

**INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE TERMINAÇÃO
E GENÓTIPO NA QUALIDADE DA CARNE DE
BOVINOS DE REBANHOS COMERCIAIS**

ERIKA CRISTINA RODRIGUES

2007

ERIKA CRISTINA RODRIGUES

**INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE TERMINAÇÃO E GENÓTIPO NA
QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS DE REBANHOS
COMERCIAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora
Prof^a. Dr^a. Maria Cristina Bressan

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Rodrigues, Erika Cristina.

Influência do sistema de terminação e genótipo na qualidade da carne de bovinos de rebanhos comerciais / Erika Cristina Rodrigues. - Lavras : UFLA, 2007.

132 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

Orientadora: Maria Cristina Bressan.

Bibliografia.

1. Carne. 2. Bovino. 3. Sistema de terminação. 4. Raças. 5. Maturação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.92

ERIKA CRISTINA RODRIGUES

**INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE TERMINAÇÃO E GENÓTIPO NA
QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS DE REBANHOS
COMERCIAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 10 de setembro de 2007

Prof. Dr. José Luís Contado

DCA – UFLA

Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos

DCA – UFLA

Prof^ª. Dr^ª. Rozane Aparecida da Silva

UNINCOR

**Prof^ª.Dr^ª. Maria Cristina Bressan
UFLA
(Orientadora)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

DEDICO

Aos meus pais, Walter Rodrigues e Maria da C. M. Rodrigues (Lia), por tanta dedicação, pelo apoio em todos os momentos, pelo amor, respeito e confiança.

Às minhas sobrinhas Ana Laura e Mariana (in memorian) por serem o meu maior incentivo.

Aos meus irmãos, Elaine e Elter, pela força, carinho e torcida e por terem acreditado em meus sonhos.

*A uma grande AMIGA, grande exemplo, e orientadora, Maria Cristina Bressan.
A você, meus eternos agradecimentos!*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me guiar pelos melhores caminhos.

Aos animais, sem os quais eu não estaria aqui hoje.

À Profa. Dra. Maria Cristina Bressan pela orientação, oportunidades e, acima de tudo, pela amizade, confiança e ensinamentos ao longo dessa caminhada.

Ao Prof. Dr. Luis Telo Gama pela grande ajuda nas análises de estatísticas, pela hospitalidade e atenção.

Ao Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos, grande pesquisador (professor) que conheci no decorrer destes anos, sou muito grata pelo apoio, ensinamentos, confiança e amizade.

Ao Prof. Dr. José Luis Contado, sempre disposto a colaborar com seus conhecimentos.

À Profa. Dra. Rozane pela confiança, carinho, amizade e por palavras de incentivo nos momentos de cansaço.

A minha família, que esteve ao meu lado nos momentos em que chorei e naqueles em que sorri, nas horas em que me lamentei e nas horas em que, de uma forma ou de outra, demonstrei total alegria... Agradeço pelo sorriso diário, sem mágoas nem rancores, agradeço de peito aberto, de alma explosiva... Eu amo vocês!!!

À grande amiga e companheira, parceira de trabalho que ganhei no decorrer deste experimento, Lizandra, pelos momentos que passamos juntas, não foram poucos e pela força que você me dá! Obrigada.

À grande amiga Jacyara pelo companheirismo, incentivo, por acreditar em mim e pela paciência em todos os momentos de luta e de alegria.

Aos amigos do “Grupo da Carne”, Li, Pan, Giselle, Lisa, Luciana, Sandra, Paulo e João Vicente, pela ajuda, amizade, convívio e aprendizado, sem os quais seria impossível a realização desse trabalho.

Aos laboratoristas e funcionários da UFLA, Tina, Sandra, Cleuzinha, Rafaela, Beth, Ana Paula, Marilza, Joana, Lúcia, Sr. Miguel e Seu Pianinho, por toda a atenção e dedicação em cada trabalho executado.

À Universidade Federal de Lavras por viabilizar a realização deste trabalho.

A CAPES pelo apoio financeiro.

Ao Prof. Dr. Raimundo Alberto, pela sua alegria e carinho.

Ao coordenador da Pós-graduação, Prof. Dr. Eduardo Valério Vilas Boas, pela ajuda em todos os momentos necessários.

Ao Prof. Dr. Luiz Ronaldo, “por ter adotado as meninas do grupo da carne” e pela amizade.

Aos queridos e inesquecíveis amigos, Sibelli, Peter e Josye, por toda a amizade, carinho e auxílio.

Aos grandes colegas da pós-graduação, Tati, Antônia, Lili, Carol e Abel, pelos bons momentos e excelente convivência.

Aos Frigoríficos Frisa (Nanuque – Norte de Minas) e Minerva (Barretos – SP) e aos seus funcionários pela valiosa colaboração no experimento. Vocês compreenderam a importância do nosso trabalho, souberam contribuir com ele e não mediram esforços para atender nossas solicitações. Muito Obrigada!

Aos Médicos Veterinários dos Frigoríficos Frisa e Minerva e do Serviço de Inspeção Federal do Ministério da Agricultura e do Abastecimento pela simpatia e pelo carinho com que fomos recebidas.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a execução deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

SÚMARIO

<u>Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da.....</u>	<u>2</u>
<u>SÚMARIO.....</u>	<u>7</u>
<u>LISTA DE ABREVIATURAS.....</u>	<u>i</u>
<u>RESUMO.....</u>	<u>ii</u>
<u>ABSTRACT.....</u>	<u>iv</u>
<u>1 INTRODUÇÃO.....</u>	<u>1</u>
<u>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</u>	<u>5</u>
<u>2.1 Considerações sobre o desenvolvimento das raças e manejo no Brasil.....</u>	<u>5</u>
<u>2.2 Os atributos de qualidade de carnes.....</u>	<u>6</u>
<u>2.3 Transformação do músculo em carne (maturação).....</u>	<u>7</u>
<u>2.3.1 A extensão da proteólise em relação a bovinos B. taurus e B. indicus.....</u>	<u>8</u>
<u>2.4 Comportamento animal e aspectos bioquímicos.....</u>	<u>10</u>
<u>2.5 Composição física.....</u>	<u>11</u>
<u>2.5.1 Cor.....</u>	<u>11</u>
<u>2.5.2 Perda de peso por cocção (PPC).....</u>	<u>13</u>
<u>2.5.3 Força de cisalhamento (FC).....</u>	<u>14</u>
<u>2.6 Composição proximal.....</u>	<u>16</u>
<u>2.6.1 Umidade.....</u>	<u>16</u>
<u>2.6.2 Lipídeos.....</u>	<u>17</u>
<u>2.6.3 Proteína.....</u>	<u>18</u>
<u>2.6.4 Minerais.....</u>	<u>19</u>
<u>2.7 Composição química.....</u>	<u>20</u>
<u>2.7.1 pH.....</u>	<u>20</u>
<u>2.7.2 Colesterol.....</u>	<u>21</u>
<u>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</u>	<u>24</u>
<u>3.1 Animais e sistemas de terminação.....</u>	<u>24</u>
<u>3.2 Operações de abate.....</u>	<u>25</u>
<u>3.3 Coleta das amostras.....</u>	<u>25</u>
<u>3.4 Preparo das Amostras.....</u>	<u>25</u>

3.5 Delineamento e análise estatística.....	26
3.6 Análises laboratoriais.....	27
3.6.1 pH.....	27
3.6.2 Extração e determinação de colesterol	28
3.6.3 Cor	29
3.6.4 Perda de peso por cocção (PPC).....	29
3.6.5 Força de Cisalhamento (FC).....	30
3.7 Análise proximal.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Análise descritiva dos dados entre os animais bos taurus e bos indicus em diferentes sistemas de terminação e diferentes grupos genéticos.....	31
4.1.1 Distribuição de frequência para o pH 24.....	33
4.1.2 Distribuição de frequências para cor na carne fresca e maturada..	35
4.1.3 Distribuição de frequências para PPC na carne fresca e maturada..	37
4.1.4 Distribuição de frequências para FC na carne fresca e maturada....	38
4.1.5 Distribuição de frequência para Composição proximal.....	39
4.1.6 Distribuição de frequência para Colesterol.....	41
4.2 Efeito dos sistemas de terminação sobre as características de qualidade de carne do músculo longissimus dorsi de bovinos de difrentes grupos genéticos..	42
4.2.1 Influências dos sistemas de terminação.....	42
4.2.2 pH e acidificação da carne.....	44
4.2.3 Cor Objetiva.....	45
4.2.3.1 Índice de Luminosidade (L*).....	45
4.2.3.2 Índice de vermelho (a*).....	47
4.2.3.3 Índice de amarelo (b*).....	47
4.2.3.4 Avaliação global da cor do Sistema de terminação.....	48
4.2.4 Perda de peso por cocção (PCC).....	49
4.2.5 Força de cisalhamento (FC).....	50
4.2.6 Composição proximal.....	51
4.2.7 Colesterol.....	52
4.3 Influência de grupos genéticos sobre as características de qualidade e composição proximal do músculo longissimus dorsi de bovinos comerciais.....	53
4.3.1 pH.....	55
4.3.2 Cor.....	56

4.3.2.1 Índice de Luminosidade (L*).....	56
4.3.2.2 Índice de vermelho (a*).....	59
4.3.2.3 Índice de amarelo (b*).....	61
4.3.2.4 Avaliação global da cor.....	62
4.3.3 Perda de peso por cocção (PCC).....	65
4.3.4 Força de cisalhamento (FC).....	67
4.3.5 Composição proximal.....	72
4.3.5.1 Umidade.....	72
4.3.5.2 Proteína.....	74
4.3.5.3 Cinzas.....	75
4.3.5.4 Lipídeos.....	76
4.3.5.5 Comentário geral da composição proximal.....	78
4.3.6 Colesterol.....	79
4.4 Diferenças entre bovinos Bos taurus – Bos indicus	82
4.5 Correlações entre os resultados na qualidade de carne de bovinos de rebanhos comerciais em diferentes sistema de terminação e diferentes grupos genéticos	86
4.5.1 Características físicas e proximal.....	86
4.5.1.1 Relação de pH com os componentes de cor.....	86
4.5.1.2 Relação dos dados de pH 24 com perda de peso por cocção (PPC).....	90
4.5.1.3 Relação dos dados de pH24 com a força de cisalhamento (FC)..	91
4.5.1.4 Relação entre os componentes de cor.....	92
4.5.1.5 Relação entre Composição proximal com colesterol.....	96
4.5.2 Características físico-química e proximal.....	99
4.5.2.1 Relação entre os dados de umidade com cor.....	99
4.5.2.2 Relação entre os dados de umidade com PPC e FC.....	99
4.5.2.3 Relação entre os dados de lipídeos e FC	99
5 CONCLUSÕES.....	101
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXOS.....	120
ANEXO A	Página.....121

LISTA DE ABREVIATURAS

a*	índice de vermelho
a*f	índice de vermelho fresco
a*m	índice de vermelho maturado
b*	índice de amarelo
b*f	índice de amarelo fresco
b*m	índice de amarelo maturado
Cinz	cinzas
Lip.	lipídeos
FC	força de cisalhamento
FCf	força de cisalhamento
FCm	força de cisalhamento maturado
L*	índice de luminosidade
L*f	índice de luminosidade fresco
L*m	índice de luminosidade maturado
LD	<i>longissimus dorsi</i>
MI	matéria integral
pH ₂₄	pH às 24 horas <i>post mortem</i>
PPC	perda de peso por cocção
PPCf	perda de peso por cocção fresco
PPCm	perda de peso por cocção maturado
Prot.	proteína
SP	sistema pastagem
SS	sistema suplementado
ST	sistema de terminação

RESUMO

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

Diferentes grupos genéticos foram analisados, obtidos dos sistemas de terminação a pasto com gramíneas (*Brachiaria brizantha cv Marandu*, *Brachiaria Decumbens*, *Brachiaria Humidicula* e *Panicum Maximum Jacq*), (Angus, Guzerá/Holandês, Montana e Nelore) ou do sistema suplementado (dieta: 40,4% de milho em grãos, 50,0% de cana-de-açúcar, 6,1% farelo de soja, 1,5% ureia e 2,0% premix mineral e vitamínico) (Gir, Simental, Holandês, Tabapuã e Pardo Suíço/ Nelore). O delineamento foi inteiramente casualizado em fatorial hierárquico (2 sistemas e 9 raças), utilizando o PROC CORR do SAS (SAS Institute, 2004). O músculo *longissimus dorsi* foi usado para as avaliações através dos parâmetros de qualidade (composição física, composição proximal e composição química), por meio dos quais foram analisadas, às 24 horas *post mortem* e após 10 dias de maturação. Médias gerais dos dados obtidos nas análises de composição física nas carnes frescas: L*fresco (5,85), a*fresco (19,70), b*fresco (19,70), PPCfresco(31,19) e FC fresco (7,75); maturadas: L*maturado (33,90), a*maturado (16,07), b*maturado (4,89), PPCmaturado (29,61) e FC maturado (5,60); composição proximal: umidade (73,12%), proteína (19,36%), cinzas (0,89%) e Lipídeos (5,66%); e composição química: pH₂₄ (5,85) e colesterol (47,96). Os valores de pH₂₄, na sua maioria, foram iguais ou superiores a 5,8, o que pode ser resultado de algum estresse sofrido pelo animal. O pH₂₄ final em animais SS foi (P<0,05) menor (5,83) do que em bovinos terminados em SP (5,90). Bovinos terminados em SP mostram, na carne fresca, menor L* (31,92) e a* (19,03), P<0,05 e P<0,01, respectivamente, do que animais SS (L*=33,06 e a*=20,25) e esse efeito se mantém em carnes maturadas por 10 dias. A força de cisalhamento foi semelhante entre o SS e o SP em carnes frescas (7,73 kgf e 7,74 kgf, respectivamente) e em carnes maturadas (5,60 kgf e 5,40 kgf, respectivamente). Animais terminados SP mostraram (P<0,01) músculos *longissimus dorsi* com mais umidade (74,23%) e proteína (21,28%) e menos lipídeos totais (2,79%) em relação aos animais terminados com SS (72,46%, 18,12% e 7,38%, respectivamente). Assim, o sistema de terminação

Comitê de Orientação: Maria Cristina Bressan (Orientadora) - UFLA; José Luís Contado (Co-orientador) – UFLA.

em SP produz carnes mais escuras e mais magras, com maciez semelhante à de carnes oriundas de animais terminados no SS. Nove raças ou cruzas foram terminadas em SP e SS. No SP foram comparados os grupos Angus, Guzerá/Holandês, Montana e Nelore (n=90), e no SS foram estudados os grupos Gir, Simental, Holandês, Tabapuã e Pardo Suíço/ Nelore (n=143), com relação às características de qualidade. No SS, os animais Gir mostram ($P<0,01$) pH_{24} elevado (5,90) quando comparados com Tabapuã (5,74) e Holandês (5,79). No SP, os Angus, Guzerá/Holandês, Montana e Nelore mostraram pH_{24} semelhantes, acima de 5,8. Na carne fresca, os animais Guzerá/Holandês mostraram ($P<0,01$) carnes mais escuras (30,45) do que Angus (32,97), Montana (31,99) e Nelore (32,26). No SS, as amostras de Pardo Suíço/Nelore (34,08) revelaram L^* mais elevado ($P<0,05$) do que Holandês (27,96) e Simental (32,10). As raças afetaram a estabilidade da cor, e maior instabilidade ocorreu em Montana e Pardo Suíço/Nelore. Médias de força de cisalhamento (FC), SP, foram elevadas ($P<0,01$) em amostras de Nelore (9,16 kgf), intermediárias em Montana e Angus (7,66 e 7,86 kgf) e baixas em Guzerá/Holandês (6,29 kgf). No SS, valores elevados foram obtidos em Tabapuã (8,85 kgf), intermediários em Gir e Pardo Suíço/Nelore (7,97 e 7,92 kgf, respectivamente) e baixos em Holandês (6,60 kgf). A diferença na FC (FC24h-FC10d) entre raças foi semelhante. As raças afetaram ($P<0,01$) a composição proximal. As raças ou cruzamentos influenciaram pH_{24} , cor, PPC, FC, umidade, proteína, lipídeos, cinzas e colesterol. As características de qualidade de carne, nessas raças, mostram uma associação com a composição proximal, de forma que raças que apresentam mais lipídeos mostram maior luminosidade, maior estabilidade da cor e menos PPC. A carne dos bovinos usados no presente estudo, com FC maior do que 8,0 kgf, às 24 horas, apresentou FC menor do que 8,0kgf após uma maturação de 10 dias a 1°C. A maturação durante 10 dias aumentou o número de 130 (55,79%) amostras macias na carne fresca para o número de 208 (96,3%), agindo positivamente na textura (maciez) da carne dos animais estudados.

