

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**CARACTERÍSTICAS QUALI QUANTITATIVAS DA CARNE E DA CARÇAÇA DE  
BOVINOS NELORE MOCHO PERTENCENTES A UMA POPULAÇÃO  
SEGREGANTE SELECIONADA PARA MACIEZ**

**Ligia da Cunha Moreira**

**Orientador: Cláudio Uilhôa Magnabosco**

**GOIÂNIA**

**2014**



**Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TE-DE) na Biblioteca Digital da UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. **Identificação do material bibliográfico:**     **Dissertação**     **Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação**

Autor: **Lígia da Cunha Moreira** E-mail: **ligiacmoreira@hotmail.com**

Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?  Sim     Não

Vínculo Empregatício do autor: **Bolsa** Agência de fomento: **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior**

País: **Brasil** UF: **DF** CNPJ: **00889834/0001-08** Sigla: **CAPES**

Título: **Caraterísticas quali quantitativas da carne e da carcaça de bovinos Nelore Mocho pertencentes a uma população segregante selecionados para maciez** Palavras-chave: **carcaça, cobertura de gordura, maciez da carne, seleção genética, Warner Bratzler Shear Force**

Título em outra língua: **Quantitative and qualitative characteristics of carcass and meat quality of Polled Nelore cattle belonging of a selected segregating population for meat tenderness.**

Palavras-chave em outra língua: **carcass, fat backfat, tenderness, genetic selection, Warner Bratzler Shear Force**

Área de concentração: **Produção Animal** Data defesa: (dd/mm/aaaa) **28/02/2014**

Programa de Pós-Graduação: **Ciência Animal**

Orientador(a): **Cláudio Ulhôa Magnabosco** E-mail: **claudio.magnabosco@embrapa.br**

Co-orientador(1): **Eduardo da Costa Eifert** E-mail: **eduardo.eifert@embrapa.br**

Co-orientador(2): **Roberto Daniel Sainz** E-mail: **rdsainz@ucdavis.edu**

**3. Informações de acesso ao documento:**

Liberação para disponibilização?<sup>1</sup>     **total**     **parcial**

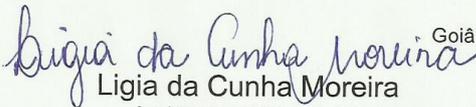
Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

[        ] Capítulos. Especifique:

[        ] Outras restrições:

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

  
**Lígia da Cunha Moreira**  
 Assinatura do(a) autor(a)

Goiânia 26 de setembro de 2014

<sup>1</sup> Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

**LIGIA DA CUNHA MOREIRA**

**CARACTERÍSTICAS QUALI QUANTITATIVAS DA CARNE E DA CARÇA DE  
BOVINOS NELORE MOCHO PERTENCENTES A UMA POPULAÇÃO  
SEGREGANTE SELECIONADA PARA MACIEZ**

Dissertação apresentada para  
obtenção do grau de Mestre em  
Ciência Animal junto à Escola de  
Veterinária e Zootecnia da  
Universidade Federal de Goiás

**Área de Concentração:**

Produção Animal

**Linha de Pesquisa:**

Fatores Genéticos e Ambientais que Influenciam o Desempenho dos  
Animais

**Orientador:**

Prof. Dr. Cláudio Uihôa Magnabosco – EMBRAPA Cerrados

**Comitê de Orientação:**

Prof<sup>a</sup>.Dr. Eduardo da Costa Eifert - EMBRAPA Cerrados

Prof.Dr. Roberto Daniel Sainz – Universidade da Califórnia - Davis

**GOIÂNIA**

**2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)  
GPT/BC/UFG**

M838c Moreira, Lúcia da Cunha.  
Características quali quantitativas da carne e da carcaça de bovinos Nelore Mocho pertencentes a uma população segregante selecionada para maciez [manuscrito] / Lúcia da Cunha Moreira. - 2014.  
xv, 117 f. : il., figs, tabs.

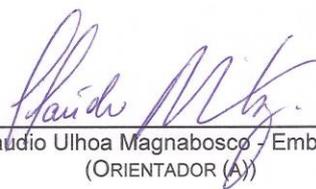
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Ulhôa Magnabosco; Co-orientador: Eduardo da Costa Eifert, Roberto Daniel Sainz  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2014.

Bibliografia.  
Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.  
Apêndices.  
1. Bovinos – Melhoramento animal – Brasil 2. Carne de bovinos – Qualidade – Brasil 3. Bovinos de cortes – Carcaça – Brasil 4. Agronegócio – Brasil I. Título.

CDU: 636.2:575(81)

**LÍGIA DA CUNHA MOREIRA**

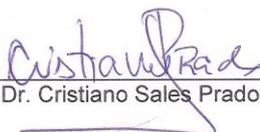
Dissertação defendida e aprovada em **28/02/2014**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Cláudio Ulhoa Magnabosco - Embrapa Cerrados  
(ORIENTADOR (A))



Dr. Roberto Camargos Antunes - CNPq



Prof. Dr. Cristiano Sales Prado - EVZ/UFG

*Dedico este trabalho aos meus pais, Maria e Lima,  
pelo amor eterno, pela paciência e por sempre acreditarem em mim.  
Dedico a minha tia Nalmarete Oliveira (in memoriam) pelo apoio, carinho,  
incentivo e preciosos conselhos.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, por ter permitido a realização de mais um sonho e, também, por ter colocado em minha vida pessoas tão especiais, que sempre me ajudaram ao longo de toda caminhada.

Aos meus pais, **Maria** e **Lima**, por me apoiar, me incentivar, por acreditarem em mim e pela eterna paciência e amor.

A minha tia **Roseli**, pelo amor, incentivo e preciosos conselhos durante todo esse período.

A minha **família** pela força e paciência.

Ao meu orientador, **Dr. Cláudio Magnabosco**, primeiramente, pela chance e por ter acreditado em mim. Pelos preciosos ensinamentos, conselhos, dedicação, amizade e por ter feito de mim uma pessoa melhor, mais humana. Ao senhor o meu respeito e eterna gratidão.

Ao meu co – orientador, **Dr Eduardo Eifert** pela paciência, conselhos, compreensão, preciosos ensinamentos, dedicação, amizade e por ter contribuído com meu crescimento profissional e pessoal. Ao senhor o meu respeito e eterna gratidão.

Ao colega **Dr. Fernando Brito** pela paciência, dedicação, ensinamentos e orientações!

Ao **prof. Dr. Roberto Sainz** pelo apoio, conselhos e co – orientação!

A **prof. Dra. Eliane Myiagi** pelos conselhos, paciência, dedicação, apoio e carinho!

Ao prof **Dr Cristiano Prado** pela colaboração com o projeto, principalmente durante todos os abates. Muito obrigada!!

A **Dra. Renata Nassu, Dr. Rymer Tullio, Avelardo** e toda equipe do laboratório de análises de carne da Embrapa Sudeste pela colaboração, ensinamentos e enriquecimento do projeto.

Aos funcionários do programa de Pós Graduação e da Embrapa Arroz e Feijão.

Aos amigos, **Gabriella, Helvio, Marcos Fernando, Marcus Vinicius, Eli Abreu (Meleta), Francisco (Chiquinho), João Medeiros, Pricila Vetrano, Letícia Castro, Matheus Lopes, Aline Cristino, Dr Júlio Bernardes e Geysa Curado.**

Aos amigos **Sílvia Silva, Ana Cláudia Lima, Paulo Eterno e Carlos Batista** pela preciosa e rara amizade, pelo apoio, por sempre acreditarem em mim, pelos conselhos, sorrisos, cuidados, lágrimas e por vocês terem me apoiado nos momentos mais difíceis, me aconselhando, fazendo de mim uma pessoa mais paciente, humilde, amorosa e confiante. Sem vocês nada disso seria possível. Muito obrigada!!!!

À **Guaporé Agropecuária S/A**, pelo fornecimento dos dados e por sempre apoiar o ensino e a pesquisa.

À **Fazenda Barreiro** e ao senhor **Francisco Xavier** pelo apoio e ter concedido as instalações para a realização do experimento. E aos funcionários da fazenda pelo carinho e auxílio.

Às instituições **Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Cerrados e Universidade Federal de Goiás**, pelo apoio técnico e científico e aprendizado de excelência.

À **Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás**, pela minha formação, desenvolvimento e crescimento pessoal.

À **Capes**, pela concessão da bolsa de estudos.

E à todos que contribuíram, diretamente e indiretamente, para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE QUADROS.....	vi
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
CAPITULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 Objetivos.....	4
2.1 Objetivo geral .....	4
2.2 Objetivos específicos .....	4
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Panorama da pecuária de corte brasileira.....	6
3.2 Programas de melhoramento genético .....	7
3.3 Componentes que interferem na qualidade da carne brasileira.....	9
3.3.1 Idade.....	9
3.3.2 Genética.....	10
3.3.3 Alimentação.....	12
3.3.4 Manejo pré abate.....	13
3.3.5 Sanidade.....	15
4 Qualidade da carcaça e carne brasileira.....	16
6 REFERÊNCIAS .....	20
CAPITULO II - CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DA CARÇA DE UMA POPULAÇÃO DE BOVINOS NELORE MOCHO SELECIONADOS PARA MACIEZ DA CARNE.....	27
1 INTRODUÇÃO.....	27
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	30

2.1 Local de execução.....	30
2.2 Conjunto de dados - Animais.....	30
2.3 Período de recria .....	32
2.4 Período de terminação em confinamento.....	33
2.5 Abate.....	35
2.6 Características avaliadas.....	35
2.6.1 Peso ao abate .....	35
2.6.2 Peso da carcaça fria e da carcaça quente .....	36
2.6.3 Peso dos quartos dianteiros, traseiro serrote e ponta da agulha .....	36
2.6.4 Rendimento de carcaça.....	36
2.6.5 Seção HH.....	37
2.6.6 Área de olho de lombo (cm <sup>2</sup> ) .....	37
2.6.7 Espessura de gordura.....	38
2.7 Análise estatística.....	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	40
4 CONCLUSÃO .....	54
5 REFERENCIAS .....	55
CAPITULO III - CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE DE UMA POPULAÇÃO DE BOVINOS NELORE MOCHO SELECIONADOS PARA MACIEZ DA CARNE.....	
1 INTRODUÇÃO.....	61
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	64
2.1 Local de execução.....	64
2.2 Conjunto de dados - Animais.....	64
2.3 Período de recria .....	66
2.4 Período de terminação em confinamento.....	67
2.5 Abate.....	69
2.6 Características Avaliadas .....	69
2.6.1 Maciez – Warner Bratzler Shear Force.....	69

2.6.2 Maciez – Texturômetro .....	70
2.6.3 Marmoreio.....	71
2.6.4 pH.....	71
2.6.5 Cor .....	72
2.6.6 Perdas por Cocção.....	72
2.6.7 Capacidade de retenção de água.....	72
2.7 Análise sensorial.....	73
2.8 Análise estatística .....	74
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	76
4 CONCLUSÃO .....	96
5 REFERENCIAS .....	97
CARACTERÍSTICAS QUALI QUANTITATIVAS DA CARNE E DA CARÇA DE BOVINOS NELORE MOCHO PERTENCENTES A UMA POPULAÇÃO SEGREGANTE SELECIONADOS PARA MACIEZ DA CARNE .....	103
CAPITULO IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	103

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Média, desvio-padrão, coeficiente de variação, mínimo e máximo do peso dos animais no início e final da recia.....	33
TABELA 2. Composição percentual e estimativa de nutrientes da dieta.....	34
TABELA 3. Estatística descritiva das características de carcaça de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne .....	40
TABELA 4. Estimativas de correlações fenotípicas entre características de carcaça de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne .....	53
TABELA 5. Médias das características de qualidade da carne de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne.....	76
TABELA 6. Média das características de maciez e suculência avaliadas em painel sensorial de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne.....	89
TABELA 7. Percentual (frequência) de classificação de análises discriminantes da característica maciez sensorial de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne.....	92
TABELA 8. Percentual (frequência) de classificação de análises discriminantes da característica de suculência da carne avaliada em painel sensorial de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne.....	94
TABELA 9. Estimativas de correlações fenotípicas entre características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne .....	95

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Relação entre a maciez (painel sensorial) e a força de cisalhamento (kgf) de amostras de contrafilé (m. *L. dorsi*) para o grupo baixo e alto WBSF....90
- FIGURA 2. Relação entre suculência (painel sensorial) e a força de cisalhamento (kgf) de amostras de contrafilé (m. *L. dorsi*) para o grupo baixo e alto WBSF.....93

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Categorias de classificação de marmoreio.....	71
QUADRO 2. Notas da análise sensorial para as características de maciez e suculência.....	74

## RESUMO

A seleção genética de animais com potencial para produção de carcaça e carne de melhor qualidade é uma estratégia que deve ser mais adotada pela pecuária brasileira. O país ocupa posição de destaque no agronegócio mundial, detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo, e um dos maiores exportadores de carne bovina, no entanto, a carne brasileira é tida como de média a baixa qualidade. Objetivou-se avaliar as características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne de bovinos Nelore Mocho, pertencentes a uma população segregante selecionada para maciez da carne. Foram utilizados 68 animais machos inteiros sendo 27 deles pertencentes ao grupo de baixo WBSF (força de cisalhamento <3,5 kgf) e 41 pertencentes ao grupo de alto WBSF (força de cisalhamento >3,5 kgf). A idade e peso inicial dos animais foram, em média de seis meses e 215,5 kg, respectivamente. Os animais foram abatidos quando atingiram peso mínimo de 500 kg e cinco milímetros de espessura de gordura, formando grupos com 17 ou 18 animais por abate. O abate ocorreu em frigorífico comercial sob Inspeção Federal (SIF 431). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com dois tratamentos (baixo e alto WBSF). Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento GLM, disponibilizados no programa estatístico SAS. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância. As análises sensoriais foram submetidas ao procedimento NPAR1WAY, e as médias foram comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Não houve diferença significativa para as características de carcaça avaliadas. A força de cisalhamento foi menor para os animais de baixo WBSF nos dois métodos analisados (1,55 kgf no texturômetro e 2,48 kgf no Warner Bratzler). O grupo de alto WBSF apresentou valor médio de 5,99 para pH, sendo superior ao grupo baixo WBSF, que apresentou pH de 6,36 em média. A carne dos animais de baixo WBSF apresentam menores perdas por cocção (18,1%) e maior capacidade de retenção de água (77,01%), sugere-se que essas diferenças possam ter sido devido ao alto valor de pH observado para os bovinos deste grupo. Os parâmetros de cor foram superiores para os animais de alto WBSF. No painel sensorial, a carne dos animais de baixo WBSF foram superiores, tanto para a característica de maciez (8,38 vs. 5,01) como para suculência (6,12 vs. 5,26), em relação ao grupo alto WBSF. Os dois grupos não diferiram em relação às características de carcaça, mas a carne dos animais de baixo WBSF apresentaram superioridade para as características de qualidade medidas objetivamente pelo painel sensorial. Dessa forma, pode-se afirmar que a seleção genética para maciez da carne não influenciou nas características de carcaça, mas foi eficiente na melhoria das características de qualidade da carne proveniente de bovinos da raça Nelore.

**Palavras-chave:** Carcaça, cobertura de gordura, maciez da carne, seleção genética, *Warner-Bratzler Shear Force* (WBSF)

## ABSTRACT

Genetic selection of animals with potential for improved carcass and meat quality is a strategy that should be employed in Brazilian livestock. The country occupies a prominent position in global agribusiness, possessing the largest commercial cattle herd in the world and being one of the largest exporters of beef. However, Brazilian beef is classified as medium to low quality. The aim of the present study was to evaluate quantitative and qualitative characteristics of the carcass and beef in Polled Nellore belonging to a segregating population selected for meat tenderness. There were 68 male animals, with age average six months and initial weights 215.5 kg. The animals were slaughtered when they reached a minimum weight of 500 kg and 5 millimeters of fat backfat, forming groups of 17 or 18 animals of each slaughter. The slaughter occurred in a commercial slaughterhouse under Federal Inspection (SIF 431). The experimental design was a randomized block design with two treatment types (low and high WBSF). Data were subjected to an analysis of variance using the GLM procedure in SAS. The treatment means were compared by the Duncan test at 5% significance. Sensory analyses were submitted to the NPAR1WAY procedure, and means were compared by the non-parametric Kruskal- Wallis test. There weren't significant differences for the carcasses characteristics evaluated. The shear force was high for animals with high WBSF analyzed in both methods (1.55 kgf and 2.48 kgf texturometer Warner Bratzler). The high group WBSF had a value of 5.99 for pH, higher than the low group WBSF, which showed a pH of 6.36. The animals of the low WBSF group had lower cooking losses, 18.1% and higher water retention capacity of 77.01%. It is suggested that these differences may have been due to the high pH value observed for animals in this group. Color parameters were better for animals with high WBSF. In the sensory panel, the animals with low WBSF were better for both, tenderness (8.38 vs. 5.01) and juiciness (6.12 vs. 5.26), compared to the high WBSF group. The two groups did not differ in carcass characteristics, but animals with low WBSF produced superior beef according to objective and taste panel evaluations. Genetic selection for meat tenderness didn't influence carcass characteristics, but was effective in improving the quality characteristics of meat in Polled Nellore cattle.

**Key works:** carcass, fat thickness, tenderness, genetic selection, Warner-Bratzler Shear Force (WBSF)

# CARACTERÍSTICAS QUALI QUANTITATIVAS DA CARNE E DA CARÇA DE BOVINOS NELORE MOCHO PERTENCENTES A UMA POPULAÇÃO SEGREGANTE SELECIONADA PARA MACIEZ

## CAPITULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1 INTRODUÇÃO

O sistema produtivo de carne bovina exige cada vez mais uma pecuária com produção eficiente e de ciclo curto, com produtos de melhor qualidade obtidos do uso de animais geneticamente superiores, manejo alimentar apropriado e condições ambientais adequadas (Bonilha et al. 2007). O Brasil é o segundo maior produtor de carne bovina e o maior exportador e tem o maior rebanho comercial (212 789 milhões de cabeças) (IBGE, 2012; USDA, 2013). Destaque no cenário mundial do agronegócio, a carne brasileira é destinada para o mercado interno em 80%, sendo os outros 20% destinados à exportação. A carne *in natura* corresponde a 76% das exportações, tendo como principais destinos a Rússia, Egito, Venezuela e Hong Kong. A carne processada corresponde a 9%, tendo como principais destinos os Estados Unidos, Reino Unido e Itália (ABIEC, 2013).

A produção brasileira de bovinos é baseada na rusticidade, fertilidade e adaptabilidade das raças zebuínas. No entanto, as médias zootécnicas são baixas em relação aos padrões desejáveis de produção (Lopes et al. 2012). A raça Nelore corresponde a 80% dos animais de origem zebuína do rebanho brasileiro devido a sua rusticidade, no entanto essa raça é tida como tardia, produzindo carne de qualidade inferior, quando comparada as raças de origem taurina (ABIEC, 2013; USDA, 2013).

A cadeia da carne bovina se encontra desestruturada, mas em processo de transformação. No entanto, a competição globalizada está fazendo com que a necessidade de se produzir de maneira eficiente e com qualidade se torne condição fundamental para sobrevivência e permanência no mercado. A condição final da carne é resultado de tudo que aconteceu com o animal em todas

as fases da cadeia produtiva ao longo de toda sua vida. Dessa forma, a melhoria dos índices zootécnicos da raça Nelore, associados à segurança sanitária, manejo nutricional eficiente, investimento em melhoramento genético, bem estar animal, certificação de qualidade de origem (rastreadabilidade) e respeito ao meio ambiente são medidas que devem ser adotadas com o objetivo de produzir carcaças de qualidade, atender as exigências do mercado e transformar a realidade da pecuária no Brasil (Faria et al. 2007; Miyagi, 2007).

A criação de bovinos em sistemas extensivos a pasto é uma vocação do Brasil, país com vasta extensão territorial e uma grande área de pastagem. Contudo, das pastagens brasileiras cerca de 80% se encontram em algum estágio de degradação, além de possuírem baixa qualidade. A distribuição estacional e variação da qualidade das gramíneas tropicais exige da produção de bovinos mais tempo para terminação desses animais. Logo, esse fato vem contribuindo para a imagem de que a carne brasileira provém de animais velhos, com aspectos qualitativos e quantitativos indesejáveis, tendo a maciez como o atributo mais questionável (Messias, 2012).

A maciez da carne é o atributo sensorial de interesse econômico que ocupa posição de destaque para o consumidor. No momento da compra o consumidor avalia, primeiramente, a cor da carne e as perdas de líquido, que irão influenciar nas características sensoriais do corte. No entanto, este atributo sensorial tão valorizado, a maciez da carne, pode sofrer influências de diversos fatores em toda cadeia produtiva. De acordo com Igarasi et al. (2009) mesmo utilizando de ferramentas de melhoramento genético, os fatores ambientais são responsáveis por grande parte da variação na maciez. Aproximadamente, 46% da variação na maciez da carne é decorrente da genética do animal, enquanto que 54% são decorrentes de efeitos ambientais.

Diversos autores afirmam que animais zebuínos produzem carne com menor maciez e de qualidade inferior e, quando utilizado em cruzamentos depreciam a qualidade da carne (Abularach et al. 1998; Andrade et al. 2010; Climaco et al. 2011; Restle et al. 1999; Shackelford et al. 1995; Wheeler et al. 1990; Wheeler et al. 1996).

Contudo, alguns autores revelaram que dentro da raça Nelore existem animais capazes de produzir carne de alto padrão de qualidade, além de uma

grande variabilidade genética que permite a exploração da característica de maciez da carne em programas de melhoramento genético (Castro et al., 2014; Sainz et al. 2005; Pereira, 2006; Magnabosco et al. 2009, Guedes, 2005).

Portanto, o conhecimento das características quantitativas e qualitativas da carne e da carcaça da raça Nelore, e suas relações com a maciez são componentes importantes para o desenvolvimento da produção de carne de qualidade no Brasil.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar características de qualidade da carne e carcaça de animais da raça Nelore Mocho oriundos de uma população segregante para o fenótipo maciez da carne, permitindo assim identificar indivíduos que apresentem maior e menor potencial para maciez.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar a relação entre as características de carcaça e a maciez;
- Analisar a relação entre as características de qualidade da carne e a maciez.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com Felício (1997; 1998) o consumidor adquire a carne pela sua qualidade nutricional, higiênica, visual e gustativa. Na qualidade visual, por exemplo a cor, é o primeiro fator determinante no momento da compra da carne, e a maciez, qualidade gustativa, é o segundo fator mais importante, que definirá se o consumidor voltará ou não a comprar o produto. Dentre as características de qualidade da carne, a maciez é o atributo de destaque para os consumidores (Bianchini et al. 2007; Costa et al. 2008). Shackelford et al., (1991) afirmaram que a maciez é o atributo de palatabilidade que mais afeta o consumo e aceitabilidade da carne bovina.

No entanto, a maciez da carne é um atributo multifatorial, sofre influências de fatores *ante mortem* como; genética, raça, sexo, alimentação, idade do animal, condição sexual e manejo e fatores *post mortem* como; queda do pH, temperatura e velocidade de resfriamento, processo de estabelecimento do *rigor mortis*, processo de maturação, armazenamento e preparo da carne (Castro et al. 2014; Prado & Felício, 2010; Prado, 2005; Pereira, 2006).

No entanto, a pecuária brasileira é baseada em sistemas de criação extensivos com gramíneas tropicais, que apresentam produção sazonal e baixa qualidade, exigindo a permanência dos animais por mais tempo no pasto, o que caracteriza a carne bovina brasileira oriunda de animais velhos. Duarte et al. (2011) reportaram os efeitos do avanço da idade para a raça Nelore na qualidade da carne bovina. Concluíram que com o avanço da idade a maciez da carne diminui, o conteúdo de colágeno total aumenta e a solubilidade do colágeno diminui drasticamente. Segundos os autores, bovinos abatidos com até quatro incisivos permanentes possuem maciez aceitável.

Outro fator importante para a maciez é a atividade da enzima calpastatina presente na carne de bovinos de origem zebuína. De acordo com Shackelford et al. (1995) a carne de animais zebuínos é menos macia que dos animais taurinos devido à atividade mais intensa da calpastatina. A calpastatina é inibidora da enzima calpaína durante o processo de proteólise *post mortem* e este inibidor possui relação com a menor maciez da carne, é encontrado em maiores

quantidades em zebuínos (Wheeler et al., 1996). A menor fragmentação da miofibrila e maior percentual de tecido conectivo na carne dos zebuínos, para Crouse et al. (1989), é a explicação mais aceitável para a menor maciez da carne desses animais.

Portanto, a maciez da carne bovina não deve ser avaliada individualmente, mas sim como um conjunto de fatores de toda cadeia produtiva, responsáveis pela qualidade final do produto. Estratégias como, a identificação de material genético superior, utilizando-se avaliações genéticas quantitativas e moleculares são alternativas promissoras para o avanço das pesquisas e tecnologias, objetivando a melhoria da qualidade da carne brasileira (Castro et al. 2014; Duarte et al., 2011).

### **3.1 Panorama da pecuária de corte brasileira**

O Brasil possui uma vasta extensão territorial, possui cerca de 170 milhões de hectares de pastagens e abriga o maior rebanho comercial do mundo. Em 2013, o país abateu cerca de 43,3 milhões de cabeça, produzindo 10,2 milhões de toneladas equivalente carcaça. De toda a produção, 80,9% foram destinadas ao consumo interno e 19,6% para a exportação (ABIEC, 2013; 2014)

Atualmente a carne *in natura* corresponde à maior parcela das exportações do país 76,6%, a carne processada 12,7%, miúdos e outros 10,7%. Tem como principais mercados Rússia, Hong Kong, Venezuela, União Europeia e Estados Unidos (ABIEC, 2014).

Atualmente o Brasil consegue atender a apenas 25% da Cota Hilton, enquanto a cota permite 10 mil toneladas. Apesar do potencial produtivo do país, existem diversas questões que o impedem de produzir com qualidade em todos os termos, gustativos, visuais e sanitárias. A rastreabilidade e controle sanitário ineficiente são dois pontos importantes, pois os animais devem ser rastreados desde a desmama, e o controle sanitário deve ser mais rigoroso. O preço em que a carne *in natura* é comercializada, normalmente, está em torno de US\$ 4.500,00/Ton, enquanto que a carne comercializada pela Cota Hilton é vendida por cerca de US\$/Ton 10.000,00/Ton, evidenciando a necessidade de contínuos

investimentos em pesquisas e metodologias que resultem na melhoria da qualidade da carcaça e da carne, como a tipificação e padronização de carcaças e cortes cárneos, que são ferramentas para agregação de valor e parametrização comercial entre os elos da cadeia produtiva (Godim, 2013; Rocha, 2013; Whately, 2013).

Medidas para melhoria da nutrição, genética, redução da idade ao abate, bem-estar animal e manejo pré-abate poderiam ser estabelecidas na produção da carne bovina brasileira, causando avanços significativos na qualidade da carne. A Austrália, por exemplo, é um país considerado um forte competidor nas exportações por apresentar maior credibilidade quanto à qualidade da carne e ao rigor sanitário. Este país possui programas de cadastramento e controle de dados do animal do nascimento a gôndola, como o *National Livestock Identification System* (NLIS), e o *Meat Standards Australia* (MSA) que certificam a qualidade da carne produzida pelos produtores, podendo receber uma valorização com acréscimo médio no valor de 50%, dependendo da categoria de qualidade (Guerra, 2011).

