



MARIA DO LIVRAMENTO DE PAULA

**EFEITO DO CONGELAMENTO PRÉVIO À
MATURAÇÃO NA QUALIDADE DA CARNE DE
BOVINOS NELORE E F1 (NELORE X
SIMENTAL) TERMINADOS A PASTO E
CONFINADO**

**LAVRAS – MG
2013**

MARIA DO LIVRAMENTO DE PAULA

**EFEITO DO CONGELAMENTO PRÉVIO À MATURAÇÃO NA
QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS NELORE E F1 (NELORE X
SIMENTAL) TERMINADOS A PASTO E CONFINADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciência dos Alimentos, para obtenção
do título de Doutor.

Orientadora

Dra. Maria Cristina Bressan

Coorientadores

Dr. Eduardo Mendes Ramos

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro

**LAVRAS - MG
2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Paula, Maria do Livramento de.

Efeito do congelamento prévio à maturação na qualidade da carne de bovinos Nelore e F1 (Nelore x Simental) terminados a pasto e confinado / Maria do Livramento de Paula. – Lavras : UFLA, 2013.

123 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Maria Cristina Bressan.

Bibliografia.

1. Grupo genético. 2. Carne. 3. Qualidade. 4. Maciez. 5. Análise sensorial. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.9252

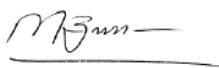
MARIA DO LIVRAMENTO DE PAULA

**EFEITO DO CONGELAMENTO PRÉVIO À MATURAÇÃO NA
QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS NELORE E F1 (NELORE X
SIMENTAL) TERMINADOS A PASTO E CONFINADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciência dos Alimentos, para obtenção
do título de Doutor.

APROVADA em 14 de maio de 2013

Dr. Alcinéia de Lemos Souza Ramos	UFLA
Dr. Ana Carla Marques Pinheiro	UFLA
Dr. Cleiton Antônio Nunes	UFLA
Dr. Deborah dos Santos Garruti	EMBRAPA
Dr. Eduardo Mendes Ramos	UFLA



Dra. Maria Cristina Bressan
Orientadora

**LAVRAS, MG
2013**

*A Deus por ter me fortalecido e sustentado.
Ao meu querido papai Manuel de Paula Moura (in memorian), que acreditou e
me deu oportunidade de chegar até aqui.
À minha mamãe Maria Terezinha de Jesus Paula, por estar sempre ao meu
lado, acreditando em mim!*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus e à minha família pela vida, por me fazerem acreditar no mundo em que vivemos.

Aos meus pais por adoção (Adelmar e Dorotéia), por me acolherem com carinho, amizade e ajudando na minha busca profissional.

À Profa. Dra. Maria Cristina Bressan minha orientadora, por sua dedicação, orientação, ensinamentos, carinho, amizade e confiança depositada.

Aos meus coorientadores Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos e Profa. Dra. Ana Carla Marques Pinheiro por me receberem, estarem ao meu lado nos momentos difíceis e nos bons também! Pelo carinho, amizade, orientação, ensinamentos e confiança em mim depositada.

Ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (DCA/UFLA), pela valorização do aluno e pela oportunidade concedida à minha formação profissional.

Ao antigo coordenador da Pós-Graduação, Prof. Dr. Eduardo Valério Vilas Boas, pela disposição em buscar recursos para viabilizar as ações científicas deste projeto.

Ao Prof. Dr. Luís Lavadinho Telo da Gama pela colaboração neste projeto.

À professora Alcinéia de Lemos Souza Ramos, pela paciência e bom senso que foram essenciais na construção da minha tese.

Ao Prof. Cleiton Antônio Nunes, pela gentileza em aceitar participar da minha banca.

À Dra. Deborah dos Santos Garruti (Embrapa Agroindústria Tropical) por sua orientação, empenho e desprendimento em me ajudar.

À professora Maria Emília Pimenta, pelo carinho, confiança nas horas de incertezas e a grande ajuda que me deu no fornecimento de reagentes e por ter me permitido ser sua amiga.

Aos professores do DCA da UFLA agradeço pelo ensinamento e confiança.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro na realização deste trabalho.

Ao Instituto Nacional dos Recursos Biológicos (INRB, I.P), do Ministério da Agricultura e das Pescas, alocado na Unidade de Recursos Genéticos, Reprodução, e Melhoramento Animal, os meus agradecimentos pela realização das análises cromatográficas.

Ao Serviço Nacional de Aprendizagem, Industrial (SENAI) do estado de Goiásna pessoa do Diretor Regional Dr. Paulo Vargas pela ajuda incondicional na realização do meu doutorado.

A amiga Erika Cristina Rodrigues, pelo companheirismo, amizade e paciência na realização desse trabalho o meu eterno obrigado.

Meu muito obrigado ao colega da carne, Robledo pela grande ajuda na estatística desse trabalho.

Aos funcionários da UFLA, em especial aos laboratoristas por todaatenção e dedicação em cada etapa executada da minha tese, um carinho e obrigado especial (*in memorian*) ao Sr Miguel que muito me ajudou.

Aos meus irmãos João de Paula Neto e Manuel de Paula Filho pela amizade, carinho que tanto contribui na minha caminhada de vida e em acreditar que eu consigo vencer aos obstáculos.

Às minhas cunhadas Cleiber e Vilane pelo carinho, amizade e pelas palavras de incentivo nos momentos de cansaço.

À pesquisadora Heloisa Elias pela grande ajuda nos meus experimentos e por ter me permitido sua amizade.

Aos meus queridos colegas de pós-graduação do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras em especial meu muito obrigado a Monaliza, Erika, Gisele e Aline pela ajuda nos meus experimentos.

A minha grande amiga Ana Carla Marques Pinheiro, por ser minha irmã de coração, companheira das horas mais loucas que Deus nos permitiu passar e pela alegria em conviver dias lindos como se fosse de sua família, a minha eterna gratidão.

Aos amigos Giuliano Santos Pinheiro e Augusto Marques Pinheiro pelo carinho e amizade.

Aos amigos Sra. Cleuza e Sr. Ailton por tudo que fizeram pra tornar minha vida em Lavras à extensão de minha família.

À minha querida amiga Danielly Mesquita, que ganhei nessa luta do doutorado, meu muito obrigado pela ajuda sempre que precisei.

À minha amiga do coração Maria Alves Fontenelle por sua amizade, carinho e confiança de sempre.

À querida amiga Aline pela ajuda e amizade incondicional.

Às minhas ex-alunas Liane Bemmer, Luciana Ribeiro e Aryane pela ajuda, carinho e amizade.

A todos que direta e ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

Neste estudo objetivou-se avaliar os efeitos dos grupos genéticos (GG; *Bos indicus* e *Bos taurus*), sistemas de terminação (ST; pasto e confinado) e tratamento prévio à maturação (SC; resfriado e congelado) na qualidade da carne. Foram utilizadas amostras do músculo *Longissimus thoracis* de animais *B. indicus* (Nelore, n = 66) e *B. taurus* (Simental x Nelore, n = 62), abatidos com peso médio de carcaça de 264 a 305 kg e idade de 24 a 28 meses. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial de 2 x 2 x 2 x 4, sendo: 2 grupos genéticos (*Nelore* e F1 *Nelore* x *Simental*) x 2 sistemas de terminação, intensivo (confinado) e extensivo (pasto) x 2 sistemas de conservação (resfriado e congelado) e 4 tempos de maturação (TM; 0, 7, 14 e 21 dias). Em relação ao pH houve efeito significativo da interação ($p < 0,05$) do tempo maturação com grupo genético e sistema de conservação. Na capacidade de retenção de água houve efeito isolado ($P = 0,0084$) do sistema de terminação. Houve interação significativa ($P = 0,0737$) com GG e SC para o efeito do congelamento. A perda de peso por cocção (22,67 e 31,07%) não foi modificada pelos genótipos estudados. Não foi observado nenhuma interação significativa ou efeito isolado ($p < 0,05$) para colágeno total e insolúvel. Houve efeito significativo para grupo genético ($P = 0,0210$) e tempo de maturação ($P = 0,0031$) para o índice fragmentação miofibrilar, e para tempo de maturação e sistema de terminação ($P = 0,0001$) para a força de cisalhamento. Houve interação significativa ($P = 0,0010$) entre GG, ST e SC, para a luminosidade (L^*) nas amostras congeladas previamente, sendo mais claras ($31,31 \pm 3,57$) do que as carnes resfriadas ($30,24 \pm 4,18$). Houve efeito significativo ST e interação significativa ($P = 0,0010$) entre ST e SC para o índice de vermelho (a^*) e efeito significativo entre GG e ST ($P = 0,0019$) e GG e TM ($P = 0,0212$) para o índice de amarelo (b^*). A maciez e a impressão global (IG) foram significativos ($p < 0,05$) na interação GG, ST, SC e TM, tendo também diferença significativa ($p < 0,05$) no SC e GG, com maior maciez das carnes congeladas do que nas carnes resfriadas. Para maciez, houve interação significativa entre os fatores ST e TM ($p < 0,05$) e entre ST e TM ($p < 0,05$) a partir do 14º dia de maturação da carne. Também houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores GG em TM houve diferença significativa. No 21º dia maturação, as carnes de animais *B. taurus* foram ligeiramente mais macia do que de animais *B. indicus*.

Palavras-chave: Grupo genético. Carne. Qualidade. Maciez. Análise sensorial.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate genetic groups effects (GG; *Bos indicus* and *Bos taurus*), termination systems (TS; pasture and confined) and treatment prior maturation (TM; cold and frozen) on meat quality. It was utilized *Longissimus thoracis* muscle showcases of *B. indicus* (Nellore, n = 66), and *B. taurus* (Simmental x Nellore, n = 62), slaughtered with a carcass average weight between 264 and 305kg and age of 24 to 28 months. It was used the completely randomized delineation, in a 2 x 2 x 2 x 4 factorial arrangement, involving: 2 genetic groups (*Nellore* and F1 *Nellore* x *Simmental*) x 2 termination systems, intensive (confined) and extensive (pasture) x 2 conservation systems (cold and frozen) and 4 maturation time (MT; 0, 7, 14 and 21 days). Regarding the pH there was a significant interaction effect ($p < 0.05$) of the maturation time involving genetic group and conservation system. On water-holding capacity there was an isolated effect ($P = 0.0084$) of the termination system. There was a significant interaction ($P = 0.0737$) with GG and TM for freezing effect. Cooking loss (22.67 and 31.07%) was unmodified by the studied genotypes. It was not observed any significant interaction or isolated effect ($p < 0.05$) for total and insoluble collagen. For myofibrillar fragmentation index significant effect for genetic group ($P = 0.0210$) and time of maturation ($P = 0.0031$), shear force for time of maturation and termination system ($P = 0.0001$). Lightness (L^*) significant interaction ($P = 0.0010$) between GG, TS and TM, with lighter (31.31 ± 3.57) samples of frozen treatment than cold samples (30.24 ± 4.18). There was a significant interaction ($P = 0.0010$) between TS and TM for redness (a^*) and between GG and ST ($P = 0.0019$) and GG and TM ($P = 0.0212$) for yellowness (b^*). There was significant difference ($p < 0.05$) in GG, TS, TM and MT interaction and in SC and GG interaction for tenderness and overall impression (OI), with frozen meat being softer than the cold samples. For tenderness, was a significant interaction between the factors ST and TM ($p < 0.05$) and between ST and MT ($p < 0.05$) from the 14th day of meat aging. There was also significant interaction ($p < 0.05$) between the factors in GG TM significant difference. At day 21 aging, meat of animals *B. taurus* were slightly softer than *B. indicus*.

Keywords: Genetic Group. Meat. Quality. Softness. Sensory analysis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Questionário utilizado para recrutamento dos consumidores para avaliar maciez e aceitação da carne bovina maturada.....	71
Figura 2	Ficha de avaliação sensorial.....	73
Figura 3	Mudanças nos valores de pH de músculos <i>L. thoracis</i> durante o armazenamento refrigerado (2°C), de acordo com o sistema de terminação (A) e grupo genético (B).	77
Figura 4	Valores médios da capacidade de retenção de água (CRA) de músculos <i>L. thoracis</i> de acordo com o grupo genético e o tratamento prévio à maturação (CONT = amostras não congeladas e CONG = amostras congeladas/descongeladas). Dentro do mesmo grupo genético, músculos seguidos por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ($P>0.05$).	81
Figura 5	Mudanças nos valores médios do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) de músculos <i>L. thoracis</i> durante o armazenamento refrigerado (2 °C).	83
Figura 6	Mudanças na força de cisalhamento (FC) de músculos <i>L. thoracis</i> durante o armazenamento refrigerado (2 °C), de acordo com o sistema de terminação (A) e o tratamento prévio à maturação (B) (CONT = amostra não congelada e CONG = amostras congeladas/descongeladas).	85
Figura 7	Valores médios de luminosidade (L^*) de músculo <i>L. Thoracis</i> de acordo com o grupo genético e sistema de terminação. Dentro do mesmo grupo genético, músculos seguidos por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ($P>0.05$). Dentro do mesmo sistema de terminação, músculos	

seguidos por letras minúsculas iguais não diferem entre si
($P > 0.05$). 90

- Figura 8 Valores médios do índice de vermelho (a*) de músculo *L. thoracis* de acordo com o sistema de terminação e o tratamento prévio à maturação (CONT = amostras não congeladas e CONG = amostras congeladas/descongeladas). Dentro do mesmo sistema de terminação, músculos seguidos por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ($P>0.05$). Dentro do mesmo tratamento, músculos seguidos por letras minúsculas iguais não diferem entre si ($P>0.05$). 92
- Figura 9 Valores médios do índice de amarelo (b*) de músculo *L. thoracis* de acordo com o grupo genético e o sistema de terminação. Dentro do mesmo grupo genético, músculos seguidos por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ($P>0.05$). Dentro do mesmo sistema de terminação, músculos seguidos por letras minúsculas iguais não diferem entre si ($P>0.05$). 93
- Figura 10 Mudanças no índice de amarelo (b*) de músculos *L. thoracis* durante o armazenamento refrigerado (2 °C) de acordo com o tratamento prévio à maturação (CONT = amostra controle e CONG = amostras congeladas/descongeladas). 94
- Figura 11 Valores médios de notas de maciez da carne nos sistemas de conservação (resfriado e congelado) dos grupos genéticos *Bos Indicus* e *taurus* em diferentes sistemas de terminação e tempo de maturação. *escala do ideal (9: extremamente mais macia que o ideal; 5: maciez ideal; 1: extremamente menos macia que o ideal. 96

Figura 12 Valores médios de notas de impressão global da carne nos
diferentes grupos genéticos *Bos Inducus e Taurus*. *escala
hedônica (9: gostei extremamente; 5: indiferente; 1:
desgostei extremamente 97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Delineamento experimental	61
Quadro 2	Número de amostras, por tempo de maturação, aleatorizadas para as análises de cor, perda de peso por cocção e força de cisalhamento (Grupo 1) e de pH, índice de fragmentação miofibrilar, capacidade de retenção de água e colágeno total e solúvel (Grupo 2)	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição percentual de ingredientes das dietas de confinamento.....	63
Tabela 2	Médias do grupo genético (GG), <i>B.taurus</i> e <i>B. indicus</i> vs. sistema de terminação (confinado e pasto) da maciez do músculo <i>L.thoracis</i>	98
Tabela 3	Médias do sistema de conservação (SC), congelado e resfriado (CONT) vs. sistema de terminação (confinado e pasto) da impressão global e maciez do músculo <i>L.thoracis</i>	99
Tabela 4	Médias do sistema de terminação (ST), confinado e pasto vs. Tempo de maturação (TM) da maciez do músculo <i>L.thoracis</i> ...	100
Tabela 5	Médias dos grupos genéticos (GG), <i>B. taurus</i> e <i>B. indicus</i> vs. Tempo de maturação (TM) da impressão global e maciez do músculo <i>L. thoracis</i>	102

LISTA DE ABREVIATURAS

CD	Congelado direito
CE	Congelado esquerdo
CONF	Confinado
CONG	Congelado
CONT	Controle
CRA	Capacidade de retenção de água
DFD	Escura, dura e seca
EE	Estimulação elétrica
FC	Força de cisalhamento
GG	Grupo genético
CI	Colágeno insolúvel
CS	Colágeno solúvel
ICC	Indicus confinado congelado
ICR	Indicus confinado resfriado
IFM	Índice de fragmentação miofibrilar
IPC	Indicus pasto congelado
IPR	Indicus pasto resfriado
RD	Resfriado direito
RE	Resfriado esquerdo
RESF	Resfriado
SC	Sistema de conservação
SM	Sistema de maturação
ST	Sistema de terminação
TCC	Taurus confinado congelado
TCR	Taurus confinado resfriado
TPC	Taurus pasto congelado

TPR Taurus pasto resfriado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1	Grupos genéticos	23
2.2	Transformação do músculo em carne.....	25
2.3	Fatores que interferem na qualidade da carne.....	27
2.3.1	Fatores <i>ante-mortem</i> envolvidos com a maciez da carne	27
2.3.2	Fatores <i>pos-mortem</i> envolvidos com a maciez da carne	28
2.4	Qualidade da carne bovina	31
2.4.1	Efeito do grupo genético sobre a qualidade da carne.....	32
2.4.2	Efeito do sistema de terminação sobre a qualidade da carne.....	33
2.4.3	Maciez da carne.....	35
2.4.4	Atributos de qualidade de carne e maturação.....	38
2.4.5	Efeitos do congelamento sobre a maturação da carne	41
2.4.6	Cor da carne	42
2.4.7	Perda de peso por cocção	45
2.4.8	Capacidade de retenção de água (CRA)	46
2.4.9	Força de cisalhamento (FC)	48
2.4.10	Potencial hidrogenico (pH).....	50
2.4.11	Índice de fragmentação miofibrilar (IFM)	51
2.4.12	Colágeno	53
2.4.13	Análise sensorial	56
3	MATERIAL E MÉTODOS	61
3.1	Delineamento experimental.....	61
3.2	Animais e sistema de terminação	62
3.3	Abate dos animais.....	64
3.4	Coleta e maturação das amostras	65
3.5	Análises laboratoriais.....	66
3.5.1	pH	67

3.5.2	Capacidade de retenção de água.....	67
3.5.3	Índice de fragmentação miofibrilar	68
3.5.4	Teor de colágeno solúvel e insolúvel	68
3.5.5	Determinação instrumental da cor	69
3.5.6	Perda de peso por cocção	69
3.5.7	Força de cisalhamento.....	69
3.5.8	Análise sensorial	70
3.5.9	Análise estatística	74
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
4.1	pH	76
4.2	Capacidade de retenção de água	79
4.3	Perda de peso por cocção.....	81
4.4	Teor de colágeno	82
4.5	Índice de fragmentação miofibrilar.....	83
4.6	Força de cisalhamento	84
4.7	Cor	89
4.8	Análise sensorial	95
5	CONCLUSÃO	103
	REFERÊNCIAS	104
	ANEXOS.....	121

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem sido, nos últimos anos, o maior exportador mundial de carne bovina, e isso é resultado de avanços técnicos, associados a outros fatores como: contexto de mercado internacional favorável; incentivos governamentais, como a divulgação da qualidade do “Brazilian Beef” e custo baixo de produção. Esse segmento do agronegócio brasileiro representa uma fonte de recursos para o equilíbrio da balança comercial, mas a afirmação no mercado internacional tem esbarrado em alguns problemas, tais como: febre aftosa, rastreabilidade e a dificuldade de afirmação da qualidade da carne brasileira nos aspectos sensoriais e nutricionais.

A pecuária de corte está em constante desafio, mais intensificada nos últimos anos devido à crescente necessidade por aumento na produtividade, juntamente com maior exigência de consumidores por qualidade sanitária e sensorial da carne. Dessa forma, há um esforço entre vários segmentos da indústria da carne para aumentar a produtividade e qualidade do produto final, ambos aliados a um maior retorno econômico.

Portanto, ainda existe falta de ligação e entendimento entre os elos da cadeia: frigoríficos exigem animais adequados para atender seus compradores, relutam diante do pagamento de bonificações e pagam valores baixos pela arroba do boi, enquanto mercados internacionais exigem cada vez mais qualidade sanitária e sensorial do produto final (PACHECO et al., 2005).

O uso de animais cruzados tem o objetivo de agregar as características desejáveis em animais *Bos indicus* e *Bos taurus*, para viabilizar uma melhor produção brasileira em quantidade e qualidade da carne. Os animais Simental foram obtidos por meio do cruzamento de raças indianas e européias

A produção de carne brasileira é constituída, na sua maior parte, de animais de origem indiana (*Bos indicus*), sendo predominante a raça Nelore;

utilizando-se ou não cruzamento estes apresentam ótima adaptação às condições climáticas brasileiras, porém produz carne menos macia do que raças européias (*Bos taurus*) que, por outro lado, não se desenvolvem bem sob as condições ambientais da pecuária brasileira (FERRAZ; FELÍCIO, 2010).

Pesquisadores estão continuamente à procura de formas de maximizar a eficiência de produção de carne, incluindo benefícios genéticos em consequência de cruzamentos. Em ambas as regiões tropicais e subtropicais utiliza-se *Bos indicus* para aumentar a resistência a doenças e parasitas, tolerância climática, heterose e variação genética aditiva (HIGHFILL et al., 2012), em contrapartida *Bos taurus* são conhecidos por sua precocidade sexual, permitindo produzir carcaças com excelente qualidade de carne. Portanto, o uso de animais cruzados tem o objetivo de agregar as características desejáveis em animais *Bos indicus* e *Bos taurus*, para viabilizar uma melhor produção brasileira em quantidade e qualidade de carne.

As características de qualidade mais importantes nas carnes vermelhas são aparência (cor, brilho, textura, gordura aparente, presença de exsudado e apresentação do corte), responsáveis pela aceitação do consumidor no momento da compra, e o aroma, sabor, suculência e maciez, no momento do consumo (RAMOS; GOMIDE, 2007). Entretanto, para a carne bovina, a maciez é a característica de maior importância (KRYSTALLIS; ARVANITOYANNIS, 2006; SHACKELFORD et al., 2001) e, assim como os outros atributos apresenta variações associadas a diversos fatores, tais como: idade/peso ao abate, manejo pré e pós-abate, raça e grupo genético (RUBENSAM et al., 1998), sexo, promotores de crescimento, velocidade de resfriamento, taxa de queda de pH, pH final e tempo de maturação.

As variações na maciez são atribuídas às estruturas do tecido conectivo e do tecido miofibrilar. A participação do tecido conectivo na maciez da carne é determinada pelo conteúdo total de colágeno e pela quantidade solúvel presente.

De forma geral, o conteúdo de colágeno solúvel contribui para a variação da maciez em animais de idades diferentes, enquanto o conteúdo total parece ser um método melhor para prever diferenças na maciez entre músculos (RAMOS; GOMIDE, 2007). Durante as alterações post mortem, as fibras do tecido conectivo extracelular são pouco afetadas pelas enzimas da maturação (WARRISS, 2003), mas nas estruturas miofibrilares ocorre amaciamento, decorrente de quebras nas miofibrilas e citoesqueleto (OTTO et al., 2006).

Uma vez elucidados, os resultados podem suscitar metodologias de melhoramento genético e de manejo de sistemas de terminação ou técnicas de maturação, com o objetivo de melhorar a imagem do produto no mercado internacional. Ainda é válido ressaltar que poucos trabalhos foram realizados no sentido de se comparar efeitos de sistemas de terminação em bovinos de duas raças dos grupos genéticos *Bos indicus* e *Bos taurus* (variação interracial) associados à qualidade da carne. Nesse sentido se fez necessário investigar os efeitos de sistemas de terminação (pastagem tropical 1, pastagem tropical 2 e confinados com grãos), em bovinos de duas raças dos grupos genéticos supracitados, nas características físico-químicas, bem como analisar o comportamento das características (pH, capacidade de retenção de água, índice de fragmentação miofibrilar, teor de colágeno solúvel e insolúvel, cor, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento) e avaliação sensorial de carnes frescas e previamente congeladas/descongeladas. Neste estudo objetivou-se avaliar os efeitos dos grupos genéticos (*Bos indicus* e *Bos taurus*), sistemas de terminação (pasto e confinado) e tratamento prévio à maturação (resfriado e congelado) na qualidade da carne.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Grupos genéticos

A base genética do rebanho brasileiro é composta basicamente por *Bos Indicus* (FERRAZ; FELÍCIO, 2010), sendo predominante a raça Nelore; utilizando-se ou não cruzamento. Este fato, associado à imagem de animais criados a pasto extensivamente e logo abatidos em idade avançada, contribui para a ideia de nossa pecuária produzir animais que possuam carne com características qualitativas indesejáveis para mercados importadores mais exigentes.

