

**INFLUÊNCIA DO PESO DE ABATE NAS CARACTERÍSTICAS DE
QUALIDADE DE CARÇAÇA E DA CARNE DO MÚSCULO
LONGISSIMUS DORSI EM NOVILHOS NELORE E CRUZADOS
LIMOUSIN – NELORE**

RIANA JORDÃO BARROZO HEINEMANN

Engenheira de Alimentos

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO - SP

H468i

Heinemann, Riana Jordão Barrozo

Influência do peso de abate nas características de qualidade de carcaça e da carne do músculo *Longissimus dorsi* em novilhos nelore e cruzados Limousin - Nelore / Riana Jordão Barrozo Heinemann. -- São José do Rio Preto : [s.n.], 2002

123 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2002

Orientador : Prof. Dr. Pedro Fernando Romanelli

Co-orientador : Prof. Dr. Marcos Franke Pinto

1. Carne bovina - Qualidade 2. Bovino - Carcaça - Qualidade
3. Carne - Carcaça

CDD 636.213

Riana Jordão Barrozo Heinemann

**INFLUÊNCIA DO PESO DE ABATE NAS
CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE CARÇAÇA E DA
CARNE DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI* EM
NOVILHOS NELORE E CRUZADOS LIMOUSIN – NELORE**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciências de Alimentos (Área de Concentração: Ciência de Alimentos).

Orientador: Prof. Dr. *Pedro Fernando Romanelli*

Co-orientador: Prof. Dr. *Marcos Franke Pinto*

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO - SP

DEZEMBRO - 2002

BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientador - Dr. PEDRO FERNANDO ROMANELLI
(Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, IBILCE, Unesp)

2 ° Examinador - Dr. AFONSO LIGUORI OLIVEIRA
(Faculdade de Medicina Veterinária, UFMG)

3 ° Examinador - Dr. MANOEL GARCIA NETO
(Departamento de Apoio, Saúde e Produção Animal, FOA, Unesp)

São José do Rio Preto, 18 de dezembro de 2002

DADOS CURRICULARES

RIANA JORDÃO BARROZO HEINEMANN

NASCIMENTO	30.8.1974 – RIO DE JANEIRO/RJ
FILIAÇÃO	Reny Horokoski Barrozo Alana Maria Santos Jordão
1994/1998	Curso de Graduação: Engenharia de Alimentos Universidade Federal de Viçosa
1999/2000	Treinamento Técnico em Tecnologia de Carnes DAPSA, FOA, UNESP, Araçatuba, SP.
2000/2002	Curso de Pós Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, nível Mestrado, no IBILCE – UNESP.

Dedico

À Ricardo,

meu marido e companheiro pelo

amor e carinho compartilhados

e apoio sempre, e

Á minha mãe Alana e toda

minha família, pelos

ensinamentos, educação e

amor acima de tudo.

AGRADECIMENTOS

Aos Prof. Dr. Marcos Franke Pinto e Pedro Fernando Romanelli, pela orientação e transmissão de conhecimentos para a execução desse trabalho;

Ao professor Dr. Manoel Garcia Neto e a professora Dra. Silvia Helena V. Perri, ambos do departamento de Apoio e Saúde Animal da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba e ao professor Dr. David Banzatto aposentado pela UNESP/ Jaboticabal pela amizade e indispensável auxílio nas análises estatísticas necessárias para as avaliações dos resultados experimentais;

Ao Frigorífico Bertin e aos médicos veterinário Paulo Domingos Lopes e Luis César Bom, responsáveis pelo SIF, pela permissão de acompanhamento do abate e das etapas subsequentes para realização deste trabalho;

A ABCL e a Agropecuária Maragogipe pelo fornecimento dos animais, instalação e ração dos animais empregados neste estudo;

Aos professores, colegas e funcionários do DAPSA e do DETA da UNESP de Araçatuba e São José do Rio Preto, respectivamente, por todo auxílio para a realização desta tese.

Aos amigos Alan, Érika, Fernanda, Silvia e Alessandra, pela grande amizade e momentos felizes de descontração e em especial à amiga Alessandra pelo alojamento em sua casa durante as disciplinas do curso.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização desse trabalho.

Meu muito obrigada.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	09
LISTA DE TABELAS.....	10
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Composição e qualidade de carcaça.....	19
2.2 Qualidade de carne.....	24
2.3 Avaliação da textura da carne.....	37
3 OBJETIVOS.....	40
4 MATERIAL E MÉTODOS	41
4.1 Animais.....	41
4.2 Métodos experimentais	42
4.2.1 Abate.....	43
4.2.2 Avaliação das carcaças.....	44
4.2.3 Desossa.....	46
4.3 Análises Laboratoriais.....	46
4.3.1 Obtenção e preparo das amostras.....	46
4.3.2 Avaliação da composição centesimal.....	47
4.3.3 Análise Microscopia.....	47
4.3.4 Determinação de colágeno total e solúvel.....	48

4.3.5	Determinação da força de cisalhamento (FC).....	50
4.3.6	Índice de fragmentação (IF).....	52
4.4	Análise estatística.....	52
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1	Classificação das carcaças.....	54
5.2	Características de qualidade das carcaças.....	58
5.3	Queda de temperatura e pH durante a refrigeração das carcaças.....	73
5.4	Características de qualidade da carne – músculo <i>L. dorsi</i>	78
5.4.1	Comprimento do sarcômero.....	78
5.4.2	Composição centesimal.....	79
5.4.3	Teor e solubilidade do colágeno.....	83
5.4.4	Índice de fragmentação e textura.....	87
5.5	Correlação entre as variáveis relacionadas à qualidade da carne.....	94
6	CONCLUSÕES	99
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
Anexo 1. Composição da ração fornecida aos animais do sistema de criação com suplementação nutricional..... 114		
Anexo 2A. Representação gráfica do desdobramento da interação (PA x GG) do parâmetro ossos na carcaça..... 115		
Anexo 2B. Representação gráfica do desdobramento da interação (PA x GG) do parâmetro CG..... 116		

Anexo 3. Planilhas de dados de Temperatura e pH durante a refrigeração	
<i>post mortem</i>	117
RESUMO	118
<i>ABSTRACT</i>	119

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ilustração do funcionamento do Texturômetro modelo TAXT2.....	51
2. Exemplo de gráfico obtido no Texturômetro modelo TAXT2.....	51
3. Diagrama de dispersão do peso de carcaça quente (PCQ) em função do peso vivo (PV) com representação da equação de regressão ajustada e do coeficiente de determinação (R^2) para animais Nelore.....	62
4. Diagrama de dispersão do peso de carcaça quente (PCQ) em função do peso vivo (PV) com representação da equação de regressão ajustada e do coeficiente de determinação (R^2) para animais cruzados Limousin-Nelore.....	62
5. Curvas médias de queda de temperatura no <i>L. dorsi</i> nas diferentes faixas de peso de abate.....	74
6. Curvas médias de queda de pH nas 24 horas após o abate nas diferentes faixas de peso de abate.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Valores de peso vivo (PV), peso de carcaça quente (PCQ), espessura de cobertura de gordura (CG), conformação de carcaça (Conf), sexo, idade e número de dentes nos animais Nelore nas diferentes faixas de peso de abate (PA).....	56
2. Valores de peso vivo (PV), peso de carcaça quente (PCQ), espessura de cobertura de gordura (CG), conformação de carcaça (Conf), sexo, idade e número dentes nos animais Limousin-Nelore nas diferentes faixas de peso de abate (PA).....	57
3. Peso vivo ao abate (PV), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça (R) e perdas com o resfriamento (PR) em dois grupos genéticos (GG): Nelore (N) e cruzados Limousin-Nelore (LN) nas diferentes faixas de peso de abate (PA).....	59
4. Valores de comprimento de carcaça (CC), área de olho de lombo (AOL) e rendimentos do traseiro completo (TC), do dianteiro (D) e de ossos em animais de dois grupos genéticos (GG): Nelore (N) e cruzados Limousin-Nelore (LN) em 5 faixas de pesos de abate (PA).....	64
5. Desdobramento da interação (PA x GG) do parâmetro porcentagem de ossos.....	67

6. Rendimentos de contrafilé, recortes, sebo e espessura de cobertura de gordura (CG) de carcaça dois grupos genéticos (GG): Nelore (N) e cruzados Limousin-Nelore (LN) em diferentes faixas de peso de abate (PA).....	69
7. Desdobramento da interação (PA x GG) do parâmetro espessura de cobertura de gordura (CG).....	71
8. Comprimento de sarcômero no músculo <i>Longissimus dorsi</i> em dois grupos genéticos (GG) em diferentes faixas de peso de abate (PA).....	78
9. Efeito do grupo genético (GG) e da faixa de peso de abate (PA) na composição centesimal do músculo <i>L. dorsi</i>	80
10. Teor de colágeno total (ColT) e solubilidade do colágeno (SolC) do músculo <i>L. dorsi</i> em dois grupos genéticos (GG) em diferentes faixas de peso de abate (PA).....	84
11. Força de cisalhamento da carne fresca (FCF), de força de cisalhamento após maturação (FCM) e índice de fragmentação miofibrilar (IF) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> em animais de dois grupos genéticos (GG), em diferentes faixas de peso de abate (PA).....	88
12. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis peso de carcaça quente (PCQ), teor de gordura intramuscular (GI), espessura de cobertura de gordura (CG), área de olho de lombo (AOL), temperatura após 10 horas de resfriamento (T10), pH após 24 horas do abate (pH 24h) e teor de colágeno total (ColT) e solubilidade do colágeno (SolC).....	92

24), comprimento de sarcômero (CS), teor total de colágeno (ColT), solubilidade de colágeno (Sol C), índice de fragmentação miofibrilar (IF), força de cisalhamento da carne fresca (FCF), força de cisalhamento da carne maturada (FCM) em animais Nelore..... 97

13. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis peso de carcaça quente (PCQ), teor de gordura intramuscular (GI), espessura de cobertura de gordura (CG), área de olho de lombo (AOL), temperatura após 10 horas de resfriamento (T10), pH após 24 horas do abate (pH 24), comprimento de sarcômero (CS), teor total de colágeno (ColT), solubilidade de colágeno (Sol C), índice de fragmentação miofibrilar (IF), força de cisalhamento da carne fresca (FCF), força de cisalhamento da carne maturada (FCM) em animais cruzados Limousin-Nelore..... 98

1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de proteína animal tem crescido nos últimos anos (Anualpec, 2001). Esse crescimento de oferta tem feito com que os setores envolvidos (produtores e frigoríficos) busquem aumentar a qualidade do produto para manter a competitividade nesse mercado.

Pelos dados da pesquisa agropecuária realizada no IBGE (2002), em 2000, o Brasil possuía o maior rebanho bovino comercial do mundo, com cerca de 170 milhões de cabeças, e a região Centro-Oeste possuía a maior concentração dos bovinos do país com cerca de 33,17%, seguida da região Sudeste com 23,5% do rebanho.

O rebanho brasileiro se caracteriza pelo sistema de criação extensiva em pasto, sendo composto predominantemente pela raça Nelore, bem resistente (rústica) e adaptada ao clima tropical. Já as raças européias têm sido

utilizadas em cruzamentos industriais para melhorar a performance do produto e produtividade do rebanho.

Segundo dados do Anualpec (2001), o volume de exportações brasileiras de carne bovina *in natura* tem aumentado nos últimos anos. No ano de 2000, o Brasil exportou cerca de 190 mil toneladas de carne. Este valor, apesar de crescente, ainda representa cerca de um terço do volume exportado pelos Estados Unidos e Austrália, porém bem próximo aos exportados por Nova Zelândia e Irlanda, países com uma área produtiva e um rebanho comercial inferiores ao do Brasil. Esta situação mostra o potencial de crescimento do mercado e a necessidade da adoção de tecnologias que aumentem a produtividade e os rendimentos da bovinocultura brasileira.

O principal enfoque desse esforço para o aumento da produtividade da pecuária brasileira tem sido direcionado para a redução da média da idade de abate. Com isso, espera-se aumentar a oferta de carne com bom potencial de qualidade (Bliska & Gonçalves, 1998).

Com este objetivo, os produtores têm buscado o cruzamento entre raças zebuínas e taurinas, para obtenção de novilhos precoces, aliando a maior velocidade de ganho de peso das raças européias às características de rusticidade de animais *Bos indicus* (Peetz et al. apud Bliska & Gonçalves, 1998).

Dentre as raças européias que estão sendo introduzidas no rebanho brasileiro, o Limousin tem recebido destaque. Isto se deve principalmente ao fato de possuir características desejáveis de composição de carcaça e boa conversão alimentar (Manual de Criação e registro – Limousin, 1998). Esta raça é

proveniente da zona centro sul da França e sua participação no plantel brasileiro vem crescendo desde a década de 90, sendo apontada como uma das melhores opções para o cruzamento industrial com a finalidade de melhorar a qualidade da carne nacional.

No entanto, uma definição objetiva de qualidade ainda é um desafio para a indústria de carne. É fundamental para orientar a seleção e criação de animais determinar os atributos utilizados pelos consumidores ao julgar a qualidade da carne e o peso de cada atributo na formação desse conceito, de forma a somar às características de rápido desenvolvimento e alta produtividade a aquelas que levam a produção de carne com as características desejadas.

Ao longo da cadeia produtiva da matéria prima, o aspecto qualitativo ainda não é suficientemente valorizado na indústria. Admite-se que a implantação de um programa de melhoria da qualidade estaria condicionada a incentivos ao produtor. Para isso é necessário que sejam claramente definidos os parâmetros que regem e influenciam a formação do conceito de qualidade de carne por parte do consumidor.

Dentre os atributos de qualidade, como cor, maciez, suculência e flavor, a maciez tem sido apontada como um fator de maior importância no julgamento da palatabilidade da carne bovina (Koochmaraie, 1994).

Com a finalidade de produzir carne com características desejáveis de maciez e ao mesmo tempo reduzir a idade de abate de animais, estudos têm sido conduzidos de forma a procurar relacionar a maciez com as modificações que ocorrem com o desenvolvimento e maturidade do animal.

Porém, de acordo com Oliveira (1993), os resultados não demonstram que exista uma relação direta entre o aumento de idade e maciez da carne. Fatores como peso da carcaça, grupos genéticos, velocidade de resfriamento, maturação a vácuo e métodos de cozimentos são também citados como marcantes na formação da textura da carne.

De acordo com Dransfield (1994), as pesquisas dos últimos 20 anos definiram a base para o mecanismo de amaciamento da carne e os fatores envolvidos neste processo, sendo observado que o processo de amaciamento da carne está relacionado com o desenvolvimento animal e continuam até o preparo e cozimento da carne. Para Wood et al. (1999), as variações na maciez são causadas principalmente pelas alterações na estrutura das proteínas miofibrilares do músculo no período entre o abate e o consumo. Por isso, mesmo cortes usualmente macios podem se apresentar duros.

Segundo Koohmaraie et al., (1994), na maior parte das vezes, a textura da carne bovina só é conhecida após seu preparo, no momento do consumo, ponto onde não existe nada a fazer se estiver em condições insatisfatórias. Infelizmente isto ocorre freqüentemente, sendo a variabilidade na maciez um dos principais problemas da indústria cárnea, e para solucionar este problema industrial, é necessário primeiramente compreender os mecanismos envolvidos neste processo para então controlá-los.

Dois componentes estruturais merecem importância destacada na formação da maciez da carne: o tecido conjuntivo, onde o colágeno tem papel fundamental; e o aparato contrátil muscular (Marsh, 1977). Ou seja, todos os

fatores que influenciam a maciez devem estar relacionados de alguma forma com um desses componentes, ou ambos.

O período do *rigor mortis* é um dos fenômenos mais importantes no processo de conversão de músculo em carne, sendo caracterizado pela rigidez do músculo após a morte do animal. Isto se deve a formação de ligações cruzadas permanentes entre actina e miosina uma vez que o músculo já não dispõe de energia necessária para o relaxamento. A maciez da carne será então definida pelo balanço entre endurecimento induzido pelo rigor muscular e o amaciamento natural, durante a maturação. A técnica de maturação consiste em manter a carne sob refrigeração, em torno de 0°C, por um determinado período. Durante a maturação é necessário que a carne esteja embalada à vácuo, pois isto retarda o crescimento de bactérias putrefativas e favorece o crescimento de bactérias lácticas, que por sua vez produzem substâncias antimicrobianas (Puga et al., 1999).

Sempre foi aceita a hipótese de que a quantidade de colágeno influencia a textura da carne. Isso parece claro quando se observa que os músculos Psoas maior (filé mignon), Bíceps femural (alcatra) e Esternomandibular (pescoço) apresentam um teor de colágeno em torno de 1, 4 e 10%, respectivamente, e portanto possuem maciez em sentido contrário. Hoje parece ser consenso que a natureza química do colágeno é mais importante para a maciez do que a sua quantidade (Bailey, 1972; Culler et al., 1978, Avery et al. 1996).

A raça também parece influenciar marcadamente a textura da carne devido principalmente a extensão da proteólise pós-abate. Dransfield

(1994), Marshall (1994), Norman (1982) e Lansdell et al. (1995) demonstraram que raças zebuínas, de origem indiana, produzem carnes menos macias que *raças taurinas*, animais de origem européia. Baseado nisso, Bliska & Gonçalves (1998) sugerem que a carne brasileira é menos macia que a de seus concorrentes, atribuindo esta desvantagem a um gado predominantemente Nelore e com elevada idade de abate.

Pelo exposto, é necessário para o Brasil que se avalie diferentes parâmetros de qualidade relacionados com a textura da carne, e fatores que influenciam este parâmetro, além da determinação dos aspectos produtivos das carcaças. Isto certamente trará uma importante contribuição na geração de informações que auxiliem a evolução da cadeia produtiva de carne bovina. Tudo indica que este esforço seria um dos caminhos para possibilitar à carne bovina uma maior competição de mercado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Composição e qualidade de carcaça

O termo carcaça se refere aos tecidos corporais dos animais abatidos, compreendendo os ossos, músculo e gordura. Oliveira et al. (1993) sugere que as variações encontradas na composição de carcaças são devidas principalmente ao manejo alimentar (confinamento e criação extensiva), sexo (macho, fêmea ou macho castrado), idade do animal (jovem ou adulto), grupo genético (*Bos taurus* e *Bos indicus*), assim como as interações entre todos estes fatores.

De acordo com Silva et al. (2000), o estudo do crescimento muscular das carcaças fornece informações importantes do desenvolvimento animal, uma vez que, conhecendo-se o rendimento dos componentes da carcaça

será possível determinar com maior precisão o melhor peso de abate de cada grupo genético.

Um agente complicador no estudo da idade e peso de abate dos animais é que os agentes econômicos influenciam a decisão, porém o consumidor tem sido pouco ouvido e com isso os frigoríficos acabam definindo o peso e a composição das carcaças produzidas sem levar em conta parâmetros técnicos e mercadológicos (Lanna, 1997). As características reprodutivas e de desenvolvimento dos animais devem ser consideradas fundamentais neste processo por estarem ligadas diretamente ao fator econômico, devendo esforços ser conduzidos de forma a identificar a composição da carcaça que melhor atenda ao consumidor e daí identificar o animal e o sistema de produção que aumentariam a eficiência do processo produtivo como um todo. No entanto, segundo Bliska & Gonçalves (1998), esse processo gera custos e no processo de aquisição da matéria prima, o aspecto qualitativo ainda não é adequadamente valorizado pela indústria.

Existem alguns métodos de avaliação visual de carcaças que buscam correlacionar medidas subjetivas de carcaças como conformação, acabamento de gordura, sexo e maturidade fisiológica com as características produtivas e de qualidade das carcaças. Muitos países classificam as carcaças com base nestes parâmetros e a partir daí os valores de mercado são determinados.

Com o objetivo de classificar carcaças em faixas de qualidade, foi proposto no Brasil, e regulamentado pela Portaria nº 612 do Ministério da Agricultura, o Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças Bovinas (BRASIL,

1989). Esse sistema baseia-se na classificação de bovinos de acordo com cinco parâmetros: sexo, maturidade, conformação, acabamento e peso de carcaça.

Para Anjos (1992), a implantação do Sistema de Tipificação de Carcaças, permitiria remunerar melhor o produtor, uma vez que a indústria exportaria carnes classificadas, e com um preço bem melhor que a carne convencional. Esta classificação traria benefícios para toda a cadeia produtiva: para o produtor pelo aumento de produtividade e remuneração, para a indústria pela existência de maior disponibilidade de matéria prima, e finalmente pela melhor qualidade para o mercado consumidor.

Abularach et al. (2000) avaliaram características e rendimentos da desossa de carcaças de touros jovens da raça Nelore e encontraram que 77,9% das carcaças poderiam ser classificadas pela letra B do sistema de Tipificação de Carcaças Bovinas por apresentarem peso de carcaça superior a 210 kg, conformação mínima requerida e grau de acabamento de gordura entre 3 e 4. Já 22,1 % das carcaças foram classificadas pela letra I por já terem substituído os dentes .