A produção de gado de corte brasileira tem como matéria prima base animais de origem zebuína que possui, sabidamente, a carne menos macia. Os bovinos no Brasil são abatidos, geralmente, acima dos 30 meses de idade, e a criação de bovinos em sistemas extensivos baseados em gramíneas tropicais é uma explicação para o abate em idades avançadas. Nestas situações, o conteúdo total do colágeno aumenta e sua solubilidade decresce, diminuindo, drasticamente, a maciez da carne (Godim, 2013; Duarte et al., 2011).

O uso do melhoramento genético associado aos resultados de pesquisas (Castro et al. 2014; Bonin, 2012) e aplicação dos marcadores moleculares já são utilizados como ferramentas disponíveis para o auxílio na seleção genética para a produção de carne de qualidade.

### **3.2 Programas de melhoramento genético**

A raça Nelore é conhecida por sua adaptabilidade às regiões de clima tropical, mostrando taxas altas de conversão alimentar, ganho de peso, fertilidade

e resistência a parasitoses. Muito conhecida por sua rusticidade, a raça foi se disseminando por todo país e, atualmente, corresponde a mais de 80% dos animais de origem zebuína de todo rebanho brasileiro (Andrade et al., 2010; Restle et al., 1999).

Em 1968 o professor Prof. Dr. Warwick E. Kerr iniciou os primeiros trabalhos de seleção da raça Nelore. Neste contexto, foi marcante sua ação na mudança dos paradigmas da seleção de animais superiores, pois até então, primava-se pelas características raciais. Com o desenvolvimento de pesquisas e criação do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN) em 1988, iniciou-se a utilização das mensurações de perímetro escrotal como critério para seleção na raça Nelore e, com realização de mensurações mensais da desmama aos 550 dias de idade (ANCP, 2014).

A partir da criação do programa Nelore Brasil, antigo PMGRN pesquisadores buscaram a seleção genética funcional ligada a características de impacto e interesse econômico. Em 1994 foram realizadas as primeiras medições de ultrassonografia em 200 animais jovens da raça Nelore, participantes do PMGRN, mas foi em 2003 que ocorreu a inclusão da Diferença Esperada na Progenie (DEP) para características quantitativas de carcaça, área de olho de lombo (DAOL), espessura de gordura entre a 12° e 13° costela (DEG) e espessura de gordura na garupa (DEGP8). E então, iniciaram pesquisas mais intensas sobre as características de carcaça e qualidade de carne em busca de animais de potencial genético superior, pois o Brasil já era destaque no cenário do agronegócio mundial (ANCP, 2014). Mais recentemente, a DEP para marmoreio foi incluída no Programa Nelore Brasil (PMGRN). De acordo com Bonifácio et al. (2013) a seleção genética para marmoreio é fundamental para melhorar as características de qualidade da carne e atingir novos mercados que remuneram por qualidade.

Por meio da utilização das ferramentas de seleção genética com o auxílio dos programas de melhoramento genético, foi possível o grande avanço no desenvolvimento da raça Nelore ao longo de todos esses anos de pesquisa, proporcionando uma maior produção por área, animais mais pesados, mais produtivos, melhores índices de fertilidade e melhores características de carcaça e carne, levando o país a ser um dos maiores exportadores de carne bovina do

mundo. Contudo, ainda existem muitas pesquisas, estudos e tecnologias a serem desenvolvidas sobre as características de carcaça e carne, pois o Brasil ainda é um grande produtor e exportador em quantidade, mas sua carne ainda é classificada como de média a baixa qualidade (ANCP, 2014).

### **3.3 Componentes que interferem na qualidade da carne brasileira**

#### **3.3.1 Idade**

De acordo com Lawrie (2005), independente da raça, sexo ou espécie a composição dos músculos varia de acordo com a idade do animal, havendo aumento geral de vários outros parâmetros com exceção da água. No músculo *Longissimus dorsi* bovino a taxa de aumento do conteúdo de nitrogênio diminui após cinco meses de idade, ocorre grande aumento no conteúdo de gordura intramuscular e mioglobina, havendo diminuição no conteúdo de umidade do músculo. Contudo, alterações no conteúdo e natureza do colágeno são mais relevantes em relação à qualidade da carne, em especial à maciez. O grau de ligações cruzadas intra e intermoleculares entre cadeias polipeptídicas no colágeno aumentam com o avanço da idade do animal, havendo redução na solubilidade do colágeno devido às ligações termoestáveis, prejudicando a maciez da carne.

Em países onde a criação de bovinos ocorre, em sua maioria, em sistema de criação extensivo a pasto, os animais são, geralmente, abatidos em idades avançadas. Este fato se deve à sazonalidade da quantidade e qualidade na produção das pastagens, que demanda mais tempo para a terminação dos animais. A produção de carne bovina oriunda de animais com idades avançadas é uma das causas do baixo valor agregado da carne brasileira, pois a idade exerce grande influência na qualidade da carne (Paulino et al., 2013).

Bovinos mantidos em pastagens tropicais, especialmente na seca, sofrem deficiências nutricionais devido à estacionalidade de produção dessas gramíneas. Pois, durante a seca o valor nutritivo da gramínea é baixo, não atingindo 7% de proteína bruta, valor limite para o desenvolvimento de

microrganismos no rúmen, digestibilidade e consumo da forragem, resultando em baixo desempenho dos animais. Ademais, o nível de ingestão de nutrientes digestíveis pode afetar a composição da carcaça (Baroni et al., 2010).

Segundo Rubiano et al. (2009) a redução da idade ao abate aliada à utilização de animais geneticamente superiores, é uma alternativa para a produção de carne bovina com eficiência e qualidade. Para Metz et al. (2009), o abate de animais com idade inferior a 36 meses, peso elevado e grau de acabamento adequado é condição fundamental para atender as exigências dos frigoríficos e se manter no mercado das exportações.

Rubiano et al. (2009), avaliando características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore, Canchim e seus mestiços, abatidos em idade superprecoce, observaram que animais Nelore apresentaram qualidade de carne superiores com 16,58% de perdas por cocção e força de cisalhamento de 2,05 kgf, quando comparado a bovinos abatidos em idades mais avançadas.

Costa et al. (2008), avaliando qualidade da carne de bovinos Nelore e F<sub>1</sub>Nelore x Sindi, abatidos aos 36 e 48 meses de idade, relataram que animais abatidos aos 48 meses apresentaram carne mais escura, menores perdas por cocção e maiores teores de gordura no músculo, como mencionado anteriormente por Lawrie (2005).

Duarte et al. (2011), avaliando a influencia da maturidade fisiológica de bovinos Nelore, por meio da arcada dentária, sobre as características de qualidade da carne, relataram redução acentuada na maciez da carne com o avanço da idade dos animais. Os autores ainda observaram redução no índice de fragmentação miofibrilar, aumento no conteúdo total de colágeno e diminuição da solubilidade do colágeno, sendo estas as principais características que explicam a redução na maciez da carne com o avanço da idade ao abate de bovinos.

### **3.3.2 Genética**

A genética exerce grande influência sobre as características de carcaça e qualidade de carne, uma vez que existem raças com aptidões diferentes. Para Felício (1997) existem diferenças genéticas capazes de alterar o

metabolismo post mortem, ocasionando em diferenças importantes na maciez da carne. De acordo com Whipple et al. (1990), calpastatina, proteína endógena inibidora das calpaínas (proteases cálcio-dependentes) é uma das possíveis causas da diferença na maciez da carne entre animais de origem zebuína e taurina.

Segundo Wheeler et al., (1996) a atividade da calpastatina é maior em bovinos de origem zebuína. Esta proteína inibe o processo de proteólise *post mortem* e este inibidor possui relação com a menor maciez da carne.

A seleção genética objetivando a melhoria das características de qualidade de carne é uma alternativa estratégica que deve ser adotada, pois o rebanho bovino brasileiro tem como base o material genético proveniente de animais de origem zebuína, em sua maioria, composto pela raça Nelore. Esta raça é, basicamente, formada por sete linhagens, responsáveis pela constituição genética dos atuais rebanhos. O estudo destas linhagens é de fundamental importância para a manutenção da variabilidade genética da raça Nelore, tornando possível a resposta à seleção genética para as características de interesse econômico. No entanto, pouco se tem discutido sobre a relação com as características de carcaça e carne (Magnabosco et al., 1997; Magnabosco et al., 2002; Pereira, 2006).

Vittori et al. (2006), objetivando avaliar características de carcaça de diferentes grupos genéticos selecionados para peso aos 378 dias idade, abatidos aos 24 meses, observou que bovinos da raça Nelore selecionados foram superiores para peso de carcaça quente e fria, rendimento de carcaça quente e frio, dianteiro, ponta da agulha e traseiro especial, em relação aos animais Nelore não selecionados (controle), demonstrando o impacto da seleção genética na melhoria das características de carcaça.

Razook et al. (2002), avaliando características de carcaça da 16<sup>a</sup> progênie dos rebanhos Nelore, Guzerá e Caracu de Sertãozinho, selecionados para peso aos 378 dias de idade, abatidos aos 27 meses de idade, observaram superioridade dos bovinos Nelore selecionados para peso ao abate e peso de carcaça, comparado aos bovinos Nelore não selecionados. Ainda segundo os autores, as características de qualidade de carcaça e carne como área de olho de lombo (71,7cm<sup>2</sup> vs. 65,6 cm<sup>2</sup>), força de cisalhamento (5,7kgf vs. 5,9 kgf) e perdas

por cocção (23,8 vs. 22,5), foram semelhantes entre os animais Nelore selecionados e não selecionados.

Corroborando com esses resultados, Bianchini et al. (2007) relataram superioridade de bovinos Nelore selecionados para peso ao abate, peso de carcaça e cortes primários, em relação ao Nelore não selecionado. Contudo, os autores observaram força de cisalhamento de 3,17 kgf para o Nelore selecionado, contra 4,25 kgf do Nelore não selecionado, indicando que a seleção para peso aos 378 dias de idade, contribuiu significativamente para melhoria da maciez da carne dos animais em questão, visto que, uma carne com força de cisalhamento de 3,17 kgf é considerada muito macia (Castro et al., 2014; Shackelford et al., 1999).

### **3.3.3 Alimentação**

Os efeitos da dieta e seus níveis nutricionais nas características da carcaça e da qualidade da carne estão extensamente documentados na literatura. O sistema de produção influencia de maneira direta ou indireta a qualidade final da carcaça e da carne. Essas influências são, basicamente, a associação do potencial produtivo do animal aos planos nutricionais a que os mesmos foram submetidos nos diferentes estágios de sua vida, o que resultará em alterações nas taxas de crescimento e na deposição dos tecidos corporais (Felício, 1997; Paulino et al., 2013).

Outrora, acreditava-se que a qualidade da carcaça e da carne produzidos dependia unicamente dos últimos meses antecedentes ao abate dos animais, quando os mesmos iniciavam o período de terminação. Contudo, pesquisas revelaram que a produção de carne de qualidade inicia-se ainda na fase intrauterina do animal (Paulino et al., 2013). Ressalta-se ainda, a importância da nutrição da vaca durante todo o período de gestação, não somente no terço final, como geralmente tem-se observado, pois a restrição alimentar durante os estágios iniciais da gestação pode acarretar na redução da deposição de tecido musculares e adiposos do bezerro (Duarte et al., 2011).

Dentre as características de carcaça, a gordura subcutânea exerce forte influencia sobre a qualidade da carcaça e é influenciada pela alimentação. A gordura de cobertura é fundamental na manutenção da qualidade da carcaça, pois atua como isolante térmico, protegendo-a da queda brusca de temperatura durante o resfriamento, evitando o encurtamento das fibras musculares, a desidratação e escurecimento da carne (Felício, 1997; Maggioni et al., 2012).

A intensificação da atividade pecuária, principalmente objetivando a redução da idade ao abate, obrigou produtores a optarem por sistemas de criação intensiva, confinamentos e dietas com nível de energia mais alto, favorecendo maiores rendimentos de carcaça e cortes comerciais e acabamento adequado (Missio et al., 2010).

Apesar da ausência de diferença estatística, Climaco et al. (2006) observaram aumentos na área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea de bovinos Nelore recebendo suplementação, comparado ao grupo controle (sem suplementação), abatidos aos 28 meses de idade. O mesmo comportamento foi observado por Aferrri et al. (2005) para características de carcaça de bovinos cruzados ( $\frac{3}{4}$  Simental Nelore x Brangus), abatidos aos 18 meses de idade.

### **3.3.4 Manejo pré abate**

O manejo pré abate inicia-se com o embarque dos animais na fazenda e termina com a estocagem das carcaças já resfriadas. Este período é marcado por uma série de eventos como, movimentação dos animais, abrangendo o embarque, transporte, seleção, descanso, banho de aspersão, seringa, insensibilização. Essa sequência de acontecimentos exerce influencia sobre a qualidade final da carne. Assim, a baixa qualidade está relacionada ao estresse ocorrido neste período. Portanto, atenção e cuidados devem ser tomados na realização de cada etapa (Ramos, 2012).

O principal acontecimento durante o manejo pré-abate que, está diretamente correlacionado com a qualidade final da carne, é a alteração das reservas de glicogênio nos músculos dos animais. Quando os bovinos são

submetidos ao estresse, as reservas de glicogênio tendem a diminuir ou serem totalmente exauridas, causando sérios prejuízos à qualidade da carne. Se as reservas de glicogênio são insuficientes para sustentar o metabolismo anaeróbico e produzir ácido láctico suficiente para o estabelecimento ideal do pH acarreta-se carnes com elevados valores de pH final, cor escura e vida de prateleira curta, além da aparência negativa desse corte, que na maioria das vezes, é confundido com carne de animais velhos ou com sinais de deterioração (Felício, 1997; Ramos, 2012).

As vantagens de um bom manejo pré-abate são consideradas muito importante economicamente, por estarem ligadas às perdas por lesões durante esse período. Países como Estados Unidos e Austrália desenvolvem com frequência estudos a respeito das lesões causadas durante o manejo pré-abate, pesquisas que não são comuns no Brasil (Braggion & Silva, 2004).

Objetivando quantificar as lesões em bovinos abatidos em frigoríficos no Pantanal Sul-Matogrossense, Braggion e Silva (2004) relataram que, de todas as carcaças avaliadas, ocorreram 35,64% de lesões na porção anterior da carcaça, 18,09% na porção mediana e 46,28% na porção posterior. Estes resultados são preocupantes, pois os cortes de maior valor comercial estão situados na porção posterior da carcaça, resultando em grandes prejuízos econômicos. Os autores evidenciam que as causas das lesões são, frequentemente, causadas pela mudança de comportamento dos animais devido ao estresse, como, por exemplo, quedas, contusões e machucaduras.

Andrade et al. (2008) objetivando avaliar a prevalência de lesões em bovinos de corte abatidos no Pantanal Sul-Matogrossense transportados por vias fluviais, relataram que das 88 carcaças avaliadas, 94,3% apresentaram uma ou mais lesões, resultando na remoção de 40,0 kg de carne, considerando 481 gramas por animal lesionado. Os autores ressaltaram que o aumento das lesões foi causado, principalmente, pelo aumento do tempo de transporte, jejum e interação homem-animal durante o manejo pré abate, que influenciaram no estado fisiológico dos animais, provocando um efeito negativo na qualidade da carne.

Ainda segundo os autores, a maioria das lesões ocorreram no quarto traseiro especial em todas as condições avaliadas (CI, CII e CIII), sendo, CI:

lagarto 12,64%; CII: lagarto 35% e alcatra 15% e CIII: alcatra 40,49% e lagarto 30,83%.

### 3.3.5 Sanidade

O Brasil tem áreas livres de febre aftosa com vacinação, sendo o estado de Santa Catarina o único livre da febre aftosa sem vacinação. Recentemente, o estado do Amazonas caiu de alto para médio risco da doença. O objetivo é que até 2015 o Brasil seja considerado um país livre da doença. A Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEA), ou mal da vaca louca, é considerada no país como risco insignificante. Esta é a melhor classificação possível para um país em relação a esta enfermidade (ABIEC, 2013; MAPA, 2013; Beef point, 2013).

Todavia, não é possível afirmar que o Brasil esteja entre os melhores países em qualidade sanitária na produção da carne bovina. Recentemente, em 2013, as exportações de carne bovina e suína foram embargadas pela Rússia (10 frigoríficos, sendo um de suínos e nove de bovinos) alegando inconformidade com as normas sanitárias do país. Durante negociações, 10 países que impuseram restrições sanitárias à carne brasileira e seus derivados. Alegaram que o motivo da restrição foi que em 2010, testes realizados com uma fêmea morta no Paraná apontaram a existência do agente causador da Encefalopatia Espongiforme Bovina. Apesar de que o Ministério da Agricultura tenha informado que o animal nunca desenvolveu a doença, apenas tinha a forma de EEB considerada "atípica" por cientistas (ABIEC, 2013).

Além disso, os embargos que ocorrem anualmente, devido às contaminações por ivermectina, ractopamina, antibióticos do grupo tetraciclina e outras substâncias que, confirmam a existência de um controle sanitário eficiente no Brasil (ABIEC, 2013; Beef Point, 2013).

Para acabar com esses problemas o país deve investir em desenvolvimento tecnológico, controle sanitário mais rigoroso, técnicas de inspeção, abate e processamento, além de melhorar os níveis dos aspectos toxicológicos, nutricionais, higiênicos e sensoriais da carne produzida no Brasil,

buscando, também, alcançar os mercados mais exigentes como Japão, Coréia do Sul e outros (Ramos, 2012).

#### **4 Qualidade da carcaça e carne brasileira**

A raça Nelore apresenta características de carcaça inferiores, quando comparada com carcaças de animais taurinos. A raça Nelore é caracterizada como tardia, animais que permanecem mais tempo a pasto ou em confinamento para atingirem o ponto de abate. Segundo Restle et al. (1999; 2000) animais taurino como Charolês e Hereford apresentam peso vivo e peso de carcaça fria superiores ao Nelore. Mas o Nelore apresenta rendimento de carcaça superior aos demais, fato justificado pelos animais taurinos apresentarem maiores pesos de patas, cabeça, couro e trato digestivo, em relação ao Nelore.

Apesar da musculosidade representar a porção comestível da carcaça, a espessura de gordura é uma característica de extrema importância, pois atua como isolante térmico da carcaça, evitando o ressecamento pelo frio e mais importante, evitando o *Cold Shortening*, ou encurtamento das fibras musculares pelo frio, fato que ocorre em carcaças com espessura de gordura menor que 3 mm, comprometendo a qualidade da carcaça e da carne (Missio et al., 2010).

A maciez da carne pode ser mensurada pelo método sensorial ou instrumental, ou seja, avaliada em painel sensorial por meio de avaliação degustativa por provadores treinados ou não treinados, bem como pelo texturômetro medindo a força necessária para cisalhar uma amostra de tamanho conhecido dado em quilos de força (kgf). Para Bonin (2008) a maciez é o grau de dureza da carne como sendo o resultado dos componentes estruturais, ou não, degradados durante o processo de maturação. Mas, estudos mostram a influencia de diversos fatores sobre a maciez, sendo divididos entre fatores *ante mortem* (genética, raça, sexo, alimentação, idade, condição sexual e manejo) e *post mortem* (queda do pH, temperatura e velocidade de resfriamento, estabelecimento de *rigor mortis*, processo de maturação, armazenamento e preparo da carne). Em síntese, a maciez é o resultado da influencia de todos os

fatores durante a vida do animal e após sua morte ao longo de toda cadeia produtiva.

Com o avanço da idade, ocorrem transformações na composição corporal dos bovinos. A umidade diminui com conseqüente aumento do conteúdo de cinzas. O nitrogênio total diminui, a mioglobina e a gordura aumentam. O conteúdo de tecido conjuntivo é maior em animais jovens do que em animais velhos, o conteúdo de colágeno e elastina diminuem com o avanço da idade, no entanto, o grau de ligações cruzadas intra e intermoleculares entre as cadeias polipeptídicas no colágeno aumentam (Lawrie, 2005). Dessa forma, a insolubilidade do colágeno está associada à redução da maciez da carne em animais velhos.

Quando a idade ao abate passa de dois anos para quatro anos, aproximadamente, a força de cisalhamento pode aumentar em 3,05 kgf segundo Duarte et al. (2011) estudaram a qualidade da carne de bovinos Nelore abatidos com dois, quatro, seis e oito incisivos permanentes. Os autores ainda relataram que houve diminuição na solubilidade do colágeno em 18% dos animais abatidos com dois incisivos permanentes para os abatidos com oito incisivos permanentes.

A solubilidade do colágeno está mais relacionada à taxa de crescimento e maturidade do que com a idade cronológica. Assim, animais terminados a pasto têm menor taxa de crescimento e quando abatidos já atingiram e à maturidade, dessa forma, apresentam maior quantidade de colágeno insolúvel ou termoestável (Paulino et al., 2013).

A maior diferença entre os músculos está na composição percentual dos diversos tipos de fibra, que constituem 95% da massa muscular. As fibras oxidativas e glicolíticas apresentam marcantes diferenças metabólicas e bioquímicas que influenciam na qualidade da carne. As fibras oxidativas possuem contração lenta, metabolismo oxidativo, são mais finas, resistentes à fadiga e de coloração vermelha, já as fibras glicolíticas possuem contração rápida, metabolismo oxidativo-glicolítico, são mais grossas, produzem muita força, mas têm baixa resistência à fadiga e são de coloração intermediária (Godim, 2013).

Existem fortes evidências bioquímicas da influência da tipologia muscular sobre a maciez da carne. As fibras glicolíticas apresentam maior atividade pós morte da calpaína e apresentam maior conteúdo de glicogênio; já

os discos Z dos sarcômeros das fibras oxidativas são mais espessos, apresentando uma proteólise mais demorada (Godim, 2013; Maggioni et al., 2012). Animais da raça Nelore apresentaram maior frequência de fibras oxidativas, sendo associado à maior susceptibilidade ao estresse pré abate de acordo com Maggioni et al., (2012) estudaram as influencias dos grupos genéticos e graus de acabamento sobre a qualidade da carne. Os autores ainda relataram uma relação entre a maior frequência de fibras oxidativas com valores mais altos de pH e menores médias de luminosidade para os bovinos Nelore. Arrigoni et al., (1998) ressaltam que o tipo de dieta, com ou sem restrições, causam alterações nas proporções dos tipos de fibra muscular em bovinos, podendo causar possíveis alterações na qualidade da carne. Dessa forma, sugere-se que os tipos de fibra muscular exercem influencias sobre a qualidade da carne. Mas, como mencionado por Godim (2013) são escassos os trabalhos sobre tipologia muscular, suas diferenças bioquímicas e sua influência na maciez da carne.

As calpaínas são responsáveis por degradar as proteínas miofibrilares, elas são os catalisadores da degradação de proteínas específicas conduzindo a um aumento progressivo da maciez da carne, mas são inibidas pela calpastatina, limitando que a fragmentação das fibras musculares. Autores afirmam que a protease calpastatina é uma das responsáveis pelas diferenças de maciez da carne entre animais de origem zebuína e taurina. Shackelford et al. (1991) relataram maiores níveis da inibidora protease calpastatina em bovinos de origem zebuína, justificando a menor maciez da carne nestes animais.

Rubesan et al. (1998), avaliando a influência do genótipo de origem zebuína na atividade da calpastatina e na maciez da carne, observaram que quanto maior o grau de sangue zebuíno, maiores foram os níveis de calpastatina encontrados, e conseqüentemente maiores os valores de força de cisalhamento, ou seja, resultando em carnes mais duras. Os mesmos resultados foram relatados por Shackelford et al. (1991) e Wheeler et al. (1990), estudando a maciez da carne em bovinos Hereford, Brahman e cruzamentos com a raça Brahman.

A seleção genética para genótipos com baixa atividade da enzima calpastatina seria de extrema importância para melhorar a maciez da carne dos animais zebuínos, uma vez que animais de origem zebuína apresentam altos níveis desta proteína. Essa seleção poderia resultar em melhorias na maciez, pois

Shackelford et al. (1994) relataram herdabilidade do nível de calpastatina de 0,65 e, que sua correlação com a força de cisalhamento foi de 0,50, indicando que a seleção genética para essa característica poderia trazer grandes avanços para melhoria da qualidade da carne brasileira, pois cerca de 80% de todo rebanho brasileiro é composto por animais de origem zebuína.

Estudando análise genética quantitativa da característica maciez da carne em bovinos Nelore Mocho Castro et al. (2014) obtiveram uma estimativa de herdabilidade igual a 0,11. No entanto, Smith et al. (2007) avaliando parâmetros genéticos para características de crescimento e carcaça de bovinos Brahman relataram herdabilidade de 0,29 para força de cisalhamento no 7º dia de maturação. Shackelford et al. (1994) relataram herdabilidade de 0,53 avaliando correlações genéticas e fenotípicas de bovinos para atividade *post mortem* da calpastatina, marmoreio, força de cisalhamento, taxa de crescimento e rendimentos.

Dessa forma, são necessários mais estudos sobre a maciez da carne da raça Nelore, pois diversos são os fatores que a influenciam, mas o conhecimento de suas relações e interações ainda é escasso. É possível afirmar que a seleção genética poderá gerar grandes impactos econômicos em relação às características de qualidade da carne, visto que, a herdabilidade para calpastatina e maciez é de magnitude moderada, havendo a possibilidade de respostas positivas para a seleção das características em questão. O Brasil produz e é conhecido mundialmente em questão de quantidade, deixando a desejar na qualidade da carne bovina produzida. Portanto, a identificação, seleção e multiplicação, por meio de técnicas de genética quantitativa ou molecular, de animais com potencial genético superior para as características mencionadas são de extrema importância.

## 6 REFERÊNCIAS

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Exportações Brasileiras de Carne Bovina**. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=6>. Acesso em: 20/05/2013.

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Balanço da pecuária**. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>. Acesso em: 20/01/2014.

Abularach M.L., Rocha C.E., Felicio P.E.. 1998. Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, v. 18, n.2 p.205-210.

AFERRI, G, LEME, P, R.; LUZ E SILVA, S. et al. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1651-1658, 2005.

ANCP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES. **História**. Disponível em: [http://www.ancp.org.br/pagina/25/historia#.UwFA0\\_IdV0Y](http://www.ancp.org.br/pagina/25/historia#.UwFA0_IdV0Y). Acesso em: 15/01/2014.

ANDRADE, E. N et al., Prevalência de lesões em carcaças de bovinos de corte abatidos no Pantanal Sul Matogrossense transportados por vias fluviais. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, 28(4): 822-829, out.-dez. 2008.

ANDRADE, P. L.; BRESSAN, M. C.; GAMA, L. T. et al. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.8, p.1791-1800, 2010.

ANDRADE, P. L.; BRESSAN, M. C.; GAMA, L. T.; GONÇALVES, T. M.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1791-1800, 2010.

ARRIGONI, M.B.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, A.C. et al. Estudo dos efeitos da restrição alimentar nas características das fibras musculares de bovinos jovens confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.7, p.1121-1127, 1998.

BARONI, C. E. S.; LANA, R. P.; MANCIO, A. B.; QUEIROZ, A. C.; LEÃO, M. I.; SVERZUT, C. B. Níveis de suplemento à base de fubá de milho para novilhos Nelore terminados a pasto na seca: desempenho, características de carcaça e avaliação do pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.1, p.175-182, 2010

BEEFPOINT. **Abiec: status do Brasil de risco insignificante para EEB é mantido**. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/giro-do->

boi/abiec-status-do-brasil-de-risco-insignificante-para-eeb-e-mantido/ Acesso em: 12/07/2013.

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A. M. ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; HADLICH, J. C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007.

