45 ^b ±3,01
Probabilidade		0,0001	0,0001	0,023

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa

As carcaças de bovinos machos foram significativamente mais pesadas que as provenientes das fêmeas, com médias de peso iguais a 262,57 kg e 197,83 kg, respectivamente (Apêndice 4).

Os pesos dos traseiros também diferiram significativamente, tendo as carcaças dos machos apresentado maior peso do traseiro (68,05 kg) do que as fêmeas (52,88 kg). Estes resultados já eram esperados, visto que machos apresentam um crescimento mais rápido que as fêmeas, e conseqüentemente terão peso de carcaça superior (Berg & Butterfield, 1979).

Em relação à área de olho de lombo, os machos apresentaram um área maior no músculo *Longissimus dorsi* (p=0,022) do que as fêmeas, respectivamente 62,81 cm² e 54,45 cm².

Os resultados do presente trabalho foram semelhantes aos encontrados por Townsend (1991) que, trabalhando com vacas de descarte e novilhos da raça Charolês, obteve contrafilé com maior área de olho de lombo nos novilhos. Os resultados deste trabalho concordam com Luchiari Filho et al. (1985) para os quais

as fêmeas apresentam menor musculabilidade e portanto, menor área de olho de lombo que machos.

Grassi & Muller (1991), trabalhando com vacas de descarte de sete a onze anos, da raça Charolês e Aberdeen Angus, avaliaram o efeito da cobertura, não-cobertura, castração e utilização de dispositivo intra-uterino sobre as características quantitativas e qualitativas da carne. Os autores encontraram valores médios de peso de carcaça semelhantes em todos os tratamentos, igual a 185,77kg. A média de área de olho de lombo encontrada foi de 60,29 cm². O peso de carcaça encontrado no presente trabalho foi levemente superior, enquanto a área de olho de lombo foi inferior.

Perobelli et al. (1995), trabalhando com vacas de descarte da raça Charolês e Nelore, com idade entre sete e quinze anos, obtiveram média de peso de carcaça igual a 223,72 kg e 218,03 kg para as raças Charolês e Nelore, respectivamente. Esses valores foram levemente superiores à média encontrada no presente trabalho para vacas de idade aproximada mas sem a determinação genética. Quando os autores avaliaram a área de olho de lombo, encontraram valores médios iguais a 65,18 cm² e 53,64 cm² para raças Charolês e Nelore, respectivamente. Estes resultados demonstraram que a área de olho de lombo pode apresentar variações devido à composição racial.

Lawrence et al. (2001), trabalhando com bovinos de diferentes números de dentes incisivos permanentes, abatidos em um matadouro comercial, sem conhecimento de manejo e raça, encontraram, para animais de oito dentes, valor

de área de olho de lombo igual a 81,14 cm², valor superior ao encontrado neste experimento.

Resultados semelhantes ao presente trabalho foram obtidos por Park et al. (2002) que, trabalhando com bovinos castrados, touros e vacas da raça Hanwoo, determinaram o efeito do sexo sobre os atributos quantitativos da carcaça. Os autores encontraram peso de carcaça inferior nas fêmeas em relação a novilhos e touros, sendo os valores médios iguais a 259,3 kg, 312,8 kg e 320,9 kg respectivamente. A área de olho de lombo também foi inferior nas fêmeas, igual a 69,1 cm², em comparação à dos machos castrados, igual a 77,5 cm², e dos touros, igual a 80,5 cm².

Estas informações são relevantes para o sistema de produção, principalmente para o frigorífico, estando muito relacionado com o segmento industrial.

4.2.1.2 Espessura de gordura de cobertura e grau de acabamento da carcaça

Os valores médios das medidas de espessura de gordura de cobertura e do grau de acabamento da carcaça de bovinos machos e fêmeas encontram-se na Tabela 11.

TABELA 11 . Médias e erro padrão da espessura de gordura de cobertura e do grau de acabamento de carcaças de bovinos machos e fêmeas adultos.

Sexo	n	Espessura de gordura de cobertura (mm)	Acabamento (Grau)
Machos	11	3,00 ±0,32	2,18 ^a ±0,07
Fêmeas	10	3,00 ±0,64	1,80 ^b ±0,07
Probabilidade		1,00	0,003

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa

Pela Tabela 11, verifica-se que a espessura de gordura de cobertura não diferiu entre machos e fêmeas (P=1,00). Entretanto, o grau de acabamento foi superior nos machos, igual a 2,18, e, nas fêmeas, igual a 1,80, sendo a diferença significativa (P=0,003).

Assim como neste trabalho, Park et al. (2002), trabalhando com touros, vacas e machos castrados, não obtiveram diferença significativa na espessura de gordura de cobertura entre machos castrados e fêmeas. Os autores encontraram valores inferiores de espessura de gordura de cobertura nos touros em relação a novilhos e fêmeas, que não diferiram entre si (P<0,01). Os valores médios encontrados foram iguais a 8,3mm, 4,39 mm e 8,55 mm para vacas, touros e novilhos respectivamente.

Grassi & Muller (1991), trabalhando com vacas de descarte, obtiveram valores médios de espessura de gordura de cobertura igual a 1,92 mm porém, com uma grande amplitude, de 0,5 mm a 6,0 mm. No presente trabalho, também houve uma grande variação dos valores para esta característica, de 1 mm a 7 mm

(Apêndice 1). Os autores verificaram que as vacas apresentaram maior espessura de gordura quando estavam prenhes.

Perobelli et al. (1995) encontraram diferenças na espessura de gordura de cobertura da carcaça de vacas de descarte da raça Nelore e Charolês, igual a 5,84 mm a 1,54 mm, respectivamente. Estes animais foram criados exclusivamente em pastagem natural e submetidos ao mesmo sistema de manejo. Isto demonstra que a raça pode exercer uma grande variação no grau de deposição de gordura externa.

4.2.2 Qualidade da carne

4.2.2.1 Grau de marmorização e teor de gordura intramuscular

Os valores médios do grau de marmorização e do teor de gordura intramuscular de bovinos machos e fêmeas adultos encontram-se na Tabela 12.

TABELA 12. Médias e erro padrão do grau de marmorização e do teor de gordura intramuscular no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos e fêmeas adultos.

Sexo	n	Marmorização (grau)	Gordura intramuscular (%)
Machos	11	2,90 ^a ±0,28	5,87 ^a ±0,94
Fêmeas	10	1,70 ^b ±0,21	3,64 ^b ±0,49
Probabilidade		0,003	0,041

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa

No presente trabalho, os machos apresentaram teor de gordura intramuscular superior ao das fêmeas, respectivamente 5,87% e 3,64%.

Observou-se que as fêmeas provinham de descarte, e, talvez, por isso estivessem com condição corporal muito fraca que se refletiu na deposição de gordura intramuscular.

O grau de marmorização foi superior nos machos ($P=0,003$), à semelhança do que aconteceu com o grau de acabamento e com o teor de gordura intramuscular (Figura 2).

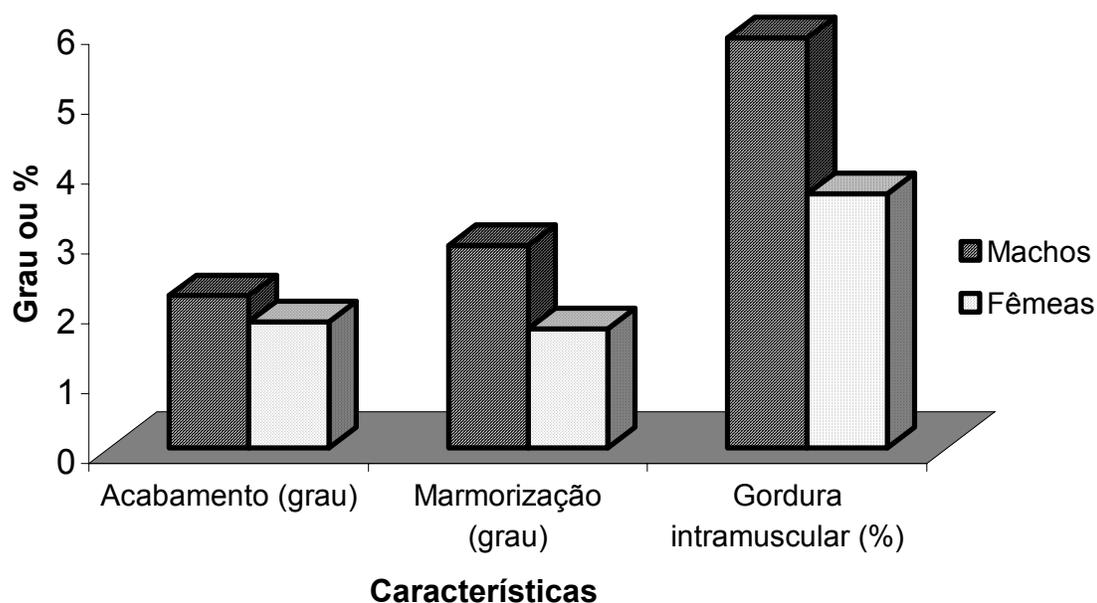


FIGURA 2. Efeito do sexo sobre o grau de acabamento da carcaça, grau de marmorização e teor de gordura intramuscular no músculo *Longissimus dorsi* de machos castrados e fêmeas adultos.

Park et al. (2002), avaliando o efeito da idade sobre o grau de marmorização do contrafilé bovino, encontraram diferença significativa apenas entre fêmeas e touros ($P<0,01$) mas, esta diferença não foi encontrada entre

fêmeas e bovinos castrados. Para diferentes graus de marmorização, utilizou-se no trabalho de Park et al. (2002) uma escala crescente de um a sete. Os valores médios obtidos foram iguais a 3,18, 1,21 e 3,72 para vacas, touros e novilhos, respectivamente.

Os resultados obtidos no presente trabalho para as características avaliadas diferem do proposto por Berg & Butterfield (1979). Para os autores, as fêmeas bovinas tendem depositar gordura a pesos mais baixos que machos e, portanto, produzem maior quantidade de gordura intramuscular que machos. Luchiarri Filho et al. (1985), analisando dados de carcaça de fêmeas de descarte de diferentes raças zebuínas, concluíram que, de maneira geral, as fêmeas de descarte apresentam deposição de gordura intramuscular mais intensa em relação aos novilhos.

Para Grassi & Muller (1991), as vacas de descarte, no momento em que são invernadas para a engorda, o que geralmente ocorre na primavera, por ocasião da cobertura, em sua maior parte encontram-se em mau estado corporal, geralmente por apresentarem problemas de dentição e por haverem permanecido em campo natural durante o inverno, época em que o crescimento das espécies forrageiras naturais é praticamente nulo. Por isso, esses animais apresentam, no momento do abate, má condição corporal, resultando em grau de acabamento, grau de marmorização e teor de gordura intramuscular baixo.

Vaz et al. (2002), trabalhando com vacas de 4 a 8 anos, verificaram que o grau de marmorização do contrafilé foi similar entre esses animais. Os autores classificaram o grau de marmorização em 18 categorias, em uma escala

crecente, de tal modo que todos os animais situaram-se entre categorias leve menos (grau quatro) e leve (grau cinco). Para os autores, animais abatidos com idade mais avançada podem apresentar maior ou menor grau de marmorização na carne, conforme a carência alimentar pela qual o animal passou, já que a gordura intramuscular é a primeira a ser mobilizada para o fornecimento de energia aos animais nos períodos de carência.

Como o presente experimento foi conduzido entre os meses de junho e julho, época de escassez nos nossos campos nativos, as fêmeas provavelmente não tiveram tempo de engordar, sendo enviadas para o matadouro com uma condição corporal inferior à sua real capacidade de depositar gordura, concordando com Grassi & Muller (1991) e Vaz et al (2002).

Para Allen et al. (1976), as fêmeas apresentam, geralmente, mais gordura intramuscular que machos castrados de mesma idade cronológica. Para os autores, exercícios, estresse, como medo, estresse ambiental como flutuação de temperatura, calor e frio, podem reduzir a quantidade de depósitos de lipídios.

4.2.2.2 Maciez

Os valores médios das medidas de força de cisalhamento de acordo com o sexo e período de maturação encontram-se na Tabela 13.

TABELA 13. Médias e erro padrão da força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos e fêmeas adultos, determinada em diferentes dias de maturação.

	n	Força de cisalhamento (kg/cm ²)
Sexo		
Macho	11	4,99 ^A ± 0,25
Fêmea	10	7,10 ^B ± 0,40
Probabilidade	0,0001	
Dias de maturação		
1	21	6,69 ^a ± 0,36
5	21	6,01 ^b ± 0,29
10	21	5,29 ^c ± 0,25
Probabilidade	0,0001	

^{A,B} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença significativa

^{a,b,c} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença significativa

As fêmeas apresentaram média de força de cisalhamento do contrafilé superior a dos machos ($p=0,0001$), conforme pode ser visto na Figura 3.