Apesar das vantagens da comercialização de carcaças classificadas, no Brasil ainda é comum a prática de remuneração com base no peso vivo do animal. Isto se deve à grande importância que se dá ao rendimento, embora este não seja o melhor indicativo da quantidade de carne aproveitável, uma vez que já é sabido que a partir de certo peso, o aumento do peso vivo promove um maior acúmulo de gordura e por isso um maior rendimento e não necessariamente uma maior quantidade de carne aproveitável (Forrest et al.,

1979). Como consequência, o resultado deste sistema é selecionar animais grandes e tardios.

Para Norman & Felício (1982), o limitado progresso realizado pelos países em desenvolvimento na produtividade animal e na produção de carne se deve em parte à falta de informação das habilidades produtivas dos seus rebanhos nativos. Informações dos efeitos do cruzamento e nutrição na qualidade da carcaça são necessários para uma completa avaliação dos melhoramentos do gado de corte. Ainda segundo estes autores, o valor da carcaça deve ser determinado principalmente pelo nível e distribuição de carne magra.

Um exemplo desta diferença entre rendimento e porcentagem de carne é o trabalho apresentado por Moletta & Restle (1996). Estes pesquisadores avaliaram características de carcaça de novilhos dos grupos genéticos Aberdeen Angus, Charolês, Nelore e búfalo Mediterrâneo. Observaram que o rendimento de carcaça dos animais Nelore foi maior que a dos demais grupos genéticos. A cobertura da espessura de gordura dos animais Angus e Nelore foi superior a dos animais Charolês. No entanto, a raça Charolês apresentou maior porcentagem de músculo, a porção de maior interesse.

Marshall (1994) avaliou parâmetros genéticos e diferenças na composição da carcaça de diferentes raças bovinas e reportou que a seleção genética deve se preocupar principalmente com a aparente relação antagônica entre marmoreio e porcentagem de perdas de retalhos e maciez inconsistente em animais *Bos indicus*.

Animais *Bos indicus* são de origem indiana, porém altamente disseminados no Brasil, sendo o Nelore seu maior representante. As raças zebuínas desempenham um papel fundamental nos cruzamentos industriais por sua característica de produção de carne nas mais diversas condições ambientais, mas melhoras nas suas características produtivas e de qualidade de carne podem ser conseguidas com a inserção de raças européias (Norman, 1982 e Pringle et al., 1997). Segundo Restle et al. (2001), assim como as raças zebuínas têm obtido boa aceitação no Sul, as raças taurinas também são aceitas no centro do país para o cruzamento com Nelore.

Perotto et al. (1999) demonstraram que o cruzamento entre animais Aberdeen e Canchim promoveu um aumento em parâmetros como área de olho de lombo e rendimento de carcaça, sugerindo que o cruzamento entre estas raças promoveria uma melhora na combinação de características qualitativas e quantitativas das carcaças, sendo sempre mais favorável que a criação das raças zebuínas puras isoladamente.

Oliveira et al. (1996) trabalharam com características de carcaça de animais Nelore e cruzados Canchim-Nelore e concluíram que as carcaças dos cruzados eram mais compridas, com maior musculatura e apresentavam um melhor acabamento de gordura com o aumento no peso da carcaça em relação as carcaças dos Nelore puros.

Em outro estudo da avaliação do efeito do cruzamento industrial para as características de carcaça nos novilhos Nelore e Charolês, Vaz & Restle (2001) observaram que os animais cruzados também foram superiores nas

principais características de qualidade de carcaça e os animais puros apenas apresentaram maiores porcentagens de traseiro serrote e ossos.

Já Pringle et al. (1997) observaram um decréscimo no marmoreio da carne com o aumento da porcentagem da raça Brahman em animais cruzados com Angus, embora muitos indicadores produtivos não tenham sido afetados pelo cruzamento. No entanto, somente os animais puros Angus atingiram o topo da classificação de qualidade do departamento de agricultura americano (USDA).

No trabalho de Restle et al. (2001) foram avaliadas as características de carcaça como rendimentos, espessura de gordura, comprimento de carcaça, conformação e qualidade de carne como cor, textura e marmoreio em novilhas Charolês e cruzados $\frac{3}{4}$ Charolês $\frac{1}{4}$ Nelore. Apesar do cruzamento em geral apresentar melhoras nas características de carcaça e de carne, estes autores concluíram que para novilhas destes dois grupos genéticos, abatidas aos três anos de idade, não apresentavam diferenças expressivas nos aspectos quantitativos e qualitativos estudados.

2.2 - Qualidade de carne

Vários fatores são considerados para a determinação da qualidade da carne. A atratividade do produto está relacionada com a cor e firmeza da carne, a palatabilidade está relacionada com o teor de gordura e

suculência e há ainda outros fatores relacionados ao valor nutritivo, à condição higiênico-sanitária e à segurança da população ao consumir o alimento (Bailey, 1972; Boakye & Mittak, 1993 e Felício, 1995).

Dentre todos esses fatores que compõem a qualidade, nenhum tem merecido tanta atenção dos pesquisadores como a maciez (Felício, 1995). Esse é certamente o atributo de qualidade mais importante no julgamento da palatabilidade da carne bovina *in natura* por consumidores (Bailey, 1972; Benito-Delgado et al., 1994; Koohmaraie, 1994; Marshall, 1994 e Olsson et al., 1994). Isto pode ser confirmado pela relação positiva entre maciez e preço de um corte. Por exemplo, filé mignon, um dos cortes mais macios, é também o mais caro e o preferido pela maioria dos consumidores, enquanto que as carnes de segunda, do dianteiro, pela sua menor maciez são também as mais baratas.

Segundo Oliveira (1993), diversos fatores podem influir na qualidade da carne e na maciez, tais como idade de abate, raça, alimentação, tratamentos *pós-mortem*, quantidade e tipo de colágeno.

Estes fatores podem ser classificados como intrínsecos, quando existentes antes da morte dos animais, e são inerentes ao seu organismo, e extrínsecos, com a influência do meio e das etapas pós abate. Dentre os fatores intrínsecos, os mais citados são: raça, sexo, idade, peso, acabamento (gordura de cobertura), gordura intramuscular (marmoreio) e quantidade e tipo do colágeno. Entre os fatores extrínsecos, destaca-se o manejo pré-abate, que influencia o teor de glicogênio do músculo no abate e, conseqüentemente, a velocidade e magnitude da queda de pH da carne; as condições de resfriamento da carcaça e as

técnicas de maturação (Marsh, 1977; Judge et al., 1989; Berry, 1993; Huff & Parrish, 1993; Morgan et al., 1993; Pardi et al., 1993; Dransfield, 1994; Jones & Tatum, 1994; Felício, 1995).

A idade do animal sempre foi considerada como um fator determinante na qualidade da carne. Huff & Parish (1993) avaliaram a qualidade da carne do músculo *Longissimus dorsi* de vacas, touros e machos castrados, não especificando a raça, mas separados em dois diferentes estágios de maturação. Um grupo era composto por animais jovens de aproximadamente 14 meses e o outro de animais mais velhos, acima de 44 meses. Os autores observaram que o tempo de maturação das carnes teve mais influência na maciez da carne que o fator idade e sexo, embora o efeito da idade na maciez da carne tenha sido verificado, sendo que animais mais velhos apresentaram forças de cisalhamento maiores ($P < 0,05$) que animais mais novos.

Abularach et al. (1998) avaliaram a qualidade de contrafilé (*L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore e observaram que a força de cisalhamento não foi influenciada pela idade do animal entre 690 e 734 dias, no entanto apresentou uma tendência de aumento na faixa de 735 e 780 dias.

Já Felício et al. (1982), trabalhando com novilhos zebu com três estágios de maturidade e idades entre 2 1/2 e 4 anos, não encontraram diferença significativa ($P < 0,05$) na força de cisalhamento no músculo *L. dorsi* entre os grupos, concluindo que animais mais jovens não produziram necessariamente carne mais macia.

Ainda com relação à idade de abate, Bouton et al. (1978) observaram os efeitos da idade do animal na maciez dos músculos *Semimembranosus* e *Longissimus dorsi* de bovinos, sem especificar a raça, e separados em grupos de acordo com sua faixa etária (9, 16, 24 e 42 meses). Foi concluído que a força medida por testes sensoriais e instrumentais parecia aumentar com o avanço da idade dos animais no músculo *Semimembranosus*. No *Longissimus dorsi* observaram um efeito de redução da força com o aumento da idade do animal de 9 para 42 meses. Este efeito foi atribuído ao menor encurtamento sofrido por este músculo em carcaças mais pesadas, que promovem um resfriamento mais lento da carne. Com isso, concluíram a relação entre a idade e a maciez depende de vários fatores, entre eles, a faixa de idade estudada, diferenças nos pesos da carcaça, músculo escolhido para o estudo, velocidade de resfriamento das carcaças, métodos de cozimento e método de avaliação de maciez. No entanto, já está estabelecido que o aumento do peso do animal normalmente está associado a um aumento da espessura da cobertura de gordura, que por sua vez está relacionada com a velocidade de resfriamento da carcaça.

Durante o período de *rigor mortis* as carcaças são resfriadas. Por isso, os pesos de abate do animal e grau de acabamento da carcaça irão determinar a velocidade de resfriamento da carcaça e conseqüentemente a severidade do fenômeno de encurtamento pelo frio. Este fenômeno está ligado diretamente a temperatura de armazenamento da carcaça quando esta atinge temperaturas entre 0 e 10°C na fase pré rigor (Judge et al., 1989). O encurtamento

pelo frio pode ocorrer tanto em músculos de bovinos, como suínos e ovinos, sendo seu efeito mais marcante nos músculos vermelhos.

Desde a década de 60 é conhecido o fato de que músculos vermelhos tendem a se contrair mais quando expostos ao frio em estágios anteriores ao estabelecimento do *rigor mortis* (Culler et al., 1978; Judge et al., 1989 e Olsson et al., 1994). Se a sobreposição dos miofilamentos resulta num encurtamento superior a 20%, ocorre prejuízo perceptível da maciez devido a contração irreversível dos sarcômeros (Marsh,1977; Hertzman et al.,1993).

Segundo Marsh (1977), o encurtamento pelo frio pode causar um aumento de 4 a 5 vezes na força necessária para cisalhar um pedaço de carne. Quanto maior for esta contração, menor será o resultado do amaciamento durante a maturação, uma vez que ocorre uma alteração estrutural que dificulta o ataque enzimático (Dransfield, 1994).

Lochner et al. (1980), selecionaram dez carcaças de animais Angus, dos quais cinco tinham sido submetidos a uma ração com alto valor energético e resultaram em carcaças gordas, com boa cobertura de gordura e os outros cinco foram tratados com um manejo nutricional normal que promoveu carcaças mais magras. As carcaças foram divididas em meias carcaças, sendo os lados direito submetidos a um resfriamento rápido com alta velocidade e baixa temperatura de ar e os lados esquerdo submetidos a um resfriamento mais lento com ar estático a 9°C. Foi observado que, exceto em carcaças extremamente magras, o encurtamento pelo frio não foi um fator determinante para a maciez.

Wheeler et al. (1989), comparando animais Chianina e cruzados Hereford x Angus mantidos em confinamento por 0, 77, 128 e 182 dias, observaram uma relação positiva na maciez da carne com o tempo de tratamento. Isto também foi atribuído à alterações na velocidade de resfriamento das carcaças com o aumento da gordura subcutânea proporcionada pela alimentação.

A combinação dos fatores temperatura e pH têm sido relatada como importante nas modificações características da maciez. Smulders et al. (1990) observaram que a velocidade da glicólise é um dos fatores mais importantes na maciez do músculo *Longissimus dorsi*, quando estudaram animais Angus e mestiços. Foi observado que valores de pH acima de 6,3 na terceira hora após o abate em carcaças armazenadas a 0-4° C (velocidade de ar de 3-5 m/s) resultaram em carne mais macias do que carnes que apresentavam valores de pH inferiores.

Kastner et al. (1993) demonstraram o efeito do estímulo elétrico na curva de queda de pH no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* e observaram que declínios de pH não acompanhados de controle de temperatura podem produzir efeitos indesejáveis na textura da carne.

Steen et al. (1997) observaram que valores mais elevados de pH final de carne estavam relacionados com carnes escuras, tipo DFD e que estas carnes apresentavam menores perdas no cozimento e menores sarcômeros, porém não foi verificada a relação entre o pH na terceira hora após o abate e a força de cisalhamento, conforme citação de Smulders et al. (1990).

Silva et al. (1999) também determinaram a influência do pH final na maciez de carne de bovinos após a maturação refrigerada e observaram que a força de cisalhamento foi significativamente inferior ($P < 0,05$) em carnes tipo DFD do que em carnes com queda normal de pH, encontrando uma relação linear entre o pH final da carne e a sua maciez.

O aumento da idade e do peso de abate dos animais, além de influenciar características e a composição da carcaça, geralmente influencia alguns parâmetros da composição centesimal da carne, principalmente no que se refere ao aumento de teores de gordura intramuscular e transformações observadas na solubilidade de colágeno. Fortin et al. (1980) observaram a modificação na composição química da carne de 151 animais fêmeas, machos e castrados das raças Holstein e Angus alimentados com dois diferentes níveis energéticos. Concluíram que o principal efeito na composição da carne é a elevação do teor de gordura, e que as variações observadas no teor de proteína, umidade e cinzas são resultados das alterações dos teores de gordura.

Madruca et al. (1999), trabalharam com carne caprina de animais castrados Criolo x Anglo, Nubian, Saanen ou British Alpine abatidos aos 175, 220, 265 e 310 dias de idade. Os autores observaram que os valores de umidade, proteína, cálcio e ferro e pH apresentaram resultados estatísticos que demonstram ser influenciados pela idade de abate dos animais, pelo efeito de ganho de alguns parâmetros físico-químicos com o aumento da idade. Além disso, a carne obtida de animais com menor idade teve a preferência dos provadores.

As possíveis correlações entre a maciez e a composição da carne também têm sido debatidas há anos, sendo que muitas pesquisas se concentram na relação entre teor de gordura e textura. De acordo com Wood et al. (1999), desde que a gordura aumenta no animal, ela aumenta em diversas localizações do corpo simultaneamente, o que pode ser importante para a maciez. Estes pesquisadores reportam que muitos países exigem altos teores de gordura no *Longissimus* para o atendimento de uma maciez desejável, embora poucas relações entre teor de gordura e maciez tenham sido relatadas por pesquisas desenvolvidas na Europa.

Para Champion & Crouse (1976), que avaliaram o efeito de fatores de composição de carcaça e carne, seria necessário que o músculo *L. dorsi* apresentasse pelo menos teores em torno de 2,5% de gordura para que sua aceitabilidade ficasse dentro do desejável. No entanto, segundo Lepetit et al. *apud* Campo et al. (2000), a textura da carne é difícil de ser avaliada com a utilização apenas de testes físico-químicos, uma vez que ela depende da interação de diferentes componentes musculares, especialmente proteínas miofibrilares e tecido conectivo.

Estudos têm demonstrado que os teores de colágeno são pouco influenciados pela raça, sexo e idade do animal, no entanto sua solubilidade parece decrescer com o avanço da maturidade devido a formação de pontes cruzadas. Whipple et al. (1990) não observaram diferenças significativas com relação aos teores de colágeno e sua solubilidade em animais de diferentes grupos genéticos. Apesar disto, Norman (1982) encontrou em animais zebuínos, Guzerá

entre eles, menores porcentagens de solubilidade do colágeno que animais Charolês. Segundo o autor, os resultados mostraram que a resistência do colágeno foi maior nos zebuínos, intermediária em Canchim e menor em Charolês. Isto foi atribuído a uma possível diferença genética entre tipos de colágeno nas diferentes raças.

As fibras de colágeno são compostas de números variáveis de fibrilas que se dispõem paralelamente, sendo o tropocolágeno sua unidade estrutural (Leningher, 1994). O colágeno é a principal proteína estrutural do tecido conjuntivo e o maior componente dos tendões e ligamentos. Os outros componentes do tecido conjuntivo são a elastina e reticulina, porém estes não apresentam importância significativa com relação à variabilidade de maciez na carne como o colágeno (Cross et al., 1973).

Colágeno já foi extensivamente estudado, tanto no que se refere a suas propriedades físicas como químicas. Já é bem conhecido que o estado químico do colágeno é afetado pela maturidade do animal. Com o aumento da idade, há a formação de pontes cruzadas, “cross-links”, que diminuem sua solubilidade e aumentam a termoestabilidade do colágeno. Segundo Avery et al. (1996), esta formação pode acarretar a diminuição da maciez, uma vez que com a aplicação do calor durante o cozimento da carne, as fibras de colágeno apresentam maior tensão e conseqüentemente a carne perde líquido.

O desenvolvimento das pontes cruzadas de colágeno foi investigado por Bosselmann et al. (1995) em animais castrados, machos e fêmeas Simental. Foi observado que a formação de pontes intermoleculares foram

influenciadas pelo sexo e intensidade de alimentação. Os autores ressaltaram ainda que a determinação dos compostos das pontes apresenta importância na caracterização da maciez que deriva exclusivamente da carne, não sendo influenciada por alterações durante o processamento.

Marsh (1977) em seu trabalho sobre as bases da maciez em carne afirmou que a contribuição do colágeno na textura da carne se deve as ligações cruzadas (crosslinks) que aumentam com o avanço da idade dos animais, portanto, o colágeno e o aparato contrátil apresentam pouca influencia na textura de animais jovens.

Culler et al. (1978), trabalhando com carne do músculo *L. dorsi* proveniente de carcaças com diferentes estágios de maturidade, concluíram que cerca de 50% da maciez deve-se à intensidade de fragmentação das proteínas em decorrência da atividade das enzimas endógenas da carne durante a maturação e que valores em torno de 10% da variabilidade da textura da carne se devem à solubilidade do colágeno.

Koohmaraie et al. (1994), em um trabalho de revisão sobre os fatores de regulação e predição da maciez da carne atribuíram a quantidade de gordura intramuscular (marmorização) e ao colágeno, cerca de 15% da variabilidade na maciez da carne bovina, sendo os 85% restantes relacionados a fatores extrínsecos, ou pós-morte.

Assim, considerando que a melhora do sistema produtivo leva à redução da idade de abate dos animais, os complexos enzimáticos que atuam sobre as proteínas contráteis parecem ter importância destacada no

estabelecimento da maciez da carne. De acordo com vários autores (Norman, 1982; Dransfield, 1994; Marshall, 1994 e Lansdell et al., 1995) a raça dos animais influencia a textura da carne principalmente devido a extensão da proteólise pós-abate, uma vez que *Bos indicus*, animais de origem indiana, originam carnes menos macias que *Bos taurus*, animais de origem europeia.

O estudo das raças Nelore, Guzerá, Charolês e Canchim demonstrou a inferioridade de animais *Bos indicus* com relação à maciez de carne, uma vez que as forças de cisalhamento dos animais Nelore e Guzerá foram significativamente superiores. Outra diferença observada nos animais zebu (*Bos indicus*) é que estes apresentaram maior diâmetro das fibras e maior tamanho de feixe que dos demais grupos genéticos estudados (Norman, 1982).

Perobelli et al. (1994) estudaram a qualidade de carcaças e de carne de vacas de descarte Charolês e Nelore e observaram que as Charolêsas apresentaram melhor conformação de carcaça, menores teores de gordura e também maior maciez que as vacas Nelores.

Johnson et al. (1990) utilizaram animais cruzados Angus com Brahman castrados para determinar o efeito do cruzamento nas diferenças de textura da carne. Foram determinadas as atividades de calpastatina e das calpaínas, enzimas cálcio dependentes, além da maciez medida sensorial e instrumentalmente pela força de cisalhamento nas amostras de carne maturada. Após 10 dias de maturação as amostras provenientes de animais Angus foram mais macias que as dos animais $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ Brahman e a atividade de calpastatina foi negativamente correlacionada com a força de cisalhamento do 10º dia, sugerindo

que diferenças na maciez da carne podem em parte ser explicadas por diferenças nas atividades do sistema proteolítico.

Para Johnson et al. (1990), o sistema calpaínas é o principal responsável da degradação da estrutura muscular da carne. Este sistema é formado por duas calpaínas (I e II) ativadas pelo cálcio livre e inibidas pela calpastatina, sendo a ação destas enzimas favorecida pelo pH pós-morte da carne. Para Jiang (1998), outros sistemas proteolíticos têm sido relacionados ao processo de amaciamento além do sistema calpaínas-calpastatínas, entre eles os sistemas catepsinas-cystaina e o “proteasome” ou macropaína. De acordo Jiang (1998), a ação das calpaínas é principalmente na degradação da linha Z das miofibrilas, atacando principalmente as proteínas desmina, filamina, nebulina e em menor extensão a conectina, enfraquecendo a estrutura e conseqüentemente promovendo o amaciamento da carne.

