UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ANGÉLICA SIMONE CRAVO PEREIRA

**Características Qualitativas da Carcaça e da Carne das
Progênies de Touros Representativos da Raça Nelore (*Bos
indicus*) e de Diferentes Grupos Genéticos**

Pirassununga

2006

ANGÉLICA SIMONE CRAVO PEREIRA

**Características Qualitativas da Carcaça e da Carne das
Progênes de Touros Representativos da Raça Nelore
(*Bos indicus*) e de Diferentes Grupos Genéticos**

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Paulo José do Amaral Sobral

Pirassununga

2006

FICHA CATALOGRÁFICA

preparada pela

Biblioteca da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

P436c

Pereira, Angélica Simone Cravo

Características qualitativas da carcaça e da carne das progênes de touros representativos da raça Nelore e de diferentes grupos genéticos / Angélica Simone Cravo Pereira – Pirassununga, 2006. 115 f.

Tese (Doutorado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo.

Departamento de Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Paulo José do Amaral Sobral.

Unitermos: 1. *Bos indicus* 2. Linhagens 3. *Longissimus dorsi* 4. Maciez 5. Marmorização I. Título.

PARA OS DEUSES

*"Para os deuses as coisas são mais coisas.
Não mais longe eles vêem, mas mais claro
Na certa Natureza
E a contornada vida...
Não no vago que mal vêem
Orla misteriosamente os seres,
Mas nos detalhes claros
Estão seus olhos.
A Natureza é só uma superfície.
Na sua superfície ela é profunda
E tudo contém muito
Se os olhos bem olharem.
Aprende, pois, tu, das cristãs angústias,
Ó traidor à múltiplice presença
Dos deuses, a não teres
Véus nos olhos nem na alma".*

-Fernando Pessoa

“Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, se não tiver amor, sou como um bronze que soa, ou como um címbalo que tine. E ainda que eu tivesse o dom da profecia e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e tivesse toda a fé, até ao ponto de transportar montanhas, se não tivesse amor, não seria nada. E, ainda que distribuísse todos os meus bens para sustento dos pobres, e entregasse o meu corpo para ser queimado, se não tivesse amor, nada me aproveitaria.

O amor é paciente, é bondoso; o amor não é invejoso, não é arrogante, não se ensoberbece, não é ambicioso, não busca os seus próprios interesses, não se irrita, não guarda ressentimento pelo mal sofrido, não se alegra com a injustiça, mas regozija-se com a verdade; tudo desculpa, tudo crê, tudo espera, tudo suporta.”

- Carta de S. Paulo aos Coríntios

**Aos meus queridos pais Arlindo Pereira e
Emília Cravo Pereira e ao meu irmão Arlindo Pereira
Júnior**

**Por acreditarem em meus sonhos e me ajudar
a concretizá-los.**

"Feliz aquele a quem a verdade ensina, não por figuras e palavras que passam, mas como em si é".

- Roquete

Ao Mestre e Amigo Prof. Dr. Paulo Roberto

Leme

Pelos ensinamentos e amizade,

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador, *Prof. Dr. Paulo José do Amaral Sobral* pela confiança, amizade e conhecimentos compartilhados durante o mestrado e doutorado, a toda a sua família em especial a *Edneli*, sua esposa, pelo apoio e conselhos.

Ao mestre, *Prof. e amigo Dr. Albino Luchiari Filho* pelas contribuições para minha formação profissional e pessoal de cada dia.

Ao *Grupo OMB*, pelo financiamento deste trabalho, pois infelizmente ainda raras empresas investem, ou acreditam em pesquisa neste país.

Especialmente, ao *Prof. Dr. Roberto Sainz* e ao *Dr. Cláudio Magnabosco*, pelos dados fornecidos, confiança e apoio durante a fase experimental e descritiva deste trabalho.

A *Cia Açucareira Vale do Rosário*, funcionários e em especial à zootecnista amiga *Regina Margarido*, e a sua família, pelo suporte, conselhos e momentos agradáveis não somente durante o experimento.

Aos *funcionários do Frigorífico Bertin* pelo auxílio durante os abates dos animais.

A toda a *Família Félix dos Santos* que me acolheu como membro de sua família, obrigada por tudo!! Em especial ao *Rodrigo*, que faz meus dias mais felizes! Obrigada pela paciência e compreensão durante a fase final deste trabalho!

Ao amigo "Goiano" *Amaury*, pela colaboração e amizade, independente de onde esteja vou me lembrar das suas frases brilhantes e dos verdadeiros e eternos amigos como você.

Agradeço a *Camila Guedes*, companheira de trabalho e de moradia, acima de tudo, pela paciência, auxílio e conselhos durante a realização deste trabalho.

As "quase irmãs" *Márcia* (Foférrima) e a *Juliana* (Jú) que apesar de às vezes longe, muito presentes em minha vida.

Aos queridos *Laurinha*, e *Saulo* pela verdadeira amizade e conselhos.

Às queridas amigas do laboratório de Tecnologia de Alimentos *Ana Mônica* e *Rosemary* pelos anos de convivência e pelo apoio.

Ao colega *Fabiano Araújo* pela colaboração e competência neste trabalho.

Aos estagiários *Carlos Vion* (traveco) e *Sílvia Rossi* pela ajuda durante as análises: Torço por vocês!!

A *Andrea*, "Lua", ao *Eric* (Esalq), a *Eliane* pelo auxílio nas análises de MFI e ao *Rodrigo*, pelo auxílio nos abates.

As amigas *Gabriela* e *Júlia* pelos momentos de alegria que me proporcionaram.

Aos Professores Doutores *Evaldo Titto*, *José Bento Ferraz*, *Júlio Balieiro*, *Pedro de Felício*, *Carmem Contreras*, *Dante Lanna*, *Eduardo Delgado* e *Luís Artur Chardulo* pelas conversas e ensinamentos produtivos no decorrer desses anos.

Ao Prof. Dr. *Marcelo* (laboratório de Bioquímica) e ao Prof. Dr. *Flávio* (laboratório de Biologia Molecular) pelo fornecimento dos respectivos laboratórios para a realização das análises de MFI.

A *Tatiana*, *Luciane*, *Fernanda* (*Xeila*), *Isabele* (*Gauchinha*), *Liana* (Esalq), *Rodrigo de Almeida* (Esalq), *Arlindo* (*Minhoca*), *Domingos*, *Rosana*, *Fernandinho Schalch*, *Zé Henrique*, *Ivan*, *Fabiano* (*Grande camarão*), *Helena*, *Lígia*, *Sílvia*, *Soraia*, *Patrícia*, *Domingos* e outros colegas com quem tive o prazer de compartilhar especiais momentos de minha vida, os quais jamais esquecerei.

Ao "tio" e amigo Dr. *Carlos Henrique Schiefer*, pelo incentivo durante toda a minha vida profissional,

Agradeço imensamente a todos aqueles que constroem e se dedicam ou dedicaram à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, FZEA/USP, funcionários, alunos, professores, que de alguma forma, fazem ou fizeram parte de minha vida durante esses anos.

A CAPES pela bolsa institucional.

PEREIRA, A.S.C. **Características Qualitativas da Carcaça e da Carne das Progenies de Touros Representativos da Raça Nelore e de Diferentes Grupos Genéticos**. 2006. 115f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2006.

RESUMO:

Objetivou-se neste trabalho avaliar algumas características da carne de bovinos Nelore, analisando as diferenças entre as progenies (machos e fêmeas) de touros representativos das principais linhagens desta raça e comparar as progenies (machos e fêmeas) dos grupos genéticos Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus x Nelore e $\frac{1}{2}$ Brahman x Nelore. Quatorze touros, raça Nelore, dois Aberdeen Angus e um Brahman foram acasalados com 400 vacas comerciais da raça Nelore formando progenies de Nelore (NE), $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus x Nelore (AN) e $\frac{1}{2}$ Brahman x Nelore (BN). Os animais foram confinados por 127 dias, recebendo alto teor de concentrado. Foram abatidos 293 bovinos, determinados o pH e a temperatura das carcaças e avaliados o grau de acabamento das carcaças. Após 24 horas de resfriamento calculou-se o rendimento das carcaças (RC), a área de olho de lombo (AOL) a espessura de gordura subcutânea (EGS) e foi determinado o índice de marmorização no m. *Longissimus dorsi*. Retiraram-se duas amostras desse músculo, as quais foram maturadas por 14 dias para as análises de força de cisalhamento (FC), perda de água por exsudação (PAE), perdas ao cozimento (PAC) e índice de fragmentação miofibrilar (MFI). Houve interação entre sexos e grupos genéticos para as características de peso vivo final (PVF), rendimento de carcaça (RC) e área de olho de lombo (AOL). Houve diferenças entre sexos e grupos genéticos para o peso de carcaça quente (PCQ) e para a espessura de gordura subcutânea (EGS). A marmorização e a força de cisalhamento foram influenciadas pelos grupos genéticos. O pH, e a temperatura (1 hora pós-morte) não foram influenciados pelos sexos e grupos genéticos, assim como as perdas ao cozimento (PAC) e o índice de fragmentação miofibrilar (MFI). O sexo influenciou nas características de acabamento das carcaças, pH e temperatura (24 horas pós-morte) e nas perdas de água por exsudação (PAE). Quando analisadas as diferenças entre as progenies de touros representativos das principais linhagens da raça Nelore houve interação entre sexo e touros para o PVF, PCQ e EGS. Houve diferenças entre sexos e touros para as características de acabamento, RC, AOL e marmorização. Não foram detectadas diferenças entre sexos e entre touros para o pH e temperatura (1 hora pós-morte), PAC e maciez por meio da força de cisalhamento. O sexo influenciou o pH e a temperatura (24 horas pós-morte), assim como a PAE e o MFI do m. *Longissimus dorsi* maturado por 14 dias também foram influenciados. Constatou-se superioridade dos animais cruzados, em relação aos zebuínos puros, quanto a algumas características de qualidade da carne, com variação dentro da raça Nelore. Foram identificados touros, cujos filhos produziram carne com os melhores padrões de qualidade para o mercado mundial.

Palavras-chave: *Bos indicus*, Linhagens, *Longissimus dorsi*, Maciez, Marmorização .

PEREIRA, A.S.C. **Carcass and Meat Traits of Representative Sires of the Nellore Breed and of Difference Breed Groups.** 2006. 115f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2006.

ABSTRACT:

This work aimed to evaluate some meat characteristics of Nellore cattle. The differences among the progenies (males and females) of representative sires of the main lines of this breed and also of Nellore, ½ Angus ½ Nellore and ½ Brahman ½ Nellore genetic groups were analyzed. Fourteen Nellore, two Aberdeen Angus and one Brahman bull, were mated to 400 Nellore cows to obtain the Nellore, ½ Angus ½ Nellore and ½ Brahman ½ Nellore progenies. The animals were fed on feedlot during 127 days with high concentrate diets and after the slaughter of 293 animals the pH, temperature and classification of the carcass was performed. After 24 hours chilling the carcass dressing percentage, rib eye area, fat thickness and marbling index of the *Longissimus dorsi m.* were determined. Two samples of this muscle were collected and aged during 14 days for shear force, water loss, cooking loss and myofibrillar fragmentation index (MFI) determination. There was an interaction between sex and genetic groups for final live weight, carcass dressing percentage and rib eye area. There were differences between sex and genetic groups in carcass weight and fat thickness. Marbling and shear force were affected by genetic group. The pH and the temperature one hour after slaughter were not affected by sex and genetic group, as well as cooking loss and myofibrillar fragmentation index. Sex affected the finishing characteristics of the carcass, the pH and temperature 24 hours after slaughter and the water loss. Among the progeny of Nellore sires there was an interaction between sex and bull for final live weight, carcass weight and fat thickness. There were differences between sex and sires in the finishing characteristics, carcass dressing percentage, rib eye area and marbling. No differences were detected between sex and sires in pH and temperature one hour after slaughter, cooking loss and tenderness with Warner Bratzler Shear Force. Sex affected pH and temperature 24 hours after slaughter, as well as water loss and MFI of the *Longissimus dorsi m.* were affected. It was observed superiority of the crossbred steers in some meat quality characteristics, but also large variation inside the Nellore breed. The progeny of some Nellore sires produced meat with enough quality for the world market.

Keywords: *Bos indicus*, Lines, *Longissimus dorsi*, Tenderness, Marbling.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Touros, linhagens e número de progênies utilizados	44
Tabela 2 - Composição percentual e estimativa de nutrientes da dieta	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Padrões de marmorização USDA.	22
Figura 2 – Alterações na força de cisalhamento (kg) e no comprimento de sarcômero (μ) do m. <i>Longissimus dorsi</i> pós-morte.	31
Figura 3 – Valores médios do Peso final (kg), de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.	52
Figura 4 – Valores médios do Peso de Carcaça Quente (PCQ), (kg) das progênes de touros Angus, Brahman e Nelore.	54
Figura 5 – Valores médios de Rendimento de Carcaça (RC), (%) das progênes de touros Angus, Brahman e Nelore.	55
Figura 6 – Valores médios do Acabamento das Carcaças, de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.	57
Figura 7 – Valores médios da Área de Olho de Lombo (AOL) em cm ² , do m. <i>Longissimus dorsi</i> de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.	59
Figura 8 – Valores médios da Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) em mm, do m. <i>Longissimus dorsi</i> de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.....	60
Figura 9 – Valores médios do Índice de marmorização, de acordo com a USDA do m. <i>Longissimus dorsi</i> de filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.	63
Figura 10 – Valores médios de pH e Temperatura (°C), 24 horas pós-morte, entre a 12 ^a e 13 ^a costelas do m. <i>Longissimus dorsi</i> das progênes de touros Angus, Brahman e Nelore.	66
Figura 11 – Valores médios de Perdas de Água por Exsudação PAE (%), do m. <i>Longissimus dorsi</i> das progênes de touros Angus, Brahman e Nelore.	66
Figura 12 – Valores médios das Perdas de Peso ao Cozimento (PAC) do m. <i>Longissimus dorsi</i> de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.	68
Figura 13 – Valores médios da Força de Cisalhamento (FC), (kg) do m. <i>Longissimus dorsi</i> , maturado por 14 dias, de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.....	70

Figura 14 – Porcentagens, da Força de Cisalhamento >3,9 kg (FC), (kg) do m. <i>Longissimus dorsi</i> maturado por 14 dias, de filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.....	70
Figura 15 – Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI) do m. <i>Longissimus dorsi</i> maturado por 14 dias, de filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.	73
Figura 16 – Valores médios do Peso Vivo Final (kg) e Peso de Carcaça Quente (PCQ), de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>).....	76
Figura 17 - Valores médios do Rendimento de Carcaça (RC), em %, de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>).....	76
Figura 18 – Valores médios do Acabamento das Carcaças, de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>).....	77
Figura 19 – Valores médios da Área de Olho de Lombo (AOL) em cm ² do m. <i>Longissimus dorsi</i> de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>).	79
Figura 20 – Valores médios da Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) em mm, do m. <i>Longissimus dorsi</i> de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>)	79
Figura 21 - Valores médios do Índice de marmorização do m. <i>Longissimus dorsi</i> de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>). ...	81
Figura 22 – Grau de Qualidade para Choice (%) do m. <i>Longissimus dorsi</i> de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>).	82
Figura 23 – Valores médios de pH 1 e 24 horas pós-morte, entre a 12 ^a e 13 ^a costelas das carcaças de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>).....	84
Figura 24 – Valores médios de Temperatura (°C) 1 e 24 horas pós-morte, entre a 12 ^a e 13 ^a costelas das carcaças de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>).	84
Figura 25 – Valores médios de perda de Água por Exsudação (PAE), em %, e Perdas de Peso ao Cozimento (PAC) em %, do m. <i>Longissimus dorsi</i> de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>).....	85

Figura 26 – Valores médios da Força de Cisalhamento (FC), em kg, do m. <i>Longissimus dorsi</i> , maturado por 14 dias, de machos e fêmeas, representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>).	86
Figura 27 - Valores médios da Força de Cisalhamento >3,9 kg (FC), em kg, do m. <i>Longissimus dorsi</i> , maturado por 14 dias, de machos e fêmeas, filhos de representativos da raça Nelore (<i>Bos indicus</i>).....	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AN Progênies de Bovinos ½ Aberdeen Angus x Nelore

AOL Área de Olho de Lombo

BN Progênies de Bovinos ½ Brahman x Nelore

EGS Espessura de Gordura Subcutânea

FC Força de Cisalhamento

NE Progênies de Bovinos Nelore

MFI Índice de Fragmentação Miofibrilar

MSA Meat Standards Austrália

PAE Perda de Água por Exudação

PAC Perdas de peso por Cozimento

PCQ Peso de Carcaça Quente

PVF Peso Vivo Final

RC Rendimento de Carcaça

USDA United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	18
3. REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1. Qualidade da Carcaça e da Carne	19
3.1.1. Efeitos dos Fatores Bioquímicos na Carne Bovina	22
3.1.2. Efeito da Temperatura na Maciez da Carne	27
3.1.3. Maturação	29
3.2. Colágeno	32
3.3. Grupos Genéticos	34
3.4. Sexo	39
3.5. Plano Nutricional	40
4. MATERIAL E MÉTODOS	43
4.1. Animais e Dieta	43
4.2. Abate	46
4.3. Acabamento da Carcaça e Desossa	46
4.4. Características Físico-Químicas da Carne Maturada	48
4.4.1. Perdas de Água por Exudação (PAE)	48
4.4.2. Perdas de peso por Cozimento (PAC)	48
4.4.3. Maciez	48
4.4.4. Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI)	49
4.5. Análise Estatística	49
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5.1. Características Relacionadas aos Diferentes Grupos Genéticos	51
5.1.1. Características Quantitativas	51
5.2. Características Relacionadas às Progenies de Touros Representativos das Principais Linhagens da Raça Nelore (<i>Bos indicus</i>)	74
5.2.1. Características Quantitativas	74
5.2.2. Características Qualitativas	77
6. CONCLUSÕES	88
7. SUGESTÕES	89
8. REFERÊNCIAS	91

1. INTRODUÇÃO

Em um contexto mundial, a economia vem passando por grandes modificações, e com ela o perfil dos consumidores de carne, de modo geral, vem se alterando constantemente, principalmente no que se refere à exigência maior por produtos com melhor qualidade. Isso exige uma adaptação da cadeia produtiva para atender às expectativas do consumidor. Nesse cenário, o equilíbrio entre o genótipo, ambiente de produção e mercado torna-se fundamental para a eficiência e êxito do sistema de produção da carne bovina.

Na América do Sul, o crescimento anual nas exportações dos produtos cárneos permaneceu, em média, entre 20 e 40% desde 2003, com a região expandindo sua participação nas exportações nos mercados globais de carne bovina de 17% em 2000 para uma participação estimada em 43% em 2005 (ANUALPEC, 2005).

Detentor do maior rebanho comercial do mundo, com aproximadamente 190 milhões de bovinos, o Brasil foi em 2004, pelo segundo ano consecutivo, o maior exportador mundial em volume de carne, alcançando a marca de US\$ 2,457 bilhões e 1,954,4 mil toneladas de carnes em equivalente carcaça e deverá superar a marca de US\$ 3 bilhões em vendas externas em 2005 (ABIEC, 2005). Por outro lado, o crescimento das exportações de carne bovina, em relação à questão de segurança alimentar e sanitária, está sujeito à capacidade do país em controlar e erradicar a aftosa, fiscalização do controle sanitário e da movimentação de animais.

Em se tratando de preços, o Brasil exporta seus produtos ainda sem valor competitivo no mercado internacional de carnes, com preços muito baixos. Por quê? Um dos motivos mais consistentes inclui a falta de qualidade agregada ao produto carne bovina "in natura". Isto reflete diretamente no preço dos diferentes cortes normalmente comercializados, dependendo do nível de qualidade exigido pelos consumidores.

Neste contexto, o rebanho brasileiro constitui-se basicamente de animais zebuínos. Aproximadamente 70% do rebanho nacional é composto da raça Nelore e ainda há pouco conhecimento sobre o potencial da qualidade desta raça, ou da variabilidade genética dentro da própria raça.

Além disso, muitas pesquisas têm evidenciado diferenças na inconsistência da carne, associada especialmente à utilização de raças zebuínas, principalmente no que se refere à maciez. Porém, este termo depende da associação de diversos fatores, tais como, idade, genética, alimentação e período de maturação da carne.

A variabilidade da maciez da carne bovina talvez seja a questão mais importante, quando se menciona qualidade, pois consumidores consideram a maciez como um componente essencial para a qualidade da carne.

Dessa forma, faz-se necessário um estudo das relações existentes entre as características de carcaça e da carne de diferentes grupos genéticos e dentro da raça Nelore, a fim de um maior esclarecimento e maior controle das variações dos atributos de qualidade da carne.

A inclusão e seleção de animais com a finalidade de produzir carnes, com qualidade diferenciada, mais macia, resultarão em um aumento da produção e da concorrência no mercado internacional da carne, inclusive com preços mais competitivos.

Ainda, os frigoríficos poderão adquirir animais baseados nas diferenças qualitativas, principalmente no que se refere à maciez, oferecendo um preço diferenciado, com uma melhoria contínua do produto final, com melhor qualidade para a comercialização. Com isso, o consumidor adquire um produto diferenciado, permitindo que ele tenha um aumento permanente da satisfação.

2. OBJETIVOS

Objetivou-se neste trabalho:

- Avaliar algumas das principais características, ligadas aos atributos de qualidade da carne bovina na raça Nelore (*Bos indicus*) analisando as diferenças entre as progênies (machos e fêmeas) de touros representativos das principais linhagens desta raça.
- Comparar os grupos genéticos (machos e fêmeas) Nelore, ½ Angus x Nelore e ½ Brahman x Nelore, através da avaliação de características da carcaça e da carne desses grupos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Qualquer estratégia de marketing para aumentar o consumo de carne bovina no Brasil deverá ter seu início no entendimento do consumidor, na criação de uma imagem emocional do produto e na comunicação eficaz de suas qualidades numa seqüência de agregação de valor ao produto final, que deverá cumprir quatro condições básicas para iniciar uma campanha eficiente: segurança higiênico-sanitária, valor nutricional garantido, qualidade sensorial e o rastreamento do produto até a gôndola (PINEDA e ROCHA, 2002).

Os principais aspectos inseridos no conceito de qualidade de carne são: a aparência (cor do músculo e da gordura, quantidade e distribuição da gordura e quantidade de exsudato), características sensoriais (maciez, aroma, sabor, suculência), teor protéico, baixa densidade calórica, ausência de agentes patogênicos e resíduos químicos.

De acordo com Koohmaraie (2003), aproximadamente 46% das variações na maciez da carne são advindas da genética do animal, enquanto 54% das variações são influenciadas pelo efeito do ambiente, em pesquisas utilizando-se diferentes raças. Além disso, quando a análise é realizada dentro de uma mesma raça, a genética do animal explica 30% das variações para o atributo maciez, enquanto 70% dependem do fator ambiente.

Segundo uma revisão de Miller (2001), muito se tem discutido sobre os fatores que influenciam a qualidade da carne bovina, tais como, genética do animal, idade, sexo, sistema produtivo, composição dos tecidos, manuseio da carcaça antes e durante o processo de abate e da manipulação, processamento ou armazenamento da carne após o abate.

Do ponto de vista da cadeia da carne, os tecidos de maior importância na carcaça consistem o músculo, osso, e gordura (LUCHIARI FILHO, 2000).

Alguns fatores serão discutidos a seguir.

3.1. *Qualidade da Carcaça e da Carne*

Um dos critérios mais utilizados na seleção de grupos genéticos consiste no rápido crescimento dos tecidos ósseo, muscular e adiposo. (LUCHIARI FILHO, 2000). O mesmo autor relatou que a área de olho de lombo (AOL), avaliada entre a 12^a e 13^a costelas é utilizada como indicador de composição de carcaça. Esta

medida tem sido relacionada à musculosidade e como indicador de rendimento dos cortes de alto valor comercial, e tem correlação positiva com a porção comestível da carcaça.