ABSTRACT

RODRIGUES, E. C. **Influence of termination system and genotype in quality meat of commercial flocks**. UFLA, 2007. 132 p. (Dissertation - Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras, MG.

Different genetic groups had been gotten from the pasture termination system with grass (*Brachiaria brizantha cv Marandu*, *Brachiaria Decumbens*, *Brachiaria Humidicula* and *Panicum Maximum Jacq*), (Angus, Guzer'a/Holand'es, Montana, Nelore) or from supplemented system (diet: 40.4% of maize in grains, 50.0% of sugar cane, 6.1% of soy bran, 1.5% of urea and 2.0% of mineral and vitamin (Gir, Simental, Holandês, Tabapuã and Pardo Suíço/ Nelore). The statistical analysis it was used a completely randomized design in hierarchic factorial (2 systems and 9 races), using PROC CORR of SAS (SAS Institute, 2004). The *longissimus dorsi* muscle was used for the evaluations of the quality parameters (physical composition, proximal composition and chemical composition) that were analyzed at 24 hours *post-mortem* and after 10 days of maturation. General averages of the data gotten in the analyses of physical composition in fresh meat: L* fresh (5.85), a* fresh (19.70), b* fresh (19.70), PPC fresh (31.19) and FC fresh (7.75); in the matured meat: L* matured (33.90), a* matured (16.07), b* matured (4.89), PPC matured (29.61) and FC matured (5.60); proximal composition: humidity (73.12), protein (19.36), ashes (0.89) and Lipíds (5.66); chemical composition: pH24 (5.85) and cholesterol (47.96). The value of pH24 was equal or superior than 5,8, that can be resulted of some stress that the animal suffered. The final pH24 was (P<0.05) lesser (5.83) in animals SS when compared with bovines finished in SP (5.90). Bovines finished in SP show, in fresh meat, lesser L* (31.92) and a* (19.03), P<0.05 and P<0.01 respectively, when compared with SS animals (L*=33.06 and a*=20.25) and this effect is kept in matured meats during 10 days. The shearing force was similar between the SS and SP in fresh meats (7.73 kgf and 7.74 kgf, respectively) and in matured meats (5,60 kgf and 5,40 kgf, respectively). Animals finishing SP showed (P<0.01) to *longissimus dorsi* muscle more humidity (74.23%) and protein (21.28%) and less total lipids (2.79%), in relation to the animals finished SS (72.46%, 18.12% and 7.38%, respectively). Thus, the finishing in SP produces darker and leaner meats, with

Guidance Committee: Maria Cristina Bressan (Adviser), - UFLA, José Luís Contado (Co-adviser) - UFLA.

similar tenderness in animals finished in the SS. Nine breeds of steers were finished on SP or SS. In the SP were compared the groups Angus, Guzerá/Holandês, Montana and Nelore (n=90) and in the SS were studied the groups: Gir, Simental, Holandês, Tabapuã, Pardo Suíço/Nelore (n=143) in relation to the quality characteristics. In the SS, the Gir animals showed ($P<0.01$) high pH₂₄ (5.90), when compared with Tabapuã (5.74) and Holandês (5.79). In the SP, the Angus, Guzerá/Holandês, Montana and Nelore showed similar pH₂₄, above of 5.8. In fresh meat, Guzerá/Holandês animals showed ($P<0.01$) darker meats (30.45) than Angus (32.97), Montana (31.99) and Nelore (32.26). In the SS, the samples of Pardo Suíço/Nelore (34.08) showed higher L* ($P<0.05$), than Holandês (27.96) and Simental (32.10). The breeds had affected the color stability, and greater instability occurred in Montana and Pardo Suíço/Nelore. Averages of shearing force (FC), SP, were high ($P<0.01$) in samples of Nelore (9.16 kgf), intermediate in Montana and Angus (7.66 and 7.86 kgf) and low in Holandês Guzerá/(6.29 kgf). In the SS, high values had been gotten in Tabapuã (8.85 kgf), intermediate in Gir and Pardo Suíço/Nelore (7.97 and 7.92 kgf, respectively) and low in Holandês (6.60 kgf). The difference in FC (FC_{24h}-FC_{10d}) between the breeds was similar. The breeds had affected ($P<0.01$) the proximal composition. The breeds or crossings had influenced pH₂₄, color, PPC, FC, humidity, protein, lipids, ashes and cholesterol. The characteristics of meat quality, in these breeds showed an association with the proximal composition, where the breeds that present more total lipids show greater luminosity, greater stability of the color and low cooking loss. The meat of the bovines of this study, with FC bigger than 8.0kgf in 24 hours, showed FC lesser than 8,0 kgf, after a maturation of 10 days in 1° C. The maturation during 10 days increased the number of 130 (55.79%) soft samples in the fresh meat for the number of 208 (96.3%), acting positively in the texture meat of the studied animals.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é, atualmente, o maior exportador mundial de carne bovina, como resultado de avanços técnicos conseguidos ao longo do tempo, associados a outros fatores, como: contexto de mercado internacional favorável; desvalorização da moeda nacional; incentivos governamentais, como a divulgação da qualidade “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 sua afirmação no mercado internacional tem esbarrado em problemas sanitários (febre aftosa) e em dificuldades de padronização da qualidade sensorial (maciez).

No mercado internacional, os padrões de qualidade são exigentes e as carnes destinadas à exportação devem apresentar conformidade com as especificações, de forma a promover a satisfação dos consumidores. Além disso, essa cadeia produtiva deve atender aspectos de responsabilidade social e ambiental envolvidos com a criação dos animais, a industrialização e a distribuição da carne, havendo necessidade de garantir o controle de todo o circuito ("do prado ao prato") por meio de um sistema de rastreabilidade integrado e coerente.

Esses grupos de animais, em relação à qualidade de carne, apresentam comportamentos distintos. Comparativamente aos animais *Bos taurus*, os bovinos *Bos indicus* apresentam carnes com menor índice de tenrura (Johnson et al., 1990; Wheeler et al., 1990; Whipple et al., 1990; Rubensam et al., 1998; Vaz et al., 2002; Heinemann et al., 2003), o que se traduz em menor aceitação pelo consumidor (Bleman et al., 1997).

A obtenção de carnes com características de qualidade sensorial desejáveis depende do controle das operações que envolvem aspectos

zootécnicos (genética, manejo e nutrição) e tecnológicos do abate (Warriss, 2003; Gomide et al., 2006). Entre os aspectos zootécnicos, sabe-se que as raças de bovinos utilizadas em um determinado sistema de produção podem apresentar diferenças acentuadas em termos de qualidade final da carne, sobretudo na maciez.

A satisfação sensorial é a principal responsável pela manutenção de determinado produto no mercado e, entre as características de qualidade de carne, a maciez é o fator mais importante na aceitação pelo consumidor. Contudo, a maciez e os demais atributos de qualidade apresentam variações que podem oscilar entre limites de aceitação da qualidade (Shackelford et al., 1991; Gomide et al., 2006), as quais são importantes, tanto entre raças, como entre sistemas de terminação (Marshall, 1999).

Na indústria da carne bovina, muitas medidas são adotadas para padronizar a maciez dos cortes, como redução da idade de abate, abatimento de animais com acabamento mínimo de gordura (3 mm), promoção do seu bem-estar e estímulo elétrico de carcaças (Warriss, 2003), entre outros. Contudo, essas medidas não são, por si só, efetivas para garantir a maciez, sobretudo em raças que naturalmente apresentem problemas de qualidade, como é o caso dos animais do tipo *Bos indicus* (Shackelford et al., 1991).

Pesquisadores descrevem que os aspectos mais importantes relacionados à maciez e à sua variação, quando comparados os bovinos *Bos taurus* e *Bos indicus*, estão associados com a maturação da carne, na qual o sistema calpaína (calpaínas/calpastáina) é o principal responsável pela fratura das estruturas protéicas e, conseqüentemente, por uma maior ou menor maciez (Wheeler et al., 1990; Rubensam et al., 1998). A calpastatina, devido ao seu efeito inibidor sobre atividade das enzimas proteolíticas, entre elas a calpaína, também está correlacionada com a maciez da carne (Koohmaraie, 1992), sendo que sua

atividade explica entre 40 e 61% da variabilidade observada na maciez (Shackelford et al., 1994).

Considerando as dimensões territoriais e as variações climáticas, diferentes raças bovinas dos grupos *Bos indicus* e *Bos taurus* estão distribuídas no território brasileiro. Nas regiões mais quentes (clima tropical e subtropical), as raças do grupo *Bos indicus* prevalecem, devido à sua maior adaptação (animais rústicos, resistentes a parasitas, etc.), enquanto os *Bos taurus* são mais utilizados nas regiões de clima ameno e temperado.

A exploração das diferenças entre raças tem sido uma prática corrente, traduzida na utilização de cruzamentos, sendo fundamental que as raças mantenham a sua identidade própria (conservação) e que cada uma desempenhe, no cruzamento, o papel mais adequado (complementaridade), de forma a otimizar os resultados globais (Gama, 2002).

A pecuária de corte nacional caracteriza-se pela produção quase que exclusiva em sistemas de pastagem e divide a produção de carnes em dois períodos: período das águas (Outubro a Abril), quando a alta produção forrageira resulta em elevado desempenho animal; e período das secas (Maio a Novembro), quando a produção limitada de pastagens retarda o crescimento animal ou provoca perdas de peso. Alternativas são desenvolvidas para o período de baixa forrageira, como a suplementação em pastagens (Nussio et al., 2001) e o uso estratégico de confinamento (Burgi, 2001). Assim, as perdas ocorridas no período de baixa produção forrageira podem ser minimizadas.

Os conhecimentos atuais de caracterização da qualidade de carne nas diferentes raças são, em sua maioria, oriundos de animais produzidos em outros países, cujas condições de solo, disponibilidade e qualidade de pastagens e condições climáticas diferem daquelas encontradas no Brasil. Alguns trabalhos, restritos a poucas raças, foram realizados no Brasil (Rubensam et al., 1998; Chardulo, 2000; Rodrigues et al., 2004), mas a informação disponível é escassa.

Os objetivos do presente trabalho foram avaliar a composição proximal (proteína, umidade, gordura e cinzas), os parâmetros físico-químicos (pH₂₄, força de cisalhamento, perda de peso por cozimento e cor) e o índice de colesterol do músculo *longissimus dorsi* de bovinos dos genótipos *Bos taurus* e *Bos indicus* e de animais cruzados, terminados em sistema a pastagem ou suplementados com concentrado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações sobre o desenvolvimento das raças e manejo no Brasil

As raças bovinas brasileiras são originárias das raças da Península Ibérica, trazidas pelos portugueses durante o período da colonização e que, com o passar dos anos, se adaptaram às condições locais, daí resultando um conjunto de raças bovinas naturalizadas do Brasil.

Atualmente são reconhecidas, como naturalizadas, as raças Caracu, Crioulo Lageano, Curraleiro, Junqueira, Pantaneiro e Mocho Nacional (Mariante et al., 2003). Posteriormente foram introduzidas outras raças européias, sendo que no século XIX, teve início a importação de animais do tipo *Bos indicus*. A criação desse grupo de animais teve enorme expansão no Brasil, sobretudo nas regiões de clima tropical, existindo, atualmente, quatro raças de *Bos indicus* exploradas comercialmente (Nelore; Guzerá; Sindhi e Gir). Estima-se que cerca de 83% da carne de bovino produzida no país resulte de animais do tipo zebu ou de seus cruzamentos (Mariante et al., 2003).

Algumas dessas raças mostraram muito boa adaptação às condições edafoclimáticas locais e resultados adequados para a exploração, de tal forma que as raças européias, na região Sul, conseguiram atingir índices de produção similares aos obtidos nos seus países de origem, enquanto raças zebuínas têm demonstrado resultados técnicos satisfatórios mesmo em condições climáticas adversas, tanto em raça pura (região Nordeste) como em cruzamento com raças européias (região Centro-oeste).

A exploração das diferenças entre raças tem sido uma prática corrente, traduzida na utilização de cruzamentos, sendo fundamental que as raças mantenham a sua identidade própria (conservação) e que cada uma desempenhe,

no cruzamento, o papel mais adequado (complementaridade), de forma a otimizar os resultados globais (Gama, 2002).

A pecuária de corte nacional caracteriza-se pela produção quase que exclusiva em sistemas de pastagem e divide a produção de carnes em dois períodos: período das águas (Outubro a Abril), quando a alta produção forrageira resulta em elevado desempenho animal; e período das secas (Maio a Novembro), quando a produção limitada de pastagens retarda o crescimento animal ou provoca perdas de peso. Alternativas são desenvolvidas para o período de baixa forrageira, como a suplementação em pastagens (Nussio et al., 2001) e o uso estratégico de confinamento (Burgi, 2001). Assim, as perdas ocorridas no período de baixa produção forrageira podem ser minimizadas.

Animais alimentados com concentrado ingerem maior quantidade de energia, apresentando taxas mais elevadas de crescimento, o que pode afetar indiretamente, de forma positiva, a textura, a suculência, por meio da maior deposição de gordura intramuscular. Dessa forma, o sistema de terminação pode influenciar a composição química e, conseqüentemente, a qualidade da carne (Wood et al., 2003; Steen et al., 2003; Ladeira, 2006).

2.2 Os atributos de qualidade de carnes

As características de qualidade mais importantes nas carnes vermelhas 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 (Shackelford et al., 2001; Gomide et al., 2006; Krystallis & Arvanitoyannis, 2006). 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 (Wheeler et al., 2000; Koohmaraie et al., 2002; Soria & Corva, 2004; Otto et al., 2006).

2.3 Transformação do músculo em carne (maturação)

Os músculos dos animais abatidos passam por reações bioquímicas ao longo do período *post mortem*, entre elas a alteração do pH.

No animal vivo, o pH oscila entre 7,3-7,5 e passando a 5,4-5,7 nas primeiras 24h *post mortem* (Swatland, 2003; Warriss, 2003), quando a glicose é utilizada na via glicolítica, produzindo ácido lático. Essas reações desencadeiam três fases distintas: *pré-rigor*, *rigor* e *post rigor*. Uma vez instalado o *rigor*, na ausência de energia (<60% das reservas ou $\text{pH} \leq 5,9$), ocorre a formação da actomiosina, cessa a recaptação do cálcio e as membranas celulares tornam-se instáveis, com liberação das catepsinas e ativação das enzimas proteases cálcio dependentes.