Para Dransfield (1994), após a ativação, estas enzimas são instáveis e progressivamente perdem sua estabilidade com o armazenamento. De acordo com o autor, a dureza da carne é o resultado do efeito somatório das contribuições dos componentes estruturais não enfraquecidos pela maturação, sendo necessário a otimização da maciez associada ao do tempo de maturação.

Para Koohmaraie (1994), a extensão da proteólise pós-abate é a explicação para a diferença de textura entre as raças. Animais *Bos indicus* (Nelore, entre eles) apresentam maior atividade de calpastatina que animais *Bos taurus* (Marshall, 1994; Shackelford et al., 1994). Conseqüentemente, é atribuído a este grupo de animais um amaciamento menor do tecido, bem como a menor

formação de compostos responsáveis pelo sabor e aroma, que são em grande parte derivados da degradação protéica (Dransfield, 1992, 1993; 1994; Shackelford et al., 1994; Felício, 1997).

Whipple et al. (1990) também avaliaram as diferenças entre o músculo *Longissimus dorsi* de animais *Bos indicus* e *Bos taurus*. Para isso, monitoraram todos os fatores que consideraram importantes na formação da textura e concluíram que o grupo genético não influenciou o comprimento dos sarcômeros, tipo de fibras, teor e solubilidade de colágeno. No entanto, quanto maior a porcentagem de sangue zebu, maiores foram os teores do inibidor das calpaínas, a calpastatina e a força de cisalhamento, sugerindo uma aparente influência desse inibidor na textura final da carne maturada dos zebuínos.

Pringle et al. (1997) avaliaram o efeito das características de carcaça como: peso, acabamento, musculosidade e marmoreio entre outros, sistema proteolítico das calpaínas e a maciez em animais Angus e cruzados Brahman castrados. Neste estudo observaram que, em geral, os parâmetros observados no sistema produtivo do departamento americano de agricultura (USDA) não foram afetados pelos grupos genéticos. No entanto, a força de cisalhamento de animais 100% Brahman foi significativamente mais elevada ($P < 0,05$) que a dos demais grupos genéticos. Observaram também que a atividade de calpastatina apresentou um aumento linear ($P < 0,01$) com o aumento do sangue Brahman. Com isto, sugeriram uma relação linear entre atividade de calpastatina, marmoreio e porcentagem de sangue Brahman admitindo a possibilidade do efeito combinado destes fatores na maciez da carne maturada.

Schackelford et al. (1994) estudaram a herdabilidade da atividade de calpastatina, teor de gordura intramuscular, força de cisalhamento e rendimentos de 555 animais castrados de diferentes grupos genéticos (Angus, Braunvieh, Charolais, Gelbvieh, Hereford, Limousin, Pinzgauer, Red Poll, Simental, Shorthorn, Galloway, Longhorn, Nelore, Piedmontese, Salers e seus cruzamentos). Estes autores concluíram ser possível selecionar animais com menores atividades de calpastatina para melhoras na maciez da carne.

Rubensam et al. (1998) também estudaram a influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e textura de carnes de novilhos Polled Hereford, $\frac{3}{4}$ Hereford $\frac{1}{4}$ Nelore e $\frac{5}{8}$ Hereford $\frac{3}{8}$ Nelore abatidos no Sul do Brasil e observaram que a atividade desse inibidor pode ser útil para previsão da textura final da carne e que, apesar de vantagens zootécnicas, a participação crescente do genótipo *Bos indicus* nos rebanhos da região Sul do Brasil poderá resultar em carnes com piores texturas.

2.3 - Avaliação da textura da carne

A variação na maciez da carne é um dos principais problemas apontados pelas indústrias do setor, sendo que na maioria das vezes, só é conhecida no momento do consumo. Vários pesquisadores (Morgan et al.1993; Jones & Tatum, 1994; Koohmaraie, 1994 e Marshall, 1994) são taxativos ao afirmar que a falta de padronização da maciez é o maior defeito da carne bovina,

havendo necessidade do desenvolvimento de metodologias viáveis economicamente que possibilitem melhorar e padronizar esse atributo.

A textura da carne vem sendo estudada por muitos anos. Análise sensorial, um método considerado subjetivo, tem sido correlacionado com métodos objetivos, principalmente com o texturômetro, considerando a avaliação mais rápida da textura através força necessária para cisalhar uma amostra, enquanto que para a análise sensorial é necessária uma equipe de provadores treinados.

Szczeniak et al. (1963) apresentaram as primeiras escalas para correlação de parâmetros objetivos de textura e sensoriais, introduzindo a possibilidade de se avaliar instrumentalmente a textura. A partir daí, esses equipamentos foram se tornando mais simples e acessíveis, sendo atualmente o tipo Warner-Bratzler o mais utilizado em pesquisas de textura de carne.

Shackelford et al. (1991) publicaram um ensaio correlacionando testes sensoriais realizados com uma equipe de julgadores treinados em valores de força de cisalhamento. Neste trabalho, os autores selecionaram 678 animais jovens e determinaram a correlação por análise de regressão. O valor de 4,6 kg medido pelo equipamento Warner-Bratzler contou com segurança de 88,6% para ser determinado como um padrão de maciez quando avaliado por consumidores.

Poste et al. (1993) demonstraram melhoras nas correlações entre análise sensorial e ensaios instrumentais quando cilindros de carne, ao invés de fatias, foram utilizados na avaliação, sugerindo que as amostras devem sempre ser

tomadas paralelamente à orientação das fibras para obtenção de melhores resultados.

Alguns anos depois, Miller et al. (1995), em sua pesquisa para determinar a aceitabilidade da maciez de carne por consumidores, afirmaram que enquanto a força necessária para cisalhar a amostra diminuía, a maciez medida sensorialmente aumentava, sugerindo que consumidores podem detectar alterações na maciez de forma similar ao equipamento de medição. Esse trabalho também observou que a indústria cárnea deveria se concentrar mais na maciez como uma importante característica de qualidade, uma vez que ela conta com uma considerável variação na aceitabilidade entre consumidores.

Huffman et al. (1996) determinaram sensorialmente os níveis de aceitação de maciez de carne para consumidores e observaram que as notas dos julgadores foram consistentes com as medidas de força de cisalhamento, admitindo que consumidores podem avaliar com precisão a maciez da carne. Nesse estudo, carnes com valores de força de cisalhamento inferiores a 4,1 kg poderiam assegurar a satisfação do consumidor a um nível de 98 % de probabilidade. No entanto, observaram que para o estabelecimento desse limite como padrão de maciez de carne, seria necessária uma pesquisa nacional com um número maior de provadores.

3 OBJETIVOS

- 3.1- Avaliar a influência do peso de abate e grupo genético nas características de qualidade de carcaça, como: rendimento de carcaça, parâmetros de tipificação (maturidade, peso de carcaça, conformação e espessura da cobertura de gordura), comprimento de carcaça, área de olho de lombo (AOL) e peso dos principais cortes.
- 3.2- Determinar os parâmetros qualitativos de carne bovina *in natura* como: composição centesimal, comprimento de sarcômero, teor e solubilidade de colágeno e força de cisalhamento da carne maturada e não maturada dos animais estudados e as possíveis correlações destes fatores na maciez.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Animais

Neste experimento foram utilizados 50 novilhos castrados, sendo 25 da raça Nelore e 25 cruzados ($\frac{1}{2}$ Limousin - $\frac{1}{2}$ Nelore), selecionados na fazenda Agropecuária Maragogipe, localizada em Itaquiraí, MS.

Os animais Limousin são classificados, por suas características de produção, em três tipos: *Boucherie*, *Mixte* e *Elevage*, de acordo com testes de progênie. Assim, neste trabalho foram utilizados animais filhos de touros identificados do tipo *Mixte*, que é o mais empregado no Brasil devido suas características de esqueleto mediano com boa cobertura muscular e acabamento.

Inicialmente os animais selecionados apresentavam idades entre 18 e 24 meses e peso médio de 345 kg (CV=22,45%). Estes animais foram

separados aleatoriamente em cinco grupos de dez animais, sendo cinco Nelores e cinco cruzados.

4.2 - Métodos experimentais

Foi empregado o método de abate seriado dos animais com base em faixas crescentes de peso. Primeiramente o grupo 1 foi levado ao abate com peso médio de cerca de 342,5 kg (CV =21,15%), permanecendo os 4 demais grupos em regime de semiconfinamento. Estes animais passaram a receber cerca de 1% de peso vivo de suplementação nutricional constituída de concentrado fornecido pela empresa Navimix convencionalmente utilizada na fazenda agropecuária a base de milho com 25,65% de proteína em base seca (Anexo 1). O segundo grupo foi mantido aproximadamente mais um mês nesse sistema e foi abatido após atingir cerca de 366,8 kg (CV=22,47%) de peso vivo, e assim sucessivamente com os grupos subseqüentes que atingiram, em média, pesos de abate de 419,1kg (CV=19,12%), 472,7kg (CV=17,30%) e 492,6kg (CV=24,00%).

O frigorífico para o abate dos animais localizava-se a poucos quilômetros da agropecuária o que facilitou a pesagem dos animais para determinação de seu peso vivo (PV).

4.2.1 - Abate

Todos os abates foram realizados no Frigorífico Bertin, localizado em Naviraí, MS que gentilmente colaborou na realização da pesquisa e na caracterização produtiva das carcaças. O abate seguiu o manejo convencional do frigorífico de acordo com as normas e exigências da Inspeção Federal (Brasil, 1997). Na linha de abate, após a separação da cabeça, vísceras, couro, cauda e músculo do diafragma, foi tomado o peso de carcaça quente (PCQ). A porcentagem de rendimento de carcaça (R) foi determinada pela relação entre o PCQ e o PV do animal antes do abate.

Em seguida as carcaças foram enviadas à câmara fria para a refrigeração (1°C /24 h), com o monitoramento da velocidade de queda de pH e da temperatura no músculo *L. dorsi*, próximo a 12^o vértebra. Para isso utilizou-se um potenciômetro portátil de penetração com compensador de temperatura (marca Mettler Toledo, modelo 1120-X). Após o período de refrigeração as carcaças foram novamente pesadas para a determinação do peso de carcaça fria (PCF). Este valor juntamente com o valor medido de PCQ foi utilizado para o cálculo da porcentagem de perdas com resfriamento (PR).

4.2.2 - Avaliação das carcaças

No abate, as carcaças foram classificadas segundo o Sistema Nacional de Tipificação de carcaças (Brasil, 1989) que se baseia na tomada de dados de sexo, idade (maturidade), conformação da carcaça, acabamento de gordura e peso. Este sistema se caracteriza pela classificação das carcaças de acordo com as letras da palavra Brasil, conforme mostra o Quadro 1. Também foi medido o comprimento das carcaças em cm.

Quadro 1 – Resumo do Sistema de Tipificação de Carcaças Bovinas

Tipo	Sexo-Maturidade	Conformação*	Acabamento**	Peso de Carcaça
B	Jovem : Macho – dente leite; Castrado e Fêmea – até 4 dentes incisivos de 2 ^a dentição.	C, Sc e Re	2 a 4	Macho: até 210 kg Castrado: até 210 kg Fêmea: até 180 kg
R	Intermediário: Castrado e Fêmea de 4 a 6 dentes incisivos de 2 ^a dentição.	C, Sc, Re e S	2 a 4	Castrado: até 220 kg Fêmea: até 180 kg
A	Jovem: Macho – dente leite e Intermediário: Castrado e Fêmea – de 4 a 6 dentes incisivos da 2 ^a dentição.	C, Sc, Re e S	1 a 5	Macho: até 210 kg Castrado: até 210 kg Fêmea: até 180 kg
S	Adultos: Castrados e Fêmeas mais de 6 dentes incisivos da 2 ^a dentição.	C, Sc, Re e S	1 a 5	Castrado: até 220 kg Fêmea: até 180 kg
I	Adultos que não atenderam o peso mínimo, Touros, Tourunos e Carreiro – Macho, fêmeas e castrados.	C, Sc, Re e S	1 a 5	-----
L	Carcaças côncavas	Co	1 a 5	-----

*Conformação: expressa o desenvolvimento da massa muscular. Quanto mais arredondada, convexa, maior será o desenvolvimento. Nesta classificação, temos: C - Carcaças Convexas; Sc - Carcaças subconvexas; Re - Carcaças retilíneas; S - Carcaças subcôncavas; Co - Carcaças Côncavas.

** Acabamento: Expressa a distribuição e quantidade de cobertura de gordura, sendo: 1 - Gordura ausente; 2 - gordura escassa, de 1 a 3 mm de espessura; 3 - gordura mediana, de 3 a 6 mm de espessura, 4 - gordura uniforme, de 6 a 10 mm de espessura; 5 - gordura excessiva, acima de 10 mm de espessura.

Fonte: Brasil, 1989.

4.2.3 - Desossa

A desossa foi realizada da forma convencional do frigorífico, onde cada ½ carcaça foi dividida e o quarto traseiro e dianteiro pesados. Posteriormente, realizou-se a divisão do quarto traseiro, sendo os principais cortes cárneos desossados, separados e pesados, porém neste trabalho apenas o peso do contrafilé foi utilizado. Também foram pesados os recortes magros, sebo e ossos de cada carcaça utilizada.

O músculo *Longissimus dorsi* (comercialmente denominado contrafilé) foi separado, identificado e em seguida cortado na altura da 12^a costela, para a medida da área de olho do lombo (AOL). Esta medição foi realizada com a delimitação da área da secção transversal do músculo em papel milimetrado.

4.3 - Análises laboratoriais

4.3.1 - Obtenção e preparo das amostras

Foram retiradas cinco fatias com aproximadamente 2,5 cm de espessura dos músculos *Longissimus dorsi* amostrados das meias carcaças esquerdas após sua refrigeração. Estas amostras foram identificadas e em seguida embaladas a vácuo em sacos de polietileno no próprio frigorífico. Três destas fatias foram congeladas imediatamente em túnel de congelamento e posteriormente utilizadas para determinação da composição centesimal,

comprimento de sarcômero e textura da carne fresca. As outras duas fatias de carne foram destinadas à maturação (1 a 2°C por 14 dias na câmara de maturação do próprio frigorífico), e congeladas após este período. Estas amostras foram utilizadas para determinação do índice de fragmentação miofibrilar e textura da carne maturada. Todas as amostras foram estocadas sob congelamento (T= -18°C) até serem submetidas aos procedimentos analíticos.

4.3.2 - Avaliação da composição centesimal

Uma das fatias congeladas do músculo *L. dorsi* foi triturada em processador de alimentos para determinação de sua composição centesimal.

O teor de umidade foi avaliado pelo método de secagem em estufa a 105°C até peso constante. A gordura intramuscular foi extraída pela metodologia de Soxhlet. O teor de Nitrogênio total foi determinado pelo método semimicro Kjeldahl, utilizando-se um fator de 6,25 para conversão de proteína. O resíduo mineral fixo (cinzas) foi obtido pela incineração da amostra em mufla a 550° C. Todas estas técnicas estão de acordo com a metodologia descrita pela Conniff (1997) e foram realizadas em duplicata.

4.3.3 - Análise microscópica

A determinação do comprimento dos sarcômeros foi realizada em uma suspensão miofibrilar de acordo com a técnica padronizada por

Heinemann et al. (2002). Para isso, cada amostra foi triturada por 3 minutos em homogeneizador tipo Stomacher em solução de KCl 0,6 M na razão de 1:5. Em seguida, esta suspensão foi peneirada e uma gota colocada em lâmina e observada em microscópio óptico acoplado a um sistema de captura de imagens. O comprimento do sarcômero foi determinado em pelo menos 20 campos para cada amostra e o resultados expressaram a média dessas medições.

4.3.4 - Determinação de colágeno total e solúvel

Uma fatia congelada de *L. dorsi* foi triturada em processador de alimentos para a determinação do teor de colágeno e sua solubilidade. A determinação do colágeno total foi realizada pela quantificação de hidroxiprolina segundo o procedimento descrito por Kolar (1990), onde se adiciona uma alíquota de carvão ativado em 5 gramas da amostra triturada e submete-se a uma hidrólise ácida (H_2SO_4 7 N/ 105° C/ 16 h) para liberação da hidroxiprolina. Este hidrolisado é diluído e filtrado em papel de filtro rápido (velocidade de fluxo de 700 ml/min).

A reação para determinação do teor de colágeno baseia-se na oxidação da hidroxiprolina com cloramina T, seguida da determinação colorimétrica do composto avermelhado formado pela reação com 4-dimetilbenzaldeído sob aquecimento em banho-maria (60°C/ 15 min).

A quantificação deste composto formado foi realizada por espectrofotometria a 558 nm, seguida da conversão em teor de hidroxiprolina com o uso de curva padrão.

Para determinação do teor de colágeno na carne, os valores respectivos ao teor de hidroxiprolina foram multiplicados pelo fator 8 (uma molécula de colágeno contém 12,5 % de hidroxiprolina quando se utiliza um fator de 6,25 para conversão de nitrogênio em proteína). Os resultados do teor de colágeno total foram expressos em % (g de colágeno por 100 g de carne).

Para avaliar o teor de colágeno solúvel nas amostras utilizou-se metodologia descrita por Culler et al. (1978) com algumas modificações como segue: uma alíquota de 5 g de carne finamente triturada foi homogeneizada com 20 ml de tampão fosfato (0,1 M/ pH 7,0) em tubo de centrífuga com vigorosa agitação. Os tubos permaneceram em banho-maria a 74 °C/ 20 minutos com sucessivas agitações a cada 30 segundos. Posteriormente foram resfriados em banho de gelo até a temperatura ambiente e a suspensão centrifugada (1000x G/ 15 min). O precipitado foi transferido para um Erlenmeyer de 125 ml com auxílio de ácido para a lavagem do tubo. O teor de colágeno nesta porção insolúvel da amostra foi determinado conforme descrito por Kolar (1990). A porcentagem de colágeno solúvel foi determinada segundo a equação:

$$\text{(Teor de colágeno total – Teor de colágeno na porção insolúvel) x 100/ Teor de colágeno total}$$

4.3.5 - Determinação da força de cisalhamento (FC)

A maciez das amostras foi avaliada instrumentalmente pela determinação da força de cisalhamento em Texturômetro TAXT2, equipado com célula de cisalhamento de carne tipo Warner-Bratzler. Duas amostras (uma fresca e uma maturada) foram descongeladas (estufa BOD a 4°C/ 14 h) e submetidas a cozimento na embalagem original em banho-maria (100°C) até atingirem no seu interior 70°C. Posteriormente foram removidas do saco plástico, retirado o exudado e embaladas novamente em filme plástico, para evitar seu ressecamento. As amostras foram então resfriadas em estufa BOD (12 horas/ 4°C), após o qual foram retirados pelo menos 6 paralelepípedos paralelos às fibras da amostra com 1 cm² de área e aproximadamente 2,5 cm de comprimento (Silva et al., 1999). Estas amostras foram colocadas individualmente na base do aparelho e posicionados perpendicularmente à lâmina de cisalhamento conforme mostra a Figura 1. Na avaliação foi empregada a velocidade de 5,0 mm/seg e os resultados dos picos de força foram avaliados pelo gráfico, conforme mostra a Figura 2. Os resultados de força de cisalhamento foram expressos em kg.

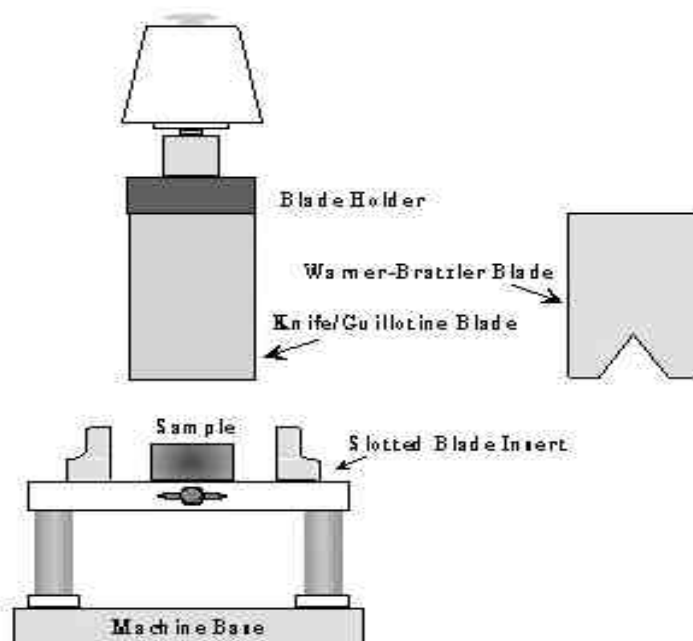


FIGURA 1 – Ilustração do funcionamento do Texturômetro modelo TAXT2.