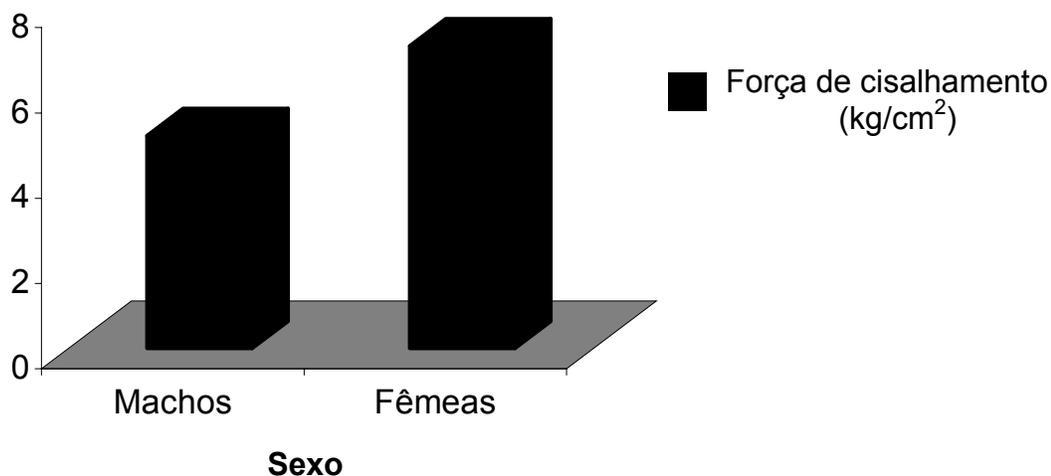


FIGURA 3. Efeito do sexo sobre a força de cisalhamento do contrafilé bovino de machos castrados e fêmeas adultos.

Comparando-se somente o período de maturação, observou-se uma diminuição significativa da força de cisalhamento em todos os dias de maturação ($p=0,0001$), demonstrando que o contrafilé de machos e fêmeas sofreu amaciamento progressivo após o abate.

Diferentes resultados foram encontrados por Zinn et al. (1970) que, trabalhando com machos e fêmeas Hereford, com idade entre oito meses e um ano e quatro meses, não encontraram diferença na força de cisalhamento do contrafilé maturado por 10 e 12 dias.

Os resultados do presente trabalho são semelhantes aos encontrados por Grassi & Muller (1991) que, trabalhando com vacas de descarte obtiverem valor médio igual a $7,68 \text{ kg/cm}^2$ para força de cisalhamento do contrafilé no primeiro dia *post mortem*. No entanto, os autores observaram uma grande amplitude entre os valores de força de cisalhamento da carne, de 4 kg/cm^2 até 12 kg/cm^2 . No presente trabalho, os resultados foram semelhantes. Houve uma variação de $6,10 \text{ kg/cm}^2$ a $10,26 \text{ kg/cm}^2$ na força de cisalhamento da carne ao primeiro dia após abate (Apêndice 1), demonstrando que nenhuma carne enquadrou-se como macia, conforme Shackelford et al. (1991), para os quais carne macia enquadra-se em valores abaixo de $4,6 \text{ kg/cm}^2$.

Huff-Lonergan et al. (1995) compararam a maciez da carne de tourinhos, novilhos de 14 meses e de vacas de 44 a 108 meses. Os autores observaram maior dureza na carne de tourinhos e vacas, enquanto a carne de novilhos foi mais macia. Para os autores, ficou evidente a maior degradação de titina e nebulina na carne de novilhos, enquanto no décimo quarto dia de

estocagem após o abate, ainda restavam traços de titina nas amostras de carne de tourinhos e vacas. A degradação de titina e nebulina conduz à perda de integridade da banda I e da linha Z, levando à fragmentação e ao amaciamento da carne durante a maturação. As menores taxas de proteólise *post mortem*, e conseqüentemente, a maciez inferior na carne de tourinhos e vacas, poderiam ser explicadas por uma menor atividade de proteases Ca^{++} dependentes, ou, então, por uma maior atividade de seu inibidor, a calpastatina.

Para Felício (1998a), fêmeas e machos castrados apresentam diferenças quanto à deposição de gordura, e isto poderá influenciar a qualidade da carne. Para o autor, carne de bovinos machos inteiros e vacas podem resultar em carne mais dura devido também a menor solubilidade do colágeno da carne de touros e vacas, que seria uma desvantagem agravada pela idade dos animais. Isto ocorre porque a solubilidade do colágeno do tecido muscular diminui quando a idade do animal aumenta. Na carne de animais jovens, as uniões covalentes, que ligam as moléculas de colágeno entre si, são relativamente lábeis e se rompem facilmente por variações do pH e de calor por exemplo. O aumento da idade do animal faz com que haja uma substituição das ligações cruzadas reduzíveis por outras, também cruzadas, mais resistentes, não reduzíveis, resultando em aumento da dureza da carne (Monteiro & Shimokomaki, 2000).

A causa da menor maciez do contrafilé das fêmeas em relação aos machos no presente trabalho, pode ser devido ao menor teor de gordura intramuscular e menor solubilidade do colágeno, sendo este fator agravado pela

idades destes animais, em vista de termos analisado somente vacas velhas de descarte.

Lawrence et al. (2001), trabalhando com machos e fêmeas de diferentes idades, avaliados pelo o número de dentes incisivos permanentes, não encontraram diferença na força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* maturado por 14 dias.

Vaz et al. (2002), trabalhando com vacas de descarte Charolês, agrupadas em quatro classes em função da idade, obtiveram média de força de cisalhamento do contrafilé, no primeiro dia após o abate, igual a 5,48 kg/cm², 6,74 kg/cm², 6,17 kg/cm² e 5,54 kg/cm² para vacas com quatro, cinco e seis, sete e oito e mais de oito anos, respectivamente. Os resultados do presente experimento foram superiores aos encontrados por Vaz et al. (2002), sendo os contrafilés do presente trabalho mais duros.

O efeito da interação entre os dias de maturação e o sexo dos animais sobre a força de cisalhamento do contrafilé bovino não foi significativo (Apêndice 5).

4.2.2.3 Capacidade de retenção de água

A Tabela 14 apresenta os valores médios encontrados para as características relacionadas à capacidade de retenção de água.

O sexo não afetou significativamente a perda de líquido por descongelamento da carne bovina.

O período de maturação influenciou significativamente a perda de líquido por descongelamento da carne bovina. As médias das perdas foram iguais a 3,21%, 4,43% e 3,61% para o primeiro, quinto e décimo dia após abate, respectivamente. A média obtida no quinto dia após o abate foi superior às observadas no primeiro e décimo dia de maturação do contrafilé ($P < 0,05$). O contrafilé dos machos apresentou menores perdas por cozimento em relação ao das fêmeas sobre esta variável.

TABELA 14. Médias e erro padrão das perdas por descongelamento e perdas por cozimento do músculo *Longissimus dorsi* determinada no 1º, 5º e 10º dia após o abate, de bovinos machos e fêmeas adultos.

	n	Perdas por descongelamento (%)	Perdas por cozimento (%)
Sexo			
Machos	11	3,93 ±0,33	34,62 ^a ±0,65
Fêmeas	10	3,55 ±0,49	37,29 ^b ±0,57
Probabilidade		0,27	0,0012
Dias de maturação			
1	21	3,21 ^A ±0,30	35,42 ±0,56
5	21	4,43 ^B ±0,27	36,40 ±0,54
10	21	3,61 ^A ±0,23	35,85 ±0,47
Probabilidade		0,0048	0,14

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa entre sexo

^{A,B} Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa entre dias de maturação

Valores superiores para perdas por descongelamento foram encontrados por Grassi & Muller (1991) e Vaz et al. (2002), que obtiveram médias de 5,54%, e 7,8% de perdas por descongelamento do contrafilé de vacas de

descarte, respectivamente. Para perdas por cozimento, os autores encontraram médias igual a 17,13% e 27,4%, que foram inferiores ao relatado no presente trabalho. Os métodos utilizados pelos autores para medir as perdas por cozimento, foram diferentes. No presente trabalho, as amostras foram cozidas em banho-maria a 80°C por uma hora enquanto na metodologia utilizada por Grassi & Muller (1991), as amostras foram assadas a uma temperatura interna de 70°C em calor seco, o que talvez explique tais diferenças.

O período de maturação afetou ($P < 0,05$) as perdas de líquido por descongelamento, mas não influenciaram as perdas de líquido por cozimento do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos e fêmeas adultos.

As fêmeas, no presente trabalho, apresentaram menor grau de acabamento, menor porcentagem de gordura intramuscular e maior força de cisalhamento o que pode ocasionar maiores perdas de água.

4.2.2.4 COR

A Tabela 15 apresenta os valores médios encontrados para os escores da cor do contrafilé em relação aos bovinos machos castrados e fêmeas adultos.

TABELA 15. Médias e erro padrão do escore da cor do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos castrados e fêmeas adultos, avaliadas no 1º, 5º e 10º dia após o abate

Sexo	n	Cor (grau)
Machos	11	2,59 ±0,29
Fêmeas	10	2,43 ±0,27
Probabilidade		0,51

Não houve efeito do sexo sobre a cor do contrafilé de bovinos adultos.

No presente trabalho foi utilizado uma escala da cor de 1 a 5, cujo valores para ambos os sexos situaram-se entre o número 2 e 3, isto é, entre a cor vermelho claro brilhante e vermelho cereja brilhante, considerada normal para a espécie bovina.

Grassi & Muller (1991), trabalhando com vacas de descarte, avaliaram subjetivamente a cor do contrafilé utilizando escala de cores de um a cinco, em que o número um correspondia a uma coloração mais escura e o cinco, a uma cor vermelho brilhante. Os autores encontraram valor médio de 3,48, situando-se entre coloração vermelho levemente escura e vermelho, diferente do observado no presente trabalho.

Park et al.(2002), trabalhando com vacas, touros e novilhos, avaliaram subjetivamente a cor do músculo *Longissimus dorsi* utilizando uma escala de um a sete, em que o número um correspondia a uma coloração mais clara e o cinco, a uma cor vermelho muito escuro. Semelhantemente ao encontrado no presente trabalho, os autores não obtiveram diferença significativa na cor da carne entre animais de diferentes sexos. Os autores obtiveram valores médios iguais a 4,47, 4,71 e 4,36 para fêmeas, touros e bovinos castrados respectivamente.

4.3 Influência da altura do cupim sobre as características de qualidade da carcaça e da carne bovina

O cupim foi agrupado em duas categorias de altura para a análise estatística. A categoria número um compreendeu ao cupim de 0,0 até 5,9 cm de

altura, enquanto a categoria número dois englobou o cupim de 6,0 até 10 cm de altura conforme visto na Tabela 16.

TABELA 16. Categoria de cupim, médias da altura de cupim por categorias, valores máximo e mínimo de cada categoria com respectivos desvios padrões.

Categoria	n	Médias do valor da altura cupim	Valor mínimo	Valor máximo	Desvio padrão
1	36	2,87	0,00	5,60	1,89
2	10	7,35	6,00	9,50	1,22

4.3.1 Espessura de gordura de cobertura, grau de marmorização e teor de gordura intramuscular

Os valores médios das medidas da espessura de gordura de cobertura, grau de marmorização e teor de gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos com diferentes alturas de cupim encontram-se na Tabela 17.

TABELA 17. Médias e erro padrão da espessura de gordura de cobertura, grau de marmorização e teor de gordura intramuscular de carcaças de bovinos machos e fêmeas com diferentes alturas de cupim.

Categoria	n	Espessura de gordura de cobertura (mm)	n	Marmorização (grau)	n	Gordura intramuscular (%)
1	36	2,62 ^a ±0,23	36	2,13 ±0,12	35	3,50 ±0,25
2	10	4,30 ^b ±0,90	10	2,70 ±0,29	10	3,80 ±0,61
Probabilidade		0,014		0,057		0,603

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa

Bovinos com menor altura do cupim apresentaram menor espessura de gordura de cobertura, sendo esta diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$). Os valores médios encontrados foram iguais a 2,62mm e 4,30mm para bovinos enquadrados na categoria um e dois, respectivamente.

Não houve diferença entre o grau de marmorização ($P > 0,05$) e teor de gordura intramuscular ($P > 0,05$) no contrafilé de bovinos com diferentes alturas do cupim, mas houve uma tendência de os bovinos, com maior altura do cupim, apresentarem maior grau de marmorização e maior porcentagem de gordura intramuscular.

Provavelmente estas diferenças foram causadas pelo tipo de sistema de produção adotado pelo produtor, refletindo-se na taxa de crescimento corporal e conseqüentemente na taxa de deposição de gordura.

As diferentes categorias de altura do cupim não afetaram as demais características quantitativas e qualitativas do músculo *Longissimus dorsi*, como área de olho de lombo, cor e força de cisalhamento ($P > 0,05$). Alguns fatores podem ter contribuído para estes resultados, como a falta de definição da raça ou grau de sangue dos animais, a metodologia escolhida e o número insuficiente de animais para as categorias desejadas.

4.4 Influência da tipificação na qualidade da carcaça e da qualidade da carne bovina

Segundo o sistema de tipificação oficial do Brasil, as carcaças bovinas tipo 6 e 5, respectivamente B e R, hierarquicamente superiores aos demais tipos,

foram provenientes de animais jovens, com no máximo três anos, para o tipo B, e quatro anos para o tipo R. As carcaças tipo 4, classificadas como tipo A, foram de animais que poderiam ser classificados como B ou R, mas não atingiram o grau de acabamento adequado para a categoria. Carcaças tipo 3 e 2, respectivamente S e I, foram provenientes de animais adultos, classificados como oito dentes. As carcaças tipo 1, classificadas como tipo L, foram aquelas carcaças com musculatura pouco desenvolvida, independente da idade do animal, de qualidade inferior.

O sistema de tipificação de carcaças mostrou-se extremamente confuso. Animais jovens, com até quatro dentes incisivos permanentes, que não possuíam peso mínimo para serem classificados como tipo B, foram rebaixados ao tipo R. Entretanto, para carcaças do tipo R, é exigido um peso mínimo de 220 Kg, superior ao tipo B, que exige 210 kg. Se houvesse mercado que exigisse carcaças somente tipo R, com objetivo de adquirir carcaças mais pesadas, com no mínimo 220 kg, o mesmo poderia estar recebendo carcaças com peso inferior a 210kg.