A instalação do *rigor* determina o início da maturação, período em que ocorrem alterações significativas na microestrutura do músculo e nas características de qualidade como textura, maciez e capacidade de retenção de água (Palka, 2003). A maturação é atribuída em grande parte à ação das calpaínas (μ -calpaína, m-calpaína) (Goll et al., 1998; Goll et al., 2003; Muroya et al., 2006) e da calpastatina, uma enzima inibidora das calpaínas (Koohmaraie et al., 2002). O sistema calpaína atua mais expressivamente nas regiões em que os miofilamentos de actina se ligam aos discos Z, no sarcômero. Assim, os miofilamentos são parcialmente rompidos e o músculo se torna mais extensível,

no *post rigor*, embora a actomiosina permaneça indissociável (Swatland, 2003; Warriss, 2003). Nesse sistema, as calpaínas têm sua atividade catalítica inibida pela calpastatina, sendo a relação entre a atividade da calpastatina e a maciez em carnes vermelhas é demonstrada por autores (Koohmaraie, 1992; Shackelford et al., 1994).

No músculo, as calpaínas e a calpastatina estão próximas e a calpaína expressa rapidamente a sua atividade proteolítica, enquanto um longo tempo é necessário para ativar a calpastatina, a qual interage com a atividade das calpaínas a fim de prevenir a degradação inespecífica. Entretanto, De Tullio et al. (1999) mostraram que a calpastatina se encontra ligada a invaginações nucleares, enquanto as calpaínas estão localizadas no sarcoplasma. A calpastatina é um substrato da proteína quinase C, a qual fosforiliza um resíduo de serina próximo do N terminal. Assim, a fosforilação aumenta a concentração de Ca^{2++} requerida para a indução da formação do complexo calpaína – calpastatina e pode ser um mecanismo de controle de inibição do efeito da calpastatina (Goll et al., 2003).

2.3.1 A extensão da proteólise em relação a bovinos *B. taurus* e *B. indicus*

Estudando mecanismos de amaciamento de carnes, Wheeler et al. (1990) compararam bovinos Hereford e Brahman e encontraram músculos *longissimus* menos macios em bovinos Brahman do que em Hereford. A atividade das enzimas catepsinas não variou entre os animais, demonstrando pouco efeito das catepsinas na maturação. Os autores descrevem que, possivelmente, a atividade das proteases cálcio dependentes e o modulador, (calpastatina) sejam responsáveis pela diferença de maciez entre os grupos.

A extensão da proteólise induzida pelas calpaínas em bovinos *Bos indicus* e *Bos taurus* difere. Shackelford et al. (1991), avaliando músculos *longissimus* de bovinos Angus-Hereford e 5/8 Brahman, encontraram maior

força de cisalhamento nos animais zebuínos, embora as atividades das calpaínas I e II não tenham sido afetadas pelo cruzamento, entretanto a atividade de calpastatina foi mais elevada nos animais 5/8 Brahman. Os autores concluíram que o aumento na força de cisalhamento em bovinos 5/8 Brahman foi resultado da maior atividade da calpastatina.

Trabalhos mostram que à medida que a proporção de *Bos indicus* aumenta, ocorre uma redução na maciez da carne. Rubensam et al. (1998), comparando músculos *longissimus dorsi* de bovinos Polled Hereford puros; 3/4Hereford, 1/4Nelore (3/4H1/4N) e 5/8Hereford 3/8Nelore (5/8H3/8N) quanto à atividade de calpastatina e à força de cisalhamento, observaram que a participação crescente do genótipo *Bos indicus* nos rebanhos, com o objetivo de obtenção de vantagens zootécnicas, resultou em carne de pior maciez.

As reações de proteólise das miofibrilas são apontadas como as principais responsáveis pela perda da integridade estrutural do tecido, com o conseqüente aumento da maciez da carne. Dois sistemas proteolíticos, as enzimas lisossômicas (catepsinas) e as proteases cálcio dependentes (calpaínas e calpastatinas), são tradicionalmente apontados como responsáveis por essas mudanças; porém, recentemente foram acrescentados a esses dois sistemas o complexo das proteases multicatalíticas (CDP) (Koohmaraie & Geesink, 2006; Soria & Corva, 2004; Koohmaraie et al., 1988).

O mecanismo de maturação da carne inicia-se pela ação das calpaínas, que degradam os componentes das linhas Z e digerem as proteínas desmina, titina, troponina C, nebulina, tropomiosina e proteína C. Essas se tornam polipeptídeos, os quais, por sua vez, serão substratos das catepsinas, que formarão peptídeos menores e aminoácidos livres, constituindo, assim, uma carne amaciada (Coró et al., 1999). As atividades das calpaínas I e II durante o armazenamento da carcaça ou de cortes diferem entre si, pois a calpaína II permanece estável no período *post mortem* e apresenta perdas progressivas,

enquanto a calpaína I perde 50% de suas atividades após 8 horas do sacrifício. Esse parece ser o principal argumento para apontar a calpaína I como a enzima responsável pelo amaciamento da carne (Koohmaraie et al., 1988; Koohmaraie, 1992; Oddy et al., 2001).

2.4 Comportamento animal e aspectos bioquímicos

Os fatores de estresse pré-abate podem afetar as características de qualidade de carne devido ao consumo das reservas de glicogênio muscular antes do abate, pois este é o substrato metabólico que origina o lactato, responsável pelo declínio de pH *post mortem* (Pösö & Puolanne, 2005). O animal abatido com ausência, ou reservas baixas de glicogênio muscular pode originar carnes escuras e valores de pH elevados no *post mortem*. As situações que desencadeiam esse tipo de alteração são transporte em condições adversas e manejo pré-abate inadequado (Heinemann et al., 2003).

Alguns autores citam que as raças zebuínas são mais susceptíveis ao estresse (Grandin, 2000; Voisinet et al., 1997a), que poderia afetar o pH. Entretanto, Silveira et al. (2006) avaliaram, em 40 bovinos de corte, a interação grupo genético (Aberdeen Angus e ½Aberdeen Angus x ½Nelore) x temperamento, avaliado por atribuição de escores comportamentais e seu efeito sobre a carne. Esses autores verificaram que os animais cruzados apresentaram temperamento mais agitado do que os animais puros, mas não encontraram diferença para valores de pH às 24 horas *post mortem* (pH 24 horas igual a 5,54 e 5,53 para Aberdeen e animais cruzados, respectivamente).

Neath et al. (2007), trabalhando com cinco novilhos cruzados Brahma x Philippine Native e cinco Philippine Carabao x Bulgarian Murrah, abatidos em condições humanitárias, encontraram, pH 24 horas inferior a 5,8 e, antes das 15 horas *post mortem*, valor de pH de 5,9 no músculo *longissimus thoracis*. Assim, é possível que o fator raça zebuína não seja predisponente de pH final elevado.

Por outro lado, as raças taurinas podem apresentar essa condição. Silva et al. (1999), trabalhando com 23 bovinos das raças Maronesa, com idade de 8 a 11 meses, encontraram 16 (69,6%) animais com pH 24 horas maior ou igual a 6,1.

2.5 Composição física

Os parâmetros físicos são aqueles mensuráveis, como cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne cozida, os quais podem ser avaliados subjetivamente ou medidos com aparelhos específicos. Os atributos de qualidade mensurados em laboratório procuram traduzir os atributos de qualidade percebidos pelo consumidor, sendo os parâmetros de qualidade medidos física ou quimicamente.

2.5.1 Cor

A cor é o fator de qualidade que o consumidor associa à qualidade da carne no momento da compra, constituindo o critério de seleção, a não ser que outros fatores, como odor, sejam marcadamente alterados (White et al., 2006). O consumidor prefere carnes com coloração vermelho brilhante, discrimina carnes escuras, por associar esta cor com carne de animais velhos e de maior dureza, ao passo que associa a cor clara à carne de animais jovens. Essa relação muitas vezes não é verdadeira, uma vez que valores de pH inadequados podem produzir colorações anormais, independentemente da idade ou da maciez (Cornforth, 1994; Restle et al., 2002; Zeola, 2002).

A percepção da cor é um fenômeno fisiológico e varia de acordo com a visão do observador e com a qualidade e a intensidade da luz, bem como com as propriedades físicas e químicas do alimento. Além disso, a medição da cor requer que variáveis como a área do objeto, a luminosidade suficiente com espectro visível e a visão do homem sejam controladas (Macdougall, 1994).

A cor pode ser afetada por fatores intrínsecos, como tipo de músculo, espécie, raça, sexo e idade do animal, e fatores extrínsecos, como sistema de terminação e esforço ao qual o animal foi submetido antes do abate. A quantidade de mioglobina em um determinado corte varia com a atividade física dos músculos, a maturidade fisiológica do animal e a distribuição da fibra. Em fibras vermelhas, a quantidade de mioglobina é superior à encontrada em fibras brancas devido ao metabolismo inerente da fibra vermelha que está associado à oxidação e a demandas elevadas de oxigênio.

A cor é resultado da combinação de vários fatores. Uma cor específica tem três atributos conhecidos: comprimento de onda, intensidade de luminosidade ou reflectância (Swatland, 2003). A cor vermelha da carne é devida à presença de uma heme-proteína, a mioglobina. Algum sangue residual pode estar presente na carne, mas é mínima e de pouca prática sua consideração na coloração da carne (Bressan et al., 2003). Em músculos bem sangrados, 80-90% do total de pigmentos é constituído pela mioglobina, podendo estar presentes outros pigmentos, como hemoglobina, catalase e citocromo oxidase.

A mioglobina consiste de uma porção de proteína globular (globina) e um grupo prostético, o anel heme. O anel heme é uma estrutura química plana, em que o átomo de ferro está localizado centralmente, possuindo seis sítios de ligação. Um desses locais de ligação está disponível para se ligar a vários grupos químicos. O grupo químico ligado a este sítio e o estado de oxidação do ferro são os fatores mais importantes na determinação da cor da carne (Cornforth, 1994; Manço, 2006).

O estado químico da mioglobina depende da valência do íon ferro localizado no interior do anel heme. Quando o íon ferro se encontra no estado reduzido (ferroso, Fe^{2+}), ele pode se ligar a uma molécula de água ou de oxigênio molecular. Na ausência de oxigênio molecular, como ocorre no interior das peças ou nas carnes a vácuo, o íon Fe^{2+} combina-se com a água e a

mioglobina torna-se desoximioglobina e adquire uma coloração vermelho escura, de baixa luminosidade. Todavia, quando o íon Fe^{2+} se liga ao oxigênio do ar, nas situações de exposição ou em embalagens permeáveis aos gases, a mioglobina transforma-se em oximioglobina e a carne adquire uma atraente coloração vermelho cereja, de maior luminosidade. No entanto, quando o íon ferro se oxida (estado férrico, Fe^{3+}) sob baixa tensão de oxigênio, a mioglobina transforma-se em metamioglobina, de coloração marrom, indesejável do ponto de vista comercial (Swatland, 2003).

De acordo com Macdougall (1994), não existe uma recomendação geral quanto ao procedimento de mensuração da cor, pois os equipamentos usualmente utilizados (colorímetros e espectrofotômetros) podem apresentar características distintas quanto ao diâmetro de abertura, ao tipo de iluminante e ao ângulo de observação, produzindo resultados semelhantes, mas não iguais. Um sistema de mensuração de cor muito utilizado em diversas áreas é o espaço $L^* a^* b^*$, também conhecido como CIELAB. Neste espaço, L^* indica luminosidade e a^* e b^* são coordenadas de cromaticidade, em que o eixo $-a^*, +a^*$ vai de verde a vermelho e o eixo $-b^*, +b^*$, de azul a amarelo. Em cada uma dessas direções (eixos a e b), quando se caminha para as extremidades, tem-se maior saturação da cor.

2.5.2 Perda de peso por cocção (PPC)

A perda de peso por cocção (PPC) corresponde às perdas que ocorrem durante o processo de preparo da carne para consumo, sendo calculadas de forma simples e rápida 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, apesar de alguns autores descreverem que o cozimento em banho-maria ($75-80^{\circ}C$) tende a aumentar a dureza da carne (Zeola, 2002).

2.5.3 Força de cisalhamento (FC)

Os atributos sensoriais avaliados no momento do consumo são sabor, suculência e maciez (Madruga et al., 1999; White et al., 2006; Krystallis & Arvanitoyannis, 2006). Entretanto, entre esses a maciez é a característica mais importante (Cundiff et al., 1993; Shackelford et al., 2001; Swatland, 2003; Warriss, 2003; Gomide et al., 2006).

A variação de qualidade de carne bovina é atribuída à falta de padronização dos sistemas de produção, à genética do rebanho e à inabilidade em identificar as carcaças que produzem maior quantidade e melhor qualidade de carne (Shackelford et al., 1991). A padronização dos sistemas de produção de carne é capaz de garantir um produto de qualidade específica, que atenda às exigências de mercado (Silveira, 2003). Em sistemas de produção intensiva de carne, a obtenção da máxima eficiência biológica, aliada à rápida deposição do tecido muscular esquelético, representam as variáveis capazes de determinar o sucesso na adoção de tecnologia (Williams, 1995; Silveira, 2003). Nesse sentido, a delimitação da quantidade de carne produzida, associada à adequada terminação da carcaça, são fundamentais na determinação da eficiência biológica de animais de diferentes tamanhos à maturidade e taxas de crescimento, em sistemas intensivos de produção de carne.

A maciez pode ser definida como a facilidade como 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. Parece que os consumidores somente são capazes de detectar diferenças de maciez acima de 15%. No entanto, observa-se que a faixa de aceitação da maciez é ampla, havendo vantagens para as carnes mais macias quando outros fatores são constantes (Price & Schweigert, 1994; Warriss, 2003).

As propriedades físicas da carne, como estrutura, firmeza e textura, são difíceis de avaliar objetivamente. Esses fatores são geralmente avaliados por análise sensorial (visual, tátil e degustativa). Vários fatores, como o estado de rigor associado às propriedades de CRA, a gordura intramuscular, o índice de tecido conjuntivo e o comprimento de feixes intramusculares, contribuem para estas propriedades (Otto et al., 2006).

Segundo a força que se aplique, 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 (Vosey, 1976; Francis et al., 1981; Swatland, 2003). A carne bovina é considerada como tendo uma maciez aceitável quando apresenta valores de força de cisalhamento de 8 kgf (Price & Schweigert, 1994; Zapata et al., 2000).

A distribuição espacial e a composição do tecido conectivo do músculo variam com a posição do músculo, a sua função e a idade do animal (Purslow, 2005). Ligações cruzadas entre as fibras de colágeno em animais velhos geralmente resultam em carnes duras. O tecido conectivo intramuscular tem sido associado à maciez basal da carne, ou seja, essa estrutura mantém ou contribui para a força de cisalhamento, mesmo após a maturação (Purslow, 2005).

Durante o resfriamento das carcaças, há um evidente e progressivo desenvolvimento da rigidez. Esse aumento ocorre a partir da perda de extensibilidade, que acompanha o *rigor mortis*, e da solidificação da gordura, dentro e ao redor do músculo. Durante a estocagem, algumas alterações podem ocorrer, resultando em melhoria da palatabilidade e maciez (Parr et al., 1999; Kent et al., 2004).

A força de cisalhamento muda substancialmente no *post mortem*. Koohmaraie et al. (2002) descrevem que, em carnes vermelhas, no momento do abate essa medida é de 5 kgf; às 24 horas, de 8,5 kgf; e após as 72 horas, de 5

kgf. A esse comportamento da força de cisalhamento, os autores atribuem o encurtamento de sarcômero que ocorre na fase de *rigor mortis*.