Já em relação ao processo de deposição de gordura, Berg e Butterfield (1976) verificaram que este processo ocorre primeiramente no traseiro e dianteiro, avançando em direção a coluna vertebral e posteriormente para a porção inferior das costelas. Para uma eficiente cobertura de gordura na carcaça, esta deve ter uma espessura mínima de 2 a 3 mm e uma distribuição homogênea em toda a extensão da carcaça (LUCHIARI FILHO, 2000).

A avaliação da espessura de gordura subcutânea (EGS) no m. *Longissimus dorsi* consiste em um eficiente indicador de acabamento da carcaça (HEDRICK, 1983).

A variabilidade na distribuição da gordura e o seu conteúdo estão relacionados a fatores genéticos e ambientais e suas inter-relações. O maior objetivo na tentativa de influenciar a composição da carcaça seria tentar produzir uma alta proporção de músculo, associada a uma quantidade de gordura adequada e um mínimo de ossos (LUCHIARI FILHO, 2000). Entre as características da carcaça, a gordura é o tecido que maior variação apresenta entre as raças bovinas, resultando em altos níveis de heterose (GREGORY et al., 1994; KOGER, 1983; VAZ, 1999).

Segundo Menezes et al. (2005), a raça Nelore, quando comparada à raça Charolesa, expressou maior potencial para deposição de gordura.

Luchiari Filho (2000) e Wilson (1992) verificaram que a espessura de gordura subcutânea tem alta e positiva correlação com a porcentagem de gordura de recorte, mas negativa com a porcentagem de carne magra na carcaça.

No aspecto tecnológico da qualidade da carne, a gordura subcutânea presente na carcaça, atua como importante isolante térmico durante o processo de resfriamento da carcaça, minimizando ou evitando o encurtamento das fibras musculares pelo frio, que resulta no endurecimento da carne. Além disso, a falta de gordura de cobertura leva a uma perda de peso das carcaças (desidratação) e escurecimento da carne durante o resfriamento (FELÍCIO, 1993; BYRNEA et al., 2000).

Felício (1982) constatou que não houve diferença significativa entre três grupos de carcaças de diferentes maturidades, em relação à força de cisalhamento

ou avaliação sensorial do m. *Longissimus*, sendo possível que qualquer vantagem da utilização de grupos mais jovens tenha se perdido em decorrência da falta de acabamento das carcaças deste mesmo grupo.

O índice de marmorização, tem sido de grande interesse no setor da carne bovina, como indicador da gordura intramuscular (THOMPSON et al., 2004).

Durante o crescimento e desenvolvimento do animal é importante para a qualidade da carcaça a distribuição dos tecidos adiposos. O esqueleto se desenvolve antes da musculatura, com o acúmulo de gordura ocorrendo por último, sendo que os depósitos de gordura apresentam variações temporais. Portanto, os depósitos adiposos desenvolvem-se na ordem: perirenal e interna, intermuscular, subcutânea, e finalmente a gordura intramuscular (BERG e BUTTERFIELD, 1976).

A gordura intramuscular é a gordura depositada entre as fibras individuais de cada músculo. A avaliação da quantidade de gordura intramuscular consiste em um indicador da distribuição e desenvolvimento das partes, bem como da quantidade de marmorização (USDA, 1999) (Figura 1).

A deposição de gordura intramuscular (marmorização) é diretamente relacionada à palatabilidade e suculência da carne (STRONG, 2004; PLATER et al., 2003). Além disso, tem sido correlacionada com a textura, devido ao seu efeito de diluição do tecido conjuntivo (perimísio) (Mc CORMICK, 1994). Entretanto, pesquisas posteriores comprovaram que a presença de marmorização na carne tem pequena influência na maciez da carne, variando entre 10 ou menor que 15% (KOOHMARAIE, 2003). Por outro lado, pelo fato de ser extremamente importante no aspecto de palatabilidade (sabor e suculência) é muito utilizada como parâmetro de qualidade em diversos sistemas de classificação de carcaças, tornando-se um importante fator de qualidade (WHIPPLE et al., 1990).

Em uma revisão, Franke (1997) avaliou a raça Brahman e outras raças subtropicais adaptadas, a fim de determinar se essas raças poderiam ser utilizadas para melhorar as especificações exigidas pelo mercado, em relação ao grau de rendimento e maciez em alguns estados americanos. As raças Brangus, Santa Gertrudis, Boran, Nelore e Tuli tiveram vantagens sobre a raça Brahman, quando avaliada a marmorização da carne.

Figura 1 – Padrões de marmorização USDA.

3.1.1. Efeitos dos Fatores Bioquímicos na Carne Bovina

Nos últimos anos, a melhora da qualidade da carne tem sido enfatizada nos diferentes sistemas de produção animal. Porém, a qualidade final depende de propriedades organolépticas, que incluem aparência, cor, conteúdo de gordura, sabor, textura e maciez. Enquanto a cor e a presença de gordura são importantes e influenciam na compra realizada pelo consumidor, estudos indicam que o grau de maciez do músculo após o abate é um dos mais importantes fatores que contribuem significativamente para a qualidade da carne.

Apesar dos esforços na tentativa de padronizar as raças, cruzamentos, nutrição, transporte, e processos de abate, assegurando a produção de carnes mais macias, ainda há grandes dificuldades em se controlar todos os fatores que alteram toda a cadeia produtiva da carne e esse problema é considerado em escala mundial. Sabe-se, que a maciez envolve o processo de metabolismo muscular imediatamente

após o abate e é dependente da composição genética, do complemento protéico, do estado metabólico, e de fatores ambientais, tais como, estresse fisiológico, entre outros (KOOHMARAIE, 2003).

O período pós-morte, com a queda do glicogênio muscular, acúmulo de ácido láctico, declínio do pH, e *rigor mortis* podem influenciar a maciez final da carne, principalmente durante o processo de maturação. Contudo, o significado determinante do pH final, relaciona-se com a extensão da proteólise, nas fibras musculares (DARREL et al., 2003; BIDNER et al., 2002).

Pesquisadores têm apontado o sistema enzimático da família das calpaínas, como o principal fator responsável pela quebra de peptídeos após o *rigor mortis* (KOOHMARAIE, 1996). Por outro lado, há opiniões divididas sobre a isoforma da calpaína, muitos pesquisadores concordam que o maior fator que influencia o processo de resolução do rigor é a calpastatina, inibidora específica das calpaínas. Essa evidência ressalta o potencial de regulação do sistema, a fim de assegurar a maciez na qualidade dos produtos cárneos (KOOHMARAIE, 2003; MILLER, 2001; DIKEMAN, 1995).

Estudos têm sido desenvolvidos, evidenciando o sistema enzimático calpaínas e calpastatina como responsável pela maciez progressiva da carne após o abate do animal, confirmando as hipóteses estudadas, de que a carne é resultado de processos proteolíticos do período pós-morte em nível muscular. Nesse sentido, uma possível explicação estaria relacionada à carne de animais *Bos indicus*, pelo fato de apresentarem maior atividade de calpastatina (MARSH et al., 1988; CROUSE et al., 1989; WHIPPLE et al., 1990; WHEELER et al., 1990).

Pesquisas têm mostrado que à medida que a porcentagem das raças *Bos indicus* cresce, a maciez tende a decrescer e a variabilidade na maciez aumenta.

Tem sido documentado por diversos pesquisadores, que a carne de bovinos, associada à presença do genótipo *Bos indicus*, apresenta força de cisalhamento mais elevada, ou seja, menor maciez e maior variação entre seus valores (SHACKELFORD et al., 1995; CROUSE et al., 1989; KOCH et al., 1982; 1988). A causa da variação da maciez foi inicialmente atribuída ao tecido conjuntivo (Mc CORMICK, 1994). O mesmo autor afirmou que músculos com pouco tecido conjuntivo resultaram em carnes mais macias, em relação àqueles com menor teor

de tecido conjuntivo. Porém, somente o colágeno não foi suficiente para explicar a variabilidade da maciez em carnes bovinas.

De acordo com Davey e Gilbert (1969), citados por Rubensam (1999) a proteólise pós-morte torna as miofibrilas mais suscetíveis à fragmentação durante a mastigação. A facilidade de fragmentação das miofibrilas 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. A maior ou menor facilidade de fragmentação pode ser avaliada por método químico, denominado índice de fragmentação miofibrilar, que mede a intensidade com que as miofibrilas são rompidas durante o processo de trituração das mesmas, simulando a mastigação dos alimentos. Portanto consiste em um índice utilizado como uma forma de avaliar a maciez da carne.

Nesse sentido, o MFI consiste em uma análise importante, pois prediz 50% da variação da maciez em carnes maturadas, enquanto a solubilidade do colágeno é responsável por apenas 10% da variação da maciez nos músculos (CULLER et al., 1978).

Dessa forma, a resolução desses problemas como a inconsistente maciez da carne é um dos tópicos prioritários recentes na indústria da carne. Isso requer um amplo entendimento dos processos que alteram a maciez da carne e talvez, mais importante, a adoção de informações para os setores que envolvem a qualidade da carne.

Assim, é de extrema importância identificar os sistemas que atuam no processo de maciez da carne de bovinos.

Vários fatores têm sido relacionados ao processo de maciez da carne, entre eles, a maturação pós-morte, devido à degradação das estruturas protéicas miofibrilares, o sistema de proteases cálcio dependentes e aumento da resistência iônica no músculo (SHACKELFORD et al., 1996; WHEELER et al., 1990).

Durante o processo de amaciamento da carne, estudos relacionando o enfraquecimento e desaparecimento do disco Z de sarcômeros de músculos tratados com cálcio (Ca^{2+}) levaram à descoberta do sistema de calpaínas, segundo revisão realizada por Delgado (2001). Foi identificada e isolada uma protease ativada por (Ca^{2+}), removendo os discos Z e promovendo uma perda da periodicidade, entre os filamentos contrácteis do músculo (SHACKELFORD et al., 1996).

De acordo com revisão de Delgado (2001), uma das principais evidências, que apontam para as calpaínas, como reguladoras do processo de amaciamento, é o fato de não degradarem actina e miosina, que permanecem inalteradas, durante o processo de maturação da carne. Além disso, as calpaínas hidrolisam as proteínas em determinados pontos internos das moléculas, não sendo capazes de levar o processo de hidrólise até aminoácidos.

O sistema proteolítico das calpaínas consiste de 1) μ -calpaína (requer Ca^{2+} em quantidades micromolar para atividade); 2) m-calpaína (requer Ca^{2+} milimolar para a atividade); e 3) calpastatina (o inibidor endógeno das calpaínas). Pesquisas indicaram a enzima calpastatina, como a maior reguladora do sistema proteolítico das calpaínas no músculo pós-morte (DRANSFIELD, 1992). O decréscimo da maciez associado com raças *Bos indicus* parece estar altamente correlacionado com a atividade da calpastatina nas 24 horas pós-morte (SHACKELFORD et al., 1991).

Cundiff (1992) sugeriu que a seleção para baixas concentrações da atividade de calpastatina pode ser especialmente utilizada para melhorar a maciez da carne em bovinos *Bos indicus* e seus cruzamentos devido ao aumento da atividade de calpastatina e tendência para produzir carnes menos macias.

Pesquisas recentes demonstraram que a relação entre os níveis do sistema de calpaínas e as medidas estáticas de maciez podem ser confundidas por outros fatores que têm sido estudados que influenciam a maciez do músculo, tais como: pH final, comprimento do sarcômero e estrutura do tecido conjuntivo (SILVA, et al., 1999).

Pode-se considerar que há níveis intermediários de interações miosina-actina e que o amaciamento da carne, após a resolução do *rigor mortis*, seria provocado por enzimas proteolíticas do músculo, especificamente μ -calpaínas (GOLL et al., 1992). Assim, há uma hipótese de que as calpaínas são as responsáveis pela proteólise nos músculos após o abate.

Segundo Delgado (2001), a relação entre as calpaínas e a calpastatina tem uma característica interessante, já que a calpastatina parece atuar como enzima inibidora. Isto se deve ao fato da calpastatina ser degradada pela calpaína. Assim, em condições pós-morte, a degradação da calpastatina e a autólise da μ -calpaína, parecem decrescer, devido à maior quantidade de calpastatina "intacta" e sua

atividade inicial. Dessa forma, o nível inicial de calpastatina pode causar menores taxas de extensão no amaciamento da carne.

Portanto, a calpastatina teria ação regulatória na taxa de proteólise miofibrilar e hidrólise, controlando a atividade da μ -calpaína, sem cessar os efeitos da proteinase. Todavia, os valores elevados de inibição da atividade caseinolítica pela calpastatina, ultrapassam a atividade inicial das calpaínas, colocando em dúvida, a capacidade da calpaína de promover qualquer ação pós-morte. De acordo com Goll et al. (1992) e Delgado (2001) o quadro seria ainda mais complicado, considerando o fato do nível de cálcio necessário para promover a ligação calpastatina-calpaína ser inferior àquele, que promove a proteólise pelas calpaínas.

Portanto, na presença de calpastatina suficiente, com o aumento da concentração de cálcio e exposição do sítio das calpaínas, ocorreria primeiramente a inibição das proteinases, antes da possibilidade de ativação das proteólises (GOLL et al., 1992).

Ainda existem pontos a serem explorados, como a influência da atividade da calpaína ligada às miofibrilas no processo de maciez. Trabalhos realizados por Delgado et al. (2001) observaram que uma quantidade significativa (aproximadamente 40%) da μ -calpaína ligava-se às miofibrilas, de forma não extraída pelos métodos utilizados para a medição da atividade.

Dessa forma, esta calpaína, ligada às miofibrilas, seria uma explicação das diferenças ocorridas no processo de amaciamento, principalmente devido ao fato de sua atividade não ser completamente inibida pela calpastatina, direcionando para a possibilidade de uma localização diferenciada da calpaína e calpastatina (DELGADO 2001).

De acordo com Morton et al. (1999), a maciez final do m. *Longissimus dorsi* está relacionada com a capacidade inicial da calpastatina no músculo; com a taxa de autólise da μ -calpaína e com a taxa de declínio do pH. Ainda, segundo o mesmo autor, em trabalhos realizados com ovinos, a maciez no músculo foi inversamente proporcional aos níveis iniciais de calpastatina.

Embora o pH não tenha efeito direto na maciez da carne, com a elevação na primeira hora pós-morte, provoca uma queda mais vagarosa nos níveis de μ -calpaína e calpastatina. Thompson et al. (1996) relataram que existe, portanto, uma

relação direta entre a atividade da μ -calpaína e o pH, em que à medida que se reduziu o pH “in vitro” a atividade de μ -calpaína também foi reduzida.

As calpaínas também causam hidrólise das proteínas miofibrilares, resultando na desestabilização das miofibrilas durante o armazenamento pós-morte (DRANSFIELD, 1992). A calpastatina coexiste com as calpaínas em todas as células. A concentração de calpastatina varia entre as células e tecidos dos animais e nas diferentes espécies. Estudos conduzidos para determinar o efeito da estocagem pós-morte nas atividades dos componentes do sistema proteolítico das calpaínas têm indicado que enquanto a m-calpaína é altamente estável, há um declínio acentuado na atividade da μ -calpaína e da calpastatina (MORTON et al., 1999; VEISETH et al., 2001; KOOHMARAIE, 2003). Porém, esta diferença na atividade da calpastatina logo após o abate não foi observada por Shackelford et al. (1991).

Segundo pesquisas realizadas por Koohmaraie, (1996); Geesink, (2000) e Taylor (2003), a atividade da calpastatina tem sido medida após 24h pós-morte e tem sido implicada como causa das diferenças na maciez entre bovinos *Bos taurus* e *Bos indicus*. Além disso, a maciez e a atividade da calpastatina têm uma alta correlação genética.

Lusk et al. (2001), citados por Dikeman et al. (2005) constataram em avaliações que 72% dos consumidores americanos preferiam carnes mais macias e que 51% pagariam um adicional de \$4.06/kg por carnes mais macias. Daí a importância essencial desse atributo de qualidade para a indústria da carne bovina.

3.1.2. Efeito da Temperatura na Maciez da Carne

Sob o ponto de vista de sanidade, a carne deve ser resfriada logo após o abate. Porém, essa taxa de resfriamento é crítica, pois dependendo da temperatura em que a carcaça é submetida, pode acarretar redução na qualidade. Muitos pesquisadores têm sugerido que o resfriamento rápido da carcaça resulta em carne de qualidade superior. As baixas temperaturas, obtidas por resfriamento rápido, pode levar a uma considerável liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático, para as miofibrilas logo após o período pós-morte (VAN MOESEKE et al., 2001). A hipótese é que o suprimento de cálcio livre de forma antecipada, em adição com o pH elevado, poderia resultar em um aumento da ativação das calpaínas, portanto

uma intensa maciez seria produzida, superando a dureza causada pelo "cold shortening" (encurtamento pelo frio) (KOOHMARAIE et al., 1991; LAWRIE, 2005).

Muitos estudos indicam que a maciez da carne é negativamente afetada quando o músculo é submetido a temperaturas abaixo de 25°C. Isto está relacionado à rápida queda da atividade das calpaínas, em especial a μ -calpaína, que são instáveis, em condições pós-morte e em temperaturas elevadas. Além disso, há observações, de que, abaixo das condições ideais de pH, a calpaína autolisada perde esta atividade a 37°C, devido à instabilidade termodinâmica da enzima. Portanto, a ativação e a autólise da μ -calpaína relacionada com músculos com temperaturas elevadas altera negativamente a atividade desses músculos pós-morte. A hipótese sugere ainda, que há uma temperatura ideal no início do *rigor mortis* para a maciez (LAWRIE, 2005). Geesink et al. (2000) observaram maiores valores de temperatura na glicólise pós-morte, um aumento do cálcio intracelular suficiente para ativar a μ -calpaína, no estágio inicial de incubação. Além disso, a temperatura no início do rigor, em torno de 15°C, parece ideal, para maximizar a maciez, pois minimiza o encurtamento durante o rigor, além de não alterar os efeitos da proteólise pós-morte, durante o processo de armazenagem da carne (LAWRIE, 2005). Locker e HagYard (1963) verificaram que o encurtamento dos músculos foi mínimo a 15°C e um evidente encurtamento pelo calor foi encontrado em músculos submetidos à temperatura de 35°C. Entretanto, esses autores não observaram encurtamento pelo frio em músculos encubados a 5°C.

Por outro lado, Eilers et al. (1996) observaram que em geral, a mensuração da temperatura ainda não está claramente associada à maciez da carne. A única correlação significativa entre características de maciez e medida de temperatura foi observada no músculo *Gluteus medius*. A temperatura do m. *Longissimus*, 3 horas pós-morte, foi positivamente correlacionada com a força de cisalhamento do *Gluteus medius* e negativamente correlacionada com o painel sensorial do mesmo músculo.

Posteriormente, King et al. (2003) submeteram os músculos *Longissimus thoracis* e *Triceps brachii* (paleta) a um rápido congelamento, a fim de induzir o encurtamento pelo frio e observaram que esses músculos apresentaram maiores valores de força de cisalhamento, enquanto os músculos submetidos à maturação por 14 dias apresentaram menores valores, resultando em carnes mais macias.

Ainda, o cozimento lento dos bifes do m. *Tríceps brachii* e *Longissimus* resultou em carnes mais macias, que o processo rápido de cozimento.

Portanto, a temperatura atua de forma direta em todos os níveis do processo de qualidade da carne bovina, desde o armazenamento, até a conservação, distribuição e cozimento da carne.

3.1.3. Maturação

Definir e entender o que é qualidade degustativa da carne “eating quality” e a firmeza na obtenção dessa qualidade é um desafio comum de todo e qualquer sistema de produção de carne bovina. Sabe-se, porém, que a produção de carne deve estar associada a um produto que o consumidor aprecie, queira comprar e consumir. Além disso, que entusiasme o mesmo a adquiri-lo novamente. Contudo, em revisão realizada por Arima (2003) e Miller (2003), de forma geral, qualidade da carne bovina inclui aspectos como suculência, maciez e sabor. Além disso, esses fatores podem ser alterados ou ainda controlados utilizando-se alguns métodos, dentre eles a maturação.

De acordo com Judge et al. (1989), a maturação é um método de conservação, que consiste na estocagem de cortes cárneos, por um período de 15 a 21 dias, em temperatura acima do ponto de congelamento da carne, ou seja, ao redor de 0°C. A maturação consiste em um fenômeno complexo, que ocorre a partir da resolução cadavérica, prolongando-se durante as estocagens refrigeradas, envolvendo um conjunto enzimático, com destaque para a calpaína (cálcio dependente, responsável pelo amaciamento) e a calpastatina (inibidora da calpaína) (RUBENSAM et al., 1998, PEREIRA, 2002). Este processo pode ser influenciado por algumas variáveis, tais como, espécie e raça do animal, velocidade de glicólise, quantidade e solubilidade do colágeno, comprimento do sarcômero das miofibrilas, força iônica e degradação das proteínas miofibrilares (FELÍCIO, 1997).

O processo de maturação da carne consiste em algumas alterações naturais, que ocorrem durante o período pós-morte, em que a carne permanece armazenada, desde -1°C até temperaturas abaixo da desnaturação, cujo resultado é o desenvolvimento do amaciamento, sabor e aromas característicos desejáveis (ARIMA, 2003). Muitas pesquisas recentes demonstraram ainda, que a maturação da carne diminui a variabilidade na maciez, influenciando de forma ainda favorável no seu amaciamento (MÓNSON et al., 2005).

A carne fresca apresenta maciez variável; dependendo do músculo, podendo ser identificada como macia, intermediária, ou dura (RHEE et al., 2002).

O efeito da maturação no amaciamento do m. *Longissimus dorsi* (contrafilé) é de até 30% em bovinos e bubalinos (WHEELER et al., 1990). Entretanto, carnes já consideradas macias, poderiam não sofrer influência da maturação, mas carnes consideradas nos limites entre dura e macia, seriam consideradas na categoria macia, ao serem submetidas a este processo. Além disso, carnes que sofreram o efeito do “cold shortening” (encurtamento pelo frio) não amaciam ao maturar (RUBENSAM et al., 1998; WHEELER et al., 1990).

Em relação a alguns cortes específicos, Eilers et al. (1996) relataram diferença significativa entre a força de cisalhamento e o período de maturação por até 12 dias, com maciez aceitável, porém alguns cortes foram considerados muito macios, quando maturados por até 21 dias. Os autores concluíram que maiores períodos de maturação foram necessários para o corte da alcatra, em relação ao contrafilé. Esses autores sugeriram ainda, que o contrafilé deveria ser maturado, no mínimo, por 12 dias para assegurar uma maciez aceitável e períodos até 24 dias poderiam ser considerados benéficos, resultando em músculo com maciez superior.

Com relação à temperatura, quanto mais alta, mais rapidamente há manifestação dos efeitos da maturação sobre a carne, porém também é mais alto o risco de contaminação microbiológica. Portanto maior a probabilidade de deterioração da carne (ARIMA, 2003). Entretanto, a maior parte dos efeitos da maturação ocorre nos primeiros 10 a 14 dias pós-morte, em carne bovina (MILLER, 2001).

Pode-se, portanto, definir maturação comercial como um processo no qual a carne é submetida às condições controladas, embalada a vácuo e mantida em temperatura de -1°C a 2°C por 14 dias, aproximadamente (ARIMA, 2003).

O efeito raça na maciez da carne se observa principalmente em bovinos *Bos indicus* e *Bos taurus*. Segundo Wheeler et al. (1990), animais *Bos indicus* apresentam maior força de cisalhamento e maior variação entre seus valores. Além disso, à medida que aumenta a porcentagem das raças *Bos indicus* a maciez tende a decrescer e a variabilidade na maciez aumentar.

Entretanto, alguns pesquisadores ainda afirmam que a carne de animais *Bos indicus* é considerada dura devido ao menor conteúdo de gordura intramuscular e

maiores proporções de tecido conjuntivo na carne, em relação a animais *Bos taurus*. (WHEELER et al., 1990;; 1996). Wheeler et al. (1990) afirmaram que bovinos *Bos indicus* apresentaram maiores níveis de calpastatina menores níveis de m-calpaína, que seriam os principais responsáveis pelas diferenças na maciez entre novilhos Hereford e American Grey Brahman.