Pesquisadores estão continuamente à procura de formas de maximizar a eficiência de produção de carne, incluindo benefícios genéticos em consequência de cruzamentos. Em ambas as regiões tropicais e subtropicais utiliza-se *Bos indicus* para aumentar a resistência a doenças e parasitas, tolerância climática, heterose e variação genética aditiva (HIGHFILL et al., 2012), em contrapartida *Bos taurus* são conhecidos por sua precocidade sexual, permitindo produzir carcaças com excelente acabamento de gordura e qualidade de carne.

Os animais *Bos indicus*, em função de ter evoluído em condições ambientais adversas e de terem sido objeto de seleção em passado mais recente do que as raças européias apresentam índices produtivos mais baixos, sexualmente mais tardios, com menor teor de massa muscular e carne mais dura. Por outro lado, esses animais (*Bos indicus*) toleram melhores condições de estresse térmico por calor, são mais resistentes a infestações de endo e ecto parasitas e adaptam-se melhor à criação a pasto em relação às raças européias (FERREIRA; CARDOSO, 1993). Essas características de adaptabilidade constituem o grande trunfo dos animais das raças *Bos indicus*, normalmente criados e terminados em regiões de clima tropical.

Os *Bos taurus* apresentam aptidões mais desenvolvidas para a produção de carne, quando criados sem condições que permitam a manifestação do seu potencial genético. A carne dos animais *Bos taurus* é classicamente aceita como detentora de qualidade superior, pois possui maior marmoreio e é mais macia (WHEELER et al., 1990). Contudo, a dificuldade de adaptação desses animais a climas mais quentes limita a sua exploração em larga escala.

O cruzamento entre raças *Bos indicus* e *Bos taurus* permite obter indivíduos mestiços com características intermediárias entre as raças originais, que podem aliar a rusticidade dos *Bos indicus* às características produtivas qualitativas da carne dos *Bos taurus*, além de explorar os efeitos de heterose originária da grande distância genética existente entre os mesmos (FERREIRA et al., 2006).

A finalidade dos cruzamentos em heterose visa o vigor híbrido bem como também efeitos raciais e complementaridade entre raças (ROSA, 2005). O vigor híbrido está diretamente relacionado à superioridade evolutiva média dos indivíduos mestiços em relação à média das raças paternas. De modo geral, quanto maiores forem as diferenças entre as raças que se cruzam maiores serão os efeitos da heterose.

Normalmente, as características relacionadas com a fertilidade e com a sobrevivência são as que mais se beneficiam com esses efeitos provenientes do cruzamento híbrido. Os efeitos raciais resultam da combinação de características das raças originais no indivíduo mestiço, podendo o sistema usufruir tanto da rusticidade do Nelore quanto da qualidade da carne do Angus. Assim, a criação de raças compostas é preconizada como forma alternativa de combinar as características de diferentes raças e os benefícios da heterose, podendo a renovação do efetivo ser garantida pelos animais de raça composta nascidos na exploração.

2.2 Transformação do músculo em carne

Somente com a compreensão dos eventos bioquímicos que ocorrem no tecido muscular vivo é possível saber que a carne, como organização complexa de músculo esquelético, tecido conjuntivo e gordura resulta de uma série de reações físico-químicas que ocorrem no tecido muscular a partir do abate, ou mesmo antes, e que determinam a qualidade final do produto (RÜBENSAM; MONTEIRO, 2000).

Após a morte (sangria) há interrupção do fluxo sanguíneo e, com isso, é interrompido também o aporte de nutrientes e a excreção de metabólitos. Os processos bioquímicos do músculo após o abate são, principalmente, processos de degradação e ressíntese de ATP. Como consequência da morte, por três fontes de energia, tornam-se disponíveis ATP, creatina fosfato e o glicogênio. Tanto o ATP como a creatina fosfato (CP) estão presentes em pequenas quantidades no músculo, fazendo com que o glicogênio seja a principal fonte de energia para a glicólise.

Devido à interrupção do aporte de oxigênio, a síntese de ATP se realiza exclusivamente por via anaeróbica-fosforilação glicolítica - a partir da creatina-fosfato e por ação da adenilato quinase muscular. O ácido láctico produzido se acumula no músculo e consequentemente há um declínio do pH no músculo *post mortem*. A diminuição do pH causa inativação gradual do complexo troponina, levando a um aumento da atividade da miosina-ATPase e acelera a hidrólise do ATP (PRÄNDL et al., 1994). A atividade da mioquinase é aumentada gradualmente também por efeito da queda do pH.

A quebra do glicogênio não ocorre de maneira uniforme em todos os estágios após o abate. Segundo Price (1971), parece haver um aumento progressivo na velocidade da glicólise até atingir o pH que corresponde ao momento em que as membranas perdem a resistência. Neste momento o

músculo perde sua capacidade de contração e há livre passagem de íons pelas membranas. Disso resulta uma rápida equalização do pH em todo o tecido. Desse ponto em diante a glicólise vai diminuindo até que as reservas de glicogênio estejam esgotadas ou até que o pH seja tão baixo ao ponto de inibir completamente as enzimas glicolíticas (pH <5,4).

Após o esgotamento das reservas de glicogênio e creatina fosfato (CP), ocorre uma rápida diminuição da concentração de ATP e seu efeito de relaxamento sobre as fibras musculares desaparece. Prändlet al. (1994) divide os processos bioquímicos que ocorrem até a instalação do *rigor mortis* em duas fases:

- a) A flexibilidade e a elasticidade do músculo permanecem inalteradas. A carne é macia e elástica. Essa fase tem uma duração variável de 1 a 20 horas, dependendo das reservas de glicogênio e CP, assim como da temperatura do músculo.
- b) A capacidade de extensão e a elasticidade diminuem rapidamente de 2 a 3 horas e como consequência da menor concentração de ATP diminui até desaparecer completamente, se instalando, então, o *rigor mortis*.

O enrijecimento muscular ocorre quando a concentração de ATP não é mais suficiente para manter as miofibrilas em estado de relaxamento. Nesse ponto, actina e miosina interagem formando o complexo actomiosina de maneira irreversível, responsável pelo endurecimento muscular.

O tempo de instalação do *rigor mortis* depende de fatores internos e externos. Os fatores internos mais importantes são as reservas de glicogênio e CP. Quanto maior o conteúdo de glicogênio e CP no momento do abate mais tarde aparece o *rigor mortis* e vice-versa. Como fatores externos pode-se citar

como o mais importante a temperatura. A glicólise e consequentemente a queda do pH ocorre mais lentamente quanto menor for a temperatura da carne. Com o resfriamento rápido da carne, os processos *post mortem* são retardados e o *rigor mortis* aparece mais tardiamente do que quando a temperatura da carne é maior. Os processos bioquímicos são quase completamente interrompidos quando a carne é congelada antes do aparecimento do *rigor mortis*. Neste caso, o rigor se completará somente após o descongelamento da carne.

Do ponto de vista tecnológico, considera-se carne o músculo que tenha passado pelo *rigor mortis* (MANTESE, 2002; PRÄNDL et al., 1994).

2.3 Fatores que interferem na qualidade da carne

2.3.1 Fatores *ante-mortem* envolvidos com a maciez da carne

A literatura faz uma abordagem sobre a maciez da carne bovina e cita que dentre os fatores *ante-mortem*, a raça é um dos fatores altamente importantes no que concerne à maciez.

Historicamente, a carne dos zebuínos (*Bos indicus*) é identificada como dura porque esses animais eram criados em pasto e abatidos mais velhos, se comparados com as raças precoces de bovinos americanos ou europeus (ALVES; MANCIO, 2007).

Dentre os fatores *ante-mortem* que influenciam a qualidade visual e gustativa da carne bovina podem ser citados aqueles vinculados ao genótipo dos animais bem como às condições ambientais (alimentação e idade do abate) em que se desenvolveram (ALVES; MANCIO, 2007).

Se por um lado o estresse que atinge os suínos - horas ou segundos - antes do abate constitui-se na mais marcante causa de variação das propriedades da carne dessa espécie, por outro lado, nos bovinos, tal influência é muito menos

importante. Ainda assim, alguns agentes de estresse como transporte, jejum prolongado, condições climáticas severas e o comportamento sexual ativo dos machos inteiros podem resultar em *rigor mortis* atípico, com grandes prejuízos da qualidade da carne.

Quando os bovinos são acometidos de estresse pré-abate, a reserva de glicogênio dos músculos desses animais pode ser parcial ou totalmente esaurida. Como consequência, o estabelecimento do *rigor mortis* se dá na primeira hora, mesmo antes da carcaça ser levada à câmara fria, pois a reserva energética não é suficiente para sustentar o metabolismo aeróbio e então há produção de ácido láctico capaz de fazer baixar o pH a 5,5 na 24^a horapost mortem.

A carne resultante desse processo terá pH>5,8 (TARRANT, 1989), que proporciona às proteínas musculares uma alta capacidade de retenção de água, mas será escura, com vida de prateleira mais curta, que, segundo Gil e Newton (1981), ocorre devido à ausência de ácido láctico e glicose livres; assim, as bactérias utilizam os aminoácidos da carne para produção de compostos voláteis que exalam odores desagradáveis. Para Shorthose (1989) essa carne com pH alto também pode apresentar uma coloração esverdeada, causada por bactérias que produzem H₂S, devido a formação de sulfomioglobina.

2.3.2 Fatores *pos-mortem* envolvidos com a maciez da carne

A carne é composta quase que exclusivamente de músculo estriado voluntário, ou seja, de músculo esquelético com alguma musculatura lisa somente como componente de paredes de vasos sanguíneos. Cada músculo é coberto por uma fina camada de tecido conjuntivo que se ramifica para seu interior. Fibras nervosas e vasos sanguíneos entram e saem do músculo, proporcionando enervação bem como uma cadeia vascular para suprimento de nutrientes e remoção de resíduos do metabolismo (JAMES, 1993).

A unidade estrutural do tecido muscular é uma célula altamente especializada denominada fibra muscular. Uma fibra muscular é composta por centenas a milhares de miofibrilas, em que os sarcômeros constituem as unidades contráteis. O sarcômero apresenta um disco em cada extremidade, conhecido como disco Z e apresenta quatro tipos de grandes moléculas protéicas: actina, tropomiosina, troponina e miosina (PEARSON; YOUNG, 1989).

No momento da contração muscular os filamentos de actina deslizam sobre os de miosina (JAMES, 1993). A composição do tipo de fibra no músculo é de particular importância para o metabolismo *post mortem* e para a capacidade de retenção de água, afetando a qualidade da carne. Desta forma, estudos demonstram que músculos com predominância de fibras vermelhas são mais suscetíveis ao encurtamento pelo frio. A associação das fibras vermelhas ao encurtamento está relacionada com sua pequena capacidade para reter o cálcio a baixas temperaturas e pH assim como ao maior número de mitocôndrias. Após o abate a ação do frio sobre as carcaças pode ocasionar um problema chamado encurtamento celular (*cold shortening*), tendo grande influência sobre a maciez da carne. A carne que sofreu encurtamento celular poderá ter sua maciez diminuída de 4 a 5 vezes. Carcaças pequenas e/ou com pouca cobertura de gordura, submetidas ao resfriamento rápido, são fatores predisponentes à ocorrência do encurtamento celular. A gordura, além de proteger as carcaças da ação do frio, é uma importante fonte de ácidos graxos essenciais e é transportadora das vitaminas liposolúveis A, D, E e K além de fonte de energia e isolamento para o corpo, exercendo também um importante papel no desenvolvimento do sabor e do aroma da carne (LUCHIARI, 2000).

Alves e Mancio (2007) configuram a relação da qualidade da carne frente aos fatores *post mortem*, tais como os procedimentos técnicos adotados pelos matadouros-frigoríficos e demais segmentos, até o consumidor final.

Dentre os fatores *post mortem* ou extrínsecos, isto é, aqueles que estão fora do controle do pecuarista, destacam-se o resfriamento e a estimulação elétrica das carcaças, a maturação e o método de cocção da carne. Exceto por esse último, os demais exercem a sua influência nas propriedades físicas da carne bovina durante ou após o desenvolvimento do *rigor mortis*.

O resfriamento rápido das carcaças é desejável para se obter redução de perdas de peso, de desnaturação de proteínas e de proliferação de microrganismos e maior oxigenação da mioglobina da superfície dos músculos, conferindo-lhes a cor vermelho-vivo. A capacidade do músculo se contrair pelo estímulo do frio declina com o passar do tempo *post mortem* (FELÍCIO, 1997).

A estimulação elétrica (EE) das carcaças com aparelhos de baixa voltagem, nos primeiros 10 minutos após a sangria ou com altas voltagens na primeira hora *post mortem*, tende a acelerar o *rigor mortis* de modo a evitar o encurtamento das fibras musculares e o consequente endurecimento da carne durante o resfriamento ou congelamento, comprovando-se sua eficácia restrita aos músculos mais superficiais, como é o caso do *longissimus thoracis* (contra filé).

Considerando, ainda, os fatores *post mortem* envolvidos na maciez da carne tem-se a tenderização que ocorre após o *rigor mortis* durante a estocagem refrigerada, denominada maturação, conhecida desde o início do século.

O método de cocção tem uma influência marcante na qualidade organoléptica da carne. Um método inadequado pode dissipar todo o esforço feito nos segmentos de produção, abate e comercialização para se ter uma carne de boa qualidade (ALVES; MANCIO, 2007).

2.4 Qualidade da carne bovina

Na qualidade de carnes vermelhas as características mais importantes são aparência (cor, brilho e apresentação do corte), responsável pela aceitação do consumidor no momento da compra e sabor, suculência e maciez, avaliados pelo consumidor no momento do consumo. Entretanto, entre esses aspectos, a maciez é a característica mais importante (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2006; KRYSTALLIS; ARVANITOYANNIS, 2006; SHACKELFORD et al., 2001). Esses atributos apresentam variações associadas a fatores como idade/peso ao abate, sistema de terminação, raça (RUBENSAM et al., 1998) e grupo genético, sexo, promotores de crescimento, manejo pré e pós-abate, velocidade de resfriamento da carcaça, taxa de queda de pH muscular, pH final e tempo de maturação. As variações na maciez são atribuídas às estruturas do tecido conectivo e do tecido miofibrilar, ao comprimento de sarcômero e aos tipos de fibras. No post mortem as fibras do tecido conectivo extracelular são pouco afetadas pelas enzimas da maturação (WARRISS, 2003), mas nas estruturas miofibrilares ocorre amaciamento, decorrente de quebras nas miofibrilas e no citoesqueleto (KOOHMARAIE et al., 2002; OTTO et al., 2006; SORIA; CORVA, 2004; WHEELER; SHACKELFORD; KOOHMARAIE, 2000).

As carnes bovina, suína, ovina, de ave ou de peixe devem corresponder às expectativas do consumidor no que se refere aos atributos de qualidade sanitária, nutritiva e organoléptica, além de ter um preço estabelecido pelo justo valor (NIETO; MARTINS, 2003).

A produção de carne no Brasil, apesar de crescente, ainda é sustentada por um sistema heterogêneo que envia ao abate animais de várias idades, raças e cruzamentos. A falta de padrão da carne produzida e consumida no país é uma das principais barreiras à expansão do mercado interno e externo da carne

bovina. Na busca da precocidade, as mudanças que vêm ocorrendo na cadeia produtiva da carne em geral e nos sistemas de produção em particular, indicam a necessidade de se promover novas avaliações, considerando-se, além do ganho de peso, características de carcaça (CLIMACO, 2009).

A raça sul-africana Bonsmara (*Bos taurus*) está adaptada ao clima tropical e produz carne de alta qualidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE BONSMARA, 2012). Strydom et al. (2000), ao comparar seis raças bovinas, denotam que a raça Bonsmara apresentou características desejáveis para qualidade de carne. Criada em 1963, após 26 anos de seleção, a raça Bonsmara é a de maior importância na África do Sul e está no Brasil desde 1997. O fato de o Bonsmara ser um animal originário de raças não zebuínas, 5/8 Afrikaner + 3/16 Shorthorn + 3/16 Hereford, produz 100% de heterose, que significa ganho nas características economicamente importantes como crescimento, fertilidade, precocidade sexual e resistência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE BONSMARA, 2012).

2.4.1 Efeito do grupo genético sobre a qualidade da carne

O cruzamento, quando bem direcionado, é uma ferramenta importante para que o produtor melhore a produtividade do rebanho. Buscam-se, por intermédio do cruzamento, aperfeiçoar as características de importância econômica que são expressas com diferentes intensidades pelos animais das raças puras bem como aproveitar a heterose resultante (RESTLE; QUADROS; VAZ, 2000).

Atendidas as exigências dos animais espera-se que esses manifestem o seu potencial genético para ganho de peso e que esse seja expresso com uma proporção desejável de deposição de tecidos muscular e adiposo, que permitam a obtenção de carne de melhor qualidade (POPPI; MCLENNAN, 1995). Para

Felício (2005) é importante que as carcaças sejam classificadas por gordura de cobertura e peso, fatores que influenciam a velocidade de resfriamento das carcaças e consequentemente a maciez da carne.

Segundo Euclides Filho e Figueiredo (2003), a utilização do cruzamento industrial entre raças zebuínas e raças taurinas resulta em aumento da produtividade, por meio da heterose e da combinação aditiva, que pode estar presente tanto para características adaptativas (*Bos indicus* e *Bos taurus* adaptado) quanto para algumas produtivas (*Bos taurus*).

A inserção de sangue *Bos taurus* em rebanho zebuíno imprime melhoria considerável na qualidade da carne, principalmente no que diz respeito à maciez, sabidamente o maior problema da carne de zebuínos. A reprodução de híbridos é uma importante forma de melhoria dos índices produtivos, porém não pode ser indicado como solução eficiente para todos os sistemas de produção, principalmente para o Brasil, país de dimensões continentais e, consequentemente, com grandes diferenças climáticas (CLIMACO, 2009).

2.4.2 Efeito do sistema de terminação sobre a qualidade da carne

Realini et al. (2004) estudaram o efeito do sistema de terminação em confinamento ou pastagem sobre características qualitativas da carcaça. Os animais terminados em confinamento tiveram carcaças mais pesadas e com maior cobertura de gordura (3,8 x 6,1 mm). A maciez inicial das carcaças não diferiu entre os sistemas de terminação. Entretanto, após sete dias de maturação a carne de animais terminados em pastagem foi mais macia que a dos confinados, sendo que essa diferença tendeu a diminuir no período subsequente de maturação (14 dias).

Animais alimentados com concentrado ingerem maior quantidade de energia apresentando, portanto, maiores taxas de crescimento o que afetará

indiretamente e de forma positiva a textura, maciez e suculência, por meio da maior deposição de gordura intramuscular. Dessa forma, fica evidente que o sistema de terminação influenciará a composição química e consequentemente a qualidade da carne (LADEIRA; OLIVEIRA, 2006).

Vestergaard et al. (2000) também compararam os efeitos dos sistemas de terminação de bovinos sobre aspectos qualitativos da carne e verificaram que animais confinados apresentaram carne com maior maciez e suculência. Os dados apresentados por esses autores também reportam que as diferenças entre os sistemas de produção são menores à medida que os animais são abatidos mais tardios.

Os trabalhos apresentados mostram que o fornecimento de dietas com alto teor de grãos, ou seja, com maior valor energético, além de aumentar o ganho de peso aumenta também o rendimento da carcaça e a deposição de gordura, tanto externa quanto interna, aumentando consequentemente a qualidade das carnes.

Por exemplo, um grupo de degustadores avaliou que os bifes de bovinos alimentados com grãos nos EUA eram mais saborosos, suculentos e macios do que os de bovinos criados a pasto na Austrália (SITZ et al., 2004).

Outro ponto a se considerar sobre a influência do sistema de produção na qualidade da carne está relacionado à coloração do músculo e da gordura. Normalmente os ingredientes utilizados nesses sistemas não influenciam a coloração do músculo, que é muito mais influenciada pelas técnicas de abate e armazenamento da carne. Por outro lado, a coloração da gordura é diretamente influenciada pelo sistema de produção e/ou tipos de ingredientes utilizados. Animais terminados a pasto apresentam a gordura mais amarelada do que animais confinados (MOLONEY et al., 1999), sendo que essa coloração mais intensa possui maior receptividade pelos consumidores. Também pode haver diferenças na coloração da gordura de animais confinados, dependendo do tipo

de volumoso utilizado. Como exemplo, French et al. (2000) encontraram gordura mais amarelada para animais alimentados com silagem de gramínea, em relação aos alimentados com silagem de milho. A coloração mais amarelada ocorre devido à maior presença de carotenóides nas gramíneas.

2.4.3 Maciez da carne

A maciez pode ser definida como a facilidade com que a carne se deixa mastigar e pode ser decomposta em três sensações pelo consumidor: uma inicial, ou facilidade de penetração e corte; outra mais prolongada, que seria a resistência que oferece à ruptura ao longo da mastigação e; a final, que daria uma sensação de resíduo, sendo mais ou menos importante. No entanto, observa-se que a faixa de aceitação da maciez é ampla, havendo vantagens para as carnes mais macias (PRICE; SCHWEIGERT, 1994; WARRISS, 2003).

No Brasil, a maciez da carne bovina é muito importante na comercialização do produto. Atualmente mais de 80% do rebanho, composto de 195,5 milhões de cabeças, é constituído de bovinos com genótipo *Bos indicus* que pela sua rusticidade e alta resistência à temperatura tropical e aos parasitos, se adaptou bem às condições brasileiras de manejo (BIANCCHINI et al., 2007).

A qualidade da carne bovina sempre está associada à maciez, sendo considerada a característica organoléptica de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores. Dentre os fatores que influenciam a maciez da carne podem ser destacados a genética, a raça, a idade ao abate, o sexo, a alimentação e os tratamentos *post-mortem*.

Palatabilidade e teor de gordura são características importantes da carne que influenciam a preferência do consumidor. A maciez é um atributo dominante da palatabilidade, considerada pelos consumidores na aceitabilidade do produto. Historicamente, a carne de zebuínos (*Bos indicus*) era identificada

como dura, porque os animais eram criados sem pastagens e abatidos tardiamente (FELÍCIO, 2005).

A menor deposição de gordura na carcaça e o fato de apresentar pouca ou nenhuma gordura intramuscular (marmorização) favorece o resfriamento rápido das massas musculares, provocando o encurtamento dos sarcômeros e, conseqüentemente, o endurecimento da carne. Outro fator que tem sido apontado como responsável pela maior resistência mecânica da carne de zebuínos é a ação das enzimas proteolíticas no período pós abate. A calpastatina que inibe a ação das calpaínas, proteases responsáveis pelo amaciamento da carne, é mais ativa nos zebuínos do que nos taurinos (CLIMACO, 2009).

Tem sido relatado que a dureza da carne pode ser dividida em pelo menos dois componentes: a) dureza residual, causada pelo tecido conjuntivo (colágeno, elastina) e outras proteínas do estroma; b) dureza de actomiosina, causada pelas proteínas miofibrilares. Essa divisão poderia explicar resultados conflitantes encontrados na literatura sobre variações de maciez ou dureza da carne e, também, porque alguns trabalhos mostram relação entre quantidade de tecido conjuntivo e dureza, enquanto outros não encontram relação significativa, pois os tecidos conjuntivos contribuem com apenas um dos dois fatores responsáveis pela dureza.

Conseqüentemente, naquele músculo, sem que o teor de tecido conjuntivo seja alto, este irá contribuir com maior parcela para a dureza total e a quantidade de tecido conjuntivo estará positivamente relacionada com a dureza ou negativamente relacionada à maciez. Já nos tecidos ou animais em que o tecido conjuntivo é baixo ou a dureza de actomiosina é elevada, não haverá bom enlace entre a dureza e teor de tecido conjuntivo (SGARBIERI, 1996).

Segundo Oliveira (2000), a carne mais dura dos zebuínos era justificada pela alta correlação positiva entre a idade do abate dos animais e o número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno nos músculos.

O conteúdo de colágeno insolúvel influencia diretamente a maciez da carne e, portanto, pode representar uma oportunidade para o melhoramento da palatabilidade da carne bovina. Riley et al. (2005) referem-se à possibilidade de identificar indivíduos com características de colágeno desejáveis ou carcaças com alto risco de baixa maciez, como formas de melhorar a maciez da carne em bovinos Brahman. No caso de existirem diferenças no conteúdo de colágeno e na sua solubilidade e essas estarem associadas às diferenças genéticas na taxa de crescimento e maturação, abrem-se perspectivas de melhoramento genético da maciez por seleção (ANDRADE, 2008).