Carcaças de animais jovens, com acabamento 2, 3 e 4 e com conformação sub-retilínea, foram rebaixadas ao tipo R pois, neste tipo não é permitido este tipo de conformação. Neste trabalho, não foram demonstradas diferenças significativas entre conformações retilínea e sub-retilínea em relação ao peso de traseiro, marmorização e maciez, ou seja, nestas condições estariam sendo rebaixadas carcaças superiores a uma classificação inferior ao tipo B.

Carcaça de animais jovens e intermediários apresentando acabamento 1 ou 5, foram diretamente enquadradas no tipo A. Assim, não haveria motivo para a exigência de peso mínimo de carcaça conforme a portaria estabelece (BRASIL, 1989), em vista que a mesma rebaixa essas carcaças independentemente do peso.

As carcaças de animais adultos não deveriam ser tipificadas quanto ao acabamento pois não há restrição quanto a este critério, tendo em vista que o sistema abrange acabamento de 1 a 5. Por isso, as carcaças desses animais deveriam ser tipificadas somente quanto ao peso mínimo e quanto a sua conformação, se côncavo ou não, pois como ocorre com o acabamento, as carcaças de animais adultos, nos tipos S e I, abrangem conformações convexas, subconvexas, retilíneas e sub-retilíneas, e somente o tipo L caracteriza as carcaças côncavas.

Para Felício (1999b), a verdade é que o sistema atual se presta à seleção de carcaças do tipo B, para exportação dentro da cota Hilton e para programas de novilhos precoces. Ele funciona mais como um instrumento que se emprega para estimular os pecuaristas a produzir gado jovem, com acabamento, para o abate, não servindo como uma linguagem de comercialização. Segundo o autor, as carcaças que não se enquadram no tipo B nem chegam a ser tipificadas e parece que houve uma preocupação dos técnicos em interferir na produtividade da pecuária sem nenhuma preocupação quanto à demonstração científica de que haveria outro motivo para melhorar a remuneração dos produtores de carcaça

bovinas do tipo B que, como ocorreu no presente trabalho, foi heterogênea na qualidade da carne.

O sistema de avaliação de carcaças na sala de matança não considera a qualidade da carne pois esta só pode ser determinada na carne resfriada. A tipificação pode, no máximo, fornecer dados como peso, grau de acabamento, idade, mas não informa a respeito de pH, velocidade de resfriamento, cor, marmorização e, principalmente, maciez. Essas medidas, somadas às características quantitativas atualmente avaliadas, permitiriam melhor identificação de características qualitativas das carcaças e das carnes em relação à maciez e suculência.

Segundo Felício (1999b), a tipificação é, na realidade, um sistema que só serviria para passar ao produtor informações quanto às características do gado que está sendo procurado pelo frigorífico, sem benefícios ao consumidor.

O autor concluiu que são necessárias pesquisas para que se crie um sistema de classificação que funcione para os modelos frigoríficos brasileiros, para o gado aqui abatido e, principalmente, para o gosto do consumidor interno ou de qualquer outro país que tenha interesse em adquirir carne brasileira. Por outro lado, o sistema de tipificação apresenta aspectos positivos como a separação dos animais por categorias, como sexo e idade, embora os estabelecimentos o façam em função do mercado. Outro ponto importante, é a segregação de carcaças em função do acabamento pois, autores como Lockett et al. (1975), Felício et al. (1982), Muller (1987), May et al. (1992) e Shorthose (1996) afirmaram que o

acabamento tem importância nos processos pós-abate, como na velocidade de resfriamento de carcaças, e portanto na qualidade final do produto.

4.4.1 Teor de gordura intramuscular, espessura de gordura de cobertura e grau de marmorização

TABELA 18. Médias e erro padrão de espessura de gordura de cobertura, grau de marmorização e teor de gordura intramuscular em diferentes tipos de carcaças bovinas.

Tipificação	Sistema BRASIL	n	Espessura de gordura de cobertura (mm)	n	Marmorização (grau)	n	Gordura intramuscular (%)
1 e 2	L e I	8	2,87 ± 0,43	8	1,87 ± 0,39	7	3,42 ^{a,b} ± 0,51
3	S	15	3,00 ± 0,45	15	2,46 ± 0,23	15	4,62 ^b ± 0,49
4	A	8	2,37 ± 0,41	8	2,12 ± 0,12	8	3,02 ^{a,b} ± 0,35
5	R	11	3,00 ± 0,88	11	2,36 ± 0,24	11	2,81 ^a ± 0,35
6	B	4	4,37 ± 0,74	4	2,25 ± 0,25	4	3,07 ^{a,b} ± 0,19
Probabilidade		46	0,594	46	0,567	45	0,025

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa

Observando a Tabela 18, verifica-se que não houve diferença significativa entre os tipos de carcaças e o grau de marmorização e espessura de gordura de cobertura. Isto quer dizer que a tipificação não nos informa sobre o grau de marmorização e espessura de gordura de cobertura da carcaça bovina.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os diferentes tipos de carcaça e o conteúdo de gordura intramuscular. Houve diferença entre a

tipificação 3 e 5, demonstrando que animais pertencentes ao tipo S, apresentaram maior teor de gordura intramuscular. Estes se referem aqueles animais adultos que possuem peso mínimo adequado, senão seriam rebaixados ao tipo I.

4.4.2 Área de olho de lombo e peso do quarto traseiro

Como pode ser visto na Tabela 19, os tipos de carcaça não podem nos informar sobre o desenvolvimento das massas musculares, ou sobre a quantidade de carne na carcaça, visto que não houve diferença significativa entre a área de olho de lombo e os diferentes tipos de carcaça.

Carcaças tipificadas como 1 e 2 apresentaram peso de traseiro inferior e significativamente diferente de carcaças tipo 3, 4 e 5. Carcaças tipo 6 não diferiram significativamente dos outros tipos de carcaças. Isto demonstra que animais adultos, com peso inferior ao estabelecido pelo sistema de tipificação brasileiro de carcaças, juntamente com animais com pouco desenvolvimento muscular apresentam menor peso de traseiro.

TABELA 19. Médias e erro padrão da área de olho de lombo e peso do quarto traseiro conforme os tipos de carcaça bovina

Tipificação	Sistema BRASIL	n	Área de olho de lombo (cm ²)	Peso do quarto traseiro (kg)
1 e 2	L e I	8	51,68± 1,33	53,46 ^a ± 1,59
3	S	15	61,70± 2,17	63,90 ^b ± 2,42
4	A	8	58,00± 3,64	64,96 ^b ± 2,78
5	R	11	57,36± 2,60	64,52 ^b ± 2,36
6	B	4	58,50± 5,02	63,10 ^{a,b} ± 1,16
Probabilidade		46	0,132	0,021

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa

4.4.3 Maciez

Quanto à maciez, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tipos de carcaças e a força de cisalhamento (Tabela 20).

Carcaças bovinas de animais jovens, que se enquadraram no tipo 6, isto é, tipo B, cujas carcaças foram consideradas como as melhores segundo o sistema de tipificação brasileiro, não tem assegurada a maciez na carne.

TABELA 20. Médias e erro padrão da força de cisalhamento de bovinos com diferentes tipos de carcaça.

Tipificação	Sistema BRASIL	n	Força de cisalhamento
1 e 2	I e L	8	$6,95 \pm 0,47$
3	S	15	$5,77 \pm 0,41$
4	A	8	$6,15 \pm 0,37$
5	R	11	$5,81 \pm 0,37$
6	B	4	$6,48 \pm 0,48$
Probabilidade		46	0,138

4.5. Efeito das características de qualidade da carcaça e da carne sobre a maciez do contrafilé bovino

Alguns autores atribuem como causas de variação da maciez, o grau de acabamento da carcaça, o grau de marmorização e o teor de gordura intramuscular na carne. Por isso, resolveu-se investigar o efeito destas características na força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* bovino através da análise de variância em modelo de parcelas subdivididas (Apêndice 3).

Para estas análises foram utilizados somente bovinos machos castrados de diferentes idades.

4.5.1 Efeito do grau de acabamento da carcaça sobre a textura da carne

Não houve efeito do grau de acabamento da carcaça sobre a força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* em todos os dias de maturação, independentemente da idade do animal (P= 0,43).

4.5.2 Efeito da espessura de gordura de cobertura da carcaça sobre a maciez da carne

A espessura de gordura de cobertura não afetou a força de cisalhamento, e portanto, a maciez do contrafilé bovino em todos os dias observados, independente da idade do animal (P=0,92). Este resultado está de acordo com Johnson et al. (1990), que avaliaram a diferença na força de cisalhamento do contrafilé de bovinos Angus, Brahman e de seus cruzamentos, de mesma idade, classificados de acordo com quatro diferentes níveis de gordura subcutânea em menor que 0,9 cm; 1,0 a 1,15 cm; 1,27 a 1,40 cm; e maior que 1,50cm, respectivamente. Os autores concluíram que a espessura de gordura de cobertura não afetou a força de cisalhamento.

4.5.3 Efeito do grau de marmorização sobre a maciez da carne

O grau de marmorização não afetou a maciez em todos os dias de maturação observados, independentemente da idade do animal (P=0,61). Da

mesma forma, Cover (1959 apud BLUMER, 1963), e Vaz et al. (2002), não encontraram efeito da marmorização sobre a maciez do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos. Por outro lado, Tuma et al. (1962), trabalhando com fêmeas Hereford com idade entre um ano e meio e sete anos e meio, avaliaram o efeito do grau de marmorização leve e ligeiramente abundante sobre a maciez do contrafilé. Os autores obtiveram um efeito significativo do grau de marmorização sobre a força de cisalhamento do contrafilé bovino ($P < 0,05$). Carnes com maior grau de marmorização apresentaram valores médios inferiores para a força de cisalhamento.

4.5.4 Efeito do teor de gordura intramuscular sobre a maciez do contrafilé

No presente trabalho, a quantidade de gordura intramuscular não afetou a maciez em todos os dias observados, independentemente da idade do animal ($P = 0,38$).

Estes resultados indicaram que, talvez, a maciez dependa de outros fatores como a genética, o estresse animal, a velocidade de resfriamento da carcaça, o tempo de maturação *post mortem*, o método de cozimento, entre outros, como já foi afirmado por Koochmaraie et al. (1998).

4.6 Efeito da conformação da carcaça sobre a maciez

O efeito da conformação da carcaça sobre a maciez do contrafilé foi avaliada através da análise de variância em modelo de parcelas subdivididas

(Apêndice 11). Para esta análise, foram utilizados machos de diferentes idades e fêmeas adultas.

A conformação afetou significativamente a força de cisalhamento. A força de cisalhamento do contrafilé de carcaças com conformação tipo 1, isto é, côncava, foi igual a 7,21 kg/cm², superior à da carne de carcaças com conformação do tipo 2 e 3, igual a 6,16 kg/cm² e 5,66 kg/cm², respectivamente. Assim, carcaças bovinas côncavas (tipo 1) produziram carne mais dura do que carcaças retilíneas e sub-retilíneas (Tabela 21). A força de cisalhamento do contrafilé de carcaças retilíneas e sub-retilíneas não diferiram entre si. Talvez as carcaças com pouco desenvolvimento da musculatura tenham sintetizado menor quantidade de gordura intramuscular, e isto pode provocar o encurtamento dos sarcômeros.

TABELA 21. Força de cisalhamento de acordo com a conformação de carcaças

Conformação	Tipos de conformação	n	Força de cisalhamento (kg/cm ²)
1	Côncava	6	7,21 ^a ± 1,14
2	Sub-retilínea	23	6,16 ^b ± 1,44
3	Retilínea	17	5,66 ^b ± 1,20
Probabilidade			0,013

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa

4.7 Correlações entre as características de qualidade da carcaça e da carne bovina.

Nas análises de correlação (Tabela 22) foram utilizados tanto os bovinos machos castrados de diferentes idades quanto as fêmeas adultas.

Conforme visto na Tabela 22, o coeficiente de correlação encontrado entre o grau de marmorização e a porcentagem de gordura intramuscular foi igual a 0,49 ($P < 0,05$), demonstrando que quanto maior a porcentagem de gordura intramuscular, maior o grau de marmorização. Pode-se afirmar que a avaliação visual da quantidade de gordura intramuscular apresentou 49% de eficiência.

O valor de correlação encontrado foi inferior ao obtido por Costa et al. (2002) que, trabalhando com novilhos Aberdeen Angus de oito meses de idade, cujo teor médio de gordura intramuscular do contrafilé foi igual a 2,35%, comparado com graus de marmorização compreendidos entre leve e pequeno mais (valores de quatro a nove, em escala que varia de um a dezoito) obtiveram uma correlação de 0,42 ($P = 0,04$). Por outro lado, Dikeman et al. (1986) obtiveram um coeficiente de correlação igual a $r = 0,66$, superior ao encontrado neste trabalho.

Tuma et al. (1962), trabalhando com fêmeas Hereford, com idade variando de um ano e meio a sete anos e meio, alimentadas a vontade e recebendo o mesmo manejo, avaliaram a influência do grau de marmorização sobre as características da qualidade da carne. Os animais foram abatidos somente quando atingiam o grau de marmorização requerido para o experimento. Os autores correlacionaram o teor médio de gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi* com dois diferentes graus de marmorização, grau leve e ligeiramente abundante, encontrando valores iguais a 6,48% e 8,73%, respectivamente. Estes valores foram superiores ao encontrado no presente trabalho, que obteve média máxima de 5,43% para grau de marmorização quatro,

TABELA 22 - Coeficientes de correlações entre características da carcaça e da carne de machos castrados e fêmeas adultas

	Idade	CONF	Acabamento	PC	Tipificação	ALTC	EGC	PT	AOL	FC	PD	PCZ	MARM	Cor	GIM
CONF															
Acabamento		0,32													
PC		0,46	0,35												
Tipificação	-0,68	0,51	0,32	0,36											
ALTC				0,24	0,28										
EGC			0,26												
PT		0,453	0,31	0,98	0,37	0,27									
AOL	0,28	0,349		0,60			0,26	0,63							
FC		-0,32		-0,28				-0,28							
PD							0,27								
PCZ			-0,28			-0,25				0,35					
MARM		0,36		0,32				0,32	0,31	-0,27					
Cor													-0,25		
GIM	0,32													0,49	-0,3

Os coeficientes demonstrados foram todos significativos, a um nível de significância de 5%. Os resultados não

apresentados na tabela foram baixos e não significativos.