Neath et al. (2007), estudando o efeito da maturação em músculos *longissimus thoracis* e *semimembranosus* de 5 novilhos cruzados Brahma x Philippine Native, mantidos a 4°C aos 2, 4, 7 e 14 dias *post mortem*, encontraram, aos 4 e 14 dias, valores de força de cisalhamento de 60 e 55N/cm², respectivamente (Nesse caso, a perda na força de cisalhamento foi de 8,33%).

Oliveira (1993) relatou valores de força de cisalhamento de 5,91 kgf e 4,86 kgf, respectivamente para a carne não maturada de novilhos Nelore e para a carne com 14 dias de maturação. E Ormenese (1995) encontrou uma alta correlação ($r=0,77$, $P<0,001$) entre força de cisalhamento no 1° e no 28° dias de maturação, o que permitiria classificar, no 1° dia, a carne que, depois de maturada, apresentaria força de cisalhamento menor do que 5 kgf. Para o referido autor, o contrafilé (*longissimus dorsi*) com até 8,0 kgf no 1° dia apresentaria resultados satisfatórios ao final do período. Considerando que as forças de cisalhamento mínima e máxima desta pesquisa foram 5,26 e 8,40 kgf com uma semana, é provável que um período de 28 dias de maturação teria tornado aceitável grande parte das amostras.

2.6 Composição proximal

2.6.1 Umidade

A água, entre os componentes do tecido muscular, é o maior constituinte, e seu índice é inversamente proporcional ao conteúdo de gordura. A água existente nos tecidos apresenta proporções variáveis entre 71% e 76 %, sendo esse valor constante de um músculo para o outro no mesmo animal e mesmo entre espécies.

Considera-se que as moléculas de água se localizam em três regiões ao redor da molécula de proteína: a) uma primeira camada de hidratação está na

interação predominante de íons dipolo entre as moléculas de água orientadas e os grupos carregados da superfície da proteína representando 5% (água de ligação); b) uma segunda camada de hidratação representando 10% (água de imobilização) atenua os efeitos de orientação das moléculas que gradativamente se convertem; e c) uma região de água livre, representando 85% (Correia & Correia, 1989).

A água constitui o meio fluido do organismo animal, funcionando como meio de transporte de nutrientes, metabólitos, hormônios e excretas; também é sede de reações químicas e processos metabólicos. Sendo tão abundante, tem grande influência na qualidade da carne, como na sua suculência, textura, cor e sabor, e nos processamentos que ela sofre, tais como resfriamento, congelamento, salga cura e enlatamento, entre outros. Além disso, a água presente no músculo exerce influência sobre o rendimento da carcaça, uma vez que a perda de água da carcaça durante o resfriamento leva a perda de peso; as características sensoriais da carne, já que a água que fica retida no músculo interfere na maciez, suculência, aparência e coloração; e a perda de água no cozimento, que determina a variação de valor nutritivo da carne (Pardi et al., 1996; Dabés, 2001).

2.6.2 Lipídeos

A gordura pertence a um grupo heterogêneo de compostos insolúveis em água e solúveis em solventes apolares como éter, clorofórmio e benzeno. Essa fração é um constituinte dietético por conter alto conteúdo energético, vitaminas lipossolúveis (vitaminas A, D, E, K) e ácidos graxos essenciais. A gordura depositada na carne tem participação em atributos sensoriais desejáveis, como maciez, suculência e aroma.

Os lipídeos constituem o componente mais variável da carne, oscilando sua proporção conforme a espécie, a raça, o sexo, o manejo, a alimentação, a região anatômica, a idade do animal e, até mesmo, o clima (Warriss, 2003).

A gordura na carne pode estar armazenada de três maneiras: externa ou gordura subcutânea; intermuscular e intramuscular (marmoreio, na fibra muscular, no interior do sarcoplasma). Estudos evidenciam a participação da gordura intramuscular e do grau de gordura de cobertura como fatores que contribuem para a suculência e a maciez da carne (Judge et al., 1989).

2.6.3 Proteína

A proteína é o segundo maior componente da carne, com índice variando entre 18% a 22%. Além da fração protéica do tecido muscular, há uma porção não-protéica, que representa cerca de 1,5%, composta basicamente por aminoácidos livres e nucleotídeos (DNA, RNA, ADP, ATP, entre outros).

As proteínas musculares podem ser divididas em sarcoplasmáticas, miofibrilares e estromáticas. As sarcoplasmáticas são proteínas solúveis, representando cerca de 30-35% do total de proteínas, constituídas principalmente por enzimas e mioglobina. As miofibrilares solúveis em solução salinas, representam cerca de 55% das proteínas totais, sendo que os miofilamentos (miosina, actina, tropomiosina, troponina, α -actinina, β -actinina e proteínas C e M) constituem 14%. As estromáticas (10% a 15%) são proteínas insolúveis, constituídas pelos vários tipos de colágeno e proteínas (Zeola, 2002).

A disponibilidade em aminoácidos essenciais das proteínas musculares e suas características favoráveis de digestibilidade lhe conferem alto valor biológico. As proteínas dos tecidos conjuntivos representam exceção, pois são constituídas principalmente de colágeno e elastina, que são mais pobres em aminoácidos essenciais e de menor digestibilidade. Do ponto de vista fisiológico e independentemente de seu valor estrutural e energético, as proteínas são

necessárias na formação de enzimas, hormônios e hemoglobina. Elas participam, ainda, da regulação do metabolismo hídrico, da variação do pH dos diversos tecidos e do processo de imunidade natural às infecções (Pardi et al., 1996).

A presença de calpastatina parece ser o maior regulador da atividade das calpaínas e sua capacidade inibitória é bastante decrescida pelo pH final da carne em torno de 5,5. O nível inicial de calpastatina é um importante fator na determinação da taxa de amaciamento, embora não afete significativamente sua extensão (Delgado, 2001).

Segundo Koohmaraie et al. (1990), os valores de maciez diferenciados entre algumas espécies domésticas (bovinos, suínos e ovinos) podem ser atribuídos às diferentes taxas de degradação das proteínas miofibrilares nessas espécies.

2.6.4 Minerais

Os minerais presentes na carne exercem um importante papel fisiológico em sua constituição. Essas substâncias são parte integrante de um grande número de enzimas, intervindo na regulação da atividade muscular e nervosa, além de realizar um papel importante na transformação do músculo em carne.

A matéria mineral da carne representa, em média, 1,5% de sua composição química e está distribuída irregularmente no tecido muscular: 40% encontram-se no sarcoplasma, 20% formam parte dos componentes celulares e o restante distribui-se nos líquidos extracelulares. De forma geral, potássio, fósforo, sódio, cloro, magnésio, cálcio e ferro são os principais constituintes minerais da carne. O ferro exerce papel fundamental por participar da síntese da hemoglobina, mioglobina e certas enzimas. O cálcio está presente principalmente nos ossos e dentes e, em pequenas quantidades, no músculo e em outros tecidos comestíveis. Outros minerais também são encontrados em

pequenas quantidades, como cobre, manganês, zinco, molibdênio, cobalto e iodo (Zeola, 2002).

Os minerais, durante o descongelamento ou cocção, podem ser perdidos por lixiviação e muitos íons (cobre, ferro, magnésio, cloro e cobalto) podem afetar a vida de prateleira do produto final (Pardi et al., 1996).

2.7 Composição química

2.7.1 pH

A medida do pH é utilizada para avaliar a vida de prateleira e a qualidade da carne (Zeola, 2002). A queda do pH e a instalação do *rigor mortis* são, segundo Korkeala et al. (1986), os fenômenos de maior importância sobre as características sensoriais da carne.

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; Stephens et al., 2006). Quando ocorre pequeno declínio do pH após o sacrifício, permanecendo relativamente estável, com valores médios de pH final maiores ou iguais a 6,2, as carnes podem apresentar-se firmes, com superfície seca 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 (Sayre et al., 1963; Bendall, 1973; Forrest et al., 1979; Fletcher, 1991; Silva et al., 1999; Ferreira et al., 2006; Stephens et al., 2006).

Vários fatores influenciam na variação do pH, como o tipo de músculo, a espécie, a idade, a raça, o sexo, as condições de criação (alimentação), o tempo de jejum, a conservação e a estimulação elétrica. 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 do pH final, que varia inversamente em relação à taxa de glicogênio presente no músculo antes do sacrifício. O pH final depende também do poder tampão do próprio músculo, que aumenta com a intensidade do metabolismo glicolítico (Pösö & Puolanne, 2005). Geralmente de observa uma relação entre pH e músculos de uma carcaça, segundo a qual as aquelas com pH elevado apresentam pH ainda maiores nos músculos do quarto posterior e do largo dorsal (Sañudo et al., 1985).

2.7.2 Colesterol

O colesterol pertence a um grupo heterogêneo de compostos que podem ser agrupados em duas classes: os lipídeos complexos, que são saponificáveis por hidrólise alcalina; e os lipídeos simples, que são insaponificáveis (Warriss, 2003). Nesse grupo encontram-se os esteróis, entre os quais os mais frequentes no reino animal são os colesteróis, o ocoosterol e o 7-desidrocolesterol. Esse composto apresenta uma estrutura cíclica, com uma cadeia alifática lateral, e possui 27 átomos de carbono, com uma dupla ligação em C5 e C6 e uma ligação álcool em C3. Logo, o esterol é um álcool que pode ser esterificado.

O colesterol pode ser encontrado na circulação sanguínea na forma livre ou na forma esterificada. O ocoosterol é ligeiramente diferente do colesterol, sendo mais reduzido, e sua dupla ligação em C5 e C6 é hidrogenada. O 7-desidrocolesterol, por sua vez, é derivado do colesterol por desidrogenação em C7 e C8 (Correia & Correia, 1989).

O colesterol desempenha inúmeras funções fisiológicas, entre elas a de ser um constituinte estrutural em todas as membranas celulares; participar da síntese da vitamina D3 e ser precursor de dois grupos de compostos, que são os sais biliares (cólico, taurólico e glicólico, que promovem a digestão e absorção de gorduras) e os hormônios esteróides. Aproximadamente 90% do colesterol livre na célula animal está confinado na membrana plasmática, e o restante está

distribuído no retículo sarcoplasmático (somente para células musculares), nas membranas nucleares, nas mitocôndrias, lisossomas e peroxomas (Cunningham, 2004; Oda et al., 2004; Stryer, Berg & Tymoczko, 2004).

Na alimentação humana, atualmente o foco tem sido o índice de colesterol dos alimentos, o qual, em determinadas circunstâncias, tende a se acumular nas paredes internas dos vasos sanguíneos de grandes e médios calibres, levando à formação de ateroma e acarretando o aparecimento de problemas de degeneração e aterosclerose (Correia & Correia, 1989; Mcnamara, 1990).

Pesquisadores e profissionais de saúde aceitam que altos níveis de colesterol no plasma, associados a obesidade, fumo, álcool, hipertensão arterial, falta de exercícios físicos, estresse e fatores genéticos, podem causar aterosclerose, provocando infartos e trombozes. Para manter o colesterol sanguíneo baixo, a dieta deve ser pobre em lipídeos totais, colesterol e ácidos graxos saturados. Assim, os consumidores têm procurado adquirir, no mercado, alimentos mais saudáveis, com baixas concentrações ou isentos deste composto (Oda et al., 2004).

Independentemente da possibilidade de um alimento possuir colesterol ou não, existe uma série de fatores relacionados com sua composição que podem influir nos níveis de colesterol sérico do consumidor. As frações lipídicas e glicídicas contêm nutrientes ou componentes que, através de interações diretas com o colesterol da dieta, ou de interações bioquímicas, são capazes de induzir o organismo a alterações na relação entre o “bom colesterol” (colesterol localizado nas lipoproteínas de alta densidade, ou HDL-C) e o “mau colesterol” (colesterol localizado nas lipoproteínas de baixa densidade, e LDL-C) (Farfan, 1996).

As médias de colesterol relatadas em carnes variam largamente e estas variações são atribuídas a fatores como dieta, idade, sexo, espécie, raça, ambiente, estação do ano, quantidade de gordura, localização anatômica do

músculo, método de cozimento e método analítico (Bragagnolo, 1997; Ayerza Coates & Lauria, 2002; Van Heerden et al., 2002; Rule et al., 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais e sistemas de terminação

No presente trabalho foram utilizadas amostras do músculo *longissimus dorsi* de carcaças oriundas de bovinos machos, com idade de 33±10 meses, terminados em dois diferentes sistemas de terminação (pastagem e suplementados), conforme tabela 1.

Tabela 1 - Número de bovinos por grupo genético, nos diferentes sistemas de terminação.

ST	Nº de animais	Grupos genéticos	Nº de animais	Idade médias meses
SP	90	Aberdeen Angus	20	37
		Guzerá x Holandês	27	41
		Montana	17	42
		Nelore	26	38
SS	143	Gir	29	29
		Simental	32	26
		Holandês	23	30
		Tabapuã	30	36
		Pardo Suíço x Nelore	29	18

ST = sistema de terminação

SP = sistema pastagem

SS = sistema suplementado

Os animais do sistema de terminação em pastagens foram obtidos no final da estação de chuvas (período entre Outubro e Abril) e alimentaram-se de gramíneas (*Brachiaria brizantha cv Marandu*, *Brachiaria Decumbens*, *Brachiaria Humidicula* e *Panicum Maximum Jacq*), na região norte do Estado de Minas Gerais.

Os animais do sistema suplementado foram obtidos na estação de seca (período de Maio a Novembro) e terminados com suplementação pelo período

de 90 dias. Os animais receberam, em média, uma dieta com 40,4% de milho em grãos, 50,0% de cana-de-açúcar, 6,1% de farelo de soja, 1,5% de ureia e 2,0% premix mineral e vitamínico.

3.2 Operações de abate

Os animais foram abatidos após um jejum hídrico de 14 horas, nos frigoríficos Frisa, na cidade de Nanuque-MG (sistema pastagem), e Minerva, na cidade de Barretos-SP (sistema suplementado), conforme as normas e procedimentos oficiais (Brasil 1997), por meio de atordoamento por concussão cerebral (pistola pneumática), seguida da secção da veia jugular e eletroestimulação. As carcaças, após o abate, evisceração e inspeção final, foram resfriadas em câmara fria a 4 °C por, 24 horas.

3.3 Coleta das amostras

No momento da desossa, 24 horas *post mortem*, o pH da carcaça foi aferido, e uma porção de 500g do músculo foi coletada na altura da 5^o e 7^o costelas da meia carcaça esquerda para as análises de composição proximal, colesterol e análises físicas (cor, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento).

As amostras, identificadas e embaladas a vácuo em sacos de polietileno para as análises físicas e de composição química, foram congeladas às 24 horas *post mortem* em túnel de congelamento (-30 a -35°C) e mantidas em temperaturas de congelador comercial (-20°C).

3.4 Preparo das Amostras

As amostras cárneas do músculo *longissimus dorsi* (LD) foram descongeladas à temperatura de refrigeração (4°C) e submetidas a toailete com a

retirada da gordura subcutânea. As peças foram separadas para a realização das análises de: a) colesterol; b) composição proximal; e c) físicas.

As peças para as análises físicas foram novamente separadas para representar carne fresca (24 horas *post mortem*), que foi imediatamente analisada, e carne maturada (10 dias *post mortem*), que permaneceu embalada por nove dias a 1°C. Em seguida, as análises de cor, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) foram realizadas.