O colágeno tem sido atribuído como principal fator determinante da textura da carne, quando o encurtamento pelo frio é evitado e que variações sutis na textura são dependentes da qualidade e não da quantidade de colágeno (TORRESCANO et al., 2003). Este fato foi observado por (JEREMIAH et al., 2003) e determinante nas diferenças entre músculos de diversas posições anatômicas (PURLOW et al., 2005). Dutson (1974) observaram que o colágeno total não foi estreitamente relacionado com alterações na textura associada ao amaciamento *post mortem*, no entanto estava relacionado com diferenças na textura entre músculos e solubilidade, em função do armazenamento *post mortem*.

A produção moderna visa minimizar variações na textura utilizando animais mais jovens, com pouca variação na faixa de idade e mesma raça, que mostram para o mesmo músculo pouca variação na textura, uma vez que está relacionada com o teor e solubilidade de colágeno (PURLOW et al., 2005). Em anos recentes estudos têm sido largamente centrados na proteólise *post mortem*, devido à facilidade de manipulação do processo. Esse foco levou à ideia de que ao mesmo tempo em que a contribuição do colágeno para textura é importante, é também imutável e determinante de resistência intrínseca, que em termos práticos pouco poder ser feito (SENTANDREU et al., 2002).

No entanto, a quantidade e composição do colágeno, bem como sua distribuição é possivelmente a mais variável diferença fenotípica entre músculos dentro de um mesmo animal e representam grande variação na expressão de proteínas e turnover (PURLOW et al., 2005). Segundo Ramsbottom et al. (1945), músculos de maior atividade ou aqueles submetidos a muito esforço contêm maiores quantidades de tecido conjuntivo em relação a músculos de menor atividade.

A maciez da carne pode ser medida por meio subjetivo ou objetivo. O método subjetivo se utiliza de painel sensorial em que um grupo de pessoas treinadas classifica a carne em relação à maciez, após terem provado as amostras. O método objetivo utiliza equipamento, como o texturômetro, que mede a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de carne e quanto maior a força dispensada menor é a maciez apresentada pelo corte de carne (ALVES; MANCIO, 2007).

2.4.4 Atributos de qualidade de carne e maturação

Enquanto o conceito objetivo de qualidade é predominante na cadeia produtiva e na ciência da carne, o conceito subjetivo direciona a demanda do consumidor (BECKER, 2002). Do ponto de vista do consumidor a qualidade da carne está associada diretamente ao uso, ou seja, consumo. Logo, a qualidade alimentar compreende palatabilidade em primeiro plano. A palatabilidade, por sua vez, inclui maciez, sabor, resíduo e suculência. Cada um desses critérios é mais dependente de uma longa lista de outros fatores que incluem a idade do animal e sexo, estado fisiológico do animal vivo e a bioquímica post-mortem do músculo e da gordura, a composição de carcaça e da contribuição dos alimentos utilizados para o sabor, teores de proteína e gordura e a deposição característica

de cada um destes, bem como o efeito da genética sobre os tecidos e metabolismo (WEBB; CASEY; SIMELA, 2005).

Durante o acondicionamento da carne sob temperatura de refrigeração, a rigidez causada pelo *rigor mortis* começa a diminuir. Dessa forma, a maturação das carcaças ou cortes de carne por períodos prolongados têm sido utilizados para se alcançar uma textura satisfatória. A literatura reporta que o período de acondicionamento da carne sob refrigeração seja de no mínimo 7 dias antes de chegar ao consumidor (GONDIM, 2000).

A maturação possibilita melhora significativa na maciez após 10 dias. Tal procedimento pode ser vantajoso do ponto de vista qualitativo, principalmente quando se trata de animais com alto grau de sangue zebuíno. A carne de animais com 75% de sangue zebuíno, após 10 dias de maturação, apresentou força de cisalhamento semelhante ao da carne de animais Angus que não foi submetida à maturação (ALVES; MANCIO, 2007).

O processo todo de tenderização da carne que ocorre durante a estocagem refrigerada ou maturação consiste na proteólise dos componentes estruturais das miofibrilas. As enzimas proteolíticas atuam ocasionando algumas alterações no tecido muscular, como: a) degradação e/ou enfraquecimento gradual da linha Z, que conduz à degradação das miofibrilas; b) desaparecimento da troponina T; c) degradação da desmina e nebulina e, provavelmente, datitina (proteínas estruturais do tecido muscular). Essas alterações causam diminuição da rigidez e aumento gradativo da maciez da carne (KOOHMARIE, 1994).

Existem três sistemas enzimáticos responsáveis pela proteólise dos componentes estruturais das miofibrilas: o sistema das catepsinas, o complexo multicatalítico de proteases (MCP) e o sistema enzimático das “calpaínas”. O sistema enzimático denominado “calpaínas” é considerado o principal mecanismo relacionado com a proteólise que conduz à tenderização da carne

(ALVES; MANCIO, 2007). Dransfield (1993) demonstrou que 65% da variação na maciez da carne pode ser explicada pela variação na atividade da calpaína-I.

De forma semelhante, Goll et al. (1992), com base em algumas evidências, ressaltaram que as calpaínas são responsáveis por 90% ou mais da tenderização *post-mortem* da carne.

Algumas das evidências de Goll et al. (1992), de que as calpaínas sejam as principais responsáveis pelo amaciamento *post-mortem*, foram transcritas e relacionadas por Taylor et al. (1995):

- a) Mínima degradação da actina e miosina ocorrem durante as primeiras 72 horas de estocagem a 2°C-4°C. A maior parte do amaciamento, no entanto, ocorre neste período. Sabe-se que as calpaínas são as únicas enzimas proteolíticas que não degradam a actina e miosina.
- b) Mínima degradação da α -actinina, a principal proteína da linha Z, ocorre durante as primeiras 72 horas de maturação. Sabe-se que as calpaínas são as únicas enzimas que degradam a estrutura da linha Z e liberam a α -actinina dessa estrutura sem degradá-la.
- c) O aumento da concentração de cálcio no músculo resulta em aumento da maciez. Sabe-se que nenhuma das catepsinas nem as proteases multicatalíticas são ativadas por cálcio.
- d) Maior amaciamento, por um grande período de maturação, ocorre em músculos que contêm grandes quantidades de calpaínas (principalmente, μ -calpaína) ou baixa atividade de calpastatina. Baixa atividade de calpastatina está diretamente associada com maior maciez *post-mortem*.

2.4.5 Efeitos do congelamento sobre a maturação da carne

As calpaínas são proteases Ca^{2+} dependentes de tiol sendo largamente distribuídas em tecidos de mamíferos. Duas enzimas principais são identificadas: calpaína I e calpaína II. Calpaína I é altamente sensível a Ca^{2+} é encontrada apenas em plaquetas humanas e eritrócitos. Calpaína II é encontrada em muitos tecidos, especialmente fígado e músculo e é relativamente insensível à $+2\text{Ca}$, que requerem concentrações no intervalo milimolar para exercer sua atividade. Calpastatina é um inibidor altamente específico de ambas as calpaínas I e II (McCLELLAND; HATHAWAY, 1991).

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

O sistema de calpaínas consiste, além das duas enzimas dependentes de cálcio anteriormente citadas, do inibidor calpastatina. As atividades altas de calpastatina, igualmente ativada pelos íons de cálcio livres no sarcoplasma, inibem a ação das calpaínas proteinases, bloqueando o processo natural de tenderização *post mortem*. Esse efeito inibidor de proteólise da calpastatina determinado 24 horas *post mortem*, tem sido relacionado como o fator que apresenta maior correlação com a maciez da carne conservada sob refrigeração

(O'CONNOR et al., 1997; RUBENSAM et al., 1998). Dessa forma, a atividade de calpastatina determinada 24 horas após a morte poderá ser útil para a previsão da textura da carne.

2.4.6 Cor da carne

A cor da carne depende da quantidade e estado físico dos pigmentos musculares, principalmente mioglobina, e da estrutura do músculo que absorve ou reflete maior ou menor quantidade de luz e que permite maior ou menor entrada de oxigênio. Além disso, influi sobre a cor da carne a proporção de gordura, tecido conjuntivo e existência de outros pigmentos como catalase, citocromos, flavinas, vitamina B12 entre outros (FOX, 1987).

A cor é o primeiro critério utilizado pelo consumidor no momento da compra (MUCHENJE et al., 2009). Normalmente, os consumidores de carne bovina, mesmo que incorretamente, associam carnes de cores mais claras com animais mais jovens (KUSS et al., 2010).

Em condições normais de conservação a cor é o principal atrativo dos alimentos. A cor da carne reflete a quantidade e o estado químico do seu principal pigmento, a mioglobina (Mb). A quantidade de Mb num determinado corte de carne bovina varia principalmente com a atividade física dos músculos que o compõem e a maturidade fisiológica do animal ao abate. Alguns músculos são mais solicitados do que outros e, como consequência, apresentam grande proporção de fibras (células) vermelhas entre as fibras brancas, essas últimas sempre em maior número. Os bovinos terminados a pasto se exercitam mais e, geralmente, são abatidos mais velhos; assim, por exercício e maturidade, sua carne tem maior concentração de Mb e, consequentemente, maior saturação da cor vermelha do que a dos confinados. A carne de touros também tem maior concentração de Mb, quando comparada à de novilhos e novilhas (FELÍCIO,

1999). Um dos métodos colorimétricos é o Sistema CIELAB, que utiliza o espaço L^* , indicativo de luminosidade, variando de branco ($+L^*$) a preto ($-L^*$) e as coordenadas de cromaticidade a^*b^* , sendo a^* o eixo que vai de verde ($-a^*$) a vermelho ($+a^*$) e b^* variando de azul ($-b^*$) a amarelo ($+b^*$). Os valores encontrados na literatura para L^* , a^* , b^* em carne bovina, situam-se nas seguintes faixas de variação, respectivamente, (33,2a 41); (11,1a 23,6) e (6,1a11,3) (MUCHENJE et al., 2009).

As coordenadas de cor estão relacionadas com os componentes da superfície ou de regiões próximas à superfície da peça. A coordenada L^* é relacionada com a luminosidade superficial relacionada com a perda de água e a presença de gordura entremeada na carne. A coordenada a^* está relacionada à forma da molécula de mioglobina que, na carne fresca, apresenta-se sob três formas: mioglobina reduzida, como ferro reduzido na forma Fe^{2+} sem ligante na 6ª posição, conferindo à carne coloração vermelho-púrpura; oximioglobina, forma oxigenada da mioglobina, em que o ferro apresenta-se também na forma reduzida (Fe^{2+}) e, agora, o oxigênio ocupa a sexta ligação, no lugar da água, a carne apresenta coloração vermelho brilhante; a terceira forma é a metamioglobina, que possui ferro na forma oxidada (Fe^{3+}) e a coloração da carne apresenta-se vermelho-marrom. A coordenada b^* , que mede a intensidade do amarelo, está relacionada com os pigmentos carotenóides presentes na gordura oriundos da alimentação (BRESSAN et al., 2004).

A disposição da amostra no sólido de cor é feita por meio da representação gráfica dos valores a^* e b^* nos respectivos eixos. Portanto, numa representação polar do sistema de coordenadas retangulares CIELAB, surge a escala CIE $L^*C^*h^*$ que, numericamente descreve a cor tridimensionalmente em luminosidade (L^*), saturação (C^*) e tonalidade (h^*) (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Muitos aspectos influenciam a cor da carne, tais como: tipo de dieta, determinação em que animais alimentados com forragem mostram carne mais escura do que animais alimentados com grãos (PRIOLO; MICOL; AGABRIEL, 2001), sendo atribuído a valores mais elevados de pH (MUCHENJE et al., 2009), processos de abate (VOISINET et al., 1997), embalagens, a condicionamento das peças, quantidade de ácidos graxos insaturados e a presença de antioxidantes naturais (MANCINI; HUNT, 2005).

De acordo com Mac Dougall (1994) não existe uma recomendação geral quanto ao procedimento de mensuração da cor, pois os instrumentos de medida, colorímetros e espectrofotômetros podem apresentar características distintas quanto ao diâmetro da abertura (10 - 22 mm), tipo de iluminante (fonte C, que simula a luz do dia, ou D65, que simula a luz do dia, porém nublado) e ângulo de observação (2° e 10°, por exemplo), produzindo resultados semelhantes, mas não iguais. A Comissão Internacional de Iluminação (CIE, 1986) tem enfatizado o uso de fonte D65 e ângulo de 10°, mas como nem todos os aparelhos possuem tais opções é importante fazer constar dos relatórios e trabalhos de pesquisa as condições em que foram obtidas as leituras.

Do ponto de vista prático, recomenda-se trabalhar com o espaço CIELAB ou L*a*b* e fornecer marca e modelo do colorímetro, abertura, fonte de luz e ângulo de observação. Recomenda-se, ainda, utilizar amostras de carne de pelo menos um cm de espessura e fazer as medidas após um tempo padrão de exposição ao ar, que pode ser de 30 ou 60 minutos, em ambiente refrigerado a 0-5°C, em bandejas de isopor recobertas com filme permeável, para uma boa oxigenação da Mb. Para se fazer uma estimativa da porcentagem de meta-Mb, em estudos de shelf-life, é preciso um espectrofotômetro e seguir metodologia descrita na literatura, MacDougall (1994).

A pecuária de corte brasileira é baseada em sistemas de pastagens. Segundo Priolo, Micol e Agabriel (2001) bovinos terminados em pastagens

apresentam coloração de carne geralmente mais escura que animais terminados em confinamento. Todavia, a pastagem pode influenciar na coloração final da carne, conforme proposto por Descalzo e Sancho (2008).

Esses autores afirmam que os pastos fornecem antioxidantes naturais (carotenos) em quantidades suficientes para evitar a oxidação da carne bovina in natura quando comparado com sistemas de criação de bovinos confinados. Todavia, os maiores níveis de caroteno podem influenciar na cor da gordura, tornando-a mais amarela e menos atraente ao consumidor (ANDRADE et al., 2010; RÖHRLE et al., 2011).

A oxidação lipídica e o desenvolvimento da cor na carne de ruminantes são influenciados tanto pela composição de ácidos graxos como pela concentração de antioxidantes nos tecidos, a exemplo da vitamina E (SCOLLAN et al., 2006). Comparando animais alimentados com pasto e animais alimentados com cereais, Warren et al. (2002) verificaram que a cor vermelho brilhante (oximioglobina), associados com carnes de qualidade, foi retida por mais tempo na carne do grupo de animais alimentados com pasto.

Uma vez que a concentração total de ácidos graxos insaturados foi semelhante para ambos os sistemas de alimentação, conclui-se que os antioxidantes presentes no pasto provavelmente promoveram níveis mais elevados de vitamina E nos tecidos desses animais, com benefícios para menores níveis de oxidação de lipídios e melhor conservação da cor atrativa ao consumidor.

2.4.7 Perda de peso por cocção

A perda de peso por cocção (PPC) corresponde às perdas que ocorrem durante o processo de preparo da carne para consumo, sendo calculadas por meio da diferença entre peso inicial e final das amostras. As metodologias para

essa determinação incluem a utilização de aparelhos como banho-maria e forno elétrico (ZEOLA, 2002).

A perda de peso por cocção pode afetar diretamente a qualidade da carne bovina uma vez que afeta diretamente a suculência da carne (ou capacidade de retenção de água - CRA). A CRA se reflete durante o cozimento e na suculência durante a mastigação, sendo considerado um atributo importante.

A diminuição da CRA é manifestada pela exsudação de fluido, como “gotejamento” da carne não cozida descongelada e como “encolhimento” da carne cozida, de onde ele é derivado, tanto da fase aquosa quanto da gordura. A velocidade de queda do pH também está envolvida nesse processo, uma vez que a rápida acidificação causa a desnaturação das proteínas musculares, diminuindo sua capacidade de retenção de água (LAWRIE, 2005). A CRA, do ponto de vista sensorial, afeta a impressão inicial e pouco duradoura da suculência de carnes; o teor de gordura, em especial a intramuscular, responde por uma percepção mais prolongada da suculência (LAWRIE, 2005).

2.4.8 Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade da carne em reter umidade durante o resfriamento, o armazenamento e a cocção são referidos com a capacidade de retenção de água (CRA). A capacidade de retenção de água, um fator que determina a suculência da carne, é definida como a habilidade da carne em reter água durante a aplicação de forças externas, tais como o corte, o aquecimento, a trituração ou a pressão. Os valores para CRA em carne bovina variam entre 37,0% e 72,7% (MUCHENJE et al., 2009).

A baixa CRA está associada a perdas elevadas de água e nutrientes carreados. Perdas elevadas por gotejamento são associadas à redução na palatabilidade da carne. Muitos autores têm mostrado que a degradação do

citoesqueleto e de outras proteínas estruturais na fase de maturação está relacionada com a perda por gotejamento (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005; OFFER; TRINICK, 1983; ZHANG et al., 2005).

A carne é composta por aproximadamente 75% de água, sendo as miofibrilas as principais responsáveis pela ligação entre água e proteína. Estas são adequadas para reter a água devido a sua formação tridimensional. A quantidade de água retida depende do espaço disponível entre os filamentos (PRICE; SCHWEIGERT, 1994). A CRA é considerada um índice importante de qualidade, pois a quantidade de água existente na carne pode afetar seu valor comercial além de estar relacionada diretamente com as propriedades sensoriais de suculência, textura e sabor da carne (SILVA, 2004).

Com o processo de cozimento ocorre um encurtamento das fibras musculares, devido à perda de água que pode ser superior a 40%. Esse encurtamento decorrente do cozimento não só diminui o tamanho da porção de carne como também está associado com a possível diminuição na maciez da carne. Os diferentes tipos de cozimento da carne podem proporcionar perdas de líquido, distintas no processo (VARNAN; SHUTERLAND, 1998).

Os atributos sensoriais avaliados no momento do consumo são sabor, suculência e maciez (KRYSTALLIS; ARVANITOYANNIS, 2006; MADRUGA et al., 1999). Entretanto, entre esses, a maciez é considerada a característica mais importante (CUNDIFF et al., 1993; GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2006; SHACKELFORD et al., 2001; SWATLAND, 2003; WARRISS, 2003).

Do ponto de vista econômico, a baixa CRA provocada por processos industriais deficientes na obtenção de carnes, acarreta perdas na indústria por gotejamento excessivo durante o armazenamento, transporte e comercialização. Esse excesso de gotejamento indica o predomínio do metabolismo aeróbico, um excessivo encurtamento de sarcômero provenientes de fenômenos de encolhimento muscular pelo frio ou rigor de descongelamento que ocorrem

quando se refrigeram carnes antes do desenvolvimento do *rigor mortis* ou, ainda, quando se descongela uma carne que foi congelada pré-rigor (RAMOS; GOMIDE, 2007).

2.4.9 Força de cisalhamento (FC)

O método físico de medir a força de cisalhamento através de uma célula de Warner-Bratzler tem sido bastante utilizado e quando comparado com a análise sensorial uma alta correlação é encontrada (GONDIM, 2000; OTREMBA et al., 1999). BOLEMAN et al. (1997), de acordo com os resultados encontrados na análise de força de cisalhamento pelo método de Warner-Bratzler, classificou a textura da carne em muito macia (2,3 a 3,6 kg), moderadamente macia (4,1 a 5,4 kg) e pouco macia (5,9 a 7,2 kg). No entanto, Shackelford et al. (1991 citado por GONDIM, 2000) sugeriu o limite da força de cisalhamento pelo método de Warner-Bratzler de 4,6 kg para a comercialização da carne bovina.

As propriedades físicas da carne como estrutura, firmeza e textura, são difíceis de avaliar objetivamente. Esses fatores são geralmente avaliados por análise sensorial (RODRIGUES, 2007). A mesma autora cita que de acordo com a força que se aplica, os métodos básicos para determinação da dureza seriam força de compressão, forças de cisalhamento, força de filetado, força de tensão, força de compressão-cisalhamento e força de penetração. A carne bovina é considerada como tendo uma maciez aceitável quando apresenta valores de força de cisalhamento de 8kgf (PRICE; SCHWEIGERT, 1994; ZAPATA et al., 2000).

O trabalho de Smith (1988), avaliando a força de cisalhamento para as diversas categorias de maturidade do sistema americano de tipificação de carcaças, dá suporte à inclusão do quesito maturidade em sistemas de tipificação de carcaças, pois foram observadas diferenças significativas entre todas as

categorias de maturidade, sendo que a maciez decrescia com o incremento da idade dos animais.

Jones e Tatum (1994), no entanto, relataram que o marmoreio explicaria apenas 9% da variação da força de cisalhamento (medida mecânica) e 5,1% da variação da maciez miofibrilar (análise sensorial) para caracterização de carcaças macias. Resultados semelhantes foram obtidos por Campion, Crouse e Dikeman (1975), em que o marmoreio explicou apenas 4% e 8% da variação na força de cisalhamento e na maciez em painéis sensoriais, respectivamente.

As taxas de redução na força de cisalhamento aumentam com o tempo de maturação, Monsonetal (2004), trabalhando com as raças Holandesa, Pardo Suíço, Limousine Blonded Aquitain relataram, em maturação de 7 dias, que a maciez aumentou de 12,4% a 22,3% Whippleetal (1990), em amostras de Herefordx Angus, $\frac{3}{8}$ Sahiwale $\frac{5}{8}$ Sahiwal encontraram, em maturações de 14 dias, reduções na maciez de 33%, 31% e 20%, respectivamente. Rubensam et al. (1998) encontraram, em 10 dias de maturação, aumento na maciez para Hereford, $\frac{3}{4}$ Herefordx $\frac{1}{4}$ Neloree $\frac{5}{8}$ Herefordx $\frac{3}{8}$ Nelore, de 40%, 36% e 38%, respectivamente.

Bouton e Harris (1978 apud HEINEMANN; PINTO; ROMANELLI, 2003) avaliaram a influência da idade de abate do animal na maciez da carne e observaram que os valores de força de cisalhamento, medidos no músculo *longissimus thoracis*, foram reduzidos à metade com o aumento da idade do animal de 9 para 42 meses, atribuindo esse efeito ao decréscimo da ocorrência de encurtamento pelo frio nas carcaças mais pesadas. A maturação foi o fator que mais influenciou a textura da carne, promovendo redução de aproximadamente 30% na FC, em ambos os grupos estudados. Considerando o longo tempo necessário para a renovação metabólica do colágeno, pode-se concluir que em animais jovens a influência do tecido conjuntivo é pequena, prevalecendo o efeito de outros fatores, como a intensidade da proteólise e o

grau de contração do tecido muscular.

2.4.10 Potencial hidrogenico (pH)

O declínio normal do pH muscular pode ser modificado causando algumas alterações na qualidade da carne em algumas espécies (BENDALL, 1973; FERREIRA et al., 2006). Quando ocorre pequeno declínio do pH após o sacrifício do animal, permanecendo relativamente estável, com valores médios de pH final maiores ou iguais a 6,2, as carnes podem apresentar-se firmes, com superfícies e coloração escura, sendo denominadas carnes DFD (dark, firm, dry). As carnes DFD são encontradas em suínos, bovinos e ovinos, em decorrência das reduzidas reservas de glicogênio no momento do abate, geralmente devido ao estresse pré-abate (BENDALL, 1973; FERREIRA et al., 2006; FLETCHER, 1991; FORREST et al., 1979; SAYRE et al., 1963; SILVA et al., 1999).

A variação do conteúdo e da proporção no tipo de fibras (vermelhas de contração lenta ou brancas de contração rápida) entre os diferentes músculos que compõem uma carcaça determina as diferenças musculares finais quanto ao pH final, que varia inversamente em relação à taxa de glicogênio presente no músculo antes do abate. O pH final depende também do poder tampão do próprio músculo, que aumenta com a intensidade do metabolismo glicolítico (PÖSÖ; PUOLANNE, 2005).

De acordo com Lawrie (2005), o pH *post mortem* da carne será determinado pela quantidade de ácido lático produzido a partir do glicogênio muscular, presente no momento do abate em que ocorre a glicólise anaeróbia. O pH é um importante determinante do crescimento microbiano, portanto um indicador para sua resistência à deterioração. A maior parte das bactérias cresce otimamente no pH 7 e pouco quando abaixo de 4 ou acima de 9.

O pH da carne crua, em condições de normalidade, isto é, não tendo o animal vivo passado por condições de estresse no pré-abate, encontra-se entre 5,4 e 5,9. A elevação do pH na carne tem como consequência indesejável a formação de uma carne escura, dura e seca, denominada DFD. Quando o glicogênio muscular é utilizado durante o manejo e transporte pré-abate há pouco ácido láctico no músculo, dando origem a carnes DFD (MARÍA et al., 2003). Esta carne possui um pH mais elevado, diminuindo sua vida de prateleira além de ser menos aceita pelo consumidor (MUCHENJE et al., 2009). Essa característica afeta as características finais dos produtos cárneos em geral (SILVA, 2004).