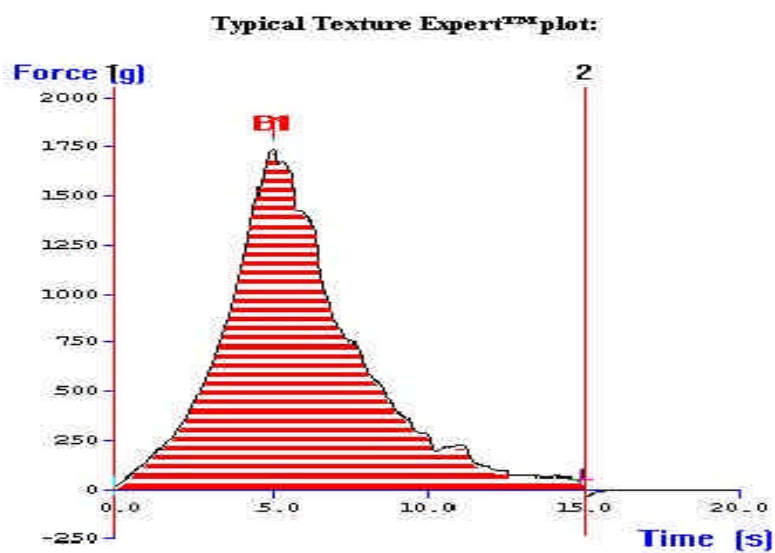


FIGURA 2 – Exemplo de gráfico obtido no Texturômetro modelo TAXT2.

4.3.6 - Índice de fragmentação (IF)

O procedimento seguiu a metodologia descrita por Davis et al. (1980). Para isso, 10 gramas de carne crua e maturada cortada em cubos de aproximadamente 1 cm de lado foi adicionada e homogeneizada em rápida velocidade com uma solução contendo 0,25 M de sacarose e 0,02M de KCl. Em seguida esta suspensão foi filtrada numa tela de 250 μm e seca em papel de filtro (40 min/ 25°C). O peso desta fração multiplicado por um fator de 100 foi o valor expresso como IF.

Na avaliação, índices próximos de 100 indicam carnes bem macias, próximos de 600 sugerem carnes extremamente duras. Para esta análise foi utilizada uma das fatias de carne maturada de cada animal e as análises foram realizadas em duplicata.

4.4 Análise estatística

Os dados obtidos dos 50 animais utilizados no experimento foram transcritos em planilhas eletrônicas e avaliados em programa de análise estatística.

O delineamento experimental utilizado foi o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado), no esquema fatorial 2 x 5 (dois grupos genéticos (GG): Nelore e cruzado Limousin-Nelore e cinco faixas de peso de abate(PA)) com 5

repetições, sendo cada animal uma unidade experimental. As análises propostas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SAS (1996).

Os resultados obtidos dos parâmetros de qualidade de carcaça e de carne foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Duncan a 5% de probabilidade (Banzatto & Kronka, 1989).

Foram determinados os coeficientes de correlação linear de Pearson entre todas as diferentes variáveis estudadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Classificação das carcaças

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os parâmetros de Tipificação de Carcaças avaliados nos animais Nelore e cruzados Limousin-Nelore utilizados nesta pesquisa. Dos animais estudados, 80% apresentaram carcaça retilínea, 10% carcaça subconvexa e 10% carcaça subcôncava. As carcaças julgadas subconvexas, ou seja, que apresentaram uma maior musculabilidade, foram provenientes de animais cruzados do grupo 5, e as subcôncavas pertenciam aos animais Nelore do primeiro grupo. Com base nas Tabelas 1 e 2 foi possível classificar 60% das carcaças pela letra B do Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças Bovinas (Brasil, 1989). Assim, 60% delas atenderiam aos melhores padrões de qualidade de avaliação de carcaças. A fração restante (40%) apresentou classificação inferior por serem provenientes dos

animais dos grupos 1 e 2 (muito jovens e leves) e que não estavam devidamente acabados e com pesos inferiores ao mínimo requerido, caracterizando-se por apresentar espessura de cobertura de gordura insuficiente (inferiores a 2 milímetros) e pouca musculosidade.

Tabela 1. Valores de peso vivo (PV), peso de carcaça quente (PCQ), espessura de cobertura de gordura (CG), conformação de carcaça (Conf), sexo, idade e número de dentes nos animais Nelore nas diferentes faixas de peso de abate (PA)

	PV (kg)	PCQ (kg)	CG (mm)	Conf. *	Idade (meses)	Sexo	Dentes
PA 1	325	164,40	1,67	S	23	Castrado	0
	342	167,00	0,67	S	19	Castrado	0
	323	169,40	0,67	S	23	Castrado	0
	323	153,60	1,67	S	23	Castrado	0
	351	178,40	0,33	S	23	Castrado	0
PA 2	385	196,60	1,67	Re	24	Castrado	0
	353	181,40	1,00	Re	24	Castrado	0
	399	208,80	0,67	Re	24	Castrado	0
	353	188,00	1,00	Re	24	Castrado	0
	328	167,40	1,67	Re	23	Castrado	0
PA 3	401	216,80	1,50	Re	25	Castrado	2
	415	218,60	1,75	Re	25	Castrado	0
	397	202,40	2,25	Re	25	Castrado	0
	392	210,40	1,50	Re	25	Castrado	0
	451	233,80	1,50	Re	25	Castrado	0
PA 4	481	248,60	2,67	Re	28	Castrado	2
	468	240,20	2,67	Re	28	Castrado	2
	453	232,40	2,67	Re	28	Castrado	2
	460	244,00	2,33	Re	28	Castrado	2
	470	244,20	2,67	Re	28	Castrado	2
PA 5	446	237,40	2,33	Re	30	Castrado	2
	498	263,60	3,00	Re	30	Castrado	2
	492	253,00	3,00	Re	30	Castrado	2
	480	255,00	2,67	Re	30	Castrado	2
	464	254,00	2,67	Re	30	Castrado	4

* Re= Carcaça Retilínea e S = Carcaça Subconcava

Tabela 2. Valores de peso vivo (PV), peso de carcaça quente (PCQ), espessura de cobertura de gordura (CG), conformação de carcaça (Conf), sexo, idade e número dentes nos animais Limousin-Nelore nas diferentes faixas de peso de abate (PA)

	PV (kg)	PCQ (kg)	CG (mm)	Conf. *	Idade (meses)	Sexo	Dentes
PA 1	369	187,00	2,33	Re	22	Castrado	0
	334	175,80	1,67	Re	22	Castrado	0
	323	167,80	1,00	Re	23	Castrado	0
	383	195,20	1,67	Re	24	Castrado	0
	352	179,20	1,67	Re	22	Castrado	0
PA 2	369	192,20	1,00	Re	23	Castrado	0
	351	183,80	1,67	Re	23	Castrado	0
	369	188,40	0,33	Re	23	Castrado	0
	386	198,00	1,33	Re	23	Castrado	0
	375	191,00	1,00	Re	21	Castrado	0
PA 3	440	236,20	2,00	Re	26	Castrado	2
	430	217,00	2,33	Re	27	Castrado	0
	423	230,20	1,67	Re	27	Castrado	0
	429	239,20	2,00	Re	26	Castrado	0
	413	229,40	2,00	Re	27	Castrado	0
PA 4	492	253,20	2,67	Re	28	Castrado	2
	484	250,20	2,67	Re	28	Castrado	2
	459	245,00	2,67	Re	26	Castrado	0
	455	240,20	2,67	Re	26	Castrado	0
	505	270,60	2,33	Re	25	Castrado	0
PA 5	524	287,60	2,67	Sc	28	Castrado	0
	514	287,00	2,33	Sc	31	Castrado	0
	490	264,40	2,67	Sc	29	Castrado	0
	506	274,20	1,67	Sc	28	Castrado	4
	512	277,40	2,00	Sc	30	Castrado	2

* Re= Carcaça Retilínea e Sc = Carcaça subconvexa

5.2 - Características de qualidade das carcaças

As médias de peso vivo ao abate (PV), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimentos de carcaça quente (R) e valores de perdas com o resfriamento (PR) em cada faixa de peso de abate (PA), nos dois grupos genéticos (GG) são apresentados na Tabela 3.

Podemos observar que houve um aumento de PV com o aumento do peso de abate, e que os animais cruzados apresentaram maior média de PV ($P < 0,05$) e, portanto maiores PCQ e PCF que bovinos Nelore.

O R apresentou uma variação média de 51,01 a 53,85%, sendo significativamente ($P < 0,01$) influenciado pelo PA. Foi possível visualizar uma tendência acréscimo no rendimento com o aumento do peso de abate, uma vez que o PA5 apresentou a maior média de R e o PA1 a menor, diferindo significativamente entre si ($P < 0,05$).

Segundo Swatland (1995), quando os animais são muito jovens, possuem alta proporção de ossos e vísceras, logo o rendimento de carcaça é baixo. Com o crescimento, a massa muscular aumenta, e conseqüentemente o rendimento também. A partir da maturidade há uma redução da massa muscular e um proporcional aumento da porcentagem de ossos e da gordura da carcaça.

Tabela 3. Peso vivo ao abate (PV), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça (R) e perdas com o resfriamento (PR) em dois grupos genéticos (GG): Nelore (N) e cruzados Limousin-Nelore (LN) nas diferentes faixas de peso de abate (PA)

<i>Quadrados Médios</i> ¹						
	GL	PV	PCQ	PCF	R	PR
PA	4	42193,53 **	14633,04 **	14799,56 **	13,13 **	1,13*
GG	1	3819,38 **	2188,04 **	2138,58 **	8,14 **	0,00 ns
PA x GG	4	250,13 ns	177,86 ns	160,82 ns	1,28 ns	0,08 ns
Resíduo	40	358,04	102,40	100,84	1,36	0,05
CV (%)		4,52	4,60	4,61	2,22	24,77
<i>Médias</i> ²		PV (kg)	PCQ (kg)	PCF (kg)	R (%)	PR (%)
PA 1		342,50 e	173,78 e	171,18 e	51,01 c	1,50 a
PA 2		366,80 d	189,56 d	188,14 d	51,68 bc	0,75 bc
PA 3		419,10 c	223,40 c	221,78 c	53,34 a	0,79 bc
PA 4		472,70 b	246,86 b	246,26 b	52,22 b	0,58 c
PA 5		492,60 a	265,36 a	262,98 a	53,85 a	0,90 b
LN		427,48 a	226,41 a	224,61 a	52,83 a	0,94 a
N		410,00 b	213,18 b	211,53 b	52,01 b	0,93 a

¹ ns = não significativo; * P<0,05 ;** P<0,01.

² Médias na mesma coluna seguidas de letras desiguais diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade.

O rendimento de carcaça também foi influenciado estatisticamente ($P>0,01$) pelo GG, onde os animais cruzados apresentaram maior média ($P<0,05$) comparados aos animais Nelore.

Moletta & Restle (1996) encontraram um rendimento médio de carcaça de 54,56% para Nelore, valor superior ao observado para bovinos Charolês e Angus com aproximadamente 51% de R e PCQ médio de 213,96 kg e 222,16 kg respectivamente. Segundo estes autores, o R do Nelore é geralmente mais alto que o das raças européias, com valores em torno de 54%, valor superior a média encontrada em nosso estudo para este mesmo GG. Isto se deve, provavelmente, ao efeito dos menores rendimentos dos animais das faixas de peso mais leves na média do GG.

Ainda de acordo com a Tabela 3, podemos observar que as perdas com o resfriamento (PR) não diferiram estatisticamente ($P>0,05$) com relação ao GG. Ou seja, em todas as faixas de peso de abate, seu comportamento foi semelhante nos dois grupos genéticos estudados. No entanto, houve diferença significativa ($P<0,05$) entre as faixas de peso de abate, sendo que a PA1 apresentou maior média de PR, diferindo significativamente ($P<0,05$) das demais faixas de peso. Isto pode ser explicado pelo menor acabamento desses animais.

A cobertura de gordura funciona como barreira protetora contra a desidratação das carcaças durante a refrigeração, diminuindo as perdas por evaporação. Forrest et al. (1979) sugerem que as carcaças muito magras deveriam ser cobertas com uma película protetora, a fim de prevenir contra a ação dos efeitos de desidratação e queima superficial pelo frio.

As Figuras 3 e 4 apresentam a correlação entre o PV e o PCQ nos dois grupos genéticos avaliados, Nelore (N) e Limousin-Nelore (LN). Podemos observar uma relação linear entre o PCQ e PV com coeficientes de determinação (R^2) de 0,97 para ambos os grupos genéticos. De acordo com as equações obtidas das retas, podemos verificar que para cada 100 kg de acréscimo no peso vivo, há um ganho de 38,4 e 32,37 kg no peso da carcaça quente dos animais N e LN, respectivamente, o que representou 6,03 kg (quase meia @) a mais de carcaça nos bovinos N comparado aos cruzados.

Apesar da similaridade de comportamento de ganho de carne em carcaça, é necessário verificar se o comportamento da distribuição dos componentes da carcaça também se faz de forma similar nos dois grupos genéticos, para então ser possível quantificar as possíveis vantagens do cruzamento industrial.

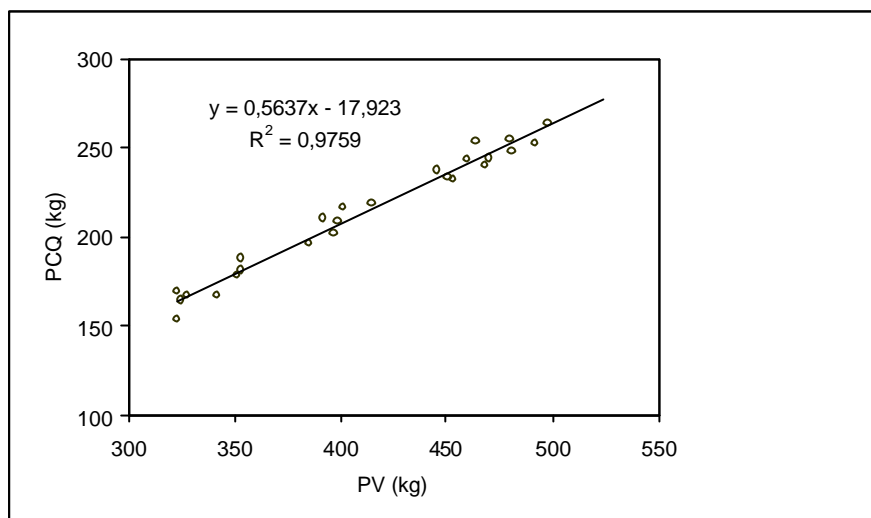


FIGURA 3. Diagrama de dispersão do peso de carcaça quente (PCQ) em função do peso vivo (PV) com representação da equação de regressão ajustada e do coeficiente de determinação (R^2) para animais Nelore.

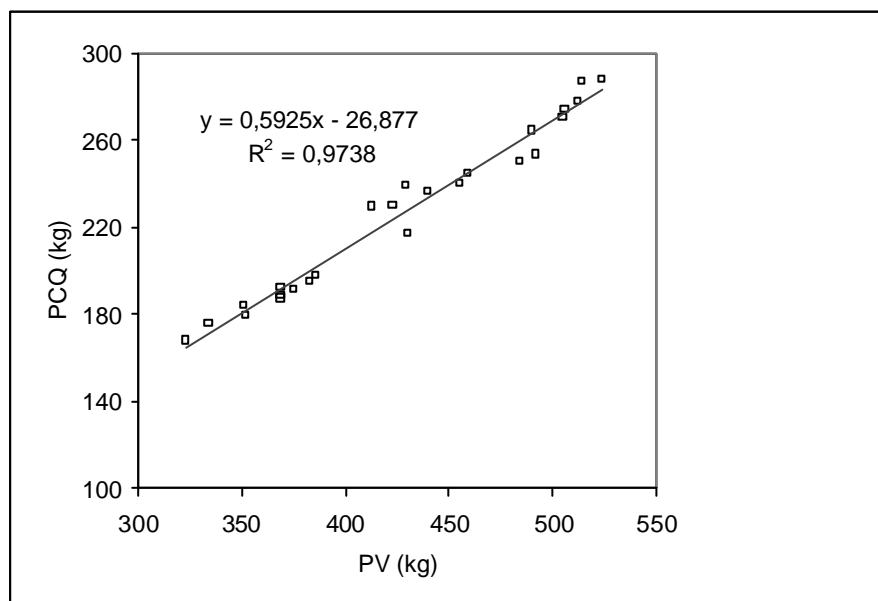


FIGURA 4. Diagrama de dispersão do peso de carcaça quente (PCQ) em função do peso vivo (PV) com representação da equação de regressão ajustada e do coeficiente de determinação (R^2) para animais cruzados Limousin-Nelore.

O estudo do desenvolvimento animal oferece informações importantes para a avaliação da eficiência produtiva, uma vez que se conhecendo o ritmo de crescimento dos constituintes corporais será possível fazer uma projeção sobre o melhor peso de abate do animal (Silva et al., 2000).

Na Tabela 4 são apresentados dados referentes a características de carcaça. Podemos observar que o comprimento de carcaça (CC) foi significativamente influenciado pelo GG ($P < 0,05$) e pelo PA ($P < 0,01$). Podemos observar que houve crescimento dos animais com o aumento do peso vivo, em todas as faixas de peso estudadas, sendo que o PA5 apresentou maior média de CC (130,9 cm), porém não diferiu significativamente ($P > 0,05$) do PA4. Com isso, podemos admitir que os animais não haviam atingido sua maturidade, ou seja, ainda estavam em fase de crescimento e provavelmente haveria crescimento muscular com o aumento no período de tratamento.

Com relação ao GG, animais cruzados apresentaram maior CC diferindo significativamente ($P < 0,05$) dos Nelore. O valor médio de 124,4 cm observado para o CC de animais Nelore foi próximo ao valor encontrado por Oliveira et al. (1996) de 124,1 cm para machos castrados Nelore de 24 a 30 meses de idade e peso de carcaça ajustado para 220 kg. Abularach et al. (2000) reportaram valores superiores, em torno de 128,2 cm de comprimento de carcaça para touros da raça Nelore com idades entre 22 e 29 meses e peso médio de 497 kg. Essa diferença, embora pequena, provavelmente foi devida a um maior peso de abate desses animais.

Tabela 4. Valores de comprimento de carcaça (CC), área de olho de lombo (AOL) e rendimentos do traseiro completo (TC), do dianteiro (D) e de ossos em animais de dois grupos genéticos (GG): Nelore (N) e cruzados Limousin-Nelore (LN) em 5 faixas de pesos de abate (PA)

	GL	<i>Quadrados Médios</i> ¹				
		CC	AOL	TC	D	Ossos
PA	4	225,87 **	305,60 *	19,80 **	1,92 * *	133,36 **
GG	1	38,72 *	3891,56 **	11,29 **	14,38 **	56,05 **
PA x GG	4	2,77 ns	64,60 ns	0,92 ns	0,81 ns	7,51 **
Resíduo	40	8,09	75,13	0,44	0,50	1,63
CV (%)		2,27	11,66	1,09	1,87	5,73
Médias ³		CC (cm)	AOL (cm²)	TC (%)²	D (%)²	Ossos (%)²
PA 1		120,1 c	66,98 c	61,06 b	37,44 b	28,40
PA 2		120,8 c	72,72 bc	58,20 c	37,43 b	22,36
PA 3		126,2 b	72,65 bc	60,90 b	38,52 a	21,23
PA 4		128,6 ab	81,36 a	61,70 a	37,91 ab	20,44
PA 5		130,9 a	77,95 ab	61,41 ab	37,69 b	18,90
LN		126,2 a	83,15 a	61,13 a	37,27 b	21,21
N		124,4 b	65,51 b	60,18 b	38,34 a	23,32

¹ ns = não significativo; * P<0,05 ;** P<0,01.

² Rendimentos do peso do corte em relação ao peso de carcaça quente.

³ Médias na mesma coluna seguidas de letras desiguais diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade.

A área de olho de lombo (AOL) é extensivamente utilizada na indústria cárnea como um determinante indicador de produtividade de carne aproveitável e da musculosidade animal. Podemos observar na Tabela 4 que a AOL foi significativamente influenciada ($P < 0,05$) pelo PA, sendo possível observar uma maior musculosidade (maiores valores de AOL) dos animais faixas de peso de abate 4 e 5, não diferindo significativamente entre si ($P > 0,05$).

A AOL também foi significativamente influenciada ($P < 0,01$) pelo grupo genético, onde os animais N apresentaram em média $65,51 \text{ cm}^2$ de AOL e os cruzados LN $83,15 \text{ cm}^2$. Esses valores apontam a superioridade de musculosidade dos animais cruzados em relação aos animais Nelore puros. Essa maior musculosidade com o cruzamento de sangue zebuíno com taurino também foi observada por Oliveira et al. (1996) e Pringle et al. (1997) trabalhando com animais com características semelhantes aos deste estudo.