As análises laboratoriais foram realizadas em duplicata, nos Laboratórios do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (Laboratório de Tecnologia de Carnes e Pescado e Laboratório de Análise de Alimentos) e no Laboratório do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

3.5 Delineamento e análise estatística

O delineamento foi inteiramente casualizado em fatorial hierárquico (2 sistemas e 9 raças). Os dados referentes aos parâmetros de cor na carne fresca (L^*f , a^*f e b^*f) e maturada (L^*m , a^*m e b^*m), a perda de peso por cocção na carne fresca (PPCf) e maturada (PPCm), a força de cisalhamento na carne fresca (FCf) e maturada (FCm) e as diferenças entre os parâmetros de cor, perda de peso por cocção e força de cisalhamento, aos 10 dias *post mortem*, relativamente aos valores observados às 24 horas, bem como a evolução destas variáveis ao longo da maturação (L^*dif , a^*dif , b^*dif , PPCdif e FCdif, respectivamente), foram submetidos a análise de variância utilizando o PROC GLM do SAS (SAS Institute, 2004). Os resultados de pH às 24 horas, umidade, composição proximal na matéria integral (proteína, cinzas e Lipídeos) e colesterol foram analisados de forma idêntica. Para idade dos animais foi feita análise de estatística da mesma forma, como não houve diferença significativa, não foram apresentados os resultados. Em todos os casos, na análise estatística de cada

uma das variáveis, considerou-se o efeito do sistema de terminação e da raça dentro do sistema, obtendo-se as correspondentes médias ajustadas.

Adicionalmente, estimaram-se os coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis em estudo, bem como suas significâncias, utilizando o PROC CORR do SAS (SAS Institute, 2004). Esta análise foi realizada para o conjunto de dados de uma maneira geral e dentro de cada um dos sistemas de terminação, de forma a investigar possíveis associações entre variáveis consoantes ao sistema.

Numa análise posterior, estimou-se a diferença entre raças de tipo *Bos taurus* e *Bos indicus*, excluindo desta análise todos os grupos de animais cruzados (Guzerá*Holandez, Montana e Pardo Suíço*Nelore). Para esta análise, realizada com o PROC GLM do SAS (SAS Institute, 2004), utilizaram-se os contrastes adequados para estimar as diferenças, ponderando os efeitos das raças Angus, Holandês e Simental por um coeficiente de 1/3, e das raças Nelore, Gir e Tabapuã por um coeficiente de -1/3.

3.6 Análises laboratoriais

3.6.1 pH

As leituras de pH foram realizadas no músculo *longissimus dorsi*, na altura da 12ª vértebra, com o auxílio de um potenciômetro portátil da marca Mettler Toledo, modelo 1120x, com eletrodo de penetração com resolução de 0,01 unidades de pH. O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,00 e 7,00. A limpeza do eletrodo foi feita com detergente neutro e água destilada ao final de cada leitura por carcaça. Para a realização das leituras, o músculo foi perfurado com a ponta de uma faca. Em cada músculo foram realizadas três medidas, sendo a média utilizada na análise estatística.

3.6.2 Extração e determinação de colesterol

As amostras para a extração de lipídeos com a finalidade de determinação da composição lipídica foram extraídas dos músculos *longissimus dorsi* (LD), isentos de gorduras aparentes e tecidos conjuntivos. A extração de lipídeos foi realizada empregando a menor exposição da amostra a temperaturas elevadas, de acordo com os procedimentos estabelecidos por Folch et al. (1957).

As amostras de cinco gramas foram homogeneizadas em 50mL de solução clorofórmio/metanol (2:1), e filtradas, em papel filtro com velocidade média, para funil de separação de 500mL. O material filtrado foi agitado com 10mL de solução de cloreto de potássio a 12%, permanecendo em repouso por 2 horas para separação das porções polar e apolar. A porção polar foi descartada e a porção apolar foi submetida a nova separação, começando com agitação com 6mL de solução saturada de cloreto de potássio, permanecendo em repouso por 12 horas. Depois da segunda separação, a fração apolar foi recolhida para um balão volumétrico de 50mL, ao qual foi adicionado clorofórmio até completar o volume. Desse extrato foram retirados 5mL para determinação de colesterol.

A determinação do colesterol foi realizada por metodologia colorimétrica de acordo com Bohac et al. (1988), com adaptações de Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995). A alíquota de 5mL do extrato foi evaporada com nitrogênio gasoso e saponificada com solução de hidróxido de potássio em etanol 12%. A porção não saponificada (colesterol) foi extraída com hexano, concentrada com nitrogênio gasoso em banho-maria a 45°C e submetida à reação de cor por agitação durante 10 segundos com ácido acético e ácido sulfúrico, tendo como catalisador o sulfato ferroso. Após a agitação, a amostra permaneceu em repouso por 15 minutos, e em seguida foi feita leitura no espectrofotômetro com comprimento de onda de 490nm.

A quantificação do colesterol foi realizada por relação com a curva padrão elaborada com 0,01g de colesterol (p.a.) diluído em 50mL de hexano em

balão volumétrico. Dessa solução, 5mL foram retirados e diluídos novamente com hexano em balão volumétrico de 25mL, a partir do qual foram retiradas alíquotas de 1, 2, 3, 4 e 5mL, correspondentes às concentrações de 40, 80, 120, 160 e 200µg/mL. As alíquotas de colesterol da curva padrão foram suficientes para cobrir as possíveis variações de concentrações previsíveis para as amostras.

3.6.3 Cor

O músculo *longissimus dorsi* do lado esquerdo da carcaça foi descongelado à temperatura de 4°C, seccionado no sentido transversal das fibras musculares, em 3 fatias na forma de bifês, e a superfície do corte foi exposta às misturas dos gases atmosféricos pelo período de 30 minutos.

A leitura da cor foi realizada na superfície dessas fatias, utilizando o sistema CIE L*a*b*, iluminante D65, 10° graus para observador padrão, usando o equipamento Minolta CR 200b calibrado para um padrão branco. Três leituras foram realizadas por fatia e as médias das 9 determinações para L*, a* e b* (Little, 1976) foram utilizadas na análise estatística.

3.6.4 Perda de peso por cocção (PPC)

A perda de peso por cozimento foi determinada conforme descrição de American Meat Science Association, AMASA (1978). Para a análise de PPC foram utilizadas três fatias do músculo *longissimus dorsi*. As amostras identificadas foram pesadas em balança semi-analítica, embaladas em papel alumínio e cozidas em chapa a 150°C até atingirem a temperatura interna de 65°C. Após o cozimento, as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente e novamente pesadas. A diferença entre peso inicial e final das amostras de *longissimus dorsi* correspondeu à perda de peso no cozimento.

3.6.5 Força de Cisalhamento (FC)

As amostras utilizadas para PPC foram usadas para medir a força de cisalhamento. De cada amostra foram retiradas três fatias de 1cm de espessura, com auxílio de uma faca. O corte foi realizado paralelamente à orientação das fibras musculares, em amostras 1 x 1 cm² de área, evitando amostras com aponeuroses ou gorduras. A FC foi mensurada com auxílio de um texturômetro, modelo TAXT2, acoplado a uma lâmina tipo Warner-Bratzler, sendo a amostra cisalhada, 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 = 5,00 mm/s. Os resultados foram expressos em kgf, e a média das leituras de cada músculo utilizada na análise estatística.

3.7 Análise proximal

Para a determinação da composição proximal, as amostras, foram homogeneizadas em multiprocessador até a obtenção de uma massa homogênea. A proteína bruta foi quantificada pelo método de Kjeldahl; os lipídeos totais foram extraídos pelo método de Soxhlet; a umidade, em estufa a 105°C até a obtenção de peso constante; e as cinzas, em mufla a 550°C (Association of Official Analytical Chemists, AOAC, 1990). As análises foram realizadas em duplicata e a média foi usada para representar a unidade experimental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise descritiva dos dados entre os animais *bos taurus* e *bos indicus* em diferentes sistemas de terminação e diferentes grupos genéticos

Na tabela 2 são apresentadas informações dos valores globais das variáveis para características físico-químicas e colesterol de músculos *longissimus dorsi* de bovinos das raças Aberdeen Angus, Guzerá x Holandês, Montana, Nelore, Gir, Holandês, Pardo Suíço x Nelore, Simental e Tabapuã, terminados em sistema de pasto e suplementados.

Tabela 2 – Número de animais, média, desvio padrão (d. p.), coeficiente de variação (CV), valor mínimo e valor máximo para as variáveis resposta.

	Nº de animais	Média	d.p.	CV	Mínimo	Máximo
Idade (meses)	233	33,42	10,10	30,2	18	48
pH 24¹	233	5,85	0,19	3,2	5,2	6,6
L*f	233	32,55	2,72	8,4	23,4	40,76
a*f	233	19,697	2,03	10,3	13,27	23,98
b*f	233	4,17	1,39	33,6	0,36	8,74
L*m	216	33,90	2,81	8,3	25,38	40
a*m	216	16,07	2,54	15,8	9,43	21,06
b*m	216	4,87	1,51	30,9	-0,21	8,11
L*dif²	216	-1,08	2,88	-267,4	-8,92	10,03
a*dif³	216	4,01	2,82	70,5	-2,29	10,88
b*dif⁴	216	-0,62	1,64	-265,2	-4,4	4,76
PPCf (%)	233	31,19	6,78	21,7	18,01	53,19
PPCm (%)	216	29,61	5,15	17,4	14,95	43,15
PPCdif⁵ (%)	216	0,32	7,49	2341,6	-16,32	24,26
FCf (kgf)	233	7,75	1,71	22,1	2,93	12,01
FCm (kgf)	216	5,60	1,50	26,9	2,35	10,44
FCdif⁶ (kgf)	216	2,31	1,79	77,2	-1,24	6,82
Umidade (%)	233	73,11	1,99	2,7	64,27	76,54
Prot. MI⁷ (%)	233	19,36	1,78	9,2	16,86	24,07
Cinz. MI (%)	233	0,89	0,16	18,1	0,47	1,53
Lip. MI (%)	233	5,66	3,06	54,0	0,64	17,19
Colesterol (mg/100g)	233	47,96	13,80	28,8	22,47	84,05

¹ pH as 24 horas *post mortem*;

² L*dif = L* da carne fresca – L* da carne maturada;

³ a*dif = a* da carne fresca – a* da carne maturada;

⁴ b*dif = b* da carne fresca – b* da carne maturada;

⁵ PPCdif = PPC da carne fresca – PPC da carne maturada;

⁶ FCdif = FC da carne fresca – FC da carne maturada;

⁷ MI = matéria integral;

4.1.1 Distribuição de frequência para o pH ²⁴

A escala de valores de pH final para carne bovina, proposta por Silva et al. (1999) descreve que pH menor ou igual a 5,8 é considerado normal; valor maior que 5,8 e menor que 6,2 é classificado como DFD moderado e valor igual ou maior que 6,2 e < 6,7 é denominado DFD.

No presente trabalho, das 233 observações de pH final, 78 (33,5%) animais apresentaram pH abaixo de ou igual a 5,8; em 138 animais (59,2%) o valor esteve entre 5,8 e 6,2 e 17 animais (7,3%) apresentaram valores iguais ou acima de 6,2 (Figura 1). O total de observações encontradas com pH superior a 5,8, perfazendo 66,5%, indica que mais da metade dos músculos *longissimus dorsi* apresentaram uma condição que inspira cuidados em relação à vida de prateleira, (Price & Schweigert, 1994; Zapata et al., 2000). Possivelmente, os animais que originaram essas carcaças foram submetidos a algum tipo de estresse pré-abate, que tenha desencadeado o consumo das reservas de glicogênio muscular.

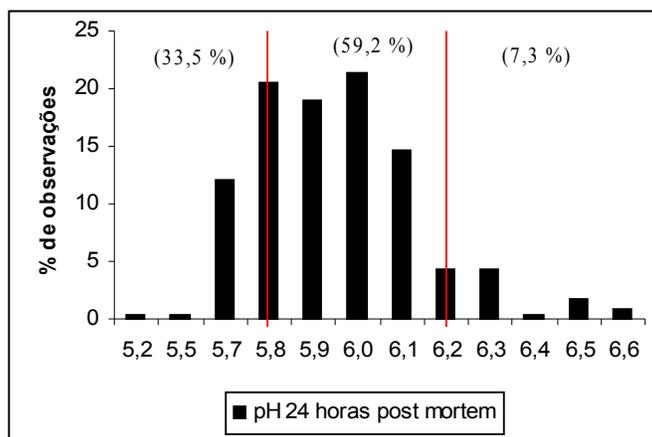


Figura 1 – Distribuição de frequência para pH às 24 horas *post mortem* no músculo *longissimus dorsi* de bovinos. Valores de pH < 5,8 são considerados normais, enquanto valores de pH > 6,2 são considerados carnes DFD.

Resultados semelhantes foram reportados por Heinemann et al.(2003), que trabalhando com 25 novilhos Nelore e 25 animais cruzados Nelore x

Limousin, abatidos com diferentes pesos ao abate, encontraram 30 (60%) animais com valores acima de 5,8 e menores do que 6,2 e 20 (40%) animais com pH menor do que 5,8.

Esses resultados podem sugerir que os animais de grupos genéticos zebuínos ou cruzas com zebuínos sejam mais sensíveis ao estresse e tenham causado esse pH relativamente elevado. Entretanto, as medidas de pH para os diferentes grupos Aberdeen Angus (5,88), Guzerá x Holandês (5,86), Montana (5,89), Nelore (5,95), Gir (5,90), Holandês (5,79), Pardo-Suíço x Nelore (5,84), Simental (5,86) e Tabapuã (5,74) não demonstram esse raciocínio, ou seja, animais dos grupos genéticos taurinos ou zebuínos apresentam ou não pH elevado às 24 horas *post mortem*, o que é confirmado pelo trabalho de Abularach et al. (1998), que em 51 bovinos Nelore encontraram 98% dos animais (50) com pH inferior ou igual a 5,8, e pelo trabalho de Neath et al. (2007), que estudando bovinos cruza Brahman x Philippine Native observaram que às 24 horas *post mortem* o pH foi inferior a 5,8.

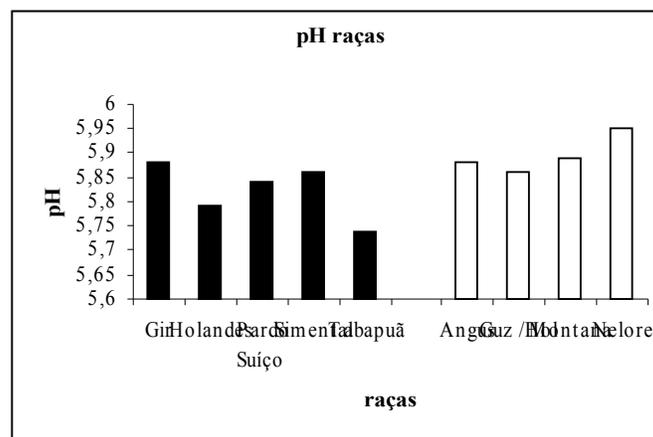


Figura 2- Distribuição do pH₂₄ entre os diferentes grupos genéticos do músculo *longissimus dorsi*.

4.1.2 Distribuição de frequências para cor na carne fresca e maturada

As médias do valor L^* foram de 32,60 na carne fresca e de 33,90 na carne maturada por 10 dias e as curvas de distribuição normal para os dados coletados nos dois momentos (Figura 3) mostram que o número de amostras de carnes frescas com L^* mais baixo foi mais elevado do que nas amostras de carnes maturadas (a curva se deslocou para a direita com a maturação). Esses dados revelam que carnes maturadas apresentam maior índice de luminosidade do que as carnes frescas. Rodrigues & Andrade (2004), estudando animais Nelore e Nelore x Sindi, encontraram índices médios mais elevados, de 37,6 e 38,7, respectivamente.