O pH final do músculo interage com o ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, influenciando seu estado físico e a reflexão da luz da superfície muscular em bovinos (ABRIL et al., 2001). De acordo com Felício (1997), a carne reflete menos luz a cada incremento de pH e os músculos apresentam diferentes velocidades de atividade enzimática a qual regula a quantidade de oxigênio disponível na superfície externa do tecido. O pH do músculo influencia fortemente na capacidade de retenção de água pelo músculo. O pH final da carne entre 5,5 e 5,7 se caracteriza por uma baixa capacidade de retenção de água por estar próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Porém, com o pH acima de 6,0, a capacidade de retenção de água aumenta (HEDRICK et al., 1994).

2.4.11 Índice de fragmentação miofibrilar (IFM)

A fragmentação miofibrilar pode ser utilizada como um índice da tenderização da carne (CULLER et al., 1978). Esta é uma medida do comprimento médio das miofibrilas, onde miofibrilas mais curtas resultam em um maior índice de fragmentação miofibrilar (TAYLOR et al., 1995). O índice

de fragmentação miofibrilar é determinado com base no conceito de fragmentação e é usado como um índice para determinar a maciez da carne. Esse procedimento reflete a intensidade da proteólise das miofibrilas, em que quanto maior a degradação na linha Z do sarcômero pelas enzimas endógenas, maior será o índice de fragmentação miofibrilar. As miofibrilas submetidas ao processo de maturação têm maior degradação do que aquelas de músculos intactos. A maior ou a menor facilidade de fragmentação pode ser avaliada a partir da intensidade com que as miofibrilas são rompidas durante o processo de trituração das mesmas, simulando a mastigação dos alimentos (DELGADO et al., 2006).

Whipple et al. (1990) consideraram que, apesar de a atividade da calpastatina ser uma característica importante na predição da maciez, os índices de fragmentação da miofibrila requerem menos tempo e são de determinação mais barata. Assim, esse índice poderia ser medido por meio de biopsia e indicaria reprodutores com bom potencial genético para maciez da carne.

A fragmentação das miofibrilas é o resultado mais importante das alterações que ocorrem durante a transformação do músculo em carne e confere a característica de maciez à carne. O índice de fragmentação miofibrilar pode prever 50% da variação da maciez em carnes maturadas, enquanto a solubilidade do colágeno é responsável por apenas 10% da variação da maciez nos músculos (CULLER et al., 1978).

Para a técnica de determinação da quantidade de fragmentação miofibrilar, dois métodos são comumente usados. O primeiro requer a homogeneização do músculo e a análise das miofibrilas por um microscópio, segundo a metodologia proposta por Fishell et al. (1985 citado por RAMOS; GOMIDE, 2007). O segundo método baseia-se na metodologia proposta por Davey e Gilbert (1969 citado por RAMOS; GOMIDE, 2007), envolve também a homogeneização do músculo, seguida pela determinação do índice de

proteína e da medida da turvação das amostras, ajustadas a uma concentração comum de proteína. Este último método é o mais utilizado e reflete a degradação das estruturas das proteínas na banda Idosarcômero, tendo alta correlação com as análises de maciez (HOPKINS; LITTLEFIELD; THOMPSON, 2000; OLSSON; PARRISH JÚNIOR, 1977).

A fragmentação das miofibrilas é o resultado mais importante das alterações que ocorrem durante a transformação do músculo em carne e confere a característica de maciez à carne. O índice de fragmentação miofibrilar pode prever 50% da variação da maciez em carnes maturadas, enquanto a solubilidade do colágeno é responsável por apenas 10% da variação da maciez nos músculos (CULLER et al., 1978).

2.4.12 Colágeno

As proteínas são os principais componentes funcionais da tecnologia de produtos cárneos, apresentando grande influência nas características sensoriais de aparência, odor, textura e sabor, determinando os aspectos nutricionais e preço. Há, atualmente, no Brasil, uma disponibilidade muito grande de resíduos protéico, principalmente colágeno, em face da produção de animais de corte (TORRE, 2004).

O tecido conjuntivo é o elemento fundamental do organismo, exercendo uma função estrutural como agregador e suporte de células. Isso ocorre devido às propriedades do colágeno, uma proteína fibrosa dotada de grande força de tensão e que se encontra distribuída por quase todos os órgãos (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1990; REIS et al., 1999).

Muitos estudos demonstraram que várias propriedades do colágeno, como tamanho da fibra, tipo genético, conteúdo total e solubilidade do colágeno, que estão intimamente relacionadas com a natureza e integridade de suas

ligações cruzadas são importantes para determinar a contribuição desta proteína para a textura da carne (BAILEY, 1985).

O tecido conjuntivo forma o principal tipo de fibra extracelular, sendo a proteína mais abundante no organismo animal, apresentando valores entre 20 e 25% do total de proteínas, sendo formada por três cadeias polipeptídicas, cada uma com aproximadamente 1000 aminoácidos (STRYER, 1992).

Os aminoácidos glicina (percentual molar 33,0%), prolina (12,2%), hidroxiprolina (9,4%) e alanina (10,7%) perfazem 65% dos aminoácidos do colágeno. Essa proteína é totalmente carente de cisteína e triptofano (FARFÁN, 1994). Desses, a hidroxiprolina se destaca por ser um aminoácido exclusivo do colágeno, por isso é utilizada como parâmetro para se estabelecer a quantidade de colágeno presente na carne e em produtos derivados (STRYER, 1992). Sua unidade molecular é o tropocolágeno, o fio protéico mais longo que se conhece (PM 300.000) com 15 Å de diâmetro e 2.800 Å de comprimento, onde três hélices esquerdas se entrelaçam formando uma super-hélice direita (FARFÁN, 1994).

Cortes cárneos de baixo valor comercial e subprodutos, normalmente apresentam elevado teor de tecido conjuntivo. Os componentes do tecido conjuntivo colagenoso possuem baixos teores em aminoácidos essenciais e ausência de triptofano, podendo influenciar a qualidade nutricional da carne, se presente em elevadas proporções (BAILEY; LIGHT, 1989). O colágeno em carnes e produtos cárneos cominuídos pode afetar o rendimento, textura, estabilidade da emulsão, cor, sabor, vida-de-prateleira e valor nutricional (TORRE, 2004).

A maciez da carne depende do tecido conectivo, estado da estrutura miofibrilar e da interação estrutural entre fibras e matriz extracelular (MONIN, 1998). Segundo a literatura, a carne menos macia de animais mais velhos é devido à mudança na estrutura química do colágeno intramuscular com a idade,

particularmente em suas ligações cruzadas covalentes que estabilizam as fibras do mesmo, ao invés de aumentar a quantidade de tecido conjuntivo (TARRANT, 2001).

Existe pouca variação na concentração de colágeno do músculo com o crescimento e aumento da idade dos animais, em geral, as alterações na concentração de colágeno muscular são mínimas, indicando que a síntese, aumento ou as mudanças nas proteínas celulares e extracelulares do músculo permanecem em equilíbrio durante quase toda a vida do animal (ALVAREZ; SANTOS, 2001).

São encontrados 19 tipos diferentes de fibras de colágeno, sendo que na carne são encontrados 6 tipos (I, II, III, IV, V e VI). Desses tipos de colágeno, os mais estudados e que influenciam diretamente na maciez da carne são os do Tipo I e III (LUCHIARI FILHO, 2001).

O colágeno representa apenas 2% do total de proteínas do músculo, mas é responsável por muitas alterações na textura da carne durante o aquecimento, ocorrendo desnaturação e solubilização, contudo a taxa e extensão dessas mudanças dependem da maturidade do colágeno, fator exógeno como taxa de aquecimento, grau de umidade e limitações durante o cozimento (BAILEY; LIGHT, 1989).

Há evidências que no *post mortem* ocorram transformações no tecido conectivo e estas sejam decorrentes da ação de proteases lisossomais (catepsinas) que atuam na degradação do colágeno durante a maturação (LAWRIE, 2005)

As diferenças na solubilidade do colágeno entre os músculos, durante a maturação é decorrente das variações no tamanho das fibras e feixes de fibras de colágeno destes músculos, que conduzem à maior ou menor eficiência das enzimas collagenolíticas na degradação das fibras dessa proteína (STANTON; LIGHT, 1987).

Em músculos maturados a quantidade de colágeno solubilizado foi maior que nos não maturados e o aumento observado foi gradual até 28 dias de maturação. Esses resultados devem-se à ação proteolítica das catepsinas, liberadas no meio extracelular e capaz de quebrar colágeno nativo insolúvel em fragmentos solúveis (OLIVEIRA et al., 1998).

O sexo também influencia o conteúdo de colágeno, onde animais machos apresentam maior quantidade de tecido conectivo intramuscular que as fêmeas. A castração reduz o conteúdo de colágeno melhorando a qualidade da carne (LUCHIARI FILHO, 2001).

No entanto, uma série de fatores (tamanho da fibra de colágeno, maturação do tecido conectivo, número de ligações cruzadas e estabilidade destas) que estão relacionados com a solubilidade do colágeno interfere na textura da carne. Esses fatores estão intimamente ligados à idade, genótipo, sexo, uso de anabolizantes e alimentação dos animais. Em vista dos pontos citados, manter essas variáveis em equilíbrio, ou seja, em um ponto ótimo de aproveitamento estaremos caminhando para uma melhoria da textura da carne, é uma das maiores exigências para a aceitabilidade deste produto pelos consumidores.

As diferenças na solubilidade do colágeno entre os músculos, durante a maturação é decorrente das variações no tamanho das fibras e feixes de fibras de colágeno destes músculos, que conduzem à maior ou menor eficiência das enzimas collagenolíticas na degradação das fibras desta proteína (STANTON; LIGHT, 1987).

2.4.13 Análise sensorial

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1993) a análise sensorial é usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das

características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, audição, olfato, tato e paladar.

Os testes sensoriais são incluídos como garantia de qualidade por serem uma medida multidimensional integrada possuindo importantes vantagens, tais como ser capaz de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definirem características sensoriais importantes de um produto de forma rápida, capaz de detectar particularidades que não podem ser detectadas por outros procedimentos analíticos (MUNÕZ et al., 1992).

Thompson (2004) defende que a carne é um produto complexo e, assim sendo, avaliar sua qualidade química, física e sensorial nem sempre é fácil. Embora os métodos instrumentais apresentem vantagens como objetividade e baixo custo, eles só apresentam explicações parciais da complexa interação existente entre a carne cozida e os órgãos dos sentidos, antes e durante sua ingestão.

O consumidor de hoje tem se mostrado mais atento às características sensoriais de alimentos. Embora a preferência do consumidor para carne seja difícil de definir, sem dúvida nenhuma o aspecto sensorial é importante na caracterização da carne e produtos cárneos (BUKALA; KEDZIOR, 2001).

As características sensoriais da carne são os atributos que impressionam os órgãos do sentido, de maneira mais ou menos perceptível e que dificilmente podem ser medidos por instrumentos. É o caso dos atributos frescor, firmeza e palatabilidade, o primeiro envolvendo uma apreciação da aparência visual e olfativa; o segundo uma apreciação visual e tátil e o terceiro resultante de uma combinação de impressões visuais, olfativas e gustativas que se manifestam a partir da cocção, seguida da mastigação do alimento (FELÍCIO, 1999).

Em relação às características organolépticas, segundo Felício (1999), a cor da carne é responsável em um primeiro momento por atrair o consumidor, sendo que através dela tem-se o conhecimento prévio da quantidade e do estado

químico da mioglobina. Posteriormente à maciez, suculência e palatabilidade são as demais características a serem julgadas pelo consumidor. Savell e Shackelford (1992) relataram serem esses os fatores de maior importância no momento de se consumir o produto. Ainda sobre a maciez da carne bovina, Miller (2001) afirmou ser este o fator primário que afeta a aceitabilidade do produto pelos consumidores.

Os atributos de qualidade da carne bovina, desde que atendam as necessidades do consumidor, podem se tornar motivos de diferenciação de produtos. Segundo Neves (2007), a diferenciação torna-se uma estratégia mercadológica que pode ser atingida através de atributos do produto, tais como aparência visual, origem, sanidade, qualidade, sabor, teor de ingredientes, desempenho, durabilidade, estilo, método de produção, serviços oferecidos e a marca, que simboliza a imagem da empresa no mercado.

Ramos e Gomide (2007) reportam que nos países desenvolvidos os consumidores avaliam e comparam os alimentos em relação às características nutricionais e as indústrias encontram-se numa situação de competição intensa. Em países menos desenvolvidos, a fome é constantemente o fator que direciona a escolha e, assim, a dieta é determinada pela disponibilidade de qualquer alimento que satisfaça as necessidades básicas de nutrição e, em muitos casos, pelo preço.

A raça está altamente correlacionada com a maciez de carne (ALVES; GOES; MANCIO, 2005; MUCHENJE et al., 2008). Historicamente, a carne dos zebuínos (*Bos indicus*) era identificada como dura, porque esses animais eram criados em pasto e abatidos mais velhos, se comparados com as raças precoces de bovinos americanos ou europeus. A menor maciez da carne dos zebuínos também era justificada pela alta correlação positiva entre a idade de abate dos animais e o número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno dos músculos, favorecendo a dureza da carne e, ainda, pela menor deposição de

gordura na carcaça e pelo fato de não apresentar gordura intramuscular (marmorização), o que favorecia o resfriamento mais rápido das massas musculares, provocava o encurtamento dos sarcômeros (unidades contráteis dos músculos) e, conseqüentemente, o endurecimento da carne. Comparando *Bos indicus* e animais cruzados *Bos taurus* × *Bos indicus*, Andrade et al. (2010), Bianchini et al. (2007) e Heinemann, Pinto e Romanelli (2003) observaram maior maciez da carne dos animais cruzados. Tendências de decréscimo no peso de carcaça e no grau de marmoreio (gordura intramuscular) também foram observadas com o aumento de sangue zebu (MOREIRA et al., 2003).

A carne de animais em pastejo é dita como sendo mais escura (BRUCE; STARK; BEILKEN, 2004), sendo essa diferença atribuída a uma maior espessura de gordura subcutânea em animais confinados, a qual acarreta uma menor velocidade de resfriamento nessas carcaças, maiores estoques de glicogênio, marmorização (MANCINI; HUNT, 2005) e menores concentrações de mioglobina (BIDNER et al., 1986).

Pesquisas revisadas por Mancini e Hunt (2005), atribuem o efeito da dieta sobre a cor da carne a diferentes níveis de glicogênio muscular, velocidade de resfriamento (influenciada pelo grau de acabamento), acumulação de antioxidantes, que está relacionado a fatores intrínsecos da cor da carne, pH, consumo de oxigênio e estado de redução da metamioglobina.

Do ponto de vista do consumidor a qualidade da carne está associada diretamente ao uso, ou seja, consumo. Logo, a qualidade alimentar compreende palatabilidade em primeiro plano. A palatabilidade, por sua vez, inclui maciez, sabor, resíduo e suculência. Cada um desses critérios é mais dependente de uma longa lista de outros fatores que incluem a idade do animal e sexo, estado fisiológico do animal vivo e a bioquímica post-mortem do músculo e da gordura, a composição de carcaça e da contribuição dos alimentos utilizados para o sabor, teores de proteína e gordura e a deposição característica de cada um destes, bem

como o efeito da genética sobre os tecidos e metabolismo (WEBB; CASEY; SIMELA, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil, e no Instituto Nacional dos Recursos Biológicos (INRB, I.P), do Ministério da Agricultura e das Pescas, na Unidade de Recursos Genéticos, Reprodução e Melhoramento Animal - Vale de Santarém, Portugal.

Os animais utilizados neste trabalho foram criados e obtidos de uma exploração comercial situada no município de Pontal do Araguaia, Estado do Mato Grosso, com altitude de 318 metros, temperaturas médias mínimas de 15-22° C e médias máximas de 31-33° C e precipitações médias máximas de 140 a 296 mm nos meses de outubro a março.

3.1 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial de 2 x 2 x 2 x 4, sendo: 2 grupos genéticos (*Nelore* e F1 *Nelore* x *Simental*) x 2 sistemas de terminação, intensivo (confinado) e extensivo (pasto) x 2 tratamentos de conservação (resfriado e congelado) e 4 tempos de maturação (0, 7, 14 e 21 dias) conforme Quadro 1.

Quadro 1 Delineamento experimental

Grupo Genético	Sistema de Terminação	Tratamentos de Conservação	Tempo de Maturação (Dias)
Nelore	Confinado	Resfriado (CONT)*	0, 7, 14, 21
F1(Nelore x Simental)	Pasto	Congelado(CONG)**	

* CONT – Controle, ** CONG– Congelamento prévio à maturação.

3.2 Animais e sistema de terminação

Foram utilizados 128 bovinos machos inteiros dos grupos genéticos *B. indicus* (Nelore, n=66) e *B. taurus F1* (Simental x Nelore, n=62), com pesos médios de carcaça de 264 a 305 kg e idade média final de 24 a 28 meses, respectivamente. Todos os animais foram provenientes da mesma fazenda, sendo terminados no sistema de confinamento por 90 dias e no sistema a pasto por 225 dias.

Os animais foram separados aleatoriamente dentre um grupo de mesma época de parição. Na obtenção dos animais foram utilizadas fêmeas Nelores, inseminadas com sêmem de touro Nelore ou touro Simental. Os animais foram desmamados com oito meses de idade e criados em sistema extensivo, pastejo contínuo em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Antes de entrar em fase de terminação os animais foram verminados com sulfóxido de albendazole e os animais terminados em confinamento receberam dieta de adaptação por 15 dias.

Na fase de terminação do sistema de confinamento, os animais foram colocados em piquete com 1600 m², equipado com bebedor de alvenaria (capacidade para 7500 litros) e comedouro de alvenaria com 50 metros lineares. Os animais receberam as dietas I e II (Tabela 1), formuladas para ganhos de peso de bovinos machos inteiros, conforme National Research Council - NRC (2001). O período total de confinamento foi de 90 dias, sendo que nos primeiros 45 dias foi utilizada a dieta I e, no período remanescente, a dieta II.

As dietas foram formuladas com os mesmos ingredientes, com alterações nas taxas de proteína e energia. A proporção de volumoso: concentrado foi de 20:80 e 13:87 nas dietas I e II, respectivamente. Na preparação do volumoso foi usada silagem de sorgo, colhido no ponto de grãos leitosos (cerca de 90 dias pós-emergência) e no concentrado foi usado grão de sorgo moído, casca de soja peletizada, caroço de algodão e resíduo de soja.

Tabela 1 Composição percentual de ingredientes das dietas de confinamento

Ingredientes	Kg MN¹	Kg MS¹	% PB²	% NDT²
Caroço de algodão				
Casca de soja	11,00	9,82	2,20	9,34
Núcleo mineral ³	22,33	20,14	2,77	15,51
Resíduo de soja	2,57	2,57	-	-
Silagem de sorgo	5,83	5,34	2,49	4,06
Sorgo grão	19,00	6,36	0,48	3,75
Total	39,27	34,38	3,35	27,35
Dieta II	100,00	78,61	11,29	60,09
Caroço de algodão	11,24	10,03	2,24	9,63
Casca de soja	34,71	31,31	4,30	24,11
Núcleo mineral ³	2,61	2,61	-	-
Resíduo de soja	5,92	5,42	2,53	4,12
Silagem de sorgo	14,91	4,99	0,38	2,94
Sorgo grão	30,61	26,80	2,61	21,32
Total	100,00	81,17	12,07	62,12

¹ MN: matéria natural; MS: matéria seca;

² PB: proteína bruta e NDT: nutrientes digestíveis totais - Estimado por Valadares Filho, Rocha Júnior e Capelle (2002).

³ Núcleo Mineral : Ca: 235g; P 45g; S 23g; Na: 80,18g; Zn: 2,38 mg; Cu: 625 mg; Fe: 1,18 mg; Mn: 312 mg; Co: 32 mg; I: 41,6 mg; Se: 11,25mg; Vit.A: 70.000 UI; Vit. D3: 5.000 UI; Vit. E: 15 UI; Niacina: 3,33 mg.

A ingestão média de matéria seca/dia/peso vivo de animal variou de 2,45 a 2,89 kg, com um consumo médio entre 10,52 a 13,58 kg/cab/dia (matéria seca) ou entre 15,83 a 21,01 kg/cab/dia (matéria natural). Todos os ingredientes usados foram produzidos no estado de Mato Grosso.

Na fase de terminação do sistema extensivo (pastagem) os animais foram colocados em piquete, contendo pastagem cultivada *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com altura de plantas superior a um metro e produção média de matéria seca de 15 a 20 toneladas/ha/ano (8 a 20 t/ha/ano).

O piquete era provido de cercas de arame liso (5 fios) com altura de 1,60m e postes de madeira espaçados a cada 5 metros e bebedouros de alvenaria com capacidade de 15 mil litros cada, com árvores nativas por toda a área de pastagens, favorecendo conforto aos animais.

A pastagem recebeu adubação na época da sua implantação e o controle de plantas invasoras anuais e perenes foi realizada com herbicida. Os animais permaneceram em sistema de pastejo contínuo, com uma ingestão média de alimentos (matéria seca) na ordem de 2,4% do peso vivo animal com uma taxa de lotação inferior a 0,8 animais/ha.

3.3 Abate dos animais

O embarque, transporte e o desembarque dos animais ocorreram das 8 às 11 horas da manhã. O transporte foi realizado em caminhão boiadeiro, adaptado para o transporte de bovinos, com capacidade máxima de 22 animais por caminhão e a distância percorrida foi de 110 km. Os animais foram abatidos em frigorífico industrial, localizado na cidade de Barra do Garça, MT, com certificação para exportação sob Inspeção Federal (SIF).

As operações de abate foram realizadas de acordo com as recomendações do RIISPOA (BRASIL, 1997). Após 12 horas de descanso, jejum de alimentos sólidos e dieta hídrica, os animais foram insensibilizados (método percussivo, com pistola pneumática por concussão cerebral), abatidos por secção da artéria carótida e veia jugular, seguida de estimulação elétrica (60 a 80 volts por 12 s) na canaleta da sangria. As meias-carcaças foram resfriadas em câmaras frias a 2°C por 48 horas, até o momento da desossa.

Após 48 horas de maturação sanitária todas as carcaças foram encaminhadas à sala de corte, onde foram verificados pH e temperatura em 100% das carcaças. Para tanto, foi feita uma pequena perfuração no músculo e em seguida o eletrodo foi introduzido no músculo até sua estabilização (30 segundos). Foram realizadas duas leituras por carcaça (uma em cada meia carcaça).

A determinação do pH foi realizada por meio de um pHmetro dotado de eletrodo de inserção, com resolução de 0,01 unidade. As medidas foram tomadas após 48 horas *post mortem*, no músculo *longissimus thoracis*, na altura da 13ª costela. Seguindo a normatização do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o pHmetro foi calibrado em solução tampão de pH 4,0 e pH 7,0. A temperatura foi medida com termômetro digital portátil (Handlab1, Schott).

3.4 Coleta e maturação das amostras

Após 48 horas *post mortem*, porções do músculo *Longissimus thoracis* (contrafilé), entre a 11ª e a 13ª costelas, foram coletadas de ambas as metacarcaças. As peças do lado esquerdo foram separadas para o tratamento controle (RESF) e as do lado direito para o tratamento de congelamento prévio à maturação (CONG).

As peças de contrafilé do lado esquerdo foram divididas em bifes de 2,5 cm de altura com auxílio de faca própria para corte, os quais foram individualmente identificados, embalados a vácuo em filme de polietileno termoencolhível e estocados em câmara fria (1° a 2°C) para o processo de maturação. Após zero, 7, 14 e 21 dias de maturação foram amostrados bifes de cada fator (grupo genético e sistema de terminação), obtidos de animais diferentes, congelados em túnel de congelamento (-30 a -35°C) e armazenados em câmara a -20°C para posterior análise laboratorial.

As peças de contrafilé do lado direito foram embaladas a vácuo, usando filme de polietileno termoencolhível, congeladas em túnel de congelamento (-30 a -35°C) e mantidas à temperatura de -20°C por sete dias. Após o armazenamento congelado, as peças foram divididas em bifes de 2,5 cm com auxílio de serra fita, os quais foram individualmente embalados a vácuo com

filme de polietileno termoencolhível, identificados e descongelados em câmara frigorífica a 4°C por 12 horas, quando foram submetidos ao mesmo processo de maturação das amostras das meias-carcaças esquerdas.