Os valores reportados para AOL na literatura variam consideravelmente mesmo dentro de um mesmo grupo genético de animais com pesos e idades semelhantes. Abularach et al. (2000) encontraram valores entre $64,5$ a 98 cm^2 para AOL em animais Nelore com PCQ médio de $266,86 \text{ kg}$. Moletta & Restle (1996) encontraram AOL média em animais Nelore de $58,28 \text{ cm}^2$ com PCQ médio de $213,96 \text{ kg}$, valor semelhante ao encontrado por Oliveira et al. (1996) de $56,8 \text{ cm}^2$ em carcaças com média de peso ajustadas para $220,85 \text{ kg}$.

Os valores médios percentuais de traseiro completo (TC) na carcaça variaram de $58,20$ a $61,70\%$ e sofreram pouca influência, embora significativa ($P < 0,01$), com o aumento no peso de abate. Essa proporção quase

constante, em torno de 61% do TC em relação ao PCQ, pode ser atribuída a um crescimento proporcional das partes do corpo com o crescimento do animal.

Segundo Silva et al. (2000), a velocidade de crescimento de cada região e de cada tecido do organismo avança até alcançar o máximo do seu potencial genético e começa a decrescer à medida que o animal vai adquirindo tamanho adulto, porém a proporção de cada parte da carcaça é mais influenciada pelo tipo racial.

Foi observado que o GG influenciou significativamente ($P < 0,01$) o peso do TC, sendo que os animais cruzados apresentaram em média, maior peso de traseiro que os animais Nelore. Os valores de percentuais de TC nos animais cruzados e Nelore nesse trabalho estão bem próximos aos valores encontrados por Vaz & Restle (2001) em carcaça de novilhos Nelore e cruzados Charolês-Nelore, aproximadamente 62%, e são superiores ao valor médio de 58,91% observado por Abularach et al. (2000) em touros jovens Nelore com peso médio de 497 kg e idades entre 22 e 29 meses.

Quando se avalia a remuneração da carcaça desossada, o aumento do peso de traseiro com o cruzamento de raças ganha importância destacada, uma vez que no traseiro se localizam os cortes das carnes mais nobres e, portanto, de maior lucratividade para o frigorífico.

Pouca variação nas médias de peso de dianteiro foi observada entre as faixas de peso de abate. As médias de peso de dianteiro nos dois grupos genético variaram de 37,27 a 38,34% do PCQ, sendo que os N apresentaram a maior média de peso desta porção da carcaça, diferindo significativamente

($P < 0,05$) dos cruzados LN. Esse resultado provavelmente se deve a presença do cupim na porção dianteira dos animais N e praticamente a ausência deste corte nos animais cruzados.

Valores em torno de 37 a 38% de dianteiro também foram encontrados por Moletta & Restle (1996) trabalhando com novilhos Nelore com idades médias de 26 meses e peso de abate médio de 392,2 kg. Oliveira et al. (1996) trabalharam com novilhos Nelore e Canchim–Nelore e não observaram diferença estatística nos pesos de dianteiro nos dois grupos genéticos de animais, mas também admitiram uma tendência de maior peso do dianteiro dos animais Nelore, também atribuindo este acréscimo ao peso do cupim, característico dos animais Zebu.

O parâmetro porcentagem de ossos na carcaça apresentou interação significativa ($P < 0,05$) entre os fatores GG e PA, portando foi realizado o desdobramento da interação e seu efeito pode ser observado na Tabela 5 e visualizado graficamente no Anexo 2A.

Tabela 5. Desdobramento da interação (PA x GG) do parâmetro porcentagem de ossos

<i>Médias</i> ¹	PA 1	PA 2	PA 3	PA 4	PA 5
Limousin-Nelore	25,86 B	21,24 DE	20,54 DEF	19,89 GEF	18,50 G
Nelore	30,93 A	23,48 C	21,92 CD	21,00 DEF	19,29 FG

¹ Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade.

É possível perceber que as carcaças da faixa de peso de abate 1, possuem maiores médias de porcentagem de ossos, diferindo significativamente ($P>0,05$) das demais. Com o aumento do desenvolvimento animal, aumento de PA, houve diminuição da participação dos ossos no peso da carcaça, pelo efeito de ganho da musculabilidade.

Podemos observar que o grupo de animais cruzado, em toda a faixa de peso de abate estudada, apresentou valores de média de porcentagem de ossos na carcaça ligeiramente menor que animais Nelore, também pela maior musculabilidade promovida pelo cruzamento e confirmada pelos valores de AOL nesse grupo de animais.

No primeiro abate, os ossos representavam entre 26 e 30% do PCQ em animais cruzados e Nelore, respectivamente. Já no último abate experimental, os ossos representavam cerca de 19% do PCQ, não havendo mais diferença significativa ($P>0,05$) entre os GG. O valor encontrado para os animais do PA5 foi similar aos apresentados por Norman & Felício (1982) e Oliveira et al. (1996), trabalhando com bovinos com pesos de carcaça de 220 kg.

Tabela 6. Rendimentos de contrafilé, recortes, sebo e espessura de cobertura de gordura (CG) de carcaça dois grupos genéticos (GG): Nelore (N) e cruzados Limousin-Nelore (LN) em diferentes faixas de peso de abate (PA)

<i>Quadrados Médios¹</i>					
	GL	Contrafilé	Recortes	Sebo	CG
PA	4	1,37 **	1,83 **	1,31 **	4,40 **
GG	1	5,13 **	0,45 ns	0,74 *	0,07 ns
PA x GG	4	0,12 ns	0,58 ns	0,15 ns	0,46 *
Resíduo	39	0,10	0,30	0,11	0,15
CV (%)		4,55	20,57	12,20	20,78
<i>Médias³</i>		Contrafilé (%) ²	Recortes (%) ²	Sebo (%) ²	CG (mm)
PA 1		6,78 c	2,53 b	2,48 b	1,34
PA 2		6,67 c	3,40 a	2,25 b	1,13
PA 3		6,78 c	2,62 b	3,03 a	1,85
PA 4		7,22 b	2,34 b	3,08 a	2,60
PA 5		7,54 a	2,41 b	2,85 a	2,50
LN		7,31 a	2,56 a	2,61 b	1,92
N		6,68 b	2,76 a	2,86 a	1,84

¹ ns = não significativo; * P<0,05 ;** P<0,01.

² Rendimentos do peso do corte em relação ao peso de carcaça quente.

³Médias na mesma coluna seguidas de letras desiguais diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade.

O contrafilé, corte utilizado para a caracterização de qualidade da carne neste trabalho, foi significativamente influenciado pelo grupo genético ($P < 0,01$), sendo que os animais cruzados LN apresentaram maior média (7,31%) que os animais N (6,68%). O maior teor de contrafilé dos animais cruzados também é um bom indicativo do aumento de musculosidade promovido pela heterozigose.

Os valores encontrados para rendimento de contrafilé ao longo dos PA foram superiores aos encontrados por Norman & Felício (1982) e Oliveira et al. (1996) quando trabalharam com animais Nelore e cruzados Canchim-Nelore. Isto pode ser atribuído a uma menor porcentagem de gordura nas carcaças dos animais de nosso experimento, o que fez proporcionalmente aumentar o rendimento dos cortes de carne magra na carcaça.

De acordo com a Tabela 6 o rendimento de recortes da carcaça não sofreu influência significativa ($P > 0,05$) do GG, apresentando médias semelhantes para os animais Nelore e cruzados. No entanto, houve influência significativa ($P < 0,01$) da faixa de peso de abate, onde o PA2 apresentou maior média diferindo significativamente ($P < 0,05$) dos demais grupos que não diferiram entre si ($P > 0,05$).

O teor de sebo na carcaça apresentou diferença significativa ($P < 0,01$) com as faixas de peso de abate, sendo que foi menor nas faixas 1 e 2, apresentando valores estatisticamente semelhantes entre si ($P > 0,05$) e maior nas demais faixas (3, 4 e 5) que não apresentaram diferença entre si ($P > 0,05$). Isto

ocorre pelo aumento gradativo no teor da gordura com o ganho de peso dos animais.

A gordura é uma fração importante da carcaça, pois influencia seu aspecto visual, a porção comestível, a qualidade da carne, e um devido acabamento de CG serve de proteção contra a desidratação da carcaça no resfriamento. Uma adequada CG leva a uma menor perda por evaporação e queima superficial pelo frio, o que muitas vezes compromete a aparência ou aceitação das carcaças. A CG apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) com relação aos parâmetros estudados, havendo interação entre eles, logo não podemos avaliar o seu efeito com base nas médias de GG e PA. Assim o desdobramento desta interação é apresentado na Tabela 7, e representado graficamente no Anexo 2B.

Tabela 7. Desdobramento da interação (PA x GG) do parâmetro espessura de cobertura de gordura (CG)

<i>Médias</i> ¹	PA 1	PA 2	PA 3	PA 4	PA 5
Limousin-Nelore	1,67 CD	1,06 E	2,00 BC	2,60 A	2,27 AB
Nelore	1,00 E	1,20 DE	1,70 CD	2,60 A	2,73 A

¹ Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade.

Podemos observar que os animais N partem de uma menor média ($P < 0,05$) de CG no PA1 que os cruzados, porém apresentam valores

semelhantes no PA2. Os animais N seguem uma tendência linear de aumento da CG até o PA4, alcançando valores estatisticamente iguais ($P>0,05$) no PA4 e PA5. Apesar do maior valor de CG no PA5 dos N não ser estatisticamente diferente ($P>0,05$) do PA4, nem dos animais cruzados na mesma faixa de peso, indica uma tendência de maior taxa de deposição de gordura intermuscular deste grupo de animais, uma vez que partiram de menores valores e chegaram a maiores médias de CG. Já os animais cruzados apresentaram oscilações na CG no intervalo de peso de abate estudado, portanto, sem um comportamento definido.

De acordo com Lanna, (1997), características produtivas de carcaças como espessura da cobertura de gordura são claramente influenciados pela raça e manejo nutricional dos animais. Neste trabalho, o abate geralmente ocorreu antes do período de acabamento. Isto pode ser confirmado pelos baixos valores de médias de CG nos grupos. Os animais N atingiram valores médios de CG acima de 2 mm de cobertura de gordura, valor mínimo para uma boa classificação de qualidade das carcaças pelo Sistema Brasileiro de Tipificação de Carcaças (BRASIL, 1989), somente após o PA3, já os LN foram mais precoce para esta característica e atingiram média de CG acima de 2 mm a partir do PA3.

Abularach et al. (2000) avaliaram diversas características produtivas e de qualidade de carne de machos inteiros jovens Nelore abatidos com peso médio de 497 kg e encontraram valores de CG na altura da 12^a costela oscilando entre 1 e 7 mm, e média de 2,69 mm, valor próximo aos encontrados nos grupos com maiores pesos de abate, 4 e 5. Oliveira et al. (1996) trabalhando com novilhos Nelore e cruzados Canchim-Nelore com peso de abate e idade

similar ao de nosso estudo, observaram valores de CG de 3,6 e 2,4 para os animais Nelore e cruzados respectivamente. Vale lembrar que a alimentação é um importante fator na composição de gordura da carcaça e que os baixos teores de CG encontrados em nosso trabalho podem ser devidos à insuficiência energética da suplementação utilizada pela agropecuária.

5.3 - Queda de temperatura e pH durante a refrigeração das carcaças

Os animais dos dois grupos genéticos avaliados apresentaram comportamento semelhante para a queda de temperatura muscular e pH durante a refrigeração (dados no Anexo 3), por isso essas curvas foram construídas com os valores médios de todos os 10 animais de cada faixa de peso de abate, independentemente do GG.

As curvas médias de queda de temperatura nas primeiras 24 horas nas diferentes faixas de peso de abate são apresentadas na Figura 5. Podemos perceber que os animais pertencentes as PA3, PA4 e PA5 apresentaram curvas menos acentuadas de queda de temperatura, demorando cerca de 12 horas para atingir a temperatura de 10°C no *Longissimus*, contra aproximadamente 6 horas nos animais das PA1 e PA2.

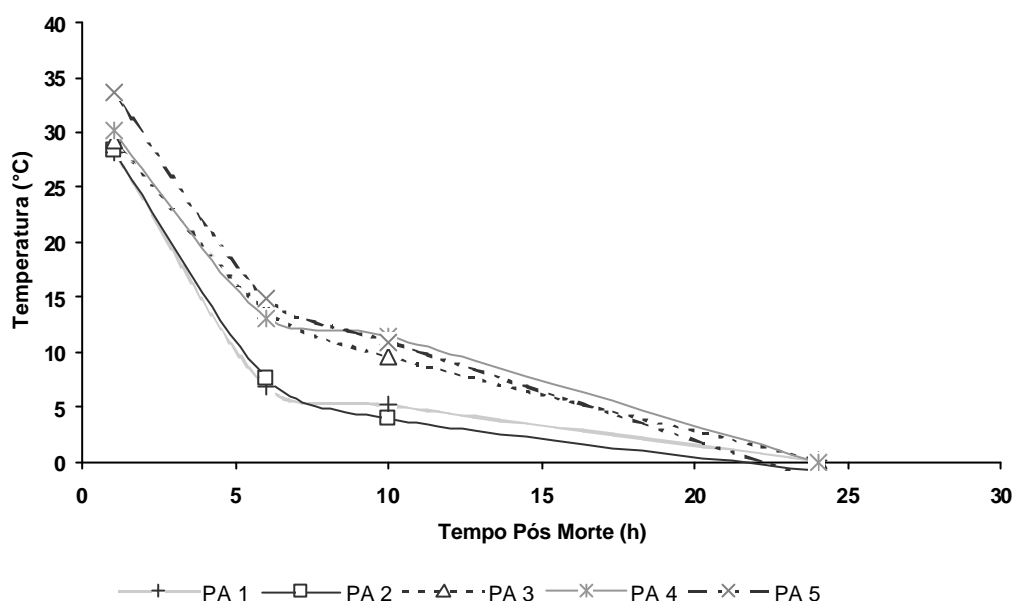


FIGURA 5. Curvas médias de queda de temperatura no *L. dorsi* nas diferentes faixas de peso de abate.

Segundo Forrest et al. (1979), os fatores que mais influenciam a velocidade de resfriamento são o calor específico da carcaça, seu tamanho, quantidade externa de gordura e temperatura da câmara de estocagem, sendo que a gordura da carcaça reduz a eficiência de dissipação de calor.

Considerando que as condições da câmara são controladas automaticamente pelo frigorífico, portanto semelhantes em todos os abates, podemos concluir que a cobertura de gordura e a maior musculosidade dos animais das últimas faixas de peso de abate devem ser as responsáveis pela queda mais lenta de temperatura no interior da massa muscular.

Com a observação de temperaturas menores que 10°C antes de 10 h de resfriamento observadas nos animais das faixas de peso de abate 1 e 2

pode-se admitir a ocorrência de encurtamento pelo frio. Já esta bem estabelecido que carnes pré-rigor expostas a temperaturas entre 0 e 10°C tendem a contrair irreversivelmente. Esta contração provoca uma diminuição do comprimento do sarcômero que resulta uma carne mais rígida e com menor capacidade de retenção de água, um fenômeno conhecido como *cold shortening* ou encurtamento pelo frio (Marsh et al., 1977).

Com o aumento da eficiência das câmaras de resfriamento pela necessidade de acelerar o processamento, reduzir perdas de peso e inibir o crescimento microbiano, o encurtamento pelo frio passou a ter papel importante na textura da carne (Marshall, 1994). A possível ocorrência deste fenômeno no músculo *L. dorsi* das carcaças avaliadas será apresentada posteriormente com a medição do comprimento dos sarcômeros.

As curvas médias de queda de pH nas primeiras 24 horas após o abate nos grupos experimentais são apresentadas na Figura 6. Podemos observar, que em geral há uma queda de pH de 6,7 para 5,6 nas primeiras 24 horas de refrigeração.

Segundo Silva et al. (1999), os músculos bovinos podem ser classificados em três grupos conforme seu pH final, sendo eles: Normal, DFD (Dry, Firm, Dark) e DFD moderado. O pH final normal pode variar de 5,5 a 5,8, o DFD moderado vai de 5,8 a 6,2 e a carne DFD é aquela com pH final superior a 6,2.

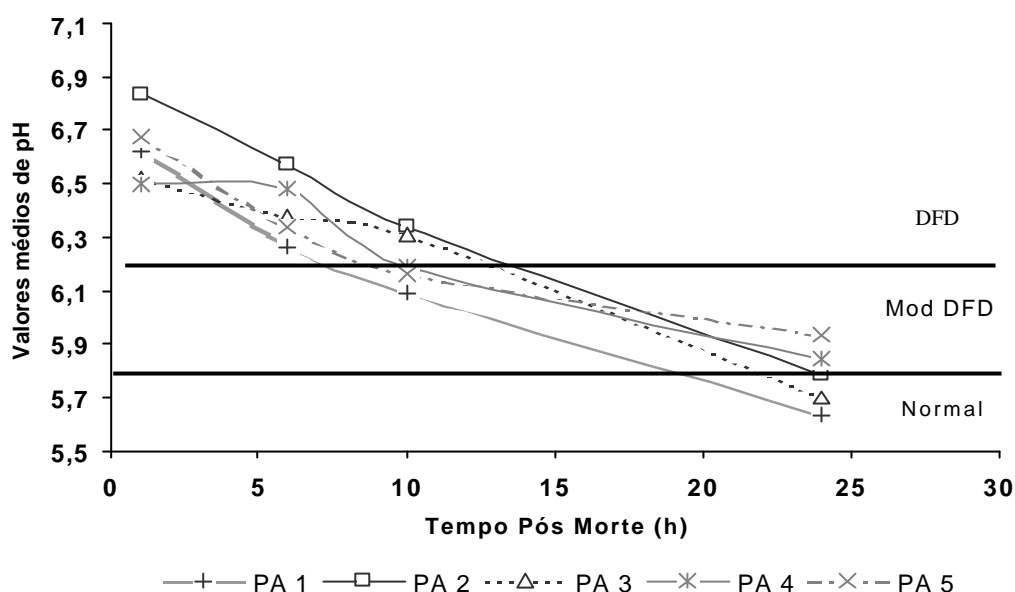


FIGURA 6. Curvas médias de queda de pH nas 24 horas após o abate nas diferentes faixas de peso de abate.

Não foi observada a ocorrência de carne tipo DFD nos animais estudados. Sua ocorrência está relacionada a fatores causadores de estresse antes do abate do animal, onde não há tempo para a reposição do glicogênio muscular com baixa formação de lactato resultando em carne com pH mais elevado. No entanto, 46% das carnes estudadas apresentaram pH “DFD moderado” após 24 horas do abate. Das que apresentaram carnes moderadamente DFD, 90% pertenciam as faixas de peso de abate 4 e 5 (Dados individuais no Anexo 3).

Carnes DFD normalmente apresentam maior maciez pela sua maior capacidade de retenção de água, porém também são mais susceptíveis ao ataque de microrganismos que carnes com pH normal (Judge et al., 1989). Apesar

disto, segundo Shackelford et al. (1994), é difícil prever a maciez da carne com base apenas no seu pH.

De acordo com Roça & Serrano (1994), a velocidade de queda de pH, duração do *rigor mortis* e as propriedades finais da carne podem ser influenciadas por diversos fatores como: condições ambientais, resistência do animal, procedimentos realizados no período imediatamente após o abate e ainda aspectos de produção animal como genética, manejo e nutrição e idade e peso de abate. Analisando esse quadro, o elevado pH encontrado nas carnes provenientes dos animais das últimas faixas de peso de abate pode estar associado a alguma situação estressante no manejo dos animais. Uma possível situação que poderia explicar este aumento do pH final da carne nos animais dos últimos abates de nosso trabalho é o fato destes abates terem sido realizados em pleno verão, e o calor excessivo da região onde se localiza a agropecuária causar certo desconforto nos animais, o que está de acordo com Silva et al. (1999) que afirmam que fatores climáticos podem causar estresse nos animais.

5.4 – Características de qualidade da carne – músculo *L. dorsi*

5.4.1 - Comprimento do sarcômero

A Tabela 8 apresenta os valores das médias de comprimento de sarcômero (CS) nos dois grupos raciais nas 5 faixas de peso de abate estudadas.

Tabela 8. Comprimento de sarcômero no músculo *Longissimus dorsi* em dois grupos genéticos (GG) em diferentes faixas de peso de abate (PA)

	GL	<i>Quadrado médio</i> ¹
		CS
GG	1	0,05 ns
PA x GG	4	0,01 ns
Resíduo	37	0,02
CV (%)		8,12
Médias ²		CS (µm)
PA 1		1,75 bc
PA 2		1,66 c
PA 3		1,83 ab
PA 4		1,79 abc
PA 5		1,92 a
Limousin-Nelore		1,76 a
Nelore		1,82 a

¹ ns = não significativo; ** P<0,01

² Médias na mesma coluna seguidas de letras desiguais diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade.