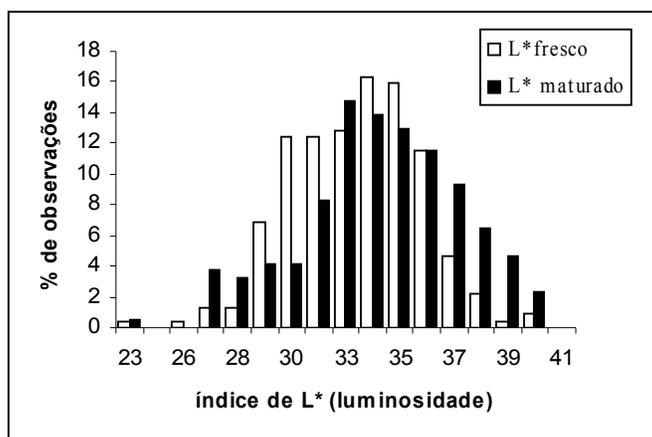


Figura 3 – Curva de distribuição para índice de luminosidade da carne fresca (L^* fresca) e da carne maturada (L^* maturado) no músculo *longissimus dorsi* de bovinos.

O valor a^* médio para as carnes frescas foi de 19,70, e para as carnes maturadas, de 16,07. Nas curvas de distribuição (Figura 4), observa-se um maior número de amostras com valor de a^* mais elevado para a carne fresca do que para a carne maturada, cujo maior número de amostras apresenta valores de a^* mais baixo. Assim, as carnes frescas mostraram maior índice de vermelho.

Rodrigues & Andrade (2004) encontraram médias de 19,5 e 18,5, respectivamente, para os grupos genéticos Nelore e Nelore x Sindi.

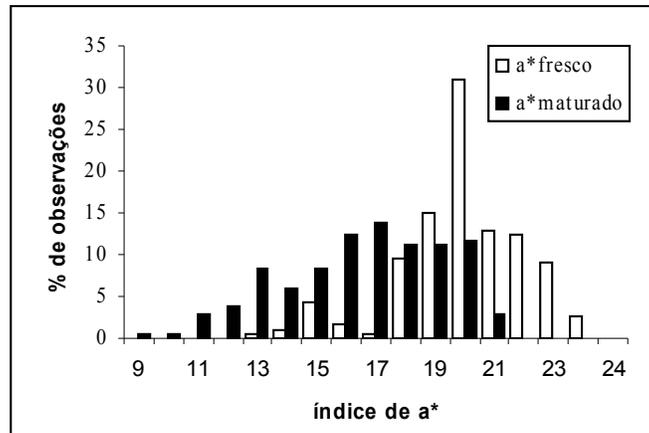


Figura 4 – Curva de distribuição para índice de vermelho da carne fresca (a* fresca) e da carne maturada (a* maturado) no músculo *longissimus dorsi* de bovinos.

As médias para valor de b* foram de 4,15 e 4,89 para carnes frescas e maturadas, (Figura 5) respectivamente, e na curva de distribuição, maior número de amostras apresentam valores de b* mais baixos. Assim, as carnes frescas mostraram maior índice de amarelo.

Rodrigues & Andrade (2004) encontraram médias de 1,50 e 1,76 para bovinos dos grupos genéticos Nelore e Nelore x Sindi, respectivamente.

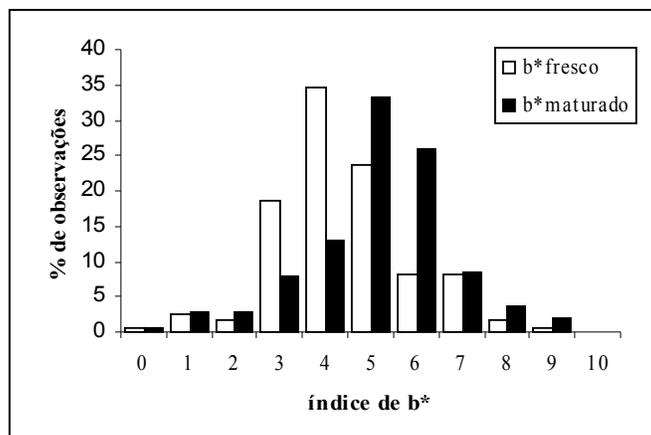


Figura 5 – Curva de distribuição para índice de amarelo da carne fresca (b*fresca) e da carne maturada (b* maturado) no músculo *longissimus dorsi* de bovinos.

4.1.3 Distribuição de freqüências para PPC na carne fresca e maturada

No presente trabalho, as médias para perda de peso por cocção foram 31,19% e 29,61% para carnes frescas e maturadas, respectivamente. A curva de distribuição freqüência (Figura 6) revelou que um maior número de amostras de carnes frescas apresentou maior perda de peso por cocção, enquanto as amostras de carnes maturadas apresentaram um maior número de observações, com menor perda de peso por cocção. Assim, as carnes maturadas perderam menores percentuais do que a carne fresca. Como os dois grupos de amostras foram submetidos ao congelamento em túnel (-35°C), e ao mesmo método de cocção, e a única variável foi o tempo de maturação, é possível que a proteólise realizada pelas enzimas responsáveis pela maturação tenha desencadeado perdas do suco da carne antes do cozimento, resultando em menores percentuais de perda de peso durante a cocção.

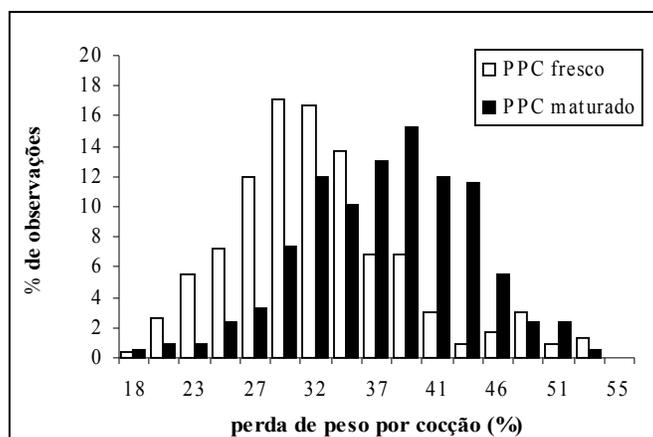


Figura 6– Curva de distribuição para perda de peso por cocção (PPC) para carne fresca e carne maturada no músculo *longissimus dorsi* de bovinos.

4.1.4 Distribuição de frequências para FC na carne fresca e maturada

As médias para força de cisalhamento foram de 7,75 e 5,60 kgf para o grupo de amostras frescas e carnes maturadas, respectivamente.

Na curva de distribuição normal, um maior número de amostras com maior força de cisalhamento foi observado em amostras frescas, enquanto um maior número de amostras com menor força de cisalhamento foi observado em amostras maturadas (Figura 7).

Considerando forças de cisalhamento menores do que 8 kgf para carnes macias, e iguais ou maiores que 8 kgf para carnes duras (Price & Schweigert, 1994; Zapata et al., 2000), no presente trabalho, em carnes frescas, 103 (44,21%) amostras foram classificadas como duras e 130 (55,79%), como macias. Porém, em carnes maturadas, 8 (3,70%) amostras apenas foram classificadas como duras e 208 (96,3%), macias. Assim, o processo de maturação por 10 dias foi capaz de reduzir a da força de cisalhamento média em 2,15 kgf.

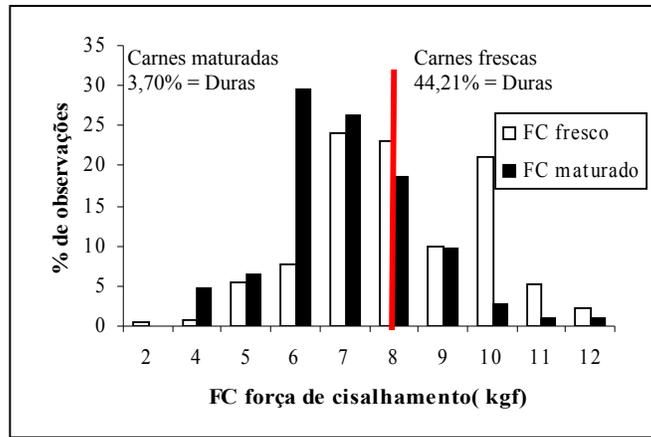
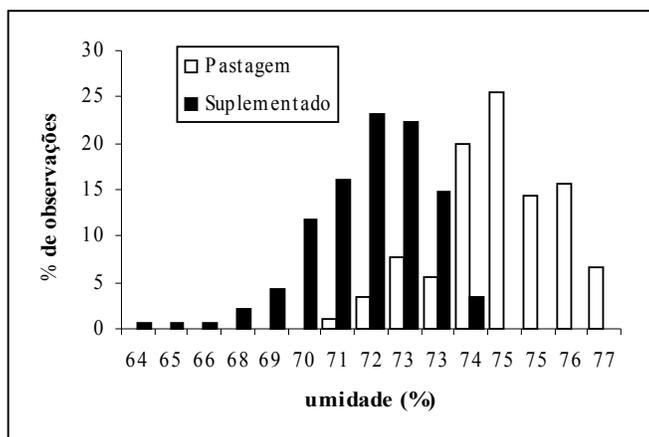


Figura 7 – Curva de distribuição para força de cisalhamento da carne fresca e carne maturada no músculo *longissimus dorsi* de bovinos. Amostras com FC acima de 8 kgf são considerada dura.

4.1.5 Distribuição de frequência para Composição proximal

Após analisar o músculo *longissimus dorsi* de bovinos de diferentes grupos genéticos, obtiveram-se, para composição proximal, médias de umidade de 73,114%; proteína, 19,362 % na MI; cinzas, 0,893 % na MI; e lipídeos, 5,658% na MI (Figura 8).

(a)



(b)

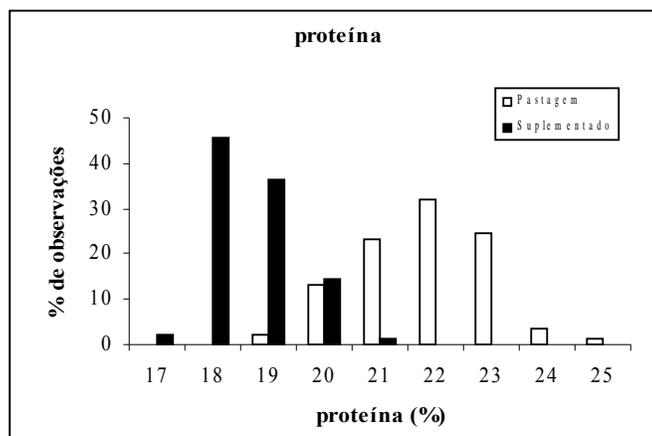
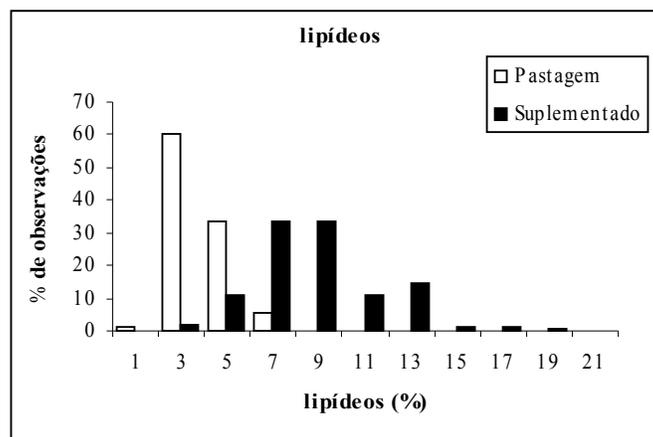


Figura 8 – Curva de distribuição para: a) umidade, b) proteína e c) lipídeos no músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados nos sistemas pastagem e suplementação (continua...).

Figura 8 – Cont..

(c)



4.1.6 Distribuição de freqüência para Colesterol

A média para colesterol pelos grupos genéticos estudados foi de 47,964 (mg/100g); o índice de colesterol pode variar em função da qualidade genética, do tipo de corte, da idade e da dieta dos animais avaliados (Figura 9).

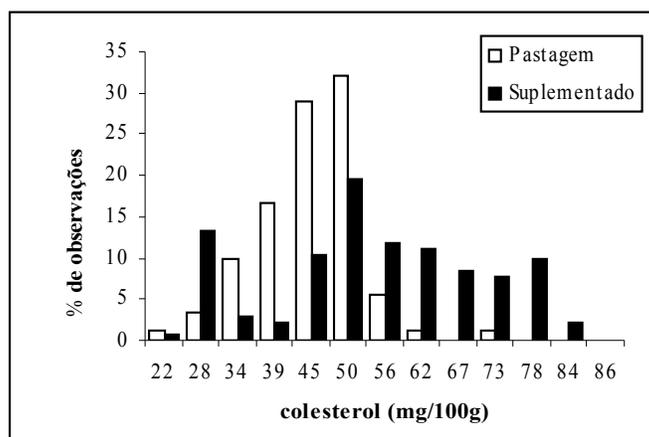


Figura 9 - Curva de distribuição para colesterol no músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados nos sistemas pastagem e suplementação.

4.2 Efeito dos sistemas de terminação sobre as características de qualidade de carne do músculo *longissimus dorsi* de bovinos de diferentes grupos genéticos.

4.2.1 Influências dos sistemas de terminação

Os resultados da análise de variância para as variáveis estudadas, quando avaliados os fatores sistemas de terminação e raças, são apresentados na Anexo A, Tab. 1A .

As médias e o desvio padrão para as características físico-químicas de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema suplementado e sistema a pasto são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Médias e desvio padrão para características físico-químicas de amostras da carne fresca (f) e da carne maturada (m) do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema de alimentação suplementada e sistema a pastagem.

	Suplementado (SS)	Pastagem (SP)	P(F)
pH ₂₄ ¹	5,83 ± 0,015	5,90 ± 0,019	<0,005
L*f	33,06 ± 0,21	31,92 ± 0,27	<0,005
a*f	20,25 ± 0,13	19,03 ± 0,17	<0,001
b*f	4,29 ± 0,11	4,02 ± 0,14	0,13
L*m	34,55 ± 0,21	32,67 ± 0,30	<0,001
a*m	16,37 ± 0,21	15,37 ± 0,30	<0,001
b*m	5,04 ± 0,12	4,61 ± 0,18	<0,005
L*dif ²	-1,49 ± 0,23	-0,47 ± 0,34	<0,005
a*dif ³	3,89 ± 0,22	4,32 ± 0,33	0,27
b*dif ⁴	-0,75 ± 0,14	-0,47 ± 0,20	0,25
PPCf (%)	29,27 ± 0,44	33,63 ± 0,56	<0,001
PPCm (%)	30,22 ± 0,39	28,22 ± 0,58	<0,001
PPCdif ⁵ (%)	-0,95 ± 0,57	3,49 ± 0,85	<0,001
FCf (kgf)	7,73 ± 0,13	7,74 ± 0,16	0,96
FCm (kgf)	5,60 ± 0,12	5,40 ± 0,18	0,37
FCdif ⁶ (kgf)	2,13 ± 0,15	2,61 ± 0,22	0,07
Umidade (%)	72,46 ± 0,14	74,23 ± 0,18	<0,001
Prot. MI ⁷ (%)	18,12 ± 0,08	21,28 ± 0,10	<0,001
Cinz. MI (%)	0,87 ± 0,01	0,94 ± 0,02	<0,001
Lip. MI (%)	7,38 ± 0,17	2,79 ± 0,22	<0,001
Coolesterol (mg/100g)	50,75 ± 0,54	41,82 ± 0,69	<0,001

¹ pH as 24 horas *post mortem*;

² L*dif = L* da carne fresca – L* da carne maturada;

³ a*dif = a* da carne fresca – a* da carne maturada;

⁴ b*dif = b* da carne fresca – b* da carne maturada;

⁵ PPCdif = PPC da carne fresca – PPC da carne maturada;

⁶ FCdif = FC da carne fresca – FC da carne maturada;

⁷ MI = matéria integral;

4.2.2 pH e acidificação da carne

Os sistemas de terminação afetaram ($P < 0,01$) as médias de pH às 24 horas *post mortem*, de forma que animais terminados com suplementação mostraram, no *longissimus dorsi*, valores mais baixos (5,83) do que os animais terminados a pasto (5,90). A maior acidificação (0,07 unidades de pH muscular) de bovinos suplementados sugere, segundo Neath et al. (2007), que estes possuíam uma maior disponibilidade de reservas de energia (glicogênio) no momento do abate. O metabolismo anaeróbico do músculo, por meio do controle homeostático, realiza a ressíntese do ATP com a produção de ácido láctico, o que resulta na acidificação do músculo e depende do conteúdo de carboidratos presentes no músculo no momento do abate (Pösö & Paulanne, 2005).