Para cada tempo de maturação e por grupo genético foram aleatorizados 11 bifes do lado direito (CONG) e 11 bifes do lado esquerdo (CONT) das carcaças do sistema intensivo (confinado), totalizando 44 bifes por tratamento. Para o sistema extensivo (pasto), o número de bifes foi menor, devido a problemas climáticos, demorou muito a chover e os animais só poderiam ser alimentados com pasto; não havendo alimentação suficiente, alguns animais não resistiram principalmente os do grupo genético Taurus, por serem mais sensíveis a altas temperaturas. Nesse sistema, para cada tempo de maturação, foram aleatorizados quatro bifes do lado direito (CONG) e cinco bifes do lado esquerdo (CONT) de animais Nelore, totalizando 16 e 20 bifes por tratamento, respectivamente. Para os animais F1, foram aleatorizados dois bifes do lado direito (CONG) e dois bifes do lado esquerdo (CONT) para cada tempo de maturação, totalizando 16 bifes por tratamento.

3.5 Análises laboratoriais

As amostras congeladas após a maturação foram transportadas em caminhão isotérmico do próprio frigorífico para o Laboratório de Carnes e Derivados do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras (MG), onde foram descongeladas à temperatura de 4°C por 24 horas. Para as análises laboratoriais foi realizada uma amostragem por bloco de análises, de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2 Número de amostras, por tempo de maturação, aleatorizadas para as análises de cor, perda de peso por cocção e força de cisalhamento (Grupo 1) e de pH, índice de fragmentação miofibrilar, capacidade de retenção de água e colágeno total e solúvel (Grupo 2)

Grupo genético	Sistema de terminação	Tratamento prévio à maturação	Análises		Total de amostras
			Grupo 1	Grupo 2	
<i>Bos Indicus</i>	Confinado	RESF	6	5	11
		CONG	6	5	11
	Pasto	RESF	3	2	5
		CONG	2	2	4
<i>Bos Taurus</i>	Confinado	RESF	6	5	11
		CONG	6	5	11
	Pasto	RESF	2	2	4
		CONG	2	2	4

3.5.1 pH

As leituras de pH foram realizadas com eletrodo de punção acoplado em potenciômetro DM2 (Digimed), calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0. A limpeza do eletrodo foi feita com detergente neutro e água destilada ao final de cada leitura por amostra. Em cada músculo foram realizadas três leituras, utilizando-se o valor médio de cada amostra para a análise estatística.

3.5.2 Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) foi mensurada segundo modificação da metodologia descrita por Grau e Hamm (1953 citado por RAMOS; GOMIDE, 2007), com pequenas modificações. Amostras de 0,2 a 0,4 g foram obtidas dos bifes, colocadas sobre papel de filtro previamente seco em estufa a 105° C e pesado e o sistema pressionado por um peso de 5 kg por 5 minutos. Após prensagem, o papel de filtro era retirado e novamente pesado. A perda de peso referente ao exsudado foi expresso em relação ao peso da carne, pela seguinte equação:

$$CRA_{\text{FPPM}}(\%) = 100 \cdot \frac{(PF_f - PF_i)}{P_a}$$

Em que:

CRA= perda de água por pressão em papel de filtro (%);

P_a = peso da amostra (g);

PF_i = peso do papel de filtro seco (g); e

PF_f = peso do papel de filtro (g) após a prensagem.

3.5.3 Índice de fragmentação miofibrilar

A determinação do Índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi realizada segundo o método de purificação de miofibrilas proposto por Culler et al. (1978), descrito por Ramos e Gomide (2007). A concentração de proteína da solução de miofibrilas foi determinada pelo método do biureto. A absorbância a 540 nm foi medida em espectrofotômetro digital M SP-22 (Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA). O índice de fragmentação miofibrilar foi calculado de acordo com Culler et al. (1978), em que a absorbância encontrada a 540 nm foi multiplicada pela constante 200 e o resultado foi expresso em unidades. As médias foram usadas na análise estatística.

3.5.4 Teor de colágeno solúvel e insolúvel

A análise de colágeno total e solúvel foi realizada após a hidrólise do material com ácido clorídrico (HILL, 1966) e subsequente quantificação do aminoácido hidroxiprolina (BERGMAN; LOXLEY, 1961), com pequenos ajustes descritos por Ramos e Gomide (2007). Os resultados foram expressos em miligramas de colágeno por grama de amostra (mg colágeno/g), utilizando uma curva padrão de hidroxiprolina. O percentual de colágeno solúvel foi calculado em relação ao teor de colágeno total.

3.5.5 Determinação instrumental da cor

A leitura da cor foi realizada na superfície dos bifes, previamente exposta ao ar atmosférico por 30 minutos, utilizando um colorímetro Minolta CR400 (Konica Minolta) ajustado para o sistema CIELAB, iluminante D65 e 10° graus para observador padrão. Foram realizadas cinco leituras na superfície de cada bife e as médias dos parâmetros luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*) e índice de amarelo (b^*) foram utilizadas na análise estatística (LITTLE, 1976).

3.5.6 Perda de peso por cocção

A perda de peso por cozimento foi determinada conforme descrição da American Meat Science Association - AMASA (1978), após a realização da análise de cor. As amostras identificadas foram pesadas em balança semianalítica, embaladas em papel alumínio e cozidas em grill (marca Mundial, modelo G01) a 180°C até atingirem a temperatura interna de 71°C. Após o cozimento as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente e novamente pesadas. A diferença entre peso inicial e final das amostras correspondeu à perda de peso no cozimento, expressando-se o resultado em porcentagem.

3.5.7 Força de cisalhamento

As amostras utilizadas para PPC foram usadas para medir a força de cisalhamento (FC). De cada bife foram retiradas seis amostras retangulares de 1,0 x 1,0 x 2,5 cm, paralelas ao eixo das fibras musculares. A FC foi mensurada com auxílio de um texturômetro TAXT2 (Stable Micro Systems), acoplado a uma lâmina tipo Warner-Bratzler, sendo a amostra cisalhada por completo,

transversalmente à direção das fibras musculares, utilizando o seguinte *set-up*: pret speed = 1,00 mm/s; test speed = 1,00 mm/s; e post test speed = 3,33 mm/s. Os resultados foram expressos em kgf e a média das leituras de cada músculo utilizada na análise estatística.

3.5.8 Análise sensorial

Com o objetivo de avaliar a maciez e a aceitação da carne bovina dos tratamentos propostos, realizou-se testes sensoriais afetivos, de acordo com metodologia descrita por Meilgaard et al. (1999).

Os provadores foram recrutados entre alunos, funcionários e professores da UFLA, utilizando um questionário (Figura1). Participaram dos testes 37 consumidores, os quais foram caracterizados quanto a sexo, faixa etária e frequência de consumo de carne bovina.

QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTO			
Prezados colegas, Estamos desenvolvendo um trabalho de qualidade de carne. Nesta etapa, a análise sensorial é fundamental para o sucesso do projeto. Assim, 32 tratamentos diferentes serão testados, em 3 sessões. É de extrema importância que cada consumidor prove todas as amostras, para isso é necessário que o provador participe de <u>TODAS</u> as sessões abaixo listadas:			
08/11/11 Terça-feira	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">1º Sessão: Período da manhã (9:00 às 11:00)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2º Sessão: Período da tarde (13:30 às 16:00)</td> </tr> </table>	1º Sessão: Período da manhã (9:00 às 11:00)	2º Sessão: Período da tarde (13:30 às 16:00)
1º Sessão: Período da manhã (9:00 às 11:00)			
2º Sessão: Período da tarde (13:30 às 16:00)			
09/11/11 Quarta-feira	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">1º Sessão: Período da manhã (9:00 às 11:00)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2º Sessão: Período da tarde (13:30 às 16:00)</td> </tr> </table>	1º Sessão: Período da manhã (9:00 às 11:00)	2º Sessão: Período da tarde (13:30 às 16:00)
1º Sessão: Período da manhã (9:00 às 11:00)			
2º Sessão: Período da tarde (13:30 às 16:00)			
10/11/11 Quinta-feira	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">1º Sessão: Período da manhã (9:00 às 11:00)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2º Sessão: Período da tarde (13:30 às 16:00)</td> </tr> </table>	1º Sessão: Período da manhã (9:00 às 11:00)	2º Sessão: Período da tarde (13:30 às 16:00)
1º Sessão: Período da manhã (9:00 às 11:00)			
2º Sessão: Período da tarde (13:30 às 16:00)			
Sendo assim, gostaria de convidá-los a participar deste teste de aceitação, lembrando que aqueles que se comprometerem deverão comparecer ao Laboratório de Análise Sensorial no dia e horários acima estipulados, além de preencherem a ficha abaixo. Conto com a colaboração de todos! Muito obrigada! Maria do Livramento de Paula (Lili) ----- Nome: _____ E-mail: _____ Curso: _____ Tel: _____			

Figura 1 Questionário utilizado para recrutamento dos consumidores para avaliar maciez e aceitação da carne bovina maturada

As amostras foram avaliadas quanto à impressão global e aceitação dos atributos sabor e textura, por meio de uma escala hedônica verbal estruturada de nove categorias, variando “gostei extremamente” a “desgostei extremamente”. Na ficha de avaliação (Figura 2) foi também incluída uma escala do ideal para maciez, de nove categorias, variando de “extremamente mais macia que o ideal” e “extremamente menos macia que o ideal”.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL				
Nome: _____				
Faixa etária: () 15 a 25 anos () 26 a 35 anos () 36 a 45 anos () 46 a 60 anos () + 60 anos				
Frequência de consumo de carne bovina: () todos os dias () 3 X semana () 2 X semana () menos 2 X semana				
Avalie a amostra carne bovina e indique, utilizando as escalas abaixo, o quanto você gostou ou desgostou dos atributos SABOR e TEXTURA e do produto de um modo GLOBAL. Depois avalie a INTENSIDADE DA MACIEZ da carne.				
Amostra nº _____				
SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL		
() gostei extremamente () gostei muito () gostei moderadamente () gostei ligeiramente () nem gostei/nem desgostei () desgostei ligeiramente () desgostei moderadamente () desgostei muito () desgostei extremamente	() gostei extremamente () gostei muito () gostei moderadamente () gostei ligeiramente () nem gostei/nem desgostei () desgostei ligeiramente () desgostei moderadamente () desgostei muito () desgostei extremamente	() gostei extremamente () gostei muito () gostei moderadamente () gostei ligeiramente () nem gostei/nem desgostei () desgostei ligeiramente () desgostei moderadamente () desgostei muito () desgostei extremamente		
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">MACIEZ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;"> () extremamente mais macia que o ideal () muito mais macia que o ideal () moderadamente mais macia que o ideal () ligeiramente mais macia que o ideal () maciez ideal () ligeiramente menos macia que o ideal () moderadamente menos macia que o ideal () muito menos macia que o ideal () extremamente menos macia que o ideal </td> </tr> </tbody> </table>			MACIEZ	() extremamente mais macia que o ideal () muito mais macia que o ideal () moderadamente mais macia que o ideal () ligeiramente mais macia que o ideal () maciez ideal () ligeiramente menos macia que o ideal () moderadamente menos macia que o ideal () muito menos macia que o ideal () extremamente menos macia que o ideal
MACIEZ				
() extremamente mais macia que o ideal () muito mais macia que o ideal () moderadamente mais macia que o ideal () ligeiramente mais macia que o ideal () maciez ideal () ligeiramente menos macia que o ideal () moderadamente menos macia que o ideal () muito menos macia que o ideal () extremamente menos macia que o ideal				
Comentários: _____ _____				

Figura 2 Ficha de avaliação sensorial

As amostras foram compostas de duas sessões durante três dias da avaliação sensorial, onde foram servidas cinco amostras por sessão seguindo a ordem balanceada de apresentação (MACFIE et al., 1989). Os testes foram realizados no laboratório de Análise Sensorial da UFLA, em cabines individuais sob luz branca tipo “luz do dia”.

Os bifes foram cozidos em grill elétrico (marca Mundial, modelo G01) a 180°C até atingirem a temperatura interna de 71°C. As amostras foram cortadas em filetes de aproximadamente 1,0 x 1,0 x 5,0 cm, adicionadas de 1,5% de sal, embaladas individualmente em papel alumínio e mantidos em estufa com temperatura controlada a 50°C para manter a temperatura da carne próxima de 42°C, ideal para análise.

Cada indivíduo recebeu uma bandeja contendo cinco amostras (tratamentos) codificadas com números aleatórios de três dígitos, com uma ficha de análise sensorial para cada amostra, bem como água para retirar o sabor residual entre as amostras provadas.

3.5.9 Análise estatística

Para a análise estatística, as categorias da escala hedônica foram associadas a valores numéricos, variando de 1 = desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo, chamados valores hedônicos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM - Modelos Lineares Generalizados do programa Statistical Analysis System - SAS (2004), ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + T_j + C_k + M_l + GT_{ij} + GC_{ik} + GM_{il} + TC_{jk} + TM_{jl} + CM_{kl} + e_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} = valor observado de cada característica referente ao animal do grupo genético i ;

μ = média geral da população;

G_i = efeito do grupo genético i ($i = 1, 2$);

T_j = efeito do sistema de terminação utilizado j ($j = 1, 2$);

C_k = efeito do sistema de conservação utilizado k ($k = 1, 2$);

M_l = efeito do tempo de maturação l ($l = 1, 2, 3, 4$);

GT_{ij} = efeito da interação entre grupo genético e sistema de terminação;

GC_{ik} = efeito da interação entre grupo genético e sistema de conservação;

GM_{il} = efeito da interação entre grupo genético e tempo de maturação;

TC_{jk} = efeito da interação entre sistema de terminação e sistema de conservação;

TM_{jl} = efeito da interação entre sistema de terminação e tempo de maturação;

CM_{kl} = efeito da interação entre sistema de conservação e tempo de maturação;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada obtenção;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada obtenção.

As médias foram comparadas pelo teste de REGWQ, ao nível de 5% de probabilidade e/ou regressão polinomial, utilizando-se o SAS (2004). Procedeu-se, ainda, à correlação de Pearson entre todas as variáveis avaliadas. As análises estatísticas também foram realizadas pelo SAS (2004).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho foi verificado pH e temperatura em 100% das carcaças após 48 horas de abate, onde os resultados foram satisfatórios (ANEXO 1), atendendo as exigências do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, onde pH e temperatura não devem ultrapassar 5,8 e 5°C respectivamente.

4.1 pH

Os resultados obtidos para grupo genético apresentou efeito significativo com $p = 0,07$, sistema de terminação e sistema de conservação apresentaram efeito altamente significativo com ($p < 0,01$).

Os resultados apresentados nas interações GG*ST, GG*TM e ST*TM foram significativos, desdobrados e apresentados nas figuras 1,2 e 3.

Para o pH houve efeito significativo da interação ($P < 0,05$) do tempo de maturação com o grupo genético e com o sistema de criação (Figura3).

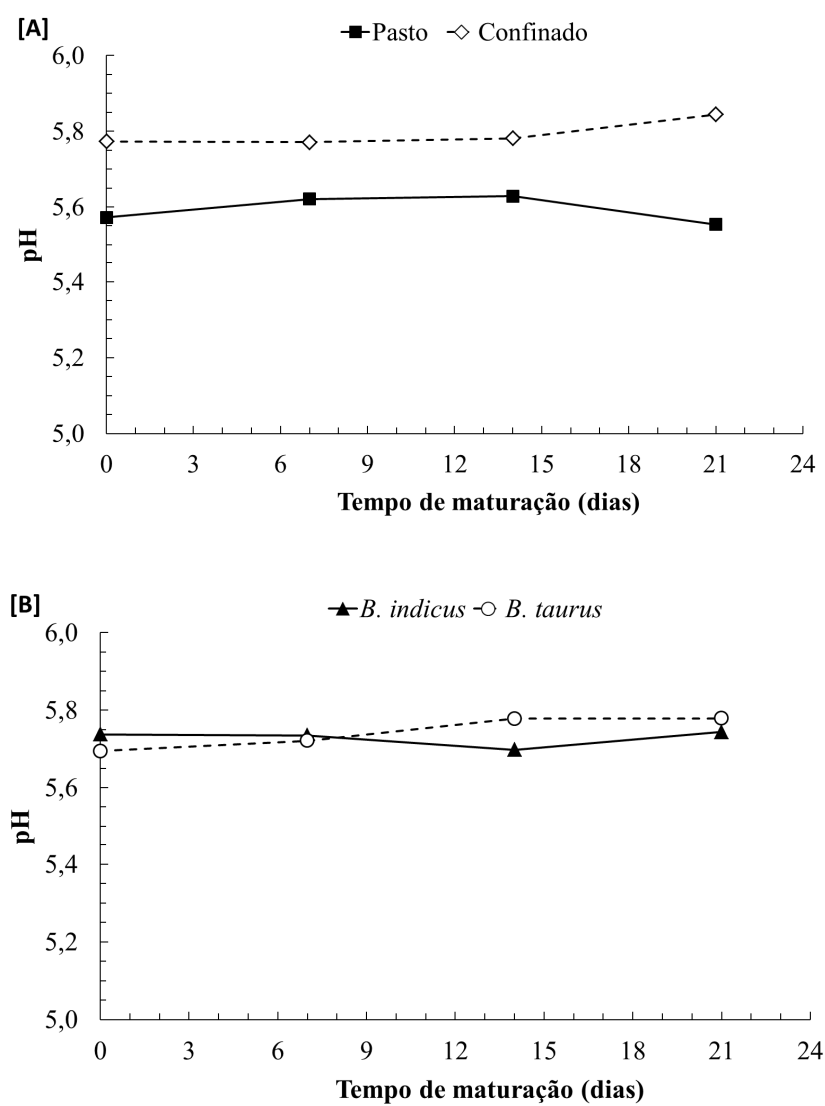


Figura 3 Mudanças nos valores de pH de músculos *L. thoracis* durante o armazenamento refrigerado (2°C) de acordo com o sistema de terminação (A) e grupo genético (B)

O pH final corresponde ao acúmulo de ácido láctico oriundo da produção do ATP a partir da glicose proveniente das reservas de glicogênio (POSO; PAULANNE, 2005) e, normalmente, bovinos suplementados com grãos possuem maior disponibilidade de glicogênio no momento do abate e menor pH final da carne (NEATH et al., 2007). Muitos fatores podem atuar no desencadeamento do estresse pré-abate, reduzindo essas reservas e determinando carnes com valores de pH elevado (JELENÍKOVÁ; PIPEK; STARUCH, 2008).

O pH final observado no presente estudo teve efeito significativo da interação ($p < 0,05$) do tempo de maturação com o grupo genético e sistema de terminação, está dentro do padrão considerado normal para a indústria da carne, entre 5.4 e 5.8 (ZHANG et al., 2005). King et al. (2010) não encontraram fatores genéticos que explicassem variações no pH final, sugerindo que esse fator está mais relacionado a condições ambientais. Como observado neste experimento, animais de diferentes grupos genéticos, com diferentes sistemas de alimentação e tempo de maturação podem apresentar adequado pH final, não houve elevação do pH, que se manteve em faixa aceitável (5,6 a 5,8) mantendo a qualidade e vida útil da carne, isso pode ter ocorrido devido ao controle pré-abate, manejo adequado e controle do estresse animal durante o transporte que favorecem outros fatores de qualidade da carne.

Para os valores de pH final observado neste experimento, outros autores descrevem esse comportamento, como: Whipple et al. (1990) em carnes de animais B. taurus e B. taurus $\times$ B. indicus (Hereford $\times$ Angus, $\frac{3}{8}$ Sahiwal e $\frac{5}{8}$ Sahiwal), cuja média geral foi de 5,5; Vieira et al. (2007) em animais B. taurus (Brown Swiss, Limousin e Asturiana de los Valles), com médias variando de 5,59 a 5,79 e Silveira, Fischer e Soares (2006), que encontraram resultados similares de pH entre animais Aberdeen Angus e Nelore $\times$ Aberdeen Angus (5,54 e 5,53, respectivamente). Entretanto, Wheeler et al. (1990) observaram menor pH em Hereford quando comparado ao Brahman e justificaram esses

resultados em função da maior gordura de cobertura nos animais Hereford. Por outro lado, os animais B. indicus mostram temperamento mais agitado do que os B. taurus (SILVEIRA; FISCHER; SOARES, 2006) e isso poderia resultar em diferenças no pH final entre as carcaças de Nelore e as carcaças de animais Red Norte, o que não foi observado neste trabalho.

Para o congelamento prévio (CONG) ou não (CONT) à maturação das amostras, foi verificado efeito significativo ($P = 0,0036$) apenas para o efeito isolado, com as amostras CONG apresentando valores ligeiramente menores ($5,71 \pm 0,12$) do que as amostras CONT ($5,76 \pm 0,13$), com esse desvio padrão não há diferença significativa entre os tratamentos de conservação.

Para que o músculo de um animal abatido se transforme em carne é necessário que o glicogênio muscular favoreça a formação do ácido lático, diminuindo o pH e tornando a carne macia e succulenta, com sabor ligeiramente ácido e odor característico (PRATES, 2000). A média de pH ($5,72 \pm 0,13$) observada no presente estudo para as carnes no tempo zero (48 horas pós-abate) está na faixa considerada (pH 5,6 a 5,8) adequada para a manutenção da vida útil (MACH et al., 2008). É importante ressaltar que a constatação de valores normais de queda do pH da carne sugere que outros parâmetros indicadores da qualidade, como capacidade de retenção de água, cor e maciez, apresentaram bons resultados, pois esses fatores são influenciados pelo pH.

4.2 Capacidade de retenção de água

Para a capacidade de retenção de água (CRA) das amostras, houve efeito isolado ($P = 0,0084$) do sistema de terminação com as amostras de animais a pasto, apresentando valores de CRA menores ($22,53 \pm 7,21\%$) do que os de animais confinados ($25,71 \pm 4,82\%$), com esses desvios pode-se afirmar que não existe diferença entre os sistemas de terminação.

A homogeneidade nos dados da capacidade de retenção de água ocorrida entre genótipos e sistema de conservação, provavelmente aconteceu em virtude de o pH observado ter se apresentado dentro de uma pequena faixa de variação, pois, segundo Lanza et al. (2003), as variações na capacidade de retenção de água das carnes vermelhas, geralmente são explicadas pelas diferenças no pH.

O mecanismo pelo qual a carne perde exsudado é influenciado tanto pelo pH do tecido quanto pela quantidade de espaço na célula muscular, especialmente nas miofibrilas, efeito esperado pelo tempo de maturação onde maior parte da água é retida. Desse modo, as mudanças post mortem, que levam à produção de ácido lático, à perda de ATP e às mudanças na estrutura muscular, associadas à ação proteolítica enzimática (maturação), tem efeito marcante na CRA.

A formação de ácido lático e a consequente queda do pH pos mortem são os principais fatores responsáveis pela redução da CRA da carne, uma vez que afeta a solubilidade protéica. Dessa forma a mudança do pH afeta as interações proteína-proteína e água-proteína e, consequentemente, sua capacidade de retenção de água, Gomide et al. (2006).

Quanto ao efeito do congelamento prévio, foi observada interação significativa ($P = 0,0737$) com o grupo genético e sistema de conservação, sendo os efeitos de compostos representados na Figura 4.

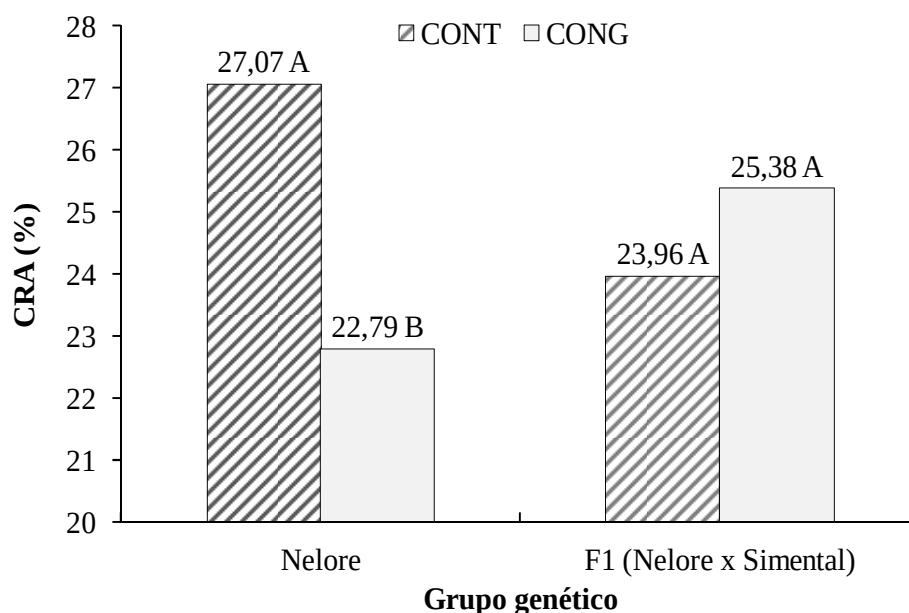


Figura 4 Valores médios da capacidade de retenção de água (CRA) de músculos *L. thoracis* de acordo com o grupo genético e o tratamento prévio a maturação (CONT = amostras não congeladas; e CONG = amostras congeladas/descongeladas). Dentro do mesmo grupo genético, músculos seguidos por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ($P > 0.05$)

Devido à formação actomiosina, ou seja, a contração muscular diminui a CRA da carne. No entanto, para o músculo *longissimus thoracis* dos animais *Bos taurus* mostrou resultados inversos, ou seja, nos músculos congelados/descongelados a CRA foi maior (23,96) do que nos músculos resfriados (CONT) que foi de (25,38), não significativo entre si ($P > 0.05$).