De fato, a maioria dos efeitos da maturação ocorre até os 14 dias pós-morte, em que a força de cisalhamento é reduzida (Figura 2). Enquanto uma maturação adicional resulta em melhoria continuada e seqüencial na maciez, o amaciamento máximo ocorre com 14 dias (MILLER, 2001). Nos EUA, o tempo médio de uma carne embalada no varejo é de 19 dias. O tempo de maturação variava de 3 a 90 dias em 1990, porém esse intervalo passou para 2 a 61 dias em 1998. Ainda, em média, o tempo de maturação da carne comercializada nos restaurantes era de 32 dias e variava de 5 a 7 dias, sendo 19,4% maturadas por menos que 14 dias. Concluiu-se ainda que as carnes foram maturadas o suficiente para reduzir a variabilidade na maciez e que carnes maturadas por períodos menores que 7 a 10 dias poderiam aumentar a variabilidade da maciez (MILLER, 2001).

Figura 2 – Alterações na força de cisalhamento (kg) e no comprimento de sarcômero (μ) do m. *Longissimus dorsi* pós-morte.

Fonte: Adaptado por Wheeler e Koohmaraie, 1994; citado por Koohmaraie, 2003.

Algumas alterações ocorrem durante o processo de maturação da carne. Para um melhor efeito do processo, é importante que ocorra acidificação adequada da

carne, ou seja, o pH final deve estar entre 5,4 e 5,8. De acordo com revisão realizada por Koohmaraie (2003), a maciez da carne é influenciada por diversos fatores:

- 1) Degradação miofibrilar (complexo actomiosina) e degradação das fibras colagênicas intramusculares (tecido conjuntivo intramuscular) conhecido como resolução do rigor;
- 2) Estado de contração da fibra;
- 3) Tipo e quantidade de ligações cruzadas do tecido conjuntivo;
- 4) Quantidade de gordura intramuscular.

Em trabalhos realizados por Monsón et al. (2003), com diferentes raças (Blond'Aquitaine, Holandês e Limousin) foram observadas as principais diferenças de maciez, à medida que se prolongaram os dias de maturação. Porém, a maior diferença ocorreu na primeira semana (40%) sugerindo que as mudanças nas estruturas miofibrilares foram as principais responsáveis por essa diferença durante o período. Ainda, o efeito maior da maturação nas raças foi observado até 14º dia. Durante esse período, a redução da dureza em bovinos da raça Blond'Aquitaine e Limousin foram de 96,7% e 62,8%, respectivamente.

Segundo revisão de Arima (2003), na carne bovina ainda há produção de compostos, que contribuem para o aroma da carne maturada. Destes, os fosfolipídeos do tecido intramuscular parecem ser a principal fonte dos componentes voláteis originados de lipídeos. Ainda, a degradação de peptídeos e aminoácidos e a liberação de íons sódio e cálcio do retículo sarcoplasmático eleva o pH, a capacidade de retenção de água e a condutibilidade elétrica da carne, resultando em maior suculência da carne maturada. As carnes maturadas grelhadas até o ponto (mal passado ao ponto, até 70°C interno), em particular, liberam exsudato mais rapidamente, quando do rompimento das fibras pelos dentes ao degustar, resultando em carnes mais suculentas.

3.2. Colágeno

O tecido conjuntivo intramuscular atua como parte significativa na determinação da textura da carne e a estabilidade mecânica aumenta progressivamente com o crescimento do animal. No tecido conjuntivo típico, os

elementos de maior importância para a ciência da carne consistem na presença de colágeno, do tropocolágeno e da elastina, responsáveis pela variação da maciez da carne (Mc CORMICK 1994; LUCHIARI FILHO, 2000). De acordo com os mesmos autores, o colágeno é a proteína presente em maior quantidade no organismo animal e o elemento mais fibroso do tecido conjuntivo. As fibras de colágeno podem ser encontradas na pele, ossos, tendões e paredes arteriais, assim como no epimísio, perimísio e endomísio dos tecidos musculares dos mamíferos.

Alguns autores observaram, que componentes específicos do tecido conjuntivo, incluindo a função do perimísio (septos, que recobrem pequenos feixes de fibras) na maciez da carne. O tecido conjuntivo é distribuído através do sistema esquelético do músculo e atua a fim de manter a integridade do sistema, ou de cada músculo, completando a função, como um sistema locomotor ativo. Embora, o mesmo seja composto de colágeno, elastina, proteoglicanas e proteínas estruturais (fibronectina, laminina, etc) a fibra do colágeno é um importante fator para o desenvolvimento da maciez da carne (NAKAMURA et al., 2003).

De acordo com Nishimura et al. (1999), mudanças estruturais no tecido conjuntivo intramuscular do m. *Longissimus*, no início do período de engorda de bovinos são similares àquelas do m. *Semitendinosus*. Essas mudanças a respeito da resistência do tecido conjuntivo podem contribuir para o aumento da dureza no m. *Longissimus* de animais com idade até 20 meses e 32 meses para o m. *Semitendinosus*. Além disso, esses autores relataram que a resistência mecânica do m. *Semitendinosus* aumentou à medida que aumentou também o período de engorda em que bovinos foram submetidos. Porém, o conteúdo de colágeno total no músculo não aumentou. Por outro lado, no m. *Longissimus* a resistência mecânica do músculo cru e cozido aumentou, no início período de engorda de animais com idade superior a 20 meses, entretanto, o conteúdo de colágeno diminuiu neste período. Isso poderia sugerir que alterações na quantidade de colágeno total, relacionada à idade do animal, não contribuem diretamente para a maciez da carne. Todavia, a diminuição da quantidade de colágeno no músculo em animais, após 20 meses de idade, poderia influenciar a maciez desses músculos (NISHIMURA et al., 1995).

Alvarez e Santos (2001) não encontraram diferenças significativas ao estudarem bovinos da raça Nelore de diferentes idades ao abate (18 a 24 meses e

36 a 42 meses). Contudo, animais mais jovens tiveram menores porcentagens de hidroxiprolina e colágeno.

A quantidade de colágeno intramuscular varia entre os músculos, como descrito anteriormente. Ainda, o volume, a química e a arquitetura da quantidade de colágeno são alterados com o avanço da idade (NAKAMURA et al., 2003). A existência de pontes intermoleculares torna as fibras de colágeno com maior estabilidade em maior número e inextensibilidade. Entretanto, à medida que o animal envelhece essas ligações tornam-se mais estáveis, insolúveis, portanto dificilmente rompidas, resultando em menor maciez da carne. Segundo Nakamura et al. (2003), o tecido adiposo ocupa o espaço interior do perimísio, como um grupo de grandes células globais (150-200 mm de diâmetro). Palka (2003) observou um aumento na quantidade de colágeno solúvel em bifes assados a 80°C. Em contrapartida, houve menores perdas no cozimento em carnes maturadas por 12 dias e a seguir assadas, em relação àquelas maturadas apenas por 5 dias e submetidas ao mesmo procedimento.

3.3. Grupos Genéticos

A produção de carne bovina pode ser considerada como resultado da utilização dos recursos genéticos (raças, tipos, etc) e ambientais (solo, clima, etc) disponíveis em uma região ou país, das possíveis interações entre eles e da prática de manejo adotadas. Há várias maneiras de se combinar elementos dos dois grupos de recursos e de práticas de manejo, o que resulta em um grande número de possíveis sistemas de produção (BARBOSA, 1995).

De acordo com Luchiari Filho (2000) a escolha da raça é a primeira tentativa de se obter uma composição de carcaça desejável.

Wheeler et al. (2001) destacaram que diferenças entre raças em características de produção consistem uma importante fonte genética a fim de melhorar a eficiência produtiva e as características de composição e qualitativas da carne. De acordo com esses autores, a utilização de diferentes raças são necessárias, para que se explore a heterose e a complementariedade, por meio de cruzamentos, obtendo-se um potencial genético que atenda à diferentes nichos de mercado.

Especificamente, a raça Nelore (*Bos indicus*) é formada basicamente por seis linhagens ou linhas familiares. Portanto, observa-se um estreitamento da base genética do rebanho Nelore. Este fato pode resultar em uma redução do potencial produtivo do material genético desta raça (MAGNABOSCO et al., 1997).

O termo linhagem refere-se a determinados reprodutores que tiveram uma contribuição relevante para a composição genética dos atuais rebanhos multiplicadores e disseminadores de material genético importado, denominados genearcas. Com base em um conjunto de animais pertencentes a rebanhos que podem ser considerados como os principais responsáveis pela introdução e/ou difusão do material genético da raça Nelore no Brasil identificou-se seis linhagens: Kurupathy, Godhavari, Golias, Kavardi, Rastã e Taj Mahal (MAGNABOSCO et al., 1997). Porém, pouco se tem discutido em relação às características qualitativas da carne desses animais.

Assim, essas linhagens são de fundamental importância para manutenção da variabilidade genética da raça nelore, tornando possível a resposta à seleção para diversas características de interesse econômico (crescimento, reprodução e características da carcaça e da carne).

Além disso, uma estratégia de melhoramento genético utilizado a fim de recuperar parte da variabilidade genética dos rebanhos e se obter uma maior produtividade na habilidade de se produzir carne, muito utilizada no Brasil, é o cruzamento entre raças. Porém, os resultados de qualquer sistema de cruzamento somente serão otimizados se animais geneticamente superiores forem utilizados (FERRAZ e ELER, 2005).

Wheeler et al. (1996) estudaram a correta determinação do ponto de abate dos animais, que deve se associar aos objetivos de exploração e o recurso genético disponível, determinado pela idade dos animais, pelo tempo de terminação, pela porcentagem de gordura na carcaça, pela marmorização da carne ou peso ao abate.

Shackelford et al. (1991) relatam a importância do estudo de diferentes raças e seus cruzamentos em sistemas produtivos e meio ambiente diferenciados, já que as características desejáveis na carne de bovinos apresentam herdabilidade muito variável. Segundo o autor, sugerem-se estudos com os principais fatores responsáveis pela melhor qualidade do produto e a possível identificação de raças e animal dentro da mesma raça, que apresentem uma maior porcentagem de massa

muscular e melhor qualidade da carne. Isso, indubitavelmente, consiste em um fator de grande importância comercial, determinante da eficiência econômica do processo de crescimento e engorda.

Em geral, a utilização de raças européias continentais resulta em carcaças mais magras e maior proporção de porção comestível (LUCHIARI FILHO, 2000). A variação genética das características quantitativas e qualitativas da carne bovina difere entre raças, cruzamentos e linhagens dentro da mesma raça. Existem fatores intrínsecos que podem alterar a qualidade do produto final, como: idade, sexo e peso ao abate. Além disso, animais mais pesados tendem a apresentar cortes menos macios, mas esses estudos foram, em grande parte, realizados em sistemas extensivos de produção (SAÑUDO et al., 2004).

Diversas raças têm um amplo espectro de variedade de tipos de fibras musculares (GIL et al., 2001). Entretanto, nem sempre são refletidos em diferenças observadas em análises objetivas (Warner Bratzler Shear Force). As diferenças na maciez da carne entre as raças podem ser devido a diferenças genéticas na atividade enzimática do músculo e na composição bioquímica, principalmente em relação à proporção de gordura, ou tipos de fibras presentes no músculo (KEMP e ALLEN, 1997; citado por SAÑUDO et al., 2004).

Menezes et al. (2005), estudando grupos genéticos de novilhos puros (Charolês e Nelore) e mestiços de 2^a, 3^a e 4^a gerações não verificaram efeito genético na textura da carne, porém os genótipos com maior participação de sangue Charolês apresentaram carne com textura mais fina que aqueles com maior participação de Nelore.

Sañudo et al. (2004) avaliaram algumas características físico-químicas do músculo *Longissimus* de 103 bovinos e observaram diferenças na maciez para as características de peso vivo, raça e efeitos de maturação. Por outro lado, Shackelford et al. (1991) relataram que a raça tem um efeito significativo no colágeno total e insolúvel, podendo ser mais importante do que a característica de peso, ou sistema de produção utilizado.

De acordo com revisão de Miller (2001), a maciez é influenciada pela utilização de tipos biológicos de bovinos *Bos taurus*, resultado do cruzamento com raças zebuínas, principalmente em relação às diferenças na velocidade de crescimento, no peso de abate e na relação carne/gordura. Animais zebuínos

tendem a apresentar maior altura, carcaças mais pesadas a um nível de engorda constante e requerem um período mais extenso de fornecimento de energia a fim de alcançar um determinado grau de gordura final quando comparado aos animais cruzados com raças britânicas. Da mesma forma, o nível de gordura da carcaça e seu peso podem influenciar no encurtamento causado pelo frio (cold shortening). Porém, outras variáveis, como nível de gordura intramuscular, tecido conjuntivo, período de maturação, atividade das proteases (calpastatina e calpaínas) devem ser consideradas.

Em estudos realizados por O'Connor et al. (1997), comparando-se *Bos taurus* e *Bos indicus* foram observadas diferenças na atividade da calpastatina, 24 horas pós-morte e na gordura intramuscular. Por outro lado, não foram encontradas diferenças em relação à maciez da carne desses animais. Comparando-se com *Bos taurus*, a carne de bovinos 3/8 *Bos indicus* apresentou escores de gordura similares. Entretanto, foi observada maior atividade de calpastatina 24 horas pós-morte. Comparações entre raças Simbrah, Senegus x Simbrah, e Red Angus x Simental mostraram que a inclusão de raças *Bos taurus* adaptadas (Senepol) resultariam em estratégias efetivas na prevenção de problemas relacionados à maciez da carne bovina. Em se tratando da deposição de gordura intramuscular na carne, ainda O'Connor et al. (1997) relataram que bovinos Hereford e Simental apresentaram menor propensão para a deposição de gordura intramuscular, em comparação a bovinos Red Angus. Por outro lado, interessante, bovinos Brahman e Red Angus tiveram habilidades semelhantes em relação à deposição de gordura intramuscular na carne. Porém, estudos prévios têm observado que animais Brahman têm menor habilidade para marmorização (CROUSE et al., 1989; citado por O'CONNOR et al., 1997).

Pesquisas realizadas por Dikeman (1995) concluíram que a redução da maciez é um problema com bovinos que possuem 50% ou mais de composição *Bos indicus*. Por essa razão, bovinos não deveriam exceder mais de 25% de *Bos indicus* na composição racial, embora animais compostos de 3/8 ou 5/8 *Bos indicus* seriam aceitáveis desde que apresentassem alto potencial genético para as características de marmorização e maciez de carne.

Alguns trabalhos como o de Restle et al. (1999), avaliando as características de carcaça e da carne de novilhos Hereford, 5/8 Hereford 3/8 Nelore, 1/2

Hereford $\frac{1}{2}$ Nelore, $\frac{1}{4}$ Hereford $\frac{3}{4}$ Nelore e Nelore, confinados dos 20 aos 24 meses observaram que à medida que se aumentou o grau de sangue Nelore houve redução da maciez da carne não-maturada de novilhos abatidos com 24 meses de idade. Posteriormente, Restle et al. (2001) avaliaram as características de carcaça e da carne de novilhas Charolesa e $\frac{3}{4}$ Charolesa $\frac{1}{4}$ Nelore terminadas em confinamento e não observaram diferenças para maciez avaliada por painel sensorial e por força de cisalhamento entre os grupos genéticos.

Outros estudos realizados por Vaz et al. (2002) avaliando a composição física da carcaça e a qualidade da carne de novilhos puros das raças Charolesa e Nelore e novilhos de cruzamentos entre estas raças (F1) relataram que não houve diferença na maciez entre animais puros e cruzados, entretanto, a carne de bovinos Charolês foi mais macia que a de animais F1 e a destes, mais macia que a de bovinos Nelore.

Norman (1982) estudando a textura da carne tourinhos Nelore, Guzerá, Canchim e Charolês associaram a pior textura dos músculos de zebuínos aos maiores diâmetros médios de fibras musculares e às menores proporções de colágeno solúvel nos m. *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus*.

Junqueira (1996) utilizou as progênie (machos e fêmeas) de *Bos taurus*, raça Marchigiana, (M) com *Bos indicus*, raça Nelore (N). Os animais foram divididos em três grupos: a) 12 machos não castrados $\frac{1}{2}$ MN; b) 10 fêmeas $\frac{1}{2}$ MN e c) 12 fêmeas $\frac{3}{4}$ MN. O autor relatou que o m. *Longissimus dorsi*, maturado por 14 dias de machos foi mais duro (4,03 kg) que das fêmeas $\frac{1}{2}$ MN (2,97 kg) e das $\frac{3}{4}$ MN (3,09 kg).

Pesquisadores do Meat Animal Research Center (USA), durante 33 anos, em oito experimentos, avaliaram 34 raças bovinas e observaram que a média da força de cisalhamento, medida através do Warner-Bratzler Shear Force no m. *Longissimus* aumentava à medida que aumentava também a porcentagem de *Bos indicus*. Além disso, o m. *Longissimus* de bovinos com genótipo 50% ou mais *Bos indicus*, como Brahman e Sahiwal, Nelore e Boran comumente apresentaram carnes mais duras que o músculo *Longissimus* de bovinos *Bos taurus*. Ainda, algumas raças (Jersey, Pinzgauer, South Devon, Red Poll e Piemontês) tenderam produzir carnes mais macias em relação às raças taurinas. Outro fato interessante é que a miostatina inativa, que causa "dupla musculatura" em bovinos da raça Piemontesa favoreceu a maciez da carne resultando em cortes mais macios. Ainda, segundo os

pesquisadores, independente da raça avaliada, dentro da própria raça há uma maior variação da maciez, do que se comparando diferentes raças.

Segundo Miller (2001), algumas práticas de produção podem ser aplicadas na indústria, com o intuito de melhorar a maciez incluindo: 1) seleção de raças 2) redução do estresse pré-abate a fim de evitar os "cortes escuros" (embora esses cortes sejam às vezes considerados mais macios, usualmente apresentam sabor desagradável 3) uma considerável quantidade de trabalhos indica que a alimentação de bovinos com alto grão (elevada energia na dieta) por um período mínimo, 75 dias pré-abate, favorecem a maciez da carne 4) a prática da castração de machos deve ser realizada ao redor de 7 meses, para evitar a redução da maciez 5) abate dos animais (no máximo aos 30 meses).

3.4. Sexo

Segundo Berg e Butterfield (1976), o sexo pode alterar o crescimento dos tecidos, assim afeta a composição e distribuição das massas. Além disso, Miller (2001), afirmou que essas alterações no crescimento resultam em mudanças nas características de carcaça e na qualidade gustativa da carne bovina.

Segundo Miller (2001), o sexo do animal influi no seu crescimento, portanto altera as características qualitativas da carne bovina. As novilhas assemelham-se mais aos machos castrados que aos machos inteiros. Portanto, recomenda-se que novilhas sejam abatidas a pesos ligeiramente inferiores que novilhos ou machos inteiros correspondentes, resultando em carcaças com características semelhantes para novilhas e novilhos.

A taxa de deposição de gordura na carcaça é influenciada pelo sexo do animal, pois fêmeas iniciam a fase de deposição de gordura mais precoce (aproximadamente 3 meses) que os novilhos, os quais são mais maduros 3 meses antes de machos não-castrados (BARBOSA, 1995). Assim, os pesos de abate ótimos são mais baixos para fêmeas e mais altos para os machos inteiros, que machos castrados. Portanto, uma das influências mais marcantes é em relação ao processo de deposição de gordura. O sexo influencia ainda a distribuição de músculos na carcaça (BERG e BUTTERFIELD, 1976). Segundo esses autores, essa mudança torna-se maior, à medida que o animal envelhece. Porém, não há diferenças muito pronunciadas entre machos castrados e fêmeas. Por outro lado,

machos inteiros aumentam proporcionalmente mais a região do dianteiro, quando comparados à região do traseiro, local em que se localizam os cortes de maior valor comercial.

De acordo com Luchiari (2000), machos inteiros ganham peso mais rapidamente, possuem melhor conversão alimentar, depositam gordura a pesos mais elevados e apresentam uma proporção músculo: osso maior que machos castrados e fêmeas quando comparados em uma mesma porcentagem de gordura.

Com o objetivo de revisar o efeito do manejo e nutrição nas avaliações de carcaça Owens e Gardner (1999) concluíram que machos castrados, confinados e implantados, ganharam peso 9% mais rápido e 1,3% de forma mais eficiente, quando comparados às novilhas e essas tiveram menor rendimento de carcaça em maior espessura de gordura subcutânea nas carcaças avaliadas. Esses autores relataram também que a área de olho de lombo aumentou quando o peso da carcaça também foi aumentado. Porém, a AOL aumentou 10% em bovinos com pesos de carcaça de 293 kg a 351 kg, enquanto o peso da carcaça aumentou em 19%.

Miller (2001) em uma revisão relatou que músculos de machos castrados ou novilhos apresentam maior marmorização e gordura externa, menor peso de carcaça e carne mais macia, que os machos inteiros correspondentes. Segundo a autora, novilhas assemelham-se mais a machos castrados. Por outro lado, a um mesmo peso de abate, novilhas podem apresentar EGS, gordura intermuscular, marmorização na carne ligeiramente maior e AOL menores, além de porcentagens mais baixas de músculos em suas carcaças.

Judge et al. (1989) observaram diferenças na concentração de colágeno na carne dos diferentes, sexos dos animais. O músculo de machos inteiros apresentou maior concentração de colágeno (maior quantidade de ligações cruzadas) a uma mesma idade cronológica, em relação a machos castrados.

3.5. Plano Nutricional

O plano nutricional, em especial, com a utilização de dietas com elevado nível de concentrado pode ser o diferencial na produção de carcaças com qualidade diferenciada.

De acordo com Luchiari (2000), a forma mais eficiente de terminação de bovinos consiste no fornecimento de proporções adequadas de alimentos de qualidade durante a fase de crescimento acelerado, em que a eficiência de utilização desses alimentos é máxima.

Faturi et al. (2002) compararam a substituição do grão de sorgo do concentrado por aveia preta nos níveis de 0, 33, 66 e 100 em novilhos das raças Nelore, Charolesa e cruzamentos e observaram que a carne de bovinos Nelore foram mais duras em avaliação objetiva. Porém, quando essas análises foram realizadas com painel sensorial (avaliação subjetiva) não foram encontradas diferenças entre raças.

Smith et al. (1994) relataram que o período inicial de deposição de gordura em bovinos pode ser determinado pela idade do animal, entretanto, a intensidade e a taxa de deposição de gordura são determinadas pelo manejo nutricional. Esse autor encontrou valores mais elevados de enzimas associadas à deposição de gordura, quando bovinos foram alimentados com dietas com maiores proporções de concentrado.

Fluharty (2000) submeteu animais desmamados com 103 dias de idade, a altas quantidades de concentrado. Esses animais foram abatidos com idade de 385 dias e 85% dos músculos *Longissimus dorsi* apresentaram grau de qualidade “choice”.

Miller et al. (1987) afirmaram que as carcaças de bovinos alimentados por períodos longos com dietas contendo alta proporção de concentrado apresentaram índices maiores de marmorização no m. *Longissimus dorsi* e classificações mais elevadas no sistema USDA.

Duckett et al. (1993) observaram um aumento significativo nos índices de marmorização de 372,8 para 472,5, à medida que aumentou os dias de alimentação, de 84 para 112 dias, nos músculos de novilhos Angus X Hereford, com idade média de 1 ano. Essas observações, segundo os autores, foram atribuídas ao aumento dos depósitos de adipócitos de triglicerídeos.

Posteriormente, Silva (2002) também relatou que animais alimentados com dietas de alta energia apresentam menores porcentagens de músculos e maiores porcentagens de gordura, se comparado àqueles alimentados com dietas de baixa energia.

Owens et al. (1993) concluíram de acordo com algumas observações realizadas, que a idade dos animais à maturidade pode ser reduzida, por meio do fornecimento de dietas com elevado teor de energia durante a fase média de crescimento. Por outro lado, esses autores afirmaram que a restrição alimentar pode reduzir a taxa de crescimento e retardar a puberdade, alterando a composição corporal do animal.

Além disso, Wu et al. (1981) e Aberle et al. (1981) associaram o aumento da solubilidade do colágeno nos tecidos à alimentação de bovinos jovens, com dietas ricas em energia. Portanto, os efeitos negativos do tecido conjuntivo na maciez poderiam ser reduzidos, com a utilização da alimentação elevada em concentrado, na fase de terminação de bovinos.