BONIFÁCIO, A. S.; FIGUEIREDO, L. G. G.; LEITE, J. F.; ARAÚJO, F. R. C.; SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B. **Características de Marmoreio e Composição de Carcaça do Programa Nelore Brasil**. Disponível em: [http://novo.ancp.org.br/adm/Filemanager/ckeditor/arquivos/Caracteristicas\\_de\\_Marmoreio\\_e\\_Composicao\\_de\\_Carcaca\\_do\\_Programa\\_Nelore\\_Brasil.pdf](http://novo.ancp.org.br/adm/Filemanager/ckeditor/arquivos/Caracteristicas_de_Marmoreio_e_Composicao_de_Carcaca_do_Programa_Nelore_Brasil.pdf) > Acessado em: 21/01/2014.

BONILHA, S. F. M.; PACKER, I. U.; FIGUEIREDO, L. A.; ALLEONI, G. F.; RESENDE, F. D.; RAZOOK, A. G. Efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre características de carcaça e rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.5, p.1275-1281, 2007

BONIN, M. N. **Avaliação de características de desempenho e qualidade de carne em linhagens e touros representativos da raça Nelore, utilizando ultrassonografia, análise de imagens e NIRS**. 2012. 135p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade de São Paulo Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga-SP.

BONIN, M. N. **Estudo da influência de touro e de genearca da raça Nelore nos aspectos quantitativos e qualitativos de carcaça e da carne**. 2008. 179p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade de São Paulo Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga-SP.

BRAGGION, M.; SILVA, R. A. M. S. Quantificação de Lesões em Carcaças de Bovinos Abatidos em Frigoríficos no Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Comunicado Técnico 45**. Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, Dezembro, 2004.

CASTRO, L. M.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; FARIA, C. U.; LOPES, F. B. Quantitative genetic analysis for meat tenderness trait in Polled Nellore cattle. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. , abr-jun, 2014.

CLIMACO, S. M., AZAMBUJA RIBEIRO, E. L., DA ROCHA, M. A., MIZUBUTI, I. Y., DAS DORES FERREIRA DA SILVA, L. & TORO TERCÍLIO TURINI, N. Y. Características de Carcaça e qualidade de carne de bovinos inteiros ou castrados da raça Nelore, suplementados ou não durante o primeiro inverno. **Ciência Rural** (36), n.6, 2006.

CLIMACO, S.M.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y.; et al. Características de carcaça e qualidade da carne de bovinos de corte de quatro grupos genéticos

terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.12, p.2791-2798, 2011.

COSTA, D.P.B.; RODRIGUES, V.C.; SILVA, J.C.G.; NETO, O.C.; SOUSA, S.L.G.; SOUSA, J.C.D.; E MOURÃO, R.C. Qualidade da carne de novilhos Nelore e F1 Nelore x Sindi. **Archivos de Zootecnia**. 57 (219): 345-348. 2008.

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

DUARTE, M.S; PAULINO, P.V.R.; FONSECA, M.A.; DINIZ, L.L.; CAVALI, J.; SERÃO, N.V.L.; GOMIDE, L.A.M.; REIS, S.F.; COX, R.B. Influence of dental carcass maturity on carcass traits and meat quality of Nelore bulls. **Meat Science** 88, 441–446, 2011.

FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; REYES, A. de los.; SAURESSIG, M. G.; LÔBO, R. B. Utilização de escores visuais de características morfológicas de bovinos Nelore como ferramenta para melhoramento genético animal. **Documentos 177**. Embrapa Cerrados. Planaltina-DF, 2007.

FELÍCIO, P.E. de. **Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina**. In: A. M. Peixoto; J. C. Moura; V. P. de Faria. (Org.). *Produção de Novilho de Corte*. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 1997, v. Único, p.79-97.

FELÍCIO, P.E. de. **Higiene Alimentar**, São Paulo SP, v.12, n.54, p.16-22, 1998.

GODIM, F. Bioquímica muscular, maciez da carne e melhoramento das raças zebuínas. **Revista Política Agrícola** N° 4 – Out./Nov./Dez. 2013.

GUAPORÉ PECUÁRIA. **Variabilidade Genética**. Disponível em: [http://www.guaporepecuaria.com.br/pecuaria/trabalhos/17\\_nem\\_heterose\\_dbo/importancia\\_heterose.html](http://www.guaporepecuaria.com.br/pecuaria/trabalhos/17_nem_heterose_dbo/importancia_heterose.html). Acesso em: 15/12/2013.

GUEDES, C, F. **Desempenho produtivo e características de carcaça das progênes de touros representativos da raça Nelore e de diferentes grupos genéticos**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Estatística da Produção Pecuária**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.b>. Acesso em: 20/11/2012.

IGARASI, M. S.; ARRIGONI, M. B.; HADLICH, J. C.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, C. L.; OLIVEIRA, H. N. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 520-528, 2009

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. Porto Alegre: Ed. Artmed. 6° edição, 2005, 384p.

PAULINO, P. V. R.; DUARTE, M. S.; OLIVEIRA, I. M. aspectos zootécnicos determinantes da qualidade de carne. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 8., 2013, Itapetinga. **Anais...** Itapetinga: UESB, 2013. p. 8-37.

LOPES, L.S.; LADEIRA, M.M.; GONCALVES, T.M.; MACHADO NETO, O.R.; PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; RAMOS, E.M.; OLIVEIRA, D.M. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.970-977, 2012a.

MAGGIONI, D.; PRADO, I. N.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M. V.; MARQUES, J. A.; BRIDI, A. M.; MOLETTA, J. L.; ABRAHÃO, J. J. S. Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 391-402, jan./mar. 2012.

MAGNABOSCO, C. U.; TROVO, J. B., TORRES JUNIOR, R. A. A.; FARIA, C. U.; MARTINS, C. F.; REGINATO, L.; FRAGOSO, R. R.; TELLES, M. P. C.; SILVA, C. C.; ARAUJO, F. R. C.; PRADO, C. S.; SAINZ, R. D. **Caracterização e seleção genética para maciez da carne em bovinos Nelore Mocho**. Projeto Macroprograma 2, Documento de Circulação Restrita, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2009.

MAGNABOSCO, C.U.; CORDEIRO, C.M.T.; TROVO, J.B. **Catálogo de linhagens do germoplasma zebuino: raça Nelore**. Brasília: Embrapa - Cenargen, 52p., 1997. (Embrapa Cenargen. Documento, 23).

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Exportações**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/exportacao> Acesso em: 08/11/2013.

Messias, T. M. **Período de descanso ante-mortem e qualidade da carne de bovinos abatidos em frigorífico comercial**. 2012. 41p. (Mestrado Profissional em Zootecnia). – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

METZ, P. A. M.; MENEZES, L. F. G.; ARBOITTE, M. Z.; BRONDANI, I. L.; RESTLE, J.; CALLEGARO, A. M. Influência do peso ao início da terminação sobre as características de carcaça e da carne de novilhos mestiços Nelore x Charolês. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.2, p.346-353, 2009.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; SAGABINAZZI, L. R. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 7, p. 1610-1617, 2010

MIYAGI, E. S. **Caracterização genética e sua associação com características de crescimento e de carcaça em bovinos caracu terminados em confinamento**. 2007. 88f. (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade do Estado de Goiás, Goiânia.

PEREIRA, A. S. C. **Características qualitativas da carcaça e da carne das progênes de touros representativos da raça nelore (*Bos indicus*) e de diferentes grupos genéticos**. 2006. 115 f. (Doutorado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga, São Paulo.

PRADO, C. S. **Influência do método de resfriamento de carcaças bovinas nas variações de peso e nas medidas físico-químicas, sensoriais e microbiológicas do contrafilé (*m. longissimus dorsi*)**. 2005. 147 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimento) – Faculdade de Engenharia de Alimento, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PRADO, C. S.; FELÍCIO, P. E. Effects of chilling rate and spray-chilling on weight loss and tenderness in beef strip loin steaks. **Meat Science**. 86 430–435, 2010.

RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; RUGGIERI, A. C.; NARDON, R. F.; CYRILLO, J. N. S. G. Desempenho em pastagens e características de carcaça da 16ª progênie dos rebanhos Nelore, Guzerá e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.3, p.1367-1377, 2002 (suplemento).

RESTLE, J. VAZ, F. N.; QUADROS, A. R. B.; MÜLLER, L. Características de Carcaça e da Carne de Novilhos de Diferentes Genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.6, p.1245-1251, 1999.

RESTLE, J.; VAZ, F. N.; FEIJO, G. L. D.; BRONDANI, I. L.; ALVEZ FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. C.; FATURI, C.; PACHECO, P. S. Características de Carcaça de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Composições Raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 29(5):1371-1379, 2000.

RUBESAN, 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 em Alimentos**. Vol. 18 n. 4 Campinas Oct./Dec. 1998.

RUBIANO, G. A. G.; ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; GONÇALVES, H. C.; ANGERAMI, C. N. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2490 - 2498, 2009.

SAINZ, R. D.; MAGNABOSCO, C. U.; MANICARDI, F.; ARAUJO, F.; LEME, P. R.; LUCHIARI, A.; MARGARIDO, R.; PEREIRA, A. S. C.; GUEDES, C. F. Projeto OB-Choice: genética para melhorar a qualidade da carne brasileira. In: III Congresso

Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 3., 2005, São Pedro. **Anais...** São Pedro: CTC, p. 265, 2005.

SAINZ, R. D.; MAGNABOSCO, C. U.; MANICARDI, F. **OB-CHOICE - Estudo de Linhagens Nelore.** Disponível em: [http://www.guaporepecuaria.com.br/pecuaria/trabalhos/05\\_nem\\_projeto\\_obchoice/projeto\\_ob\\_choice.html](http://www.guaporepecuaria.com.br/pecuaria/trabalhos/05_nem_projeto_obchoice/projeto_ob_choice.html) Acesso em: 15/12/2013.

SAS INSTITUTE INC. **SAS onlineDOC® 9.1.3**, Cary, NC. 2004.

SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M. F.; CROUSE, J. D.; REAGAN, J. O. An evaluation of tenderness of the Longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal Animal Science**. 69:171-177, 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 BovinePostrigor Calpastatin Activity, Intramuscular Fat Content, Warner-Bratzler Shear Force, Retail Product Yield, and Growth Rate. **Journal Animal Science**. 72:857-863, 1994.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE. Relationship Between Shear Force and Trained Sensory Panel Tenderness Ratings of 10 Major Muscles from Bos indicus and Bos taurus Cattle. **Journal Animal Science**. 73:3333–3340, 1995.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Tenderness Classification of Beef: II. Design and Analysis of a System to Measure Beef Longissimus Shear Force Under Commercial Processing Conditions. **Journal Animal Science**. 77:1474–1481, 1999.

SMITH, T.; DOMINGUE, J. D.; PASCHAL, J. C.; FRANKE, D. E.; BIDNER, T. D.; WHIPPLE, G. Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. **Journal Animal Science**. 85:1377-1384, 2007.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade** Disponível em: <http://usda01.library.cornell.edu/usda/fas/livestock-poultry-ma//2010s/2013/livestock-poultry-ma-04-17-2013.pdf>. Acesso em: 24/06/2013.

VITTORI, A.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D.; GESUALDI JUNIOR, A.; ALLEONI, G. F.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; GESUALDI, A. C. L. S. Características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos, castrados e não-castrados, em fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.5, p.2085-2092, 2006.

WHATELY, M. **O que são 10 mil toneladas da Cota Hilton diante 01 milhão exportadas pelo Brasil?** Disponível em:

<http://sites.beefpoint.com.br/marceloaw/o-que-sao-10-mil-toneladas-da-cota-hilton-diante-do-total-de-01-milhao-exportadas-pelo-brasil/>. Acesso em: 24/11/2013.

WHEELER, T. L.; SAVELL, J. W.; CROSS, H. R.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. *Journal Animal Science*. 68:4206-4220, 1990a.

WHEELER, T. L.; SAVELL, J. W.; CROSS, H. R.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Effect of postmortem treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman and Brahman-cross beef cattle. ***Journal Animal Science***. 68:3677-3686, 1990b.

WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Sampling, Cooking, and Coring Effects on Warner-Bratzler Shear Force Values in Beef. ***Journal Animal Science***. 74:1553–1562, 1996.

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 Animal Science***. 68:2716-2728, 1990.

## **CAPITULO II - CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DA CARÇA DE UMA POPULAÇÃO DE BOVINOS NELORE MOCHO SELECIONADOS PARA MACIEZ**

### **1 INTRODUÇÃO**

O setor de produção de carne bovina no Brasil vem apresentando grande crescimento e desenvolvimento nos últimos anos. Em 2013, o país exportou 1.362.736 toneladas de carne, contra 1.145.920 toneladas exportadas em 2012 (ABIEC, 2013). Apesar do Brasil exportar apenas 18% de toda a sua produção, as carcaças produzidas sofrem com a falta de padronização no rendimento e qualidade e isso limita o mercado comprador, conseguindo-se baixos valores por carcaça. Contudo, para a obtenção de carcaças com rendimento e qualidade satisfatórios, muitos fatores devem ser levados em conta, visto que, esse processo de padronização inicia na própria fazenda e depende, praticamente, de toda cadeia produtiva (ABIEC, 2014).

O peso de abate, rendimento de carcaça e peso da carcaça quente são informações de grande interesse econômico para os frigoríficos, pois estão relacionados com o valor das carcaças e seus custos operacionais, visto que, carcaças com pesos diferentes, demandam a mesma mão-de-obra e tempo de processamento (Freitas et al., 2008). Para a produção de carcaças bovinas de qualidade, as mesmas devem apresentar quantidades máximas de músculo, mínima de ossos e quantidade adequada de gordura, que varia de acordo com o mercado consumidor (Luchiari Filho, 2000).

De acordo com relatos da literatura, bovinos da raça Nelore apresentam pesos ao abate variando em média entre 390 kg a 510 kg, produzindo uma carcaça fria de 226 kg a 266 kg, que quando comparada a valores obtidos de animais taurinos, podem ser consideradas carcaças leves. No entanto, os zebuínos apresentam rendimento de carcaça muito superior às carcaças obtidas de raças taurinas, podendo chegar até mais de 57% de rendimento (Missio et al., 2010; Rocha Júnior et al., 2010). Baroni et al., (2010) avaliando níveis de suplementação para novilhos Nelore terminados a pasto,

relataram rendimento de carcaça de 57,1% para animais recebendo 2 kg de suplemento por dia. Adicionalmente, Lopes et al. (2012) observaram rendimento de 57,76% para animais Nelore, quando comparados os valores obtidos pela raça Red Norte de 54,76% de rendimento de carcaça.

Devido à sua importância econômica, o traseiro é o corte primário mais valorizado, pois os cortes comerciais de maior valor agregado se encontram nessa região da carcaça. Segundo Luchiari Filho (2000), é desejável que as carcaças apresentem rendimento de traseiro superior a 48%, do dianteiro de até 39% e da ponta-de-agulha de até 13%.

De acordo com Maggioni et al. (2012) as diferenças de carcaça e qualidade de carne obtidos de bovinos taurinos e zebuínos podem ser atribuídas à tipologia muscular, visto que, as fibras musculares apresentam diferenças bioquímicas e de metabolismo. Ainda segundo os autores, bovinos da raça Nelore possuem maior frequência de fibras oxidativas, as quais apresentam características de contração lenta, menor reserva de glicogênio, metabolismo oxidativo, são finas, de coloração vermelha e resistentes a fadiga muscular. Essas características são uma possível explicação para a maior susceptibilidade desses animais ao estresse pré abate, resultando em carne de coloração mais escura. As fibras glicolíticas apresentam maior atividade da enzima calpaína, além de maiores reservas de glicogênio, resultando em maior proteólise *post mortem*.

Em estudos sobre os parâmetros genéticos para crescimento e características de carcaça de bovinos da raça Brahman, Smith et al. (2007) obtiveram herdabilidade para atividade da calpastatina de 0,45. Shackelford et al. (1991), avaliando a maciez da carne de bovinos Angus-Hereford e Brahman cruzado, relataram herdabilidade de 0,65 para calpastatina, indicando que essa característica é facilmente herdável. Os autores ainda sugerem uma seleção genética para a redução da calpastatina, ou seja, para obtenção de animais com menores níveis da proteína.

As características de carcaça são altamente influenciadas pelo peso de abate, que varia em função da dieta, raça, tamanho e idade de abate. Machado Neto et al. (2011), estudando desempenho e características de carcaça de novilhos das raças Nelore e Red Norte terminados em confinamento, observaram

que bovinos Nelore possuem potencial para produzir carcaças de qualidade, pesadas e uniformes, quando comparada às raças taurinas.

Estudando animais da raça Nelore Mocho, com base genética conhecida, abatidos aos 30 meses de idade, Sainz et al. (2005) relataram a existência de animais capazes de produzir carne de alto padrão de qualidade, macia e marmorizada. A alta variabilidade genética aditiva observada na população estudada proporcionou a alguns touros a produção de carcaças que foram classificadas como Choice em 40% dos casos de acordo com o Quality Grade. Na classe Choice as carcaças variam de 9 a 30 meses de idade e a porcentagem de gordura intramuscular deve estar entre 5% e 7% (Fry, 2014), sendo a segunda melhor classe de qualidade, confirmando que a raça Nelore possui potencial para produzir carcaças de qualidade, com carne macia e marmorizada.

Castro et al. (2014), avaliando análises genéticas quantitativas da característica maciez da carne em bovinos Nelore Mocho, observaram que a seleção para maciez da carne foi eficiente, uma vez que foram criados dois grupos de acordo com os valores de força de cisalhamento, grupo baixo WBSF e alto WBSF. Os autores relataram força de cisalhamento para animais da raça Nelore abatidos entre 24 e 26 meses, com médias de 2,93 kgf para bovinos do grupo baixo WBSF e 4,63 kgf para animais do grupo alto WBSF e, evidenciaram que seleção genética para maciez da carne não afetou as características de carcaça avaliadas via ultrassonografia de carcaça.

Dessa maneira, o estudo das relações existentes entre as características de carcaça em relação a maciez da carne é de fundamental importância, visto que, o Brasil está entre os maiores produtores e exportadores de carne bovina do mundo.

Objetivou-se com este capítulo avaliar as características de qualidade da carcaça de uma população segregante para maciez da carne

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Local de execução**

As informações desse estudo foram obtidas do experimento conduzido nas dependências da Embrapa Arroz e Feijão, na cidade de Santo Antônio de Goiás, onde os animais foram recriados em regime à pasto, com suplementação estratégica com concentrado energético proteico. Posteriormente os animais foram transferidos para a fazenda Barreiro de propriedade particular, parceira da Embrapa, situada no município de Silvânia – GO, onde foram terminados em regime de confinamento. Os abates foram realizados no frigorífico Minerva, no município de Palmeiras de Goiás-GO. As análises de qualidade de carne foram realizadas no Centro de Pesquisa em Alimentos – CPA/Universidade Federal de Goiás e no laboratório de qualidade de carne da Embrapa Pecuária Sudeste, na cidade de São Carlos – SP.

### **2.2 Conjunto de dados - Animais**

A marca OB, pertencente à Guaporé Pecuária, situada no município de Pontes e Lacerda – MT é um dos poucos rebanhos existentes no Brasil que são estruturados e que trabalham com a seleção genética para o melhoramento das características de carcaça com enfoque na maciez da carne bovina, além de possuir um banco de linhagens da raça Nelore. Fundadora da raça Nelore Mocho a marca OB vem desenvolvendo há 60 anos trabalhos na seleção desta raça, além de diversos estudos sobre características de carcaça (Castro et al., 2014).

Inicialmente, as pesquisas objetivaram apenas a caracterização e conservação das principais linhagens da raça Nelore. Então, este material genético foi multiplicado objetivando o incremento da variabilidade genética da raça, visto que, a diminuição da variabilidade genética tem tornado difícil a obtenção de respostas em muitos programas de seleção (Guaporé Pecuária, 2013).

Estes estudos possibilitaram a descoberta de animais com superioridade genética para características de desempenho e carcaça. Isto, motivou a equipe de pesquisadores a iniciar o projeto OB Choice com o objetivo de caracterizar progênes de touros representativos das principais linhagens da raça Nelore, avaliando características de crescimento pré e pós desmama, precocidade de acabamento, qualidade da carcaça e da carne (Magnabosco et al., 2009; Sainz et al., 2005).

Utilizando o Banco de Linhagens da Marca OB foram selecionados 17 touros representativos das principais linhagens da raça Nelore, mais dois da raça Aberdeen Angus e um da raça Brahman, incluídos para fins de comparação, que foram acasalados com 552 vacas comerciais (cara limpa) por inseminação artificial, formando 306 progênes contemporâneas de Nelore (NE),  $\frac{1}{2}$  Aberdeen Angus x Nelore (AN) e  $\frac{1}{2}$  Brahman x Nelore (BN) (Pereira, 2006; Sainz et al., 2005).

Ainda segundos os autores, com estes resultados conclui-se que os animais cruzados têm um desempenho superior quando comparado aos animais zebuínos. Porém, este estudo demonstra que existe uma grande variabilidade genética dentro da raça Nelore para estas características, apresentando uma oportunidade de identificar e selecionar bovinos da raça Nelore com qualidade igual ou superior aos cruzados, uma vez que foram identificados touros cujos filhos produziram carne com os melhores padrões de qualidade para o mercado mundial. Na classificação do Quality Grade, podemos destacar vários touros que colocaram mais de 40% de suas progênes na categoria Choice e um na categoria Prime. Este foi o primeiro trabalho no Brasil a identificar estas diferenças, de uma maneira rigorosa e com base genética conhecida (Pereira, 2006; Sainz et al., 2005).

Em 2009 a Embrapa aprovou o projeto “Caracterização e seleção genética para maciez da carne em bovinos Nelore Mocho” em parceria com a Guaporé Pecuária com objetivo de caracterizar, multiplicar e selecionar bovinos Nelore Mocho de elevado potencial genético para a característica de maciez da carne (Castro et al., 2014; Magnabosco et al., 2009).

Castro et al. (2014) identificaram indivíduos portadores de genes favoráveis a maciez da carne e, observaram a alta variação dos valores de WBSF

dentro da população em estudo, mas ressaltaram que a maciez da carne é uma característica altamente influenciada por fatores ambientais. A média da característica de WBSF encontrada foi de 3,97 kgf, com mínimo de 1,53 kgf e máximo de 8,84 kgf. Com base nesses resultados a autora classificou os animais como baixo e alto WBSF; baixo WBSF quando a força de cisalhamento apresentou valores de até 3,5 kgf; alto WBSF quando a força de cisalhamento apresentou valores acima de 3,5 kgf, assim como proposto por BOLEMAN et al. (1997).

Avaliando características de crescimento, carcaça e maciez, os autores observaram diferença significativa no peso inicial (PI), assim como no peso final (PF) e no ganho em peso diário (GPD), entre os animais com alto e baixo WBSF. Também ressaltaram que os animais com WBSF mais baixos se mostraram mais pesados e com ganho em peso diário maior que os animais com WBSF mais altos. No que diz respeito às características de carcaça avaliadas via ultrassonografia (AOL, EG e P8), não houve diferença significativa entre os dois grupos de fenótipos para maciez.

Dessa maneira, Castro et al. (2014) com base nesses resultados, informações de pedigree e baseando-se no princípio da probabilidade de genes idênticos por descendência, criaram uma população segregante para o fenótipo maciez da carne, com o intuito de serem utilizados em análises da qualidade de carcaça, qualidade de carne e expressão gênica, sendo essa população utilizada para desenvolver essa pesquisa. Foram selecionadas 68 progênies, machos, inteiros com um intervalo de nascimentos de agosto de 2010 a janeiro de 2011. Em novembro de 2011, esses animais iniciaram o período de recria a pasto, nas dependências da Embrapa Arroz e Feijão, com um peso médio de 215 kg.

### **2.3 Período de recria**

Durante o período de recria os animais permaneceram em pastejo rotacionado com gramíneas tropicais (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria ruziziensis* cv. Ruziziensis e Piatã) em piquetes de 17-18 hectares cada um. Foram pesados a cada 28 dias, acompanhados de mensurações de

circunferência escrotal e altura de garupa. Em março de 2012 os animais passaram a receber uma suplementação protéica entre 0,5% e 1% do peso vivo, até o final do período de recria. Em maio iniciou-se o período de terminação em confinamento nas dependências da Fazenda Barreiro. O peso médio inicial dos animais foi de 325 kg (Tabela 1).

Tabela 1. Média, desvio-padrão, coeficiente de variação, mínimo e máximo do peso dos animais no início e final da recria.

<b>Período</b>	<b>Animais</b>	<b>PM</b>	<b>DP</b>	<b>CV</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
Início da recria	68	212	28,5	13,45%	151	288
Final da recria	68	335	29,5	8,81%	264	404

PM: peso médio; DP: desvio padrão; EPM: erro padrão da média; CV; coeficiente de variação; Mín: Mínimo; Máx: Máximo

## 2.4 Período de terminação em confinamento

As instalações do confinamento foram compostas por baias individuais semi-cobertas por telhas de amianto, contendo um cocho individual e um bebedouro regulado por torneira-boia, localizado na divisória entre duas baias. A limpeza das baias e lavagem dos bebedouros foram realizadas de acordo com a necessidade.

Os animais passaram por um período de adaptação de 21 dias à dieta e às instalações. O período de adaptação iniciou com uma relação volumoso:concentrado de 60:40, sofrendo alterações semanais até que a relação volumoso:concentrado de 40:60 foi atingida, com base na matéria seca. No dia 13 de junho de 2012, os animais foram pesados, iniciando o período experimental.

A dieta foi composta por silagem de milho, soja grão, milho triturado e sal mineral (Tabela 2). O arração ocorreu duas vezes ao dia, às nove horas

e às 15 horas. O fornecimento da ração foi ajustado permitindo sobras de 5% a 15% do montante ofertado, de acordo com o peso vivo de cada animal.

Tabela 2. Composição percentual e estimativa de nutrientes da dieta de terminação

<b>INGREDIENTES</b>	<b>Unidade</b>	<b>Base</b>	<b>Formulação</b>
Milho grão moído	%MS		49,0
Silagem de milho	%MS		40,0
Soja grão	%MS		9,0
Minerthal Núcleo Corte MD	%MS		1,40
Uréia	%MS		0,60
<b>Nutriente</b>			
Matéria seca	%	MO	48,70
NDT	%MS	MS	74,3
<b>Proteína / Energia</b>			
Extrato Etéreo	% MS	MS	5,043
Nitrogênio não protéico	% PDR	MS	47,242
PDR (%PB)	% PB	MO	68,429
Proteína Bruta	% MS	MS	12,792
Proteína degradável no rúmen	% MS	MS	9,348
<b>Fibras</b>			
FDNfe em MS	% MS	MS	21,577
Nitrogênio ligado ao FDA	% MS	MS	0,754
<b>Macronutrientes</b>			
Fósforo	% MS	MS	0,279
Magnésio	% MS	MS	0,141
Potássio	% MS	MS	0,786
<b>Micronutriente</b>			
Ferro	ppm	MS	24,728
Zinco	ppm	MS	33,031
Manganês	ppm	MS	23,390
Cobre	ppm	MS	11,336
<b>Outros</b>			
Monensina	ppm	MS	25,62
Virginiamicina	ppm	MS	15,40

Todos os dias pela manhã, antes do primeiro arraçoamento, as sobras eram recolhidas e pesadas para realização de futuras análises bromatológicas. Antes de cada arraçoamento a dieta foi pesada individualmente para cada animal, de acordo com suas exigências. A pesagem foi realizada em sacos plásticos, devidamente enumerados correspondentes ao número da baia de cada animal. Em seguida a dieta foi homogeneizada dentro do cocho e ofertada ao animal.