4.3 Perda de peso por cocção

Não foi observado efeito significativo ($P > 0.05$) das interações para a perda de peso por cozimento (PPC), porém, de forma similar à CRA houve efeito isolado ($P < 0.0001$) do sistema de terminação, com as amostras de

animais a pasto apresentando valores de PPC menores ($27,67 \pm 3,66\%$) do que os de animais confinados ($31,07 \pm 4,08\%$), não havendo diferença para sistema de terminação.

Os resultados da perda de peso por cocção situaram-se entre 22,67 e 31,07%, não sendo modificados pelos genótipos estudados. Entretanto, a dieta interferiu nessa variável, tendo aquela com maior concentração energética proporcionado a maior perda de peso por cocção, possivelmente devido ao maior teor de gordura presente na carne dos animais *Bos taurus*, terminados em confinamento.

A perda por cocção não foi afetada ($P > 0,05$) pelos grupos genéticos e quando avaliada ao longo do tempo de maturação dos músculos *L. thoracis* não houve efeito significativo.

Possivelmente essas diferenças podem estar associadas à imprecisão da técnica e a variações de tempo/temperatura no processo de cocção, mas podem também retratar as alterações no sistema cárneo e na capacidade de retenção de água decorrentes da maturação (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005).

4.4 Teor de colágeno

Não foi observada nenhuma interação significativa ou efeito isolado ($P < 0,05$) para os valores de colágeno total e solúvel, sendo obtidos valores médios de $1,28 \pm 0,32$ mg colágeno/g músculo, onde aproximadamente $12,84 \pm 7,48\%$ pertenciam à fração solúvel.

O conteúdo de colágeno total é relativamente constante nos animais nas diferentes idades, mas, com o aumento da idade as ligações se tornam mais resistentes e estáveis, conferindo à carne maior resistência ao corte. No entanto, quando ocorre acréscimo de proteína, como nos animais submetidos ao ganho

compensatório, é necessária a formação adicional de colágeno, que é mais solúvel, resultando em carne mais macia (CRANWELL et al., 1996).

4.5 Índice de fragmentação miofibrilar

Para o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi observado apenas efeitos significativos isolados para o grupo genético ($P = 0,0210$) e para o tempo de maturação ($P = 0,0031$).

Quanto ao grupo genético, menores valores de fragmentação foram observados para a carne de animais Nelore ($55,04 \pm 29,25$) quando comparado aos de animais F1 ($72,49 \pm 36,16$). Resultado esperado, pois animais *Bos taurus* têm menor ação da calpastatina, o que implica em maior fragmentação do tecido muscular.

Os efeitos do tempo de maturação sobre os valores de IFM estão representados na Figura 5.

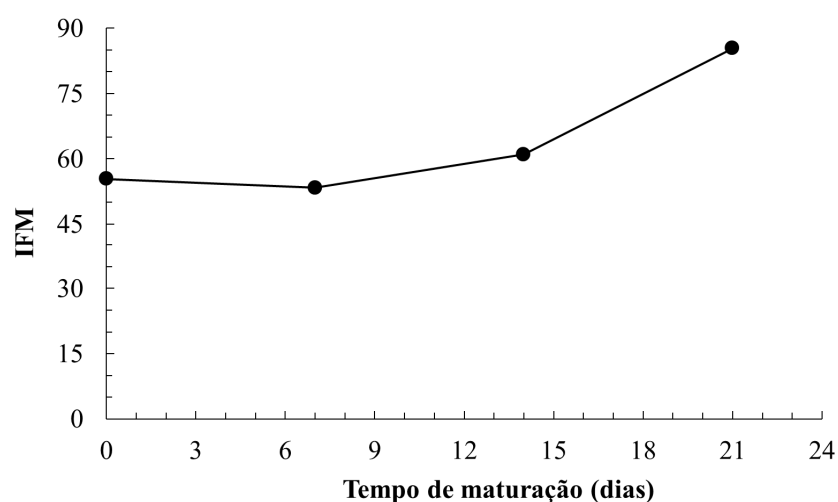


Figura 5 Mudanças nos valores médios do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) de músculos *L. thoracis* durante o armazenamento refrigerado (2 °C)

O resultado obtido era esperado, uma vez que com a maturação ocorre maior fragmentação dos miofibrilas.

Olson e Parrish Júnior (1977) demonstraram que um maior índice de fragmentação miofibrilar está correlacionado com menor FC e melhores notas na avaliação sensorial para a maciez. Contudo, à medida que a maturação progride, o IFM aumenta como resultado da ação da calpaína que conduz à fragmentação das miofibrilas e, conseqüentemente, a uma maior maciez.

Após 21 dias de armazenamento refrigerado, os músculos *L. thoracis* apresentaram um aumento significativo nos valores de IFM, característico do processo proteolítico da carne. Alteração nos valores de IFM é um indicativo da degradação de proteínas na banda I do sarcômero (TAYLOR et al., 1995), região na qual a nebulina e titina, proteínas citoesqueléticas, são degradadas, favorecendo a maciez da carne. Também foi observado que os músculos *L. thoracis*, no sistema de conservação congelado não afetou os valores de IFM, indicando haver menor atividade de calpaínas nesse sistema.

4.6 Força de cisalhamento

Foram observados efeitos significativos para tempo de maturação ($P < 0,0001$) e sistema de terminação ($P < 0,0001$), mas a interação entre eles também foi significativa. Para o sistema de conservação versus tempo de maturação não foi significativo. Assim, o efeito foi decomposto e apresentado na Figura 6.

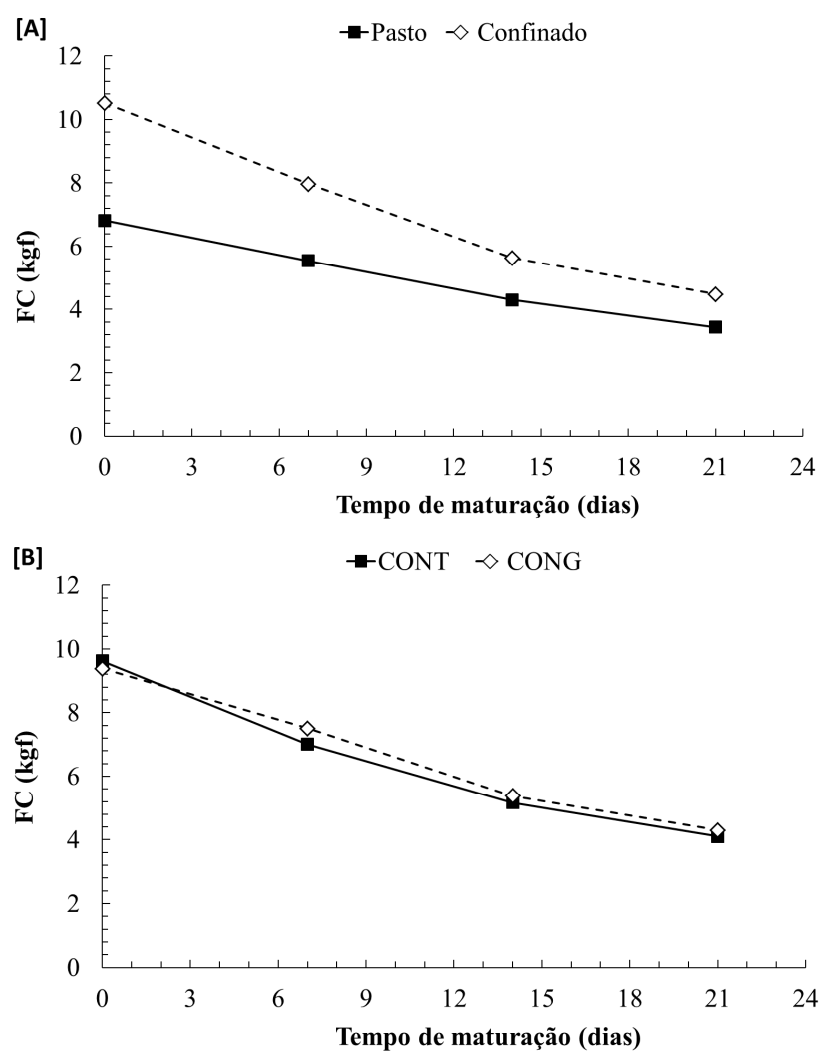


Figura 6 Mudanças na força de cisalhamento (FC) de músculos *L. thoracis* durante o armazenamento refrigerado (2°C) de acordo com o sistema de terminação (A) e o tratamento prévio à maturação (B) (CONT = amostra não congelada e CONG = amostras congeladas/descongeladas)

A força de cisalhamento (FC) é a principal técnica instrumental usada para avaliar a maciez de carnes, sendo que valores mais elevados correspondem à maior força necessária para romper a amostra e, portanto, maior dureza.

Estudos realizados por Morgan et al. (1991) afirmam que onde existe maior proporção de genes de animais *Bos indicus*, os valores para força de cisalhamento são maiores e mais variáveis, fato este que pode estar associado ao menor teor de gordura intramuscular e maior quantidade de tecido conjuntivo, quando comparados com *Bos taurus* (BAILEY, 1985; BELEW et al., 2003; GARCIA et al., 2008; HIGHFILL et al., 2012). Além disso, Bonilha et al. (2008) afirmaram que a carne de *Bos indicus* apresenta níveis mais baixos de μ -calpaína e níveis mais altos de calpastatina, enzimas que possuem papel fundamental na maciez da carne, uma vez que existe relação inversa entre atividade de calpastatina e maciez (KOOHMARAIE, 1994).

No entanto, interações entre fatores que determinam a textura podem ser difíceis de ser separados e cada um desses é influenciado em maior ou menor grau pelo genótipo e ambiente (WARNER et al., 2010). No presente estudo todos os animais utilizados foram abatidos com 24 meses, provenientes das mesmas condições experimentais e originalmente da mesma fazenda.

Em relação às condições experimentais, é interessante notar que grande parte dos trabalhos analisa a textura após os músculos passarem por período de maturação, por exemplo, o trabalho de Crouse et al. (1989).

A princípio, a contribuição do tecido conjuntivo na textura da carne é predominantemente determinada pelo desenvolvimento de ligações estáveis de colágeno, bem como pelo seu conteúdo total (WARNER et al., 2010).

A maciez da carne pode ser definida de duas formas: maciez quando se utilizam medidas físicas de resistência da carne cozida submetida à compressão ou cisalhamento e maciez avaliada por análises sensoriais, quando se utiliza a

resistência encontrada na mastigação por degustadores treinados (FELÍCIO, 1982).

Em carnes bovinas Price e Schweigert (1994), consideram forças de cisalhamento menores do que 8 kgf para carnes macias e iguais ou maiores que 8 kgf para carnes duras.

Os consumidores consideram a maciez da carne como a característica sensorial mais importante. Animais terminados em pasto ou em confinamento apresentam diferenças na maciez de suas carnes, conforme estudos realizados por (MACEDO et al., 2001; MENEZES et al., 2010; VAZ et al., 2007) onde foi observada a força de cisalhamento para animais terminados em pastagem e confinamento os valores de ($5,12 \pm 1,06$, $4,28 \pm 0,83$; $9,23 \pm 0,59$, $7,27 \pm 0,59$; $3,57 \pm 0,20$, $1,92 \pm 0,20$), respectivamente, sendo a idade em que esses animais são abatidos um dos fatores que devem ser considerados. Animais que são criados exclusivamente em pasto passam por períodos de seca e de subnutrição, desta forma, para alcançar o peso de abate, levam mais tempo do que animais confinados que tem fornecimento de alimento para suprir a demanda da manutenção e ganho de peso durante todo o período. Se os animais criados em pasto demorarem mais tempo para alcançar o peso de abate, ocorre o aparecimento das ligações cruzadas intra e intermoleculares do colágeno, que se tornam estáveis molecularmente, de difícil desnaturação, tornando a carne mais dura após o cozimento. Sendo considerada a redução na idade de abate uma das principais estratégias de garantia de carnes macias. Outro fator que afeta a maciez da carne é a quantidade de exercício. Bovinos que se movimentam mais apresentam maior quantidade de colágeno. Os animais devem ter oferta de forragens de alta qualidade com alta densidade calórica e nutriente disponíveis, o que pode reduzir a busca por alimento e desta forma reduzir a quantidade de exercício.

A deposição de gordura nos animais depende, além do grupo genético, do ganho de peso diário, maturidade e densidade energética da dieta. Animais alimentados com concentrado ingerem maior quantidade de energia, apresentando maiores taxas de crescimento, o que afeta de forma positiva a maciez e suculência da carne. Devido a esses fatores, as carcaças de animais confinados apresentam maior grau de acabamento e maior gordura intramuscular do que a dos animais terminados em pasto, quando são expostos a similar tempo de terminação.

Avaliando o efeito do congelamento, recentemente Shanks, Wulf e Maddock (2002) estudaram o efeito do congelamento na maciez, durante alguns períodos de maturação, armazenando as amostras congeladas e, a seguir, descongeladas e avaliadas por processo de cozimento e os valores de força de cisalhamento (maciez) obtidos. No entanto, esses estudos ainda apresentam valores inconsistentes de força de cisalhamento.

Como observado anteriormente existem conflitos na literatura direcionando o efeito do congelamento na maciez da carne. Smith et al. (1969) não encontraram efeito do tempo de congelamento em carnes, que foram estocadas por períodos de três a seis semanas, porém concluíram que o congelamento resultou em carnes mais macias, com melhores valores de força de cisalhamento, nas carnes congeladas por até quatro meses. Posteriormente, Wheeler et al. (1996) encontraram valores similares de perda de água no cozimento entre carnes resfriadas e congeladas, quando comparadas com períodos similares em carnes maturadas (resfriadas 13 dias *post mortem* x resfriadas 14 dias e congeladas a seguir).

Alguns estudos indicaram que a carne maturada e a seguir congelada apresentou melhores valores de força de cisalhamento, portanto eram consideradas mais macias ou, ainda, não apresentavam nenhum efeito em relação à maciez (SHANKS; WULF; MADDOCK, 2002). Ainda, segundo esses

autores, existe a recomendação da escolha de seis ou sete dias de maturação, com o protocolo de congelamento.

No presente estudo, como mostra na Figura 4, a curva mais íngreme é a da carcaça refrigerada, onde se esperava que houvesse efeito da calpastatina, embora o efeito, não sendo esperado, o resultado observado pode ter sido pelo curto tempo de maturação antes do tratamento de congelamento/descongelamento e, também, por ser animais cruzados e não *Bostaurus* puro, o que condiz com o fato de não haver diferença entre o índice de fragmentação miofibrilar nos grupos genéticos e tratamento prévio à maturação.

4.7 Cor

Para os valores luminosidade (L^*), houve interação significativa ($P = 0,0010$) entre os grupos genéticos e os sistemas de terminação, sendo os efeitos decompostos e representados na Figura 7.

As coordenadas fundamentais de cor L^* , a^* e b^* na carne, retratam: a luminosidade (L^*) que é influenciada pela quantidade de água da superfície da peça, consequência da capacidade de retenção de água (PURCHAS, 1990) e a quantidade de gordura (CAÑEQUE et al., 2003).

O valor de L^* indica o quanto da luz incidida pelo colorímetro sobre a carne foi refletida (BRIDI; SILVA, 2007).

Em trabalho de revisão, Muchenje et al. (2009) descrevem que em bovinos, as médias de L^* variam entre 33,2 e 41,0.

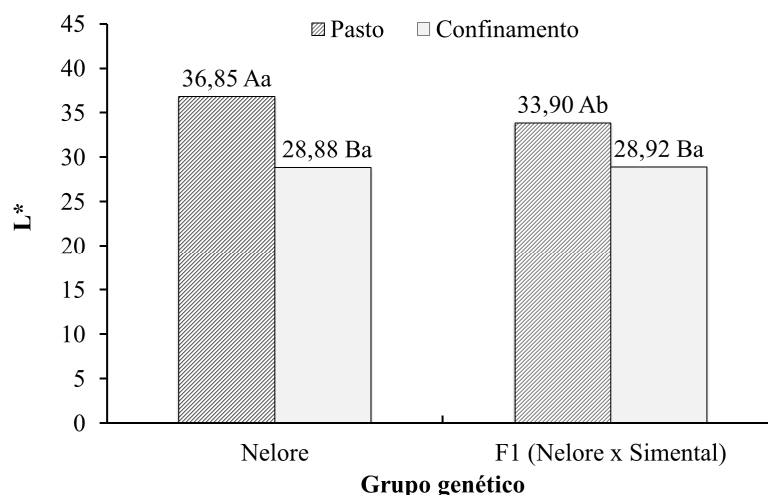


Figura 7 Valores médios de luminosidade (L^*) de músculo *L. Thoracis* de acordo com o grupo genético e sistema de terminação. Dentro do mesmo grupo genético, músculos seguidos por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ($P>0.05$). Dentro do mesmo sistema de terminação, músculos seguidos por letras minúsculas iguais não diferem entre si ($P>0.05$)

Em bovinos jovens, Abularach et al. (1998) classificaram carnes escuras quando $L^* < 29,68$ e carnes claras, quando $L^* > 38,5$.

As médias observadas neste estudo para a variável L^* diferem entre si ($p>0,05$), para o grupamento genético, sistema de terminação e sistema de conservação, ressaltando que os valores encontrados (28,92 e 33,90) e (28,46 - 36,85) para animais *B. taurus* e *B. indicus*, terminados em confinamento e pasto, respectivamente, o sistema de conservação encontra-se na mesma faixa de média encontrado para os grupos genéticos e sistema de terminação.

As médias encontradas neste estudo atendem aos valores estudados apenas para os animais terminados a pasto onde todos os tratamentos apresentaram valores normais de L^* , que nas carnes bovinas sua amplitude varia entre (33,2 a 41,0), tornando a carne mais clara, no entanto os animais terminados em confinamento ficaram abaixo dos valores estudados com bovinos

confinados, onde as médias ficaram entre (28,88 – 28,92), caracterizando carne mais escura.

Resultados semelhantes foram observados por Boakley e Mittal, 1996. Esse efeito pode ter ocorrido em função da perda de líquidos e pigmentos da carne ao longo dos dias de armazenamento, causando o acúmulo de fluído na superfície do corte da carne, provocando maior reflexão da luz. Também, o aumento da luminosidade da carne armazenada, segundo Oliete et al. (2005), pode ser consequência da desintegração da linha Z das células musculares que provoca maior difusão da luz incidente, tornando-a mais luminosa. Maggione (2009) verificou uma queda de pH na carne armazenada e como o pH tem uma correlação negativa ao valor de L^* a carne ficou mais clara.

Ainda, para os valores de L^* , foi observado efeito significativo ($P = 0,0070$) do tratamento prévio à maturação, sendo que as carnes congeladas previamente eram ligeiramente mais claras ($31,31 \pm 3,57$) do que as carnes não congeladas ($30,24 \pm 4,18$).

Independentemente da genética, animais criados a pasto apresentaram carne mais clara do que animais em confinamento. No confinamento não há diferenças entre os grupos, mas a pasto animais nelore apresentaram carnes mais claras que as cruzas F1.

O teor de vermelho (a^*) reflete as quantidades de pigmento vermelho das mioglobina e dos citocromo C (HEDRICK et al., 1983). De acordo com Priolo, Micol e Agabriel (2001) as médias de a^* encontram-se entre 11,1-23,6 e em bovinos jovens, Abularach et al. (1998), consideraram que $a^* < 14,83$ como baixa e $a^* > 29,27$ como alta em relação à intensidade de vermelho.

Para o índice de vermelho foi observado efeito significativo para sistema de terminação, interação significativa ($P = 0,0010$) entre o sistema de terminação e o tratamento prévio à maturação, sendo os efeitos decompostos e representados na Figura 8.

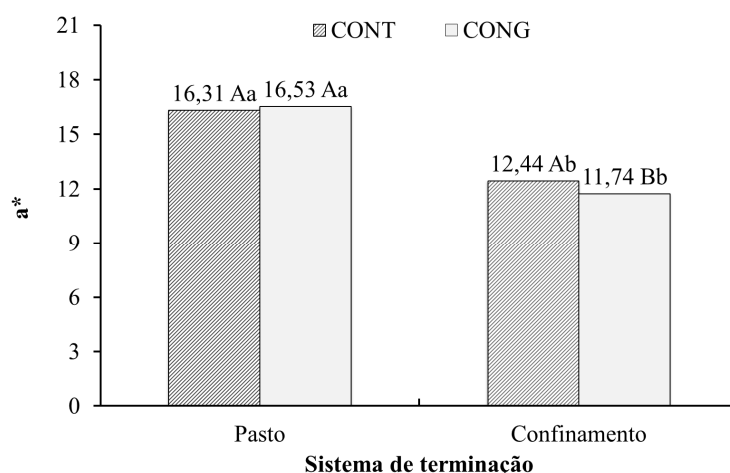


Figura 8 Valores médios do índice de vermelho (a^*) de músculo *L. thoracis* de acordo com o sistema de terminação e o tratamento prévio à maturação (CONT = amostras não congeladas; e CONG = amostras congeladas/descongeladas). Dentro do mesmo sistema de terminação, músculos seguidos por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ($P > 0.05$). Dentro do mesmo tratamento, músculos seguidos por letras minúsculas iguais não diferem entre si ($P > 0.05$)

Como a variável (a^*) está ligada também ao conteúdo de mioglobina no músculo, com o passar do tempo essa pode ter extravasado junto com o exsudato da carne durante o armazenamento, diminuindo a intensidade da cor vermelha (FARIA, 2011). Outro fator que pode ter influenciado a queda do valor de a^* é a mudança química do pigmento de mioglobina. Com o aumento do tempo de armazenagem, o ferro do pigmento tende a oxidar formando a metamioglobina, que possui uma cor marrom, contraponto à cor vermelha brilhante da oximioglobina (LAWRIE, 2005).

Para a intensidade de amarelo (b^*) pode estar associado a composição de carotenóides (PRIOLO; MICOL; AGABRIEL, 2001), com médias de b^* entre 6,1-11,3.

No presente estudo os valores encontrados para o índice de amarelo (b^*), houve efeito das interações entre o grupo genético e o sistema de terminação ($P = 0,0019$) e entre o grupo genético e o tempo de maturação ($P = 0,0212$). Os efeitos foram decompostos e representados nas Figuras 9 e 10.