Da mesma forma, estudos de Allingham et al. (1998) demonstraram que o padrão de crescimento incorporando a perda de peso e conseqüente rápido ganho de peso poderiam estar associados a uma redução da dureza do tecido conjuntivo.

Nesse sentido, Harper et al. (1999), estudando padrões que incorporaram a perda ou ganho de peso, em bovinos Brahman, por meio de diferentes períodos de realimentação (um grupo realimentado em pasto, enquanto outro realimentado recebendo dietas com grãos) sugeriram que o período de perda de peso de 150 dias pré-abate poderia influenciar a qualidade gustativa da carne. Ainda, segundo esses autores, uma estratégia seria submeter os animais a um rápido ganho de peso, seguido de um período de perda de peso. Isto aumentaria a possibilidade de que animais submetidos à restrição alimentar poderiam ser modelos com o intuito de investigar a contribuição do tecido conjuntivo e miócitos na maciez da carne.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. *Animais e Dieta*

Foram selecionados 14 touros, do banco de germoplasma da marca OB, Fazenda Guaporé, no município de Pontes de Lacerda, MT possuindo ancestrais das principais linhagens da raça Nelore: Akasamu, Bima, Godhavari, Golias, Kavardi, Nagpur e TajMahal (MAGNABOSCO et al., 1997). Estes touros, mais dois da raça Aberdeen Angus e um da raça Brahman foram acasalados com 400 vacas comerciais da raça Nelore, por inseminação artificial, formando 306 progênes contemporâneas de Nelore (NE), $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus x Nelore (AN) e $\frac{1}{2}$ Brahman x Nelore (BN) (Tabela 1).

É importante elucidar neste trabalho, que o número de touros Nelore utilizado foi intencionalmente maior, em relação aos touros das raças Brahman e Aberdeen Angus, já que o principal objetivo foi detectar algumas das principais características de qualidade da carne bovina dentro da raça Nelore. Para constituir as progênes em estudo, os touros da raça Angus, Brahman e Nelore foram selecionados criteriosamente, de acordo com as médias das DEP's para carcaça desta raça. No entanto, utilizou-se somente um touro da raça Brahman, podendo não ser representativo da raça.

O desmame dos animais ocorreu em torno dos 260 dias e os machos dessa progênie foram castrados, em média, aos 483 dias de idade. Estes animais foram pesados e submetidos às mesmas condições ambientais (recriados em sistema extensivo até aproximadamente 16 a 19 meses). Posteriormente, os bovinos foram confinados na Usina Vale do Rosário, em Orlândia/SP e os 306 animais foram divididos em 8 lotes (quatro lotes de fêmeas e quatro lotes de machos).

Os animais foram confinados com idade média de 18 a 19 meses, por aproximadamente 4 meses, recebendo rações com alto teor de concentrado, (bagaço de cana de açúcar cru e hidrolisado, milho e soja) consistindo de 14,2% PB, 71,2% NDT e uma relação de 23:77 para volumoso e concentrado, respectivamente (Tabela 2).

Foram realizadas cinco pesagens, e três avaliações de área de olho de lombo e da espessura de gordura entre a 12^a e 13^a costelas, no m. *Longissimus dorsi* a

cada 28 dias. Para a realização das pesagens, os animais permaneceram em jejum de alimentação por 12 horas.

Tabela 1 – Touros, linhagens e número de progênies utilizados

Raça	Linhagens	Touro	Machos	Fêmeas	Total
Nelore	Nagpur	Berílio OB	7	5	12
	Kavardi	Blitz OB	8	10	18
	Godhavari	Dalamu OB	10	12	22
	Taj Mahal	Dólar OB	14	8	22
	Taj Mahal	Furador OB	4	9	13
	Kavardi	Itaú OB	12	10	22
	Golias	Laico OB	14	8	22
	Godhavari	Litoral	3	6	9
	Nagpur	Modelo	14	8	22
	Golias	Pagode	13	12	25
	Akasamu	Platô OB	8	12	20
	Akasamu	Sanduiche	1	3	4
	Kavardi	Simpático	12	6	18
	Bima	Sossego OB	3	5	8
Brahman		Mr V8 444/4	23	15	38
Aberdeen Angus		GT Encore	6	9	15
Aberdeen Angus		F Player	6	10	16
Total			162	148	306

Tabela 2 - Composição percentual e estimativa de nutrientes da dieta

INGREDIENTES	% MS
Bagaço de cana hidrolisado	13,4
Bagaço de cana <i>in natura</i>	10,0
Milho grão seco	35,2
Casca de soja	20,0
Farelo de soja 45%PB	6,0
Levedura úmida	10,0
Uréia	0,6
Melaço	2,5
Sal mineral	2,3
Rumensin ®	0,027
Nutrientes estimados ¹	
PB ²	14,2
PDR	8,3
NDT	71,2
Ca	0,49

1 RLM

2 PB = proteína bruta; PDR = proteína degradável no rúmen, NDT = nutrientes digestíveis totais, Ca = cálcio

A área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura subcutânea (EGS) entre a 12^a e 13^a costelas, na região do m. *Longissimus dorsi*, foi avaliada por meio de ultra-sonografia, com as seguintes idades das progênies em cada avaliação: 570, 598 e 677 dias. Utilizou-se um aparelho Aloka 500 V, com transdutor linear de 18 cm, acoplado a uma guia acústica. Não se encontram os valores nesta tese, pois os resultados dessas avaliações foram inseridos em um outro trabalho.

Os animais permaneceram confinados entre Julho e Novembro de 2004, por um período total de 127 dias, até atingirem aproximadamente 5 mm de espessura de gordura subcutânea entre a 12^a e 13^a costelas, critério este para o abate dos animais.

O ganho médio diário foi de 1,107 kg/dia e os animais foram abatidos entre 22 e 24 meses de idade.

4.2. Abate

O abate dos animais foi realizado em um frigorífico comercial (Bertin) em Lins/SP, com um total de três séries de abate.

Foram abatidos 293 bovinos (153 machos e 140 fêmeas). Portanto do total de 306 animais, no início do experimento, excluíram-se 14 animais devido a alguns fatores.

Após a toailete, cada meia carcaça foi identificada individualmente.

Uma hora após o abate foram determinados o pH (pH1h) e a temperatura (T1 h) no m. *Longissimus dorsi* de cada meia carcaça direita, na altura da 12^a costela, usando-se um peagâmetro digital com sondas de penetração (mod. HI8314 marca Hanna Instruments). Essas medidas (pH24h, T24h) foram repetidas no dia seguinte, isto é, 24h após o abate.

Após o abate as carcaças foram pesadas, peso da carcaça quente, (PCQ) e o acabamento das carcaças e permaneceram no interior da câmara de resfriamento a 0-2°C, durante 24 horas. Esta avaliação foi utilizada para a obtenção do rendimento de carcaça, em porcentagem do PCQ, em relação ao peso vivo.

Em seguida, as carcaças foram avaliadas de acordo com os padrões internacionais da USDA (1989).

4.3. Acabamento da Carcaça e Desossa

O acabamento das carcaças foi avaliado através da observação da distribuição e da quantidade de gordura de cobertura, em diferentes locais da carcaça (altura das 6^a, 9^a e 12^a costelas partes dorsal e ventral do músculo grande dorsal e músculo serrátil dorsal caudal, na região lombar e no coxão), estabelecendo-se as categorias segundo os critérios de avaliação do Ministério da Agricultura:

- Magra (1) - gordura ausente;
- Gordura escassa (2) - 1 a 3 mm de espessura;
- Gordura mediana (3) - acima de 3 e até 6 mm de espessura;
- Gordura uniforme (4) - acima de 6 e até 10 mm de espessura;
- Gordura excessiva (5) - acima de 10 mm de espessura.

Vinte quatro horas após o abate foi realizada a desossa das carcaças, sendo avaliadas a área de olho de lombo (AOL) e a espessura da gordura subcutânea

(EGS) do m. *Longissimus dorsi*, com o auxílio de uma régua reticulada com escala em cm² específica, pelo método de quadrante de pontos. A referência para a medida da EGS foi no $\frac{3}{4}$ da distância entre a parte medial da espinha dorsal e a parte lateral da AOL.

Foi determinado também o índice de marmorização através de análise de escore visual subjetivo (USDA Quality Grade, 1999), cuja classificação foi determinada por uma escala de pontos.

Os graus em ordem decrescente de qualidade consistem em “prime”, “choice” (dividido em alto, médio e baixo) “select” (previamente denominado “good”, “standard” (algumas vezes dividido em alto e baixo “standard”), “commercial”, “utility”, “cutter” e “Canner” (STRONG, 2004). O mesmo autor cita que, na prática, a partir do grau “standard” é representado por subprodutos da carne, com a maioria dos retalhos definidos de “select” a “choice”. Ainda, o grau “prime” representa uma baixa porcentagem da carcaça (<2%), entretanto tem alto valor em restaurantes. Graus “prime”, “choice” e “select”, cada qual tem uma maturidade máxima destacada (300 para “prime” e “choice” e 200 para “select”). Abaixo desta maturidade destacada, um aumento no grau de marmorização é requerido a fim de alcançar o mesmo grau tanto quanto a maturidade aumenta.

Posteriormente, retiraram-se 2 amostras de aproximadamente 2,54 cm do m. *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e 13^a costelas, com aproximadamente 2,5 cm de espessura. Em seguida, os bifes foram embalados a vácuo, individualmente em filme flexível de alta barreira, específico para maturação de carnes e armazenados na câmara frigorífica entre 0°C e 1°C, por 14 dias, para as seguintes análises: força de cisalhamento, perdas por exsudação, perdas de peso por cozimento e índice de fragmentação miofibrilar.

Após o período de maturação específico (14 dias), as mesmas foram mantidas em túnel de congelamento a -25°C, sendo em seguida, transportadas com temperatura controlada a -18°C até Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos de Pirassununga e transferidas para um freezer a -18°C, até o momento das análises. As amostras foram descongeladas 48 horas antes das análises em câmara fria entre 0 e 2°C no Abatedouro-Escola do Campus de Pirassununga. No momento das análises os bifes foram deixados em temperatura de aproximadamente 20 °C.

As análises de maciez foram realizadas no Laboratório de Carnes da USP/FZEA. Já o Índice de Fragmentação Miofibrilar foi realizado no Laboratório de Biologia Molecular e no Laboratório de Bioquímica da mesma Instituição.

4.4. Características Físico-Químicas da Carne Maturada

4.4.1. Perdas de Água por Exsudação (PAE)

Inicialmente, calculou-se a perda de água por exsudação do músculo *Longissimus dorsi* [$PAE = Pe / (Pb + Pe)$], através da pesagem do bife (Pb) e do exsudato (Pe), cuidadosamente transferido para um béquer. Os valores foram expressos em porcentagem.

4.4.2. Perdas de peso por Cozimento (PAC)

A PAC foi determinada pela diferença de peso antes e depois do cozimento determinadas pela diferença de peso antes e depois do cozimento [$PAC = (Pi - Pf) / Pi$], através da pesagem inicial do bife (pi) e da pesagem final (pf), expressa em porcentagem.

Todas as pesagens foram realizadas com a balança semi-analítica (Marte, AS 2000).

4.4.3. Maciez

Após a pesagem das amostras, foram inseridos termômetros individuais de perfuração, atingindo o centro geométrico das amostras. Em seguida, as mesmas foram levadas ao forno elétrico pré-aquecido a uma temperatura de aproximadamente 170°C, permanecendo no forno até que a temperatura do centro das amostras atingisse 71°C e foram então retiradas do forno (WHELLER et al., 2001).

As amostras foram deixadas, a seguir, em temperatura ambiente (25°C) até resfriarem e retirados, de cada amostra, seis cilindros, com 12,7 mm de diâmetro, para as análises de maciez, utilizando-se o aparelho Warner Bratzler Shear Force. A força de cisalhamento de cada amostra foi considerada como a média dos valores de seis cilindros.

4.4.4. Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI)

A determinação do Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI) foi realizada conforme metodologia descrita por Culler et al. (1978). Foram utilizadas 150 amostras das progênes de todos os touros, do m. *Longissimus dorsi*, na região da 12ª e 13ª costelas submetidas a 24 horas de resfriamento, 14 dias de maturação e descongeladas 24 horas antes das análises. Utilizaram-se 4 g desse músculo, com a ausência de gordura e tecido conjuntivo. As amostras foram homogeneizadas em um “minicontainer”, acoplado a um aparelho “Waring Comercial”, em 30 ml de Tampão de Índice de Fragmentação Miofibrilar (TMFI) a 2°C (100 mM KCl, 20 mM de fosfato de potássio pH 7,0, 1 mM EDTA, 1 mM MgCl₂ e 1 mM NaN₃, pH 7,0) duas vezes por 30 segundos com mesmo intervalo em gelo. Após a homogeneização, as amostras foram centrifugadas a 1000 x g por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante foi descartado. O “pellet” foi ressuspensionado em 30 ml de TMFI a 2°C e homogeneizado com bastão de vidro.

As amostras foram centrifugadas a 1000 x g por 15 minutos a 2°C e o sobrenadante foi descartado novamente. O “pellet” foi ressuspensionado em 7,5 ml de TMFI a 2°C e submetido ao “Vortex” até a amostra se tornar bastante homogênea para ser filtrada em peneira. Foram adicionados 7,5 ml de TMFI a 2°C para lavagem do tubo de centrifuga e auxílio da filtragem. A quantificação das proteínas foi realizada pelo método de Macro Biureto (GORNAL et al., 1949). Para a determinação do MFI as alíquotas foram preparadas com o TMFI para um volume final de 8,0 ml e concentração de proteína 0,5 mg/ml. As amostras foram ainda homogeneizadas por agitação vigorosa e posteriormente submetidas à leitura em absorbância, no comprimento de onda de 540 nm. O valor de MFI foi obtido pelo seguinte cálculo:

$$\text{MFI} = \text{Absorbância} \times 200$$

4.5. Análise Estatística

Nas avaliações realizadas durante a fase de terminação em confinamento os animais foram divididos em diferentes lotes (blocos), de acordo com o peso inicial, constituindo quatro lotes para fêmeas e quatro para machos.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 3x2 (grupos genéticos x sexo) para as análises de grupos genéticos, considerando

como fixos os efeitos de genótipo (touro ou grupo genético), sexo, a idade ao abate (covariável) e o efeito de lote. Para as análises de touros foi utilizado um arranjo fatorial 14x2 (touros x sexo). Os dados foram analisados através da análise de variância através do procedimento PROC GLM ao nível de 5% de significância utilizando o sistema SAS (SAS Institute, Cary, NC - USA) e as médias comparadas pelo teste de Bonferroni também ao nível de 5% de significância.

Na presença de interação entre os fatores envolvidos nas análises, procedeu-se o seu desdobramento, com intuito de comparar as médias dos touros dentro de cada sexo, através do teste Bonferroni ao nível de 5% de significância.

Foram realizadas duas análises, uma para comparar touros da raça Nelore, utilizando somente as progênies dos touros representativos da raça Nelore, e outra para comparar grupos genéticos, utilizando os animais filhos de todos os touros (Nelore, Brahman e Angus).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias e erros padrão da média (EPM) das características analisadas durante todo período experimental apresentam-se em anexo grupos genéticos.

5.1. *Características Relacionadas aos Diferentes Grupos Genéticos*

5.1.1. Características Quantitativas

5.1.1.1. Peso Vivo Final ao Abate (PVF)

Foi observada interação entre os grupos genéticos e entre sexos ($P=0,013$). O peso vivo final ao abate das fêmeas diferiu entre si ($P<0,001$), assim como dos machos ($P<0,001$). As fêmeas NE apresentaram menores pesos vivos 390,1kg, em relação às AN 483,2 kg e BN 454,8 kg, enquanto os machos NE pesaram 436 kg, AN 523,1 e BN 468 kg (Figura 03). De acordo com os resultados de peso final, AN, independentemente do sexo, foram superiores para a característica de peso final. Estes resultados divergiram dos obtidos por Huffman et al. (1990), que ressaltaram que bovinos da raça Angus foram mais leves quando comparados aos seus cruzamentos (Angus x Brahman), no final do período de terminação em confinamento. Todavia, bovinos com influência de *Bos indicus* permaneceram mais tempo no confinamento, quando comparados às raças britânicas para atingirem a mesma espessura de gordura subcutânea. Dessa forma, atingiram pesos mais elevados. Isso poderia indicar que quanto maior a taxa de maturação (rapidez com que os animais atingem a composição corporal adulta) menor será o peso adulto.

Por outro lado, Faria, (2004) relatou que raças menores normalmente são terminadas com pesos inferiores, porém em menor tempo.

O peso de abate influencia na composição da carcaça, porém, não pode ser considerado independente de fatores, tais como grupo genético, sexo e nutrição do animal (TAUBES, 2001). Após a puberdade, o crescimento do animal atinge um plano positivo, devido à nutrição, tendendo a alcançar um estágio, onde o crescimento muscular diminui em relação à deposição de gordura. Assim, animais mais pesados tendem a ser mais “gordos” (BIANCHINI, 2005).

Figura 3 – Valores médios do Peso final (kg), de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.

De acordo com Tedeschi et al. (2000), diferenças no grau de estrutura corporal entre raças são fatores essenciais na determinação da rapidez com que os animais atingem o peso de abate. Bovinos com menor peso à maturidade atingem o peso de abate mais precoce do que animais com maior peso à puberdade (raças britânicas x raças zebuínas). Isso poderia indicar que, se os animais deste experimento fossem conduzidos por mais tempo no confinamento, os zebuínos poderiam atingir pesos mais elevados quando comparados aos animais filhos de touros Angus.

Pereira (2002), trabalhando com bovinos Nelore, com idade média de 30 meses, recebendo dietas com elevado teor de concentrado e abatidos com média de 8 mm de gordura, encontrou médias de 423 kg para machos NE. Silva (2002) observou que a raça Brangus apresentou maior peso final, média de 399 kg, em relação aos animais da raça Nelore, com peso médio final de 366 kg. Essas diferenças no peso final são importantes, pois interferem de forma direta nas características de qualidade da carne, como acabamento, marmorização, musculosidade dos cortes cárneos.

5.1.1.2. Peso de Carcaça Quente (PCQ) e Rendimento de Carcaça

Em relação ao PCQ, foram observadas diferenças entre sexos ($P < 0,001$) e entre os grupos genéticos avaliados ($P < 0,001$) (Figura 4). As carcaças de bovinos AN apresentaram carcaças mais pesadas (277,2 kg) que BN (257,6 kg), e NE (231,8 kg), discordando de Pringle et al. (1997), que não encontraram diferenças para peso final e peso de carcaça quente entre *Bos taurus* e *Bos indicus* e seus cruzamentos. Porém, esses autores utilizaram a espessura de gordura subcutânea na carcaça como fator de ajuste nas análises estatísticas, diferentemente deste trabalho em que se utilizou a idade ao abate como ajuste. Da mesma forma, Crouse et al. (1989) avaliaram 422 bovinos, inteiros e de diferentes cruzamentos entre *Bos taurus* e *Bos indicus* e concluíram que à medida que se aumentou a proporção de *Bos indicus*, diminuiu significativamente o peso da carcaça quente.

Bidner et al (2002) também observaram carcaças mais leves para bovinos Angus, em relação a cruzados Brahman. Contudo, esses animais permaneceram no confinamento até atingirem 10 mm de espessura de gordura subcutânea, diferentemente deste estudo, já que animais de raças britânicas são mais precoces, quando comparados a animais zebuínos, estes permaneceram mais tempo no confinamento para atingir a espessura de gordura subcutânea determinada, assim apresentam carcaças mais pesadas.

Em relação ao sexo, neste trabalho, as fêmeas tiveram carcaças com pesos médios de 243 kg, mais leves, enquanto os machos foram mais pesados com carcaças de 268,1 kg (Figura 4).

O comportamento para esta característica estudada neste trabalho entre os grupos genéticos e sexos para PCQ foi semelhante aos resultados encontrados para peso vivo final (idade média 697 dias), assim como os encontrados por Silva (2002), que observaram uma correlação de 0,97 entre peso vivo final e peso de carcaça quente. Assim, no presente trabalho, o PCQ foi superior para AN, justificado em parte pelo maior peso vivo final destes animais.

Além disso, as diferenças entre grupos genéticos para pesos absolutos dos tecidos decorrem, em parte, das diferenças de peso da carcaça (MENEZES et al., 2005).

Foi observada interação ($p=0,035$) entre grupo genético e sexo para o rendimento de carcaça dos animais (Figura 5). As fêmeas, NE apresentaram maiores rendimentos de carcaça ($p<0,05$), com valores médios de 55,55% que AN, 54,63% e BN, 54,58%, sendo que estes não diferiram entre si. Já para machos, os maiores rendimentos de carcaça foram encontrados em BN, com valores médios de 56,95% e NE, 56,62%, quando comparados a AN, que tiveram rendimentos de 55,69. Assim, constatou-se, neste experimento, que o maior peso de carcaça quente, AN, não implicou necessariamente em aumento no rendimento de carcaça.

Em todos os grupos genéticos analisados neste experimento, machos apresentaram maiores rendimentos de carcaça ($p<0,05$) que fêmeas, concordando com Owens e Gardner (1999) em revisão, que encontraram diferenças entre sexo para o peso de carcaça, em que fêmeas apresentaram menores porcentagens de rendimento e maiores espessura de gordura nas carcaças avaliadas.

Figura 4 – Valores médios do Peso de Carcaça Quente (PCQ), (kg) das progênes de touros Angus, Brahman e Nelore.

Figura 5 – Valores médios de Rendimento de Carcaça (RC), (%) das progênes de touros Angus, Brahman e Nelore.

Sherbeck et al. (1995) e Pringle et al (1997) observaram que à medida que aumentou a porcentagem de zebuínos nos cruzamentos, aumentou o rendimento de carcaça dos animais. Butler et al. (1956) e Carpenter et al. (1961) citados por Pringle et al. (1997), sugeriram que devido ao menor trato gastrintestinal nos animais zebuínos, esses apresentaram melhores rendimentos de carcaça, quando comparados às raças britânicas.

A um mesmo peso ao abate para o tipo biológico similar de bovinos, as novilhas apresentam gordura subcutânea, gordura intermuscular, marmorização ligeiramente maior, área de olho de lombo menor e porcentagens mais baixas de músculo em suas carcaças.

Resultados encontrados por Restle et al. (2001) analisando o rendimento de carcaça de novilhas com genótipos Charolês (C) e $\frac{3}{4}$ C $\frac{1}{4}$ Nelore (N), observou-se que os rendimentos foram semelhantes entre os dois grupos, mostrando que o efeito genético aditivo da raça N para incremento no rendimento de carcaça, não foi suficiente para propiciar maior rendimento nas novilhas cruzadas, assim como o trabalho de Wheeler et al. (1996).

Estudos conduzidos por Koch et al. (1982) documentaram uma maior porcentagem de rendimento em animais cruzados Brahman, quando comparadas às raças britânicas, concordando com os resultados encontrados neste trabalho.

Leme et al. (2000) verificaram que bovinos $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus tiveram o dobro de gordura perirenal, em relação aos $\frac{1}{2}$ Simental e Nelore, que não foram diferentes quanto à quantidade desta gordura. Este fato poderia explicar um menor rendimento de carcaça de AN em relação à NE, pois animais com menor tamanho corporal tendem a apresentar maior teor de gordura renal e inguinal, quando comparados àqueles de maior tamanho corporal.

Felício et al. (1988) relataram que animais da raça Nelore possuem maior rendimento de carcaça em relação às raças taurinas (Pitangueiras leiteiro), provavelmente, devido a menor proporção de cabeça, patas e vísceras presentes em zebuínos.

Por outro lado, Huffman et al. (1990) não observaram diferenças significativas no rendimento de carcaça em novilhos $\frac{3}{4}$ Brahman, em relação ao rendimento em novilhos $\frac{1}{4}$ Brahman. Porém, esses autores encontraram diferentes graus de rendimento em bovinos cruzados Brahman, em relação a Angus, abatidos a um mesmo ponto de gordura.