CONF- conformação; PC- peso de carcaça quente; ALTC- altura do cupim; EGC- espessura de gordura de cobertura; PT- peso do quarto traseiro;

AOL- área de olho de lombo; FC- força de cisalhamento; PD- perdas por descongelamento; PCZ- perdas por cozimento; MARM- marmorização;

GIM- gordura intramuscular

que representam um grau de marmorização moderado (Tabela 6). Talvez esta diferença seja resultado dos diferentes efeitos da raça e do manejo.

Não houve correlação entre teor de gordura intramuscular e força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos e fêmeas, concordado com os trabalhos de Rombsttom et al. (1945 apud BLUMER, 1963) e Vaz et al. (2002), que também não encontraram correlação entre estas características.

Já o coeficiente de correlação entre o grau de marmorização e a força de cisalhamento foi igual a $-0,27$. Através dos coeficientes de determinação (R^2) observamos que no máximo 7,29% da variação da maciez é explicado pelo grau de marmorização. Resultado semelhante foi encontrado por Lawrence et al. (2001), que encontraram uma correlação significativa ($p < 0,05$) entre grau de marmorização e força de cisalhamento aos quatorze dias após abate ($r = -0,31$). Os resultados do presente trabalho são semelhantes ao encontrado por Cover et al. (1958 apud TUMA et al., 1962), Wellington & Stouffer (1959 apud TUMA et al., 1962) e Alsmeyer et al. (1959 apud TUMA et al., 1962), para os quais o grau de marmorização e o teor de gordura intramuscular são responsáveis por no máximo 10% ou menos da variação da maciez no músculo *Longissimus dorsi*. Os resultados deste trabalho também concordam com as afirmações de Koohmaraie et al. (1998) para os quais o grau de marmorização é responsável, no máximo, por 15% da variação da maciez da carne bovina maturada.

Para Tuma et al. (1962) o grau de marmorização e o teor de gordura intramuscular são responsáveis no máximo por 10% ou menos da variação da maciez do músculo *Longissimus dorsi*.

O coeficiente de correlação encontrado entre o peso de carcaça e a peso do quarto traseiro foi igual a 0,98 ($P < 0,05$), demonstrando que quanto maior o peso da carcaça, maior o peso do traseiro da carcaça dos animais avaliados neste trabalho.

O coeficiente de correlação encontrado entre peso de carcaça e área de olho de lombo foi igual a 0,60 ($P < 0,05$) e o coeficiente de correlação encontrado entre peso do quarto traseiro e área de olho de lombo foi igual a 0,63 ($P < 0,05$). Isto demonstra que quanto maior o peso de carcaça quente e do quarto traseiro, maior a área de olho de lombo.

O coeficiente de correlação encontrado entre conformação e peso de carcaça foi igual a 0,46 ($P < 0,05$) e o coeficiente de correlação encontrado entre conformação e peso de traseiro foi igual a 0,45 ($P < 0,05$). Estas correlações sendo positivas, indicam que quanto maior o peso da carcaça e do quarto traseiro, maior o grau de conformação.

A idade e a tipificação de carcaças obtiveram um coeficiente de correlação igual a $-0,68$, significando que quanto menor a idade dos animais, maior a classificação que recebem para os tipos de carcaças. Isto indica que animais mais jovens tem suas carcaças tipificadas como as de melhor qualidade, confirmando que o sistema atual de tipificação brasileiro prioriza a maturidade como fator de qualidade da carcaça e da carne.

Os demais coeficientes de correlação foram muito baixos ou não significativos.

4.8 Análises de regressões entre características de qualidade da carcaça e da carne bovina

4.8.1 Teor de gordura intramuscular e grau de marmorização da carne

Em função da correlação entre os valores de porcentagem de gordura intramuscular e grau de marmorização, investigou-se o grau de correlação destas medidas através da análise de regressão. Inicialmente, a variável gordura intramuscular foi tratada como variável independente e o grau de marmorização como variável dependente. A análise de regressão mostrou uma relação linear significativa ($P=0,003$), indicando que, a um aumento da porcentagem de gordura intramuscular, correspondeu um aumento do grau de marmorização. Com base nestes resultados, a marmorização aumentou 0,23 graus para cada unidade de porcentagem de gordura intramuscular.

A equação $Y = 1,54 + 0,234 X$, foi significativa apesar de possuir um coeficiente de determinação baixo ($r^2=24,4$), ou seja, somente 24,4% da variação do grau de marmorização foi devido à variação do teor de gordura intramuscular (Figura 4). Tendo em vista que o grau de marmorização é uma avaliação subjetiva, o mesmo foi dependente da acuidade visual e assim, talvez, a falta de prática do observador tenha contribuído por este coeficiente de determinação baixo.

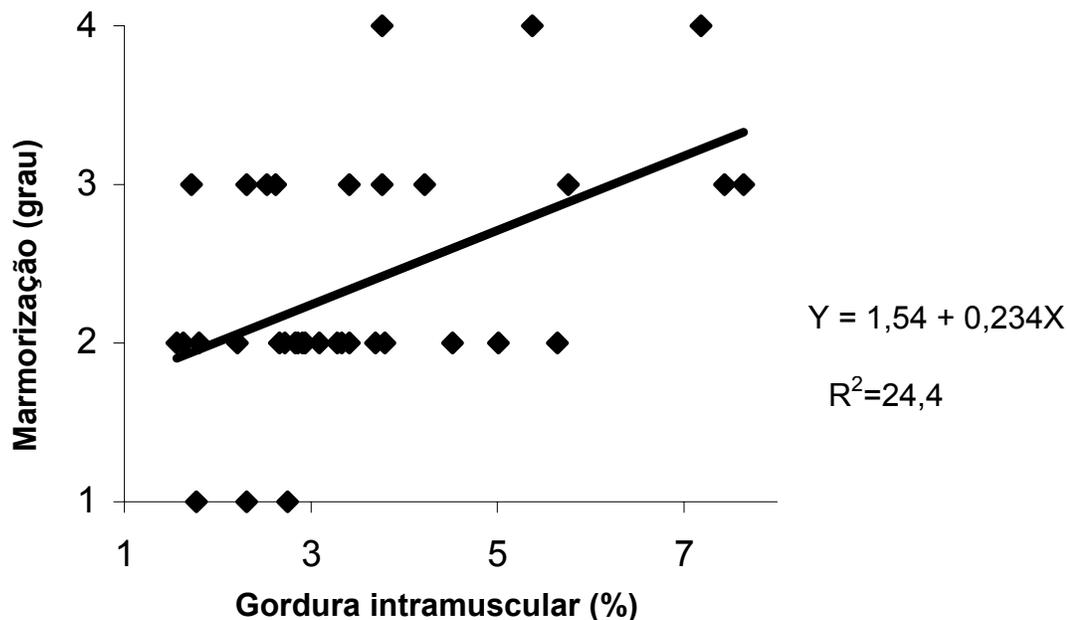


FIGURA 4. Relação entre grau de marmorização e gordura intramuscular do contrafilé de bovino machos castrados de diferentes idades e fêmeas adultas.

4.8.2 Inter-relações entre peso carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo

Em função da correlação entre os valores de peso de carcaça e peso de quarto traseiro, investigou-se o grau de correlação destas medidas através da análise de regressão. Ajustou-se estas correlações para as categorias de altura do cupim. Foram realizadas duas análises de regressão, a primeira, com os pesos de carcaça e de traseiro correspondentes a categoria 1, ou seja, com carcaças de bovinos com altura do cupim compreendidos de 0 a 5,9cm. A segunda análise foi

realizada com carcaças de animais de 6,0 até 10 cm de altura do cupim. Inicialmente, a variável peso de carcaça foi tratada como variável independente e o peso de traseiro como variável dependente. A primeira análise de regressão mostrou uma relação linear significativa ($P=0,0001$), através da equação $Y= 5,18 + 0,241 X$, cujo coeficiente de determinação foi alto, igual a 97,1, ou seja, 97,1% da variação do peso do traseiro foi devido à variação do peso da carcaça (Figura 5). Então, animais com altura do cupim menor ou igual a 5,9cm, o peso do traseiro aumentou 241 gramas para cada quilo de aumento do peso de carcaça bovina.

A segunda análise de regressão mostrou uma relação linear significativa ($P=0,0001$), através da equação $Y= 7,18 + 0,232 X$, cujo coeficiente de determinação foi alto, igual a 96,1, ou seja, 96,1% da variação do peso do traseiro foi devido à variação do peso da carcaça (Figura 6). Então, para animais com altura de cupim maior ou igual a 6,0 cm, o peso do traseiro aumentou 232 gramas para cada quilo de aumento do peso de carcaça bovina.

Para animais com maior altura do cupim, o peso do traseiro tem um menor aumento para cada quilo de aumento de peso de carcaça, em relação aos animais com menor altura do cupim. Para Restle et al., 2001c, animais com alguma porcentagem de sangue zebu possuem dianteiro mais pesado que as raças européias (Restle et al. 2001c).

Este resultado poderia ser usado como indicador de rendimento de cortes para comercialização, ou até mesmo, para pagamento ao produtor.

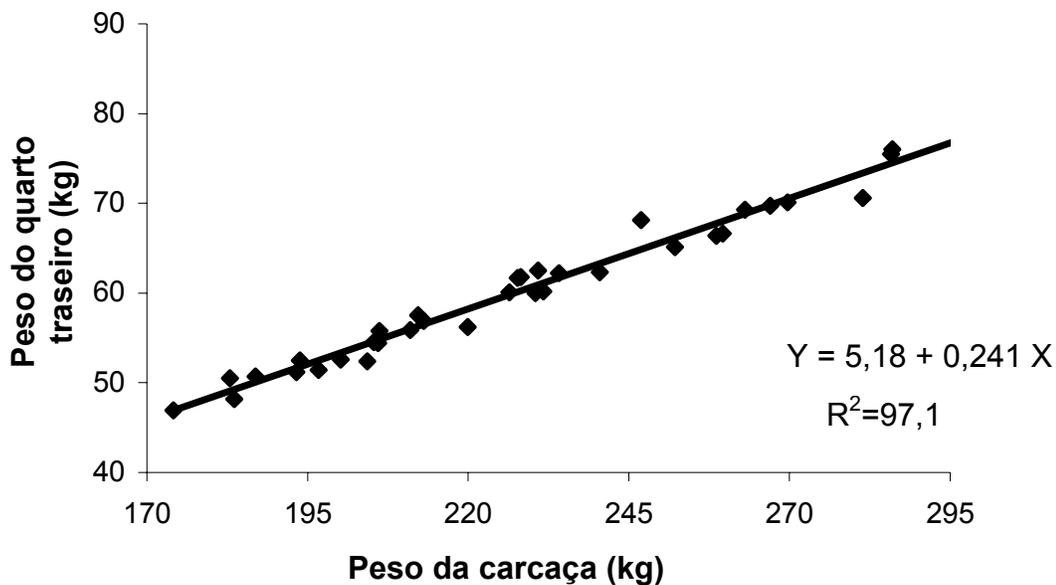


FIGURA 5. Relação entre peso do quarto traseiro e peso de carcaça de bovinos machos castrados de diferentes idades e fêmeas adultos correspondentes a categoria 1 de altura do cupim

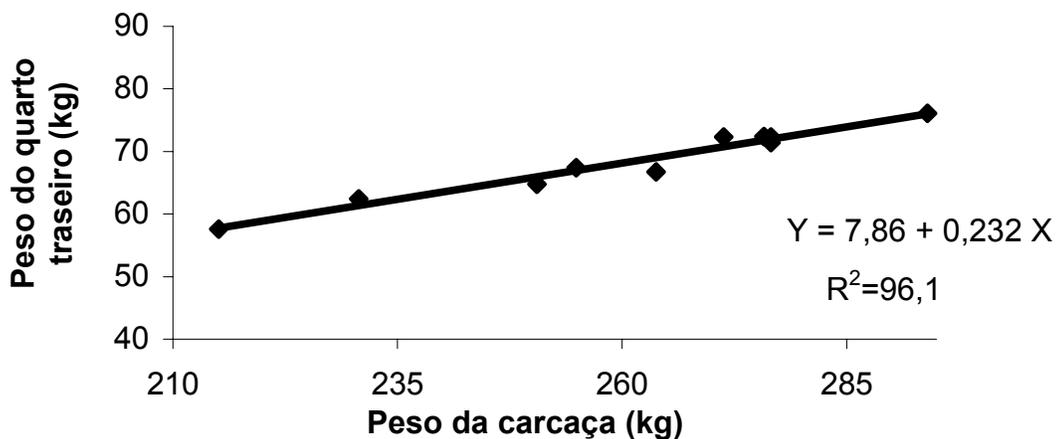


FIGURA 6. Relação entre peso do quarto traseiro e peso de carcaça de bovinos machos castrados de diferentes idades e fêmeas adultos correspondentes a categoria 2 de altura do cupim

Também investigou-se o grau de correlação entre as variáveis peso de carcaça e área de olho de lombo, através da análise de regressão. Inicialmente, a variável peso de carcaça foi tratada como variável independente e a variável área de olho de lombo como variável dependente. A análise de regressão mostrou uma relação linear significativa ($P=0,001$), através da equação $Y= 17,2 + 0,169 X$, cujo coeficiente de determinação igual a 36,1, foi baixo, ou seja, 36,1% da variação da área de olho de lombo foi devida à variação do peso da carcaça (Figura 7).