Durante o período de confinamento os animais foram pesados a cada 21 dias após jejum sólido de 12 a 14 horas.

## **2.5 Abate**

Devido às diferenças de idade e peso dos animais, foram realizados cinco abates, de acordo com a espessura de gordura e peso dos animais estimados por ultrassom. Conforme os animais atingiam acabamento e peso desejado, e 500 kg e 5 mm de espessura de gordura, foram abatidos. Após atingirem os pré-requisitos para abate os animais foram submetidos a um jejum de 12 a 14 horas e pesados para obtenção do peso na fazenda. O transporte foi realizado em caminhão adaptado para o transporte de bovinos, com capacidade para 22 animais e a distância percorrida até o frigorífico foi de 117 km. No frigorífico, durante o manejo pré-abate, os animais foram submetidos a jejum de sólidos e dieta hídrica por 24 horas em currais de espera sem cobertura, local onde receberam banhos com chuveiros de aspersão.

Os abates foram realizados em frigorífico sob Inspeção Federal (SIF 431) e todas as operações foram executadas segundo as recomendações da Legislação Brasileira. (RIISPOA) (Brasil, 1997). Após a esola, o cupim foi rebatido para a carcaça direita, logo em seguida cada meia carcaça foi identificada individualmente. Ao final da linha de abate, foi realizada a pesagem das duas meias carcaças para obtenção do peso de carcaça quente e em seguida resfriamento por 24 horas em câmara fria a 0°C a 2 °C e posteriormente coleta de materiais.

## **2.6 Características avaliadas**

### **2.6.1 Peso ao abate**

O peso de abate dos animais foi obtido por meio da pesagem na fazenda após 12-14 horas de jejum de sólidos, um dia antes do embarque para o frigorífico.

### **2.6.2 Peso da carcaça fria e da carcaça quente**

Após o abate foi realizada a pesagem das duas meias carcaças, obtendo o peso da carcaça quente (PCQ). Após 24 horas de resfriamento em câmara fria a 0°C a 2°C as carcaças foram novamente pesadas obtendo o peso da carcaça fria (PCF).

### **2.6.3 Peso dos quartos dianteiros, traseiro serrote e ponta da agulha**

Após 24 horas de resfriamento em câmara fria, a meia carcaça direita foi encaminhada até a desossa para a separação em quartos traseiros, dianteiros e ponta da agulha. A separação do corte traseiro do dianteiro foi realizada com um corte entre a 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> costelas, a ponta de agulha foi separada do traseiro, partindo o corte da virilha, dirigindo-se para o lombo e seguindo paralelamente a linha dorsal a uma distância média de 20 cm da coluna vertebral, mais os músculos abdominais. Obtendo-se assim os quartos traseiros, quartos dianteiros e ponta da agulha, para posterior cálculo da porcentagem destas em relação à meia-carcaça direita.

### **2.6.4 Rendimento de carcaça**

O rendimento de carcaça foi obtido em porcentagem do PCQ, em relação ao peso vivo ao abate. Cálculo similar foi realizado para RCF, utilizando-se PCF.

$$RC(\%) = \frac{PCQ}{PV} \times 100$$

Em que RC é rendimento de carcaça; PCQ é o peso de carcaça quente; e, PV é o peso vivo (kg).

### 2.6.5 Seção HH

Após 24 horas de resfriamento em câmara fria, foi coletada e pesada uma amostra da meia carcaça esquerda, localizada entre a 9° e a 11° costela. Em laboratório, a peça foi dissecada para a predição das proporções de músculo, tecido adiposo e osso na carcaça, de acordo com as equações de HANKINS e HOWE (1946):

Proporção de músculo (PM):

$$PM = 16,08 + 0,80 \times X$$

Proporção de tecido adiposo (PTA):

$$PTA = 3,54 + 0,80 \times X$$

Proporção de ossos (PO):

$$PO = 5,52 + 0,57 \times X$$

Em que: X = porcentagem dos componentes na seção HH.

### 2.6.6 Área de olho de lombo (cm<sup>2</sup>)

A determinação da área de olho-de-lombo (AOL) foi mensurada utilizando a seção HH (Hankins & Howe, 1946) retirada da meia carcaça esquerda entre a 9ª e a 11ª costela. Na face lateral da seção HH, que correspondia ao 11º espaço intercostal, foi transpassada ao papel vegetal a área de olho de lombo do músculo *Longissimus dorsi*, o qual foi fotocopiado em papel A4 e recortado nas delimitações do desenho, sendo este molde da AOL utilizado para as mensurações.

As mensurações foram realizadas utilizando o aparelho de determinação de índice de área foliar (AREA METER), da marca LI-COR, modelo LI-3100C.

Primeiramente o aparelho foi calibrado, em seguida foi estabelecida como padrão uma peça de metal com a medida conhecida, que neste caso foi de 50 cm<sup>2</sup>, e mensurado para verificação da medida ao início da avaliação. Este padrão foi importante porque com base nele foi possível corrigir as medidas repetidas de cada amostra.

A mensuração de cada amostra foi realizada seis (6) vezes, e o padrão duas vezes (uma após a mensuração da terceira repetição e a outra ao final da sexta repetição). Com base nestas medidas foram corrigidas as três primeiras repetições com o primeiro padrão, e as três últimas com o segundo padrão. As medidas das seis (6) repetições foram utilizadas na composição de uma média de cada amostra, que serviu para a formação da média de cada grupo. O aparelho foi tarado após a mensuração das repetições e dos padrões de cada amostra.

#### **2.6.7 Espessura de gordura**

A espessura de gordura foi mensurada entre a 9° e a 11° costela, com auxílio de um paquímetro digital. Foram coletadas medidas em três pontos representativos da peça, dada em milímetros (mm), utilizando a média dos três pontos coletados.

#### **2.7 Análise estatística**

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (abates) com dois tratamentos. Os tratamentos foram baseados na medida do WBSF de cada animal, os quais foram divididos em dois grupos: baixo WBSF, cujos animais apresentaram força de cisalhamento  $\leq 3,5$  kgf; e alto WBSF, cujos animais

apresentaram força de cisalhamento > 3,5 kgf. No modelo de análise descrito abaixo foi considerado como efeito fixo o abate, sendo o efeito de touro como efeito aleatório e idade no momento do abate, considerada como covariável. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento GLM, disponibilizados no programa estatístico SAS (2004). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância.

O modelo geral da análise de variância foi realizado segundo o modelo descrito:

$$y_{ijkl} = \mu + \text{trat}_i + \text{pai}_j + \text{abate}_k + b_1(I_{ijkl} - I) + e_{ijkl}$$

y: vetor das variáveis dependentes;

$\mu$ : média geral da característica estudada;

Trat: efeito fixo do *i*-ésimo tratamento (Baixo: WBSF ≤ 3,5 kgf e Alto: WBSF: ≥ 3,5 kgf);

Pai: efeito aleatório do *j*-ésimo pai;

Abate: efeito fixo do *k*-ésimo abate;

$I_{ijkl}$  = idade da vaca ao parto;

$b_1$ : coeficiente de regressão linear para idade;

e: erro aleatório, normal, independentemente distribuído com média zero e variância  $\sigma^2$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A média e seu respectivo desvio padrão, para as características de carcaça, estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Estatística descritiva das características de carcaça de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne

Característica	WBSF	
	Baixo	Alto
Peso ao abate (kg)	536,7±25,88 <sup>a</sup>	535,24±23,02 <sup>a</sup>
Peso de carcaça quente (kg)	300,21±14,1 <sup>a</sup>	300,15±13,34 <sup>a</sup>
Peso de carcaça fria (kg)	295,74±14,46 <sup>a</sup>	295,88±13,41 <sup>a</sup>
Rendimento de carcaça quente (%)	55,95±1,12 <sup>a</sup>	56,09±1,15 <sup>a</sup>
Rendimento de carcaça fria (%)	55,11±1,24 <sup>a</sup>	55,29±1,16 <sup>a</sup>
Dianteiro (kg)	56,56±2,96 <sup>a</sup>	56,71±3,76 <sup>a</sup>
Traseiro (kg)	71,94±3,65 <sup>a</sup>	72,14±3,32 <sup>a</sup>
Costilhar (kg)	19,83±2,55 <sup>a</sup>	19,5±1,67 <sup>a</sup>
Dianteiro (%)	38,14±1,44 <sup>a</sup>	38,2±1,16 <sup>a</sup>
Traseiro (%)	48,5±1,10 <sup>a</sup>	48,65±1,18 <sup>a</sup>
Costilhar (%)	13,36±1,53 <sup>a</sup>	13,15±1,05 <sup>a</sup>
Tecido ósseo (%)	18,73±2,43 <sup>a</sup>	17,72±1,63 <sup>b</sup>
Tecido muscular (%)	55,49±3,07 <sup>a</sup>	56,18±3,1 <sup>a</sup>
Tecido adiposo (%)	25,78±3,71 <sup>a</sup>	26,1±3,1 <sup>a</sup>
Tecido ósseo (kg)	16,20±1,38 <sup>a</sup>	15,62±0,93 <sup>b</sup>
Tecido muscular (kg)	60,47±2,45 <sup>a</sup>	61,02±2,48 <sup>a</sup>
Tecido adiposo (kg)	24,17±2,97 <sup>a</sup>	24,42±2,48 <sup>a</sup>
AOL (cm <sup>2</sup> )	68,92±6,41 <sup>a</sup>	67,65±6,76 <sup>a</sup>
AOL100 (cm <sup>2</sup> /kg)	23,32±2,0 <sup>a</sup>	22,87±2,13 <sup>a</sup>
EG (mm)	7,49±2,48 <sup>a</sup>	7,01±1,68 <sup>a</sup>
Quebra no resfriamento (%)	1,50±0,61 <sup>a</sup>	1,43±0,53 <sup>a</sup>
pH	6,36±0,19 <sup>a</sup>	5,99±0,22 <sup>b</sup>

AOL100: área de olho de lombo a cada 100 kg de carcaça; Min: mínimo; Max: Máximo; DP: desvio padrão; EPM: erro padrão da média; CV: coeficiente de variação

Foi observado que a seleção genética para maciez da carne, não afetou as características quantitativas da carcaça (Tabela 3). Os pesos ao abate dos animais do presente estudo foram muito semelhantes (536,7 kg e 535,24 kg) tanto os animais de baixo como de alto WBSF, respectivamente. Observa-se que

os valores encontrados são superiores aos verificados na maioria dos relatos, 493,1 kg relatado por Bonilha et al. (2007) e 379 kg de Vaz e Restle, (2001). Fato ainda mais evidente, quando considera-se que os animais desse estudo foram abatidos com uma idade média de 23 meses. Os animais do presente estudo participaram do Programa Nelore Brasil e, Lobo et al., (2013) correlacionam o peso aos 450 dias de idade com o peso de carcaça, que apresenta alta herdabilidade ( $\geq 0,80$ ). Dessa forma, a seleção para peso aos 450 dias de idade pode justificar a superioridade desses animais para peso ao abate.

As características de carcaça são altamente correlacionadas com o peso ao abate. Dessa forma, quando se padroniza o peso ao abate dos animais, geralmente, não observam diferenças significativas (Metz et al., (2009).

Sistemas de produção com alimentação e manejo eficientes proporcionam a produção de animais homogêneos, e quando jovens, esses animais possuem poucas diferenças de composição de ganho e crescimento, conseqüentemente, menores diferenças de carcaça (Bianchini et al., 2007).

Bonilha et al. (2007) estudando a influencia da seleção genética de pesos pós-desmama em bovinos selecionados da raça Nelore sobre as características de carcaça, apresentou dados semelhantes ao do presente estudo, uma vez que, o rebanho analisado pelos autores, fez parte de um programa de seleção genética, onde um dos critérios foi peso ao sobreano, que sabidamente, apresenta alta correlação genética com o peso ao abate.

Castro et al. (2014), avaliando análises genéticas quantitativas da característica maciez da carne em bovinos Nelore Mocho da mesma população do presente estudo, mas de gerações diferentes, observaram que animais do grupo baixo WBSF apresentaram peso inicial, peso final e ganho médio diário superiores ao grupo alto WBSF. Os animais da população do presente estudo participaram de programas de melhoramento genético na fazenda de origem, além de terem participado do programa de melhoramento genético Nelore Brasil, o que pode ter alterado a frequência gênica da característica em questão nessa geração, proporcionando a produção de animais geneticamente superiores para características de crescimento, apresentando desempenho uniforme, explicando assim, a ausência de diferença estatística para a característica de peso ao abate de acordo com os grupos de maciez da carne do presente estudo. Além disso,

não foram observadas estimativas de correlações fenotípicas significativas entre as características de peso ao abate e força de cisalhamento (Tabela 4).

Como já mencionado, não houve diferença significativa para as características avaliadas, fato que pode ser explicado pela semelhança entre os pesos ao abate. De acordo com Pereira (2006), o peso ao abate influencia na composição da carcaça, e não pode ser considerado independente de fatores, tais como grupo genético, sexo e nutrição do animal. Outro fator que pode ter contribuído para a ausência de significância foi a padronização do peso de abate em 500 kg. Dessa forma, os animais eram abatidos de acordo com o peso, sendo homogêneos para essa característica.

Segundo Metz et al. (2009), animais com o mesmo peso podem apresentar portes diferentes, diferindo também na composição da carcaça. Ainda segundo os autores, existem importantes diferenças metabólicas entre os animais que não podem ser detectadas de forma direta pelo peso ou porte. Assim, o maior porte potencializa o ganho de peso, mas retarda a maturidade. Missio et al. (2010) também relataram que as características de carcaça avaliadas não diferiram entre si devido à padronização do peso de abate em 400 kg.

Os dois grupos selecionados não apresentaram diferenças quanto a pesos de carcaça quente e fria. Como mencionado anteriormente, as características de carcaça são altamente correlacionadas aos peso de abate, e quando este é padronizado, normalmente, não se observa diferença nas características de carcaça. Razook et al. (2002) analisaram progênies de um rebanho selecionado para características de peso pós-desmama, no qual o grupo Nelore seleção apresentou peso de abate 544,3 kg e peso de carcaça de 309,7 kg, corroborando com os dados encontrados no presente estudo. Costa et al. (2002) relataram uma correlação entre peso de abate e peso de carcaça de 0,70 ( $P = 0,001$ ), explicando a similitude entre as características. Cattalam et al. (2013) obtiveram uma correlação de 0,97 ( $P < 0,0001$ ). Assim como o peso de abate, o peso de carcaça quente e fria são informações importantes para determinar o valor comercial do produto, pois na maioria dos frigoríficos brasileiros a comercialização é feita por quilo de carcaça e não pelo peso do animal vivo.

Adicionalmente, em 2013 o Programa Nelore Brasil coordenado pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) adaptou oficialmente

em seus sumários o peso de carcaça quente e peso da porção comestível. Bonifácio et al. (2013) ressaltam que as DEPs para composição da carcaça são de extrema importância, pois estão correlacionadas à quantidade de produto comercializado, como os cortes comerciais, conduzindo a seleção de indivíduos que apresentem alta proporção de músculos, baixa proporção de ossos e quantidade adequada de gordura na carcaça.

Lopes et al. (2012) avaliaram características de carcaça de animais Nelore e Red Norte e, não observaram diferenças significativas entre pesos de carcaça fria e quente apesar da diferença entre os pesos de abate. Os autores ressaltam que apesar de animais de origem taurina apresentarem maiores pesos de abate, os animais zebuínos são superiores em rendimento de carcaça. Rocha Junior et al. (2010) avaliaram a raça Nelore e seus mestiços e obtiveram pesos de 512,6 kg, 271,5 kg e 267,3 kg para peso de abate, peso de carcaça quente e peso de carcaça fria, respectivamente, para os animais Nelore, sendo estes superiores aos mestiços. Baroni et al. (2010) relatam peso de carcaça de 254,6 kg com peso de abate de 458,6 kg para bovinos Nelore.

O rendimento de carcaça, juntamente com o peso de abate, é uma das medidas mais importantes para a comercialização de bovinos, pois representa a porção comestível da carcaça. Segundo Gesualdi Júnior et al. (2006), é desejável que as carcaças tenham alta proporção de músculos, adequada quantidade de gordura e percentagem mínima de ossos. O rendimento de carcaça quente para animais de baixo WBSF foi de 55,95% e para os animais de alto WBSF foi de 56,09% e, o rendimento de carcaça fria foi de 55,11% e 55,29%, respectivamente, não havendo diferença estatística entre esses valores. Pereira (2006) observou rendimento de carcaça de 56,62% para animais da raça Nelore do mesmo rebanho desse estudo. No entanto, foram de gerações diferentes e os resultados não são conflitantes.

O rendimento de carcaça é influenciado pelo peso vivo do animal, que, por sua vez, sofre modificações pelo tamanho do trato gastrointestinal que, pode sofrer alterações de acordo com a dieta e horas de jejum, grupo genético, maturidade, partes não integrantes e metodologia empregada na determinação do rendimento (Gesualdi Júnior et al., 2006).

O alto rendimento de carcaça é uma característica marcante da raça Nelore, superando animais de origem taurina que, geralmente, apresentam maiores pesos de carcaça, porém um menor rendimento de carcaça. Para Vaz e Restle (2001) a superioridade no rendimento de carcaça dos animais zebuínos, em especial a raça Nelore, é reflexo do menor peso de patas, cabeça, couro e trato gastrointestinal. O menor trato gastrointestinal desses animais é resultado da maior adaptabilidade das raças zebuínas as condições críticas e adversas nas quais evoluíram. A espessura do couro também é uma característica de adaptação dos zebuínos ao clima quente dos trópicos.

Animais da raça Nelore apesar de apresentarem desempenho e pesos inferiores às outras raças, principalmente taurinas, se sobressaem do ponto de vista econômico, pois, de acordo com Lopes et al. (2012) o rendimento de carcaça para animais Nelore foi de 57,76% comparado a 54,73% de animais Red Norte e, os pesos de carcaça quente (9,41 arrobas vs 9,27 arrobas respectivamente) e de carcaça fria (9,27 arrobas vs 9,19 arrobas respectivamente) foram semelhantes. Marcondes et al. (2008) avaliando três classes sexuais da raça Nelore, relataram rendimento de carcaça fria para machos inteiros de 58,08%. De acordo com os autores, animais inteiros apresentam maior síntese de hormônios esteróides, resultando em maiores taxas de ganho de peso e de deposição de tecido muscular, ao contrário dos machos castrados, que depositam mais gordura na carcaça.

No entanto, alguns autores estudando animais da raça Nelore, com idade ao abate média de 22 meses, relataram valores de rendimento de carcaça inferiores ao presente trabalho. Oliveira et al. (2009), de 53,62%; Menezes et al. (2005) de 54,8%; Faturi et al. (2002), de 52,86%; Ferriani et al. (2013), de 53,88%. Como mencionado anteriormente, a seleção genética dos animais do presente estudo podem ter contribuído para a superioridade dos mesmos em relação ao rendimento de carcaça, evidenciando a importância e impacto da seleção genética e melhoramento genético no desempenho de bovinos da raça Nelore. Muito provavelmente, as maiores fontes de variação no rendimento de carcaça são o enchimento do trato digestivo, de acordo com o período de jejum pré abate, e as diferenças na toaleta e na pesagem das carcaças no frigorífico.

Não houve diferença significativa para os cortes entre os grupos de maciez, tanto para suas proporções em peso, quanto para suas porcentagens (Tabela 3). Os músculos da região do traseiro tem o desenvolvimento precoce, a medida que aumenta o peso dos cortes, sua velocidade de crescimento tende a diminuir, além de seu rendimento sofrer pouca variação com o aumento do peso da carcaça. Os músculos da região ponta da agulha tem desenvolvimento tardio, assim as variações no rendimento traseiro se dão devido à maior ou menor participação da ponta da agulha na carcaça. O peso da carcaça influencia diretamente os cortes primários, assim a maneira mais adequada de se comparar carcaças de animais com pesos diferentes é através da porcentagem de cada corte em relação à carcaça (Lopes et al., 2012).

Carcaças com maiores porcentagens de traseiro são mais interessantes em virtude dos cortes nobres como, picanha, alcatra, filé e outros, que possuem alto valor comercial. Segundo Luchiari Filho (2000), é desejável que as carcaças apresentem rendimento de traseiro superior a 48%, dianteiro até 39% e ponta-de-agulha até 13%. Os rendimentos desse estudo são similares ao relatados por esse autor. Contudo, Rodrigues et al. (2003) relatam que animais inteiros são mais musculosos, e o peso do dianteiro tende a ser maior, uma vez que esses animais apresentam maior desenvolvimento dos músculos do peito, pescoço e paleta, devido às características sexuais secundárias. No entanto, essa situação não foi observada nos resultados obtidos com os animais do presente estudo, pois esses animais foram abatidos com uma média de 23 meses de idade não atingindo completamente sua maturidade sexual. De acordo com Miranda Neto et al. (2011) bovinos Nelore atingem a maturidade sexual com 20 a 23 meses de idade.

Rocha Júnior et al. (2010) encontraram para a raça Nelore rendimentos de 51,63%, 38,35% e 10,03% para traseiro, dianteiro e ponta da agulha, respectivamente, estando os valores do traseiro especial acima dos obtidos no presente estudo. As diferenças obtidas dos relatos na literatura para as características de carcaça podem ser justificadas pelas fases de crescimento dos animais e o nível energético de cada dieta. Rodrigues et al. (2003) obtiveram valores de traseiro, dianteiro e ponta da agulha de 46,21%, 40,88% e 12,91%, respectivamente.

Conforme Bianchini et al. (2007) animais Nelore, Simental, Simbrasil e ½ Nelore x Simental apresentaram pesos de abate de 477,42 kg, 519,67 kg, 487,83 kg e 500,16 kg, rendimento de carcaça de 54,5%, 53,9%, 54,4% e 53,6%, respectivamente. No entanto, para rendimento dos cortes comerciais houve diferença significativa somente para o filé mignon e contra-filé, sendo a raça Simental superior as desse estudo, sendo que para os demais cortes as diferenças não foram expressivas e não significativas. Essa semelhança entre os cortes comerciais confirma a viabilidade de produção de cortes satisfatórios, mesmo considerando animais zebuínos.

A idade é um fator importante que pode influenciar na proporção de cada corte primário na carcaça. Com o avanço da idade, quando atingem a maturidade sexual, os bovinos inteiros tendem a depositar mais músculo e apresentar quartos dianteiros mais pesados, pois ocorre um maior desenvolvimento dos músculos na região do peito, pescoço e paleta, devido ao aparecimento das características sexuais secundárias dos bovinos (Rodrigues et al., 2003). Assim, bovinos inteiros abatidos em idade similares, aos 22-23 meses de idade, estão iniciando a maturidade sexual, com poucas influencias na porcentagem dos cortes primários na carcaça.

Vale lembrar a recomendação de Peron (1991) de que certos cuidados devem ser tomados quando se comparam os rendimentos de cortes primários em diferentes animais, pois a divisão de determinados cortes é feita de forma subjetiva, podendo, algumas vezes, levar a resultados distorcidos, como é o caso dos limites dos cortes ponta de agulha e do traseiro especial, que podem variar em função do tamanho do animal. Caso seus ajustes sejam inadequados, o cálculo dos rendimentos pode ser comprometido (Jaeger et al., 2004). As variações entre empresas para determinação do traseiro, dessa forma, devem ser apresentadas com detalhes e clareza para determinação de cada corte, para que não sejam produzidos resultados distorcidos.

A quebra no resfriamento representa a porção líquida perdida durante o resfriamento, seja ela por evaporação ou gotejamento. Para o frigorífico, a menor quebra no resfriamento representa maior valor agregado as carcaça comercializadas e melhor qualidade do corte cárneo ofertada ao consumidor (Jaeger et al., 2004; Pacheco et al., 2005; Silva et al., 2008).

Os animais avaliados nesta pesquisa apresentaram quebra no resfriamento de 1,50% e 1,43% para os grupos de baixo e alto WBSF, respectivamente, sendo que essa diferença não foi significativa. A ausência de significância de quebra no resfriamento entre os grupos avaliados pode ser devido a uniformidade da espessura de gordura subcutânea entre os grupos avaliados, pois a gordura de cobertura protege a carcaça da queda brusca de temperatura, evitando excessivas perdas por gotejamento e ressecamento, além de evitar, também, o escurecimento da carcaça e o encurtamento das fibras musculares devido ao frio (*Cold Shortening*).

Estudando características de carcaça de bovinos Nelore e seus cruzamentos submetidos a dietas com ou sem adição de gordura protegida Jaeger et al. (2004) observaram quebra no resfriamento para animais Nelore, abatidos aos 20 meses de 0,27%. De acordo com Freitas et al. (2008) menores quebras representam maiores rendimentos de carcaça fria, fato importante para os frigoríficos na comercialização das carcaças, os autores encontraram valores de quebra no resfriamento de 1,18%.

A área de olho de lombo, utilizada em conjunto com outros parâmetros, auxilia na avaliação do grau de rendimento em cortes desossados da carcaça (Muller, 1987). A área de olho de lombo, parâmetro correlacionado com o rendimento de carcaça não apresentou diferença estatística entre os dois grupos avaliados neste estudo. O grupo com baixo e alto WBSF apresentaram AOL de 68,92 cm<sup>2</sup> e 67,65 cm<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 3).

Ribeiro et al. (2008) estudando o desempenho e características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos observaram que a medida de área-de-olho de lombo é importante, porque apresenta boa correlação com a quantidade de músculo na carcaça. Os autores relataram AOL de 60,5 cm<sup>2</sup> para a raça Nelore abatidos com 474 kg aos 24 meses de idade. No entanto, neste estudo este resultado não foi verificada significância ( $p < 0,05$ ) para a correlação entre a característica de área de olho de lombo e peso do tecido muscular ou porcentagem de tecido muscular.

Rocha Júnior et al. (2010), avaliando desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore e Mestiços terminados em confinamento, obtiveram

66,40 cm<sup>2</sup> de área de olho de lombo para animais Nelore abatidos com 512,6 kg aos 24 meses de idade, estando estes valores de acordo com os deste trabalho.

Mensurações confiáveis para avaliação do desenvolvimento muscular dos animais podem ser obtidas em músculos que amadurecem mais lentamente. O músculo *Longissimus dorsi* apresenta maturidade tardia, além de ser de fácil mensuração na carcaça, tornando-o o indicativo preferido para a avaliação do desenvolvimento muscular dos animais. A AOL deve ser utilizada em associação a outras características para melhorar a confiabilidade das estimativas como a espessura de gordura, uma vez que animais que depositam muito músculo, geralmente possuem menor espessura de gordura subcutânea, podendo comprometer a qualidade da carcaça (Gesualdi Junior et al., 2006).

Devido as menores taxas de crescimento, animais *Bos indicus* podem apresentar maiores taxas de deposição de gordura quando comparados aos *Bos taurus*, e tendem a apresentar menor AOL. Contudo, Lopes et al., (2012) relatam que animais zebuínos também podem produzir cortes comerciais homogêneos, visto que os animais Nelore obtiveram altos valores de AOL, 80,97 cm<sup>2</sup>, apresentando altos pesos de contra filé e picanha, cortes estes de alto valor comercial. Ainda segundo os autores, a AOL também pode ser utilizada como um parâmetro de rendimento de cortes comerciais de alto valor, visto que o coeficiente de correlação da AOL com os cortes comerciais contra filé, picanha e filé mignon foram de 0,67, 0,30 e 0,58. Essa medida se correlaciona com o peso da carcaça e com o rendimento dos cortes comerciais do traseiro para Rubiano et al., (2009), que obtiveram 67,9 cm<sup>2</sup> de AOL para o Nelore, corroborando com os valores encontrados neste estudo. Já Vaz e Restlé (2001) apresentaram resultados bem inferiores, AOL de 56,7 cm<sup>2</sup> para animais Nelore aos 24 meses de idade, com 379 kg.