5.1.1.3. Acabamento das Carcaças

Em relação ao acabamento entre as progênies dos touros estudadas, observaram-se diferenças entre sexos ($P < 0,001$), contudo não foram encontradas diferenças entre grupos genéticos ($P = 0,094$). Como pode ser observado na Figura 6, as fêmeas apresentaram maior acabamento, ao redor de 3,67 mm. Os machos tiveram menor acabamento, ao redor de 2,99 mm (Figura 6). Isto foi constatado por Luchiari Filho (2000) que concluiu que novilhas amadurecem e atingem a fase de engorda mais precocemente do que novilhos. Além disso, em condições semelhantes de alimentação e desde que os animais tenham atingido a fase de acabamento, em uma mesma faixa de peso vivo, novilhas serão mais bem acabadas do que novilhos. Além da diferença na faixa de peso, no qual o processo se inicia, novilhas engordam mais rapidamente do que novilhos.

Ainda, os animais deste experimento alimentados com dietas com alta densidade energética, durante a fase de engorda, proporcionam maior deposição de gordura na carcaça, como observado neste experimento.

Em relação aos grupos genéticos estudados, NE apresentaram escores de acabamento de 3,24, BN 3,44 e AN médias de 3,31 (Figura 6). Independente dos tratamentos os animais tiveram bons escores de acabamento.

Figura 6 – Valores médios do Acabamento (mm) das Carcaças, de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.

Essa característica é importante para a comercialização da carne, principalmente atingindo mercados em que o Brasil ainda não é muito competitivo.

Por outro lado, Willians et al. (1995) verificaram maior eficiência da raça Aberdeen Angus, quando comparadas a outras raças produtoras de carne, por apresentar grau de marmorização adequado, com menores quantidades de gordura subcutânea, diferentemente deste trabalho, em que não foram observadas diferenças quanto ao acabamento entre as progênies AN, BN e NE.

Todavia, é importante ressaltar que, a quantidade de gordura corporal pode ser manipulada através da dieta. No entanto, o local de deposição e a eficiência do processo consistem em características intrínsecas do animal, como observado pela maior eficiência alimentar das fêmeas, que depositam gordura subcutânea em maior quantidade, em relação à gordura intramuscular (BERG e BUTTERFIELD, 1976).

As raças exploradas influenciam o peso final de abate, a precocidade e o acabamento do animal. Assim, algumas características importantes da carcaça, como a carne aproveitável, a cobertura de gordura subcutânea, os subprodutos da

desossa, entre outros estão intrinsecamente associados à idade de abate, ao grau de acabamento e ao peso de sua carcaça (MORRIS et al., 2004).

Ainda, de acordo com Santos (1999), animais de tamanho muito grande apresentam taxas de crescimento maiores (maior ganho de peso), porém são mais tardios em acumular gordura na carcaça, permanecendo por um maior período em confinamento e possuindo, portanto, maior demanda de alimentos. As raças de tamanho pequeno e musculatura moderada têm menores ganho de peso e tecidos, porém são mais precoces no que se refere ao acabamento de carcaças.

No aspecto tecnológico, a deposição de gordura na carcaça é de extrema importância, já que influencia na velocidade de resfriamento da carcaça (isolante térmico), minimizando encurtamento das fibras pelo frio, com consequências negativas na maciez dos cortes, desidratação e perda de peso da carcaça, além de evitar a presença de pontos escuros na carcaça (BYRNEA et al., 2000).

De acordo com Luchiari Filho (2000) a composição da carcaça (músculos, ossos e gordura) é alterada à medida que o animal cresce e os padrões genéticos e ambientais, dentre outros, influenciam de maneira direta no crescimento desses tecidos.

Muller et al. (1981), citado por Vaz et al. (2000), utilizaram novilhos de raças britânicas agrupados por idade e grau de acabamento e alertaram que quando o objetivo é melhorar as características sensoriais da carne e reduzir perdas ao descongelamento e cocção, não basta somente que o animal seja jovem, mas que possua bom acabamento e marmorização.

5.1.1.4. Área de Olho de Lombo (AOL) e Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) avaliadas na carcaça

Foi verificada interação entre grupos genéticos e sexo para a área de olho de lombo ($P=0,006$). Como pode ser constatado na Figura 7, as fêmeas, AN apresentaram maiores valores de AOL ($P<0,001$) com médias de $62,49 \text{ cm}^2$, que BN, que tiveram médias de $55,05 \text{ cm}^2$ e NE que atingiram valores ao redor de $56,03 \text{ cm}^2$. Já em relação aos machos, estes foram semelhantes entre si, para esta característica ($P=0,072$) (Figura 7). O m. *Longissimus dorsi* de machos AN também apresentou maiores AOL, com médias de $60,90 \text{ cm}^2$, seguidos de BN, com $60,89 \text{ cm}^2$ e NE, com $58,65$ (Figura 7). Machos tiveram maiores valores de AOL, que fêmeas, BN e NE, já os pesos vivos e de carcaça de machos também foram

maiores. Entretanto, não ocorreu diferença entre sexo para AN. Estes resultados concordaram com Wipple et al. (1990) que também observaram interação entre sexo e grupo genético (cruzados taurinos e zebuínos Hereford (H) x Angus (A), 3/8 Sahiwal x H, ou H x A e 5/8 Sahiwal x H, A ou H x A) para AOL. Contudo, esses valores foram inferiores aos encontrados por Hadlich (2004), que trabalhando com bezerros machos inteiros, superprecoces, da raça Nelore (NE), mestiços Nelore x Aberdeen Angus (AN) e mestiços Nelore x Simental (NS) observou valores superiores de 72,80 cm², 88,50 cm² e 85,75 cm², respectivamente, para os cruzamentos avaliados.

Figura 7 – Valores médios da Área de Olho de Lombo (AOL) em cm², do m. *Longissimus dorsi* de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.

Em contrapartida, Pringle et al. (1997) não relataram diferenças na AOL de bovinos *Bos taurus*, *Bos indicus* e seus cruzamentos. No entanto, este estudo utilizou a espessura de gordura subcutânea na carcaça como fator de ajuste nas análises estatísticas. Já no presente trabalho, utilizou-se como fator de ajuste a idade ao abate dos animais, diferentemente de Pringle et al. (1987).

Posteriormente, Vaz et al. (2001), avaliando o efeito do cruzamento alternado de raças Charolês e Nelore, na primeira (G1) e segunda gerações (G2) de cruzamento, não relataram diferenças de AOL nos cruzados da G1, ao contrário deste trabalho, com valores de 68,4 cm², superiores aos encontrados nesse experimento para bovinos AN.

Suguisawa (2002), trabalhando com bovinos $\frac{1}{2}$ Aberdeen Angus x Nelore, $\frac{1}{2}$ Canchim x Nelore, $\frac{1}{2}$ Simental x $\frac{1}{2}$ Nelore e Nelore, com pesos médios finais mínimos de 480 kg, verificou médias de AOL de 77,79 cm², 79,63 cm² e 86,00 cm² e 70,12 cm², respectivamente. Constatou-se, portanto, em consonância com este trabalho, menores valores de AOL atribuídos ao m. *Longissimus dorsi* de bovinos Nelore.

Algumas evidências sugerem que cruzados Brahman têm menores AOL, em relação às raças britânicas (CROUSE et al., 1989). Sabe-se que animais de raças britânicas possuem menor peso à maturidade com o peso de abate em idade mais precoce do que animais com maior peso à puberdade. Assim, essas raças possuem maiores taxas de crescimento muscular à maturidade que animais zebuínos, mais tardios (SHERBECK et al., 1995). Isso pode indicar que o maior ganho em musculatura encontrado em AN, pode ser devido à complementaridade genética resultante do cruzamento entre *Bos indicus* e *Bos taurus*.

A Figura 8 apresenta os dados da EGS em função dos grupos genéticos e sexos dos animais.

Figura 8 – Valores médios da Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) em mm, do m. *Longissimus dorsi* de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.

A espessura de gordura subcutânea (EGS) avaliada diferiu entre os grupos genéticos ($P<0,001$) e entre sexos ($P=0,004$) para EGS entre a 12ª e 13ª costelas na carcaça, em que fêmeas apresentaram maiores médias de 9,25 mm e machos aproximadamente 6,26 mm. As progênies AN tiveram médias de EGS de 9,03 mm, já as BN apresentaram valores de 7,17 mm e NE 7,07 mm (Figura 8). Esses resultados assemelham-se aos verificados por Sugisawa (2002) que também encontrou valores médios maiores de EGS em mestiços Angus (7,04 mm) e menores médias em bovinos Nelore (2,34 mm) no m. *Longissimus dorsi*.

Outro estudo, realizado por Hadlich (2004) constatou diferença na EGS, sendo que maior média foi para o grupo dos mestiços Aberdeen Angus com 3,96 mm, seguida pelos da raça Nelore, 3,17 mm e pelos mestiços Simental, com 2,45 mm, concordando com este trabalho, em que os maiores valores de EGS foram observados no grupo AN. Todavia, Koch et al. (1982) e Pringle et al. (1997) verificaram que a EGS foi similar em carcaças de diferentes grupos genéticos, em desacordo com os resultados deste trabalho.

Segundo Berg e Butterfield, (1976) fêmeas são mais precoces, possuem pesos à maturidade e taxas de crescimento diferentes que machos, por isso depositam gordura mais cedo e com menores pesos quando comparados aos machos. Estes fatores podem explicar a diferença que ocorreu entre sexo, para esta característica.

Miller (2001) evidenciou que a um mesmo peso de abate, para um tipo similar de bovinos, novilhas apresentaram gordura subcutânea, intermuscular ligeiramente maior, AOL menores e porcentagens mais baixas de músculo nas carcaças, em consonância com os resultados encontrados neste trabalho. Ainda, há uma recomendação para que novilhas sejam abatidas a pesos ligeiramente inferiores, que aos de novinhos, ou machos inteiros correspondentes resultando em carcaças com características similares para novilhas e novinhos.

Os resultados encontrados neste estudo concordam com a literatura, que afirma que o potencial genético do animal prediz sua composição corporal e que raças de maturidade mais precoce possuem maior depósito de gordura num determinado peso vivo que animais de raças mais tardias (TEDESCHI et al., 2000). Além disso, Laborde et al. (2001) relataram o efeito da raça sobre o desempenho, característica de carcaça e qualidade da carne em novinhos terminados em

confinamento, concluindo que animais tardios necessitavam de aproximadamente 70 dias a mais de confinamento para obter o mesmo acabamento que animais precoces.

Sainz e Vernazza Paganini (2004) verificaram, em novilhos Angus, com idade semelhante a este estudo, valores de EGS de 10,6 mm e ganhos de 0,071 mm/dia. Entretanto, os animais foram terminados com uma dieta com 90% de NDT, valores muito acima do observado neste experimento (7,3 mm de EGS e ganho de 0,043 mm/dia em animais Angus x Nelore). Isto sugere que esta diferença pode ter ocorrido, devido à maior concentração de energia contida naquela dieta.

Além disso, os animais do presente trabalho eram mestiços $\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Nelore, ou seja, apresentavam 50% de sangue zebuino. Estes são animais mais tardios em relação a animais de raças britânicas, e possuem menores taxas de ganho em gordura (Owens et al, 1995).

5.1.1.5. Índice de Marmorização e Grau de Qualidade (Quality Grade) para “Choice”

O índice de marmorização de forma geral, não diferiu entre sexos ($P=0,219$), contudo houve diferença entre grupos genéticos ($P=0,037$) (Figura 9). As progênes AN apresentaram índices de marmorização médios de 289,1 enquanto BN tiveram valores de 239,0 e NE 255,6. Já em relação aos sexos, as fêmeas tiveram índices de marmorização de 269,6, enquanto os machos 252,9. Resultados semelhantes foram observados por Hadlich (2004), encontrando variação no índice de marmorização medido por escore visual, com diferenças entre 3 grupos genéticos, onde os bovinos mestiços Aberdeen Angus apresentaram maior índice, seguidos por Nelore e mestiços Simental. Também, Anastácio (2004) relatou diferença na marmorização da carne entre os grupos genéticos, abatidos com 12 e 13 meses, com maiores médias em bovinos Aberdeen Angus, em relação a mestiços $\frac{1}{2}$ Simental x $\frac{1}{2}$ Nelore, concordando com os resultados deste trabalho.

Figura 9 – Valores médios do Índice de marmorização, de acordo com a USDA do m. *Longissimus dorsi* de filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.

Porém, Wipple et al. (1990) não observaram diferenças no índice de marmorização de cruzados taurinos e zebuínos, discordando com o presente estudo. Os autores constataram elevado grau de qualidade “select” nos cortes cárneos analisados.

Devido aos padrões de qualidade determinados pelo USDA, (1999) e suas implicações baseadas na palatabilidade da carne, as indústrias americanas têm dado uma importância significativa para os índices de marmorização avaliados no m. *Longissimus* entre a 12^a e 13^a costelas. O principal enfoque na marmorização é baseado em um moderado aumento na suculência, sabor e maciez, obtidos à medida que a marmorização aumenta (WHEELER et al., 1994). No entanto, o aumento do índice de marmorização na carne resulta em maiores períodos de alimentação dos animais e conseqüentemente menores rendimentos na desossa (KOCH et al., 1982). Ainda, Savell et al. (1987) propuseram para a carne um mínimo de marmorização “slight” (3% de gordura intramuscular) seria necessária para uma maior palatabilidade e um máximo de 7% de gordura intramuscular nos músculos. Wheeler et al. (1994) relataram uma baixa, porém positiva, associação entre o grau de marmorização e a palatabilidade da carne de *Bos taurus* e *Bos indicus*, indicando

que uma porcentagem de gordura intramuscular 3 a 7% na carne poderia contribuir para essa melhora na palatabilidade.

Pethick et al. (2004) observaram que durante a fase de desenvolvimento (pós natal) do animal (ao redor de 50 kg PCQ) a quantidade de gordura intramuscular permanece baixa e constante, seguida de uma fase de desenvolvimento quase linear, e uma deposição mais rápida de gordura na carcaça (ao redor de 200 kg de PV). Finalmente, quando a maturidade é atingida (aproximadamente 450 kg PV) ocorre uma redução da gordura intramuscular, assim como a ingestão e a taxa de crescimento do animal também declinam. Esses fatores dependem ainda do tamanho do corpo à maturidade e do genótipo de cada animal.

Embora muitos estudos tenham indicado que a dureza da carne de *Bos indicus* é amplamente relacionada à redução da proteólise pós-morte, resultado da atividade elevada da calpastatina (WHEELER et al., 1990; WHIPPLE et al., 1990; SHACKELFORD et al., 1996; KOOHMARAIE, 2003), segundo Wheeler et al. (1994), pode ocorrer uma possibilidade de interação entre espécies e efeito da marmorização na maciez da carne. Koch et al. (1988) apresentaram dados indicando um amplo aumento da maciez detectado por painel sensorial, com o aumento de “slight” para “small”, em carnes de bovinos *Bos indicus*, comparados à *Bos taurus*. Pringle et al. (1997) verificaram que os índices de marmorização decresceram linearmente, com o aumento da porcentagem da raça Brahman e somente com a ausência dessa raça (0% de Brahman) obteve médias suficientes para produzir carcaças “choice” (padrão USDA).

Especificamente, quando avaliado, neste estudo, o grau de qualidade para “choice” não foram detectadas diferenças entre sexos ($P=0,083$) e entre grupo genético ($P=0,240$). Aproximadamente 25% das fêmeas apresentaram índice de marmorização “choice”, enquanto 14% dos machos tiveram esse grau de qualidade na carne. Quando analisados em função dos grupos genéticos essas porcentagens foram 28%, 15% e 16%, para AN, BN e NE, respectivamente.

Outros pesquisadores observaram que tipos de raças britânicas possuem mais gordura intramuscular no m. *Longissimus dorsi*, em relação às raças Brahman e seus cruzamentos. Huffman et al. (1990) também observaram que a porcentagem de carcaças “choice” foi reduzida e a porcentagem de “select” e “standard”

aumentou, à medida que se elevou a proporção do genótipo Brahman, discordando, deste trabalho em que não foram observadas essas diferenças.

As carcaças avaliadas foram de modo geral, de acordo com os padrões USDA, classificadas como grau “select”, contrariando Cole et al. (1963) que relataram diferenças no grau de marmorização entre *Bos taurus* e *Bos indicus*, com escores de “modest” elevado e “slight”, respectivamente. Da mesma forma, Koch et al. (1988) também verificaram que bovinos cruzados *Bos indicus* apresentaram carnes mais duras, em relação aos cruzados *Bos taurus*, mesmo quando igualados a um grau de marmorização constante.

5.1.1.6. pH, Temperatura e Perdas de Água por Exsudação (PAE)

Os resultados de pH, 1 hora pós-morte, não apresentaram diferenças entre sexos ($P=0,087$) e grupos genéticos ($P=0,63$), assim como a temperatura, 1 hora pós-morte, também não diferiu entre sexos ($P=0,88$) e entre grupos genéticos ($P=0,52$).

Por outro lado, foram detectadas diferenças quanto aos sexos ($P=0,027$) sem diferenças quanto aos grupos genéticos ($P=0,490$), para os valores de pH 24 horas pós-morte. A temperatura, 24 horas, diferiu somente entre sexos ($P=0,02$) sem diferenças apresentadas entre grupos genéticos ($P=0,345$) (Figura 10).

Do mesmo modo, a PAE foi diferente ($P<0,001$) somente entre os sexos dos grupos genéticos estudados, sem diferenças entre os grupos genéticos ($P=0,574$). As carnes de fêmeas apresentaram menores valores de PAE (2,86%) maturadas até 14 dias, enquanto a carne dos machos teve médias maiores, ao redor de 5,53% (Figura 11). Resultados semelhantes foram observados por Hadlich (2004) que também não verificou diferença na PAE, nos grupos genéticos estudados, concordando com os resultados deste trabalho.

O valor médio de pH da carne, 24 horas pós-morte, foi 5,69 para fêmeas e 5,73 para machos. Sugere-se que essa diferença pode ter ocorrido devido a uma maior reatividade dos machos, embora castrados, em relação às fêmeas (Figura 10).

Entre os grupos genéticos, os valores médios de pH atingiram 5,70. Valores de pH final entre 5,40 e 5,80, são considerados “normais”, ou típicos, para a carne bovina (JUDGE, 1989; KOOHMARAIE et al., 1991, LUCHIARI FILHO, 2000). Portanto, não ocorreu anomalia DFD (“dark, firm and dry”) denominados cortes escuros, que é relacionado a músculos com valores de $\text{pH} \geq 6,0$, associados

principalmente com o estresse pré-abate (TARRANT et al., 1980; citado por ABULARACH et al., 1998). Além disso, esses valores médios de pH nas carcaças encontram-se dentro dos padrões de exportação.

Figura 10 – Valores médios de pH e Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), 24 horas pós-morte, entre a 12^a e 13^a costelas do m. *Longissimus dorsi* das progênes de touros Angus, Brahman e Nelore.

Figura 11 – Valores médios de Perdas de Água por Exsudação PAE (%), do m. *Longissimus dorsi* das progênes de touros Angus, Brahman e Nelore.

Ainda, várias alterações que se relacionam com a maciez da carne poderiam ser explicadas pelo efeito direto das proteínas miofibrilares e que este efeito é dependente do pH, com implicação mínima em pH 6,5 (TAKAHASHI, 1996).

Koohmaraie et al. (1991) observaram em carcaças de bovinos, 24 horas pós-morte, valores médios para pH de 5,63, próximos aos valores encontrados neste experimento. Já para a temperatura, os autores encontraram médias de 1,5°C, considerados inferiores aos verificados neste experimento, entre 4,3°C e 5,04°C, independente do grupo genético ou sexo avaliado. Por outro lado, Aferri (2003) não relatou diferenças nos valores de pH e temperatura, 1 e 24 horas pós-morte, no m. *Longissimus dorsi*, de bovinos mestiços Simental, Nelore e Brangus.

De acordo com Silva et al. (1999) em carnes com elevados valores de pH, há uma maior atividade proteolítica e esta é responsável pela ruptura das miofibrilas 1 dia pós-morte. Enquanto em carnes com pH intermediário ou baixo, a proteólise é mais lenta. O mesmo autor sugeriu que a maciez de carnes submetidas a um período de maturação prolongado de 13 dias foi influenciada pelo pH final.

5.1.1.7. Perdas de Peso por Cozimento (PAC) Força de Cisalhamento e Força de Cisalhamento > 3,9 kg

As perdas de peso por cozimento (PAC) não apresentaram diferenças entre os sexos ($P=0,827$) e entre grupos genéticos ($P=0,772$) (Figura 12). De acordo com os resultados de PAC, neste trabalho, sugere-se que não houve variação nas propriedades químicas da carne entre os diferentes grupos genéticos avaliados. As médias de PAC encontradas neste trabalho foram ao redor de 15%, valores esses aproximados aos verificados por Hadlich (2004), que observou médias ao redor de 16% de PAC. Oliveira (1993) também não verificou médias semelhantes a este trabalho, com valores de PAC de 27,48% para a carne de novilhos Nelore maturada até 14 dias. Além disso, há evidências que a carne de tourinhos apresenta maiores PAC do que a de novilhos (PURCHAS et al., 1990; citado por ABULARACH et al., 1998). Em uma carne bem estocada, com pH e temperatura de armazenamento adequados, procedente de animais sem estresse, as perdas ao cozimento situam-se em 20% (comunicação pessoal - LUCHIARI FILHO, 2005).

Figura 12 – Valores médios das Perdas de Peso ao Cozimento (PAC) do m. *Longissimus dorsi* de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.

A temperatura de cozimento da carne parece influenciar na relação entre pH final e maciez. Em carnes cruas, a maciez não se relaciona com o pH a médias temperaturas (65°C) a relação é curvilínea e em altas temperaturas é linear (DRANSFIELD, 1981; citado por SILVA et al., 1999). Este efeito da temperatura na maciez da carne pode resultar do efeito do cozimento na capacidade de retenção de água ou do tecido conjuntivo (PURCHAS, 1990, 1993). Silva et al. (1999) sugeriram ainda que as perdas por cozimento e a suculência foram relacionadas com a avaliação da maciez. Além disso, uma maior capacidade de retenção de água nos músculos contribui para uma maior maciez (BOUTON et al., 1973).

Nas Figuras 13 e 14 estão apresentados os valores de força de cisalhamento e força de cisalhamento > 3,9 kg do m. *Longissimus dorsi* maturado por até 14 dias, em função dos diferentes grupos genéticos, respectivamente.

As médias dos valores de força de cisalhamento (FC) aos 14 dias de maturação não diferiram entre os sexos ($P = 0,609$). Contudo, houve diferença entre os grupos genéticos estudados ($P = 0,043$). A FC da carne de NE apresentou valores médios de 4,13 kg, enquanto BN apresentou médias de 3,84 kg. Já para a carne de bovinos AN verificaram-se valores ao redor de 3,49 kg (Figura 13). Esses resultados estão em desacordo com Hadlich (2004), que não encontrou diferenças para a FC

entre os grupos genéticos, assim como, Pereira et al. (2002) que não observaram diferenças na FC do m. *Longissimus dorsi* de novilhos Nelore, e Brangus, com valores considerados baixos, resultando em cortes muito macios.

Allingham et al. (1998) sugeriram que novilhos Brahman terminados com dietas com elevado concentrado reduziram a proporção de tecido conjuntivo na carne, aumentando os níveis de maciez. Portanto, seria interessante quantificar o colágeno em estudos futuros, já que neste não foi possível.

O mesmo comportamento foi observado para FC > 3,9 kg, sem diferença entre sexos ($P=0,939$), entretanto houve diferença entre grupos genéticos ($P= 0,021$). Verificou-se que 37,3% das fêmeas tiveram FC > 3,9 kg (Figura 14). Desempenho semelhante foi observado também para os machos, em que 36,6% apresentaram médias de FC maiores que 3,9 kg. Em relação aos filhos dos touros estudados foram encontrados 21%, 40% e 49% de FC > 3,9 kg, para AN, BN e NE, respectivamente.

Trabalhos realizados por Boleman et al. (1997) relataram que a carne de machos inteiros pode ser definida como moderadamente macia, enquanto que a de macho castrado e de fêmea é considerada como muito macia, concordando com este experimento em que a FC aos 14 dias teve média de 3,84 kg para as carnes de fêmeas e 3,97 kg para as carnes de machos castrados.