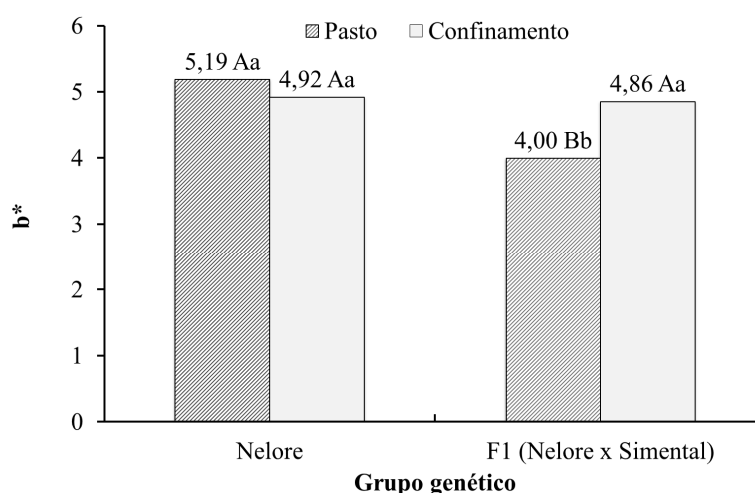


Figura 9 Valores médios do índice de amarelo (b^*) de músculo *L. thoracis* de acordo com o grupo genético e o sistema de terminação. Dentro do mesmo grupo genético, músculos seguidos por letras maiúsculas iguais não diferem entre si ($P > 0.05$). Dentro do mesmo sistema de terminação, músculos seguidos por letras minúsculas iguais não diferem entre si ($P > 0.05$)

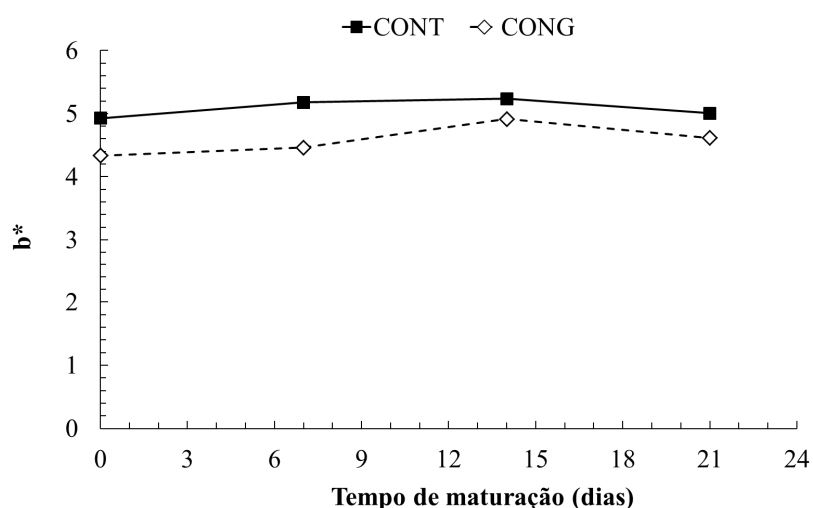


Figura 10 Mudanças do índice de amarelo (b^*) de músculos *L. thoracis* durante o armazenamento refrigerado (2°C) de acordo com o tratamento prévio à maturação (CONT = amostra controle; e CONG = amostras congeladas/descongeladas)

Em trabalho de revisão, Abularach, Rocha e Felício (1998) descrevem a intensidade de amarelo, $b^* < 3,40$ como baixa e $b^* > 8,28$ alta. Assim, indicando média intensidade de amarelo entre o grupo genético e o sistema de terminação e entre o grupo genético e o tempo de maturação. Sañudo (2004) relatou que com o decorrer do período do tempo de maturação a carne tende a ficar escura, ou seja, o índice de b^* tende a ser maior, pois afirmado por Mancini e Hunt (2005), esse aumento da intensidade do amarelo pode ser atribuído ao fato dos pigmentos heme serem sensíveis à oxidação. Podemos ressaltar que no presente estudo os valores encontrados estão dentro da faixa de média intensidade indicando que as amostras estavam com intensidade de amarelo tendendo pra clara. French et al. (2001), comparando bovinos terminados a pasto ou concentrado, não encontraram efeito sobre o índice de amarelo e descreveram que o b^* foi correlacionado com a gordura de cobertura ($r = 0,29, P < 0,01$).

4.8 Análise sensorial

Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) na interação dos fatores (Grupo Genético, Sistema de Terminação, Tempo de Maturação e Sistema de conservação) dos resultados sensoriais da maciez e impressão global avaliado. Desta forma, apresentam-se a seguir as médias com os desdobramentos das interações (tabelas 2, 3 e 4).

Analisando-se os resultados sensoriais da maciez e impressão global verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) no sistema de conservação e grupo genético, (figuras 11 e 12). SC global apresentou diferença significativa a ($p = 0,06$), porém as interações dos fatores sistema de conservação, grupo genético, tempo de maturação e sistema de terminação entre si também apresentaram diferença significativa e por isso foram desdobradas.

O sistema de conservação resfriado (controle) apresentou nota, segundo a escala do ideal utilizada, entre os termos maciez ideal e ligeiramente mais macio que o ideal. O sistema de conservação congelado apresentou nota média entre os termos maciez ideal e ligeiramente menos macia que o ideal. Desta forma notou-se uma tendência de maior maciez das carnes que sofreram o congelamento e menor maciez nas carnes submetidas ao resfriamento (Figura 11).

A maciez das carnes observada neste estudo pela percepção dos consumidores pode estar relacionada à idade de abate dos animais (inferior a 26 meses). É importante ressaltar que as amostras com maior maciez percebida foram as congeladas/descongeladas e de acordo com Shanks, Wulf e Maddock (2002), a avaliação da força de cisalhamento com amostras maturadas congeladas pode apresentar redução na força de cisalhamento e, à medida que a maturação progride, o índice de fragmentação miofibrilar aumenta como

resultado da ação da calpaína, que conduz à fragmentação das miofibrilas e, consequentemente, a uma maior maciez da carne.

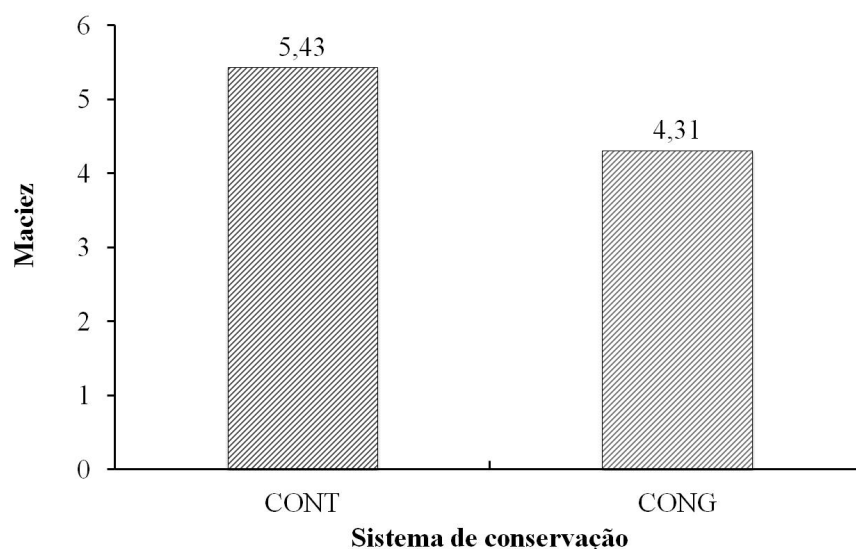


Figura 11 Valores médios de notas de maciez da carne nos sistemas de conservação (resfriado e congelado) dos grupos genéticos *Bos Indicus* e *taurus* em diferentes sistemas de terminação e tempo de maturação. *escala do ideal (9: extremamente mais macia que o ideal; 5: maciez ideal; 1: extremamente menos macia que o ideal)

Analisando-se a resposta sensorial relativa à impressão global (IG) em relação aos grupos genéticos *Bos indicus* e *Bos taurus*, embora de forma ligeira, houve diferença significativa entre os grupos genéticos. O grupo genético *Bostaurus* apresentou maior média de aceitação para a impressão global (IG) quando comparada ao grupo genético *Bos indicus*.

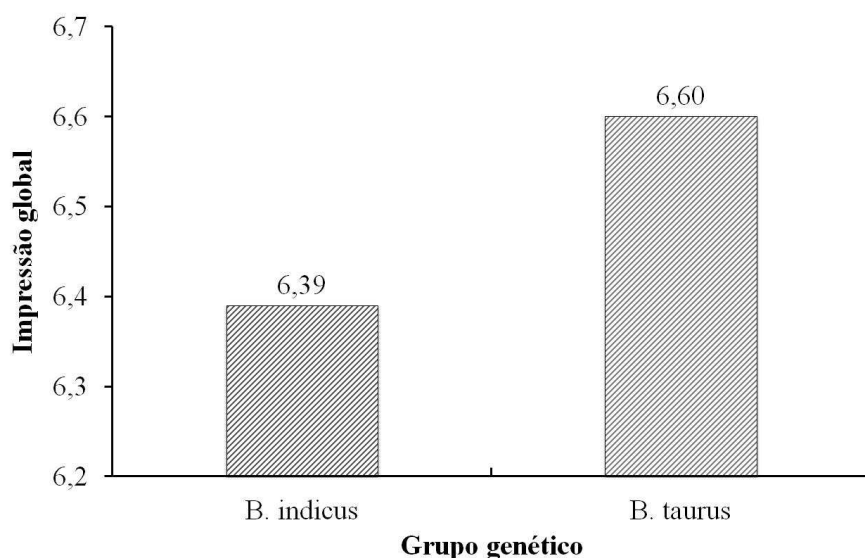


Figura 12 Valores médios de notas de impressão global da carne nos diferentes grupos genéticos *Bos Indicus* e *Taurus*. *escala hedônica (9: gostei extremamente; 5: indiferente; 1: desgostei extremamente)

Analisando-se a interação grupo genético (GG) vs. sistema de terminação (ST), Tabela 2, não se observou diferença significativa na impressão global e maciez no GG Taurus em relação aos diferentes sistemas de terminação. No GG Indicus, observou-se influência do tipo de terminação na qualidade sensorial da carne. O sistema pasto, no GG Indicus conferiu menor aceitação global que pode ser justificada, dentre outras razões, pela percepção de maciez menos macia que ideal (3,85).

Além da maciez, outras características sensoriais podem influenciar na menor aceitação global dos animais *Indicus* no ST pasto como, por exemplo, o sabor. Observou-se, que independentemente do GG genético, não houve diferença significativa no ST confinado nas médias de impressão global e maciez.

No sistema pasto, maciez do taurus foi maior que indicus, no entanto a aceitação global foi menor.

Observou-se, que independentemente do grupo genético não houve diferença significativa no sistema de terminação confinado nas médias de impressão global e maciez, demonstrado na (Tabela 2).

Tabela 2 Médias do grupo genético (GG), *B.taurus* e *B. indicus* vs. sistema de terminação (confinado e pasto) da maciez do músculo *L.thoracis*

Grupo Genético	Variáveis	Sistema de terminação	
		Confinado	Pasto
F1	Maciez**	4,19 ^{aA}	4,37 ^{aA}
<i>Indicus</i>	Maciez**	4,29 ^{Aa}	3,85 ^{bB}
Grupo Genético	Variáveis	Sistema de terminação	
		Confinado	Pasto
F1	I. Global*	6,49 ^{aA}	6,72 ^{aB}
<i>Indicus</i>	I. Global*	6,50 ^{aA}	6,29 ^{bA}

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si para $P < 0,05$.

*atributos avaliados por meio de escala hedônica de 9 pontos (9: gostei extremamente a 1: desgostei extremamente).

** atributo avaliado por meio de escala do ideal de 9 pontos (9: extremamente mais macia que o ideal; 5: maciez ideal; 1: muito menos macia que o ideal).

Em relação à interação sistema de conservação vs. sistema de terminação (Tabela 3), no que diz respeito à influência do sistema de terminação no sistema de conservação, nota-se que no sistema de conservação congelado a impressão global e maciez não diferem em relação ao sistema de terminação. Diferentemente, no sistema de conservação resfriado observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os sistemas de terminação em que as carnes obtidas no sistema pasto apresentaram menor aceitação sensorial e maciez, tendendo a menos macias que o ideal.

Analisando-se a interação pela perspectiva da influência do SC sobre o ST, observamos que no ST confinado a maciez não diferiu quanto ao SC, mas a aceitação global foi significativamente ($p < 0,05$) maior no SC resfriado que congelado. O SC no ST pasto não influenciou na aceitação global, apesar do SC resfriado ter apresentado menor maciez que o congelado.

Tabela 3 Médias do sistema de conservação (SC), congelado e resfriado (CONT) vs. sistema de terminação (confinado e pasto) da impressão global e maciez do músculo L.thoracis

Sistema de Conservação	Variáveis	Sistema de terminação	
		Confinado	Pasto
Congelado	I. Global*	6,46aB	6,69aA
Resfriado	I. Global*	6,53aA	6,32bA
Sistema de Conservação	Variáveis	Sistema de terminação	
		Confinado	Pasto
Congelado	Maciez**	4,20aA	4,36aA
Resfriado	Maciez**	4,27aA	3,86bB

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si para $P < 0,05$.

*atributos avaliados por meio de escala hedônica de 9 pontos (9: gostei extremamente a 1: desgostei extremamente).

** atributo avaliado por meio de escala do ideal de 9 pontos (9: extremamente mais macia que o ideal; 5: maciez ideal; 1: muito menos macia que o ideal).

Não se observou diferença significativa ($p > 0,05$) na interação ST vs TM na aceitação da impressão global das carnes. Independentemente do tempo de maturação nos dois diferentes ST, as notas médias situaram-se entre os conceitos gostei ligeiramente (nota 6) e gostei moderadamente (nota 7).

Na maciez, a interação entre os fatores ST e TM foi significativa ($p < 0,05$). Analisando-se a influência do ST em cada TM (coluna), observou-se que a partir de 14 dias de maturação, as carnes no ST confinado apresentaram notas médias de maciez próximas a maciez ideal (nota 5) (Tabela 3). As carnes do ST pasto apresentaram-se com maciez tendendo a menos macia que o ideal (nota < 5). Nota-se que não houve influência do tempo de maturação sobre o tipo de ST (linha) (Tabela 3).

Analisando-se a interação pela perspectiva da influência do sistema de conservação (SC) sobre o sistema de terminação (ST), foi observado que no sistema confinado a aceitação sensorial da impressão global foi significativa ($p < 0,05$) no sistema de conservação resfriado (CONT) que no sistema de conservação congelado (CONG).

O sistema de conservação congelado no sistema de terminação a pasto não influenciou na aceitação global.

Na maciez, o confinado não proporcionou diferença significativa no ST confinado. Entretanto, no sistema pasto, os consumidores detectaram diferença na maciez sendo considerada menos macia que o ideal as carnes resfriadas.

A maciez das carnes dos animais confinados não houve diferença significativa, entretanto, no sistema a pasto os consumidores detectaram diferença na maciez sendo considerada menos macia que o ideal as carnes resfriadas.

Não se observou diferença significativa ($p>0,05$) na interação sistema de terminação (ST) vs. Tempo de maturação (TM) na aceitação da impressão global das carnes. Independentemente do tempo de maturação nos dois diferentes ST, as notas médias situaram-se entre os conceitos gostei ligeiramente (nota 6) e gostei moderadamente (nota 7) demonstrado na (Tabela 4).

Tabela 4 Médias do sistema de terminação (ST), confinado e pasto vs. Tempo de maturação (TM) da maciez do músculo *L.thoracis*

Sistema Terminação	Variável	Tempo de Maturação			
		0	7	14	21
Confinado	Maciez*	4,05aA	4,08aA	4,51aA	4,52aA
Pasto	Maciez*	4,09aA	4,48aA	3,92aB	3,95aB

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si para $P<0,05$.

* atributo avaliado por meio de escala do ideal de 9 pontos (9: extremamente mais macia que o ideal; 5: maciez ideal; 1: muito menos macia que o ideal).

A maciez observada nas interações entre os sistemas de terminação (ST) e tempo de maturação (TM) foi significativa ($p<0,05$). Analisando-se a influência do sistema de terminação em cada tempo de maturação (coluna), observou-se que a partir de 14 dias de maturação as carnes do sistema de terminação confinado apresentaram notas médias de maciez próximas à maciez ideal (nota 5). As carnes do sistema de terminação a pasto apresentaram maciez

tendendo a menos macias que o ideal (nota<5). Note-se que não houve influência do tempo de maturação sobre o tipo de sistema de terminação (linha).

Avaliando-se o efeito do GG em cada TM nota-se diferença significativa ($p<0,05$) entre os GG *Tauruse Indicus*, nos tempos 0 e 21 dias, sendo as notas de impressão global maiores para as carnes do GG *Taurus* (nesses dias de maturação) (Tabela 4).

Avaliando o efeito dos grupos genéticos (GG) em cada tempo de maturação (TM) no presente estudo, observou-se diferença significativa ($p<0,05$), entre os grupos genéticos *Bos taurus* e *Bos indicus*, nos tempos 0 e 21 dias de maturação, sendo as notas de impressão global maiores para as carnes dos animais *Bos taurus*, representado na (Tabela 5).

Na variável maciez verificou-se diferença significativa ($p<0,05$) entre os grupos genéticos somente no 21º dia de maturação, onde a carne do GG *Taurus* foi percebida ligeiramente mais macia que do GG *Indicus*, o que pode ter contribuído para a maior aceitação global deste GG neste TM.

Analisando-se a interação no sentido inverso, ou seja, efeito do TM em cada GG na impressão global e maciez, as notas não variaram significativamente no GG *Taurus* ao longo do TM.

No GG *Indicus*, o TM foi efetivo na alteração da qualidade sensorial no que diz respeito à percepção do consumidor em relação à impressão global e maciez das carnes.

As carnes do GG *Indicus* obtiveram notas mais elevadas para a impressão global nos tempos 7 e 14 dias, não diferindo estatisticamente do tempo 0 de maturação, demonstrado na (Tabela 5).

Na maciez, notou-se uma tendência de aumento nas notas médias de maciez (tendência de maior maciez) no GG *Indicus*, principalmente nos tempos 7 e 14 dias. No GG *Taurus* não se observou mudanças na percepção de maciez ao longo da maturação.

Tabela 5 Médias dos grupos genéticos (GG), *B. taurus* e *B. indicus* vs. Tempo de maturação (TM) da impressão global e maciez do músculo *L. thoracis*

Grupo Genético		Tempo de Maturação			
	Variáveis	0	7	14	21
<i>Taurus</i>	I Global*	6,60 ^{aA}	6,44 ^{aA}	6,73 ^{aA}	6,64 ^{aA}
<i>Indicus</i>	I Global*	6,28 ^{abB}	6,59 ^{aA}	6,61 ^{aA}	6,18 ^{bB}
<i>Taurus</i>	Maciez**	4,18 ^{aA}	4,50 ^{aA}	4,35 ^{aA}	4,53 ^{aA}
<i>Indicus</i>	Maciez**	3,97 ^{bA}	4,16 ^{aA}	4,10 ^{aA}	4,08 ^{abB}

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si para $P < 0,05$.

*atributos avaliados por meio de escala hedônica de 9 pontos (9: gostei extremamente a 1: desgostei extremamente).

** atributo avaliado por meio de escala do ideal de 9 pontos (9: extremamente mais macia que o ideal; 5: maciez ideal; 1: muito menos macia que o ideal).

Os resultados obtidos na avaliação sensorial podem ser devidos ao fato dos provadores não treinados estarem acostumados a consumir carne de animais *Bos indicus*, comuns na região de estudo.

5 CONCLUSÃO

Os resultados observados em relação aos índices de qualidade não evidenciaram grandes diferenças entre os grupos genéticos avaliados, possivelmente por se tratar de um cruzamento F1(Nelore x Simental).

Em relação ao sistema de terminação, os animais confinados apresentaram uma maior redução na força de cisalhamento com o tempo de maturação, embora tenham apresentado valores mais altos que os animais terminados a pasto. Entretanto, em relação à análise sensorial, as carnes dos animais confinados foram consideradas macias próximas ao ideal.

O congelamento das carnes antes da maturação aumentou a capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, reduziu a perda por cocção das carnes de animais do grupo genético *Taurus*, mas não influenciou na força de cisalhamento das carnes. Entretanto, no painel sensorial as amostras que foram congeladas obtiveram menor nota em relação à maciez ideal do que as mantidas resfriadas.

De modo geral, as diferenças observadas no painel sensorial foram pequenas, sendo todas as carnes avaliadas consideradas macias próximas ao ideal e com boa aceitação global.

REFERÊNCIAS

- ABRIL, M. et al. Beef Colour evolution as a function of ultimate pH. **Meat Science**, Barking, v. 58, p. 69-78, 2001.
- ALMEIDA, T. C. A. et al. **Avanços em análise sensorial**. São Paulo: Varela, 1999. 286 p.
- ALVAREZ, M. I.; SANTOS, W. L. M. **Evaluación del porcentaje de colágeno total del bife angosto (músculo *Longissimus thoracis*) de bovinos machos castrados mestizos Nelore**. 2001. 4 p. Disponível em: <<http://www.Unne.edu.ar/cyt/2001/4-Veterinarias/V-025.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2012.
- ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.
- ALVES, D. D.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina: uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 14, n. , p. 193-216, 2007.
- ANDRADE, P. L. et al. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 8, p. 1791-1800, 2010.
- ANDRADE, P. L. **Maturação da carne de bovinos Red Norte e Nelore**. 2008. 57 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12806: análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. Rio de Janeiro, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE BONSMARA. **A raça**. Disponível em: <[HTTP://www.bonsmara.org.br/araca1.htm](http://www.bonsmara.org.br/araca1.htm)>. Acesso em: 6 out. 2012.
- BAYLEY, A. J.; LIGHT, N. D. Connective tissue in meat and meat products. England : Elsevier, 1989. 355 p.
- BAILEY, A. J. The role of collagen in the development of muscle and relationship to eating quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 60, p. 1580-87, 1985.

BECKER, T. Defining meat quality. In: KERRY, J.; KERRY, J.; LEDWARD, D. (Ed.). Meat processing: improving quality. New York: CRC, 2002. 451 p.

BELEW, J. B. et al. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, Barking, v. 6, n. 4, p. 507-512, 2003.

BIANCHINI, W. et al. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos super precoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007.

BIDNER, T.D.; SCHUPP, A.R. ; MOHAMAD, A.B. et. al. Acceptability of Beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman Steers Finished on All-Forage or a High-Energy Diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, p. 381-387, 1986.

BOAKYE, K.; MITTAL, G. S. Changes in colour of beef M. Longissimus dorsi Muscle during ageing. **Meat Science**, Barking, v. 42, p. 347-354, 1996.

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

BONILHA, S. F. M. et al. Evaluation of carcass characteristics of Bos indicus and tropically adapted Bos taurus breeds selected for postweaning weight. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 8, p.1770-1780, 2008.

BRESSAN, M. C. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 293-303, 2001.

BRESSAN, M. C. et al. Influência do sexo e faixas de peso ao abate nas características físico-químicas da carne de capivara. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 357-362, jul./set. 2004.

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Métodos de avaliação da carcaça suína**. Londrina: Midiograf, 2007.

BRUCE, H. L.; STARK, J. L.; BEILKEN, S. L. The effects of finishing diet and postmortem ageing on the eating quality of the M. longissimus thoracis of electrically stimulated Brahman steer carcasses. **Meat Science**, Barking, v. 67, p. 261-268, 2004.

BUKALA, J.; KEDZIOR, W. Consumer criteria of quality of meat and meat products. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 47., 2001, Kraków. **Anais...** Kraków: [s. n.], 2001. p. 262–263.

CAMPION, D. R.; CROUSE, J. D.; DIKEMAN, M. E. Predictive value of USDA beef quality grade factors for cooked meat palatability. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, n. 6, p.1225-1975.

CANEQUE, V. et al. Use of whole barley with a protein supplement to fatten lambs under different management systems and its effect on meat and carcass quality. **Animal Research**, London, v. 52, p. 271-285, 2003.

CLIMACO, S. M. **Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos de corte de quatro grupos genéticos terminados em confinamento**. 2009. 45 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

CRANWELL, C. D. et al. Influence of steroid implants and concentrate feeding on carcass and longissimus muscle sensory and collagen characteristics of cull beef cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 8, p. 1777-1783, 1996.

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

DAVEY, C. L.; GILBERT, K. V. Studies in meat tenderness: changes in the fine structure of meat during aging. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 34, p. 69-74, 1969.

DELGADO, E. F. et al. Brazilian consumers' perception of tenderness of beef steaks classified by shear force and taste. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 3, p. 232-239, 2006.

DRANSFIELD, E. Modeling *post-mortem* tenderisation.IV- Role of calpain and calpastatinin conditioning. **Meat Science**, Barking, v. 34, n. 2, p. 217-234, 1993.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

DUTSON, T. R. Connective tissue. In: THE MEAT INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 1., 1974, Washington. **Proceedings...** Washington: American Meat Institute Foundation, 1974. p. 99-107.

EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R. Cruzamentos e seus benefícios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CRUZAMENTO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2003, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2003. p.11-34.

FARFÁN, J. A. **Química de proteínas aplicada à ciência e tecnologia de alimentos**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 1994. 134 p. (Série Manuais).

FARIA, D. S. Estabilidade da cor da carne de bovinos armazenada sob refrigeração. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 13., 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: [s. n.], 2011.

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

FELICIO, P. E. Carne de touro jovem. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP SOBRE PRESERVAÇÃO E ACONDICIONAMENTO DA CARNE BOVINA IN NATURA, 1., 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 1997. p. 1-10.