Podemos observar que o grupo genético (GG) não influenciou significativamente ($P>0,05$) o CS, embora os animais Nelore tenham apresentado uma tendência de maiores médias de CS que os animais cruzados.

O faixa de peso de abate (PA) apresentou influência significativa no CS ($P<0,01$) sendo que os animais pertencentes ao PA5 apresentaram maior média e os animais do grupo 2 a menor média de CS. Este resultado mostra que os animais pertencentes aos grupos mais leves de abate (1 e 2) apresentaram também menores CS, o que parece confirmar a ocorrência de encurtamento de sarcômero pelo frio, conforme sugerido pela observação do comportamento das curvas de queda de temperatura (Figura 5). Esta ocorrência deverá ser um fator de influência negativa na textura da carne proveniente destas carcaças.

5.4.2 - Composição centesimal

O valor nutritivo da carne é conhecido há muito tempo e sua importância na dieta se deve ao alto teor e qualidade de suas proteínas, presença de gorduras que fornecem energia e por ser fonte de alguns minerais importantes para a manutenção metabólica, como: o ferro e vitaminas do complexo B (Forrest et al., 1979). Alguns fatores parecem afetar a composição química da carne, entre eles a idade dos animais, a espécie e a alimentação.

Os valores de umidade, cinzas, gordura e proteína em relação aos pesos de abate e grupo genético são apresentados na Tabela 9. Estes valores representam a média dos cinco animais do grupo.

Tabela 9. Efeito do grupo genético (GG) e da faixa de peso de abate (PA) na composição centesimal do músculo *L. dorsi*

<i>Causas de Variação</i>	GL	<i>Quadrados Médios</i> ¹			
		Umidade	Proteína	G I ²	Cinzas
PA	4	3,91 **	10,51 **	2,45 **	0,01 ns
GG	1	0,37 ns	6,93 *	0,418 ns	0,00 ns
PA x GG	4	0,98 ns	2,41 ns	0,35 ns	0,01 ns
Resíduo	40	0,61	1,13	0,24	0,01
CV (%)		1,03	5,00	43,27	7,90
Médias ³		Umidade (%)	Proteína (%)	G I (%)	Cinzas (%)
PA 1		76,03 ab	22,83 a	0,64 c	1,03 a
PA 2		76,49 a	21,58 b	0,60 c	0,98 a
PA 3		76,40 a	20,09 c	1,07 bc	1,02 a
PA 4		75,07 c	20,89 bc	1,53 ab	1,01 a
PA 5		75,38 bc	20,90 bc	1,76 a	1,05 a
Limousin-Nelore		75,79 a	21,63 a	1,08 a	1,02 a
Nelore		75,96 a	20,89 b	1,19 a	1,02 a

¹ ns = Não significativo; * P<0,05; ** P<0,01

² Gordura Intramuscular

³ Médias na mesma coluna com letras diferentes, diferem significativamente a 5 % de probabilidade.

Em nenhum dos parâmetros avaliados da composição centesimal foi verificada interação significativa entre GG e PA. Isto significa que os fatores agiram de forma independente, não havendo relação entre eles e com isso podemos avaliar seus efeitos pelos valores das médias.

Não foram observadas diferenças significativas nos teores de umidade, gordura e cinzas com relação ao GG, ou seja, tanto os animais N, como os cruzados LN apresentaram em geral, com exceção do teor de proteínas, composição semelhante de carne do músculo *L. dorsi*.

Podemos observar que os teores de cinzas não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre as faixas de peso de abate, nem entre os grupos genéticos, representando sempre cerca de 1% da composição da carne.

O teor de gordura intramuscular (GI) variou consideravelmente dentro das faixas de peso de abate, o que pode ser observado pelo alto CV (43,27%). O teor de GI não foram influenciados ($P>0,05$) pelo GG, apresentando médias semelhantes para os dois GG estudados.

Os grupos de animais abatidos com menores pesos, faixas 1 e 2, apresentaram também os menores teores de gordura intramuscular, sendo observado um aumento do GI com o acréscimo do peso ao abate. Apesar disto, até o peso estudado, os animais apresentaram carne magra (baixo teor de gordura do músculo *L. dorsi*), o que pode ser observado pelos valores de 1,53 e 1,76 % de gordura nos animais dos PA4 e PA5, respectivamente.

Segundo Forrest et al. (1979), com o aumento do peso vivo do animal, em geral se observa que a porcentagem de lipídeos aumenta, e a porcentagem de água, proteína e outros componentes diminui.

Abularach et al. (1998) estudando a qualidade de contrafilé de touros jovens Nelore reportaram teores de gordura próximos aos encontrados neste trabalho, cerca de 1,71% de gordura em animais com peso de abate em torno de 497 kg. Estes autores relataram que os teores de gordura foram baixos comparados aos encontrados na literatura e que esta escassez no teor de gordura intramuscular pode prejudicar a suculência e percepção de maciez se a carne for preparada pela cocção em calor seco.

Segundo Champion et al. (1976), para carnes apresentarem características de qualidade desejáveis, deveriam apresentar teores de gordura intramuscular superiores a 2%. Neste trabalho, os valores observados para os teores de gordura na carne do músculo *L. dorsi* foram inferiores a esse valor citado como limite de qualidade. Ainda de acordo com este conceito, Berry (1993) observou que redução no teor de marmoreio pode ocasionar redução da maciez da carne.

Observou-se também que o aumento de GI acompanhou o aumento do peso dos animais, havendo um decréscimo correspondente no teor de umidade e oscilações nos teores de proteína. Com relação à proteína, podemos observar que animais Nelore apresentaram menores médias que os cruzados, sendo que esta diferença, apesar de significativa ($P < 0,05$), está dentro da faixa

normal de valores reportados para proteína em carne bovina, atribuindo-se às variações a oscilações nos teores de gordura intramuscular.

Fortin et al. (1980) observaram que o aumento no teor energético da ração utilizada no confinamento de bovinos estava associado a um aumento de gordura nas carcaças e também atribuíram às variações nos teores de proteína, cinzas e umidade a oscilações nos teores de gordura da carne.

Goll et al. (1963) analisaram a composição química de carnes de vacas de diferentes maturidades e observaram que os animais mais novos apresentaram ($P < 0,01$) menores teores de proteína e maiores teores de umidade que os animais mais velhos. Foi observado um aumento nos teores de gordura de 2,45% para valores em torno de 18% com o estabelecimento da maturidade, o que ilustra o comportamento do desenvolvimento do marmoreio com o avanço da idade e peso dos animais.

5.4.3 - Teor e solubilidade do colágeno

A Tabela 10 mostra os valores de colágeno total e da solubilidade do colágeno nas amostras tomadas nas várias faixas de peso de abate nos dois grupos genéticos estudados.

Tabela 10. Teor de colágeno total (ColT) e solubilidade do colágeno (SolC) do músculo *L. dorsi* em dois grupos genéticos (GG) em diferentes faixas de peso de abate (PA)

	<i>GL</i>	<i>Quadrado Médio</i> ¹	<i>GL</i>	<i>Quadrado Médio</i> ¹
	ColT		SolC	
PA	4	0,0022 ns	4	182,24 **
GG	1	0,0202 *	1	1,98 ns
PA x GG	4	0,0023 ns	4	18,40 ns
Resíduo	39	0,0045	37	34,66
CV (%)		13,43		42,32
Médias ²	ColT (%)		SolC (%)	
PA 1		0,48a		21,62 a
PA 2		0,51 a		10,41 b
PA 3		0,52 a		13,07 b
PA 4		0,50 a		11,71 b
PA 5		0,49 a		13,21 b
Limousin-Nelore		0,48 b		13,80 a
Nelore		0,52 a		14,04 a

¹ns = não significativo; * P<0,05; ** P<0,01

² Médias na mesma coluna com letras diferentes, diferem significativamente a 5 % de probabilidade.

Pela análise de variância, podemos observar que apenas o GG influenciou ($P < 0,05$) os resultados do teor total de colágeno (ColT). Comparando as médias dos animais Nelore e cruzados Limousin-Nelore observamos que as amostras tomadas dos animais cruzados apresentaram um menor teor de ColT ($P < 0,05$) que as dos animais Nelore, o que pode influenciar positivamente na textura da carne destes animais. O ColT apresentou pequenas oscilações ao longo das faixas de peso de abate, porém as médias não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) entre si.

Os valores observados para este parâmetro, em nosso trabalho, estão bem próximo aos reportados por Bosselmann et al. (1995) para o músculo *L. dorsi* de animais German Simental castrados com intervalos de idades variando de 150 a 620 dias e pesos de abate de 147 a 600 kg. Esses pesquisadores também observaram pouca variação no teor total de colágeno com faixas de idades estudadas.

Culler et al. (1978) encontraram um teor total de colágeno de 0,324 a 0,338% no músculo *Longissimus* de 78 carcaças bovinas divididas em grupos de acordo com sua maciez, sendo eles: grande maciez, maciez intermediária e dureza. Não foi observada diferença significativa entre os grupos, ou seja não foi encontrada uma relação direta entre maciez e teor total de colágeno.

Whipple et al. (1990) quando trabalharam com fêmeas e machos castrados jovens (idade entre 15 a 17 meses) da raça Angus e os cruzados Shaiwal Hereford e Angus Hereford e observaram valores de colágeno no músculo

Longissimus entre 0,26 e 0,29%, sendo estes valores quase 50% inferiores aos encontrados em nossa investigação. Essa discrepância nos resultados pode ser atribuída a diferentes características entre as raças e a diferenças nas metodologias de análise.

Avery et al. (1996) observaram que a avaliação de colágeno por métodos colorimétricos pode superestimar seu teor em cerca de 20% e sugere o método de cromatografia líquida de alto desempenho (CLAE) como o mais indicado.

Os valores obtidos no estudo da solubilidade do colágeno, que estão relacionados com o estado químico da fração colagenosa, foram influenciados ($P < 0,01$) pelas faixas de peso de abate (PA), sendo a média da primeira faixa de abate, de animais mais jovens e mais leves, significativamente maior ($P < 0,05$) que as médias das demais. Considerando que o *turnover* metabólico do colágeno é superior a 200 dias (Koochmaraie, 1994), pouca alteração era esperada nas características de solubilidade das amostras tomadas ao longo deste experimento, no entanto este é um importante fator apontado como responsável pela menor maciez de carnes de animais como avanço da maturidade.

As porcentagens de solubilidade de colágeno apresentaram médias semelhantes nos dois grupos genéticos, com valores em torno de 14%. Acredita-se que quanto maior a solubilidade do colágeno, maior a maciez das carnes, uma vez que menor será sua termoestabilidade, pela menor ocorrência de pontes cruzadas.

Os valores de teor da fração solúvel de colágeno apresentam uma certa variabilidade na literatura. Silva et al. (1999) encontraram porcentagens de solubilidade de colágeno no músculo *Longissimus thoracis* variando de 6,6 a 10% em touros da raça Maronesa com idades de 8 a 11 meses e pesos de carcaça entre 100 e 164 kg.

Culler et al. (1978) avaliaram a composição química de carnes separadas em 3 grupos de acordo com sua maciez medida por avaliação sensorial e força de cisalhamento e encontraram que a solubilidade do colágeno no *Longissimus* variou de 4,34 a 6,03%, sendo o maior valor para carnes consideradas macias e valores inferiores, mas que não diferiam estatisticamente entre si, para carnes com maciez intermediária e dura.

Whipple et al. (1990), no trabalho citado anteriormente no teor total de colágeno, encontraram valores em torno de 13,6 a 14,2% para a solubilidade de colágeno no músculo *Longissimus* de carnes não maturadas em bovinos de diferentes grupos genéticos, valores bem próximos aos observados na Tabela 10.

5.3.4 - Índice de fragmentação e textura da carne

A Tabela 11 apresenta a avaliação da textura medida pela força de cisalhamento da carne fresca, maturada e do índice de fragmentação miofibrilar nos grupos genéticos e pesos de abate.

Tabela 11. Força de cisalhamento da carne fresca (FCF), de força de cisalhamento após maturação (FCM) e índice de fragmentação miofibrilar (IF) do músculo *Longissimus dorsi* em animais de dois grupos genéticos (GG), em diferentes faixas de peso de abate (PA)

	GL	<i>Quadrado</i> <i>Médio</i> ¹	GL	<i>Quadrado</i> <i>Médio</i> ¹	GL	<i>Quadrado</i> <i>Médio</i> ¹
		FCF		FCM		IF
PA	4	12,01 *	4	5,49 *	4	6042,69 ns
GG	1	22,65 *	1	15,20 **	1	234427,01 **
PA x GG	4	5,15 ns	4	2,08 ns	4	19039,20 ns
Resíduo	35	3,73	38	1,56	36	8860,05
CV (%)		17,28		15,71		33,34
Médias ²		FCF (kg)		FCM (kg)		IF
PA 1		12,35 a		8,24 a b		258,39 a
PA 2		10,62 ab		8,66 a		308,37 a
PA 3		10,94 ac		7,26 b		275,74 a
PA 4		12,37 a		8,55 a		247,42 a
PA 5		9,80 b		7,08 b		322,29 a
Limousin- Nelore		10,50 b		7,45 b		213,21 b
Nelore		11,85 a		8,50 a		357,66 a

¹ ns = não significativo; * P<0,05; ** P<0,01.

² Médias na mesma coluna com letras diferentes, diferem significativamente a 5 % de probabilidade.

De acordo com a Tabela 11, a média da FCF variou de 12,35 a 9,80 kg, havendo diferença significativa ($P < 0,05$), entre os grupos de animais de diferentes pesos de abate. Podemos verificar que carnes pertencentes ao grupo de abate mais leve (PA1) apresentaram a maior média de FCF e o PA5 a menor média, diferindo significativamente entre si ($P < 0,05$). Este resultado sugere uma leve tendência de decréscimo na força de cisalhamento com o aumento do peso de abate dos animais, embora os valores intermediários tenham oscilado bastante. A menor média de FCF no PA5 pode ser atribuída principalmente a maior GI nesta faixa de peso (Tabela 9) e do maior CS (Tabela 8), uma vez que a solubilidade de colágeno praticamente não foi influenciada pelo intervalo de peso de abate estudado e mesmo seu maior valor no PA1 (Tabela 10) não foi suficiente para promover carne mais macia.

Bouton et al. (1978) avaliaram a influência da idade de abate de novilhos castrados divididos em grupos com peso médio de carcaça de 127, 162, 278 e 445 kg na maciez da carne bovina. Observaram que os valores de FC medida no músculo *L. dorsi* foram reduzidos a metade com o aumento da idade do animal de 9 para 42 meses, atribuindo este efeito principalmente ao decréscimo da ocorrência de encurtamento pelo frio nas carcaças mais pesadas.

A força de cisalhamento das carnes maturadas (FCM) apresentou uma menor variação com o PA, com médias de 8,66 a 7,08 kg. Nas carnes maturadas não observamos uma tendência de comportamento da força de cisalhamento com as faixas de peso de abate, uma vez que o PA2 apresentou maior média de FCM não diferindo significativamente ($P > 0,05$) do PA 4 e do

PA1, e o PA1 apresentou médias estatisticamente semelhantes ($P>0,05$) ao PA3 e PA5. Ainda assim, conforme observado para FC, o PA5 apresentou o menor valor numérico de FCM. Estes resultados se devem, provavelmente, ao fato da extensão da proteólise não ser influenciada pelo peso de abate e sim pela atividade enzimática, o que também pode ser observado nos resultados do IF discutidos abaixo.

Os valores observados na Tabela 11 indicam que o grupo genético tem influencia marcante nos valores de FCF ($P<0,05$) e FCM ($P<0,01$), sendo que os animais cruzados apresentaram menores médias de força ($P<0,05$), portanto carne mais macia que os animais N, tanto para carne fresca como para carne maturada. Estes resultados estão de acordo com estudos que indicam que o genótipo *Bos indicus*, dos animais zebuínos, está associado a maciez menor da carne, além de uma possível contribuição do maior teor de colágeno observado em animais N (Tabela 10).

Norman (1982), trabalhando com bovinos machos das raças Nelore, Guzerá, Canchim e Charolês com idades de abate entre 23 e 27 meses, demonstrou que carnes de diferentes músculos de animais zebuínos (Nelore e Guzerá) apresentaram maior FC e menor maciez sensorial que a dos animais taurinos estudados.

Pringle et al. (1997) estudaram 69 novilhos castrados, variando sua porcentagem de sangue Brahman e Angus, abatidos após atingirem uma cobertura de gordura medida por ultra-som entre 0,9 e 1,4 cm conseguida em regime de confinamento. Observaram valores em torno de 7,5 e 6,1 kg para a

força de cisalhamento de carnes frescas e maturadas por 14 dias em animais 100% Brahman, sendo que estes valores decresceram com o aumento da participação do sangue Angus. Esta menor FC com o genótipo *Bos taurus* também foi atribuída principalmente a uma menor atividade de calpastatina, porém a avaliação da concentração da calpaína e de seu inibidor não foi realizada em nosso experimento.

De acordo com a Tabela 11, podemos observar que a maturação promoveu em média uma redução de 30 % na FCF em ambos os grupos genéticos avaliados. O efeito da maturação foi bastante positivo na textura da carne e, nas condições estudadas, foi o fator mais importante na melhora da maciez da carne.

Steen et al. (1997) trabalharam com touros da raça Belgian Blue White com pesos de abate em torno de 670 kg e reportaram que a carne do músculo *L. thoracis* apresentou uma redução de sua FC em torno de 21,7 a 17,9% nos 8 dias de refrigeração *post mortem*. Puga et al. (1999) avaliaram a carne do músculo *Triceps brachii* de animais Nelore e Guzerá, com peso de carcaça e manejo homogêneos e idade de abate entre 3 e 4 anos, relatando um aumento de maciez de 20 % com a maturação por 14 dias. Rubensan et al. (1998) mostraram que carnes maturadas por 10 dias apresentaram redução de força de cisalhamento de 6,10 kg para 3,67 kg em animais Polled Hereford e de 8,12 para 5,00 kg em animais 5/8 Hereford 3/8 Nelore.

Os índices de fragmentação miofibrilar (IF) são considerados bons indicativos da extensão da proteólise após o abate. No método descrito por Davis et al. (1980), utilizado neste trabalho, quanto menor o IF, mais fragmentada

a carne e, portanto, mais macia. Após a execução deste trabalho, consideramos que este método produz resultados insatisfatórios pela falta de padronização de algumas etapas analíticas, o que pode ser confirmado pelo alto CV da análise. Apesar disto, considerando os resultados apresentados na Tabela 11, podemos verificar que o IF foi significativamente influenciado ($P < 0,01$) pelo GG, onde os animais cruzados apresentaram a menor média de IF e, portanto maior atividade proteolítica. Este resultado pode ser atribuído à menor atividade de calpastatina, uma proteína conhecida como inibidora natural das enzimas calpaínas responsáveis pela fragmentação da estrutura da carne durante a maturação (Crouse et al., 1989 e Whipple et al., 1990). Segundo Rubensan et al. (1998) há a redução na concentração desse inibidor com a inserção do sangue taurino.

A variação da maciez nas carnes é um dos maiores problemas apontados pelas indústrias do setor. Vários pesquisadores (Morgan et al., 1993; Koohmaraie, 1994; Marshall, 1994) são taxativos ao afirmar que a falta de padronização da maciez é o maior problema na comercialização da carne bovina. Isto também pode ser observado em animais da mesma raça, mesmo peso de abate e de mesmo manejo, ou seja, características uniformes.

Os valores médios de FC observados na Tabela 11 foram similares aos encontrados por Norman (1982) de 12,74 kg para o mesmo músculo em animais Nelore com idades entre 23 e 27 meses. No entanto, foram superiores aos reportados por Huffmann et al. (1996), Miller et al. (1995, 1998) como valores máximos para aceitabilidade por consumidores. Para Miller et al. (1995) consumidores, tanto em casa como em restaurantes, são capazes detectar

diferenças na textura da carne de forma similar ao instrumento WBS. Segundo Huffman et al. (1996), carnes devem apresentar valores de FC menores a 5,7 kg para garantir aceitabilidade, sendo os valores acima desta faixa inaceitáveis. Segundo Miller et al. (1998), carnes com WBS até 3 kg, de 3 a 4,8 kg e acima de 4,9 kg correspondem a uma satisfação de 100%, 93 e 25%, respectivamente.