Este resultado indicou que a área de olho de lombo aumentou $0,17 \text{ cm}^2$ para cada quilo a mais no peso da carcaça dos bovinos avaliados.

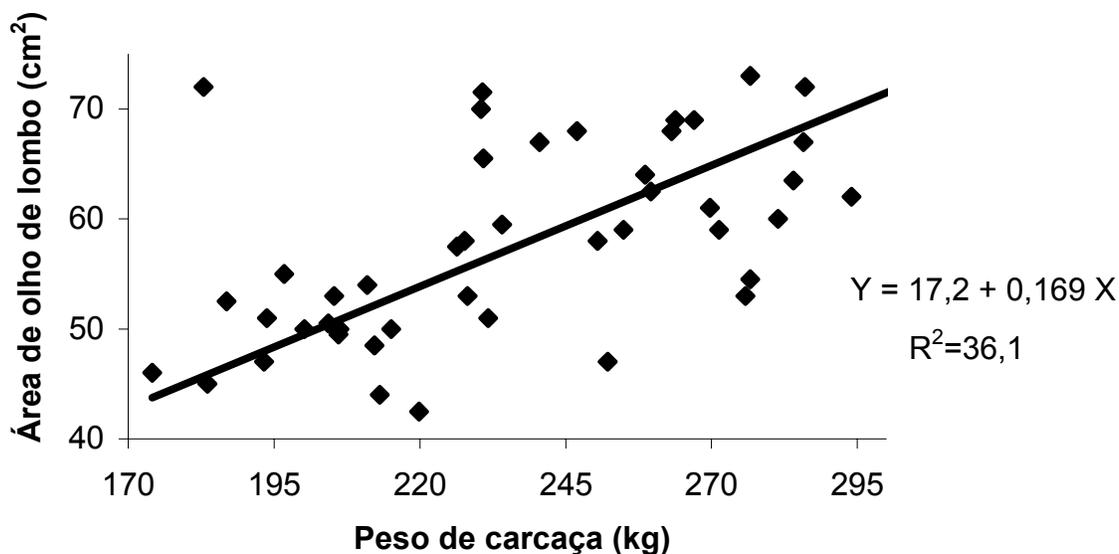


FIGURA 7. Relação entre área de olho de lombo e peso de carcaça de bovinos machos castrados de diferentes idades e fêmeas adultos.

Para a análise de regressão entre peso do quarto traseiro e área de olho de lombo da carcaça bovina, a variável peso do traseiro foi tratada como variável independente e a variável área de olho de lombo como variável dependente. A análise de regressão mostrou uma relação linear significativa ($P=0,001$), indicando que a um aumento de peso do traseiro aumenta a área de olho de lombo através da equação $Y= 12,1 + 0,721 X$, com coeficiente de determinação baixo ($r^2=40$), ou seja, 40% da variação da área de olho de lombo foi devida à variação do peso do quarto traseiro. Assim, a área de olho de lombo aumentou $0,72 \text{ cm}^2$ para cada quilo a mais no peso de traseiro (Figura 8). Isto poderia ser usado pelo frigorífico como indicador da musculosidade da carcaça. A área de lombo isoladamente, não apresenta uma correlação alta com a proporção de músculo na carcaça, mas utilizada em conjunto com outros parâmetros, como peso de carcaça e acabamento, auxilia na avaliação do grau de rendimento em cortes desossados da carcaça (Müller, 1987).

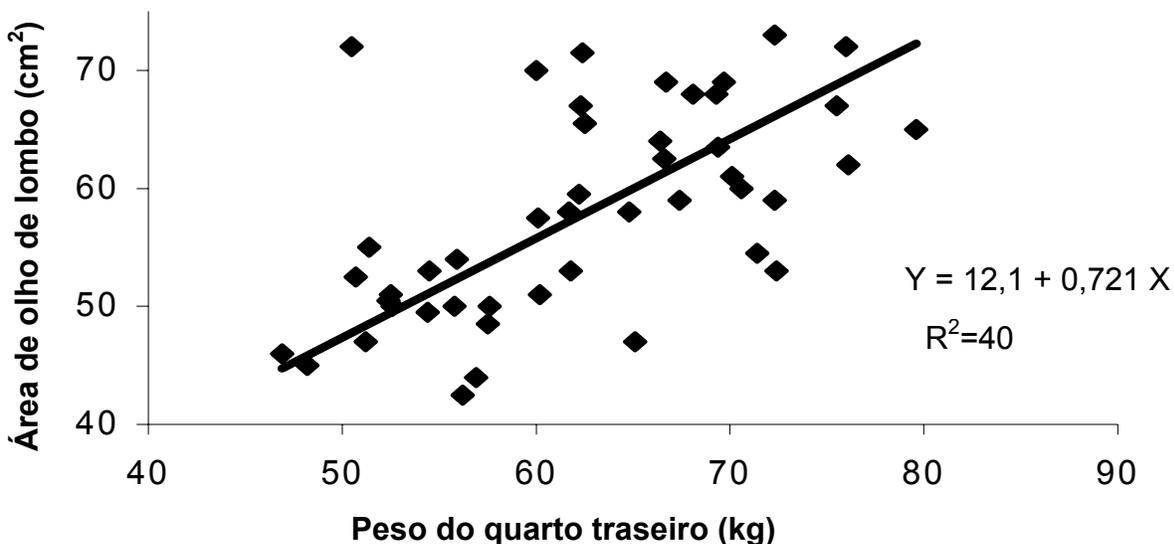


FIGURA 8. Relação entre área de olho de lombo e peso do quarto traseiro entre bovinos machos castrados e fêmeas adultas.

4.9 Efeito da conformação e sua relação com características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne de bovinos

Através da análise de variância, avaliou-se o efeito entre os diferentes tipos de conformação e o peso de carcaça, o peso do quarto traseiro e da área de olho de lombo do contrafilé (Apêndice 10). Nesta análise, foram incluídos tanto os machos de diferentes idades como as fêmeas adultas.

O tipo de conformação da carcaça bovina afetou significativamente o peso da carcaça e o peso do traseiro (Tabela 23). Carcaças com conformação tipos 1 e 3 ou carcaças côncavas e retilíneas, diferiram significativamente entre si. Carcaças retilíneas apresentaram pesos superiores às carcaças côncavas. Não houve diferença entre carcaças sub-retilínea das carcaças côncavas e retilíneas.

TABELA 23. Médias e erro padrão do peso de carcaça, peso do quarto traseiro e área de olho de lombo, conforme o grau de conformação de carcaças, de bovinos machos castrados de diferentes idades e de fêmeas adultas

Grau de conformação da carcaça	n	Tipos de conformação	Peso de carcaça (kg)	Peso do quarto traseiro (kg)	Área de olho de lombo (cm ²)
1	6	Côncava	204,83 ^a ± 5,73	54,73 ^a ± 1,71	52,83 ± 1,39
2	23	Sub-retilínea	235,99 ^{a,b} ± 7,21	61,28 ^{a,b} ± 1,75	56,69 ± 1,90
3	17	Retilínea	254,11 ^b ± 7,41	66,48 ^b ± 1,82	61,58 ± 2,00
Probabilidade			0,006	0,007	0,06

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença estatística significativa

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho conclui-se que os bovinos machos adultos apresentaram valores médios de características quantitativas de carcaças superiores aos animais mais jovens.

A carne de machos castrados adultos apresentou menor força de cisalhamento do que a de animais mais jovens em todos os dias de maturação.

Contrafilé de bovinos machos castrados de oito dentes apresentou maior teor de gordura intramuscular, maior grau de marmorização e maior perda de líquido por descongelamento.

Bovinos machos castrados de oito dentes apresentaram características quantitativas de carcaça superiores as fêmeas da mesma categoria.

O contrafilé de bovinos machos castrados de oito dentes foi mais macio em todos os dias de maturação do que as fêmeas.

O Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças Bovinas não indicou diferenças na qualidade do contrafilé.

Independentemente de idade e de sexo, o contrafilé bovino sofreu amaciamento progressivo durante o período de maturação.

No quinto dia de maturação, a força de cisalhamento da carne bovina, independentemente da idade e sexo, não alcançou o amaciamento desejado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALLEN, D. M.; HUNT, M. C.; KASTNER, C. L.; et al. Improving grass-fed beef quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v. 43, p. 236-240. 1976.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Argos, 2002. 400p.

BARCELLOS, M.D.; CALLEGARO, C. A. M. A importância da informação como indicador de qualidade: o caso da compra de carne bovina em Porto Alegre. In: ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 26, 2002, Salvador, Bahia. **Anais...**Salvador: ENANPAD, 2002a. p. 1-15.

BARCELLOS, M.D.; CALLEGARO, C. A. M. Entendendo o processo decisório de compra: como o consumidor pode contribuir para a coordenação da cadeia produtiva na carne bovina? In: ASSEMBLÉIA DO CONSELHO LATINO-AMERICANO DE ESCOLAS DE ADMINISTRAÇÃO, 37, 2002, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: CLADEA, 2002b. p. 1-10.

BATE-SMITH, E. C. **Journal Society Chemistry Industrial**, London, v. 67, p. 83-87, 1948.

BENDALL, J. R. Postmortem changes in muscle. In: Bourne, G. H. (Ed.). **The Structure and Function of Muscle**. New York: Academic Press, 1960. p.246-252. 3v.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M . **Nuevos Conceptos Sobre Desarrollo de Ganado Vacuno**. Acribia: Zaragoza, 1979. 297p.

BLISKA, F. M. M.; GONÇALVES, J. R. Cadeia Produtiva e qualidade da Carne Bovina no Brasil. In: Workshop Sobre Qualidade da carne e Melhoramento genético de bovinos de Corte, 1998, São carlos. **Anais...**São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1998. p.7-20.

BLIXT, Y.; BORCH, E.; Comparasion of shelf life of vacuum-packed pork and beef. **Meat Science**, Barking, GB, v. 60, p.371-378, 2002.

BLUMER, T. N. Relationship of marbling to the palatability of beef. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.22, p.771-778, 1963.

- BOAKYE, K.; MITTAL, G. S. Changes in colour of beef *m. longissimus dorsi* muscle during ageing. **Meat Science**, Barking, GB, v. 42, n.3, p.347-354, 1996.
- BOCCARD, R.; NAUDE, R. T.; CRONJE, D. E. et al. The influence of age, Sex and breed of cattle on their muscle characteristics. **Meat science**, Barking, GB, v.3, p.261-280, 1979.
- BOUTON, P. E.; FORD, A. L.; HARRIS, P. V. et al. 1978. Influence of animal age on the tenderness of beef muscle differences. **Meat Science**, Barking, GB, v.2, p.301-311, 1978.
- BRASIL. Portaria nº612, de 05 de outubro de 1989. Aprova o Sistema Nacional de tipificação de carcaças bovinas. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília. Disponível na internet. <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/legislaçao Bovino.htm> em 30 de nov. de 2002.
- BREIDENSTEIN, B. B.; COOPER, R. G.; CASSENS, R. G. et al. Influence of marbling and maturity on the palatability of beef muscle. I. Chemical and organoleptic considerations, **Journal of Animal Science**, Champaign, IL.,v.27, p.1532 -1541, 1968.
- BRISKEY, E. J.; KAUFFMAN, R. G. Quality characteristics of muscle as a food. In: PRICE, J. F & SCHWEIGERT, B. S. (Ed.). **The Science of Meat Products**. San Francisco: Freeman, 1971. p.367-401.
- BRUWER G. G.; NAUDER, R. T.; DUTOIT, M. M. et al. An evaluation of the lamb and mutton carcass grading system in the Republic of Sout Africa. The use fat measurements as predictors of carcass composition. Sout Africa. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL.,v.17, n.2, p. 85-89, 1987.
- CAÑEQUE,V.; SAÑUDO, C. **Metodologia para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. 255 p.
- CANHOS, D. A. L.; DIAS, E. L. **Tecnologia de Carne Bovina e Produtos Derivados**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciências e tecnologias, 1983, 440 p.
- CARPENTER, J. W.; PALMER, A. Z.; KIRK, W. G. et al. Slaughter and carcass characteristics of Brahman and Brahman-Shorthorn crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL.,v.20, p.336-340, 1961.