A característica em discussão varia muito com a idade, o peso de abate e período de confinamento, devido ao crescimento tardio do músculo *Longissimus dorsi*. Portanto, as comparações mais coerentes devem ser feitas utilizando a medida de área de olho de lombo por 100 kg de carcaça como indicativo de musculosidade (Rocha Junior et al., 2010).

A gordura de cobertura é uma característica de extrema importância para a qualidade de carcaça e carne, pois atua como isolante térmico durante o

processo de resfriamento em câmara fria após o abate (Alves et al., 2005; Felício, 1997; Muller, 1987; Paulino et al., 2013).

Neste estudo os animais avaliados não apresentaram diferença significativa para a característica de espessura de gordura, em relação aos dois grupos avaliados. Apesar da ausência de significância, as médias observadas para a população em estudo são superiores aos relatos da literatura. O grupo baixo WBSF apresentou média de 7,49mm e 7,01mm para o grupo de alto WBSF, talvez essa superioridade para a característica em questão pode ser justificada pelo uso de animais com mérito genético superior para essas características, uma vez que esses resultados corroboram com Castro et al. (2014) realizando análise genética quantitativa da característica maciez da carne em bovinos Nelore Mocho relataram 5,92 mm de espessura de gordura. As médias observadas no presente estudo são interessantes economicamente, pois a deposição de gordura apresenta maior custo energético em relação ao tecido muscular, elevando os custos de produção (Lana et al., 1992; Oliveira et al., 2009).

Rubiano et al. (2009) observaram espessura de gordura de 6,90 mm para animais Nelore, resultado semelhante ao deste estudo. Ainda segundo os autores, a raça demonstrou superioridade para deposição de gordura de cobertura em relação ao Canchim e seus cruzamentos, visto que esta característica é um importante indicativo de qualidade, influenciando na velocidade de resfriamento da carcaça, comportando-se como um isolante térmico. Ribeiro et al. (2008) relataram espessura de gordura de 5,5mm para animais Nelore abatidos com 474 kg, que foram superiores aos demais grupos genéticos avaliados.

A deposição de gordura nos bovinos e a velocidade de deposição são determinadas pelo manejo alimentar, pela maturidade, pelo sexo e pelo grupo genético do animal (Gesualdi Junior et al., 2006).

Bonilha et al. (2007) relataram que animais zebuínos apresentam precocidade na deposição da gordura de cobertura, em relação a outros genótipos com 6,6mm. Os autores ainda ressaltam que quanto maior o grau de sangue zebuíno maior a espessura de gordura e, menor a gordura intramuscular.

Lopes et al. (2012) também relataram precocidade dos animais zebuínos para a deposição de gordura subcutânea. Freitas et al (2008)

observaram 3,04mm de espessura de gordura para animais Nelore inteiros, valores muito abaixo dos encontrados no presente estudo. Os autores destacam que, a espessura de gordura deve situar-se entre 3 e 6mm, pois abaixo de 3 mm, ocorre o escurecimento da parte externa dos músculos que recobrem a carcaça, depreciando seu valor comercial. Acima de 6mm ocorrem muitas perdas durante a esfola e toaleta, o que acarreta maior custo operacional para o frigorífico. A deposição de gordura na carcaça exige alto custo dentro do sistema produtivo, e quando é acumulado nas regiões pélvicas, renal ou visceral ou então, perdas durante o processo de esfola e toaleta acarreta grandes perdas econômicas para o produtor e frigorífico se for vendido a peso (Rubiano et al. 2009).

O pH da carcaça é outro fator importante. Após a sangria, a circulação sanguínea é interrompida e o conteúdo de oxigênio muscular cai. Com isso, a respiração celular aeróbica cessa, iniciando um processo anaeróbico para a produção de ATP, produzindo ácido láctico causando a queda do pH de 7,2 – 7,4 a 5,4 – 5,8, após 24 horas em câmara fria. No entanto, podem acontecer alterações na curva de queda do pH que comprometem a qualidade da carne. Basicamente, as alterações que acontecem associadas a queda do pH são a DFD (dura, firme e seca) ou PSE (pálida, flácida e exsudativa).

Animais de baixo WBSF apresentaram pH final de 6,36 e os animais de alto WBSF pH de 5,99. Valores estes acima do recomendado como mencionado por Muller (1987) de 5,4 a 5,8. Somente a mensuração do pH ao longo do estabelecimento do rigor mortis, daria suporte para o conhecimento de alguma alteração na queda do pH que pudesse explicar os valores acima do normal.

A velocidade da queda do pH durante a transformação do músculo em carne é determinada pela intensidade do metabolismo. Em condições normais, a queda do pH é gradativa, sendo que na hora zero o pH está em torno de 7,0 e cai para 6,4-6,8 após cinco horas e, depois para 5,4-5,8 depois de 24 horas post mortem. Mas, quando as reservas de glicogênio são insuficientes o pH permanecer acima de 6,2 após 24 horas, tem-se o indício da presença de carnes DFD (Alves et al. 2005; Roça, 2014)

De acordo com Lopes et al. (2012), animais zebuínos se estressam com mais facilidade ao manejo e transporte, em comparação aos animais taurinos. O estresse no manejo pré-abate em animais zebuínos é mais frequente,

o que pode comprometer as reservas de glicogênio muscular, conseqüentemente, interferir de maneira negativa no *rigor mortis*, transformação do músculo em carne, produzindo uma carne de baixa qualidade. A criação dos animais em confinamento exige manejo intenso, condicionando os animais a esse tipo de manejo e a relação homem-animal, e dessa forma, os animais ficam menos susceptíveis ao estresse, o que contribui para a manutenção das reservas de glicogênio do músculo.

As porcentagens de tecido ósseo, muscular e adiposo são apresentadas na Tabela 3. A carcaça deve apresentar maior proporção de músculo e quantidades adequadas de gordura para atender as exigências do mercado consumidor. A medida de ganho em peso é a mais utilizada para avaliar o crescimento animal, no entanto durante o crescimento ocorrem variações de peso e tamanho dos animais, da mesma forma variações nas proporções de tecidos depositados, além desses fatores serem influenciados pela idade, peso, raça, condição sexual e nível nutricional (Verás et al., 2001).

Não foi observada diferença ( $p < 0,05$ ) para as porcentagens de músculos e gordura. Porém, para a porcentagem de osso houve diferença ( $p < 0,05$ ), cujos animais de baixo WBSF apresentando médias superiores às dos animais de alto WBSF.

Ribeiro et al. (2008) avaliando três grupos genéticos, Nelore,  $\frac{1}{2}$ Guzerá  $\times$   $\frac{1}{2}$ Nelore e  $\frac{1}{2}$ Brahman  $\times$   $\frac{1}{2}$ Nelore não observaram diferença significativa entre os três grupos avaliados. A raça Nelore apresentou porcentagem de 58,7%, 23,1% e 17,9%, para músculo, gordura e osso, respectivamente. Diferindo das porcentagens de músculo e gordura do presente estudo, ao qual apresentou menores porcentagens de músculo e maiores de gordura.

Jaeger et al. (2004) avaliando quatro grupos genéticos, encontraram valores de 56,76%, 28,28% e 14,95% para as porcentagens de músculo, gordura e osso, respectivamente, para a raça Nelore.

A metodologia de Hankins & Howe (1946) não é eficiente para estimar a composição física da carcaça de bovinos Nelore (Paulino et al., 2005; Marcondes et al., 2009). Avaliando a predição da composição corporal e da carcaça a partir da seção entre a 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas em bovinos Nelore Marcondes et al. (2009) observaram que na estimação da composição da carcaça de bovinos

Nelore, o tecido muscular foi subestimado em 8,83% pela seção HH e o tecido adiposo foi superestimado em 37,45% e o tecido ósseo foi o mais próximo dos valores reais. Contudo, a seção HH apresenta a vantagem de dispensar a dissecação completa da carcaça.

Silveira et al., (2009) relataram porcentagens de 61,5%, 23,3% e 15,3 para tecidos muscular, adiposo e ósseo, respectivamente, apresentando proporções de músculo bastante superiores aos relatos do presente estudo. Apesar da menor porcentagem de gordura relatada, os autores ressaltam a superioridade da raça Nelore em depositar gordura de maneira precoce, fato verificado nas carcaças dos bovinos avaliados neste estudo.

Avaliando cinco grupos genéticos zebuínos, Vittori et al., (2006) relatam porcentagens de 56,88%, 27,58% e 15,55% para tecido muscular, adiposo e ósseo, respectivamente, para a raça Nelore.

É sabido que a proporção de tecidos pode variar com a idade, peso, raça, condição sexual e nível nutricional, o que pode explicar a grande variação das proporções encontradas na literatura. Os tecidos que mais variam são o adiposo e muscular. De acordo com Paulino et al., (2009), quando os animais atingem a fase de terminação os depósitos de gordura que se desenvolveram precocemente já completaram seu crescimento hiperplásico e passa a depositar gordura nos adipócitos já existentes, enquanto que os depósitos subcutâneos e intramuscular continuam se desenvolvendo e ao mesmo tempo enchendo-os com lipídeos. Os autores ainda relatam as diferenças entre classes sexuais, uma vez que os machos castrados e as fêmeas são superiores aos não castrados, pois animais não castrados sofrem ação da testosterona que estimula a proliferação das células-satélites que aumentam de maneira significativa a síntese proteica do músculo. Já animais castrados, não há aumento na deposição de gordura, mas sim diminuição da deposição de tecido muscular e, por diluição esses animais apresentam melhor grau de acabamento.

Tabela 4. Estimativas de correlações fenotípicas entre características de carcaça de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne

	PA	PCQ	RCQ	PCF	RCF	QR	DIAN	TRAS	PTA	%DIANT	%TRAS	%PTA	%OSS	%MUS	%GOR	MUS	GOR	OSS	pH	EG	AOL	AOL100	
PA	r	0.89835	-0.21597	0.88812	-0.17088	-0.12011	0.71182	0.83464	0.25853	0.11296	0.02837	-0.14061	0.03478	0.09101	-0.10535	0.09109	-0.10538	0.03457	0.01650	-0.12689	0.25486	-0.17819	
	P	*	ns	*	ns	ns	*	*	ns														
PCQ	r		0.23420	0.99228	0.26388	-0.16186	0.78444	0.87220	0.29560	0.15547	-0.02797	-0.13213	-0.02784	0.13638	-0.10915	0.13648	-0.10929	-0.02823	0.01626	-0.08407	0.37402	-0.10511	
	P		ns	*	ns	ns	*	*	ns														
RCQ	r			0.23904	0.96469	-0.08875	0.16579	0.08952	0.08255	0.09551	-0.12346	0.01622	-0.13529	0.10063	-0.01066	0.10070	-0.01087	-0.13573	0.00976	0.09676	0.26495	0.15855	
	P			ns	*	ns																	
PCF	r				0.30042	-0.28294	0.77774	0.86550	0.33169	0.13785	-0.04865	-0.09556	-0.03761	0.12481	-0.09251	0.12492	-0.09267	-0.03800	0.00103	-0.07252	0.37034	-0.11310	
	P				ns	ns	*	*	ns														
RCF	r					-0.34789	0.18803	0.12283	0.17035	0.06119	-0.15948	0.08349	-0.14936	0.07598	0.02070	0.07605	0.02044	-0.14978	-0.02313	0.11135	0.26403	0.12618	
	P					ns																	
QR	r						-0.12111	-0.14146	-0.35187	0.10601	0.16929	-0.26056	0.08020	0.07183	-0.11527	0.07180	-0.11502	0.08025	0.12101	-0.07925	-0.05248	0.08888	
	P						ns																
DIAN	r							0.60920	0.03989	0.67931	-0.36145	-0.35666	0.05645	0.23894	-0.25533	0.23892	-0.25552	0.05650	0.04886	-0.23225	0.20151	-0.17176	
	P							*	ns	*	ns												
TRAS	r								0.15737	-0.07125	0.35836	-0.25426	0.02151	0.15281	-0.15440	0.15292	-0.15444	0.02110	-0.02527	-0.00817	0.40857	-0.00873	
	P								ns														
PTA	r										-0.47331	-0.46228	0.89650	-0.26002	-0.19734	0.34085	-0.19734	0.34063	-0.26016	-0.01765	0.00790	0.18375	0.02344
	P										*	*	*	ns									
%DIAN	r											-0.45906	-0.59068	0.15541	0.24503	-0.32124	0.24495	-0.32133	0.15580	0.09050	-0.24832	-0.11871	-0.18245
	P											*	*	ns									
%TRAS	r												-0.44569	0.12307	0.04090	-0.11278	0.04102	-0.11251	0.12267	-0.07678	0.20844	0.11181	0.13340
	P												0.0001	ns									
%PTA	r												-0.26872	-0.28400	0.42628	-0.28402	0.42613	-0.26876	-0.02049	0.06176	0.01754	0.06255	
	P												ns	0.6123									
%OSS	r													-0.20067	-0.42349	-0.20068	-0.42336	100.000	0.08519	-0.08288	-0.20358	-0.20028	
	P													ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	
%MUSC	r														-0.80249	100.000	-0.80257	-0.20035	-0.00743	-0.17571	0.24421	0.20708	
	P														*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	
%GOR	r															-0.80249	100.000	-0.42379	-0.04502	0.21296	-0.10184	-0.06951	
	P														*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	
MUSC	r																-0.80257	-0.20036	-0.00758	-0.17552	0.24410	0.20690	
	P															*	*	ns	ns	ns	ns	ns	
GOR	r																	-0.42366	-0.04508	0.21295	-0.10177	-0.06937	
	P																	ns	ns	ns	ns	ns	
OSS	r																		0.08543	-0.08311	-0.20371	-0.20019	
	P																		ns	ns	ns	ns	
pH	r																				0.12272	0.08615	0.09424
	P																				ns	ns	ns
EG	r																					-0.01889	0.01437
	P																					ns	ns
AOL	r																						0.88035
	P																						*

Níveis de significância: \*( $p < 0,001$ ); ns: não significativo; PA: peso ao abate; PCQ: peso de carcaça quente; RCQ: rendimento de carcaça quente; PCF: peso de carcaça fria; RCF: rendimento de carcaça fria; QR: quebra no resfriamento; DIAN: peso do dianteiro; TRAS: peso do traseiro; PTA: peso da ponta da agulha; %DIAN: porcentagem do dianteiro; %TRAS: porcentagem do traseiro; %PTA: porcentagem da ponta da agulha; OSS: peso do tecido ósseo; MUSC: peso do tecido muscular; GOR: peso do tecido adiposo; %OSS: porcentagem do tecido ósseo; %MUSC: porcentagem do tecido muscular; %GOR: porcentagem do tecido adiposo EG: espessura de gordura; AOL: área de olho de lombo; AOL100: área de olho de lombo a cada 100 kg de carcaça.

## 4 CONCLUSÃO

A seleção para a maciez da carne em bovinos Nelore Mocho não afetou as características de carcaça. Não houve correlação entre as características de maciez e as características de carcaça, indicando que a seleção genética da característica de maciez não influencia na expressão fenotípica das mesmas.

Existe variabilidade para as características de carcaça e qualidade de carne, indicando que essas informações podem ser utilizadas em programas de melhoramento genético e auxiliar em programas de acasalamento dirigido para a seleção da raça Nelore.

## 5 REFERENCIAS

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Exportações Brasileiras de Carne Bovina**. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=6>. Acesso em: 20/05/2013.

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Balanco da pecuária**. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>. Acesso em: 20/01/2014.

ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira** v. 6, n. 3, p. 135-149, jul./set. 2005.

BARONI, C. E. S.; LANA, R. P.; MANCIO, A. B.; QUEIROZ, A. C.; LEÃO, M. I.; SVERZUT, C. B. Níveis de suplemento à base de fubá de milho para novilhos Nelore terminados a pasto na seca: desempenho, características de carcaça e avaliação do pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.1, p.175-182, 2010

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A. M. ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; HADLICH, J. C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007.

BONIFÁCIO, A. S.; FIGUEIREDO, L. G. G.; LEITE, J. F.; ARAÚJO, F. R. C.; SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B. **Características de Marmoreio e Composição de Carcaça do Programa Nelore Brasil**. Disponível em: [http://novo.ancp.org.br/adm/Filemanager/ckeditor/arquivos/Caracteristicas\\_de\\_Marmoreio\\_e\\_Composicao\\_de\\_Carcaca\\_do\\_Programa\\_Nelore\\_Brasil.pdf](http://novo.ancp.org.br/adm/Filemanager/ckeditor/arquivos/Caracteristicas_de_Marmoreio_e_Composicao_de_Carcaca_do_Programa_Nelore_Brasil.pdf) > Acessado em: 21/01/2014.

BONILHA, S. F. M.; PACKER, I. U.; FIGUEIREDO, L. A.; ALLEONI, G. F.; RESENDE, F. D.; RAZOOK, A. G. Efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre características de carcaça e rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.5, p.1275-1281, 2007

CASTRO, L. M.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; FARIA, C. U.; LOPES, F. B. Quantitative genetic analysis for meat tenderness trait in Polled Nelore cattle. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. , abr-jun, 2014.

CATTELAM, J.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; RUMPEL, L.; CALLEGARO, A. M.; COCCO, J. M. Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos confinados em diferentes espaços individuais. **Ciência Animal Brasileira**. v.14, n.2, p. 185-198, abr./jun. 2013

COSTA, D.P.B.; RODRIGUES, V.C.; SILVA, J.C.G.; NETO, O.C.; SOUSA, S.L.G.; SOUSA, J.C.D.; E MOURÃO, R.C. Qualidade da carne de novilhos Nelore e F1 Nelore x Sindi. **Archivos de Zootecnia**. 57 (219): 345-348. 2008.

FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L. et al. Características da carcaça e da carne de novilhos de diferentes grupos genéticos alimentados em confinamento com diferentes proporções de grão de aveia e grão de sorgo no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2024-2035, 2002.

FELÍCIO, P.E. de. **Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina**. In: A. M. Peixoto; J. C. Moura; V. P. de Faria. (Org.). Produção de Novilho de Corte. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 1997, v. Único, p.79-97.

FERRIANI, L.; ALBUQUERQUE, L.G.; BALDI, F.S.B.; VENTURINI, G.C.; BIGNARDI, A.B.; SILVA, J.A II.V.; CHUD, T.C.S.; MUNARI, D.P.; OLIVEIRA, J.A. Parâmetros genéticos de características de carcaça e de crescimento de bovinos da raça Nelore. **Archivos de Zootecnia**. 62 (237): 123-129. 2013.

FREITAS, A. K.; RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; PADUA, J. T.; LAGE, M. E.; MIYAGI, E. S.; SILVA, G. F. R. de et al. Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**., vol.37, n.6, pp. 1055-1062, 2008.

FRY, G. Quality Grade. Disponível em: [http://www.bovineengineering.com/quality\\_grades.html](http://www.bovineengineering.com/quality_grades.html) Acesso: 12/01/2014.

GESUALDI JÚNIOR, A.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D.; ALLEONI, G. F.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; GESUALDI, A. C. L. S.; DETMANN, E. Características de carcaça de bovinos Nelore e Caracu selecionados para

HANKINS, O.G., HOWE, P.E. 1946. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington, D.C.(Tech. Bulletin - USDA, 926).

JAEGER, S.M.P.L.; DUTRA, A.R.; PEREIRA, J.C.; OLIVEIRA, I.S.C. Características da Carcaça de Bovinos de Quatro Grupos Genéticos Submetidos a Dietas com ou sem Adição de Gordura Protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.6, p.1876-1887, 2004 (Supl. 1).

LACY, R.C. Analysis of founder representation in pedigrees: Founder equivalents and founder genome equivalents. **Zoo Biology**, Brookfield, v. 8, p.111-123, 1989.

LANA, R. P.; FONTES, C. A. A.; PERON, A. J.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, D. J.; PAULINO, M. F. Composição corporal e ganho de peso e exigência de energia, proteínas e macronutrientes minerais (Ca, P, Mg, Na, K) de novilhos de cinco grupos raciais. 1. Conteúdo corporal e do ganho de peso em gordura, proteína e energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 21, n.03, 1992.

LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; VOZZI, P. A.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; SAINZ, R. D.; BERGMANN, J. A. G.; FARIA, C. de U.;

OLIVEIRA, H. N. Avaliação Genética de Touros das Raças Nelore, Guzerá, Brahman e Tabapuã: Sumário 2011. Ribeirão Preto: ANCP, 2013. 124 p.

LOPES, L.S.; LADEIRA, M.M.; GONCALVES, T.M.; MACHADO NETO, O.R.; PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; RAMOS, E.M.; OLIVEIRA, D.M. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.970-977, 2012.

MACHADO NETO, O.R.; LADEIRA, M.M.; GONÇALVES, T.M. et al. Performance and carcass traits of Nelore and Red Norte steers finished in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1080-1087, 2011.

MAGGIONI, D.; PRADO, I. N.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M. V.; MARQUES, J. A.; BRIDI, A. M.; MOLETTA, J. L.; ABRAHÃO, J. J. S. Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 391-402, jan./mar. 2012.

MAGNABOSCO, C. U.; TROVO, J. B., TORRES JUNIOR, R. A. A.; FARIA, C. U.; MARTINS, C. F.; REGINATO, L.; FRAGOSO, R. R.; TELLES, M. P. C.; SILVA, C. C.; ARAUJO, F. R. C.; PRADO, C. S.; SAINZ, R. D. **Caracterização e seleção genética para maciez da carne em bovinos Nelore Mocho**. Projeto Macroprograma 2, Documento de Circulação Restrita, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2009.

MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; DINIZ, L. L.; SANTOS, T. R. Consumo e desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.12, p.2243-2250, 2008.

MENEZES, L. F. G. DE.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; KUSS, F.; SILVEIRA, M. F. DA.; AMARAL, G. A. DO. Características da carcaça de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.3, p.934-945, 2005.

METZ, P. A. M.; MENEZES, L. F. G.; ARBOITTE, M. Z.; BRONDANI, I. L.; RESTLE, J.; CALLEGARO, A. M. Influência do peso ao início da terminação sobre as características de carcaça e da carne de novilhos mestiços Nelore x Charolês. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.2, p.346-353, 2009.

MIRANDA NETO, T.; CASTILHO, E. F.; PINHO, G. GUIMARÃES, S. E. F.; COSTA, E. P.; GUIMARÃES, J. D.; Puberdade e maturidade sexual em touros jovens da raça Simental, criados sob regime extensivo em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.9, p.1917-1924, 2011.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; SAGABINAZZI, L. R. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na

dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 7, p. 1610-1617, 2010

MULLER, L. 1987. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: UFSM. 31p

OLIVEIRA, E. A.; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, R. V. ; RIBEIRO, G. M. Desempenho e características de carcaça de tourinhos Nelore e Canchim terminados em confinamento recebendo dietas com cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.12, p.2465-2472, 2009.

PACHECO, P.S.; SILVA, J.H.S.; RESTLE, J. et al. Características quantitativas da carcaça de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1666-1677, 2005.

PAULINO, P. V. R.; DUARTE, M. S.; OLIVEIRA, I. M. aspectos zootécnicos determinantes da qualidade de carne. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 8., 2013, Itapetinga. **Anais...** Itapetinga: UESB, 2013. p. 8-37.

PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. DE C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A.; MARCONDES, M. I. Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.12, p.2516-2524, 2009.

PEREIRA, A. S. C. **Características qualitativas da carcaça e da carne das progênes de touros representativos da raça nelore (Bos indicus) e de diferentes grupos genéticos**. 2006. 115 f. (Doutorado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga, São Paulo.

peso aos 378 dias de idade recebendo alimentação restrita ou à vontade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.1, p.131-138, 2006.

RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; RUGGIERI, A. C.; NARDON, R. F.; CYRILLO, J. N. S. G. Desempenho em pastagens e características de carcaça da 16<sup>a</sup> progênie dos rebanhos Nelore, Guzerá e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.3, p.1367-1377, 2002 (suplemento).

RESTLE, J. VAZ, F. N.; QUADROS, A. R. B.; MÜLLER, L. Características de Carcaça e da Carne de Novilhos de Diferentes Genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.6, p.1245-1251, 1999.

RIBEIRO, E.L.A.; HERNANDEZ, J.A.; ZANELLA, E.L. et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1669-1673, 2008.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; SILVA, F. V.; BARROS, R. C.; REIS, S. T.; COSTA, M. D.; SOUZA, A. S.; CALDEIRA, L. A.; OLIVEIRA, T. S.; OLIVEIRA, L. L. S. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore e Mestiços

terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.**, v.11, n.3, p.865-875 jul/set, 2010.

RODRIGUES, V. C.; ANDRADE, I. F.; FREITAS, R. T.; BRESSAN, M. C.; TEIXEIRA, J. C. Rendimentos do Abate e Carcaça de Bovinos e Bubalinos Castrados e Inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.32, n.3, p.663-671, 2003.

ROÇA, R. O. **Propriedades da carne.** Disponível em: <http://www.pucrs.campus2.br/~thompson/TPOA-Carne/Roca107.pdf> Acesso em: 10/01/2014.

RUBIANO, G. A. G.; ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; GONÇALVES, H. C.; ANGERAMI, C. N. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2490 - 2498, 2009.

SAINZ, R. D.; MAGNABOSCO, C. U.; MANICARDI, F.; ARAUJO, F.; LEME, P. R.; LUCHIARI, A.; MARGARIDO, R.; PEREIRA, A. S. C.; GUEDES, C. F. Projeto OB-Choice: genética para melhorar a qualidade da carne brasileira. In: III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 3., 2005, São Pedro. **Anais...** São Pedro: CTC, p. 265, 2005.

SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M. F.; CROUSE, J. D.; REAGAN, J. O. An evaluation of tenderness of the Longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal Animal Science.** 69:171-177, 1991.

SILVA, F. V.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; BARROS, R. C.; PIRES, D. A. A.; MENEZES, G. C. C.; CALDEIRA, L. A. Ganho de peso e características de carcaça de bovinos Nelore castrados ou não-castrados terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.37, n.12, p.2199-2205, 2008

SILVEIRA, M. F.; BRONDANI, I. L.; ARBOITTE, M. Z.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; PIZZUTI, L. A. D.; LUZ, T. R. R.; RETORE, M. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos Charolês e Nelore que receberam diferentes proporções de concentrado na dieta. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.61, n.2, p.467-474, 2009.

SILVEIRA, M.F.; BRONDANI, I.L.; ARBOITTE, M.Z.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; PIZZUTI, L.A.D.; LUZ, T.R.R.; RETORE, M. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos Charolês e Nelore que receberam diferentes proporções de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.61, n.2, p.467-474, 2009.

SMITH, T.; DOMINGUE, J. D.; PASCHAL, J. C.; FRANKE, D. E.; BIDNER, T. D.; WHIPPLE, G. Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. **Journal Animal Science.** 85:1377-1384, 2007.

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

VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; VALADARES, R. F. D.; FERREIRA, M. A.; SILVA, C. M.; SILVA, B. C. Predição da Composição Química Corporal de Bovinos Nelore e F1 Simental x Nelore a partir da Composição Química da Seção Hankins e Howe (Seção HH). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30(3): p. 1112-1119, 2001 (Suplemento 1).

VITTORI, A.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D.; GESUALDI JUNIOR, A.; ALLEONI, G. F.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; GESUALDI, A. C. L. S. Características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos, castrados e não-castrados, em fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.5, p.2085-2092, 2006.