FELÍCIO, P. E. Classificação e tipificação de carcaças bovinas. In: CONGRESSO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2005, Goiânia. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2005. 12 p. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/deptos/dta/carnes/files/CTC_ITAL_06/Classificacao_e_Tipificacao.pdf>. Acesso em: 8 out. 2012.

FELICIO, P. E. Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Org.). **Produção de novillo de corte**. Piracicaba: FEALQ, 1997. v. Único, p. 79-97.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 11 p.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems an example from

Brazil. **Meat Science**, Barking, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FERREIRA, J. J. et al. Características da carcaça de tourinhos Charolês e mestiços Charolês x Nelore terminados em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 191-196, jan./fev. 2006.

FISHELL, V. K. et al. Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 61, n. 1, p. 151-157, 1985.

FOX, J. B. The pigments of meat. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (Ed.). **The science of meat and meat products**. Westport: Food and Nutrition, 1987. p. 139-216.

FRENCH, P. et al. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. **Meat Science**, Barking, v. 56, p. 173-180, 2000.

FRENCH, P. et al. The eating quality of meat from steers fed grass and/or concentrates. **Meat Science**, Barking, v. 57, n. 4, p. 379-386, 2001.

GARCIA, L. G. et al. National beef quality audit 2005: survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 12, p. 3533-3543, 2008.

GIL, C. O.; NEWTON, K. G. Microbiology of DFD beef. In: HOOD, D. E.; TARRANT, P. V. Ed.). **The problem of dark-cutting in beef**. The Hague: M. Nijhoff, 1981. p. 305-321.

GOLL, D. E. et al. Role of proteinases and protein turnover in muscle growth and meat quality. In: ANNUAL MEAT CONFERENCE, 44., 1992, Chicago. **Proceedings...** Chicago: National Livestock and Meat Board, 1992. p. 25-36.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 370 p.

GONDIM, L. A. **Estudo da qualidade da carne ovina influenciada pelo sexo e tempo de maturação**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000. 85 p.

HEDRICK, H. B. et al. **Principles of meat science**. 3th ed. Iowa: Kendall, 1994. 354 p.

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**, Brasília, v. 38, p. 963-971, 2003.

HERRING, H. K.; CASSENS, R. G.; BRISKEY, E. J. Factors affecting collagen solubility in bovine muscles. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 32, p. 534-538, 1967.

HIGHFILL, C. M. et al. Tenderness profiles of ten muscles from F1 Bos indicus x Bos taurus and Bos taurus cattle cooked as steaks and roasts. **Meat Science**, Barking, v. 90, n. 4, p. 881-886, 2012.

HOFFMANN, H.; HAMM, R.; BLUCHEL, E. Neus uber die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapier-premethode. **Fleishwirtschaft**, Frankfurt, v. 62, n. 1, p. 87-94, 1982.

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

HONIKEL, K. O.; HAMM, R. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. New York: Black Academic & Professional, 1994. 505 p. (Advances in Meat Research, 9).

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: the role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, Barking, v. 71, p. 194-204, 2005.

JAMES, G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1993. 454 p.

JELENÍKOVÁ, J.; PIPEK, P.; STARUCH, L. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. **Meat Science**, Barking, v. 80, p. 870-874, Nov. 2008.

JONES, B. K.; TATUM, J. D. Predictors of beef tenderness among carcass produced under commercial conditions. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 6, p. 1492-1501, 1994.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1990. p. 65-100.

KENDALL, T. L. et al. Effect of pH and ionic strength on bovine m-calpain and calpastatin activity. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 96-104, 1993.

KING, D. A. et al. Contribution of genetic influences to animal-to-animal variation in myoglobin content and beef lean color stability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 3, p. 1160-1167, 2010.

KOOHMARAIE, M. et al. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship. **Meat Science**, Barking, v. 62, p. 345-352, 2002.

KOOHMARIE, M. Muscule prateinases and meat aging. **Meat Science**, Barking, v. 36, n. 3, p. 93-104, 1994.

KRYSTALLIS, A.; ARVANITOYANNIS, I. Investigating the concept of meat quality from the consumers' perspective: the case of Greece. **Meat Science**, Barking, v. 72, n. 1, p. 164-176, 2006.

KUSS, F. et al. Qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 4, p. 924-931, 2010.

LADEIRA, M. M.; OLIVEIRA, R. L. Estratégias nutricionais para a melhoria da carcaça bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: [s. n.], 2006. 1 CD ROM.

LANZA, M. et al. Peas (*Pisum sativum* L.) as an alternative protein source in lamb diets: growth performances, and carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 47, n. 1, p. 63-68, 2003.

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

LITTLE, A. C. Physical measurements as predictors of visual appearance. **Food Technology**, Chicago, v. 30, p. 74-82, 1976.

LUCHIARI FILHO, A. **Como as fibras de colágeno influenciam na maciez da carne**. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br>>. 2001. Acesso em: 12 out. 2012.

MACDOUGALL, D. B. Colour of meat. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products: advances in meat research**. London: Blackie Academic & Professional, 1994. v. 9, cap. 3, p. 79-93.

MACEDO, M. P. et al. Características de carcaça e composição corporal de touros jovens da raça Nelore terminados em diferentes sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 1610-1620, 2001.

MACFIE, H. J. et al. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order-carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, Westport, n. 4, p. 129-148, 1989.

MACH, N. et al. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, Barking, v. 78, p. 232-238, Mar. 2008.

MAGGIONE, D. **Produção e qualidade da carne de bovinos cruzados (Bos taurus taurus vs. Bos taurus indicus) submetidos a duas dietas e abatidos com dois graus de acabamento**. 2009. 132 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, Barking, v. 71, p. 100-121, 2005.

MANTESE, F. G. **Transformação do músculo em carne**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 15 p.

MARÍA, G. A. et al. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. **Meat Science**, Barking, v. 65, p. 1335-1340, 2003.

MCCLELLAND, P.; HATHAWAY, D. R. The calpain-calpastatin system in vascular smooth muscle. **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 290. n. 1/2, p. 55-57, 1991.

MACFIE, H. J. et al. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order-carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, Westport, n. 4, p. 129-148, 1989.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3rd ed. London: Academic, 1999. 377 p.

MENEZES, L. F. G. et al. Características da carcaça e da carne de novilhos super jovens da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 667-676, 2010.

MILLER, R. K. Carne: qualidade e segurança para os consumidores do novo milênio. Avaliação instrumental da qualidade da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** Campinas: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Carnes/Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2001. p. 470.

MOLONEY, A. P. et al. Fat colour and the quality of meat from beef cattle offered grass silage or maize silage-based diets. In. XII INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCES, 12., 1999, Uppsala. **Proceedings...** Uppsala: Nutrition Society, 1999. p. 309-310.

MONIN, G. Recent methods for predicting quality of whole meat. **Meat Science**, Barking, v. 49, p. 231-243, 1998. Suppl. 1.

MONTEIRO, C. L. B. **Técnicas de Avaliação sensorial**. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1984. 101 p.

MOREIRA, F. B. et al. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 609-616, 2003.

MORGAN, J. B. et al. National beef tenderness survey. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 8, p. 3274-3283, 1991.

MOTTRAM, D. S. Flavour formation in meat and meat products: a review. **Food Chemistry**, London, v. 62, n. 4, p. 415-428, 1998.

MUCHENJE, V. et al. Meat quality of Nguni, Bonsmara and Aberdeen Angus steers raised on natural pasture in the Eastern Cape, South Africa. **Meat Science**, Barking, v. 79, p. 20-28, 2008.

MUCHENJE, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beefeating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, London, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009.

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. p. 240.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington: National Academic, 2001. 260 p.

NEATH, K. E. et al. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during post mortem aging. **Meat Science**, Barking, v. 75, p. 499-505, Mar. 2007.

NEVES, M. F. Introdução ao marketing, networks e agronegócios. In: NEVES, M. F.; CASTRO, L. T. (Org.). **Marketing e estratégia em agronegócios e alimentos**. São Paulo: Atlas, 2007. p. 29-52.

NIETO, L. M.; MARTINS, E. N. Genect factors influencing beef cattle quality – a review. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zootecnia**, Umuarama, v. 6, n. 1, p. 67-74, 2003.

O'CONNOR, S. F. et Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos Taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 1822-1830, 1997.

OFFER, G.; KNIGHT, P. The structural basis of water-holding in meat part 2: drip losses. In: LAWRIE, R. (Ed.). **Developments in meat science-4**. London: Elsevier, 1988. cap. 4, p. 173-244.

OLIETE, B. et al. Influence og ageing time on the quality of yearling calf meat under vacuum. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 220, p. 489-493, 2005.

OLIVEIRA, A. L. Maciez da carne bovina. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, n. 33, p. 7-18, 2000.

OLIVEIRA, L. B.; SOARES, G. J. D.; ANTUNES, P. L. Influência da Maturação de Carne Bovina na Solubilidade do Colágeno e Perdas de Peso por Cozimento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 4, n. 3, p. 166-171, 1998.

OLSSON, D. G.; PARRISH JÚNIOR, F. C. Relationship of myofibril fragmentation index to measures of beefsteak tenderness. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 2, p. 506-509, 1977.

OTREMBA, M. M. et al. Interrelationships among evaluations of beef longissimus and semitendinosus muscle tenderness by Warner-Bratzler shear force, a descriptive texture profile sensory panel, and a descriptive attribute sensory panel. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 865-873, 1999.

OTTO, G. et al. Drip loss of case-ready meat and of premium cuts and their associations with earlier measured sample drip loss, meat quality and carcass traits in pigs. **Meat Science**, Barking, v. 72, p. 680-687, 2006.

PACHECO, P. S. et al. Desempenho de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 963-975, 2005.

PEARSON, A. M.; YOUNG, R. B. Skeletal muscle fiber types. In: PEARSON, A. M.; YOUNG, R. B. **Muscle and meat biochemistry**. San Diego: Academic, 1989. cap. 9, p. 235-265.

POPPI, D. P.; McLENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 1, p. 278-290, 1995.

POSO, A. R.; PUOLANNE, E. Carbohydrate metabolism in meat animals:review. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 423-434, July 2005.

PRÄNDL, O. et al. **Tecnologia e higiene de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1994. 854 p.

PRATES, J. A. M. Maturação da carne dos mamíferos: 1. Caracterização geral modificações físicas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 95, n. 533, p. 34-41, 2000.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2nd ed. Zaragoza: Acribia, 1994. 581p.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. Muscle proteins and palatability. **Journal of Food Quality**, Wastpor, v. 6, n. 4, p. 290-315, 1984.

PRIOLO, A.; MICOL, D.; AGABRIEL, J. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour: a review. **Animal Research**, London, v. 50, p. 185–200, 2001.

PURSLOW, P. P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 70, n. 3, p. 435–447, 2005.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.

RAMSBOTTOM, J. J.; STRANDINE, E. J.; KOONZ, C. H. Comparative tenderness of representative beef muscles. **Food Research**, Chicago, v. 10, p. 497, 1945.

REALINI, C. E. et al. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. **Meat Science**, Barking, v. 66, p. 567–577, 2004.

REIS, R. A. A. et al. Quantificação da hidroxiprolina como índice de qualidade de salsicha comercializada em Belo Horizonte-MG. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 6, p. 589–594, 1999.

RESTLE, J.; QUADROS, A. R. B.; VAZ, F. N. Terminação em confinamento de novilhos de diferentes grupos genéticos de hereford x nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 125–130, 2000.

RILEY, D. G. et al. Factors influencing tenderness in steaks from Brahman cattle. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 347–356, July 2005.

RODRIGUES, E. C. **Influência do sistema de terminação e genótipo na qualidade da carne de bovinos de rebanhos comerciais**. 2007. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

RÖHRLE, F. T. et al. α -Tocopherol stereoisomers in beef as an indicator of vitamin E supplementation in cattle diets. **Food Chemistry**, London, v. 124, p. 935–940, 2011.

ROSA, A. N. **Recursos genéticos e planos de melhoramento em gado de corte: gestão de recursos genéticos para uma pecuária competitiva**. Campo Grande: Embrapa, 2005.

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

RUBENSAM, J. M.; MONTEIRO, E. **Estudos sobre maciez e atividade de calpastatina em carne bovina**. Brasília: Embrapa, 2000.

SANTOS, C. C. **Impacto em características qualitativas de carne bovina in natura decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abate e sua relação com grupo genético**. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. 167 p.

SAÑUDO, C. Analisis sensorial: calidad organoléptica de la carne. In: CURSO INTERNACIONAL DE ANÁLISE SENSORIAL DE CARNE E PRODUTOS CÁRNEOS, 1., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: [s. n.], 2004. p. 45-68.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEMS. **User's guide**: statistic. Cary SAS Institute, 2004. 176 p.

SAVELL, J.; SHACKELFORD, S. D. Significance of tenderness to the meat industry. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 45., 1992, Ft. Collins. **Proceedings...** Ft. Collins: Colorado State University, 1992. p. 43-46.

SCOLLAN, N. D. et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 74, p. 17-33, 2006.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SHACKELFORD, S. D. et al. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 1, p. 171-177, Jan. 1991.

SHACKELFORD, S. D. et al. Consumer impressions of tender select beef. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 2605-2614, 2001.

SHACKELFORD, S. D. et al. Identification of threshold levels for Warner-Bratzler shear force in beef top loin steaks. **Journal Muscle Foods**, Trumbull, v. 2, p. 289, 1991.

SHANKS, B. C.; WULF, D. M.; MADDOCK, J. Technical note: the effect of freezing on Warner-Bratzler shear force values of beef longissimus steaks across several postmortem aging periods. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 2122-2125, 2002.

SHORTHOSE, W. R. Dark-cutting in beef and sheep carcasses under the different environment of Australia. In: AUSTRALIAN WORKSHOP, 1., 1989, Sydney South. **Proceedings...** Sydney South: [s. n.], 1989. p. 68-73.

SILVA, M. L. **Efeito de dois métodos de cocção - água e vapor - nos parâmetros de qualidade do músculo semitendinosus**. 2004. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SILVA SOBRINHO, A. G. et al. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1070-1078, 1978.

SILVEIRA, I. D. B.; FISCHER, V.; SOARES, G. J. D. Relação entre o genótipo e o temperamento de novilhos em pastejo e seu efeito na qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, p. 519-526, 2006.

SMITH, G.C. USDA Maturity indices and palatability of beef rib steaks. **Journal of Food Quality**, Wastport, v. 11, n. 3, p. 1-13, 1988.

SORIA, L. A.; CORVA, P. M. Genetic and environmental factors influencing beef tenderness. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, Mayaguez, v. 12, n. 2, p. 73-88, 2004

STANTON, C.; LIGHT, N. The effects of conditioning on meat collagen: evidence for gross in situ Proteolysis. **Meat Science**, Barking, v. 21, p. 249-265, 1987.

STRYDOM, P. E. et al. Characterization of indigenous African cattle breeds in relation to meat quality traits. **Meat Science**, Barking, v. 55, p. 79-88, 2000.

STRYER, L. **Bioquímica**. 3. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1992. p. 213-229.

TARRANT, P. V. Animal behaviour and environment in the dark-cutting condition in beef: a review. In: AUSTRALIAN WORKSHOP, 1., 1989, Sydney South. **Proceedings...** Sydney South: [s. n.], 1989. p. 8-18.

TARRANT, P. V. Prioridades na pesquisa para a indústria da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, [S. l.]. **Anais...** [S. l.]: 2001. p. 380.

TAYLOR, R. G. et al. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 5, p. 1351-1367, 1995.

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

TORRE, J. C. M. D. **Proteínas de soja e colágeno**: validação das metodologias de quantificação e avaliação tecnológica do uso em produtos cárneos. 2004. 261 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

TORRESCANO, G. et al. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. **Meat Science**, Barking, v. 64, n. 1, p. 85-91, 2003.

TSAI, T. C.; OCKERMAN, H. W. Water binding measurement of meat. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 2, p. 697-701, 1981.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, DZO-DPI-UFV, 2002. 297 p.

VARNAM, A.; SHUTERLAND, J. P. **Carne e productos cárnicos**. In: _____. Carne cocida y productos cárnicos cocidos. Zaragoza: Acribia, 1998b. cap. 5, p. 219-270.

VAZ, F. N. et al. Qualidade da carcaça e da carne de novilhos abatidos com pesos similares, terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 31-40, 2007

VESTERGAARD, M. et al. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship

between muscle fiber characteristics, fiber fragmentation and meat tenderness. **Meat Science**, Barking, v. 54, p. 187-195, 2000.

VIEIRA, C. et al. Breed and ageing extent on carcass and meat quality of beef from adult steers (oxen). **Livestock Science**, Philadelphia, v. 107, p. 62-69, 2007.

VOISINET, B. D. et al. Bos indicus-cross feedlot cattle with excitable temperaments have tougher meat and a higher incidence of borderline dark cutters. **Meat Science**, Barking, v. 46, p. 367-377, Aug. 1997.

WARNER, R. D. et al. Genetic and environmental effects on meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 86, n. 1, p. 171-183, 2010.

WARREN, H. E. et al. The effects of breed and diet on the lipid composition and quality of bovine muscle . In: CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 48., 2002, [S. l.]. **Anais...** [S. l.: s. n.], 2002. p. 370–371.

WARRISS, P. D. **Ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 2003. 309 p.

WEBB, E. C.; CASEY, N. H.; SIMELA, L. Goat meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 60, p. 153–166, 2005.

WHEELER, T. L.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M. Effect of marbling degree on beef palatability in Bos taurus and Bos indicus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 3145-3151, 1994.

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

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M. E. Predicting beef longissimus tenderness from various biochemical and histological muscle traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 12, p. 4193- 4199, 1990.

WOESSNER JÚNIOR, J. F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this imino acid. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Miami, v. 93, p. 440-447, 1961.

ZAPATA, J. F. F. et al. Estudo da qualidade da carne ovina do Nordeste brasileiro: propriedades físicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 274-277, 2000.

ZEOLA, N. M. B. L. et al. Influência de diferentes níveis de concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiro Morada Nova. **Revista Portuguesa de Ciência Veterinária**, Lisboa, v. 97, n. 544, p. 175-180, 2002.

ZHANG, S. X. et al. Functional stability of frozen normal and high pH beef. **Meat Science**, Barking, v. 69, n. 4, p. 765-772, 2005.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela 1A pH e Temperaturas dos animais (*Bos indicus* e *Bos taurus*) nos sistemas de terminação em confinamento após 48h de maturação sanitária

L D – <i>B. indicus</i>		L E – <i>B. indicus</i>		LD – <i>B. taurus</i>		LE – <i>B. taurus</i>	
pH	T⁰	pH	T⁰	pH	T⁰	pH	T⁰
5,68	3,3	5,78	3,3	5,55	3,6	5,72	3,9
5,71	3,8	5,72	3,2	5,47	3,5	5,41	3,8
5,61	3,9	5,65	4,1	5,40	3,8	5,49	3,9
5,50	4,0	5,53	4,0	5,57	3,5	5,52	3,6
5,87	3,9	5,78	3,8	5,50	3,5	5,47	3,6
5,78	3,5	5,65	3,3	5,56	3,4	5,59	2,2
5,67	3,4	5,72	2,8	5,70	3,8	5,68	3,9
5,44	2,8	5,48	2,2	5,66	3,6	5,81	4,0
5,65	2,4	5,68	1,7	5,51	3,4	5,62	3,9
5,32	1,7	5,40	2,1	5,68	3,9	5,62	3,9
5,46	2,6	5,49	2,2	5,56	3,9	5,58	4,0
5,63	2,2	5,66	2,6	5,80	3,8	5,78	2,7
5,49	2,6	5,54	2,9	5,42	3,3	5,51	2,1
5,77	2,2	5,79	1,9	5,72	3,1	5,73	3,3
5,53	2,6	5,68	2,9	5,49	3,4	5,54	3,7
5,54	3,3	5,66	2,2	5,53	3,7	5,57	3,7
5,53	3,0	5,5	2,7	5,68	3,4	5,65	3,1
5,61	2,6	5,63	1,8	5,68	3,8	5,56	2,8
5,56	2,3	5,56	2,6	5,76	2,7	5,58	2,1
5,77	2,4	5,67	2,2	5,69	2,9	5,77	2,3
5,63	3,0	5,69	2,5	5,53	3,0	5,62	3,1
5,69	3,0	5,73	2,5	5,80	2,6	5,70	2,8
5,55	2,6	5,58	3,0	5,62	3,4	5,65	2,7
5,68	3,5	5,74	2,8	5,72	3,5	5,64	2,5
5,61	3,3	5,72	2,9	5,76	3,8	5,69	4,0
5,32	2,8	5,36	3,1	5,72	3,3	5,68	3,4
5,58	2,4	5,62	2,5	5,66	3,6	5,60	3,9
5,75	3,2	5,79	3,3	5,66	3,1	5,60	4,0
5,79	3,9	5,76	3,3	5,63	3,9	5,86	3,5
5,44	3,8	5,49	3,8	5,59	3,9	5,75	3,6
5,71	3,3	5,57	3,2	5,68	3,6	5,74	1,9
5,61	3,2	5,62	3,8	5,60	2,8	5,69	1,5
5,69	3,4	5,73	3,6	5,57	3,6	5,60	3,2
5,51	2,4	5,59	1,6	5,52	4,0	5,72	4,0
5,69	1,7	5,63	1,6	5,64	3,8	5,65	3,4
5,62	1,5	5,46	1,9	5,77	3,3	5,70	3,5

“continua”

Tabela 1A “continuação”

L D – <i>B. indicus</i>		L E – <i>B. indicus</i>		LD – <i>B. taurus</i>		LE – <i>B. taurus</i>	
pH	T⁰	pH	T⁰	pH	T⁰	pH	T⁰
5,69	2,2	5,69	2,7	5,47	3,7	5,59	4,0
5,73	2,6	5,71	2,3	5,71	3,8	5,77	3,3
5,78	2,9	5,70	3,2	5,60	2,4	5,63	1,8
5,71	3,7	5,72	2,5	5,73	3,1	5,78	3,3
5,56	1,9	5,60	1,9	5,72	2,5	5,75	2,4
5,71	1,7	5,78	2,2	5,74	3,0	5,78	2,8
5,59	1,7	5,66	3,4	5,67	3,1	5,60	2,8
5,57	1,4	5,62	1,9	5,81	3,2	5,63	2,4
5,69	2,1	5,68	2,1	5,63	3,4	5,59	3,7
5,73	3,0	5,66	3,2	5,69	3,2	5,71	3,2
5,66	3,2	5,72	3,1	5,53	3,0	5,59	3,1
				5,74	3,2	5,62	3,4
				5,82	3,1	5,78	3,2
				5,70	2,4	5,59	3,6

ANEXO B

Tabela 1B pH e Temperaturas dos animais (*Bos indicus* e *Bos taurus*) nos sistemas de terminação a pasto após 48h de maturação sanitária

L D – <i>B. indicus</i>		L E – <i>B. indicus</i>		LD – <i>B. taurus</i>		LE – <i>B. taurus</i>	
pH	T ⁰	pH	T ⁰	pH	T ⁰	pH	T ⁰
5,55	3,6	5,72	3,9	5,68	3,3	5,78	3,3
5,47	3,5	5,41	3,8	5,71	3,8	5,72	3,2
5,40	3,8	5,49	3,9	5,61	3,9	5,65	4,1
5,57	3,5	5,52	3,6	5,50	4,0	5,53	4,0
5,50	3,5	5,47	3,6	5,87	3,9	5,78	3,8
5,56	3,4	5,59	2,2	5,78	3,5	5,65	3,3
5,70	3,8	5,68	3,9	5,67	3,4	5,72	2,8
5,66	3,6	5,81	4,0	5,44	2,8	5,48	2,2
5,51	3,4	5,62	3,9	5,65	2,4	5,68	1,7
5,68	3,9	5,62	3,9	5,32	1,7	5,40	2,1
5,56	3,9	5,58	4,0	5,46	2,6	5,49	2,2
5,80	3,8	5,78	2,7	5,63	2,2	5,66	2,6
5,42	3,3	5,51	2,1	5,49	2,6	5,54	2,9
5,72	3,1	5,73	3,3	5,77	2,2	5,79	1,9
5,49	3,4	5,54	3,7	5,53	2,6	5,68	2,9
5,53	3,7	5,57	3,7	5,54	3,3	5,66	2,2
5,68	3,4	5,65	3,1	5,53	3,0	5,5	2,7
5,68	3,8	5,56	2,8	5,61	2,6	5,63	1,8
5,76	2,7	5,58	2,1				
5,69	2,9	5,77	2,3				
5,53	3,0	5,62	3,1				
5,80	2,6	5,70	2,8				