- CARPENTER, Z. L.; KAUFFMAN, R. G.; BRAY, R. W. et al. Interrelationships of muscle color and other pork quality traits. **Food Technology**, Champaign, v.115, p.1421-1431, 1965.
- CASTRO, F. G. H. Gordura da carne bovina e saúde humana. **Pecuária de corte**. São Paulo, n.91, p. 59-68, 1999.
- COATES, D. B.; PENNING, P. **Field and laboratory methods on grassland and animal production research**, Wageningen: L t' Mannetje, 2000. 464p.
- COSTA, E. C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n.1, p.417-428, 2002.
- CROSS, H.R; SCHANBACKER B. D.; CROUSE, J. D. Sex, age and breed related changes in bovine testosterone and intramuscular collagen. **Meat science**, Barking, GB, v.10, p.187-196, 1984.
- CROSS, H. R.; DURLAND, P. R.; SEIDEMAN, S. C. Sensory Qualities of Meat. In: BECHTEL, P. J. (Ed.). **Muscle as Food**. New York: Academic Press, 1986, p. 279-320.
- CROUSE, J. D.; SEIDEMAN; CUNDIFF, L. V. The effect of carcass electrical stimulation on meat obtained from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Journal Food Quality**, [S.l.], v.10, p.407, 1987.
- CROUSE, J. D.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M. et al. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.67, p. 2661-2668, 1989.
- CUNHA, B. C. N. **Tipificação e classificação de carcaças bovinas**. Disponível na internet.
http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp?area=17&id_artigo=3127 em 15 de dez. de 2002.
- DI MARCO, O. N. **Crecimiento y respuesta animal**. Balcarca: Asociación Argentina de Producción Animal, 1994. 129p.
- DIKEMAN, M. E.; REDDY, G. B.; ARTHAUD, V. H. et al. Longissimus muscle quality, palatability and connective tissue histological characteristics of Bulls and Steers fed different energy levels and slaughtered at four ages. **Journal of Animal science**, Champaign, IL.,v. 63, p.92-101, 1986.

- FAO. **Major Food and Agricultural commodities and Producers**. Disponível na Internet. <http://www.fao.org/es/ess/top/country.jsp> em 30 de julho de 2003.
- FELÍCIO, P. E.; ALLEN, D. M.; CORTE, O. O. Influência da maturidade da carcaça sobre a qualidade da carne de novilhos zebu. **Coletânea ITAL**, Campinas, v.12, p.137-149, 1982.
- FELÍCIO, P. E. Fatores Ante e Post Mortem que influenciam na qualidade da carne vermelha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p. 43-52.
- FELÍCIO, P. E. Carne de Touro jovem. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP SOBRE PRESERVAÇÃO E ACONDICIONAMENTO DE CARNE BOVINA IN NATURA. 1997, Campinas. **Anais...**Campinas: ITAL, 1997. P. 1-10.
- FELÍCIO, P. E. Avaliação da Qualidade da Carne Bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), 1998a. p. 92-99.
- FELÍCIO, P. E. Desdobramento da Qualidade da carne Bovina. **Higiene Alimentar**, Campinas, v.12, n. 54, p. 16-22, 1998b.
- FELÍCIO, P. E. Qualidade da Carne Bovina: Características Físicas e Organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999a.
- FELÍCIO, P. E. Perspectivas para a Tipificação de carcaça Bovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS DA CADEIA PRODUTIVA DA CARNE BOVINA, 1999, São Paulo. **Anais...**São Paulo: Simpocarne, 1999b.
- FERREIRA, A.B. H. **Novo Aurélio do século XXI: O Dicionário da Língua Portuguesa**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. 2128p.
- GASPERLIN, L.; ZLENDER, B.; ABRAM, V. Colour of normal and high pH beef heated to different temperatures as related to oxygenation. **Meat Science**, Barking, GB, v.54, p.391-398, 2000.
- GASPERLIN, L.; ZLENDER, B.; ABRAM, V. Colour of beef heated to different temperatures as related to meat ageing. **Meat Science**, Barking, GB, v.59, p.23-30, 2001.

- GERRARD, F. **Meat Technology**. 2 ed, London, 1956. 95p.
- GESSINK, G. H.; KOOLMESS, P. A.; VAN LAACK, H. L. J. M. et al. Determinants of Tenderisation in Beef *Longissimus dorsi* and *Triceps brachii* Muscles. **Meat science**, Barking, GB, v. 41, n.1, p.7-17, 1995.
- GIL, M. L.; SERRA, X.; PIEDRAFITA, J. et al. Fiber characterization of muscle *Longissimus thoracis* from Bruna dels Pirineus cattle breed. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44, 1998, Barcelona. **Proceeding...**Barcelona: ICOMST, 1998. p.704-706.
- GOLL, D. E.; ARAKANA, N.; STROMER, M. H. et al. Chemistry of Muscle Proteins as a Food. In: BRISKEY, E. J. **The Physiology and Biochemistry of Muscle as a Food**. Madison: University of Wisconsin Press, 1970. P. 355-380p.
- GRASSI, C.; MÜLLER, L. Efeito do manejo de vacas de descarte no desempenho e nas características da carcaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.8, p.1175-1181, 1991.
- GREASER, M. L. Conversion of Muscle to Meat. In: BECHTEL, P. J. **Muscle as Food**. New York: Academic Press, 1986. p. 37-102.
- HARPER, G. S.; PETHICK, D. The physiology of marbling: what is it, and why does it develop? In: Marbling Symposium. Disponível em: <<http://www.beef.crc.org.au.2001>>. Acesso em: dezembro de 2001
- HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; et al. **Principles of Meat Science**. 3rd.ed. Dubuque: Kendall/ Hunt, 1994. 354p.
- HONIKEL, K. O.; HAMID, A.; FISCHER, C.; HAMM, R. Influence os Postmortem Changes in Bovine Muscle on the Water-Holding Capacity of Beef. Postmortem Storage of Muscle at Various Temperatures between 0 and 30°C. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, p.23-25, 1981.
- HUFF-LONERGAN, E.; PARRISH Jr, F. C.; ROBSON, R. M. 1995. Effects of postmortem aging time, animal age, and sex on degradation of titin and nebulin in bovine *Longissimus* muscle. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.73, n.4, p.1064-1073, 1995.
- HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Postmortem protein degradation and calpastatin activity in top steaks from Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v. 75, n.1, p.176-185, 1997.

- JACOBS, J. A.; FIELD, R. A.; BOTKIN, M. P. et al. Effect o weight and castration on lamb carcass composition and quality. **Journal of Animal science**, Champaign, IL., v.35, p.926-930, 1972.
- JARDIM, W. R. **Bovinocultura**. 6 ed. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 525 p. : il.
- JOHNSON, D.D; HUFFMAN, R. D.; WILLIAMS, S. E. et al. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v.68, p.1980-1986, 1990.
- JUDGE, M. D.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C. et al. **Principles of Meat Science**. 2 ed. Dubuque, Kendall/Hunt. 1989. 351p.
- KAUFFMAN, R. B.; BREIDSNTEIN, B. C. Meat-animal composition and its measuraments in muscle foods. **Meat Poultry and Seafood Tecnology**. New York: Chapman and Hall, 1994.
- KOCH, R. M., DIKEMAN, M. E.; CROUSE , J. D. Characterization of biological types of cattle (cycle III.III. Carcass composition, quality and palatability. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.54, p.35-45, 1982.
- KOOHMARAIE, M.; SEIDMAN, J. E.; SCHOLLMAYER, T. R. et al. Factores associated with the tenderness of three bovine muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v.53, p.407-410, 1988.
- KOOHMARAIE, M. The role of Ca⁺² dependent proteinases (calpains) in post mortem proteolysis and meat tenderness. **Biochimie**, [S.l.], v.74, p. 239-245, 1992.
- KOOHMARAIE, M.. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, Barking, GB, v.36, p.93-104, 1994.
- KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. **Meat science**, Barking, GB, v. 43, p.193-201, 1996.
- KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L. A Base Biológica da Maciez da Carne Bovina e Abordagens Potenciais para seu Controle e Previsão. In: REPENSANDO A PECUÁRIA DE CORTE, 1998, São Paulo. **Anais...**São Paulo: Fundepec, 1998. p.94-118.

- LAWRENCE, T. E.; WHATLEY, J. D.; MONTGOMERY, T. H. et al. Influence of dental carcass maturity classification on carcass traits and tenderness of Longissimus steakz from commercially fed cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL.,v.79, p.2092-2096, 2001
- LAWRIE, R. A.; **Meat science**. 2. ed. Oxford: Pergamon, 1974. 419p.
- LOCKER, R. H.; HAGYARD, C. J. A cold Shortening effect in beef muscles. **Journal of science of Food and Agriculture**, London, v.14, p.787-793, 1963.
- LUCHIARI FILHO, A.; MATTOS, J. C. A. CASTILHOS, E. A. H. et al. Características de carcaça de fêmeas bovinas de descarte. **Zootecnia**, Nova Odessa, v.23, n.1, p.5-21, 1985.
- LUCKETT, R. L.; BIDNER, T. D.; ICAZA, E. A. et al. Tenderness studies in strightbred and crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.40, p.468-475, 1975.
- MAC DOUGALL, D.B. Changes in the color and opacity of meat. **Food Chemistry**, Barking, v.9(1/2), p.75-88, 1982.
- MAY, S. G.; MIES, W. L.; EDWARDS, J. W. et al. Beef carcass composition of slaughter cattle differing in frame size, muscle score, and external fatness. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.70, p.2431-2445, 1992.
- MILLER, R, K. Quality Characteristics Muscle Foods. In: KINSMAN, D. M.; ROTULA, A. W.; BREIDENSTEIN, B. C. **Muscle Foods**. New York-London: Chapman and Hall, 1994. p.296-332.
- MOLETTA, J. L. **Desempenho em confinamento e características de carcaça e da carne de diferentes grupos genéticos de bovídeos**. Santa Maria: UFSM, 1990. 109p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1990.
- MONTEIRO, M. E.; SHIMOKOMAKI, M. **Inter-relação da estrutura muscular e textura da carne**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 35p. (Circular Técnica,18)
- MORICOCCHI, L. Uma reflexão sobre a Indústria de carne bovina no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, v.25, n.11, novembro de 1995.

- MULLER, L.; ROBAINA, G. P.; Qualidade da carne de novilhos de raças brutânicas de idade cronológica diferentes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA., 18., 1981, Goiânia. **Anais...** Goiânia: sociedade brasileira de zootecnia, 1981. p. 391.
- MULLER, L.; BORGES, L. F. P.; PFAU, L. A.; Carcass and meat quality of Charolais and Zebu steers. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 28., 1982, Madri, Espanha. **Proceedings**, [S.L.:s. n.], 1982.
- MULLER, L.; GRASSI, C.; RESTLE, J. Comparação da qualidade da carcaça proveniente de novilhos e vacas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA., 21., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1984. 107p.
- MÜLLER, L.; **Normas para a avaliação e concurso de carcaça de novilhos**, 2 ed. Santa Maria: Departamento de Zootecnia _UFMS, 1987. 31p.
- MULLER, L.; AGUIRRE, L. F.; RESTLE, J. Parâmetros quantitativos em carcaças de bovinos submetidos a dois regimes alimentares durante o inverno. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...**Campinas: sociedade brasileira de zootecnia, 1990a, p.356.
- MULLER, L.; AGUIRRE, L. F.; RESTLE, J. Parâmetros qualitativos em carcaças de bovinos submetidos a dois regimes alimentares durante o inverno. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...**Campinas: sociedade brasileira de zootecnia, 1990b, p.355
- NORMAN, G. A.; Effect of breed and nutrition on the productive traits of beef cattle in southeast Brazil: Part 3- Meat quality. **Meat science**, Barking, GB, v.55, p.797, 1982.
- O' CONNOR, S. F.; TATUM, J. D.; WULF, D. M. et al. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.75, p.1822-1830, 1997.
- OWENS, F. N.; GILL, D. R.; SECRIST, D. S. Review of some aspects of growth and desenvolvimento de feedlot cattle. **Journal Animal Science**, Champaign, IL., v.73, n.10, p.3152-3172, 1995.
- PARK, G. B.; MOON, S. S.; KO, Y. D. et al. Influence of slaughter weight and Sex on yield and quality grades of Hanwoo (Korean native cattle) carcasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v. 80, p.129-136, 2002.

- PEACOCK, F. M., KOGER, M., PALMER A. Z. et al. additive breed and heterosis effects for individual and maternal influences on feedlot gain and carcass traits of Angus, Brahman, charolais and crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.55, p.797-803, 1982.
- PEROBELLI, Z. V.; RESTLE, J.; MULLER, L. Estudo das carcaças de vacas de descarte das raças Charolês e Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.3, p. 409-412, março 1995.
- PETHICK, D. W.; HARPER, G.; ODDY, H. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle. In: Marbling Symposium. Disponível em: <<http://www.beef.crc.org.au.2001>>. Acesso em: dezembro de 2001.
- PRINGLE, T. D.; WILLIAMS, S. E.; LAMB, B. S. et al. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL.,v. 75, p. 2955-2961, 1997.
- QUALI, A. Meat tenderisation: possible causes and mechanisms. A review. **Journal of Muscle Foods**, Champaign, p.129-165, 1990.
- RAMSEY, C. B.; COLE, J. W.; MEYER, B. H. et al. Effects of type and breed of British, Zebu and Dairy cattle on production, palatability and composition. II. Palatability differences and cooking losses as determined by Laboratory and family panels. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.22, p.1001-1008, 1961.
- RENERRE, M.; DUMONT, F.; GATELLIER, P. Antioxidant enzyme activities in beef in relation to oxidation of lipid and myoglobin. **Meat science**, Barking, GB, v.43, p.111-118, 1996.
- RESTLE, J.; GRASSI, C.; FEIJÓ, G. L. D. Evolução do peso de bovinos de corte inteiros ou castrados em diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.10, p.1631-1635, 1994.
- RESTLE, J.; KEPLIN, L. A. S.; VAZ, F. N. et al. Qualidade da carne de novilhos charolês confinados e abatidos com diferentes pesos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, n.3, p.463-466, 1996.
- RESTLE, J.; LUPATINI, G. C.; ROSO, C. et al. Eficiência e desempenho de bovinos de corte em pastagem cultivada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.2, p.397-404, 1998.