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

## **CAPITULO III - CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE DE UMA POPULAÇÃO DE BOVINOS NELORE MOCHO SELECIONADOS PARA MACIEZ**

### **1 INTRODUÇÃO**

A maciez é a característica organoléptica de maior influência na aceitação da carne pelo consumidor, ocupando posição de destaque entre as características de qualidade da carne bovina. No momento da escolha, o consumidor avalia a coloração da carne, em seguida a quantidade de exsudado presente na embalagem, sendo inicialmente uma avaliação visual. Contudo, será a característica de maciez que determinará uma nova procura por aquele produto, com características desejáveis, ou seja, será a maciez da carne que determinará se o consumidor voltará ou não a procurar por aquela carne (Alves et al., 2005; Lawrie, 2005; Rocha Júnior et al., 2010).

A raça Nelore, popularmente caracterizada como produtora de carne dura é também conhecida pela rusticidade, adaptabilidade às condições climáticas tropicais e resistência a ecto e endoparasitas e vem sendo estudada com mais intensidade nos últimos anos. Diversos autores classificam bovinos Nelore como uma raça produtora de carne de qualidade inferior, se comparada à carne oriunda de bovinos de origem taurina, e essa atribuição se deu, primeiramente, ao temperamento da raça, animais mais reativos e conseqüentemente, mais susceptíveis ao estresse e, em seguida, a maior quantidade da proteína calpastatina (Andrade et al., 2010; Climaco et al., 2011; Godim, 2013)

A calpastatina é inibidora das calpaínas, responsáveis pela proteólise que conduz ao processo de amaciamento da carne (Andrade et al., 2010; Felício, 1997; Shackelford et al., 1990; Wheeler et al., 1990).

A variabilidade da maciez da carne é explicada em maior parte pelos efeitos ambientais, e uma pequena parcela é explicada pelos efeitos genéticos. Em estudos entre raças, aproximadamente 46% da variação da maciez é explicada pela genética e 54% explicada por efeitos ambientais. Mas quando o

estudo ocorre dentro de uma mesma raça, a genética explica somente 30% da variação na maciez e os efeitos ambientais explicam 70% (Alves et al., 2005; Igarasi et al., 2008).

De acordo com Felício (1997), a maciez é o resultado de todos os acontecimentos na vida do animal ao longo de toda cadeia produtiva, desde o nascimento, dieta, manejo, maturidade, estresse, abate, velocidade da queda do pH, resfriamento, *rigor mortis* e até o método de cocção.

Estudos a respeito da maciez da carne com base genética conhecida são dificilmente realizados devido a falta de estruturação dessas bases, e também de confiabilidade da informação com que essas bases genéticas são alimentadas (Castro et al., 2014; Magnabosco et al. 1997). Sainz et al. (2005), utilizando animais da raça Nelore Mocho com base genética conhecida, abatidos aos 30 meses de idade, relataram a existência de animais da raça Nelore capazes de produzir carnes de alto padrão de qualidade, macia e marmorizada. A alta variabilidade genética aditiva observada na população estudada proporcionou a alguns touros a produção de carcaças que foram classificadas como Choice em 40% dos casos de acordo com o Quality Grade. O Quality Grade é uma classificação de qualidade americana que reflete o sabor e maciez da carne de acordo com a maturidade da carcaça e da quantidade de gordura intramuscular (Fry, 2014).

A falta de qualidade, principalmente maciez, faz com que grandes mercados estejam fechados para a comercialização da carne brasileira, especialmente para carne *in natura*, que representa a maior parte das exportações do país. O rebanho brasileiro é composto, basicamente, por bovinos de origem zebuína que são conhecidos pela produção de carne de qualidade inferior.

Identificar animais com potencial genético para produção de carne macia é uma estratégia que deve ser adotada pela pecuária brasileira e que terá grande impacto econômico para o país. Estudando análise genética quantitativa da característica maciez da carne em bovinos Nelore Mocho, Castro et al. (2014) relataram que a seleção genética para maciez da carne não influenciou nas características de carcaça, mas que esta seleção exerceu fortes influencias sobre as características de qualidade da carne. Bovinos selecionados para baixo WBSF

apresentaram média de força de cisalhamento de 2,93 kgf enquanto animais do grupo alto WBSF apresentaram média de 4,63 kgf, apontando a existência de genótipos superiores da raça Nelore para a produção de carne com qualidade.

Objetivou-se neste capítulo avaliar as características de qualidade da carne de uma população segregante para maciez da carne de bovinos Nelore Mocho.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Local de execução**

As informações desse estudo foram obtidas do experimento conduzido nas dependências da Embrapa Arroz e Feijão, na cidade de Santo Antônio de Goiás, onde os animais foram recriados em regime a pasto, com suplementação estratégica concentrado energético proteico. Posteriormente os animais foram transferidos para a fazenda Barreiro de propriedade particular, parceira da Embrapa, situada no município de Silvânia – GO, onde foram terminados em regime de confinamento. Os abates foram realizados no frigorífico Minerva no município de Palmeiras de Goiás-GO, e as análises de qualidade de carne foram realizadas no Centro de Pesquisa em Alimentos – CPA/Universidade Federal de Goiás e no laboratório de qualidade de carne da Embrapa Pecuária Sudeste na cidade de São Carlos – SP.

### **2.2 Conjunto de dados - Animais**

A marca OB, pertencente à Guaporé Pecuária, situada no município de Pontes e Lacerda – MT é um dos poucos rebanhos existentes no Brasil que são estruturados e que trabalham com a seleção genética para o melhoramento das características de carcaça com enfoque na maciez da carne bovina, além de possuir um banco de linhagens da raça Nelore. Fundadora da raça Nelore Mocho a marca OB vem desenvolvendo há 60 anos trabalhos na seleção desta raça, além de diversos estudos sobre características de carcaça (Castro et al., 2014).

Inicialmente, as pesquisas objetivaram apenas a caracterização e conservação das principais linhagens da raça Nelore. Então, este material genético foi multiplicado objetivando o incremento da variabilidade genética da raça, visto que, a diminuição da variabilidade genética tem tornado difícil a obtenção de respostas em muitos programas de seleção (Guaporé Pecuária, 2013).

Estes estudos possibilitaram a descoberta de animais com superioridade genética para características de desempenho e carcaça. Isto,

motivou a equipe de pesquisadores a iniciar o projeto OB Choice com o objetivo de caracterizar progênies de touros representativos das principais linhagens da raça Nelore, avaliando características de crescimento pré e pós desmama, precocidade de acabamento, qualidade da carcaça e da carne (Magnabosco et al., 2009; Sainz et al., 2005).

Utilizando o Banco de Linhagens da Marca OB foram selecionados 17 touros representativos das principais linhagens da raça Nelore, mais dois da raça Aberdeen Angus e um da raça Brahman, incluídos para fins de comparação, que foram acasalados com 552 vacas comerciais (cara limpa) por inseminação artificial, formando 306 progênies contemporâneas de Nelore (NE),  $\frac{1}{2}$  Aberdeen Angus x Nelore (AN) e  $\frac{1}{2}$  Brahman x Nelore (BN) (Pereira, 2006; Sainz et al., 2005).

Ainda segundos os autores, com estes resultados conclui-se que os animais cruzados têm um desempenho superior quando comparado aos animais zebuínos. Porém, este estudo demonstra que existe uma grande variabilidade genética dentro da raça Nelore para estas características, apresentando uma oportunidade de identificar e selecionar bovinos da raça Nelore com qualidade igual ou superior aos cruzados, uma vez que foram identificados touros cujos filhos produziram carne com os melhores padrões de qualidade para o mercado mundial. Na classificação do Quality Grade, podemos destacar vários touros que colocaram mais de 40% de suas progênies na categoria Choice e um na categoria Prime. Este foi o primeiro trabalho no Brasil a identificar estas diferenças, de uma maneira rigorosa e com base genética conhecida (Pereira, 2006; Sainz et al., 2005).

Em 2009 a Embrapa aprovou o projeto “Caracterização e seleção genética para maciez da carne em bovinos Nelore Mocho” em parceria com a Guaporé Pecuária com objetivo de caracterizar, multiplicar e selecionar bovinos Nelore Mocho de elevado potencial genético para a característica de maciez da carne (Castro et al., 2014; Magnabosco et al., 2009).

Castro et al. (2014) identificaram indivíduos portadores de genes favoráveis a maciez da carne e, observaram a alta variação dos valores de WBSF dentro da população em estudo, mas ressaltaram que a maciez da carne é uma característica altamente influenciada por fatores ambientais. A média da

característica de WBSF encontrada foi de 3,97 kgf, com mínimo de 1,53 kgf e máximo de 8,84 kgf. Com base nesses resultados a autora classificou os animais como baixo e alto WBSF; baixo WBSF quando a força de cisalhamento apresentou valores de até 3,5 kgf; alto WBSF quando a força de cisalhamento apresentou valores acima de 3,5 kgf, assim como proposto por BOLEMAN et al. (1997).

Avaliando características de crescimento, carcaça e maciez, os autores observaram diferença significativa no peso inicial (PI), assim como no peso final (PF) e no ganho em peso diário (GPD), entre os animais com alto e baixo WBSF. Também ressaltaram que os animais com WBSF mais baixos se mostraram mais pesados e com ganho em peso diário maior que os animais com WBSF mais altos. No que diz respeito às características de carcaça avaliadas via ultrassonografia (AOL, EG e P8), não houve diferença significativa entre os dois grupos de fenótipos para maciez.

Dessa maneira, Castro et al. (2014) com base nesses resultados, informações de pedigree e baseando-se no princípio da probabilidade de genes idênticos por descendência, criaram uma população segregante para o fenótipo maciez da carne, com o intuito de serem utilizados em análises da qualidade de carcaça, qualidade de carne e expressão gênica, sendo essa população utilizada para desenvolver essa pesquisa. Foram selecionadas 68 progênies, machos, inteiros com um intervalo de nascimentos de agosto de 2010 a janeiro de 2011. Em novembro de 2011 esses animais iniciaram o período de recria a pasto, nas dependências da Embrapa Arroz e Feijão, com um peso médio de 215 kg.

### **2.3 Período de recria**

Durante o período de recria os animais permaneceram em pastejo rotacionado com gramíneas tropicais (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria ruziziensis* cv. Ruziziensis e Piatã) em piquetes de 17-18 hectares cada um. E eram pesados a cada 28 dias, acompanhados de mensurações de circunferência escrotal e altura de garupa. Em março os animais passaram a

receber uma suplementação protéica entre 0,5% e 1% até o final do período de recria.

Tabela 1. Média, desvio-padrão, coeficiente de variação, mínimo e máximo do peso dos animais no início e final da recria.

<b>Período</b>	<b>Animais</b>	<b>PM</b>	<b>DP</b>	<b>CV</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
Início da recria	68	211,58	28,47	13,45	151	288
Final da recria	68	335,02,6	29,52	8,81	264	404

PM: peso médio; DP: desvio padrão; EPM: erro padrão da média; CV; coeficiente de variação; Mín: Mínimo; Máx: Máximo

## 2.4 Período de terminação em confinamento

As instalações do confinamento foram compostas por baias individuais semi-cobertas por telhas de amianto, contendo um cocho individual e um bebedouro regulado por torneira-boia, localizado na divisória entre duas baias. A limpeza das baias e lavagem dos bebedouros era realizada de acordo com a necessidade.

Os animais passaram por um período de adaptação de 21 dias à dieta e as instalações. O período de adaptação iniciou com uma relação volumoso:concentrado de 60:40 sofrendo alterações semanais até que a relação volumoso:concentrado de 40:60 foi atingida, com base na matéria seca. No dia 13 de junho de 2012 os animais foram pesados, iniciando o período experimental.

A dieta foi composta por silagem de milho, soja grão, milho triturado e sal mineral (Tabela 2). O arraçoamento acontecia duas vezes ao dia, às nove horas e às 15 horas. O fornecimento da ração foi ajustado permitindo sobras de 5% a 15% do montante ofertado, de acordo com o peso vivo de cada animal.

Todos os dias pela manhã, antes do primeiro arraçoamento, as sobras eram recolhidas e pesadas para realização de futuras análises bromatológicas. Antes de cada arraçoamento a dieta foi pesada individualmente para cada animal, de acordo com suas exigências. A pesagem foi realizada em sacos plásticos, devidamente enumerados correspondentes ao número da baía de cada animal. Em seguida a dieta foi homogeneizada dentro do cocho e ofertada ao animal. Durante o período de confinamento os animais foram pesados a cada 21 dias após jejum sólido de 12 a 14 horas.

Tabela 2. Composição percentual e estimativa de nutrientes da dieta de terminação

<b>INGREDIENTES</b>	<b>Unidade</b>	<b>Base</b>	<b>Formulação</b>
Milho grão moído	%MS		49,0
Silagem de milho	%MS		40,0
Soja grão	%MS		9,0
Minerthal Núcleo Corte MD	%MS		1,40
Uréia	%MS		0,60
<b>Nutriente</b>			
Matéria seca	%	MO	48,70
NDT	%MS	MS	74,3
<b>Proteína / Energia</b>			
Extrato Etéreo	% MS	MS	5,043
Nitrogênio não protéico	% PDR	MS	47,242
PDR (%PB)	% PB	MO	68,429
Proteína Bruta	% MS	MS	12,792
Proteína degradável no rúmen	% MS	MS	9,348
<b>Fibras</b>			
FDNfe em MS	% MS	MS	21,577
Nitrogênio ligado ao FDA	% MS	MS	0,754
<b>Macronutrientes</b>			
Fósforo	% MS	MS	0,279
Magnésio	% MS	MS	0,141
Potássio	% MS	MS	0,786
<b>Micronutriente</b>			
Ferro	ppm	MS	24,728
Zinco	ppm	MS	33,031
Manganês	ppm	MS	23,390
Cobre	ppm	MS	11,336
<b>Outros</b>			
Monensina	ppm	MS	25,62
Virginiamicina	ppm	MS	15,40

## 2.5 Abate

Devido a diferença de idade e peso dos animais, foram realizados cinco abates, de acordo com a espessura de gordura e peso dos animais estimados por ultrasson. Conforme os animais atingiam acabamento e peso desejado, e de 500 kg e 5 mm de espessura de gordura, foram abatidos. Após atingirem os pre-requisitos para abate os animais foram submetidos a um jejum de 12 a 14 horas e pesados para obtermos o peso de fazenda. O transporte foi realizado em caminhão adaptado para o transporte de bovinos, com capacidade para 22 animais e a distância percorrida até o frigorífico foi de 117 km. No frigorífico, durante o manejo pré-abate, os animais foram submetidos a jejum de sólidos e dieta hídrica por 24 horas em currais de espera sem cobertura, local onde receberam banhos com chuveiros de aspersão.

Os abates foram realizados em frigorífico sob Inspeção Federal (SIF 431) e todas as operações foram executadas segundo as recomendações da Legislação Brasileira.(insensibilização mecânica, sangria, esfolia, evisceração, toalete). Após a esfolia, o cupim foi rebatido para a carcaça direita, logo em seguida cada meia carcaça foi identificada individualmente. Ao final da linha de abate, foi realizada a pesagem duas meia carcaças para obtenção do peso de carcaça quente e em seguida resfriamento por 24 horas em câmara fria a 0°C - 2 °C e posteriormente coleta de materiais.

## 2.6 Características Avaliadas

### 2.6.1 Maciez – Warner Bratzler Shear Force

Após o resfriamento das meias carcaças por 24 horas em câmara fria, foi coletada, de todos os animais, uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* na meia carcaça direita localizado entre a 11ª e 12ª costela. Em seguida os bifes foram embalados a vácuo e maturados por 7 dias a uma temperatura de 4°C. Após completar 7 dias de maturação, os bifes foram congelados, por meio do

método rápido a  $-80^{\circ}\text{C}$ , para posterior determinação de maciez. Para a determinação, os bifes foram retirados das embalagens, pesados, colocados em recipientes para descongelamento, realizado em geladeira entre 2 a  $5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, e pesados novamente. Em seguida, foram colocados em forno pré-aquecido à temperatura de aproximadamente  $150^{\circ}\text{C}$ , até a temperatura interna do centro da amostra atingir  $40^{\circ}\text{C}$ . Logo em seguida o bife foi virado e quando a temperatura interna da amostra atingiu  $71^{\circ}\text{C}$  as amostras foram retiradas do forno.

Quando atingiu a temperatura ambiente, as amostras foram colocadas na geladeira de  $3^{\circ}\text{C}$  a  $5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Posteriormente, de todas as amostras, foram retirados de seis a oito cilindros com 1,27 mm de diâmetro, para a análise de maciez, utilizando o aparelho *Warner Bratzler Shear Force – WBSF*. A força de cisalhamento de cada amostra foi considerada como a média de oito a nove valores dos cilindros.

### **2.6.2 Maciez – Texturômetro**

Para determinação da força de cisalhamento, utilizaram-se bifes do músculo *Longissimus dorsi* com 2,5 centímetros, livres de outros músculos, gordura e tecido conjuntivo. Os bifes foram acondicionados na grelha do forno marca Tedesco modelo TC06/ELT, onde foram assados a  $180^{\circ}\text{C}$  permanecendo assim até atingirem a temperatura interna de  $71^{\circ}\text{C}$ , sendo então retirados do forno. O controle da temperatura interna nos bifes foi realizado através de um termopar metálico inserido na região central do bife. Após resfriarem, cada amostra foi acondicionada individualmente em sacos plásticos, devidamente identificados e levadas ao refrigerador à temperatura de 2 –  $5^{\circ}\text{C}$  por um período de 12 horas.

Utilizou-se um amostrador (“coring cutter”) adaptado a uma furadeira, retirou-se 12 cilindros de 1,27 cm de diâmetro por bife. Os cilindros foram retirados paralelamente ao sentido longitudinal das fibras musculares. Os cilindros foram cisalhados em um texturômetro marca TA-XT (texture Technologies Corp./ Stable Micro Systems, UK), equipado com lâmina *Warner-Bratzler*, de 1 mm de

espessura. Os cilindros danificados, com presença de tecido conjuntivo, com furo do termopar foram descartados. Eram cisalhados de oito a doze cilindros de cada amostra, dependendo da condição dos cilindros. A força de cisalhamento era dada pela média dos valores de todos os cilindros cisalhados de cada amostra individualmente.

### 2.6.3 Marmoreio

O marmoreio foi mensurado na carcaça esquerda, entre a 9° e a 11° costela, após a retirada da seção HH. A classificação foi realizada segundo a metodologia de Muller (1987) (Quadro 1). Todas as classificações foram realizadas pelo mesmo avaliador.

Quadro 1. Categorias de classificação de marmoreio.

<b>Quantidade</b>	<b>Valor</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor</b>
Abundante +	18	Moderada +	15	Média +	12
Abundante	17	Moderada	14	Média	11
Abundante -	16	Moderada -	13	Média -	10
Pequena +	9	Leve +	6	Traços +	3
Pequena	8	Leve	5	Traços	2
Pequena -	7	Leve -	4	Traços -	1

(Muller, 1987)

### 2.6.4 pH

O pH foi mensurado em todas as meias carcaças direitas após 24 horas em câmara fria. Após sete dias de maturação, foi mensurado o pH das amostras de músculo *L. dorsi*, com um potenciômetro marca Texto, modelo 230. O pH foi mensurado em três pontos diferentes de cada amostra, em seguida calculou-se a média do pH.

### 2.6.5 Cor

Para a determinação da cor, as amostras do músculo *Longissimus dorsi*, após sete dias de maturação, foram descongeladas por 24 horas em temperatura de 1°C a 5°C, retiradas das embalagens, retirou-se uma fatia bem fina da superfície do bife, de maneira que toda superfície sofresse oxigenação da mioglobina. Depois de 30 minutos de oxigenação iniciava-se a avaliação. Foram determinados o L\* luminosidade (L\* = 0 preto, L\* = 100 branco), o a\* teor de vermelho (variando de vermelho a verde) e o b\* teor de amarelo (variando do amarelo a azul), de acordo com o sistema CIE, utilizando um colorímetro portátil Hunterlab (MiniScan XE). Considerou-se como valor final a média de três leituras obtidas em posições diferentes do bife (ASMA, 1995).

### 2.6.6 Perdas por Cocção

Para determinação das perdas por cocção, utilizaram-se bifes do músculo *Longissimus dorsi* com 2,5 centímetros, livres de outros músculos, gordura e tecido conjuntivo. As amostras foram pesadas “in natura” antes da cocção, em seguida os bifes foram acondicionados na grelha do forno, marca Tedesco modelo TC06/ELT, onde foram assados a 180°C permanecendo assim até atingirem a temperatura interna 71°C, sendo então retirados do forno. O controle da temperatura interna nos bifes era realizado através de um termopar metálico inserido na região central do bife. Após resfriarem, cada amostra foi novamente pesada para calcular a diferença de peso da amostra antes e depois da cocção (ASMA, 1995).

$$PPC (\%) = \frac{\text{Amostra in natura} - \text{Amostra pós cocção}}{\text{Amostra in natura}} * 100$$

### 2.6.7 Capacidade de retenção de água

Para a determinação de capacidade de retenção de água foram pesados duas gramas do músculo *L. dorsi*. Em seguida a amostra foi colocada

em papel de filtro entre placas de acrílico. Colocou-se o peso de 10 kg sobre as placas de acrílico e cronometrou-se cinco minutos. Decorrido 5 minutos, a amostra foi retirada das placas e do papel de filtro e pesada após a perda de água. A determinação foi realizada em triplicata, considerando o valor final a média dos três valores de capacidade de retenção de água dada em porcentagem.

$$CRA (\%) = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

Em que:  $P_i$ : amostra não prensada;  $P_f$ : amostra prensada.

## 2.7 Análise sensorial

Após sete dias de maturação, foram escolhidas 32 amostras extremas, 16 de cada grupo baixo WBSF e alto WBSF, que foram avaliadas sensorialmente por 10 provadores treinados, para os atributos de maciez e suculência. Foi utilizada uma escala hedônica estruturada de nove pontos, sendo um (1) extremamente dura e extremamente seca, para maciez e suculência, respectivamente; nove (9) extremamente macia e extremamente succulenta, para maciez e suculência, respectivamente (ASMA, 1978) (Quadro 2).

As amostras foram descongeladas em geladeira a 2-5°C por 24 horas. Depois de totalmente descongeladas, foi retirada das amostras todo excesso de gordura para que a mesma não influenciasse na avaliação. Em seguida, as amostras foram assadas em forno Tedesco modelo TC06/ELT, até atingirem a temperatura interna de 75°C, sendo então retiradas do forno. Imediatamente após remoção do forno foram retiradas as bordas dos bifés, o centro do bife foi cortado em 12 cubos de aproximadamente 2 cm quadrados que foram embalados em papel alumínio e levados para o aparelho de banho-maria marca Quimis modelo Q334M28 a 65°C.

Cada provador recebia quatro amostras codificadas por vez individualmente em cabines computadorizadas utilizando o software para análise sensorial Fizz Acquisition. Cada bandeja foi composta pelas quatro amostras, um

copo de suco de maçã diluído, três pedaços pequenos de pão, um guardanapo, um palito de dente e um copo para descarte. Foram realizadas quatro sessões de análise sensorial, cada sessão avaliavam-se oito amostras, totalizando 32 amostras. Considerou-se nota final a média das 10 notas obtidas dos provadores, de acordo com a metodologia de AMSA (1995).

Quadro 2. Escalas da análise sensorial para as características de maciez e suculência

<b>Notas</b>	<b>Maciez</b>	<b>Suculência</b>
9	Extremamente macia	Extremamente suculenta
8	Muito macia	Muito suculenta
7	Moderadamente macia	Moderadamente suculenta
6	Ligeiramente macia	Ligeiramente suculenta
5	Nem macia nem dura	Nem suculenta nem seca
4	Ligeiramente dura	Ligeiramente seca
3	Moderadamente dura	Moderadamente seca
2	Muito dura	Muito seca
1	Extremamente dura	Extremamente seca

Escala utilizada no laboratório de qualidade de carne da Embrapa Pecuária Sudeste.

## 2.8 Análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (abates) com dois tratamentos (baixo e alto WBSF), onde o tratamento baixo WBSF foi composto por 27 unidades experimentais e o tratamento alto WBSF foi composto por 41 unidades experimentais. No modelo de análise descrito abaixo foi considerado como efeito fixo o abate, sendo o efeito de touro como efeito aleatório e idade no momento do abate, considerada como covariável. Os dados

foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento GLM, disponibilizados no programa estatístico SAS (2004). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância.

As análises sensoriais foram submetidas ao procedimento NPAR1WAY, por intermédio do programa estatístico SAS. As médias foram comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. O modelo geral da análise de variância foi realizado segundo o modelo descrito:

$$y_{ijkl} = \mu + trat_i + pai_j + abate_k + b_1(I_{ijkl} - I) + e_{ijkl}$$

y: vetor das variáveis dependentes;

$\mu$ : média geral da característica estudada;

Trat: efeito fixo do *i*-ésimo tratamento (Baixo: WBSF $\leq$ 3,5 kgf e Alto: WBSF:  $\geq$ 3,5 kgf);

Pai: efeito aleatório do *j*-ésimo pai;

Abate: efeito fixo do *k*-ésimo abate;

$I_{ijkl}$  = idade da vaca ao parto;

$b_1$ : coeficiente de regressão linear para idade;

e: erro aleatório, normal, independentemente distribuído com média zero e variância  $\sigma^2$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A média e seu respectivo desvio para as características de qualidade de carne estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Médias das características de qualidade da carne de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne

Característica	WBSF	
	Baixo	Alto
Força de cisalhamento <sup>1</sup>	2,48±0,58 <sup>b</sup>	5,34±1,07 <sup>a</sup>
Força de cisalhamento <sup>2</sup>	1,55±0,36 <sup>b</sup>	4,1±1,36 <sup>a</sup>
pH*	6,22±0,23 <sup>a</sup>	5,72±0,27 <sup>b</sup>
Marmoreio	2,52±1,28 <sup>a</sup>	3,10±1,56 <sup>a</sup>
Perdas por cocção	18,10±3,8 <sup>b</sup>	25,28±4,17 <sup>a</sup>
Capacidade de retenção de água	77,01±2,71 <sup>a</sup>	73,89±2,45 <sup>b</sup>
L*	33,23±1,49 <sup>b</sup>	36,17±2,38 <sup>a</sup>
Cor	a*	13,85±0,99 <sup>b</sup>
	b*	10,02±0,78 <sup>b</sup>
		15,95±1,58 <sup>a</sup>
		12,7±1,68 <sup>a</sup>

Força de cisalhamento<sup>1</sup>: Análise realizada no aparelho de WBSF; Força de cisalhamento<sup>2</sup>: Análise realizada no texturômetro; \* pH coletado após sete dias de maturação; PPC: perdas por cocção; CRA: capacidade de retenção de água; \* pH: avaliação após sete dias de maturação; L\* luminosidade; a\*intensidade da cor vermelha; b\* intensidade da cor amarela.

A maciez é considerada pelos consumidores como a característica organoléptica mais importante da carne dentre todos os atributos de qualidade (Koochmaraie, 1994; Lawrie, 2005). Para a determinação da maciez da carne, são envolvidos apenas quatro princípios básicos: compressão, resistência à ruptura, corte e cisalhamento. A combinação dos métodos de compressão e cisalhamento simula a mesma ação causada pelos dentes durante a mastigação. Dessa maneira, equipamentos como texturômetro ou Warner Bratzler foram desenvolvidos para auxiliar na identificação das diferenças de maciez da carne, com precisão, ou, próximo aos acontecimentos durante a mastigação (Pereira, 2012).