Figura 13 – Valores médios da Força de Cisalhamento (FC), (kg) do m. *Longissimus dorsi*, maturado por 14 dias, de machos e fêmeas, filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.

Figura 14 – Porcentagens, da Força de Cisalhamento >3,9 kg (FC), (kg) do m. *Longissimus dorsi* maturado por 14 dias, de filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.

Em acordo com este trabalho, Huff et al. (1993) também não verificaram diferenças na maciez da carne entre os sexos de bovinos, concordando com os resultados deste experimento. Além disso, Prost et al. (1975) destacaram que a idade e o período de maturação pós-morte tiveram maior influência na maciez, do que o sexo dos animais estudados. Ainda, o efeito da maturidade em animais parece ser mais importante que as diferenças causadas pela condição sexual.

De acordo com os valores de FC encontrados neste estudo, indica-se a viabilidade da utilização de filhos de touros Nelore, Angus e Brahman, para a produção de carne com qualidade superior, sugerindo que as carnes foram maturadas o suficiente para diminuir a variabilidade na maciez, resultando em carnes macias e aceitáveis no mercado internacional. Tal afirmação é suportada já que músculos com valores de FC menores que 3,9 kg são considerados extremamente macios, valores de 3,9 kg a 4,5 kg são considerados macios, ao passo que valores de 4,5 a 5,4 kg estão relacionados com carnes mais duras (comunicação pessoal - LUCHIARI FILHO, 2005).

Independente da raça avaliada, a carne das progênes de touros Aberdeen Angus, Brahman e Nelore, em especial, foi considerada macia, aos 14 dias de maturação, contrariando estudos, como os desenvolvidos por Crouse et al. (1989) e Hilton et al. (2004), no que se refere à carne de zebuínos, sugerindo, segundo esses autores, que esses animais apresentam carnes muito duras.

Rubensam et al. (1998) estudaram bovinos da raça Polled Hereford (HH), cruzados $3/4$ Hereford $1/4$ Nelore ($3/4$ H $1/4$ N) e cruzados $5/8$ Hereford $3/8$ Nelore ($5/8$ H $3/8$ N), abatidos aos 24 meses e constataram diferenças na FC de músculos dos grupos $3/4$ H $1/4$ N maturadas por até 10 dias, com médias de 4,10 kg, enquanto o grupo HH apresentou médias de 3,67 kg e $5/8$ H $3/8$ N com médias de 5,00 kg, respectivamente. Esses valores encontrados para $5/8$ H $3/8$ N muito semelhantes aos encontrados neste experimento para as progênes de NE, ainda o período de maturação utilizado neste experimento foi de 14 dias.

Segundo O'Connor et al. (1997) a carne de animais $3/8$ *Bos indicus* maturou mais lentamente de 1 a 7 dias e foi menos macia, aos 4, 7, 14, 21 e 35 dias que a carne de *Bos taurus*. No entanto, carnes provenientes de bovinos $3/8$ *Bos indicus* foram consideradas aceitavelmente macias, quando maturadas por um período de 21 dias. Entretanto, de acordo com resultados obtidos neste experimento, sugere-se que a carne de *Bos indicus* pode permanecer por períodos inferiores há 21 dias em câmaras de maturação. Essa sugestão é válida principalmente no que se refere à indústria da carne bovina, devido ao menor período que o produto permanecerá nas indústrias frigoríficas a fim de atingir uma maciez satisfatória para os consumidores.

Por outro lado, Sañudo et al. (2004) afirmaram que as diferenças entre os tipos de raça tenderam a diminuir ou desaparecer, à medida que se prolongou o período de maturação da carne. Essas diferenças entre raças foram mais evidentes em períodos mais curtos de maturação, mas desapareceram aos 21 dias, implicando que cortes submetidos a períodos mais longos de maturação tendem a homogeneizar o produto, principalmente em animais mais pesados, que de certa forma, são mais homogêneos, independente do grupo genético utilizado.

Plater et al. (2003) destacaram que a deposição de gordura no tecido resultou em músculos mais macios, devido à quebra dos feixes de colágeno duro no perimísio do m. *Longissimus dorsi* de bovinos. Houve uma significativa correlação entre a gordura do perimísio e a força de cisalhamento dos músculos. Isso poderia

estar relacionado com o processo de cozimento dos componentes da carne, tais como, tecido conjuntivo e miofibrilas. Esses autores verificaram também, que a presença de gordura do perimísio tem melhor impacto na maciez em períodos de maturação superiores há 14 dias pós-morte. Mc Cormick (1994) observaram uma redução da força de cisalhamento, atribuída à degradação do perimísio e à degradação miofibrilar. Contrariamente, Wipple et al. (1990^a) não observaram correlação entre a presença de colágeno solúvel e total na maciez da carne maturada 14 dias pós-morte.

Além disso, é importante ressaltar neste experimento, que os animais eram jovens, assim os níveis de ligações cruzadas de colágeno presentes na carne provavelmente seriam mais solúveis, já que à medida que o animal envelhece as ligações se tornam mais estáveis e as ligações cruzadas estão presentes em menor número, favorecendo a maciez da carne.

5.1.1.8. Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI)

Diferentemente da FC, o MFI, aos 14 dias de maturação, não apresentou o mesmo comportamento, pois não foram encontradas diferenças entre os sexos ($P=0,242$) e entre grupos genéticos ($P=0,135$). O MFI da carne de NE apresentou valores médios de 67,14%, enquanto BN obteve médias de 73,50%. Já para a carne dos animais AN a média foi de 77,53% (Figura 15). Portanto, esses valores demonstraram a mesma variação que os resultados encontrados para a força de cisalhamento, embora sem diferenças estatísticas detectadas para esta característica. A carne de NE foi mais dura em ambas análises, apresentando maiores médias de FC e índices mais baixos de MFI. Robbins et al. (2003), observaram maiores índices de MFI em carnes de bovinos Aberdeen Angus, em relação à raça Simental. Todavia, após 14 dias de maturação, esses índices igualaram-se, da mesma forma que o ocorrido neste experimento para esta característica.

Em contrapartida, Silva (2005), trabalhando com zebuínos, com média de 35 meses e peso vivo médio de 498,4 kg verificou que o MFI foi maior no m. *Longissimus dorsi* de machos, em relação às fêmeas, com índices de 91,2 e 83,9, respectivamente, diferentemente dos resultados obtidos neste estudo.

Figura 15 –Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI) do m. *Longissimus dorsi* maturado por 14 dias, de filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.

Por outro lado, verificou-se neste estudo que a maturação das amostras por um período de 14 dias proporcionou uma redução na variabilidade da maciez dos músculos das progênes, analisada por meio da força de cisalhamento, entretanto, diferentemente, não foram encontradas diferenças na análise de MFI entre os grupos genéticos. Segundo Brooks et al. (2000), carnes maturadas por períodos inferiores há 10 dias provavelmente contribuem para a maciez.

O MFI possui também alta correlação com a força de cisalhamento e análise sensorial, além de caracterizar a intensidade da proteólise do músculo (HOPKINS et al., 2000). Porém, neste trabalho não foi verificada diferença para a FC e o MFI não apresentou boas correlações com a força de cisalhamento, resultando no valor de 0,05 ($P=0,381$). Portanto o MFI não foi responsável pelas variações na força de cisalhamento, não se caracterizando, neste caso, como um bom preditor de maciez, discordando dos estudos de Hadlich (2004) para carnes maturadas até 14 dias.

Silva et al. (1999) observaram que o MFI foi fortemente relacionado com análise de FC e maciez sensorial, 1 dia pós-morte, porém, essa relação foi fraca no 60 e 130 dias pós-morte.

Entretanto, há uma relação inversa da FC com o MFI, pois à medida que aumenta a FC (carnes mais duras) reduz o MFI (OLSON et al., 1976, 1977; CULLER et al., 1978 e CROUSE et al., 1990). Culler et al. (1978) relataram que índices de

MFI superiores a 60 caracterizam músculos muito macios, enquanto valores pouco abaixo de 60 estão associados às carnes moderadamente macias e valores inferiores a 50 indicam carnes com maciez indesejável.

O MFI, particularmente reflete mudanças que ocorrem durante a maturação da carne, segundo Ilian et al. (2004). As miofibrilas submetidas ao processo de maturação apresentam maior degradação, quando comparadas àquelas observadas em músculos não submetidos a esse processo (Hopkins et al., 2000).

5.2. Características Relacionadas às Progênies de Touros Representativos das Principais Linhagens da Raça Nelore (*Bos indicus*)

5.2.1. Características Quantitativas

As médias e erros padrão da média (EPM) das características analisadas durante todo período experimental apresentam-se em anexo Touros Representativos das Principais Linhagens da Raça Nelore.

5.2.1.1. Peso Vivo Final ao Abate (PVF)

Foi observada interação entre sexos e touros ($P=0,001$) entre as progênies de Nelore (*Bos indicus*) avaliadas. As fêmeas tiveram pesos finais diferentes ($P=0,0002$) entre 342 kg e 415 kg, assim como os machos ($P<0,001$), com valores mínimos de 411 kg e máximos, 472 kg (Figura 16). Esses resultados indicaram uma alta variabilidade no peso final dos animais. Porém, somente essa variável não permite indicar a qualidade da carcaça. Macedo et al. (2001) compararam as características de machos jovens Nelore, não castrados, filhos de touros com diferencial positivo (linhagem seleção) ou nulo (linhagem controle). Esses autores relataram que a linhagem seleção obteve peso final médio ao abate de 462 kg, concordando com este trabalho, sugerindo que a progênie de um dos touros testado é diferencial em pesos superando em mais de 3@ os machos com menores médias de peso final ao abate. Dessa forma, esse incremento pode ser expressivo, refletindo índices de produtividade em propriedades que utilizam progênies desse touro, ratificando as afirmações de Razook et al. (1994), citado por Macedo et al.

(2001), quanto ao favorecimento da utilização de touros de alto diferencial de seleção para a característica de ganho de peso.

5.2.1.2. Peso de Carcaça Quente (PCQ) e Rendimento de Carcaça (RC)

Observou-se interação significativa ($p < 0,001$) entre touros e sexos para o PCQ. Para ambos sexos, foi verificado efeito de touro entre as progênies ($p < 0,001$). As carcaças das fêmeas foram mais leves comparadas aos machos ($p < 0,001$). De modo geral, os PCQ de fêmeas tiveram valores de 215,6 kg enquanto os machos 247,3 kg. Os valores médios do PCQ das fêmeas variaram de 190 kg a 236,8 kg, enquanto para machos variou de 230 kg a 263 kg (Figura 16). Assim como para a característica de PVF, de acordo com os valores apresentados para o PCQ, observou-se uma variabilidade genética dentro da raça Nelore.

Para o rendimento de carcaças, observou-se diferença entre os sexos ($P < 0,001$) e touros ($P < 0,001$). As fêmeas tiveram rendimentos, variando entre 54,30% e 57,65% e os machos apresentaram valores de RC de 55,58% a 57,62%, (Figura 17). Portanto, fêmeas tiveram menores rendimentos de carcaça que machos. Porém, o peso vivo e o rendimento de carcaças, somente, não consistem em indicadores seguros da qualidade da carcaça, pois o maior peso de carcaça pode estar associado a uma maior quantidade de gordura, pesando mais do que os cortes, além de conter em seu interior menores porcentagens de água. É importante observar que essas diferenças detectadas para a AOL refletem variações genéticas existentes dentro desta raça.

Figura 16 – Valores médios do Peso Vivo Final (kg) e Peso de Carcaça Quente (kg), de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

Figura 17 - Valores médios do Rendimento de Carcaça (RC), em %, de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

5.2.2. Características Qualitativas

5.2.2.1. Acabamento das Carcaças

Em relação ao acabamento (*Bos indicus*) as diferenças encontradas foram entre sexos ($P < 0,001$) e entre touros ($P = 0,055$) nas progênie de Nelore estudadas. De modo geral, as fêmeas tiveram melhor acabamento, com médias de 3,51, já os machos apresentaram médias de acabamento de 2,92 (Figura 18). O acabamento das carcaças das fêmeas variou de 3,24 a 3,85, enquanto para machos os valores foram de 2,06 a 3,30. Portanto, as carcaças das progênie apresentaram grau de acabamento adequado, fator esse importante para a qualidade da carne. Essas informações sugerem uma maior facilidade em imprimir acabamento adequado. É importante ressaltar que os machos eram castrados, embora, neste experimento tenham apresentado menores valores de acabamento, quando comparados às fêmeas.

Figura 18 – Valores médios do Acabamento das Carcaças, de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

5.2.2.2. Área de Olho de Lombo (AOL) e Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) avaliadas na carcaça

Foram detectadas diferenças entre sexos ($P < 0,001$), e entre touros ($P < 0,001$) para a AOL. As fêmeas tiveram médias de AOL de $53,76 \text{ cm}^2$, enquanto para machos $59,25 \text{ cm}^2$. (Figura 19). Os valores de AOL das fêmeas variaram de 48 cm^2 a $58,88 \text{ cm}^2$. Já para os machos a AOL variou de $57,18 \text{ cm}^2$ a $63,63 \text{ cm}^2$.

De acordo com Owens et al. (1995), as taxas de ganho em proteína e gordura podem variar de acordo com a genética e maturidade, assim sugere-se que existem dentro da raça Nelore, grupos de animais com potencial genético para crescimento e/ou diferentes graus de maturidade, com a constatação do efeito de touro, em relação à AOL. Segundo Luchiari Filho (2000), a avaliação dessa medida relaciona-se à musculosidade.

Foi observada interação entre sexos e entre touros ($P = 0,01$) para a EGS avaliada na carcaça dos animais. As fêmeas foram diferentes entre si ($P = 0,0005$), com valores entre $5,33 \text{ mm}$ e $11,53 \text{ mm}$. No entanto, entre os machos não foi verificada diferença ($P = 0,277$), embora os valores encontrados para esta característica permanecessem entre $3,54 \text{ mm}$ e $7,12 \text{ mm}$ de EGS no m. *Longissimus dorsi* (Figura 20).

Esses resultados poderiam indicar a superioridade de alguns animais em depositar gordura. Esta constatação pode ser considerada quando o produtor e a indústria procuram produzir animais mais pesados e com maior acabamento. Com a criação dos programas de bonificação fidelidade, animais classificados, de acordo com cada programa, deverão estar necessariamente inseridos em requisitos pré-estabelecidos, inclusive acabamento, entre outros, recebendo remuneração diferenciada por essa qualidade. No entanto, em relação à qualidade intrínseca do produto ainda pouco se tem feito no Brasil. Por outro lado, o excesso de gordura, acima de 7 mm é inútil e sem valor comercial, retirado à quantidades mínimas no varejo, quando comercializados (SAINZ, 1996). De qualquer forma, alguns mercados consumidores, tais como, asiático, requerem alto teor de gordura nos cortes cárneos.

Figura 19 – Valores médios da Área de Olho de Lombo (AOL) em cm² do m. *Longissimus dorsi* de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

Figura 20 – Valores médios da Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) em mm, do m. *Longissimus dorsi* de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

A variação da qualidade da carne consiste em um dos maiores problemas para indústria e consumidor (DRANSFIELD, 1992).

A AOL e a EGS são dados muito utilizados para predizer com acurácia e rapidez a quantidade da porção de cortes comestíveis na carcaça, pois há altas relações entre essas variáveis. Em bovinos, a carcaça “ideal” foi descrita por Berg et al. (1978) com carcaças apresentando maior teor de músculos (AOL), menor teor de ossos e a gordura e uma quantidade ótima de EGS, assim são atributos em proporção ótima de acordo com a exigência do mercado consumidor.

Diferentemente dos resultados deste estudo, em que se observou uma grande variabilidade das características de AOL e EGS, Macedo et al. (2001) não encontraram diferenças na AOL e na EGS nas diferentes linhagens de bovinos Nelore (*Bos indicus*).

5.2.2.3. Índice de Marmorização e Grau de Qualidade (Quality Grade) para “Choice”

O índice de marmorização avaliado diferiu entre sexos ($P= 0,002$) e touros ($P<0,001$). A marmorização no m. *Longissimus dorsi* de fêmeas da progênie de touros Nelore atingiu médias de 274, enquanto para machos 238. O efeito de touro pode indicar uma ampla variação genética entre as progênies estudadas, visto que os valores variaram de 206 a 348 (Figura 21).

Figura 21 - Valores médios do Índice de marmorização do m. *Longissimus dorsi* de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

Isso implica que há touros diferenciados que possuem maior potencial genético para marmorização. Fator esse importante quando se estuda *Bos indicus*, já que segundo Crouse et al. (1989), à medida que aumentou a proporção de *Bos indicus* em um rebanho, reduziu a quantidade de gordura intramuscular e aumentou a EGS. Por outro lado, quando se aumenta a marmorização e a EGS nos músculos há algumas implicações, como uma menor porcentagem de porção comestível nos cortes cárneos.

Similarmente, foram detectadas diferenças entre sexo ($P=0,002$) e touros ($P<0,001$) para o grau de qualidade (quality grade) para “choice”. Aproximadamente 25% das fêmeas apresentaram índice de marmorização “choice”, enquanto 9% dos machos tiveram esse grau de qualidade na carne (Figura 22).

O efeito de touro pode indicar que houve uma variação genética entre as progênes estudadas, já que as porcentagens variaram entre 3,6% a 58%. Isso sugere a caracterização de touros que possuem maior potencial genético para índice de marmorização “choice”.

Figura 22 – Grau de Qualidade para Choice (%) do m. *Longissimus dorsi* de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

A marmorização da carne é influenciada pelo indivíduo e utilização de touros dentro de uma mesma raça. Esta foi a primeira evidência de que a variação genética para o índice de marmorização dentro de uma mesma raça pode ser tão ampla quanto à variação entre raças (BINDON, 2004).

Resultados de Dikeman et al. (2005) demonstraram que a seleção para marmorização poderia melhorar a maciez de alguns cortes cárneos e a herdabilidade da marmorização é alta (38%).

Em relação à alimentação dos animais tem sido demonstrado que bovinos alimentados com dietas com alto concentrado por períodos longos apresenta índices maiores de marmorização no m. *Longissimus dorsi* e classificações mais elevadas no sistema USDA. Essas observações baseiam-se no aumento dos depósitos de adipócitos de triglicerídeos. Miller et al. (1987) verificaram que a marmorização e as classificações de qualidade aumentam até os 112 dias de alimentação com dietas com alto concentrado, após uma fase de crescimento e pré-acabamento com dietas com alta e baixa energia; e que períodos superiores a 112 dias de alimentação não favoreceram os escores de marmorização da carne. A marmorização provavelmente aumente em bovinos, de acordo com o aumento da idade e do período de

alimentação em confinamento se o animal for deixado para completar a realimentação antes do abate (MILLER, 2001). Portanto, a marmorização dos músculos é afetada também por outras variáveis, como a dieta (alta energia e alimentação precoce), ambiente, além do genótipo utilizado.

5.2.2.4. pH, Temperatura e Perdas de Água por Exsudação (PAE)

Os resultados de pH, 1 hora pós-morte, não diferiram entre sexos ($P=0,379$) e touros ($P=0,126$), (Figura 23), assim como a temperatura, 1 hora pós-morte, entre sexos ($P=0,686$) e touros ($P=0,978$) também não foram diferentes (Figura 24).

Por outro lado, foi verificada diferença entre sexos ($P=0,003$) sem efeito entre touros ($P=0,857$) para os valores de pH 24 horas pós-morte (Figura 23). O mesmo comportamento foi observado para a temperatura 24 horas pós-morte, com diferença entre sexos ($P=0,021$) sem diferença entre touros ($P=0,938$) (Figura 24). O pH das carcaças de fêmeas variou de 5,63 a 5,79 e dos machos de 5,70 a 5,84, considerados esses valores dentro do padrão normal para essa variável. Comportamento semelhante foi observado em relação à PAE, com um efeito significativo ($P<0,001$) somente entre os sexos das progênies dos touros estudadas sem diferenças entre touro ($P=0,549$). As carnes de fêmeas apresentaram valores médios de PAE de 2,99%, enquanto a carne dos machos foi em torno de 5,87%, quando maturadas até 14 dias (Figura 25). Esses valores podem ser considerados elevados, já que as porcentagens normais de PAE estariam abaixo de 2%.

Figura 23 – Valores médios de pH 1 e 24 horas pós-morte, entre a 12ª e 13ª costelas das carcaças de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

Figura 24 – Valores médios de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) 1 e 24 horas pós-morte, entre a 12ª e 13ª costelas das carcaças de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

5.2.2.5. Perdas de Peso por Cozimento (PAC) Força de Cisalhamento e Força de Cisalhamento > 3,9 kg

Não foram verificadas diferenças significativas nas perdas de peso por cozimento (PAC) entre sexos ($P=0,428$) e touros ($P=0,526$) nas amostras maturadas até 14 dias (Figura 25). As médias de PAC das progênies dos touros Nelore (*Bos indicus*) estudadas variaram de 12,65% a 17,59%, valores esses inferiores aos encontrados por Oliveira et al. (1993), que obtiveram 27,48% de PAC e Pereira (2002), que observou valores próximos de 29,5% de PAC para a carne de novilhos Nelore maturada por até 14 dias.

Figura 25 – Valores médios de perda de Água por Exsudação (PAE), em %, e Perdas de Peso ao Cozimento (PAC) em %, do m. *Longissimus dorsi* de machos e fêmeas, filhos de touros representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

Não foram observadas diferenças nas médias dos valores de força de cisalhamento (FC) aos 14 dias de maturação entre sexos ($P=0,433$) e touros ($P=0,878$) (Figura 26). A FC da carne das progênies dos touros Nelore (*Bos indicus*) de modo geral, apresentou valores mínimos de 3,09 kg e máximos de 4,97 kg, observados no m. *Longissimus dorsi* de fêmeas. O mesmo comportamento foi observado para $FC > 3,9$ kg, sem diferenças entre sexos ($P=0,836$) e entre touros ($P=0,659$). Verificou-se que 49% das fêmeas tiveram $FC > 3,9$ kg, enquanto 51% dos

machos apresentaram esta característica no m. *Longissimus dorsi* analisado (Figura 27).

Figura 26 – Valores médios da Força de Cisalhamento (FC), em kg, do m. *Longissimus dorsi*, maturado por 14 dias, de machos e fêmeas, representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

Figura 27 - Valores médios da Força de Cisalhamento >3,9 kg (FC), em kg, do m. *Longissimus dorsi*, maturado por 14 dias, de machos e fêmeas, filhos de representativos da raça Nelore (*Bos indicus*).

De acordo com Luchiari Filho (2005) – comunicação pessoal valores de FC de 3,9 kg a 4,5 kg são considerados macios, portanto esses valores foram atribuídos às carnes macias, inclusive atendendo aos padrões internacionais de maciez de carne. Todavia, é importante enfatizar que os filhotes dos touros foram abatidos relativamente jovens, terminados em confinamento. Isso poderia ter proporcionado um efeito diferencial positivo para promover uma maior maciez das carnes.

Miller (2001) relatou que a utilização de touros influenciou os valores de força de cisalhamento para os períodos de maturação 1, 7 e 21 dias pós-morte. De acordo com a autora, entender o efeito de touros dentro de uma raça auxiliaria a compreensão dos efeitos da raça na qualidade da carne e forneceria uma ferramenta aos produtores na seleção para a melhoria da qualidade da carne.

Portanto, é essencial a avaliação das características qualitativas da carne de diferentes raças para maiores esclarecimentos, principalmente no que se refere ao atributo de maciez da carne de bovinos, em especial em zebuínas, como a Nelore.

5.2.2.6. Índice de Fragmentação Miofibrilar (MFI)

Os resultados de MFI aos 14 dias de maturação, permitiram observar diferenças entre sexos ($P=0,032$) não apresentando o mesmo comportamento entre touros ($P=0,122$). O MFI do m. *Longissimus dorsi* de fêmeas apresentou índices médios de 61,71, enquanto os machos obtiveram médias de 69,10. De modo geral, os índices de MFI nas progênie variaram de 52,60 a 75,50. Os índices verificados neste estudo foram considerados indicativos de carnes macias, já que segundo Taylor et al. (1995), essa análise tem sido utilizada amplamente como um método de estimar a maciez da carne. Os mesmos autores relataram que o índice de MFI aumentou continuamente durante o período de 14 dias pós-morte e que os índices podem variar significativamente de animal para animal. Resultados semelhantes foram averiguados por Olson et al. (1976), em que à medida que aumentou o período pós-morte houve um crescente aumento nos índices de MFI, explicado pela quebra das miofibrilas em segmentos menores, próximos ou no próprio local do disco Z, durante o período pós-morte.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram as seguintes conclusões:

Para o peso vivo final observou-se interação entre touros e sexos, assim como para as características de peso de carcaça quente e espessura de gordura subcutânea.