- RESTLE, J.; NEUMANN, M.; ALVES FILHO, D. C. et al. Terminação em confinamento de vacas e novilhas sob dietas com ou sem monensina sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1801-1812, 2001a.
- RESTLE, J.; VAZ, F. N.; ROSO, C. et al. Desempenho e características da carcaça de vacas de diferentes grupos genéticos em pastagem cultivada com suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1813-1823, 2001b.
- RESTLE, J., CERDÓTES, L., VAZ, F. N., BRONDANI, I. L. Características de carcaça e da carne de novilhas Charolês e $\frac{3}{4}$ Charolês $\frac{1}{4}$ Nelore, terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.1065-1075, 2001c.
- RILEY, R. R.; SMITH, G. C.; CROSS, H. R. et al. Chronological age and breed-type effects on carcass characteristics and palatability of bull beef. **Meat Science**, Barking, GB, v.17, p.187-198, 1986.
- 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. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.4, p.405 - 409, 1998.
- SAVELL, J. W.; CROSS, H. R. The role of fat in the palatability of beef, pork, and lamb. In: **Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace**. Washington: National Academy Press, 1988.
- SEIDMAN, S. C.; CROSS, H. R.; OLTJEN, R. R. et al. Utilization of the intact male for red meat production: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.44, n.4, p.826-840, 1982.
- SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M. F. et al. An evaluation of tenderness of longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.69, p. 171-177, 1991.
- SHERBECK, J. A.; TATUM, J. D.; FIELD, T. G. et al. Effect of Phenotypic Expression of Brahman Breeding on Marbling na Tenderness Traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.74, p.304-309, 1996.
- SHORTHOSE, W.; HARRIS, P. V. Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. **Journal of Food Science**, Chicago, v.5, n.1, p.1-14, 1990.

- SHORTHOSE, W. R. Factors affecting beef tenderness. In: SEMINÁRIO SOBRE AVANÇOS E PERSPECTIVAS EM TECNOLOGIA DE CARNES, 1996, Campinas. **Anais...**Campinas: CTC/ITAL, 1996. p. 71-85.
- SILVEIRA, A. C.; ARRIGONI, M. D. B.; OLIVEIRA, H. N. et al. Produção de novilhos super precoce. In: MATTOS, W. R. S., et al. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 284.
- SUMMERS, J. D. The effect of dietary energy and protein carcass composition with a note on method estimating carcass composition. **Poltry Science**, Champaign, v.44, p. 501-509, 1965.
- SWATLAND, H. J. **Structure and Development of Meat Animal**. New Jersey: Prentice-Hall, 1984. 436p.
- SZCZESNIAK, A. S. Sensory texture evaluation methodology. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 39., 1986, Chicago. **Proceedings**. Chicago, 1986. p.86
- TERRELL, R. N.; SUESS, G. G.; BRAY, R. W. Influence of Sex, live weight and anatomical location on bovine lipids. I Fatty acid composition of subcutaneous and intermuscular fat depots. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.28, p.449-453, 1969.
- TOWNSEND, M. R.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L. Características qualitativas das carcaças de novilhos e vacas terminadas em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. 361p.
- TOWNSEND, M. R. **Desempenho em confinamento de diferentes categorias animais e características de carcaças e da carne de novilhos e vacas**. Santa Maria: UFSM, 1991. 123p. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.
- TUMA, H. L.; HENRICKSON, R. L.; STEPHENS, D. F. et al. Influence of marbling and animal age on factors associated with beef quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.21, p.848-851, 1962.
- TUMA, H.; HENRICKSON, R. L.; ODELL, G. V. et al. Variation in the physical and chemical characteristics of the Longissimus dorsi muscle from animals differing in age. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.22, p.354-357, 1963.

- VAZ, F. N.; RESTLE, J. Produção de carne com qualidade. In: RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; PASCOAL, L. L. et al. (Eds) **Produção intensiva com qualidade em bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1998. p.104-119.
- VAZ, F. N. **Cruzamento alternado das raças Charolês e Nelore: características de carcaça e da carne de novilhos abatidos aos dois anos**. Santa Maria: UFSM, 1999. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Santa Maria, 1999.
- VAZ, F. N.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L. et al. Suplementação energética sobre a qualidade da carcaça e da carne de vacas de diferentes idade, terminadas em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. **Revista brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p. 173-182, 2002.
- WHEELER, T. L., CUNIFF, L. V.; KOCH, R. M. Effect of marbling degree on beef palatability in *Bos tauros* e *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.72, p.3145-3151, 1994.
- WHEELER, T. L., CUNIFF, L. V.; KOCH, R. M. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and longissimus palatability. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v. 74, n.5, p. 1023-1035, 1996.
- WHIPPLE, G., KOOHMARAIE, M., DIKEMAN, M. E. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos tauros* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal science**, Champaign, IL., v.68, n.9, p.2716-2728, 1990.
- WISMER PEDERSEN, J. W. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. **The Science of Meat and Meat products**. 2 ed. São Francisco: Freeman, 1971. p.177-207.
- WILSON, G. D.; BRAY, R. W.; PHILLIPS, P. H. The effect of age and grade on the collagen and elastin content of beef and veal. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.13, p.826-831,1954.
- ZEITHAML, V. A. Consumer perceptions of price, quality and value: a means-end model and synthesis of evidence. **Journal Of Marketing**, Chicago, v.52, p.2-22, 1998.
- ZINN, D. W.; GASKINS, C. T.; GANN, G. L. et al. Beef muscle tenderness as influenced by days on feed, Sex, maturity and anatomical location. **Journal of Animal Science**, Champaign, IL., v.31. p.307-309, 1970.

7. APÊNDICES

Apêndice 1. Relação dos dados obtidos

Animal	Dentes incisivos permanentes	Sexo	Conformação	Acabamento	Peso de carcaça quente (Kg)	Tipificação
1	8	M	3	2,5	284,0	3
2	8	M	2	2,5	281,4	3
3	8	M	3	2,0	246,9	3
4	8	M	3	2,0	204,3	2
5	8	M	3	2,0	263,8	3
6	8	M	3	2,0	240,5	3
7	8	M	3	2,0	267,0	3
8	8	M	3	2,5	271,3	3
9	8	M	2	2,0	254,9	3
10	8	M	3	2,5	304,5	3
11	8	M	2	2,0	269,7	3
12	6	M	2	2,5	258,6	5
13	6	M	3	2,0	285,8	5
14	6	M	2	2,0	259,6	5
15	6	M	1	1,5	212,2	1
16	6	M	1	2,0	196,7	1
17	6	M	3	2,0	276,6	5
18	6	M	2	1,5	263,1	4
19	6	M	2	1,5	286,0	4
20	4	M	3	2,0	250,5	6
21	4	M	3	2,5	230,7	6
22	4	M	3	2,0	206,2	5
23	4	M	2	2,0	206,0	5
24	4	M	3	1,5	294,0	4
25	2	M	3	2,0	226,4	6
26	2	M	2	2,5	276,6	5
27	2	M	2	1,5	230,9	4
28	2	M	2	2,0	234,1	5
29	2	M	2	2,5	211,0	5
30	2	M	3	1,5	215,1	4
31	2	M	2	2,0	213,1	5
32	2	M	2	1,5	228,2	4
33	2	M	2	1,5	231,7	4
34	2	M	2	1,5	219,9	4
35	3	M	2	3,0	275,8	5
36	3	M	3	2,5	252,2	6
37	8	F	2	2,0	230,5	3
38	8	F	1	2,0	205,3	1
39	8	F	1	1,5	186,9	1
40	8	F	1	1,5	200,2	1
41	8	F	2	2,0	174,1	2
42	8	F	2	2,0	193,8	3

Continuação

44	8	F	1	1,5	227,7	1
45	8	F	2	1,5	183,6	3
46	8	F	2	2,0	182,9	3

Animal	Altura de cupim (cm)	Espessura de gordura de cobertura (mm)	Peso do quarto traseiro (Kg)	Área de olho de lombo (cm²)	Matéria seca (%)
1	0,0	4,0	69,40	63,5	27,22
2	0,0	2,0	70,60	60,0	27,13
3	4,0	2,0	68,10	68,0	26,53
4	0,0	3,0	52,40	50,5	27,51
5	8,5	3,0	66,70	69,0	27,23
6	0,0	4,0	62,30	67,0	28,28
7	3,5	2,0	69,70	69,0	27,34
8	8,0	4,0	72,30	59,0	27,10
9	7,0	5,0	67,40	59,0	27,94
10	3,0	2,0	79,60	65,0	27,25
11	3,0	2,0	70,10	61,0	27,90
12	0,0	5,0	66,40	64,0	26,98
13	4,5	1,0	75,50	67,0	27,11
14	5,0	3,0	66,60	62,5	27,03
15	0,0	1,0	57,50	48,5	26,63
16	3,5	4,0	51,40	55,0	26,81
17	6,0	1,0	72,30	73,0	27,17
18	4,0	3,0	69,30	68,0	27,38
19	5,6	1,0	76,00	72,0	26,16
20	8,5	6,0	64,80	58,0	27,96
21	7,0	5,0	62,40	71,5	28,59
22	4,5	2,0	55,80	50,0	27,96
23	4,0	1,0	54,40	49,5	27,13
24	7,0	4,0	76,10	62,0	27,85
25	4,0	2,5	60,10	57,5	26,71
26	6,0	3,0	71,40	54,5	25,95
27	5,0	1,0	62,50	65,5	25,66
28	3,0	3,0	62,20	59,5	25,23
29	2,5	1,0	55,90	54,0	23,75
30	6,0	1,0	57,60	50,0	26,60
31	2,0	2,0	56,90	44,0	25,23
32	2,0	3,0	61,80	53,0	25,03
33	5,0	3,0	60,20	51,0	26,27
34	5,0	3,0	56,20	42,5	24,96
35	9,5	11,0	72,40	53,0	27,00
36	0,0	4,0	65,10	47,0	26,51
37	3,5	5,0	60,00	70,0	26,39
38	4,0	5,0	54,50	53,0	28,36
39	3,5	3,0	50,70	52,5	24,81
40	4,5	2,0	52,60	50,0	25,93
41	5,0	2,0	46,90	46,0	26,09
42	4,5	1,0	52,50	51,0	27,32
43	3,5	1,0	51,20	47,0	28,79
44	0,0	3,0	61,70	58,0	27,33
45	2,0	1,0	48,20	45,0	27,36
46	0,0	7,0	50,50	72,0	26,51

Animal	Força de cisalhamento (Kg/cm²) 1º dia	Força de cisalhamento (Kg/cm²) 5º dia	Força de cisalhamento (Kg/cm²) 10º dia
1	7,765	6,083	5,530
2	5,371	5,100	4,938
3	5,123	4,940	4,375
4	5,477	5,061	3,855
5	6,059	5,280	4,962
6	5,830	4,693	3,983
7	4,335	4,175	3,560
8	4,238	4,160	3,807
9	4,809	4,640	4,105
10	5,955	5,780	5,388
11	5,628	5,390	4,375
12	6,227	5,600	5,464
13	8,383	6,050	4,177
14	6,670	4,700	4,450
15	7,582	7,087	6,655
16	10,260	9,218	8,310
17	7,370	6,572	5,000
18	6,678	5,935	4,900
19	9,825	6,083	5,395
20	6,033	5,600	5,405
21	8,826	7,143	5,715
22	6,740	4,272	4,261
23	5,659	5,550	5,160
24	6,796	6,300	6,288
25	7,090	6,575	5,568
26	7,645	6,005	4,970
27	7,337	6,177	5,780
28	4,832	4,088	3,520
29	9,154	6,490	6,472
30	6,375	6,233	6,130
31	6,433	5,820	5,670
32	7,238	6,100	5,330
33	5,746	5,300	4,980
34	6,972	5,161	4,756
35	7,100	5,700	5,627
36	7,080	6,380	6,350
37	9,500	9,200	7,525
38	6,745	6,630	6,521
39	8,055	7,055	6,894
40	7,250	5,900	5,683
41	8,220	7,950	6,660
42	10,268	7,978	6,633
43	9,025	7,637	4,456
44	7,293	6,360	6,305
45	7,516	6,360	6,062
46	6,107	5,860	5,577

Animal	Perdas por descongelamento (%) 1º dia de maturação	Perdas por descongelamento (%) 5º dia de maturação
1	2,27	3,16
2	3,37	4,94
3	6,23	5,24
4	3,54	4,56
5	2,37	3,19
6	2,84	2,61
7	3,04	4,04
8	4,87	4,34
9	5,45	4,85
10	2,51	4,34
11	2,36	4,94
12	3,62	8,73
13	2,89	2,46
14	1,26	5,03
15	3,45	5,78
16	4,69	5,24
17	3,67	3,27
18	1,67	2,13
19	3,51	5,70
20	2,66	4,93
21	4,37	5,27
22	3,69	4,72
23	2,96	5,95
24	2,12	4,35
25	3,46	4,71
26	3,23	3,49
27	2,36	4,05
28	1,51	2,07
29	3,20	3,33
30	2,69	2,99
31	2,09	1,89
32	2,96	3,56
33	0,50	1,81
34	3,37	3,59
35	2,57	3,02
36	3,01	3,50
37	1,33	5,81
38	3,11	5,57
39	2,18	2,74
40	3,11	3,45
41	2,73	3,69
42	2,27	3,61
43	1,81	7,93
44	4,30	5,76
45	1,68	3,08
46	6,13	5,36