A média obtida pelos bovinos do grupo baixo WBSF para a característica de maciez, tanto avaliada em texturômetro quanto em Warner Bratzler, foram inferiores ( $P > 0,05$ ), em comparação aos valores obtidos pelos

bovinos do grupo alto WBSF (Tabela 5). Trabalhos anteriores a essa pesquisa (Sainz et al., 2005; Pereira, 2006; Castro et al., 2014) permitiu de certa forma antever que os valores seriam inferiores, uma vez que a população estudada foi selecionada para a produção de animais com dois extremos de maciez da carne.

A característica de força de cisalhamento apresentou correlação positiva de alta magnitude com as características de cor e perdas por cocção, indicando que, quanto maior a força de cisalhamento, ou seja mais dura a carne, mais escura e maiores são as perdas por cocção do corte cárneo (Tabela 9).

De acordo com Castro et al. (2014) a satisfação do consumidor é maior para as carnes que apresentam valores de força de cisalhamento até 3,5 kgf e que, os consumidores se mostraram dispostos a pagar mais por carnes de maior maciez.

Pereira (2006) avaliando características de carcaça e carne de progênes de touros representativos da raça Nelore observou valores de 4,18 kgf de força de cisalhamento para machos, entre 22 e 24 meses de idade ao abate. Castro et al. (2014) avaliando a qualidade da carne de bovinos Nelore Mocho, da mesma população em estudo, relataram força de cisalhamento de 4,63 kgf para animais de alto WBSF e 2,93 kgf para os de baixo WBSF, para bovinos machos e fêmeas, abatidos entre 24 e 26 meses de idade.

É possível afirmar que a raça Nelore é capaz de produzir carne de qualidade, uma vez que, Sainz et al. (2005), Pereira (2006) e Castro et al. (2014) obtiveram resultados similares, trabalhando com animais da mesma população. Considerando que a população era a mesma, mas de gerações diferentes, esses animais apresentam uma frequência gênica maior de possuir genes para maciez da carne, pois touros com potencial genético para a característica em questão foram acasalados em enorme escala dentro da população, fazendo com que essa geração apresente maior potencial genético para a característica de maciez da carne.

Os valores de maciez da carne obtidos por meio do aparelho de Warner Bratzler Shear Force foram superiores aos obtidos com o texturômetro, para os dois grupos avaliados (baixo WBSF 2,48 kgf vs. 1,55 kgf e alto WBSF 5,39 kgf vs. 4,10 kgf). Diferenças observadas entre as técnicas de determinação da maciez da carne corroboram com os resultados obtidos por Pereira (2012),

comparando técnicas de determinação da força de cisalhamento em cinco músculos bovinos. O autor relatou menor maciez em todos os músculos avaliados pelo equipamento de Warner Bratzler Shear Force.

Pereira (2012) relatou diferenças observadas entre os aparelhos para determinação da maciez da carne pode ser atribuída às diferenças entre as lâminas de cisalhamento, a lâmina do texturômetro tem forma triangular com ângulo bem definido, enquanto que a lâmina do Warner Bratzler possui ângulo em forma de arco, além das diferenças observadas nas velocidades da sonda de cisalhamento, a velocidade do equipamento de Warner Bratzler é fixo, ao contrário do texturômetro.

O alto valor de pH para carne de bovinos Nelore de baixo WBSF pode ter contribuído para os menores valores de força de cisalhamento, resultando em carne mais macia, uma vez que a correlação entre pH e maciez foi de -0,67 (Tabela 9). As menores quantidades de glicogênio do organismo no momento do abate, dificulta a redução do pH *post mortem* e o nível de cálcio livre aumenta rapidamente. Nessas condições, alto pH e alta concentração de cálcio, a atividade das calpaínas é mais intensa, permitindo um maior amaciamento da carne (Alves, et al. 2005; Fernandes, et al. 2009; Koohmaraie, 1994; Silva, 2006). Koohmaraie et al. (1992, 1986) sugerem que a  $\mu$ -calpaína retém 24 a 28% da sua atividade máxima a pH 5,5-5,8 e temperatura 5°C.

Estudos evidenciam que diferenças nos tipos de fibra muscular podem estar relacionadas com as diferenças nos valores de pH e maciez da carne da raça Nelore. Paulino et al (2013) relataram que as fibras do tipo oxidativas se correlacionam com menor velocidade de amaciamento da carne durante o processo de proteólise *post mortem*. Avaliando grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne Maggioni et al (2012) observaram maior frequências de fibras de metabolismo oxidativo em animais da raça Nelore comparado a animais  $\frac{1}{2}$  Limousin +  $\frac{1}{2}$  Nelore e  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore. Os autores ainda relataram que em decorrência da maior frequência de fibras oxidativas o pH da carne de bovinos Nelore são mais elevados, pois esse tipo de fibra apresenta baixas concentrações de glicogênio, dificultando a queda do pH. Duarte et al. (2011) estudando a influência da maturidade avaliada pela arcada dentária sobre as características de carcaça e qualidade de carne de bovinos da raça Nelore

também obtiveram valores elevados de pH com maciez aceitável. Para bovinos com dois incisivos permanentes os autores observaram pH de 6,50 e força de cisalhamento de 4,52 kgf e para bovinos com quatro incisivos permanentes foram observados pH de 6,32 e força de cisalhamento de 4,56 kgf.

Estudos sobre tipologia muscular em bovinos de origem zebuína são de fundamental importância para investigações mais profundas sobre as possíveis variações na maciez da carne em decorrência dos diferentes tipos de fibra muscular. Diferenças como tipo de metabolismo, conteúdo de glicogênio, contração lenta ou rápida, podem estar correlacionadas com as diferenças na queda do pH e maciez da carne de animais de origem zebuína (Godim, 2013).

Existe uma grande variação em relação aos resultados e metodologias para a determinação da força de cisalhamento encontrados na literatura para a raça Nelore, apesar da existência do protocolo para determinação da força de cisalhamento descrita por Wheeler et al. (1997). Souza (2008) avaliou temperaturas de cocção e espessura das lâminas na determinação da força de cisalhamento em fêmeas Nelore adultas. A autora relatou que, quando a cocção foi realizada 3°C acima do recomendado (Wheeler et al., 1997) houve um acréscimo na força de cisalhamento em 0,7 kgf.

Dessa forma, os cumprimentos de todas as etapas do protocolo para determinação da força de cisalhamento deve ser realizada de maneira correta e criteriosa objetivando a produção de resultados confiáveis e fidedignos, pois as variações na metodologia podem subestimar ou superestimar a maciez da carne.

Souza (2008), comparando os efeitos da temperatura de cocção e espessura da lâmina de corte na força máxima de cisalhamento Warner Bratzler, no *Longissimus dorsi* e determinando um modelo matemático que correlacione estes parâmetros com a força máxima de cisalhamento, observou que com o uso da lâmina de 3 mm a força de cisalhamento é superestimada em 0,6 kgf. Corroborando com os resultados encontrados por Pereira (2012), comparando técnicas de determinação da força de cisalhamento de carnes, o autor relatou uma superestimação de 1,44 kgf quando a lâmina de 3 mm foi utilizada para a determinação da força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi*, dessa forma a lâmina de 3 mm considera a carne menos macia.

Fernandes et al. (2009), estudando a composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado, encontraram força de cisalhamento de 4,67 kgf para animais Nelore alimentados com 60% de concentrado na dieta, e os animais alimentados com 40% de concentrado 3,07 kgf, abatidos aos 22 meses, já os animais da raça Canchim apresentaram força de cisalhamento de 5,11 kgf alimentados com 40% de concentrado e os animais alimentados com 60% de concentrado 4,87 kgf de força de cisalhamento.

Razook et al. (2002) avaliaram três raças zebuínas, Guzerá, Caracu, Nelore Seleção e Nelore Controle. Onde o Caracu apresentou a menor média para força de cisalhamento 4,5 kgf, seguido do Nelore seleção, Nelore controle e Guzerá, com 5,7 kgf, 5,9kgf e 6,6 kgf, respectivamente. Apesar da raça Nelore ser a raça Zebuína mais difundida no Brasil, são poucos os rebanhos que trabalham com a seleção para melhoria da qualidade da carne, principalmente na maciez da carne. Os autores ainda ressaltam que com exceção do Caracu, as outras raças apresentaram médias superiores a 4,5 kgf, considerado pelos autores o limiar superior para os padrões internacionais de maciez da carne.

Observou-se a superioridade dos bovinos Nelore avaliados nesta pesquisa para a característica de maciez da carne, uma vez que as médias do presente estudo para força de cisalhamento são similares as médias observadas para animais de raças taurinas como Aberdeen Angus, Hereford e Red Angus, que são conhecidas pela produção de carnes de alto padrão de qualidade segundo Brondani et al. (2006), estudando a composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. Os autores relataram força de cisalhamento para bovinos da raça Aberdeen Angus de 3,80 kgf, e para animais Hereford 2,54 kgf de força de cisalhamento, valores estes similares aos encontrados na presente pesquisa para animais da raça Nelore abatidos aos 23 meses de idade.

Avaliando características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos F1 Red Angus x Nelore alimentados com diferentes ingredientes energéticos, Igarasi et al (2008) relataram força de cisalhamento de 3,16 kgf para os animais alimentados com grão de milho úmido e 3,01 kgf para os animais alimentados com grão de sorgo úmido, abatidos aos 15 meses de idade, valores

estes superiores aos encontrados na presente pesquisa para animais do grupo baixo WBSF, que apresentaram médias de 2,48 kgf mensurada na máquina Warner Bratzler e 1,55 kgf mensurada em texturômetro. Assim, ressalta-se a importância da seleção genética e estudos sobre a qualidade da carne de bovinos Nelore, material base do rebanho brasileiro, pois são estratégias que causarão grandes impactos econômicos no mercado da carne bovina, visto que, o Brasil é um dos grandes produtores de carne bovina.

Segundo Godim (2013) a melhoria da qualidade da carne produzida no país, causará um enorme impacto econômico para o setor, uma vez que, a carne brasileira é comercializada em média a US\$ 4.500/tonelada, e a carne de alta qualidade chega a ser comercializada acima de US\$ 7.500/tonelada. Considerando que o Brasil comercializa cerca de 1.071.841 toneladas de carne *in natura* por ano, pode-se aumentar o faturamento anual nas exportações da carne brasileira, inserindo o país entre os mercados mais competitivos (ABIEC, 2014).

A característica de força de cisalhamento apresentou correlação positiva significativa ( $p < 0,001$ ) de alta magnitude com os atributos de cor ( $L^* 0,61$ ,  $A^* 0,62$ ,  $b^* 0,73$ ) e perdas por cocção (0,63). Contudo, para as características de pH (-0,67) e capacidade de retenção de água (-0,53), a força de cisalhamento apresentou correlação negativa de alta magnitude, apontando que carnes com elevados valores de pH, apresentam elevada capacidade de retenção de água.

Os resultados obtidos nesta pesquisa para pH apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), os animais de alto WBSF apresentaram a menor média, com 5,72 e os animais de baixo WBSF apresentaram média de 6,22 (Tabela 5). O manejo pré-abate exerce grande influencia no valor final do pH, pois o estresse e agitação dos bovinos pode diminuir as reservas de glicogênio, necessárias para a queda normal do pH e estabelecimento do *rigor mortis*.

Segundo Maggioni et al. (2012) animais da raça Nelore apresentaram maiores quantidades de fibras do tipo oxidativas, as quais possuem baixas concentrações de glicogênio, que prejudica a queda do pH. Os autores ainda relataram média de 6,26 para pH de bovinos Nelore com força de cisalhamento de 2,64 kgf, evidenciando que animais da raça Nelore produzem carne macia mesmo com elevados valores de pH. Duarte et al. (2011) encontraram resultados semelhantes. Bovinos da raça Nelore com dois incisivos permanentes produziram

carnes com força de cisalhamento de 4,52 kgf e pH de 6,50, animais com quatro incisivos permanentes apresentaram força de cisalhamento de 4,56 kgf e pH de 6,32.

Rossato et al., (2010) avaliando qualidade da carne de animais Nelore e Angus, observaram valores de pH superiores aos valores considerados adequados, para a raça Nelore pH de 5,95 e Angus de 5,88. Os autores ressaltam que a menor disponibilidade de glicogênio no momento do abate pode ser a causa do pH da carne mais elevado. Heinemann et al. (2003) também observaram em 60% dos animais avaliados pH superior a 5,8.

Rocha Júnior et al. (2010) avaliando características de carcaça de animais Nelore e seus cruzamentos, relataram valores de pH dentro do intervalo considerado adequado. Os autores ainda destacam que, dos atributos de qualidade, a maciez e a textura são considerados os mais importantes pelo consumidor, para julgar a qualidade da carne. O pH é uma maneira indireta de determinar a maciez da carne, uma vez que a queda do pH favorece a liberação de enzimas proteolíticas responsáveis pela maciez da carne, além dessa acidificação aumentar a vida de prateleira do produto.

Andrade et al. (2010), avaliando a qualidade da carne encontraram pH próximo ao limite mais baixo considerado adequado, 5,48 para animais Nelore. Os autores relataram que esses valores de pH são consequência da dieta associada a condições *ante mortem* adequadas, pois, animais suplementados com grãos possuem maior disponibilidade de glicogênio.

O marmoreio é a gordura depositada entre as fibras musculares. Está associado ao sabor e suculência da carne, atuando como barreira contra a perda de líquidos, ou suco muscular, o que aumenta a sensação de suculência da carne (Roça, 2014). Bovinos do grupo baixo WBSF apresentaram média de 2,52 e o grupo alto WBSF apresentaram média de 3,10 no marmoreio não havendo diferença significativa nos valores obtidos entre os grupos avaliados. De acordo com a metodologia utilizada (Muller, 1987) animais dessa população se classificam quanto a quantidade de gordura de marmoreio entre traços + e traços. Os valores encontrados para marmoreio no presente estudo são inferiores aos verificados na literatura (XXX).

A ausência de significância entre os dois grupos avaliados, pode ser devido a dieta, visto que, o marmoreio está relacionado, primordialmente, ao regime alimentar. A alta densidade energética da dieta proporciona maiores ganhos, maior deposição de gordura, incluindo a gordura intramuscular, que varia de acordo com o potencial genético do animal para a característica em questão. A maturidade fisiológica dos animais também influencia na deposição de gordura intramuscular (Paulino et al., 2013).

Objetivando avaliar as características de carcaça e carne de grupos genéticos, Ribeiro et al., (2008) obtiveram nota de 4,8 para marmoreio para animais da raça Nelore, abatidos aos 24 meses, utilizando a mesma metodologia do presente estudo. Silveira et al., (2009), avaliando qualidade da carne de bovinos Nelore e Charolês, obtiveram nota média para marmoreio de 4,25.

Sabidamente, a raça Nelore é conhecida pela ausência de marmoreio, sendo essa característica evidente nas carnes provenientes de animais de origem zebuína, sendo naturalmente magra, praticamente desprovida de marmoreio, mas apresentando bom acabamento de gordura subcutânea, o que proporciona ao consumidor, em alguns cortes cárneos, optar por ingeri-la ou não, ao contrário da carne marmorizada (Godim, 2013).

Recentemente, a Diferença Esperada na Progênie (DEP) para marmoreio foi incluída no Programa Nelore Brasil (PMGRN) pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). Segundo Bonifácio et al. (2013) a seleção genética para marmoreio é fundamental para melhorar as características de qualidade da carne e atingir novos mercados que remuneram por qualidade, pois carnes mais suculentas dão impressão de umidade durante as primeiras mastigadas, produzida pela rápida liberação de fluidos e, a gordura estimula a salivação, sendo classificadas como carne de qualidade superior.

Na literatura verifica-se ampla variedade de metodologias disponíveis para avaliação de marmoreio. Considerando que a avaliação de marmoreio é subjetiva, sendo realizada por avaliadores treinados, essa variação de metodologias disponíveis dificulta a padronização dessa característica,

considerada tão instável e dependente de diversos fatores (Godim, 2013; Paulino et al., 2013; Ribeiro et al., 2008).

A perda por cocção é a contabilização do suco muscular perdido durante o processo de cozimento da carne. Dessa forma, menores perdas são mais desejáveis, uma vez que durante o cozimento a água e a gordura da carne se misturam, constituindo o suco muscular, que é liberado durante a mastigação proporcionando a sensação de suculência (Razook et al., 2002).

Nessa pesquisa foi verificada diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre os grupos avaliados para perdas por cocção. Os animais de alto WBSF apresentaram as maiores perdas, com 25,28% e os animais de baixo WBSF apresentaram perdas de 18,1% (Tabela 5). Essas diferenças observadas entre os dois grupos genéticos avaliados podem ser explicadas pelo maior valor de pH do grupo baixo WBSF, pois maior de pH proporciona maior capacidade de retenção de água. Avaliando animais da mesma população, mas gerações diferentes, Pereira (2006) encontrou perdas por cocção de 16,19% para machos Nelore e 15,85% para fêmeas.

A variação desta característica e a falta de homogeneidade das carcaças produzidas no Brasil, estão intimamente ligadas com pH, gordura de acabamento e gordura intramuscular. Carnes com pH elevado geralmente apresentam menores perdas por cocção, devido a modificação na ionização e nas cargas da estrutura das proteínas, que pode ser a explicação para as diferenças observadas entre os grupos avaliados (Duarte et al., 2011).

Costa et al. (2002) discutiram que aumento no grau de marmoreio representam menores perdas por descongelamento e acréscimos nas perdas por cocção. As perdas no descongelamento ocorrem em decorrências das células que foram seccionadas ou que se romperam pelo aumento da pressão interna e, as perdas por cocção são maiores devido as perdas de água somada à uma porção de gordura fundida, componentes nitrogenados e minerais. A mensuração de perdas por cocção é de extrema importância, uma vez que essas perdas influenciam na suculência e sabor da carne.

Abularach et al. (1998) avaliaram a qualidade do músculo *Longissimus dorsi* em touros jovens da raça Nelore e, relataram média de perdas por cocção de 27,11%. Avaliando grupos genéticos e dias de maturação, Bianchini et al. (2007) relataram perdas de 23,33% para amostras sem maturação, 15,56% com sete dias de maturação e 16,25% com 14 dias de maturação para animais da raça Nelore, o que indica que a maturação até sete dias favorece a diminuição das perdas durante o cozimento da carne.

Andrade et al. (2010) também avaliaram grupos genéticos e dias de maturação e relataram perdas superiores aos relatos do presente estudo e aos demais relatos da literatura. Para animais Nelore os autores relataram perdas de 29,17% e para Red Norte, perdas de 29,21%. Também ressaltaram que a maturação por sete dias diminui as perdas durante a cocção da carne.

Estudando animais da raça Nelore,  $\frac{1}{2}$  Limousin +  $\frac{1}{2}$  Nelore;  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e dois graus de acabamento de carcaça, 3 mm e 5 mm, Maggioni et al. (2012) observaram 13,52% de perdas por cocção para animais da raça Nelore, ressaltando que estes resultados podem ser atribuídos ao maior pH observado nestes animais, resultando em maior capacidade de retenção de água.

Avaliando animais de distintos grupos genéticos, Climaco et al. (2011) observaram perdas de 34,9% para animais  $\frac{1}{2}$  Bonsmara +  $\frac{1}{2}$  Nelore e, destaca que carnes com maior teor de gordura apresentam menores perdas por cocção. Rossato et al. (2010) relataram perdas por cocção de 29,95% para animais Nelore.

No momento da compra, o consumidor analisa, primeiramente, a cor e em seguida o exsudado liberado. Cortes que apresentam cores escuras e exsudado em excesso são rejeitadas pela aparência de deterioração. A menor capacidade de retenção de água ocasiona perdas do valor nutritivo devido ao excesso de suco muscular liberado, resultando em carnes secas e sem sabor. Características como firmeza e sensações tácteis estão ligadas a capacidade de retenção de água, pois no momento da mastigação a água, ou suco, juntamente com a gordura proporcionarão ao consumidor a sensação de suculência e sabor (Maciel et al., 2011).

Houve diferença ( $p < 0,05$ ) para a característica de capacidade de retenção de água, onde os animais do grupo baixo WBSF apresentaram capacidade de retenção de água superior em relação ao grupo de alto WBSF, apresentando 77,01% e 73,89%, respectivamente. As diferenças observadas entre os grupos avaliados podem ser devidos ao elevado valor de pH para os animais do grupo baixo WBSF. A formação de ácido láctico reduz o pH e acarreta na diminuição da capacidade de retenção de água. No ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares (equilíbrio de cargas negativas e positivas) o pH situa-se entre 5,2-5,3 e, a carne apresenta menor capacidade de retenção de água (Fernandes et al., 2009; Heinemann et al., 2003; Lawrie, 2005).

Estudando animais da raça Nelore,  $\frac{1}{2}$  Limousin +  $\frac{1}{2}$  Nelore;  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e dois graus de acabamento de carcaça, 3 mm e 5 mm, Maggioni et al., (2012) ressaltaram que, a maior capacidade de retenção de água pode ser devido ao valor elevado do pH, uma vez que animais do grupo baixo WBSF apresentaram pH de 6,36.

Nassu et al., (2013) relataram médias de capacidade de retenção de água para F1  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e F1  $\frac{1}{2}$  Senepol +  $\frac{1}{2}$  Nelore de 73,70% e 74,11%, respectivamente, com valores de pH adequados (5,4 a 5,8). Oliveira et al. (2007) comparando as raças Nelore e Canchim observaram capacidade de retenção de água de 73,39% e 73,21%, respectivamente.

Para Lawrie (2005) dos atributos da qualidade sensorial, a cor, capacidade de retenção de água e um pouco do odor da carne são detectados tanto antes, quanto após a cocção, fornecendo ao consumidor uma sensação mais prolongada de suculência, textura, maciez e sabor que são detectados durante a mastigação, sendo esses atributos essenciais para a classificação da carne pelo consumidor.

Carnes com baixa capacidade de retenção de água apresentam desnaturação das proteínas musculares, com elevadas perdas de líquido que deixam a superfície do corte mais úmida, o que proporciona cortes mais claros e opacos, em decorrência das mudanças nas propriedades de luminosidade da carne. Além disso, cortes nessas condições têm maiores perdas por cocção, ocasionando em carnes secas e sem sabor. Alterações nas características

sensoriais da carne podem, indiretamente, prejudicar, na percepção da maciez da carne (Ramos, 2012; Roça, 2014).

Durante a escolha da carne pelo consumidor, a cor é o fator determinante e, as diferenças de coloração observadas, logo são associadas à qualidade do produto. Parâmetros de qualidade como a cor e a capacidade de retenção de água, são relevantes para o consumidor avaliar a qualidade da carne no momento da compra (Maciel et al., 2011; Missio et al., 2010).

Os resultados obtidos nesta pesquisa para cor e pH após sete dias de maturação são apresentadas na tabela 5. Foram verificadas diferenças ( $p < 0,05$ ) para todas as características avaliadas. O grupo alto WBSF apresentou médias superiores para  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , em relação ao grupo baixo WBSF. O menor valor de pH observado para animais do grupo alto WBSF, pode ser uma possível explicação para as diferenças de cor da carne entre os grupos genéticos avaliados. Como já mencionado, valores elevados de pH resultam em maior capacidade de retenção de água, que por sua vez, influenciam na cor da carne, pois não permite a exsudação dos fluidos, também constituídos de mioglobina, causando uma grande concentração desses pigmentos no interior das fibras, resultando em cortes cárneos mais escuros.

Muchenjea et al. (2009) descrevem que em bovinos as médias de luminosidade variam entre 33,2 - 41,0, as médias de  $a^*$  entre 11,1 - 23,6 e as médias de  $b^*$  entre 6,1 - 11,3. Abularach et al. (1998) classificam as coordenadas e cores da seguinte forma, com luminosidade ( $L^*$ ) variando entre 29,68 (escura) e 38,51 (clara); intensidade de vermelho ( $a^*$ ) entre 14,83 (baixa) e 29,27 (alta), e intensidade de amarelo ( $b^*$ ) entre 3,40 (baixa) e 8,28 (alta). Apesar das diferenças observadas entre os grupos avaliados, nota-se que as médias deste estudo estão de acordo com as classificações existentes na literatura.

Rossato et al. (2010) encontraram médias de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de 32,26, 19,39 e 4,04, respectivamente, para animais da raça Nelore. Os autores ainda citam que a luminosidade é influenciada pela quantidade de água na superfície da peça, em consequência da capacidade de retenção de água e pela quantidade de gordura; o teor de vermelho é influenciado pelo pigmento mioglobina e citocromo; e o teor de amarelo é influenciado pela composição dos carotenóides.

De maneira geral, as médias de luminosidade encontradas para os bovinos do grupo baixo WBSF foram inferiores, demonstraram que essas carnes eram mais escuras que a média. De acordo com Maciel et al. (2011) carnes com pH elevado apresentam coloração escura. Os bovinos avaliados desta pesquisa não eram castrados, assim, Andrade et al. (2010) ressaltam que animais não-castrados possuem temperamento mais reativo, contribuindo para elevados valores de pH, pois os altos níveis de testosterona fazem com que esses bovinos apresentem comportamento intempestivo, sendo mais susceptíveis ao estresse, diminuindo ou exaurindo as reservas de glicogênio no músculo. De acordo com Maggioni et al. (2012), as diferenças entre as colorações da carne, também, podem estar relacionadas ao tipo de fibra muscular.

Em pesquisa com bovinos da raça Nelore Fernandes et al. (2009) relataram valor de  $L^*$  de 31,31, valor de  $a^*$  de 12,91 e valor de  $b^*$  3,36 para animais Nelore. Duarte et al. (2011) avaliando animais na raça Nelore em diferentes estágios de maturidade, encontraram valores de 37,64, 11,04 e 7,38 para valor de  $L^*$ , valor de  $a^*$  e valor de  $b^*$ , respectivamente, corroborando os resultados obtidos neste estudo.

Os valores obtidos de animais pertencentes ao grupo baixo WBSF foram superiores ( $P > 0,05$ ) ao grupo alto WBSF para a característica de maciez da carne avaliada pelo painel sensorial. A carne dos animais pertencentes ao grupo baixo WBSF receberam nota média de 8,38 pontos, sendo classificada como muito macia (Tabela 6). A carne proveniente de animais do grupo alto WBSF receberam nota média de 5,01 pontos, classificada como nem macia nem dura, conforme metodologia da AMSA, (1995). Considerando-se que os bovinos do presente estudo foram abatidos aos 23 meses de idade, as diferenças observadas entre os grupos avaliados, possivelmente, ocorreu devido a seleção prévia dessa população para a produção de dois extremos para a característica de maciez da carne, evidentemente, a magnitude dos resultados revela a existência de dois fenótipos extremos para a característica em questão.

Tabela 6. Média das características de maciez e suculência avaliadas em painel sensorial de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne

Características		Médias	Chi-Square	Pr > F
Maciez	Baixo WBSF	8,38±0,93	146,54	0,0001
	Alto WBSF	5,01±2,48		
Suculência	Baixo WBSF	6,12±1,75	14,53	0,0001
	Alto WBSF	5,26±2,01		

A análise sensorial, método subjetivo, é uma ferramenta muito poderosa, pois permite o conhecimento da preferência, tendências e desejos dos consumidores (Alves & Mancio, 2007; Prado, 2005).

As diferenças observadas entre os grupos na análise em painel sensorial validam os valores médios observados para força de cisalhamento da população do presente estudo, pois os animais avaliados nessa pesquisa foram selecionados para produzir dois fenótipos segregantes para a característica de maciez da carne. Dessa maneira, os resultados observados em painel sensorial corroboram com os resultados de força de cisalhamento (Figura 1).