Os resultados de pH do presente trabalho confirmam os achados de alguns autores. Immonen et al. (2000) compararam animais Ayrshire alimentados por 17 dias com dieta pobre em energia (silagem de *Festuca pratensis* e *Dactylis glomerata*) ou rica em energia (cevada, melaço de polpa de beterraba) e encontraram médias de pH de 5,93 e 5,69, respectivamente. Bruce et al. (2004) encontraram, em animais Brahman alimentados com concentrados (grãos de sorgo, milho e algodão), valores mais baixos de pH (5,56) do que em animais terminados em pastos (*Cenchrus ciliaris*) (5,63). Nuernberg et al. (2005), em bovinos German Holstein alimentados entre 5 e 6 meses com dieta à base de concentrado e silagem versus gramíneas até atingirem o peso vivo de 620 kgf, relataram médias de 5,76 e 5,91, respectivamente. E, Dannenberger et al. (2006) encontraram, também para bovinos German Holstein alimentados com concentrado ou pasto, valores de pH de 5,76 e 5,91, respectivamente. Ou seja, animais alimentados com dietas ricas em energia no pré-abate mostraram maior acidificação da carne.

Por outro lado, outros autores não observaram diferenças no pH de carne bovina oriunda de animais terminados com diferentes dietas. Sami et al. (2006)

avaliaram o efeito de dieta fibrosa (silagem de gramíneas e açúcar de polpa de beterraba) e dieta rica em concentrado (silagem de milho e trigo e farinha de soja) sobre a qualidade da carne e não verificaram diferenças entre os resultados de pH às 48 horas *post mortem*, com médias de 5,60 e 5,64, respectivamente. Realini et al. (2004) compararam carnes de animais terminados com concentrado ou a pasto e encontraram pH médio de 5,7 para os dois grupos. E Dunne et al. (2006), em animais confinados que receberam por 96 dias concentrados (cevada, melaço de açúcar de polpa de beterraba), ou que ficaram em pastagem rotacional, encontraram médias de 5,74 e 5,77 de pH às 24 horas *post mortem*, sem, no entanto, obterem diferença significativa.

4.2.3 Cor Objetiva

Na carne fresca, os componentes de cor L* e a* no músculo *longissimus dorsi* foram influenciados ($P < 0,01$) pelo sistema de terminação, enquanto o valor b* foi semelhante nos dois sistemas. Entretanto, na carne maturada, os sistemas de terminação afetaram todos os componentes de cor.

4.2.3.1 Índice de Luminosidade (L*)

Na carne fresca, bovinos suplementados mostraram média de L* mais elevada (33,06) do que animais terminados a pasto (31,92). Esse comportamento se manteve na carne maturada, com L* de 34,55 e 32,67, respectivamente. Dessa forma, animais terminados em sistema de suplementação mostraram carnes mais claras do que animais terminados a pasto. Essa maior luminosidade pode ser decorrência de uma maior quantidade de gordura nos músculos, pois a gordura mostra coloração clara (Mancini & Hunt, 2005; Realini et al., 2004). Ao se analisarem os dados de lipídeos (Lip.), observa-se que animais terminados em sistema suplementado apresentaram uma maior deposição de lipídeos nos músculos (Tabela 3). E os índices de correlação ($P < 0,01$) entre essas duas

variáveis foram significativos, com $r=0,23$ e $r=0,21$ entre L^* da carne fresca e da carne maturada e lipídeos (Lip.) na MI, e com $r=0,24$ e $r=0,42$. Assim, quanto maior o índice de gordura na carne, maior a luminosidade.

Resultados semelhantes (maior luminosidade para animais alimentados com concentrado) foram relatados por Vestergaard et al. (2000), Bruce et al. (2004), Realini et al. (2004), Nuernberg et al. (2005) e Dannenberger et al. (2006) quando avaliado o sistema de terminação em bovinos. Realini et al. (2004) trabalharam com animais Hereford terminados com concentrado (50% de silagem de milho, 28% de farelo de trigo e 18% milho moído) ou pastagens (gramíneas) e encontraram luminosidade mais elevada em animais terminados com concentrados (35,56 e 36,34, respectivamente) do que em animais terminados a pasto (33,80). E Dannenberger et al. (2006), utilizando animais German Holstein alimentados com concentrado (cevada, melaço e farelo de soja) ou volumoso (silagem de milho), observaram luminosidade de 33,10 e 29,20, respectivamente, no músculo *longissimus dorsi*, e médias de 37,80 e 34,30, respectivamente, no músculo *semitendinosus*. Em ovinos, Priolo et al. (2002) também descreveram L^* mais elevado (49,23) em animais terminados com dieta à base de grãos do que em animais terminados com pastagem (46,10)

Quando analisado o comportamento de L^* na carne fresca e na carne maturada, verificou-se que houve uma evolução na cor, cujo L^* aumentou durante o período da maturação, tanto em animais suplementados quanto nos animais terminados a pasto. O índice de correlação entre o L^* da carne fresca e o da carne maturada ($r=0,60$, $P<0,01$) foi elevado, mostrando que quanto maior o L^* da carne fresca, maior o L^* de carnes maturadas. Porém, a diferença (L^*_{dif}) entre o L^* de carnes frescas e o de carnes maturadas nos diferentes sistemas foi afetada pelo sistema. Animais suplementados mostram maior diferença do que animais terminados a pastagem.

4.2.3.2 Índice de vermelho (a*)

Bovinos suplementados mostraram valor de a* mais elevados do que animais terminados a pasto na carne fresca (20,25 e 19,03, respectivamente) e na carne maturada (16,37 e 15,37, respectivamente). Isso demonstrou que carnes oriundas de animais suplementados apresentaram maior índice de vermelho e, possivelmente, maior quantidade de pigmento heme. As médias de a* revelaram uma redução quando a carne passou de fresca para maturada, ou seja, carnes maturadas apresentaram menor índice de vermelho do que carnes frescas.

Lynch & Faustman (2000) reportam que a alimentação afeta a cor da carne de bovinos e que, em geral, a estabilidade da cor (a*) é mais elevada em animais terminados com silagem e concentrado do que em animais terminados com pastagens pobres. O efeito do sistema de alimentação sobre o índice de vermelho está sendo associado à instabilidade dos pigmentos heme (Mancini & Hunt, 2005) frente a produtos secundários da oxidação lipídica (alfa e beta aldeídos), que causam um decréscimo na estabilidade redox da oximioglobina (Faustman et al., 1999; Lynch & Faustman, 2000). Como animais terminados a pasto mostram maior quantidade de ácidos graxos polinsaturados do que animais terminados com concentrados (Descalzo et al., 2005), a instabilidade lipídica é maior. Além disso, animais de pastagens possuem menor quantidade de antioxidantes na gordura intramuscular do que animais que receberam concentrado (French et al., 2000) e, como os pigmentos do tipo heme podem sofrer oxidação, valores mais baixos de a* em animais de pastagens podem ser atribuídas à formação de metamioglobina (MMb), de cor marron/acizentada.

4.2.3.3 Índice de amarelo (b*)

O índice de amarelo na carne fresca não foi influenciado pelas dietas; entretanto, na carne maturada, animais suplementados mostraram ($P < 0,05$) maior índice b* (5,04) do que animais oriundos de pastagens (4,61). 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 ($r=0,29$, $P<0,01$). Muramoto et al. (2003) relataram que o b^* em músculos *semimembranosus* e *longissimus dorsi* de bovinos Japanese Black não foi afetado por dietas com suplementação de beta-caroteno, fornecida 28 dias antes do abate (7500mg/dia).

4.2.3.4 Avaliação global da cor do Sistema de terminação

No geral, o sistema de terminação afetou os componentes de cor, de forma que animais terminados em sistema a pasto mostram menor L^* e menor a^* do que animais terminados no sistema suplementado, enquanto o b^* não foi afetado pelo sistema de terminação na carne fresca. Assim, Vestergaard et al. (2000) reportaram que animais alimentados com pastos apresentaram carnes mais escuras (menor L^* e a^*) do que animais que receberam concentrado (70 dias), e essa cor mais escura foi decorrente do metabolismo glicolítico menos intenso nos animais de pastagens (pH mais elevado) do que nos animais alimentados com concentrados. Porém, Realini et al. (2004) reportaram que terminação de 21 dias para bovinos com pastagem produziu músculos *longissimus dorsi* mais claros e com maior índice de vermelho do que em que animais terminados com concentrado. Entretanto, a maioria dos autores que trabalharam com dietas à base de forragens ou concentrados descreve a ausência de efeitos sobre os componentes de cor (French et al., 2000; French et al., 2001; O'Sullivan et al., 2003; Sami et al., 2006).

Em bovinos terminados com dietas à base de pastagens ou silagens e animais terminados com concentrados, as médias para L^* variaram de 29,20 a 38,20 (Realini et al., 2004; Dannenberger et al., 2006; Sami et al., 2006); para a^* , variaram de 15,90 a 20,45 (Realini et al., 2004; Sami et al., 2006); e para b^* , variaram de 5,00 a 9,22 (Realini et al., 2004; Sami et al., 2006).

4.2.4 Perda de peso por cocção (PCC)

Os sistemas de terminação afetaram ($P < 0,01$) as médias de PPC na carne fresca. Animais terminados com suplementação mostraram, no *longissimus dorsi*, valores mais baixos (29,27%) do que os animais terminados a pasto (33,63%). Na PPC em carne maturada, os resultados mostraram-se inversos aos da carne fresca, em que os bovinos terminados com suplementação apresentaram valores mais elevados de perdas (30,22%) do que os animais terminados a pasto (28,22%). A diferença entre a perda nas carnes fresca e maturada foi significativa, de maneira que animais terminados a pasto mostraram uma maior diferença média (3,49%) do que os animais suplementados (-0,95%); ou seja, nos animais suplementados, a diferença na PPC entre a carne fresca e a maturada é menor do que a diferença verificada nos animais terminados a pasto.

Os dois grupos de amostras foram submetidos ao congelamento em túnel (-35°C) e ao mesmo método de cocção; porém, a única variável entre eles foi o tempo de maturação. Assim, é possível que, no grupo dos animais terminados a pasto, a proteólise realizada pelas enzimas da maturação (Koochmarai & Geesink, 2006; Luciano et al., 2007) tenha desencadeado uma maior ruptura de membranas celulares, resultando em perdas do suco da carne antes do cozimento e menor percentual de PPC. Além disso, os animais terminados a pasto mostraram menor concentrações de lipídeo intramuscular (Tabela 3), ou seja, menores camadas de gordura envolvendo o perimísio. No caso dos animais terminados com concentrado, os depósitos de gordura que envolvem os feixes musculares (perimísio) poderiam funcionar como uma barreira para a saída de água antes do cozimento.

4.2.5 Força de cisalhamento (FC)

A FC na carne fresca (7,73 kgf e 7,74 kgf para animais terminados com suplementação e a pasto, respectivamente) e na carne maturada (5,60 kgf e 5,40 kgf, respectivamente) não foi influenciada pelo sistema de terminação. Esses achados confirmam os resultados relatados por Sami et al. (2006), que avaliaram, em bovinos, o efeito de dieta fibrosa (silagem de gramíneas e açúcar de polpa de beterraba) e da dieta rica em concentrado (silagem de milho e trigo e farinha de soja) sobre a qualidade de carne e observaram que a dieta não influenciou a FC do músculo *longissimus dorsi* de bovinos Simental (11 meses), cujas médias variaram de 3,90 a 4,10 kg cm⁻².

Entretanto efeitos significativos da dieta na FC foram relatados por alguns autores. Animais alimentados com dietas à base de volumosos originaram carne bovina mais macia em amostras avaliadas por painel de julgadores (French et al., 2000) e em amostras de Hereford avaliadas por força de cisalhamento, em que, aos 7 e 14 dias de maturação, animais de pastagens mostraram 1kg e 0,6 kg, respectivamente, exceto na força de cisalhamento dos animais terminados com concentrados (Realini et al., 2004). Entretanto, resultados contrários foram reportados por Dannenberger et al. (2006), que verificaram carnes mais macias em bovinos German Holstein terminados com concentrados (11,1kgf) do que naqueles terminados com pastagem (14,3 kgf). Esses dados se repetiram em bovinos German Simental (13,2 kgf e 15,9 kgf, respectivamente), mesmo após a maturação de 12 dias.

A variação encontrada para FC entre os dados do presente trabalho e os resultados da bibliografia pode ser explicada pelos inúmeros fatores que afetam a maciez, além da dieta, tais como raças bovinas utilizadas, pH e efetividade do sistema calpaínas/calpastatina, entre outros (Luciano et al., 2007).

4.2.6 Composição proximal

Na composição proximal, os animais terminados a pasto apresentaram valores mais elevados ($P < 0,01$) de umidade (74,23%), proteína (21,28%) e cinzas (0,94%) na MI, respectivamente do que os animais terminados no sistema suplementado (72,46%, 18,12% e 0,87% para umidade, proteína e cinzas, respectivamente) na MI. Entretanto, as médias de lipídeos foram mais elevadas ($P < 0,01$) nos animais suplementados (7,38% na MI) do que os animais terminados a pasto (2,79% na MI).

Resultados semelhantes foram relatados por outros autores. French et al. (2001) estudaram a qualidade de carnes de bovinos alimentados com gramíneas ou concentrado *ad libitum* e encontraram, em animais terminados com concentrado, maior quantidade de lipídeos (44,00%) e menor quantidade de umidade (71,70%) do que os terminados a pasto (23,0% e 73,7%, respectivamente). Steen et al. (2003) observaram que animais terminados com forragens mostraram médias de 58,50%, 19,30% e 17,70% para umidade, proteína e lipídeos, respectivamente, e em bovinos alimentados com 95% de cereais, médias de 53,8%, 17,8% e 22,0%, respectivamente. Realini et al. (2004) verificaram que animais terminados com concentrado apresentaram valores superiores de lipídeos (6,1%) quando comparados a animais terminados em pastagens (3,8%). Por outro lado, Dunne et al. (2006), em animais confinados que receberam por 96 dias concentrados (cevada, melado de açúcar de polpa de beterraba) ou que ficaram em pastagem rotacional, não relataram diferença para umidade, proteína e lipídeos.