Apesar disto, é difícil comparar valores numéricos de FC entre diferentes pesquisadores, uma vez que há falta de uniformidade nos parâmetros utilizados (tipos de equipamentos, forma de preparo da carne, velocidade da lâmina de corte, temperatura da amostra ao ser cisalhada, etc). De acordo com Apple et al. (1999), isto ocorre mesmo com os esforços da National Beef Tenderness Conference, em 1994, que buscou padronizar os protocolos para aumentar a repetibilidade entre as instituições.

Para Bouton et al. (1978) os resultados dos estudos de maciez de carne dependem da faixa do músculo utilizado, idade do animal, diferenças nos pesos de carcaça, condições de cozimento e método utilizado para avaliar as propriedades mecânicas do músculo. Segundo Apple et al. (1999) algumas instituições de pesquisa substituíram seus antigos equipamentos tipo Warner-Bratzler por modelos mais recentes de Instrons acoplados com lâmina de cisalhamento, só que diferenças na espessura, formato, ângulo e comprimento das lâminas comprovadamente influenciam os valores de força de cisalhamento, o que pode comprometer a comparação de resultados.

Neste trabalho utilizou-se o equipamento TAXT2 diretamente ligado ao computador e calibrado antes de cada análise, portanto extremamente

sensível. Com isso, antes de classificarmos as amostras deste trabalho inaceitáveis por apresentarem FC superiores a 5 kg, sugerimos mais estudos para determinar níveis de aceitabilidade mais confiáveis.

5.5 - Correlação entre as variáveis relacionadas à qualidade da carne

Nas Tabelas 12 e 13 são apresentados os coeficientes de correlação entre as diversas variáveis estudadas. Observando os valores obtidos para os dois grupos raciais distintamente, temos reforçada a constatação de que a textura da carne é um atributo gerado por uma ampla quantidade de fatores, onde um ou outro fator assume importância maior ou menor dependendo do comportamento das demais variáveis envolvidas.

Para ambos os grupos genéticos, a espessura de cobertura de gordura e a gordura intramuscular apresentaram correlação significativa ($P < 0,01$) com o PCQ, o que está de acordo com o fato já apresentado e discutido de que a deposição de gordura ocorre em ao longo das fases do desenvolvimento corporal do animal.

A área de olho de lombo teve uma correlação maior e mais significativa com o PCQ para os animais cruzados do que para os animais Nelores, reafirmando a tendência do sangue taurino de aumentar sua musculabilidade. Essa maior área de secção transversal do *Longissimus dorsi* promoveu uma proteção contra a perda de temperatura. Pode-se observar que a temperatura 10 horas após o abate foi influenciada pela GI, PCQ e CG, em ambos

os grupos raciais, mas a AOL influenciou a queda de temperatura apenas nas carcaças de animais cruzados. A temperatura da carne na 10^a hora após o abate tem sido associada como um importante preditor do grau de encurtamento do tecido muscular e, conseqüentemente, da maciez da carne. Para as carcaças de animais cruzados, a temperatura à 10^a hora apresentou correlação significativa ($P < 0,05$) com o comprimento do sarcômero, que por sua vez apresentou correlação negativa e significativa ($P < 0,05$) com a FCF como a FCM, o que está de acordo com o conceito de que quanto maior o CS, melhor a maciez da carne. Já para as carcaças de Nelore, esse efeito, embora também tenha ocorrido, não apresentou significância estatística. Isso pode ter como explicação uma participação aditiva e decisiva da maior musculosidade das carcaças de animais cruzados, o que é reforçado pela correlação altamente significativa ($P < 0,01$) verificada entre PCQ e comprimento do sarcômero para esse grupo.

Verificou-se uma correlação negativa entre PCQ e solubilidade do colágeno ($P < 0,01$) e entre GI e solubilidade de colágeno ($P < 0,01$) nos animais cruzados. O aumento de peso e gordura corresponde também a um maior tempo de vida, o que poderia explicar essa correlação. No entanto, a possibilidade de que tenha ocorrido alterações significativas no estado químico das fibras colagenosas durante o período experimental é bastante remota, além de também não ter sido observado mesmo comportamento para animais Nelore.

Assim como neste estudo, Silva et al. (1999) também não verificaram correlação significativa ($P > 0,05$) entre o teor de colágeno ou sua solubilidade com maciez da carne. Esta falta de correlação foi atribuída ao fato da

influência do estado químico das fibras de colágeno (SolC) sobre a textura ser mais importante em animais de diferentes estágios de maturidade e a contribuição do teor total de colágeno ser mais importante quando se avalia diferentes músculos.

A FCF foi influenciada significativamente ($P<0,05$) pela AOL nos animais Nelore, numa correlação inversa. Isso é atribuído ao efeito de proteção desses fatores contra o resfriamento excessivamente rápido, prevenindo o encurtamento pelo frio. Também se verificou, nesse grupo, uma correlação inversa significativa ($P<0,05$) da FCF com o pH 24 horas após o abate. Conforme já foi discutido neste trabalho, carnes com pH mais elevado tendem a ser mais macias, por possuírem uma maior capacidade de retenção de água e menor compactação do tecido muscular, por estarem acima do valor de pH correspondente ao ponto isoeletrico da maioria das proteínas da carne (Judge, 1989).

O efeito do CS na textura da carne ficou demonstrado apenas no grupo de animais cruzados, onde se verificou correlação negativa ($P<0,05$) entre a FCF e FCM com o CS.

Tabela 12. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis peso de carcaça quente (PCQ), teor de gordura intramuscular (GI), espessura de cobertura de gordura (CG), área de olho de lombo (AOL), temperatura após 10 horas de resfriamento (T10), pH após 24 horas do abate (pH 24), comprimento de sarcômero (CS), teor total de colágeno (ColT), solubilidade de colágeno (Sol C), índice de fragmentação miofibrilar (IF), força de cisalhamento da carne fresca (FCF), força de cisalhamento da carne maturada (FCM) em animais Nelore

	GI	CG	AOL	T 10	pH 24	CS	ColT	SolC	IF	FCF	FCM
PCQ	0,76 **	0,77 **	0,47 *	0,87**	0,78 **	0,24	-0,05	-0,22	-0,10	-0,34	-0,32
GI		0,74 **	0,40	0,71**	0,53 **	0,07	0,16	0,01	0,31	-0,21	-0,12
CG			0,35	0,77**	0,64 **	0,40	-0,06	-0,07	0,08	-0,43 *	-0,19
AOL				0,33	0,51 *	0,33	0,03	-0,24	0,12	-0,49 *	0,19
T 10					0,65**	0,38	-0,05	-0,03	-0,04	-0,28	-0,36
pH 24						0,39	-0,12	-0,30	-0,09	-0,58 **	-0,38
CS							-0,40	0,15	0,20	-0,44	-0,21
Col T								-0,15	-0,09	0,21	0,09
Sol C									0,23	0,02	0,13
IF										0,31	0,28
FCF											0,12

** P<0,01; * P<0,05

Tabela 13. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis peso de carcaça quente (PCQ), teor de gordura intramuscular (GI), espessura de cobertura de gordura (CG), área de olho de lombo (AOL), temperatura após 10 horas de resfriamento (T10), pH após 24 horas do abate (pH 24), comprimento de sarcômero (CS), teor total de colágeno (ColT), solubilidade de colágeno (Sol C), índice de fragmentação miofibrilar (IF), força de cisalhamento da carne fresca (FCF), força de cisalhamento da carne maturada (FCM) em animais cruzados Limousin-Nelore

	GI	CG	AOL	T 10	pH 24	CS	Col T	Sol C	IF	FCF	FCM
PCQ	0,71 **	0,67 **	0,58 **	0,78**	0,51 **	0,54 **	0,03	-0,58 **	0,13	-0,26	-0,25
GI		0,51 *	0,26	0,65**	0,38	0,32	-0,17	-0,59 **	0,09	-0,07	-0,10
CG			0,42	0,77**	0,17	0,25	0,06	-0,29	-0,05	0,27	0,09
AOL				0,60**	0,27	0,36	0,13	-0,31	-0,08	-0,19	0,09
Tpt 10 h					0,34	0,50*	0,09	-0,34	-0,03	-0,12	-0,10
pH 24 h						0,05	0,17	-0,39	0,08	-0,09	0,19
CS							-0,18	-0,20	0,15	-0,49 *	-0,42 *
ColT								0,28	0,06	0,03	-0,01
Sol C									-0,51 *	0,26	0,20
IF										-0,40	-0,29
FCF											0,46 *

** P<0,01*; P<0,05

6 CONCLUSÕES

Para as condições em que foi desenvolvido o presente trabalho, pode-se concluir que:

1. Bovinos Nelore e cruzados Limousin-Nelore abatidos com pesos vivos superior a 370 kg apresentam características de carcaça desejáveis no mercado atual;
2. O peso e rendimento das carcaças, assim como dos principais cortes e a AOL são superiores em cruzados Limousin-Nelore comparados aos Nelore, característica importante a ser considerada na escolha do grupo genético utilizado para gado de corte;

3. A cobertura de gordura se apresenta como um importante fator a ser controlado para a prevenção da ocorrência de encurtamento pelo frio, principalmente no abate de animais jovens com deficiente acabamento;
4. As diferentes faixas de peso de abate estudadas pouco influenciam a maciez da carne, já o grupo genético tem importância destacada na formação deste atributo, sendo que animais cruzados Limousin-Nelore apresentam maior maciez de carne que os Nelores;
5. A maturação por 14 dias é o mais importante contribuinte na maciez da carne bovina, agindo positivamente na textura quando comparada a carnes frescas;
6. A textura final da carne é uma variável de dependência multifatorial, influenciada pelo grupo genético e principalmente a fatores relacionados à velocidade de resfriamento da carcaça. Parâmetros como cobertura de gordura, musculosidade e queda de temperatura e pH da carcaça devem ser devidamente controlados para obtenção de carne com maciez desejável.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABULARACH, M. L. S.; HILL, I.D.; FELÍCIO, P. E. Características y rendimientos de dehuese de canal de toros juvenes de la raza Nelor. **Revista Tec Carnes**, v. 11, n. 1, p.50-56 , 2000.

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contra filé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.

ANJOS, J.B. Tipificação de carcaças. **Higiene Alimentar**. v.6, n. 24, p.15-17, 1992.

ANUALPEC 2001 - **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, Editora Argos, 2001, 359p.

APPLE, J.K.; RAKES, L.K.; WATSON, H.B. Cooking and shearing methodology effects on Warner-Bratzler shear force values of pork. **Journal of Muscles Foods**, v.10, p.269-277, 1999.

AVERY, N. C.; SIMS, T. J.; WARKUP, A. C.; BAILEY, A. J. Collagen cross-linking in porcine *m. lumborum*: Absence of a relationship with variation in texture at pork weight. **Meat Science**, v.42, n.3, p.355-369, 1996.

BAILEY, A. J. The basis of meat texture. **Journal of Science, Food and Agriculture**, v.23, p.995-1107, 1972.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. Jaboticabal: FUNEP. 1989. 247p.

BENITO-DELGADO, J.; MARRIOT, N.G.; CLAUS, J.R.; WANG, H.; GRAHAM, P.P. Chuck *longissimus* and *infraspinatus* muscle characteristics as affected by rigor state, blade tenderization and calcium chloride injection. **Journal of Food Science**, v.59, n.2, p.295-299, 1994.

BERRY, B.W. Tenderness of beef loin steaks as influenced by marbling level, removal of subcutaneous fat and cooking method. **Journal of Animal Science**, v.7, p.2412-2419, 1993.

BLISKA, F.M.M.; GONÇALVES, J.R. Cadeia produtiva e qualidade de carne bovina no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DA CARNE E MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS, 1., 1998, São Carlos. **Anais...**, Campo Grande: EMBRAPA – CNPGC, 1998.

BOAKYE, K.; MITTAK, G.S. Changes in pH and water holding properties of *Longissimus dorsi* muscle during beef ageing. **Meat Science**, v.34, p.335-349, 1993.

BOSELTMANN, A.; MOLLER, C.; STEINHART, H.; KIRCHGESSENER, M.; SCHWARZ, F. Pyridinoline cross-links in bovine muscle collagen. **Journal of Food Science**, v.60, n.5, p.953-958, 1995.

BOUTON, P.E.; FORD, A.L.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R.; RATCLIFF, D.; MORGAN, J.H.L. Influence of animal age on the tenderness of beef: muscle differences. **Meat Science**, v.2, n.4, p.301-311, 1978.

BRASIL. Portaria nº **612**, de 5 de Outubro de 1989. Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças Bovinas. Ministério da Agricultura, Brasília, 1989. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/portaria612.htm>> Acesso em: 29 Nov. 2002.

BRASIL. Decreto lei nº **2244**, de 5 de Junho de 1997. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Ministério da Agricultura, Brasília, 1997. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/republport210.html> Acesso em: 29 Nov. 2002.

CAMPION, D.R.; CROUSE, J.D. Predictive value of USDA beef quality grade factors for cooked meat palatability. **Journal of Animal Science**, v.40, p.413-417, 1976.

CAMPO, M.M.; SANTOLARIA, P.; SAÑUDO, C.; LEPETIT, J.; OLLETA, J.L.; PANEA, B.; ALBERTI, P. Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. **Meat Science**, v.55, p.371-378, 2000.

CONNIFF, P. (Ed) - **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 16 ed. Gaithersburg: AOAC INTERNATIONAL, 1997. v.1

CROSS, H.R.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, v.38, p.998-1003, 1973.

CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S.C. Comparison of *Bos Indicus* and *Bos Taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2661-2668, 1989.

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

DAVIS, G. W.; DUTSON, T. R.; SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L. Fragmentation procedure for bovine longissimus muscle as an index of cooked steak tenderness. **Journal of Food Science**, v.45, p. 880-884, 1980.

DRANSFIELD, E. Modeling postmortem tenderization. III - Role of calpain I in conditioning. **Meat Science**, v.31, p.85-94, 1992.

DRANSFIELD, E. Modeling postmortem tenderization. IV - Role of calpain and calpastatin in conditioning. **Meat Science**, v.34, p.217-34, 1993.

DRANSFIELD, E. Optimisation of tenderisation, ageing and tenderness. **Meat Science**, v.36, p.105-121, 1994.

FELÍCIO, P. E. ALLEN, D. M.; CORTE, O. O. Influencia da maturidade da carcaça sobre a qualidade da carne de novilhos zebu. **Coleção ITAL**, v.12, p.137-149, 1982.

FELÍCIO, P.E. Maciez da carne, fator de competitividade. **DBO Rural Especial - Pecuária de Corte**, p.88-91, 1995.

FELÍCIO, P.E. Fatores ante e postmortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., 1996, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba: FEALQ, p. 79-97, 1997.

FORTIN, A.; SIMPFENDORFER, S.; REID, J.T.; AYALA, H.J.; ANRIQUE, R.; KERTZ, A.F. effect of level of energy intake and influence of breed and sex on the chemical composition of cattle. **Journal of Food Science**, v.51, n.3, p.604-614, 1980.

FORREST , J.C.; ABERLE, E. D.; FREDERICK, H. B.; MAX, D. J.; ROBERT, A. M. **Fundamentos de Ciencia de la Carne**, ed. Acribia: Zaragoza, 1979, 364p.

GOLL, D.E.; BRAY, R.W.; HOEKSTRA, W.C. Age Associated changes in muscle composition. The isolation and properties of a collagenous residue from bovine muscle. **Journal of Food Science**, v.28, p.503-509, 1963.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; PERRI, S.H.V. Método simples para estimar encurtamento pelo frio em carne bovina. **Ciência Rural**, v.32, n.2, 2002.

HERTZMAN, C.; OLSSON, U.; TORNBERG, E. The influence of high temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor, ageing and tenderness of beef muscles. **Meat Science**, v.35, p.119-141, 1993.

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

HUFFMAN, K.L.; MILLER, M.F.; HOOVER, L.C.; WU, C.K.; BRITTIN, H.C.; RAMSEY, C.B. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in home and restaurant. **Journal of Animal Science**, v.74, p.91-97, 1996.

IBGE – Pesquisa Pecuária Municipal. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua> Acesso em: 20 Set. 2002.

JIANG, S.T. Contribution of muscle proteinases to meat tenderization. **Proceedings of the National Science Council, ROC – Part B: Life Sciences**. v.22, n.3, p.97-107, 1998.

JONES, B.K.; TATUM, J.D. Predictors of beef tenderness among carcasses produced under commercial conditions. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1492-1501, 1994.

JUDGE, M.D.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; HEDRICK, H.B.; MERKEL, R.A. **Principles of Meat Science**, 2nd. ed., Kendall Hunt:Iowa, 1989. 351 p.

JOHNSON, M. H.; CALKINS, C. R.; HUFFMAN, R. D.; JOHNSON, D. D.; HARGROVE, D.D. Differences in cathepsin B + L and calcium –dependent protease activities among breed type and their relationship to beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2371- 2379, 1990.

KASTNER, C.L.; SCHWENKE, J.R.; KENNEY, P.B.; CAMPBELL, R.E.; KENDALL, J.A.; MILLIKEN, G.A. Comparisons of the effect of electrical stimulation methods on postmortem pH decline in beef muscle. **Meat Science**, v.35, p.193-190, 1993.

KOLAR, K. Colorimetric determination of hidroxiprolina as measure of collagen content in meat and meat products: NMK collaborative study. **Journal of Association Official Analytical Chemists**, v.73, p.54-57, 1990.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, v.36, p.93-104, 1994.

KOOHMARAIE, M. WHEELER, T.L.; SHACKLEFORD, S.D. **Maciez da carne: Regulação e Predição**. Santa Maria: DELTA G, 1994. 10 p.

LANNA, D.P. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4. 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.79-97, 1997.

LANSDELL, J.L.; MILLER, M. F.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; RAMSEY, C. B. Postmortem injection of calcium-chloride effects on beef quality traits. **Journal of Animal Science**, v.73, n.6, p.1735-1740, 1995.

LEHNINGER, A. L.; **Princípios de Bioquímica**, 7^a ed., Traduzido por W.R. LODI, A.A. SIMÕES, São Paulo: Sarvier, 1994. 532 p.

LOCHNER, J.V.; KAUFFMAN, R.G.; MARSH, B.B. Early postmortem cooling rate and beef tenderness. **Meat Science**, v.4, p.227-241, 1980.

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

MANUAL de criação e registro – Limousin. Associação Brasileira de Criadores de Limousin. Londrina: ABCL, Impressão Grafmark Ind. Gráfica e Editora, 1998. 83 p.

MARSH, B.B. Symposium - The basis of quality in muscle foods - The basis of tenderness in muscle foods. **Journal of Food Science**, v.42, p.295-297, 1977.

MARSHALL, D.M. Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2745-2755, 1994.

MILLER, M.F.; HOOVER, K.D.; GUERRA, A.L.; HUFFMAN, K.L.; TINNEY, K.S.; RAMSEY, C.B.; BRITIN, H.C.; HUFFMAN, L.M. Consumer acceptability of beef steak tenderness in the home and restaurant. **Journal of Food Science**, v.60, n.5, p. 963-965, 1995.

MILLER, M.F.; RAMSEY, C.B.; HOOVER, L.C.; CARR, M.A.; CROCKETT, K.L. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. **Reciprocal Meat Conference Proceedings**, v.51, p.4-9, 1998.

MOLETTA, J. L.; RESTLE, J. Características de carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.896- 887, 1996.

MORGAN, J.B.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; SAVELL, J.W.; CROUSE, J.D. Meat tenderness and the calpain proteolytic system in *longissimus* muscle of young bulls and steers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1471-1476, 1993.

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

NORMAN, G.A.; FELICIO, P.E. Effects of breed and nutrition on the productive traits of beef cattle in south east Brazil: Part 2 – Tissue distribution and carcass composition. **Meat Science**, v.6, p.1-13, 1982.

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

OLIVEIRA, A. L., FELÍCIO, P.E., MANZANO, A. Efeito do peso de abate nas características e rendimentos das carcaças de novilhos Nelore e cruzados Canchim-Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.16, n.2, p.130-136, 1996.

OLSSON, U.; HERTZMAN, C.; TORNBERG, E. The influence of low temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor mortis, ageing and tenderness of beef muscles. **Meat Science**, v.37, p.115-131, 1994.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Goiânia CEGRAF - UFG: / Niterói: EDUFF, 1993. 1110p.

PEROBELLI, Z. V.; MULLER, L.; RESTLE, J. Estudo da qualidade das carcaças e da carne de vacas de descarte de dois grupos genéticos. **Ciência Rural**, v.24, n.3; p.613-616, 1994.

PEROTTO, D.; MOLETA, J.M.; CUBAS, A. C. Características da carcaça de bovinos Canchim e Aberdeen Angus e de seus cruzamentos recíprocos terminados em confinamento. **Ciência Rural**, v.29, n.2, p.331-338, 1999.