Animal	Perdas por descongelamento (%) 10º dia de maturação	Perdas por cozimento (%) 1º dia de maturação	Perdas por cozimento (%) 5º dia de maturação
1	5,19	34,61	34,73
2	5,53	36,64	38,02
3	3,67	38,14	37,23
4	4,83	33,63	36,29
5	3,75	31,78	35,40
6	3,29	35,20	35,57
7	3,11	36,17	36,43
8	3,08	28,03	31,02
9	2,51	35,18	35,48
10	5,01	32,76	33,28
11	4,88	35,76	32,45
12	2,93	38,25	35,68
13	2,76	34,56	35,72
14	1,94	35,86	36,26
15	2,84	35,33	34,69
16	2,80	37,21	36,82
17	3,17	38,16	37,23
18	2,06	36,41	36,99
19	3,90	37,86	37,82
20	5,90	33,76	34,19
21	4,30	38,43	35,07
22	5,58	38,92	45,21
23	5,15	34,79	33,32
24	4,26	36,30	36,65
25	6,47	38,74	38,98
26	4,44	36,81	37,45
27	2,67	39,09	38,05
28	0,98	29,44	33,88
29	5,90	35,12	35,04
30	3,54	37,79	35,98
31	3,52	36,57	35,24
32	2,33	35,96	37,63
33	1,53	32,35	32,04
34	1,25	30,55	33,64
35	1,05	30,14	29,88
36	3,07	33,24	34,34
37	1,99	37,46	37,08
38	3,36	35,03	36,39
39	3,20	35,54	36,36
40	1,57	36,93	37,62
41	3,78	32,46	36,68
42	3,63	35,97	39,06
43	2,44	38,33	43,47
44	4,56	38,74	37,42
45	2,98	38,82	36,84
46	3,50	36,81	37,63

Animal	Perdas por cozimento (%) 10º dia de maturação	Marmorização (grau)	Cor 1º dia	Cor 5º dia	Cor 10º dia
1	31,50	2	3,0	4,0	4,0
2	34,28	3	2,0	4,0	3,0
3	37,75	3	1,0	3,0	3,0
4	34,87	4	1,0	3,0	1,0
5	34,37	3	4,0	2,0	4,0
6	35,53	4	1,5	2,0	2,0
7	35,83	3	2,0	3,5	1,0
8	33,34	1	3,0	3,0	3,0
9	34,81	4	1,5	3,0	2,0
10	31,42	2	2,0	3,0	2,0
11	35,06	3	1,0	3,0	3,0
12	37,61	2	3,0	4,0	1,5
13	34,97	3	4,0	4,0	3,0
14	37,12	2	2,0	3,0	3,0
15	36,30	1	4,0	2,0	4,0
16	37,27	2	3,0	3,0	2,0
17	36,58	3	4,0	4,0	2,0
18	34,22	2	3,0	3,0	3,0
19	36,55	2	3,0	4,0	4,0
20	33,16	2	3,0	3,0	4,0
21	35,29	3	3,0	3,0	4,0
22	36,92	2	3,0	3,0	2,0
23	35,31	1	2,0	2,0	1,0
24	36,28	2	2,0	3,0	2,0
25	34,12	2	2,0	3,0	1,0
26	36,31	2	2,0	2,0	3,0
27	37,57	2	2,0	3,0	1,0
28	30,27	2	4,0	2,0	5,0
29	35,73	2	2,0	2,0	1,0
30	34,13	3	2,0	2,0	2,0
31	33,14	3	3,0	2,0	3,5
32	36,59	2	1,5	2,0	2,0
33	33,61	2	4,0	3,0	4,0
34	31,75	2	2,0	2,0	2,0
35	32,19	4	3,0	3,0	3,0
36	33,80	2	3,0	3,0	3,0
37	37,09	2	2,0	3,0	2,0
38	37,53	1	3,0	4,0	3,0
39	37,04	2	4,0	2,0	3,0
40	39,17	1	2,0	2,0	3,0
41	36,48	1	2,0	3,0	1,0
42	36,55	2	1,5	4,0	1,0
43	36,01	1	2,0	3,0	2,0
44	36,48	3	2,5	3,0	3,0
45	39,68	2	2,0	3,0	1,0
46	38,14	2	2,0	3,0	1,0

Animal	Gordura Intramuscular (%)
1	3,79
2	7,64
3	4,22
4	13,64
5	7,43
6	5,37
7	2,31
8	2,75
9	7,18
10	4,52
11	5,76
12	3,28
13	2,53
14	3,33
15	2,31
16	3,69
17	2,62
18	2,21
19	1,63
20	2,66
21	3,41
22	1,56
23	1,77
24	2,72
25	2,83
26	1,80
27	2,94
28	2,91
29	5,64
30	3,76
31	1,72
32	3,09
33	2,86
34	5,01
35	3,76
36	3,41
37	3,63
38	5,09
39	1,37
40	2,64
41	4,16
42	3,49
43	2,59
44	4,73
45	6,62
46	2,09

Apêndice 2.**RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA INFLUÊNCIA DA IDADE SOBRE CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DA CARÇA DE BOVINOS MACHOS CASTRADOS****Análise da variância para Peso de carcaça**

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Idade	2	2248	2,81	0,075
Resíduo	33	801		

Análise da variância para Peso do quarto traseiro

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Idade	2	111	2,22	0,125
Resíduo	33	50		

Análise da variância para Área de olho de lombo

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Idade	2	368,5	7,15	0,003
Resíduo	33	51,5		

Análise da variância para Espessura de Gordura de Cobertura

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Idade	2	1,04	0,54	0,590
Resíduo	32	1,94		

Análise da variância para Grau de Acabamento

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Idade	2	0,206	1,35	0,274
Resíduo	33	0,153		

Apêndice 3.

RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA INFLUÊNCIA DA IDADE SOBRE CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARÇA DE BOVINOS MACHOS CASTRADOS

Análise da variância para teor de gordura intramuscular

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Idade	2	18,25	11,02	0,0001
Resíduo	32	1,66		

Análise da variância para grau de marmorização

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Idade	2	2,126	3,79	0,033
Resíduo	33	0,561		

Análise de variância para maciez (parcelas subdivididas)

Fontes de variação	GL	QM	F	P
Animal (idade)	33	2,43	7,93	0,0001
Idade	2	18,14	7,45	0,0021
Dias de maturação	2	21,00	68,43	0,0001
Idade * dias de maturação	4	0,82	2,68	0,0391

Covariáveis:

	GL	QM	F	P
Acabamento	1	0,210	0,76	0,3884
Espessura de gordura de cobertura	1	0,069	0,01	0,9230
Gordura intramuscular	1	1,874	0,62	0,4362
Marmorização	1	0,377	0,26	0,613

Análise de variância para perdas por descongelamento (parcelas subdivididas)

Fontes de variação	GL	QM	F	P
Animal (idade)	33	2,404	2,05	0,0067
Idade	2	11,426	4,75	0,0154
Dias de maturação	2	9,122	7,77	0,0009
Idade * dias de maturação	4	1,768	1,51	0,2103

Análise de variância para perdas por cozimento (parcelas subdivididas)

Fontes de variação	GL	QM	F	P
Animal (idade)	33	12,667	5,71	0,0001
Idade	2	38,278	3,02	0,0624
Dias de maturação	2	5,494	2,48	0,0917
Idade * dias de maturação	4	0,724	0,33	0,8590

Análise de variância para cor (parcelas subdivididas)

Fontes de variação	GL	QM	F	P
Animal (idade)	33	1,179	2,03	0,0074
Idade	2	2,248	1,91	0,1646
Dias de maturação	2	1,157	1,99	0,1447
Idade * dias de maturação	4	1,398	2,41	0,0582

Apêndice 4.

RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA INFLUÊNCIA DO SEXO SOBRE CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DA CARÇAÇA DE BOVINOS ADULTOS MACHOS CASTRADOS E FÊMEAS ADULTOS

Análise da variância para Peso de carcaça

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Sexo	1	21956	41,42	0,0001
Resíduo	19	530		

Análise da variância para Peso do quarto traseiro

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Sexo	1	1206,2	35,30	0,0001
Resíduo	19	34,2		

Análise da variância para Área de olho de lombo

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Sexo	1	366,8	6,14	0,023
Resíduo	19	59,7		

Análise da variância para Espessura de Gordura de Cobertura

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Sexo	1	0,0	0,0	1,0
Resíduo	19	2,63		

Análise da variância para Grau de Acabamento

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Sexo	1	0,7636	11,74	0,003
Resíduo	19	0,0651		

Apêndice 5.

RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA INFLUÊNCIA DO SEXO SOBRE CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARCAÇA DE BOVINOS MACHOS E FÊMEAS ADULTOS

Análise da variância para grau de marmorização

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Sexo	1	7,658	11,18	0,003
Resíduo	19	0,685		

Análise da variância para Maciez (parcelas subdivididas)

Fontes de variação	GL	QM	F	P
Animal (Sexo)	19	1,944	5,96	0,0001
Sexo	1	70,257	36,13	0,0001
Dias de maturação	2	10,497	32,20	0,0001
Dias de maturação * sexo	2	0,653	2,01	0,1486

Análise da variância para perdas por descongelamento (parcelas subdivididas)

Fontes de variação	GL	QM	F	P
Animal (Sexo)	19	1,779	1,27	0,2559
Sexo	1	2,285	1,28	0,2713
Dias de maturação	2	8,598	6,16	0,0048
Dias de maturação * sexo	2	3,170	2,27	0,1172

Análise da variância para perdas por cozimento (parcelas subdivididas)

Fontes de variação	GL	QM	F	P
Animal (Sexo)	19	7,672	3,02	0,0018
Sexo	1	112,078	14,61	0,0012
Dias de maturação	2	5,116	2,02	0,1472
Dias de maturação * sexo	2	0,738	0,29	0,7491

Análise da variância para cor (parcelas subdivididas)

Fontes de variação	GL	QM	F	P
Animal (Sexo)	19	0,873	1,39	0,1908
Sexo	1	0,390	0,45	0,5119
Dias de maturação	2	4,336	6,89	0,0028
Dias de maturação * sexo	2	1,431	2,27	0,1167

Apêndice 6.

RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA INFLUÊNCIA DA ALTURA DE CUPIM SOBRE CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DA CARÇA DE BOVINOS MACHOS CASTRADOS E FÊMEAS ADULTOS

Análise da variância para área de olho de lombo

Fonte de variação	de	GL	QM	F	P
Altura do cupim	do	1	107,5	1,43	0,238
Resíduo		44	75,2		

Análise da variância para espessura de gordura de cobertura

Fonte de variação	de	GL	QM	F	P
Altura do cupim	do	1	21,96	6,60	0,014
Resíduo		44	3,32		

Apêndice 7.

RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA INFLUÊNCIA DA ALTURA DE CUPIM SOBRE CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARÇA DE BOVINOS MACHOS CASTRADOS E FÊMEAS ADULTOS

Análise da variância para grau de marmorização

Fonte de variação	de	GL	QM	F	P
Altura do cupim	do	1	2,464	3,82	0,057
Resíduo		44	0,646		

Análise da variância para teor de gordura intramuscular

Fonte de variação	de	GL	QM	F	P
Altura do cupim	do	1	0,71	0,28	0,603
Resíduo		43	2,58		

Análise da variância para Maciez (parcelas subdivididas)

Fontes de variação	GL	QM	F	P
Animal (altura de cupim)	44	3,924	10,33	0,0001
Altura de cupim	1	3,221	0,82	0,3698
Dias de maturação	2	17,666	46,52	0,0001
Dias de maturação * altura de cupim	2	0,243	0,64	0,5292

Apêndice 8.

RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA INFLUÊNCIA DA TIPIFICAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DA CARÇA DE BOVINOS MACHOS CASTRADOS E FÊMEAS ADULTAS

Análise da variância para Peso do quarto traseiro

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Tipificação	4	194,3	3,26	0,021
Resíduo	41	59,6		

Análise da variância para área de olho de lombo

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Tipificação	4	132,4	1,88	0,132
Resíduo	41	70,4		

Análise da variância para espessura de gordura de cobertura

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Tipificação	4	2,70	0,70	0,594
Resíduo	41	3,84		

Apêndice 9.

RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA INFLUÊNCIA DA TIPIFICAÇÃO SOBRE CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARÇA DE BOVINOS MACHOS CASTRADOS E FÊMEAS ADULTOS

Análise da variância para grau de marmorização

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Tipificação	4	0,523	0,74	0,567
Resíduo	41	0,702		

Análise da variância para teor de gordura intramuscular

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Tipificação	4	6,63	3,12	0,025
Resíduo	40	2,13		

Análise de variância para maciez (parcelas subdivididas)

Fontes de variação	GL	QM	F	P
Animal (tipificação)	41	3,636	9,52	0,0001
Tipificação	4	6,707	1,84	0,1388
Dias de maturação	2	23,874	62,48	0,0001
Tipificação * dias de maturação	8	0,321	0,84	0,5686

Apêndice 10.

RESULTADOS ESTATÍSTICOS SOBRE A INFLUÊNCIA DA CONFORMAÇÃO SOBRE CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DA CARÇA DE BOVINOS MACHOS CASTRADOS E FÊMEAS ADULTOS

Análise da variância para peso de carcaça

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Conformação	2	5776	5,88	0,006
Resíduo	43	983		

Análise da variância para peso de quarto traseiro

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Conformação	2	332,2	5,59	0,007
Resíduo	43	59,5		

Análise da variância para área de olho de lombo

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Conformação	2	209,1	3,00	0,06
Resíduo	43	69,7		

Apêndice 11.**RESULTADOS ESTATÍSTICOS PARA INFLUÊNCIA DA CONFORMAÇÃO SOBRE CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARÇA DE BOVINOS MACHOS CASTRADOS E FÊMEAS ADULTOS**

Análise de variância para maciez (parcelas subdivididas)

Fontes de variação	GL	QM	F	P
Animal (conformação)	43	3,347	8,83	0,0001
Conformação	2	15,980	4,77	0,0134
Dias de maturação	2	18,392	48,49	0,0001
Dias de maturação * conformação	4	0,321	0,85	0,4989