Não houve diferença na perda por cozimento e na maciez avaliada por força de cisalhamento no m. *Longissimus dorsi*, maturado por 14 dias. O pH e a temperatura (1 hora pós-morte) também não diferiram entre as progênies de touros representativos das principais linhagens da raça Nelore (*Bos indicus*). O sexo do animal influenciou sobre o pH e temperatura (24 horas pós-morte), rendimento de carcaça, perdas de água por exsudação e índice de fragmentação miofibrilar.

O acabamento avaliado diferiu entre os sexos e touros, assim como a área de olho de lombo e o índice de marmorização do m. *Longissimus dorsi*.

Quando comparados os grupos genéticos Nelore, ½ Angus x Nelore e ½ Brahman x Nelore, através da avaliação de características da carcaça e da carne desses grupos, constatou-se diferença entre grupos genéticos, quanto à marmorização do m. *Longissimus dorsi*, quanto à maciez e quanto ao índice de fragmentação miofibrilar dos cortes maturados por 14 dias. O sexo do animal influenciou as características de pH, temperatura (24 horas pós-morte) e perdas de água por exsudação. Houve interação entre os grupos genéticos e sexos para o rendimento de carcaça, assim como para a área de olho de lombo, avaliada entre a 12ª e 13ª costelas. O peso de carcaça quente, a espessura de gordura subcutânea foi diferentes entre sexos e entre os filhos de touros Angus, Brahman e Nelore.

Constatou-se, portanto, superioridade dos animais cruzados, em relação aos zebuínos puros, quanto a algumas características de qualidade da carne.

Todavia, há grande variação dentro da raça Nelore quando se estudam algumas características qualitativas da carcaça e da carne. Esta variação apresenta uma oportunidade de identificar e selecionar bovinos Nelore (*Bos indicus*) com qualidade igual ou superior aos cruzados.

Foram identificados touros cujos filhos produziram carne com os melhores padrões de qualidade para o mercado mundial.

7. SUGESTÕES

De acordo com os resultados encontrados neste trabalho indicam que há uma ampla variação genética dentro da raça Nelore (*Bos indicus*) para algumas características quantitativas e qualitativas avaliadas na carcaça e carne.

Nos sistemas de produção que desejam maximizar as características relacionadas à qualidade do produto final, bovinos *Bos indicus* têm o seu lugar. Para tanto há uma necessidade crescente de se adotar metodologias para o melhoramento genético dos rebanhos, a fim de garantir ao consumidor qualidade, principalmente no que se refere à maciez da carne.

É essencial o controle e criação de estratégias para redução da variação da qualidade, principalmente no que se refere à maciez, já que é um fator determinante no preço final.

Os resultados de maciez (força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar) indicam a viabilidade da utilização das raças estudadas neste experimento, inclusive com a utilização de *Bos indicus*, atendendo perfeitamente aos padrões internacionais para a produção de carne com qualidade superior.

Para possibilitar uma melhor compreensão efetiva e ampla das características de carcaça e da carne de bovinos, em especial, *Bos indicus* seria desejável estudos futuros, conduzidos no Brasil, principalmente utilizando-se outros períodos de maturação em amostras do m. *Longissimus dorsi*.

Sabe-se ainda pouco sobre a qualidade e o potencial da carne de bovinos Nelore (*Bos indicus*) e da variabilidade genética dentro da raça.

Sugere-se ainda em trabalhos futuros a realização de análises complementares, tais como, atividade de calpastatina (a fim de identificar possíveis diferenças na taxa de proteólise pós-morte), comprimento de sarcômero, colágeno e perfil de ácidos graxos (composição lipídica) na carne, para melhor caracterizar as diferenças entre *Bos indicus* e *Bos taurus*. Ainda, a realização de análises genômicas pode abrir perspectivas de identificar os genes responsáveis pelas características qualitativas observadas.

Embora, ainda seja difícil realizar pesquisas no Brasil, com o investimento de poucas empresas, melhorias na qualidade da carne, certamente aumentarão a competitividade do país, com outros mercados, com a possibilidade de melhorar o

cenário de um país que pode produzir produtos com qualidade diferenciada. Conseqüentemente, beneficiará todos os segmentos da cadeia da carne bovina, inclusive o consumidor final.

Dessa forma, seria interessante submeter amostras há vários tempos de maturação, para melhor avaliar o comportamento do MFI em relação aos grupos genéticos estudados. Também, a realização de outras análises, que avaliassem a degradação protéica, tais como, eletroforese em gel e determinação de aminoácidos livres (HOPKINS et al., 2000).

8. REFERÊNCIAS

ABERLE, E.D. et al. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain. Time on a high energy diet. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.52, p.757-768, 1981.

ABIEC. Associação Brasileira dos Importadores e Exportadores de Carne, 2005. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/abiec/>. Acesso em: 25 de Agosto de 2005.

ABULARACH, M.L.S.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contra-filé (músculo *Longissimus dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.18, n.2, p.205-210, 1998.

AFERRI, G. Desempenho e características de carcaça de novilhos confinados com dietas contendo diferentes fontes de gordura. Pirassununga, 2003, 49p Dissertação – (mestrado) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

ALLINGHAM, P.G., HARPER, G.S., HUNTER, R.A. Effect of growth path on the tenderness of the *Semitendinosus* muscle of Brahman-cross steers. **Meat Sci.**, Barking, v.48, p.65-73, 1998.

ALVAREZ, M.I.; SANTOS, W.L.M. Evaluación de la terneza del bife angosto (músculo *Longissimus dorsi*) de bovinos machos castrados mestizos Nelore. Disponível em <http://www.Unne.edu.ar/cyt/2001/4-veterinarias/V-026>. Acesso em 7 de Novembro de 2005.

ANASTÁSIO, A.C. Características de carcaças e qualidade de carne de bovinos submetidos ao sistema de produção superprecoce. Botucatu, 2004. 53p – Dissertação (mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, UNESP.

ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo; FNP, 340p. 2005.

AOAC. Official methods of analysis. 15 ed. Arlington, VA: association of Official Analytical Chemists, 1997.

ARIMA, H.K. Maturação de Carnes. **In:** Avanços na Qualidade da Carne e seus Impactos na Indústria Brasileira. Anais. Piracicaba. 2003.

BARBOSA, P.F.; Cruzamentos para obtenção do novilho precoce. **In:** Encontro Nacional Sobre Novilho Precoce, Campinas, 1995. Anais, p.75-92.

BERG, R.T., BUTTERFIELD, R.M. New concepts of cattle growth. 1^a ed. Sydney: Sydney University Press. 240p, 1976.

BERG, R.T.; ANDERSEN, B.B.; LIBORIUSSEN, T. Growth of bovine tissues. 1. Genetic influences on growth patterns of muscle, fat and bone in young bulls. **Anim. Prod.**, Bletchley, v.26, p.245-258, 1978.

BIANCHINI, W. Crescimento muscular e qualidade da carne de bovinos Nelore, Simental e seus mestiços no sistema de produção superprecoce. Botucatu, 2005. 80p – Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP.

BIDNER, T.D. et al. Influence of Brahman-derivative breeds and Angus on carcass traits, physical composition, and palatability. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.80, p.2126-2133, 2002.

BINDON, B.M. A review of genetic and non-genetic opportunities for manipulation of marbling. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Brisbane, v.44, p.687-696, 2004.

BOLEMAN, S.J. et al. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.75, p.1521-1524, 1997.

BOUTON, P.E. et al. Influence of pH and fibre contraction state upon factors affecting the tenderness of bovine muscle. **J. Food Sci.**, Chicago, v.38, p.404-407, 1973.

BROOKS, J.C. et al. National Beef Tenderness Survey-1998. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.78, p.1852-1860, 2000.

BYRNEA, C.E.; TROT, D.J.; BUCKELY, D.J. Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine M. *Longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. **Meat Sci.**, Barking, v.54, n.1, p.23-34, 2000.

CHAMBAZ, A. Et al. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. **Meat Sci.**, Barking, v.63, p.491-500, 2003.

COLE, J.W. et al. Effects of type and breed of British, Zebu, and dairy cattle on production carcass composition, and palatability. **J.Dairy Sci.**, Champaign, v.22, p.1138-1146, 1963.

CROUSE, J. D. et al. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **J.Anim.Sci.**, Champaign , v.67, p.2661-2671, 1989.

CROUSE, J.D.; KOOHMARAIE, M. Effect of time of sampling postmortem on myofibril fragmentation index of meat. **J. Food Sci.**, Chicago, v.55, p.254-256, 1990.

CULLER, R.D. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine *Longissimus* muscle. **J. Food Sci.**, Chicago, v.43, p.1177-1180, 1978.

CUNDIFF, L.V. Genetic selection to improve the quality and composition of beef carcasses. Proc. Annu. Reciprocal Meat Confer. p.123. American Meat Science Association in Cooperation with the National Live Stock and Meat Board, Fort Collins, CO, 1992.

DARREL, E. et al. The calpain system. **Physiol. Rev.**, Dallas, v.83, p.731-801, 2003.

DELGADO, E.F. Fatores bioquímicos que afetam a maciez da carne. In: 1º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. São Pedro, 2001. Anais... São Pedro, 2001, CTC/ITAL, 2001, p.143-159.

DIKEMAN, M. E. Carcass composition and quality of finished crossbred Brahman cattle. Proc. of the King Workshop., Arkansas, Agric. Exp. Sta. Special Rep. n. 167, p. 77-88, 1995.

DIKEMAN, M.E. et al. Phenotypic ranges and relationships among carcass and meat palatability traits for fourteen cattle breeds, and heritabilities and expected progeny

differences for Warner-Bratzler shear force in three beef cattle breeds. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.83, p.2461-2467, 2005.

DRANSFIELD, E. Meat tenderness, a unified model for meat tenderness. **Meat Focus International**, Wallingford, v.1, n.5, p.237-245, 1992.

DUCKETT, S.K. et al. Effects of time on feed on beef nutrient composition. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.71, p. 2079-2088, 1993.

EILERS, J.D. et al. Modification of early-postmortem muscle pH and use of postmortem aging to improve beef tenderness. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.74, p. 790-798, 1996.

FARIA, M.H. Desempenho e Características de Carcaça, Rendimento de Cortes Comerciais e Atributos da Qualidade da Carne de Diferentes Grupos Genéticos Abatidos em Três Pontos de Acabamento. Botucatu, 2004. 93p – Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP.

FATURI, C. et al. Características da carcaça e da carne de novilhos de diferentes grupos genéticos alimentados em confinamento com diferentes proporções de grão de aveia e de grão de sorgo no concentrado. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.31, n.5, p.2024-2035, 2002.

FELÍCIO, P.E. Carcass composition and quality traits of zebu steers slaughtered in the state of São Paulo, Brazil. Kansas-USA, 1982. 217p. Tese (doutorado) – Kansas State University, USA.

FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne vermelha. **In:** Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 30, Rio de Janeiro, 1993. Anais. Rio de Janeiro, 1993, p.43-52.

FELÍCIO, P.E. Fatores ante e postmortem que influenciam na qualidade da carne bovina. **In:** Produção do Novilho de Corte. A.M. Peixoto, J.C. Moura & V.P. Faria Eds. p.79-97. FEALQ, Piracicaba, 1997.

FELÍCIO, P.E.; CORTE, O.O.; PICCHI, V. Rendimentos de carcaças e de subprodutos de abate de novilhos das raças Nelore e Pitangueiras de dois grupos

etários. **In:** Anais XI Congresso da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Recife, p.109, 1988.

FERRAZ, J.B.S.; ELER, J.P. Avaliação genética multiracial de bovinos de corte. **In:** Anais da 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia, p.228-234, 2005.

FLUHARTY, F.L. et al. Effects of weaning age and diet on growth and carcass characteristics in steers. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.78, p.1759-1767, 2000.

FRANKE D.E. Postweaning performance and carcass merit of F1 steers sired by Brahman and alternative subtropically adapted breeds. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.75, p.2604-2608, 1997.

GEESINK, G.H.; BEKHIT, A. D.; BICKERSTAFFE, R. Rigor temperature and meat quality characteristics of lamb *Longissimus* muscle. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.78, p. 2842-2848, 2000.

GIL, M. et al. The effect of beef production systems on the myosin heavy chain I, the biochemical characteristics and the colour variables of *Longissimus thoracis* from seven Spanish beef cattle breeds. **Meat. Sci.**, Barking, v.58, p. 181-188, 2001.

GOLL, D.E. et al. Role of the calpain system in muscle growth. **Biochimie**, Paris, v.74, n.3, p.225-237, 1992.

GORNAL, A.G.; BARDAWILL, C.F.; DAVID, M.M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. **J. Biol. Chem.**, Bethesda, v.177, p.751-766, 1949.

GREGORY, K.E., et al. Breed effects, retained heterosis and estimated of genetic and phenotypic parameters for carcass and meat traits of beef cattle. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.72, n.5, p.1174-1183, 1994.

HADLICH, J.C. Metodologias de Análise de maciez como Parâmetro de Qualidade de Carne de Bovinos de Diferentes grupos Genéticos, Botucatu, 2004. 89p – Dissertação (mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, UNESP.

HARPER, G.S.; ALLINGHAM, P.G.; Le FEUVRE, R.P. Changes in connective tissue of *m. Semitendinosus* as a response to different growth paths in steers. **Meat Sci.**, Barking, v.53, p.107-114, 1999.

HEDRICK, H.B. Methods of estimating live animal and carcass composition. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.74, n.5, p.1316-1326, 1983.

HILTON, G.G.; GENTRY, J.G.; ALLEN, D.M.; MILLER, M.F. Utilization of beef from different cattle phenotypes to produce a guaranteed tender beef product. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.82, p.1190-1194, 2004.

HOPKINS, D.L.; LITTLEFIELD, P.J.; THOMPSON, J.M. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. **Meat Sci.**, Barking, v.56, p.19-22, 2000.

HUFF, E.J.; PARRISH JR., F.C. Bovine *Longissimus* muscle tenderness as affected by postmortem aging time, animal age, and sex. **J.Food Sci.**, Chicago, v.58, n.4, p.713-716, 1993.

HUFFMAN, R.D.; et al. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on feedlot performance and carcass characteristics. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.68, p.2243-2252, 1990.

ILIAN, M.A.; BEKHIT, A.E.; BICKERSTAFFE, R. The relationship between meta tenderization, myofibril fragmentation and autolysis of calpain 3 during post-mortem aging. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.66, p.387-3397, 2004.

JUDGE et al. Principles of Meat Science. Principles of Meat Science. Dubuque: Kendall/Hunt, p.351, 1989.

JUNQUEIRA, J.O.B. Qualidade das carcaças de bovinos jovens, machos e fêmeas, cruzados Marchigiana vs. Nelore, terminados em confinamento. Pirassununga, 1996. 56p Dissertação – (mestrado) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

KING, D.A. Chilling and cooking rate effects on some myofibrillar determinants of tenderness of beef. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.81, p.1473-1481, 2003.

KOCH, R.M. et al. Effect of marbling on sensory panel tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* crosses. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.66, supl1, p.305, 1988.

KOCH, R.M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J.D. Characterization of biological types of cattle (Cycle III). III. Carcass composition, quality and palatability. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.54, p.35-46, 1982.

KOGER, M. Effective crossbreeding systems utilizing zebu cattle. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.50, n.6, p.1213-1220, 1983.

KOOHMARAIE, M. Understanding and managing variation in meat tenderness. In: Reunião Aual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.40, 2003, Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, CD ROM.

KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. **Meat Sci.**, Barking, v.43, n.S, p.S193-S201, 1996.

KOOHMARAIE, M.; WHEELER, T.L; SHACKELFORD, S.D. Beef tenderness: Regulation and Prediction. USDA-ARS, US Meat Animal Research Center, Clay Center: Nebraska, 1994, 12p.

KOOHMARAIE, M. Postmortem proteolysis in *Longissimus* muscle from beef, lamb and pork carcasses. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.69, p.617-624, 1991.

LABORDE, F.L. Breed effects on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.79, p.355-365, 2001.

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

LEME, P. R. et al. Desempenho em confinamento e características de carcaça de bovinos machos de diferentes cruzamentos abatidos em três faixas de peso. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.29, p.2347-2353, 2000.

LOCKER, R.H.; HAGYARD, C.J. A cold shortening effect in beef muscles. **J. Sci. Food Agric.**, London, v.14, p.787-793, 1963.

LUCHIARI FILHO, A. Pecuária da Carne Bovina. São Paulo, 2000.

MACEDO, M.P. et al. Características de Carcaça e Composição Corporal de Touro Jovens da Raça Nelore Terminados em Diferentes Sistemas. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.30, n.5, p.1610-1620, 2001.

MAGNABOSCO, C.U. et al. Catálogo de linhagens do germoplasma zebuino: raça Nelore. Brasília: Embrapa – Cenargen, 52 p., 1997. (Embrapa – Cenargen. Documento, 23).

MARSH, B.B. et al. Effects of early-postmortem glycolytic rate on beef tenderness. **Meat Sci.**, Barking, v.21, p.241-248, 1988.

Mc CORMICK, R. J. The flexibility of the collagen compartment of muscle. **Meat Sci.**, Barking, v.36, p.79-91, 1994.

MENEZES, L.F.G. et al. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.34, n.3, p.946-956, 2005.

MILLER, R.K. Assessing Consumer Preferences and Attitudes Toward Meat and Meat Products. **In:** 49th International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST), 2003. Campinas. p.67-80.

MILLER, R.K. Obtendo Carne de Qualidade Consistente. **In:** 1º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 2001. Anais. São Pedro. p.123-136.

MILLER, R.K. et al. The influence of diet and time on feed on carcass traits and quality. **Meat Sci.**, Barking, v.19, p. 303-313, 1987.

MOLONEY, A.P. Producing tender and flavoursome beef with enhanced nutritional characteristics. Proceedings of the Nutrition Society, Cork, v.60, p.221-229, 2001.

MONSÓN, F. et al. Ageing effect on meat texture in four different cattle breed types. **In:** 49th International Congress of Meat Science and Technology. Proceedings. Campinas. p. 145-146, 2003.

MONSÓN, F.; SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. **Meat Sci.**, Barking, v.71, p.471-479, 2005.

MORGAN, J.B. et al. National Beef Tenderness Survey. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.69, p.3274-3283, 1991.

MORRIS, C.A. et al. Carcass composition in weight selected and control bulls from a serial slaughter experiment. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.44, p.645-652, 2004.

MORTON, J.D. et al. Calpain-calpastatin and toughness in M. *Longissimus* from electrically stimulated lamb and beef carcasses. **Meat Sci.**, Barking, v. 52, p.71-79, 1999.

MSA. Meat Standards Australia carcass Grading System. Australia: Brisbane, Visc, 2000.

NAKAMURA, Y.N. et al. Relationship among collagen amount, distribution and architecture in the M. *Longissimus* thoracis and profundus from pigs. **Meat Sci.**, Barking, v.64, p.43-50, 2003.

NISHIMURA, T.; HATTORI, A.; TAKAHASHI, K. Structural Changes in Intramuscular Connective Tissue During the Fattening of Japanese Black Cattle: Effect of Marbling on beef Tenderization. **Meat. Sci.**, Barking, v.77, p.93-104, 1999.

NISHIMURA, T.; HATTORI, A.; TAKAHASHI, K. Structural Weakening of Intramuscular Connective Tissue during Conditioning of Beef. **Meat Sci.**, Barking, v.39, p.127-133, 1995.

NORMAN, G.A. Effect of breed and nutrition on the productive traits of beef cattle in South-east Brazil: Part 3 – Meat Quality. **Meat Sci.**, Barking, v.6, n.2, p.79-96, 1982.

O'CONNOR, S.F. et al. Genetic Effects on Beef Tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* Cattle. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.75, p.1822-1830, 1997.

OLIVEIRA, A.L. de. Efeito do peso de abate nos rendimentos de carcaça e qualidade da carne de novilhos Nelore e mestiços Canchim-Nelore. Campinas, 1993. 130p.

Dissertação – (mestrado) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

OLSON, D.; PARRISH JR, F.C. Relationship of myofibril fragmentation index to measures of beefsteak tenderness. **J. Food Sci.**, Chicago, v.42, p.506-509, 1977.

OLSON, D.; PARRISH JR, F.C.; STROMER, M.H. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. **J. Food Sci.**, Chicago, v.41, p.1036-1041, 1976.

OWENS, F.N., GARDNER, B.A. A review of impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot. Proceedings of American Society of Animal Science, Oklahoma, p. 1-18, 1999.

OWENS, F.N., GILL, D.R., SECRIST, D.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.73, n.10, p.3152-3172, 1995.

OWENS, F.N., DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that the growth and development of ruminants. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.71, n.10, p.3138-3150, 1993.

PALKA, K. The influence of postmortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine *Semitendinosus* muscle. **Meat Sci.**, Barking, v.64, p.191-198, 2003.

PEREIRA, A. Qualidade da Carne de Bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) Suplementados com Vitamina E. Pirassununga, 2002. 86p Dissertação – (mestrado) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

PEREIRA, et al. Efeito dos níveis de concentrado sobre a textura da carne de tourinhos Brangus e Nelore. **In:** 39^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. Anais. Recife. CD, 2002.

PETHICK, D.W.; HARPER, G.S.; ODDY, V.H. Growth development and nutritional manipulation of marbling in cattle: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Brisbane, v.44, p.705-715, 2004.

PINEDA, N.R., ROCHA, J.C.M.C. Perspectivas do mercado da carne bovina brasileira e estratégias preliminares de marketing. Espaço Aberto – Outros Artigos, 2002. Disponível em <http://www.beefpoint.com.br>. Capturado em 24/06/2005.

PLATER, W.J. et al. Relationships of consumer sensory ratings, marbling score, and shear force value to consumer acceptance of beef striploin steaks. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.81, p.2741-2750, 2003.

PRINGLE, T.D. et al. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.75, p.2955-2961, 1997.

PROST, E.; PELCZYNSKA, KOTULA, A.W. Quality characteristics of bovine meat of bovine meat. II. Beef tenderness in relation to individual muscles, age and sex of animals and carcass quality grade. **J. Anim.Sci.**, Champaign, p. 41- 541, 1975.

PURCHAS, R.W. An assessment of role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. **Meat Sci.**, Barking, v.27, p.129-140, 1990.

PURCHAS, R.W.; AUNGSUPAKORN, R. Further investigations into the relationship between ultimate pH and tenderness for beef samples from bulls and steers. **Meat Sci.**, Barking, v.34, p.163-178, 1993.

RESTLE, J. et al. Características de carcaça e da carne de novilhas Charolês e 3/4 Charolês x ¼ Nelore, terminadas em confinamento. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.30, n.3, p.1065-1075, 2001.

RESTLE, J. et al. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.28, n.6, p.1245-1251, 1999.

RHEE, M. S. et al. Variation in palatability and biochemical traits within and among major beef muscles. Proc. Recip. Meat Conf., v.55, p.146, 2002.

ROBBINS, K. et al. Consumer attitudes towards beef and acceptability of en

RUBENSAM, J.M. Estudos sobre a atividade de calpastatina em carne bovina e obtenção de anticorpo policlonal anti GST-calpastatina. Campinas, 1999. 79p Tese –

(doutorado) Faculdade de Engenharia de Alimentos, (FEA) Universidade Estadual de Campinas.

RUBENSAM, J.M.; FELICIO, P.E; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade da calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.18, n.4, p.405-409, 1998.

SAINZ, R. D. e VERNAZZA PAGANINI, R. F. Effects of different grazing and feeding periods on performance and carcass traits of beef steers. **J.Anim.Sci.**, Champaign, 82, 292-297, 2004.