Foi observada uma correlação negativa ( $P < 0,0001$ ) de -0,75 entre a força de cisalhamento e a maciez avaliada em painel sensorial. É interessante destacar que no presente estudo foram utilizados provadores treinados, o que pode ter contribuído para essa correlação, pois em avaliações sensoriais onde os provadores não são treinados os valores de correlação entre força de cisalhamento e maciez são menores, como observado por Prado (2005), que encontrou correlação de -0,44. Shackelford et al. (1999) observaram correlação de -0,77 entre força de cisalhamento e maciez utilizando provadores treinados, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo.

Na Figura 1 observa-se a relação entre a força de cisalhamento e a maciez analisada em painel sensorial dos dois grupos avaliados, demonstrando que o grupo baixo WBSF apresentou, de maneira geral, os menores valores de força de cisalhamento e as maiores notas na análise sensorial, quando

comparados ao grupo alto WBSF, em que os maiores valores para força de cisalhamento receberam as menores notas na análise sensorial, validando os resultados encontrados para força de cisalhamento.

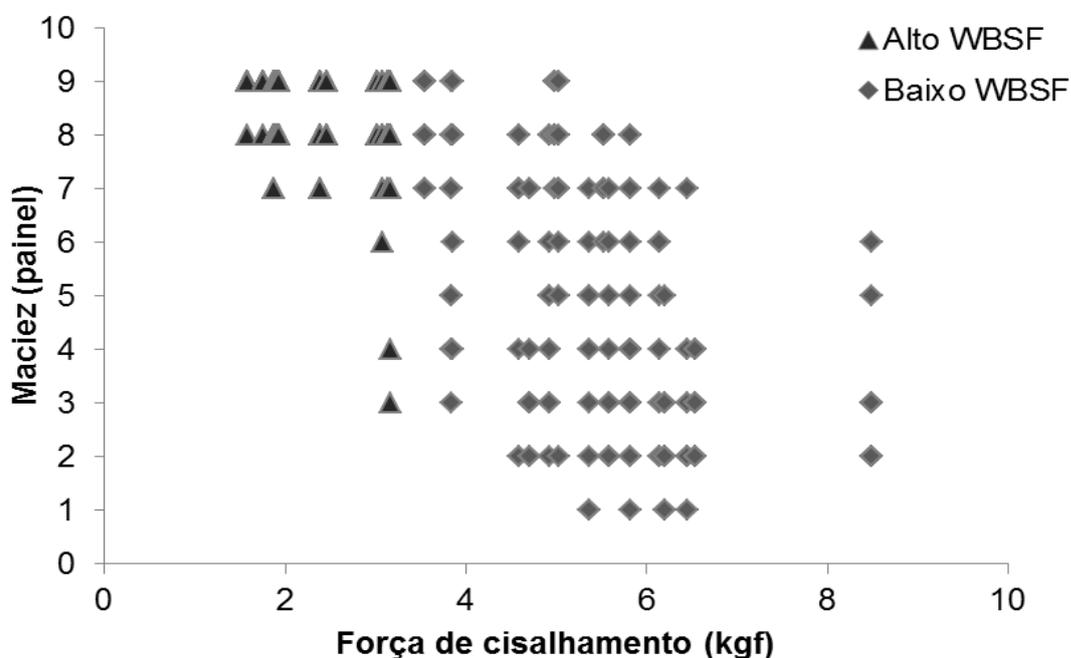


Figura 1. Relação entre a maciez (painel sensorial) e a força de cisalhamento (kgf) de amostras de contrafilé (m. *L. dors*) para o grupo baixo e alto WBSF.

Silveira et al. (2009) objetivando avaliar a composição física da carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore e Charolês, abatidos com 22 meses de idade, observaram notas de 5,71 para maciez sensorial e valor médio para força de cisalhamento de 5,09 kgf, de acordo com a metodologia de Muller (1987). Por utilizarem metodologia diferente do presente estudo, os autores relataram correlação de 0,57 entre maciez e força de cisalhamento.

Na Tabela 7 observa-se o percentual de classificação dos animais pelos provadores, e seus respectivos grupos genéticos. As amostras de origem macia (força de cisalhamento) foram classificadas por 97,14% dos provadores como macia na análise sensorial. As amostras classificadas como dura, por meio da força de cisalhamento, foram classificadas por 62,78% dos provadores como dura. De acordo com os resultados da presente pesquisa, os provadores do

painel sensorial tem uma boa definição da carne macia, mas em relação a carne dura, os mesmos se mostraram confusos.

Como já mencionado, os bovinos avaliados no presente estudo foram abatidos jovens, com média de 23 meses de idade, muito abaixo da média nacional, além de, estes animais passaram por um processo de seleção objetivando a produção de animais com carne muita macia e, também, muito dura. Sabidamente, a avaliação de animais jovens não permitiu o conhecimento dos efeitos do avanço da idade sobre as características de maciez. A magnitude dos resultados de força de cisalhamento foi grande, variando de 1,58 kgf a 8,48 kgf. Dessa maneira, se esses animais fossem avaliados em idades mais avançadas a magnitude desses resultados poderia ser menor e, o nível de confundimento dos provadores para a característica avaliada também seria menor. Paulino et al. (2013) destacaram a existência de diversas realidades que encobrem a definição de um padrão para carne macia ou carne dura, ao qual varia conforme a cultura e espaço sensorial ao qual cada indivíduo evoluiu.

Essa diferença no percentual de classificação dos animais e seus respectivos grupos, pode ter ocorrido devido a proximidade nos valores de força de cisalhamento, visto que, diversos autores consideram como carne dura, aquela com força de cisalhamento acima de 5,0 kgf, já outros autores classificam como dura, carnes com força de cisalhamento acima de 3,5 kgf (Boleman et al., 1997; Castro et al., 2014).

A suculência é uma característica que possui sua importância primordial no momento do consumo da carne, mensurada pelo suco muscular associado aos ácidos graxos liberados durante o processo de mastigação, relacionada com o sabor da carne (Maciel et al., 2011).

Os animais do grupo baixo WBSF foram superiores ao grupo alto WBSF para a característica de suculência da carne avaliada sensorialmente. A carne dos animais pertencentes ao grupo baixo WBSF receberam nota de 6,12 pontos, sendo classificada como ligeiramente suculenta. A carne proveniente de animais do grupo alto WBSF receberam nota média de 5,26, classificada como nem suculenta nem seca, conforme metodologia da AMSA, (1995).

Tabela 7. Percentual (frequência) de classificação de análises discriminantes da característica maciez sensorial de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne

	<b>Baixo WBSF</b>	<b>Alto WBSF</b>	<b>Total</b>
<b>Alto WBSF</b>	62,78 (113)	37,22 (67)	100
<b>Baixo WBSF</b>	2,86 (4)	97,14 (136)	100
<b>Total</b>	36,56 (117)	63,44 (203)	100
<b>Priors</b>	0,5	0,5	
<b>Rate</b>	0,3722	0,0286	0,2004

Dessa forma neste estudo, a seleção genética para maciez da carne proporcionou a produção de carne macia e succulenta. Essa diferença pode ser devido às maiores perdas por cocção observadas para os animais do grupo alto WBSF, característica que mensura as perdas de líquido, suco muscular e gordura, durante a cocção da carne, ou seja, quanto maior a perda por cocção, menor será a succulência da carne, corroborando com os resultados encontrados por Silveira et al., (2009), avaliando animais da raça Nelore, abatidos aos 22 meses de idade.

Apesar de ser verificada uma diferença estatística entre os grupos genéticos avaliados, ambas as notas para succulência foram baixas. Uma possível explicação para essa classificação pode ser a escassez de gordura intramuscular nos bovinos do presente estudo. Na Figura 2 observa-se que a relação entre a succulência e força de cisalhamento de seus respectivos grupos genéticos ficaram dispersos, diferente do comportamento observado para maciez da carne.

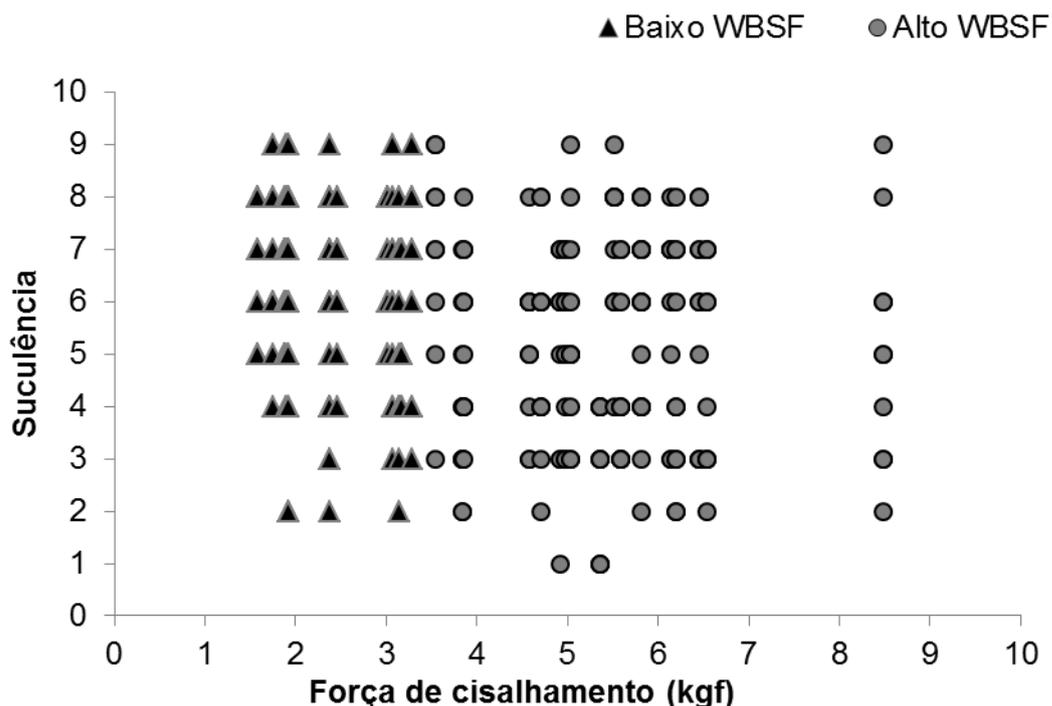


Figura 2. Relação entre suculência (painel sensorial) e a força de cisalhamento (kgf) de amostras de contrafilé (*m. L. dors*) para o grupo baixo e alto WBSF.

Foi observado que animais do grupo alto WBSF apresentaram carnes menos suculentas, conforme classificação dos provadores. Essas diferenças podem ser justificadas devido as maiores perdas por cocção observadas para os animais desse grupo, visto que, as perdas de água durante o processamento da carcaça e carne como quebra no resfriamento, perdas por cocção e capacidade de retenção de água são atributos ligados a suculência da carne. Assim, o grupo alto WBSF apresentou maiores perdas por cocção e menor capacidade de retenção de água, que podem ter contribuído para menor na suculência da carne dos bovinos deste grupo.

Na Tabela 8 observa-se o percentual de classificação de suculência pelos provadores em painel sensorial, e seus respectivos grupos de maciez da carne.

Tabela 8. Percentual (frequência) de classificação de análises discriminantes da característica de suculência da carne avaliada em painel sensorial de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne

	Alto WBSF	Baixo WBSF	Total
Alto WBSF	49,44 (89)	50,56 (91)	100
Baixo WBSF	34,29 (48)	65,71 (92)	100
Total	42,81 (137)	57,19 (183)	100
Priors	0,5	0,5	
Rate	0,5056	0,3429	0,4242

Os provadores não definiram, como ocorreu com a força de cisalhamento dos grupos genéticos, qual carne foi mais suculenta ou mais seca, proporcionando uma ampla variação na classificação das amostras. Os provadores não relacionaram a característica de maciez da carne com a suculência das mesmas, apesar do maior percentual ser observado para as amostras macias que foram, realmente, classificadas como macias.

Tabela 9. Estimativas de correlações fenotípicas entre características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore Mocho de uma população segregante selecionados para maciez da carne

		EG	AOL	AOL100	MARM	WBSF	FC	CRA	L*	a*	b*	PH <sup>2</sup>	PPC
PH <sup>1</sup>	r	0,12272	0,08615	0,09424	-0,01927	-0,67134	-0,74301	0,57671	-0,64410	-0,69979	-0,77676	100,000	-0,67932
	P	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*		
EG	r		-0,01889	0,01437	0,11559	-0,10355	-0,10555	0,10741	-0,08612	-0,03525	-0,06819	0,12272	-0,14691
	P		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AOL	r			0,88035	0,13403	-0,07255	-0,17101	-0,09746	-0,23395	-0,28942	-0,26907	0,08615	-0,11710
	P			*	ns	ns							
AOL100	r				0,18480	-0,06869	-0,16993	-0,05474	-0,16293	-0,29087	-0,22310	0,09424	-0,14788
	P				ns	ns							
MARM	r					-0,01558	-0,05060	-0,04335	-0,04352	-0,09416	-0,04610	-0,01927	-0,07316
	P					ns	ns						
WBSF	r						0,86018	-0,53063	0,61737	0,62961	0,73055	-0,67134	0,63325
	P						*	*	*	*	*	*	*
FC	r							-0,55164	0,62343	0,75801	0,81019	-0,74301	0,80021
	P							*	*	*	*	*	*
CRA	r								-0,51651	-0,49956	-0,59589	0,57671	-0,55564
	P								*	*	*	*	*
L*	r									0,56217	0,87592	-0,64410	0,49845
	P									*	*	*	*
a*	r										0,86503	-0,69979	0,67959
	P										*	*	*
b*	r											-0,77676	0,67012
	P											*	*
PH <sup>2</sup>	r												-0,67932
	P												*

Níveis de significância: \*(p<0,001); ns: não significativo; EG: espessura de gordura; AOL: área de olho de lombo; AOL100: área de olho de lombo a cada 100 kg de carcaça; MARM: marmoreio; WBSF: força de cisalhamento mensurada no aparelho Warner Bratzler; FC: força de cisalhamento mensurada no texturômetro; CRA: capacidade de retenção de água; L\*: luminosidade; a\*: teor de vermelho; b\*: teor de amarelo; pH1: média obtida após 24 horas em câmara fria; pH2: média obtida após sete dias de maturação; PPC: perdas por cocção,

## 4 CONCLUSÃO

A seleção para a maciez da carne em bovinos Nelore Mocho influencia as características de qualidade de carne. Os bovinos selecionados para produzirem carne macia apresentam carnes muito macias e succulentas, apesar das baixas notas de marmoreio, demonstrando que a raça Nelore possui genótipos superiores capazes de produzirem carnes de alto padrão de qualidade. Além disso, a maciez também apresenta correlação com as características de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) e perdas por cocção.

## 5 REFERENCIAS

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Balanço da pecuária.** Disponível em: <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>. Acesso em: 20/01/2014.

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

ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira** v. 6, n. 3, p. 135-149, jul./set. 2005.

ALVES, D. D.; MANCIO, A. B. **Maciez da carne bovina - uma revisão.** Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/2488> Acesso em: 05/06/2013.

AMSA (1995). Guidelines for meat color evaluation. American Meat Science Association Committee. 44: 1-16

ANDRADE, P. L.; BRESSAN, M. C.; GAMA, L. T.; GONÇALVES, T. M.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1791-1800, 2010.

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A. C.; JORGE, A. M.; ARRIGONI, M. DE B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E. HADLICH, J. C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos super precoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.6, p.2109-2117, 2007 (supl.).

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A. M. ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, E.; HADLICH, J. C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007.

BOLEMAN, S.J.; BOLEMAN, S.L.; MILLER, R.K.; TAYLOR, J.F.; CROSS, H.R.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S.D.; MILLER, M.F.; WEST, R.L.; JOHNSON, D.D.; SAVELL, J.W. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 1521-1524, 1997.

BONIFÁCIO, A. S.; FIGUEIREDO, L. G. G.; LEITE, J. F.; ARAÚJO, F. R. C.; SAINZ, R. D.; LÔBO, R. B. **Características de Marmoreio e Composição de Carcaça do Programa Nelore Brasil.** Disponível em:

[http://novo.anep.org.br/adm/Filemanager/ckeditor/arquivos/Caracteristicas\\_de\\_Ma  
rmoreio\\_e\\_Composicao\\_de\\_Carcaca\\_do\\_Programa\\_Nelore\\_Brasil.pdf](http://novo.anep.org.br/adm/Filemanager/ckeditor/arquivos/Caracteristicas_de_Ma<br/>rmoreio_e_Composicao_de_Carcaca_do_Programa_Nelore_Brasil.pdf) >  
Acessado em: 21/01/2014.

BRONDANI, I. L.; SAMPAIO, A. A. M.; RESTLE, J.; ALVEZ FILHO, D. C.; FREITAS, L. S.; AMARAL, G. A.; SILVEIRA, M. F.; CEZIMBRA, I. M. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.5, p.2034-2042, 2006

CASTRO, L. M. de. **Identificação e multiplicação de material genético com maior potencial para maciez de carne em bovinos da raça Nelore Mocho**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

CASTRO, L. M.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; FARIA, C. U.; LOPES, F. B. Quantitative genetic analysis for meat tenderness trait in Polled Nellore cattle. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. , abr-jun, 2014.

CLIMACO, S. M., AZAMBUJA RIBEIRO, E. L., DA ROCHA, M. A., MIZUBUTI, I. Y., DAS DORES FERREIRA DA SILVA, L. & TORO TERCÍLIO TURINI, N. Y. Características de Carcaça e qualidade de carne de bovinos inteiros ou castrados da raça Nelore, suplementados ou não durante o primeiro inverno. **Ciência Rural** (36), n.6, 2006.

COSTA, D.P.B.; RODRIGUES, V.C.; SILVA, J.C.G.; NETO, O.C.; SOUSA, S.L.G.; SOUSA, J.C.D.; E MOURÃO, R.C. Qualidade da carne de novilhos Nelore e F1 Nelore x Sindi. **Archivos de Zootecnia**. 57 (219): 345-348. 2008.

DUARTE, M.S; PAULINO, P.V.R.; FONSECA, M.A.; DINIZ, L.L.; CAVALI, J.; SERÃO, N.V.L.; GOMIDE, L.A.M.; REIS, S.F.; COX, R.B. Influence of dental carcass maturity on carcass traits and meat quality of Nellore bulls. **Meat Science** 88, 441–446, 2011.

FELÍCIO, P.E. DE. **Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina**. In: A. M. Peixoto; J. C. Moura; V. P. de Faria. (Org.). Produção de Novilho de Corte. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 1997, v. Único, p.79-97.

FERNANDES, A R M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E. A.; OLIVEIRA, R. V.; LEONEL, F. R. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.2, p.328-337, 2009.

FRY, G. Quality Grade. Disponível em:  
[http://www.bovineengineering.com/quality\\_grades.html](http://www.bovineengineering.com/quality_grades.html) Acesso: 12/01/2014.

GODIM, F. Bioquímica muscular, maciez da carne e melhoramento das raças zebuínas. **Revista Política Agrícola** N° 4 – Out./Nov./Dez. 2013.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO M.F.; ROMANELLI, P.F. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.963-971, 2003.

IGARASI, M. S.; ARRIGONI, M. B.; HADLICH, J. C.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, C. L.; OLIVEIRA, H. N. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 520-528, 2008

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

LACY, R.C. Analysis of founder representation in pedigrees: Founder equivalents and founder genome equivalents. **Zoo Biology**, Brookfield, v. 8, p.111-123, 1989.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LOPES, L.S.; LADEIRA, M.M.; GONCALVES, T.M.; MACHADO NETO, O.R.; PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; RAMOS, E.M.; OLIVEIRA, D.M. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.970-977, 2012.

MACIEL, M. V.; AMARO, L. P. A.; LIMA JÚNIOR, D. M.; RANGEL, A. H. N.; FREIRE, D. A. Métodos avaliativos das características qualitativas e organolépticas da carne de ruminantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 3, p. 17-24, 2011.

MAGGIONI, D.; PRADO, I. N.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M. V.; MARQUES, J. A.; BRIDI, A. M.; MOLETTA, J. L.; ABRAHÃO, J. J. S. Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 391-402, jan./mar. 2012.

MAGNABOSCO, C. U.; TROVO, J. B., TORRES JUNIOR, R. A. A.; FARIA, C. U.; MARTINS, C. F.; REGINATO, L.; FRAGOSO, R. R.; TELLES, M. P. C.; SILVA, C. C.; ARAUJO, F. R. C.; PRADO, C. S.; SAINZ, R. D. Caracterização e seleção genética para maciez da carne em bovinos Nelore Mocho. Projeto Macroprograma 2, **Documento de Circulação Restrita**, Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2009.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; SAGABINAZZI, L. R. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na

dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 7, p. 1610-1617, 2010

MÜLLER, L. **Normas para a avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31p.

NASSU, R. T.; VERRUMA-BERNARDI, M. R.; TULLIO, R. R.; CRUZ, G. M.; ALENCAR, M. M. Qualidade e perfil sensorial descritivo da carne maturada proveniente de animais cruzados. **Atas de Saúde Ambiental**. v.1, n.1, Set./Dez., 2013.

OLIVEIRA, E. A.; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, R. V.; LEONEL, F. R. Características qualitativas da carne de tourinhos Nelore e Canchim, terminados em confinamento e recebendo dietas com cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 44. 2007. Jaboticabal. **Anais...Jaboticabal: SBZ, 2007.**

PAULINO, P. V. R.; DUARTE, M. S.; OLIVEIRA, I. M. aspectos zootécnicos determinantes da qualidade de carne. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 8., 2013, Itapetinga. **Anais... Itapetinga: UESB, 2013. p. 8-37.**

PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. DE C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A.; MARCONDES, M. I. Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.12, p.2516-2524, 2009.

PEREIRA, A. S. C. **Características qualitativas da carcaça e da carne das progênes de touros representativos da raça nelore (Bos indicus) e de diferentes grupos genéticos**. 2006. 115 f. (Doutorado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga, São Paulo.

PEREIRA, L. A. **Estudo comparativo de técnicas de determinação da força de cisalhamento de carnes**. 2012. 71 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo.

PRADO, C. S. **Influência do método de resfriamento de carcaças bovinas nas variações de peso e nas medidas físico-químicas, sensoriais e microbiológicas do contrafilé (m. longissimus dorsi)**. 2005. 147 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimento) – Faculdade de Engenharia de Alimento, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RAMOS, R. S. **Influência da velocidade de decaimento do ph post mortem, manejo pré-abate, estimulação elétrica, resfriamento e maturação sobre a**

**maciez da carne bovina.** 2012. 91 f. Monografia (Especialista Engenharia de Alimentos) – Pós graduação em Engenharia de Alimentos do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul.

RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; RUGGIERI, A. C.; NARDON, R. F.; CYRILLO, J. N. S. G. Desempenho em pastagens e características de carcaça da 16ª progênie dos rebanhos Nelore, Guzerá e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.31, n.3, p.1367-1377, 2002 (suplemento).

RIBEIRO, E. L. A.; HERNANDEZ, J. A.; ZANELLA, E. L.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; REEVES, J. J. Desempenho e características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.37, n.9, p.1669-1673, 2008.

ROÇA, R. O. **Modificações Post Mortem.** Disponível em: <http://puhrs.campus2.br/~thompson/Roca105.pdf> Acesso em: 10/01/2014.

ROÇA, R. O. **Propriedades da carne.** Disponível em: <http://www.puhrs.campus2.br/~thompson/TPOA-Carne/Roca107.pdf> Acesso em: 10/01/2014.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; SILVA, F. V. E; BARROS, R. C. DE; REIS, S. T. DOS; COSTA, M. D. DA; SOUZA, A. S. DE; CALDEIRA, L. A.; OLIVEIRA, . S. DE; OLIVEIRA, L. L. DOS S. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore e Mestiços terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.**, v.11, n.3, p.865-875 jul/set, 2010.

ROSSATO, L. V.; BRESSAN, M. C.; RODRIGUES, E. C.; GAMA, L. T. DA.; BESSA, R. J. B.; ALVES, S. P. A. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.39, n.5, p.1127-1134, 2010.

RUBESAN, 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 em Alimentos.** Vol. 18 n. 4 Campinas Oct./Dec. 1998.

SAINZ, R. D.; MAGNABOSCO, C. U.; MANICARDI, F.; ARAUJO, F.; LEME, P. R.; LUCHIARI, A.; MARGARIDO, R.; PEREIRA, A. S. C.; GUEDES, C. F. Projeto OB-Choice: genética para melhorar a qualidade da carne brasileira. In: III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 3., 2005, São Pedro. **Anais...** São Pedro: CTC, p. 265, 2005.

SAS INSTITUTE INC. **SAS onlineDOC® 9.1.3**, Cary, NC. 2004.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Tenderness Classification of Beef: II. Design and Analysis of a System to Measure Beef Longissimus Shear Force Under Commercial Processing Conditions. **Journal Animal Science**. 77:1474–1481, 1999.

SILVEIRA, M.F.; BRONDANI, I.L.; ARBOITTE, M.Z.; ALVES FILHO, D.C.; RESTLE, J.; PIZZUTI, L.A.D.; LUZ, T.R.R.; RETORE, M. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos Charolês e Nelore que receberam diferentes proporções de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.61, n.2, p.467-474, 2009.

SOUZA, P. S. **Comparação dos efeitos da temperatura de cocção e espessura da lâmina de corte na força máxima de cisalhamento Warner Bratzler, no *Longissimus dorsi* e, determinação de um modelo matemático que correlacione estes parâmetros com a força máxima de cisalhamento.** 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_1/Cisalhamento/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_1/Cisalhamento/index.htm)>. Acesso em : 21/1/2014.

WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Sampling, Cooking, and Coring Effects on Warner-Bratzler Shear Force Values in Beef. **Journal Animal Science**. 74:1553–1562, 1996.

## **CARACTERÍSTICAS QUALI QUANTITATIVAS DA CARNE E DA CARÇA DE BOVINOS NELORE MOCHO PERTENCENTES A UMA POPULAÇÃO SEGREGANTE SELECIONADOS PARA MACIEZ**

### **CAPITULO IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O principal atributo sensorial que limita a carne bovina brasileira conquistar novos mercados é a maciez da carne. O rebanho bovino brasileiro tem como base genética animais de origem zebuína, predominantemente a raça Nelore. Esses animais produzem carnes menos macia. Assim, a seleção genética associada à devida atenção desta característica pelos programas de melhoramento genético são decisões que devem ser tomadas objetivando a melhoria da qualidade da carne produzida pelo Brasil.

A seleção genética não influenciou nas características de carcaça avaliadas. Dessa forma, a característica de maciez poderá ser utilizada em programas de melhoramento genético sem interferir na expressão fenotípica das mesmas. Animais da população avaliada apresentaram características de carcaça muito superiores aos relatos observados na literatura e a média nacional, evidenciando a importância da seleção genética.

A seleção genética para maciez da carne influenciou as características de qualidade de carne. A carne de bovinos Nelore Mocho classificadas como baixo WBSF foram macias e suculentas, em decorrência dos menores valores de força de cisalhamento e perdas por cocção. Estes estão associados aos maiores valores de pH e maior capacidade de retenção de água, resultando nas maiores notas na análise sensorial para os atributos de maciez e suculência.

A busca por animais geneticamente superiores tanto para as características de carcaça quanto para qualidade de carne é condição fundamental para que o Brasil possa ter uma pecuária eficiente e produtiva além de produzir carnes de melhor qualidade, atendendo as exigências do mercado consumidor.