POSTE, L.M.; BUTLER, G.; MACKIE, D.; AGAR, V.E.; THOMPSON, B.K. Correlations of sensory and instrumental meat tenderness values as affected by sampling techniques. **Food Quality and Preference**, v.4, p.207-214, 1993.

PRINGLE, T.D.; WILLIAMS, S.E.; LAMB, B.S.; JOHNSON, D.D; WEST, R.L. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbreed steers. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2955-2961, 1997.

PUGA, D.M.U.; CONTRERAS, C.J.C.; TURNBULL, M.R. Avaliação do amaciamento da carne bovina de dianteiro (*Triceps brachi*) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.1, p.88-96, 1999.

RESTLE, J.; CERDÓTES, L.; VAZ, F.N.; BRONDANI, I.L. Características de carcaça e de carne de novilhas Charoles e $\frac{3}{4}$ Charoles e $\frac{1}{4}$ Nelore, terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1065-1075, 2001.

ROÇA, R.O. & SERRANO, A. M. Abate de bovinos: Conversão do músculo em carne. **Higiene Alimentar**, v.8, n.33, p.7-33, 1994.

RUBENSAM, J.M.; FELÍCIO, P.E., TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, p.405-409, 1998.

SAS INSTITUTE INC. SAS User's Guide: Statistics, Ver 6. 12th. Cary: SAS INSTITUTE INC, 1996.

SHACKELFORD S.D.; MORGAN, J.B.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W. Identification of threshold levels for Warner-Bratzler shear force in beef top loin steaks. **Journal of Muscle Foods**, v.2, n.4, p.289-296, 1991.

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; ROHRER, G.A.; SAVELL, J.W. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post rigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield and growth rate. **Journal of Animal Science**, v.72, p.857-63, 1994.

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

SILVA, L.F.; PIRES, C.C.; ZEPPENFELD, C.C.; CHAGAS, G.C. Crescimento de regiões da carcaça de cordeiros abatidos com diferentes pesos. **Ciência Rural**, v.30, n.3, p.481-484, 2000.

SMULDERS, F.J.M.; MARSH, B.B.; SWARTZ, D.R.; RUSSELL, R.L.; HOENECKE, M.E. Beef tenderness and sarcomere length. **Meat Science**, v.28, p.349-363, 1990.

STEEN, D.; CLAYES, E.; UYTTERHAEGEN, L.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Early post-mortem conditions and calpain/ calpastatin system in relation to tenderness of double-muscled beef. **Meat Science**, v.45, n.3, p.307-319, 1997.

SWATLAND, H.J. **On Line Evaluation of Meat**. Basel: Technomic Publishing Co. Ag. Inc, 1995. 343p.

SZCZESNIAK, A. S.; BRANDT, M. A.; FRIEDMANN, H.H. Development of standard rating scales for mechanical parameters texture and correlation between objective and the sensory methods of texture evaluation. **Journal of Food Science**, v.28, p.397-403, 1963.

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

WHEELER, T.L.; DAVIS, G.W.; CLARK, J.R.; RAMSEY, C.B.; ROURKE, T.J. Composition and palatability of early and late maturing beef breed-types. **Journal of Animal Science**, v.67, p.142-151, 1989.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J.D.; HUNT, M.C.; KLEMM, R.D. Evaluation of attributes that affect Longissimus muscle tenderness in Bos Taurus and Bos Indicus cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2716- 2728, 1990.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I.; SHEARD, P.R. Animal nutrition and metabolism group symposium on: Improving meat production for future needs. Manipulating meat quality and composition. **Proceedings of Nutrition Society**, v.58, p.363-370, 1999.

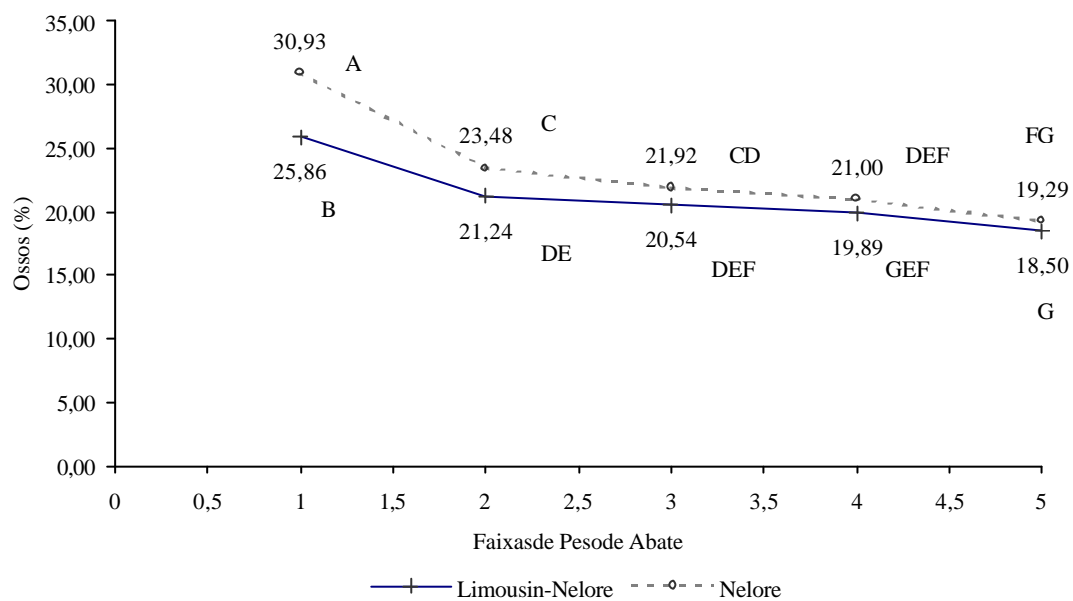
Anexo 1. Composição da ração fornecida aos animais do sistema de criação com suplementação nutricional

Item	Teor base seca (%)
Matéria seca	100,00
Proteína bruta	25,65
Extrato etéreo	3,54
Matéria mineral	6,73
Fibra bruta	1,92
ENN	62,17
FDN	5,94
FDA	0,81
N total	4,10
NNP	2,36
N solúvel	2,47
NIDN	0,11
NIDA	0,04
P total	0,40
Cálcio	2,41
Magnésio	0,15
Sódio	0,33
Equivalente em NaCl	0,83
Potássio	0,42
Umidade	8,15
pH	6,86

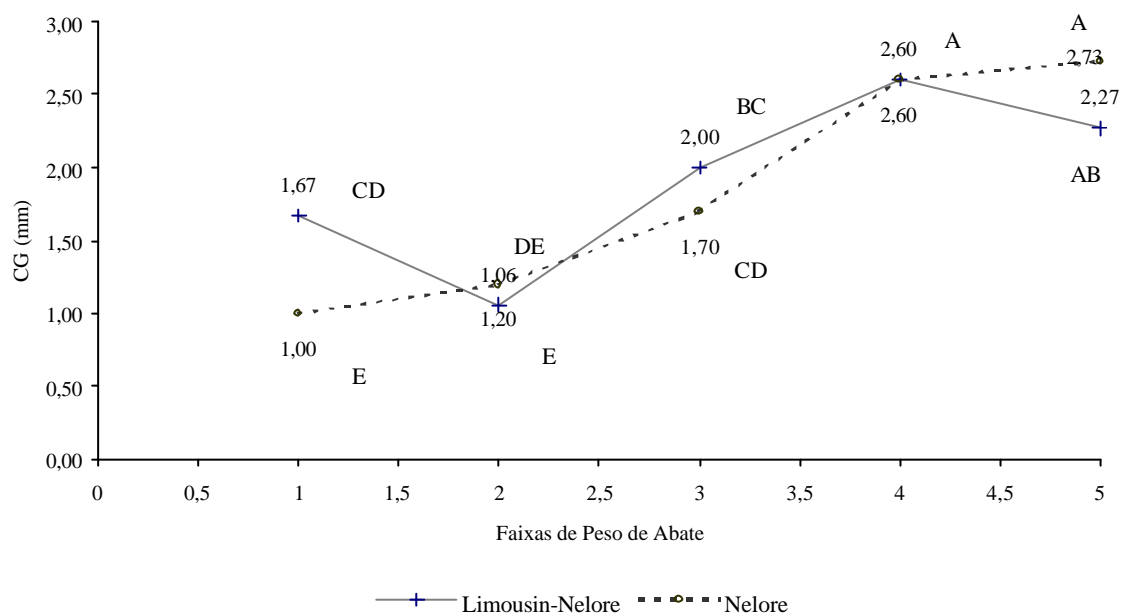
Partição da proteína (% do N total) – CNCPS

A	B1	B2	B3	C
57,56	2,65	37,14	1,59	1,06

Anexo 2A. Representação gráfica do desdobramento da interação (PA x GG) do parâmetro ossos na carcaça.



Anexo 2B. Representação gráfica do desdobramento da interação (PA x GG) do parâmetro CG.



Anexo 3. Planilhas de dados de temperatura e pH durante a refrigeração *post mortem*

Cruzado Abate 08/08/2000						Nelore Abate 08/08/2000					
Identificação	462	334	428	480	333	Identificação	395	361	261	382	317
Idade	out/98	out/98	set/98	ago/98	out/98	Idade	set/98	jan/99	set/98	set/98	set/98
Peso inicial	360	330	326	370	346	Peso inicial	330	340	330	314	355
PV	369	334	323	383	352	PV	325	342	323	323	355
PCQ	187	175,8	167,8	195,2	179,2	PCQ	164,4	167	169,4	153,6	178,4
pH 1 hora	6,82	6,5	6,68	6,48	6,45	pH 1 hora	6,66	6,57	6,96	6,54	6,62
Tpt 1 hora	19,3	17,1	18,3	20,8	17,1	Tpt 1 hora	18,1	17,3	17	17,3	19,8
pH 6 horas	6,58	5,98	6,25	6,45	6,23	pH 6 horas	6,33	6,23	6,67	6,14	5,83
Tpt 6 horas	6,6	6,3	6,7	7,1	7,3	Tpt 6 horas	6,6	6,5	7,2	6,8	7,3
pH 10 horas	6,43	5,97	6,12	6	6,07	pH 10 horas	6,14	5,94	6,33	5,9	5,36
Tpt 10 horas	5,3	4,7	5,1	5,7	4,7	Tpt 10 horas	4,9	4,9	5,5	5,5	5,5
pH 24 horas	5,58	5,57	5,94	5,65	5,54	pH 24 horas	5,57	5,62	5,67	5,66	5,57
Tpt 24 horas	0,2	0,1	0	0,1	-0,1	Tpt 24 horas	0	0	0,3	0,3	0,1

Cruzado Abate 29/08/2000						Nelore Abate 29/08/2000					
Identificação	413	443	436	415	450	Identificação	56	512	411	69	82
Idade	ago/98	out/98	set/98	set/98	dez/98	Idade	set/98	set/98	set/98	set/98	out/98
Peso inicial	340	340	346	346	346	Peso inicial	360	340	380	360	306
PV	369	351	369	386	375	PV	385	353	399	353	328
PCQ	192,2	183,8	188,4	198	191	PCQ	196,6	181,4	208,8	188	167,4
pH 1 hora	7,21	6,77	6,66	6,76	7,33	pH 1 hora	6,61	6,4	6,88	6,81	6,97
Tpt 1 hora	27	23,7	28,9	28,7	28,3	Tpt 1 hora	21,2	21,4	25,1	24,4	25,2
pH 6 horas	6,63	6,89	6,28	6,22	6,42	pH 6 horas	6,9	6,3	6,77	6,73	6,59
Tpt 6 horas	7,8	7,7	7,7	8,3	8	Tpt 6 horas	7,5	6,4	6,8	8,3	7,7
pH 10 horas	6,37	6,23	6,16	6,17	6,18	pH 10 horas	6,35	6,28	6,67	6,69	6,32
Tpt 10 horas	3,3	3,6	4,7	4,3	4,6	Tpt 10 horas	3,6	2,8	4,2	3,8	4,6
pH 24 horas	5,81	5,82	5,76	5,79	5,77	pH 24 horas	5,76	5,72	5,8	5,88	5,78
Tpt 24 horas	-0,8	-0,7	-0,8	-0,8	-0,8	Tpt 24 horas	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	-0,9

Cruzado Abate - data 28/10/00						Nelore Abate - data 28/10/00					
Identificação	442	453	500	444	504	Identificação	517	67	336	75	192
Peso inicial	372	392	372	376	354	Peso inicial	374	388	358	340	372
PV	440	430	423	429	413	PV	401	415	397	392	451
PCQ	236,2	217	230,2	239,2	229,4	PCQ	216,8	218,6	202,4	210,4	233,8
pH 1 hora	6,34	6,29	6,2	6,73	6,43	pH 1 hora	6,45	6,66	6,54	6,74	6,86
Tpt 1 hora	30,04	29,2	32,8	30,2	30,8	Tpt 1 hora	29,3	24,6	27,6	29,1	29,3
pH 6 horas	6,77	6,49	6,1	6,29	6,46	pH 6 horas	6,47	6,26	6,41	6,37	6,16
Tpt 6 horas	10,6	14,4	13,5	14,5	14	Tpt 6 horas	12,6	14,1	14,9	14,9	14,6
pH 10 horas	6,75	6,7	6,07	6,21	6,15	pH 10 horas	6,25	6,32	6,32	6,21	6,16
Tpt 10 horas	9,6	9,4	9,3	10,5	10,3	Tpt 10 horas	9,6	8,3	9,4	9,6	10
pH 24 horas	5,72	5,75	5,59	5,76	5,64	pH 24 horas	5,73	5,65	5,68	5,74	5,78
Tpt 24 horas	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	Tpt 24 horas	0,4	0,4	0,1	0	0,1

Cruzado Abate - data 12/01/2001						Nelore Abate - 12/01/2001					
Identificação	428	430	475	509	505	Identificação	140	81	76	122	72
Idade	set/98	set/98	nov/98	nov/98	dez/98	Idade	set/98	set/98	set/98	set/98	set/98
Peso inicial	346	348	340	330	344	Peso inicial	340	330	334	322	325
PV	492	484	459	455	505	PV	481	468	453	460	470
PCQ	253,2	250,2	245	240,2	270,6	PCQ	248,6	240,2	232,4	244	244,2
pH 1 hora	6,68	6,60	6,54	6,99	6,51	pH 1 hora	6,57	6,32	6,06	6,37	6,38
Tpt 1 hora	28,4	28,9	31,1	30,8	29,4	Tpt 1 hora	31	31,1	31,3	31,4	27,8
pH 6 horas	6,58	6,55	6,41	6,44	6,18	pH 6 horas	6,58	6,58	6,46	6,57	6,49
Tpt 6 horas	13,2	13,8	15,6	13,9	13,3	Tpt 6 horas	12,3	12,9	12,5	12,4	11,6
pH 10 horas	6,40	6,30	6,05	6,13	5,84	pH 10 horas	6,19	6,14	6,4	6,23	6,24
Tpt 10 horas	11,5	13,3	13,9	12,7	11,4	Tpt 10 horas	9,8	10,3	9,9	12,3	8,8
pH 24 horas	5,82	5,81	5,81	5,88	5,89	pH 24 horas	5,89	5,87	5,8	5,89	5,8
Tpt 24 horas	0,1	-0,2	0,8	0,2	-0,1	Tpt 24 horas	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2

Cruzado Abate - data 01/03/2001						Nelore Abate - data 01/03/2001					
Identificação	429	392	419	512	486	Identificação	190	123	405	449	70
Idade	nov/98	ago/98	out/98	nov/98	set/98	Idade	set/98	set/98	set/98	set/98	out/98
Peso inicial	334	370	330	330	366	Peso inicial	320	330	330	314	314
PV	524	514	490	506	512	PV	446	498	492	480	464
PCQ	287,6	287	264,4	274,2	277,4	PCQ	237,4	263,6	253	255	254
pH 1 hora	6,64	6,58	6,74	6,67	6,61	pH 1 hora	6,83	6,64	6,77	6,6	6,66
Tpt 1 hora	35,7	32,6	36,1	33,2	33,5	Tpt 1 hora	35,4	32,5	32,6	34	31,5
pH 6 horas	6,37	6,24	6,31	6,25	6,13	pH 6 horas	6,42	6,4	6,43	6,4	6,44
Tpt 6 horas	14,1	15,9	15,8	15,7	16,2	Tpt 6 horas	14,8	14	14,3	14,8	13,9
pH 10 horas	6,01	6,10	6,19	6,15	6,01	pH 10 horas	6,28	6,35	6,3	6,15	6,09
Tpt 10 horas	11,7	13	12,9	11,4	11,8	Tpt 10 horas	8,1	9,5	10,5	10,6	10,2
pH 24 horas	5,88	5,84	5,91	5,95	5,83	pH 24 horas	6,08	6,01	5,93	5,95	5,95
Tpt 24 horas	-5	-5	-0,8	-0,8	-0,7	Tpt 24 horas	-0,6	-0,8	-0,8	-0,8	-0,9

HEINEMANN, R.J.B. *Influência do peso de abate nas características de qualidade de carcaça e da carne do músculo Longissimus dorsi em novilhos Nelore e cruzados Limousin–Nelore.* São José do Rio Preto, 2002. 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos) – IBILCE, Campus São José do Rio Preto, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

RESUMO

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo e apesar desta posição de destaque, há um grande potencial de melhora no faturamento deste setor se forem adotadas medidas como cruzamentos industriais e reduções na idade de abate. Por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do peso de abate e do grupo genético: Nelore (N) e Limousin-Nelore (LN) nas características produtivas de carcaças e na qualidade da carne. Foram utilizados 50 novilhos divididos em 5 grupos de dez animais (5N e 5LN) abatidos sucessivamente em intervalos de aproximadamente 30 dias e faixas de pesos de abate (PA) em torno de 340, 370, 420, 475 e 500 kg. As carcaças obtidas foram avaliadas quanto suas características produtivas e as quedas de temperatura e pH muscular foram monitoradas durante a refrigeração. Após este período foram retiradas amostras do músculo *Longissimus dorsi* de cada animal abatido para a caracterização qualitativa da carne. Para isso, a composição centesimal, comprimento de sarcômero, teor de colágeno, fragmentação miofibrilar e força de cisalhamento (FC) antes e após a maturação por 14 dias foram avaliados. Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância seguida de teste de média, utilizando o teste Duncan a 5% de probabilidade. Observou-se que os animais LN apresentaram maior rendimento de carcaça, de traseiro e área de olho de lombo comparado aos animais N. Poucas diferenças na composição centesimal da carne foram observadas nos dois grupos genéticos. Em geral, os animais apresentaram baixos níveis de gordura de cobertura e intramuscular, e os maiores valores reportados foram provenientes das carcaças provenientes das faixas de peso mais elevadas. Peso de carcaça e teor de gordura afetaram as perdas durante

a refrigeração e as curvas de queda de temperatura e pH, no entanto, não afetaram a FC. Animais LN apresentaram maior fragmentação miofibrilar, menor FC e menor teor total de colágeno que N. A maturação da carne foi responsável por uma redução de 30% na FC de ambos os grupos genéticos em todos intervalos de peso, sendo um importante contribuinte para a textura final da carne. Foi possível concluir que animais LN abatidos com peso vivo acima de 370 kg, aliam tanto características de qualidade como de produtividade superiores a animais N.

HEINEMANN, R.J.B. *Influence of Slaughter weights on quality traits of carcass and Longissimus dorsi beef in steers Nelore and crossbreed Limousin –Nelore.* São José do Rio Preto, 2002. 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos) – IBILCE, Campus São José do Rio Preto, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

ABSTRACT

Brazil has the biggest commercial cattle in the world, but there is potential to increase profits in this important segment if industrial crossbreed and decrease in slaughter age are adopted as a practice. So, the purpose of this work was to evaluate the influence of the genetic group: Nelore (N) and Limousin-Nelore (LN) and the slaughter weight in carcass productivity and meat quality. Fifty steers were separated into five weight groups with ten animals each and slaughtered at the live weight of 343, 367, 419, 473 and 493 kg. Body composition, yields, carcass traits and the drop of pH and temperature were evaluated after slaughter. After chilling, samples from *Longissimus dorsi* were taken for meat quality analyses, where meat composition, sarcomere length, contents of collagen, miofibrilar fragmentation and objective texture measurement (WBS) of fresh and aged meat were done. All the data was statistic analyzed using Duncan test for testing differences between average. It was observed that carcass yield, loin eye area and principals commercial cuts were higher for crossbreed steers. Fat thickness and marbling fat were similar in the genetic groups, although the highest values were related to the heaviest carcasses. Carcass weight and fat content affected the drop of pH and temperature, and the weight loss during chilling, but didn't result in difference in WBS. LN steers had higher miofibrilar fragmentation and lowers WBS and collagen contents than N. Aging process was responsible for a 30% reduction in WBS in both genetic groups. It was possible to conclude that LN animals slaughtered at weigh above 370 kg associate quality and productive characteristics better than N animals.