SAINZ, R.D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. **In:** Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas, 2, 1996. Anais. Uberaba, 1996.

SANTOS, R. Os cruzamentos na Pecuária Tropical. Livro de edição comemorativa de 100 anos de pesquisas oficiais sobre cruzamentos (1899-1999) 672p. Editora tropical, 1999.

SAÑUDO, C. et al. The effects of slaughter weight breed type and ageing time on beef meat quality using two different devices. **Meat Sci.**, Barking, v.66, 925-932, 2004.

SAVELL, J.W. et al. National consumer retail beef study: Palatability evaluations of beef loin steaks that differed in marbling. **J. Food Sci.**, Chicago, v.52, p.517-523, 1987.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.73, p.3333-3340, 1995.

SHACKELFORD, S.D. et al. Post-mortem kinetics of meat tenderness and components of the calpain system in bull skeletal muscle. **Meat Sci.**, Barking, v.44, n.3, p.151-157, 1996.

SHACKELFORD, S. O. et al. An evaluation of tenderness of the *Longissimus* muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.69, p.171-177, 1991.

SHERBECK, J.A. et al. Feedlot performance, carcass traits, of Hereford and Hereford x Brahman steers. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.73, p.3613-3620, 1995.

SILVA, E.B. Proteólise miofibrilar e maciez da carne de bovinos (*Bos indicus*) submetidos a diferentes técnicas pós-morte de resfriamento das carcaças. Pirassununga, 2005. 52p – Dissertação (mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, FZEA.

SILVA, J.A. PATARATA, L.; MARTINS, C. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. **Meat Sci.**, Barking, v.52, p. 453-459, 1999.

SILVA, S.L. Estimativa de Características de Carcaça e Ponto ideal de Abate por Ultra-Sonografia, em Bovinos Submetidos a Diferentes Níveis Energéticos na Raça. Pirassununga, 2002. 65p – Dissertação (mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, FZEA.

SMITH, S.B.; CROUSE, J.D. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. **J. Nutr.**, cidade, v.114, p.792-800, 1994.

STRONG, J. Differences in carcass grading schemes used in the USA, Japan and Austrália. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Brisbane, v.44, p.675-680, 2004.

SUGUISAWA, L. Ultra-Sonografia para Predição das Características e Composição da Carcaça de Bovinos Botucatu, 2004. 70p – Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, ESALQ.

TAKAHASHI, K. Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat: the non-enzymatic mechanism of meat tenderization. **Meat Sci.**, Barking, v.43, s67, 1996.

TAUBES, G. The soft science of dietary fat. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.25, p.2536-2541, 2001.

TAYLOR, R.G. et al. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.73, p.1351-1367, 1995.

TAYLOR, R.G. Meat Tenderness: Theory and Practice. **In:** 49th International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST), 2003. Anais. Campinas. p.56-66, 2003.

TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; NARDON, R.F. et al. Estudo da curva de crescimento de animais da raça Guzerá e seus cruzamentos alimentados a pasto, com e sem suplementação. 2. Avaliação dos parâmetros da curva de crescimento. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1578-1587, 2000.

THOMPSON, J.M. The effects of marbling on flavor and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Brisbane, v.44, p.645-652, 2004.

THOMPSON, B.C. et al. Post-mortem kinetics of meat tenderness and components of the calpain system in bull skeletal muscle. **Meat Sci.**, Barking, v.44, n.3, p.151-157, 1996.

USDA. Official United States standards for grades of carcass beef. Agric. Marketing Serv., USDA, Washington, D.C., 1999.

VAN MOESEKE, W. et al. Very fast chilling of beef: Effects on meat quality. **Meat Sci.**, Barking, v.59, p.31-37, 2001.

VAZ, F.N. Cruzamento alternado das raças Charolês e Nelore: Características de carcaça e da carne de novilhos abatidos aos dois anos. Santa Maria, 1999. 58p Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria.

VAZ, F.N. et al. Efeito de raça e heterose na composição física da carcaça e na qualidade da carne de novilhos da primeira geração de cruzamento entre Charolês e Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.31, n.1, p.376-386, 2002. (supl.)

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. **Rev. Bras. Zootec.**, **Viçosa**, v.29, n.6, p.1894-1901, 2000.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Efeito da raça e heterose para características de carcaça de novilhos da primeira geração de cruzamento entre Charolês e Nelore. **Rev. Bras. Zootec.**, **Viçosa**, v.30, n.2, p.409-416, 2001.

VEISETH, E.; KOOHMARAIE, M. Effect of extraction buffer on estimating calpain and calpastatin activity in post mortem ovine muscle. **Meat Sci.**, Barking, v.57, p.325-329, 2001.

WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Shear Force Procedures for Meat Tenderness Measurement. Roman L. Hruska U.S. Marc. USDA, Clay Center, NE, 2001.

WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.;KOOHMARAIE, M. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.78, p.958-965, 2000.

WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and *Longissimus* palatability. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.74, n.5; p.1023-1035, 1996.

WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M. Effect of Marbling Degree on Beef Palatability in *Bos taurus* and *Bos indicus* Cattle. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.72, p.3145-3151, 1994.

WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R.; LUNT, D.K.; SMITH, S.B. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.68, p.4206-4220, 1990.

WHIPPLE, G. et al. Evaluation of attributes that affect *Longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.68, p.2716-2728, 1990^a.

WHIPPLE, G. et al. Predicting beef-*Longissimus* tenderness from various biochemical and histological muscle traits. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.68, p.4193-4199, 1990.

WILSON, D.E. Application on Ultrasound for Genetic Improvement. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.70, n.3, p.973-983, 1992.

WILLIAMS, C.B.; BENNETT, G.L. Application of a computer model to predict optimum slaughter end points for different biological types of feeder cattle. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.7, p.2903-2915, 1995.

WU, J.J. et al. Nutritional effects on beef collagen characteristics and palatability. **J.Anim.Sci.**, Champaign, v.53, p.1256-1265, 1981.

ANEXO 1 – Valores médios e erros padrão das características estudadas para sexo e grupos genéticos.

Variável	Fêmea						Macho					
	Angus	ep	Brahman	ep	Nelore	ep	Angus	ep	Brahman	ep	Nelore	ep
Peso vivo final, kg *	483,20	8,4	454,80	7,73	390,10	2,82	523,20	8,08	468,00	6,88	436	2,72
Peso de carcaça quente, kg ^{†‡}	263,80	4,7	248,50	4,28	216,70	1,56	290,60	4,47	266,70	3,81	246,90	1,50
Rendimento de carcaça, % *	54,63	0,39	54,58	0,35	55,55	0,13	55,69	0,37	56,95	0,32	56,62	0,12
Acabamento [†]	3,61	0,14	3,91	0,13	3,50	0,05	3,02	0,14	2,98	0,12	2,98	0,05
Área de olho de lombo, cm ² *	65,76	1,33	56,65	1,22	53,81	0,44	66,53	1,27	63,27	1,09	59,13	0,43
Espessura de gordura subcutânea, mm ^{†‡}	10,74	0,80	8,89	0,73	8,14	0,27	7,33	0,77	5,47	0,65	6,01	0,26
Índice de marmorização [‡]	284,70	21,26	254,70	19,51	269,30	7,12	293,50	20,38	223,20	17,37	241,90	6,86
Grau de qualidade para Choice, %	0,24	0,10	0,30	0,09	0,24	0,03	0,33	0,10	0,02	0,08	0,09	0,03
pH 1 hora	6,57	0,06	6,65	0,05	6,64	0,02	6,85	0,11	6,67	0,09	6,76	0,07
Temperatura 1 hora, T°	38,15	0,91	38,12	0,83	37,56	0,31	37,82	1,87	38,19	1,43	37,25	1,22
pH 24 horas [†]	5,67	0,03	5,71	0,02	5,70	0,01	5,73	0,02	5,73	0,02	5,74	0,01
Temperatura 24 horas, T° [†]	4,77	0,24	4,36	0,22	4,41	0,08	4,94	0,23	4,86	0,20	4,79	0,08
Perda de peso por cozimento, %	15,63	1,22	15,44	1,12	15,85	0,41	15,64	1,17	15,60	1,00	16,19	0,39
Perda de água por exsudação, % [†]	3,10	0,59	2,49	0,54	3,02	0,20	5,15	0,57	5,66	0,48	5,81	0,19
Força de cisalhamento, 14 dias, kg [‡]	3,47	0,37	3,86	0,34	4,08	0,12	3,52	0,36	3,84	0,30	4,19	0,12
Índice de fragmentação miofibrilar, 14 dias	76,35	9,30	69,23	7,60	63,50	2,51	78,71	7,03	77,76	5,75	70,79	2,37
Força de cisalhamento >3,9 kg [‡]	0,21	0,14	0,41	0,13	0,50	0,05	0,21	0,13	0,41	0,11	0,48	0,04

[†] Efeito para sexo (p<0,05). [‡] Efeito para raça (p<0,05). * Efeito de interação sexo x raça (p<0,05).

ANEXO 2 – Valores médios e erros padrão das características estudadas para sexo e touros representativos das principais linhagens da raça Nelore (*Bos indicus*)

Características	Fêmea																		
	Berílio		ep		Blitz		ep		Dalamu		ep		Dolar		ep		Furador		ep
Peso vivo final, kg *	390,50	11,31	391,10	8,02	406,10	7,28	379,80	8,99	390,20	8,42									
Peso de carcaça quente, kg *	214,30	6,41	217,30	4,55	223,10	4,13	206,00	5,10	216,70	4,77									
Rendimento de carcaça, % † ‡	54,78	0,54	55,51	0,39	54,95	0,35	54,30	0,43	55,54	0,40									
Acabamento † ‡	3,85	0,21	3,77	0,15	3,76	0,14	3,31	0,17	3,58	0,16									
Área de olho de lombo, cm ² † ‡	48,83	2,03	53,79	1,44	53,68	1,31	50,24	1,62	53,79	1,51									
Espessura de gordura subcutânea, mm *	11,38	1,16	7,38	0,82	6,76	0,74	6,65	0,92	11,54	0,86									
Índice de marmorização † ‡	400,40	31,09	285,00	22,05	231,20	20,02	227,60	24,72	403,00	23,15									
Grau de qualidade para Choice, % † ‡	0,82	0,15	0,20	0,10	0,08	0,09	0,11	0,12	0,68	0,11									
pH 1 hora	6,76	0,09	6,65	0,06	6,60	0,06	6,54	0,07	6,48	0,07									
Temperatura 1 hora, T°	38,17	1,59	34,69	1,13	37,14	1,02	37,11	1,26	37,42	1,18									
pH 24 horas †	5,68	0,04	5,64	0,03	5,71	0,03	5,79	0,03	5,71	0,03									
Temperatura 24 horas, T° †	4,16	0,37	4,87	0,26	4,33	0,24	4,29	0,29	4,61	0,27									
Perda de peso por cozimento, %	12,89	1,94	16,45	1,38	14,63	1,25	17,73	1,54	15,39	1,45									
Perda de água por exsudação, % †	1,81	0,94	2,91	0,66	2,68	0,60	3,20	0,75	2,41	0,70									
Força de cisalhamento, 14 dias, kg	3,64	0,63	4,10	0,45	3,74	0,41	4,23	0,50	4,06	0,47									
Força de cisalhamento >3,9 kg	0,41	0,23	0,43	0,16	0,50	0,15	0,33	0,18	0,34	0,17									

† Efeito para sexo (p<0,05). ‡ Efeito para touro (p<0,05). * Efeito de interação sexo x touro (p<0,05).

ANEXO 3 – Valores médios e erros padrão das características estudadas para sexo e touros representativos das principais linhagens da raça Nelore (*Bos indicus*)

Características	Fêmea									
	Itau	ep	Laico	ep	Litoral	ep	Modelo	ep	Pagode	ep
Peso vivo final, kg *	410,60	8,05	391,30	9,60	415,60	10,48	373,40	8,99	388,60	7,28
Peso de carcaça quente, kg *	236,80	4,56	218,50	5,44	228,10	5,94	205,80	5,10	215,80	4,13
Rendimento de carcaça, % † ‡	57,65	0,39	55,90	0,46	54,79	0,50	55,06	0,43	55,56	0,35
Acabamento † ‡	3,29	0,15	3,40	0,18	3,78	0,20	3,45	0,17	3,50	0,14
Área de olho de lombo, cm ² † ‡	53,25	1,45	52,84	1,73	53,51	1,89	51,93	1,62	55,91	1,31
Espessura de gordura subcutânea, mm *	8,93	0,82	7,04	0,98	9,46	1,07	8,01	0,92	7,75	0,74
Índice de marmorização † ‡	230,90	22,13	215,50	26,40	317,60	28,82	266,70	24,72	233,30	20,01
Grau de qualidade para Choice, % † ‡	0,10	0,10	0,02	0,12	0,66	0,13	0,25	0,12	0,00	0,09
pH 1 hora	6,63	0,06	6,67	0,08	6,67	0,09	6,66	0,07	6,71	0,06
Temperatura 1 hora, T°	38,78	1,13	37,44	1,36	37,05	1,49	39,10	1,27	37,76	1,02
pH 24 horas †	5,68	0,03	5,71	0,04	5,71	0,04	5,70	0,03	5,70	0,03
Temperatura 24 horas, T° †	4,42	0,26	3,95	0,31	4,30	0,34	4,22	0,29	4,36	0,24
Perda de peso por cozimento, %	16,45	1,38	15,71	1,65	15,21	1,80	18,17	1,54	15,48	1,25
Perda de água por exsudação, % †	3,03	0,67	3,61	0,80	3,01	0,87	4,54	0,74	3,42	0,60
Força de cisalhamento, 14 dias, kg	4,35	0,45	4,69	0,54	4,07	0,59	4,07	0,50	3,70	0,41
Força de cisalhamento >3,9 kg	0,48	0,16	0,75	0,19	0,67	0,21	0,50	0,18	0,42	0,15

† Efeito para sexo (p<0,05). ‡ Efeito para touro (p<0,05). * Efeito de interação sexo x touro (p<0,05).

ANEXO 4 – Valores médios e erros padrão das características estudadas para sexo e touros representativos das principais linhagens da raça Nelore (*Bos indicus*)

Características	Fêmea							
	Plato	ep	Sanduiche	ep	Simpatico	ep	Sossego	ep
Peso vivo final, kg *	393,10	7,28	364,00	14,86	393,00	11,57	342,00	11,38
Peso de carcaça quente, kg *	218,10	4,13	206,80	8,43	220,30	6,56	190,30	6,45
Rendimento de carcaça, % † ‡	55,46	0,35	56,89	0,71	56,07	0,56	55,74	0,55
Acabamento † ‡	3,25	0,14	3,43	0,28	3,37	0,22	3,44	0,21
Área de olho de lombo, cm ² † ‡	57,49	1,31	56,90	2,67	58,88	2,08	51,62	2,05
Espessura de gordura subcutânea, mm *	8,24	0,74	8,85	1,52	8,13	1,18	5,33	1,16
Índice de marmorização † ‡	260,50	20,02	251,30	40,86	243,00	31,81	273,30	31,28
Grau de qualidade para Choice, % † ‡	0,33	0,09	0,06	0,19	0,15	0,15	0,17	0,15
pH 1 hora	6,62	0,06	6,50	0,12	6,95	0,09	6,70	0,09
Temperatura 1 hora, T°	38,18	1,02	40,54	2,09	37,19	1,65	36,68	1,60
pH 24 horas †	5,72	0,03	5,67	0,05	5,67	0,04	5,73	0,04
Temperatura 24 horas, T° †	4,17	0,24	4,75	0,48	4,41	0,37	5,25	0,37
Perda de peso por cozimento, %	16,99	1,25	12,83	2,55	17,70	1,99	12,68	1,95
Perda de água por exsudação, % †	2,48	0,60	2,11	1,23	3,92	0,96	2,85	0,94
Força de cisalhamento, 14 dias, kg	4,53	0,41	3,65	0,83	4,98	0,65	3,09	0,64
Força de cisalhamento >3,9 kg	0,67	0,15	0,33	0,30	1,02	0,23	0,15	0,23

† Efeito para sexo (p<0,05). ‡ Efeito para touro (p<0,05). * Efeito de interação sexo x touro (p<0,05).

ANEXO 5 – Valores médios e erros padrão das características estudadas para sexo e touros representativos das principais linhagens da raça Nelore (*Bos indicus*)

Características	Macho							
	Berilio	ep	Blitz	ep	Dalamu	ep	Dolar	ep
Peso vivo final, kg *	452,40	9,57	455,30	8,94	453,10	7,71	429,60	7,04
Peso de carcaça quente, kg *	256,20	5,43	258,80	5,07	254,90	4,37	243,20	3,99
Rendimento de carcaça, % † ‡	56,63	0,46	56,79	0,43	56,24	0,37	56,61	0,34
Acabamento † ‡	3,00	0,18	2,98	0,17	3,11	0,14	3,23	0,13
Área de olho de lombo, cm ² † ‡	59,81	1,72	59,59	1,61	60,08	1,39	57,18	1,27
Espessura de gordura subcutânea, mm *	6,11	0,98	5,19	0,91	6,79	0,79	6,60	0,72
Índice de marmorização † ‡	265,00	26,32	244,00	24,59	238,90	21,20	257,50	19,37
Grau de qualidade para Choice, % † ‡	0,14	0,12	0,12	0,11	-0,01	0,10	0,07	0,09
pH 1 hora	6,77	0,13	6,71	0,12	6,79	0,13	6,65	0,11
Temperatura 1 hora, T°	36,39	2,20	37,42	2,19	36,57	2,20	36,85	1,85
pH 24 horas †	5,74	0,03	5,84	0,03	5,72	0,03	5,72	0,03
Temperatura 24 horas, T° †	4,75	0,31	4,55	0,29	4,54	0,25	4,53	0,23
Perda de peso por cozimento, %	18,12	1,64	13,69	1,54	16,93	1,32	17,45	1,21
Perda de água por exsudação, % †	5,05	0,79	6,12	0,74	6,93	0,64	5,29	0,58
Força de cisalhamento, 14 dias, kg	4,16	0,54	4,33	0,50	4,11	0,43	4,64	0,40
Força de cisalhamento >3,9 kg	0,59	0,19	0,26	0,18	0,50	0,15	0,63	0,14

† Efeito para sexo (p<0,05). ‡ Efeito para touro (p<0,05). * Efeito de interação sexo x touro (p<0,05).

ANEXO 6 – Valores médios e erros padrão das características estudadas para sexo e touros representativos das principais linhagens da raça Nelore (*Bos indicus*)

Características	Macho							
	Furador	ep	Itau	ep	Laico	ep	Litoral	ep
Peso vivo final, kg *	422,20	12,63	421,90	7,32	411,80	7,28	472,20	14,87
Peso de carcaça quente, kg *	240,70	7,16	243,20	4,15	230,60	4,13	263,80	8,43
Rendimento de carcaça, % † ‡	56,89	0,61	57,62	0,35	56,00	0,35	55,86	0,72
Acabamento † ‡	2,72	0,24	2,78	0,14	3,08	0,14	3,31	0,28
Área de olho de lombo, cm ² † ‡	59,45	2,27	57,54	1,32	57,99	1,31	61,05	2,68
Espessura de gordura subcutânea, mm *	4,18	1,29	5,90	0,75	5,48	0,74	4,94	1,52
Índice de marmorização † ‡	294,00	34,74	218,50	20,13	212,60	20,02	254,00	40,90
Grau de qualidade para Choice, % † ‡	0,50	0,16	0,00	0,09	0,17	0,09	0,03	0,19
pH 1 hora	6,58	0,16	6,70	0,11	6,76	0,09	6,71	0,16
Temperatura 1 hora, T°	35,40	2,81	37,42	1,93	37,51	1,52	37,60	2,87
pH 24 horas †	5,71	0,05	5,73	0,03	5,74	0,03	5,78	0,05
Temperatura 24 horas, T° †	5,16	0,41	4,83	0,24	4,83	0,24	4,55	0,48
Perda de peso por cozimento, %	15,20	2,17	16,08	1,26	16,80	1,25	17,29	2,55
Perda de água por exsudação, % †	6,45	1,05	6,52	0,61	4,41	0,60	5,12	1,23
Força de cisalhamento, 14 dias, kg	4,47	0,71	3,97	0,41	4,01	0,41	3,62	0,83
Força de cisalhamento >3,9 kg	0,51	0,25	0,32	0,15	0,50	0,15	0,39	0,30

† Efeito para sexo (p<0,05). ‡ Efeito para touro (p<0,05). * Efeito de interação sexo x touro (p<0,05).

ANEXO 7 – Valores médios e erros padrão das características estudadas para sexo e touros representativos das principais linhagens da raça Nelore (*Bos indicus*)

Características	Macho							
	Modelo	ep	Pagode	ep	Plato	ep	Sanduche	ep
PVF *	418,10	7,00	462,00	7,62	437,30	8,93	415,60	25,60
PCQ, kg *	238,10	3,97	259,80	4,32	243,90	5,06	235,70	14,51
Rendimento carcaça, % † ‡	56,92	0,34	56,24	0,37	55,76	0,43	56,67	1,23
Acabamento † ‡	2,93	0,13	3,08	0,14	2,86	0,17	2,07	0,48
Área de olho de Lombo, cm ² † ‡	55,35	1,26	63,63	1,37	59,85	1,61	57,93	4,60
Espessura de gordura subcutânea, mm *	7,12	0,72	6,83	0,78	6,08	0,91	3,76	2,62
Índice de marmorização † ‡	257,30	19,26	267,10	20,95	228,30	24,55	162,40	70,39
Grau de qualidade para Choice, % † ‡	0,16	0,09	0,09	0,10	0,00	0,11	0,02	0,33
pH 1 hora	6,73	0,11	6,68	0,12	6,63	0,12	7,00	0,22
Temperatura 1 hora, T°	36,66	1,85	38,29	2,04	37,43	2,19	37,03	3,80
pH 24 horas †	5,74	0,03	5,72	0,03	5,74	0,03	5,76	0,09
Temperatura 24 horas, T° †	5,19	0,23	4,89	0,25	4,86	0,29	4,71	0,83
Perda de peso por cozimento, %	15,53	1,20	14,92	1,31	15,97	1,53	18,05	4,40
Perda de água por exsudação, % †	5,03	0,58	5,00	0,63	5,75	0,74	6,25	2,12
Força de cisalhamento, 14 dias, kg	4,71	0,39	4,15	0,43	3,78	0,50	5,54	1,44
Força de cisalhamento >3,9 kg	0,62	0,14	0,55	0,15	0,51	0,18	1,03	0,51

† Efeito para sexo (p<0,05). ‡ Efeito para touro (p<0,05). * Efeito de interação sexo x touro (p<0,05).

ANEXO 8 – Valores médios e erros padrão das características estudadas para sexo e touros representativos das principais linhagens da raça Nelore (*Bos indicus*)

Características	Simpático		Sossego	
	ep		ep	
PVF, kg •	424,70	8,03	448,10	14,62
PCQ, kg •	243,90	4,55	249,30	8,29
Rendimento carcaça, % † ‡	57,40	0,39	55,58	0,70
Acabamento † ‡	3,04	0,15	2,72	0,27
Área de olho de Lombo, cm ² † ‡	61,45	1,44	58,64	2,63
Espessura de gordura subcutânea, mm •	6,06	0,82	3,54	1,49
Índice de marmorização † ‡	218,70	22,07	225,70	40,21
Grau de qualidade para Choice, % † ‡	0,01	0,10	0,03	0,19
pH 1 hora	6,81	0,12	6,60	0,16
Temperatura 1 hora, T°	37,98	2,05	36,79	2,81
pH 24 horas †	5,72	0,03	5,78	0,05
Temperatura 24 horas, T° †	4,91	0,26	4,05	0,47
Perda de peso por cozimento, %	17,37	1,38	12,62	2,51
Perda de água por exsudação, % †	7,55	0,67	6,75	1,21
Força de cisalhamento, 14 dias, kg	4,20	0,45	3,72	0,82
Força de cisalhamento >3,9 kg	0,48	0,16	0,33	0,29

† Efeito para sexo ($p < 0,05$). ‡ Efeito para touro ($p < 0,05$). • Efeito de interação sexo x touro ($p < 0,05$).