De forma geral, o fornecimento de alimentos concentrados nas dietas aumenta o aporte de energia ao metabolismo, com a conseqüente deposição de gordura nos tecidos, que podem apresentar diferentes padrões de deposição. Por isso animais terminados em concentrado possuíam maior teor de lipídeos e, conseqüentemente, menor teores de proteína e umidade. Assim, os diferentes

comportamentos de resultados para a composição proximal a partir de dietas à base de volumosos ou de concentrado entre o presente trabalho e os trabalhos da literatura podem envolver aspectos associados com os animais (raça e idade), as condições ambientais e a dieta fornecida (nutrientes disponíveis e tempo de fornecimento das dietas) (Priolo et al., 2002; Cerdeño et al., 2006; Moharrery, 2007).

4.2.7 Colesterol

Os sistemas de terminação afetaram ($P < 0,01$) os valores médios de colesterol no músculo *longissimus dorsi*. Os animais terminados com suplementação mostraram valores mais elevados (50,75 mg/100g) do que os animais terminados a pasto (41,82 mg/100g). Esses resultados confirmam os relatos de Rule et al. (2002), que encontraram taxas de colesterol significativamente mais elevadas em animais terminados com elevadas quantidades de grãos do que em animais terminados em pastagem, com médias de 54,1 e 43,3 mg/100g, respectivamente, no músculo *longissimus dorsi*; 53,4 e 48,7 mg/100g, respectivamente, no músculo *semitendinosus*; e 61,4 e 52,7 mg/100g, respectivamente, no músculo *supraspinatus*.

Comparando trabalhos que usam diferentes sistemas de alimentação, observa-se que animais terminados com pastagens mostram concentrações mais baixas de colesterol. Em bovinos Nelore x Aberdeen Angus terminados com erva, Padre et al. (2006) relataram médias de colesterol de 45,65 a 45,79 mg/100 g. Em bovinos terminados com concentrados, Cifuni et al. (2004) relataram, na raça Podolian, usando cevada e palha *ad libitum* dos 10 aos 18 meses, médias de 49,69 e 47,99 mg/100g nos músculos *longissimus dorsi* e *semimembranosus*, respectivamente, e Arboitte et al. (2004), usando silagem de milho (60%) e concentrado (40%) à base de farelo de trigo e grão de sorgo, citaram, em bovinos Nelore x Charolês, médias de 48,23, 54,67 e 56,46

mg/100g em animais terminados com 425, 467 e 510 kg de peso vivo, respectivamente. Médias de colesterol ainda mais elevadas, de 97,8 e 112,7 mg/100g, foram relatadas por Rodrigues et al. (2004) para bovinos Nelore e Nelore x Sindi terminados em sistema de confinamento com dieta à base de capim elefante, resíduo de cervejaria e raspa de mandioca.

Por outro lado, alguns trabalhos mostram resultados contraditórios. Alfaia et al. (2006), em bovinos Alentejanos terminados em sistema semi-extensivo alimentados com ervas naturais, citaram médias significativamente mais elevadas (42 a 49 mg/100g) do que animais terminados em sistema intensivo (35 a 37 mg/100g).

4.3 Influência de grupos genéticos sobre as características de qualidade e composição proximal do músculo *longissimus dorsi* de bovinos comerciais

Os resultados para pH e parâmetros de cor do músculo LD para bovinos de rebanhos comerciais terminados no Sistema Pasto e no Sistema Suplementado são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Médias e desvio padrão para pH, parâmetros de cor (L*, a* e b*) na carne fresca (f) e na carne maturada (m) e diferenças entre parâmetros (dif) em amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados a pasto e em sistema de suplementação,

Sistema Pasto (SP)						
	Angus	Guz./Hol.	Montana	Nelore	Médias	
pH₂₄¹	5,88 ± 0,04 ^a	5,86 ± 0,03 ^a	5,89 ± 0,04 ^a	5,95 ± 0,04 ^a	5,89	
L*f	32,97 ± 0,57 ^a	30,45 ± 0,49 ^b	31,99 ± 0,62 ^a	32,26 ± 0,50 ^a	31,92	
a*f	19,17 ± 0,36 ^b	16,44 ± 0,30 ^c	21,10 ± 0,39 ^a	19,40 ± 0,31 ^b	19,03	
b*f	4,89 ± 0,29 ^a	2,93 ± 0,25 ^c	4,24 ± 0,32 ^{ab}	4,04 ± 0,26 ^b	4,03	
L*m	33,86 ± 0,55 ^a	31,75 ± 0,77 ^b	34,10 ± 0,59 ^a	30,96 ± 0,48 ^b	32,67	
a*m	16,59 ± 0,55 ^a	15,05 ± 0,77 ^{bc}	14,17 ± 0,59 ^c	15,70 ± 0,48 ^{ab}	15,38	
b*m	5,67 ± 0,32 ^a	4,21 ± 0,45 ^b	4,63 ± 0,35 ^b	3,93 ± 0,28 ^b	4,61	
L*dif	-0,89 ± 0,62 ^{bc}	-0,18 ± 0,87 ^{ab}	-2,10 ± 0,67 ^c	1,30 ± 0,54 ^a	-1,12	
a*dif	2,58 ± 0,59 ^c	4,08 ± 0,83 ^{bc}	6,93 ± 0,64 ^a	3,70 ± 0,52 ^{bc}	4,32	
b*dif	-0,78 ± 0,36 ^a	-0,81 ± 0,51 ^a	-0,40 ± 0,39 ^a	0,11 ± 0,32 ^a	-0,52	
Sistema Suplementado (SS)						
	Gir	Holandês	P.Suíço x N.	Simental	Tabapuã	Médias
pH₂₄	5,90 ± 0,03 ^a	5,79 ± 0,04 ^{bc}	5,84 ± 0,03 ^{ab}	5,86 ± 0,03 ^{ab}	5,74 ± 0,03 ^c	5,83
L*f	33,62 ± 0,47 ^{ab}	32,12 ± 0,53 ^b	34,08 ± 0,47 ^a	32,10 ± 0,45 ^b	33,40 ± 0,47 ^{ab}	33,06
a*f	19,78 ± 0,29 ^a	20,02 ± 0,33 ^a	20,24 ± 0,30 ^a	20,62 ± 0,28 ^a	20,60 ± 0,29 ^a	20,25
b*f	4,18 ± 0,24 ^{ab}	4,21 ± 0,27 ^{ab}	4,82 ± 0,24 ^a	3,97 ± 0,23 ^b	4,28 ± 0,24 ^{ab}	4,30
L*m	34,87 ± 0,45 ^{ab}	33,79 ± 0,51 ^b	36,10 ± 0,45 ^a	33,57 ± 0,43 ^b	34,44 ± 0,45 ^b	34,55
a*m	17,03 ± 0,45 ^a	16,56 ± 0,51 ^{ab}	15,11 ± 0,45 ^b	16,64 ± 0,43 ^a	16,48 ± 0,45 ^{ab}	16,36
b*m	4,26 ± 0,26 ^b	5,39 ± 0,30 ^a	5,36 ± 0,27 ^a	5,10 ± 0,25 ^{ab}	5,08 ± 0,26 ^{ab}	5,04
L*dif	-1,26 ± 0,51 ^a	-1,67 ± 0,58 ^a	-2,02 ± 0,51 ^b	-1,47 ± 0,49 ^a	-1,03 ± 0,50 ^a	-1,49
a*dif	2,76 ± 0,49 ^b	3,46 ± 0,55 ^b	5,13 ± 0,49 ^a	3,98 ± 0,47 ^{ab}	4,12 ± 0,48 ^{ab}	3,89
b*dif	-0,08 ± 0,30 ^a	-1,18 ± 0,34 ^b	-0,54 ± 0,30 ^{ab}	-1,13 ± 0,28 ^b	-0,81 ± 0,29 ^{ab}	-0,75

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t, com um nível nominal de significância de 5%.

pH as 24 horas *post mortem*; L*dif = L* da carne fresca – L* da carne maturada; a*dif = a* da carne fresca – a* da carne maturada; b*dif = b* da carne fresca – b* da carne maturada.

4.3.1 pH

O efeito da raça no SP não influenciou o pH às 24 horas *post mortem*, apresentando média 5,89. Porém, as raças, no SS, afetaram ($P<0,01$) o pH. Médias mais elevadas foram observadas nas raças Gir (5,90), Simental (5,86) e Pardo Suíço x Nelore (5,84) e médias mais baixas, nos bovinos Holandês (5,79) e Tabapuã (5,74).

Em carnes bovinas, valores de pH menor ou igual a 5,80 são considerados normais e valores maiores do que 5,80 e menores ou iguais a 6,20 são considerados como pH de carnes DFD moderados (Silva et al., 1999). No conjunto de dados de pH, observou-se que todas as raças oriundas do SP apresentaram médias de pH superior a 5,80, e no SS, três das cinco raças mostraram pH maior do que 5,80 e só as raças Holandês e Tabapuã mostraram média inferior a 5,8. Valores elevados de pH também foram encontrados por Heinemann et al. (2003), que descrevem que, em bovinos Nelore e Nelore x Limousin, 60% dos animais mostraram pH acima de 5,80 e menor ou igual a 6,2.

Ao comparar o efeito do pH em diferentes raças, os autores encontraram resultados contraditórios. Whipple et al. (1990) estudaram animais Hereford x Angus, 3/8 Sahiwal e 5/8 Sahiwal e observaram que a média foi semelhante entre as raças. Por outro lado, Chambaz et al. (2003), em animais Angus, Simental, Charolês e Limousin terminados em sistema semi-extensivo, encontraram diferenças significativas entre as raças Limousin (5,50) e Simental (5,57). Entretanto, Dannenberger et al. (2006) compararam animais German Holstein e German Simental terminados em pastagens ou com suplementação e encontraram interação entre raças e dieta no pH às 24 horas, sendo que, no sistema de pastagens, as médias em músculos de animais German Holstein mostraram valores de 5,91, enquanto os animais German Simental apresentaram

média de 5,72. No sistema suplementado, os German Holstein (5,76) mostraram médias mais baixa do que os German Simental (5,85).

4.3.2 Cor

As médias dos componentes de cor L^* , a^* e b^* na carne fresca e na carne maturada, bem como a diferença de cor entre carne fresca e carne maturada, foram influenciados pelos grupos genéticos no sistema de terminação em pastagem e no sistema suplementado (Tabela 4).

4.3.2.1 Índice de Luminosidade (L^*)

As médias de L^* , no SP e na carne fresca, foram mais elevadas nos animais das raças Angus (32,97), Nelore (32,26) e Montana (31,99) do que nos animais Guzerá x Holandês (30,45). No SS, os animais Pardo Suíço (34,08) apresentaram amostras mais luminosas do que os animais da raça Holandês (32,12) e Simental (32,10), e as raças Tabapuã (33,40) e Gir (33,62) foram semelhante às demais (Figura 10). Esses resultados demonstraram que o grupo genético afeta a luminosidade da carne fresca.

Em geral, os animais provenientes do sistema de terminação suplementado mostraram médias mais elevadas do que os animais terminados a pasto, o que está de acordo com relatos de Realini et al. (2004), Nuernberg et al. (2005) e Dannenberger et al. (2006). Entretanto, dentro dos sistemas de terminação, os grupos genéticos Guzerá x Holandês, Holandês e Simental mostraram carnes mais escuras.

Diferenças significativas para o efeito grupo genético na média de L^* também foram encontradas por Chambaz et al. (2003), que em sistema semi-extensivo, verificaram que animais Angus (40,0) e Charolês (39,5) apresentaram amostras mais luminosas do que os animais Simental (37,3) e Limousin (38,1); e por Nuernberg et al. (2005), que observaram que a German Simental mostrou

médias mais elevadas do que a German Holstein no sistema suplementado (35,78 e 33,08, respectivamente) ou no sistema com pastagens (32,20 e 29,25, respectivamente). Entretanto, a ausência do efeito das raças foram descritas por Rodrigues & Andrade (2004) em bovinos Nelore (37,6) e Nelore x Sindi (38,7); e por Silveira et al., (2006) em animais Aberdeen e Aberdeen x Nelore.

Na carne maturada, SP, os grupos genéticos Guzerá x Holandês (31,75) e Nelore (30,96) mostraram médias mais baixas do que os animais Angus (33,86) e Montana (34,10). No SS, os animais das raças Holandês (33,79), Simental (33,57) e Tabapuã (34,44) apresentaram carnes mais escuras do que Pardo Suíço x Nelore (36,10). Assim, o efeito das raças sobre L* da carne maturada continuou existindo, e as amostras oriundas de carnes frescas mais escuras (Guzerá x Holandês, Holandês e Simental) originam carnes mais escuras após a maturação; entretanto, essa característica não foi mantida nas amostras de animais Nelore.

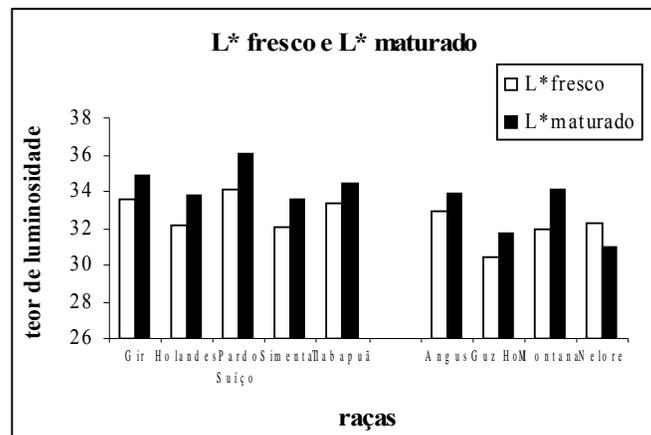


Figura 10- Distribuição do índice de Luminosidade da carne fresca (L*f) e maturada (L*m) entre os diferentes grupos genéticos do músculo *longissimus dorsi*.

A comparação entre carnes frescas e maturadas revela que ocorreu uma evolução no valor L^* , de forma que carnes maturadas são mais luminosas do que carnes frescas. Essa evolução, analisada pela diferença entre carnes frescas e maturadas (L^* dif), foi diferente ($P < 0,01$) entre raças. Os grupos genéticos/raças que apresentaram carnes mais escuras quando frescas continuaram a apresentar carnes mais escuras após a maturação. Esse dado é confirmado pelo índice de correlação entre L^* da carne fresca e L^* da carne madura, que foi positivo ($r = 0,43$, $P < 0,01$), de forma que, quanto mais escura a carne fresca, mais escura é a carne maturada.

A diferença encontrada entre as raças para a luminosidade pode estar associada a características intrínsecas do músculo, tais como distribuição e tipos de fibras, diferenças nas quantidades de pigmentos e composição química da carne (Mancini & Hunt, 2005).

Ao se avaliar a relação entre os dados de L^* e a composição proximal da carne, observam-se índices de correlação positivos entre L^* e lipídeos da carne fresca ($r = 0,23$, $P < 0,01$ na MI) e da carne maturada ($r = 0,21$, $P < 0,01$ na MI), de forma que, quanto maior a quantidade de gordura, maior a luminosidade. Por outro lado, correlações negativas foram encontradas entre L^* e umidade ($r = -0,19$), L^* e proteína ($r = -0,25$, $P < 0,01$ na MI) e L^* e cinzas ($r = -0,17$, $P < 0,01$ na MI), de maneira que, quanto maior o percentual de umidade, proteína e cinzas, menor a luminosidade. Esse fato mostra que o L^* está associado ao conteúdo de gordura depositada entre as fibras musculares. Realini et al. (2004), Rodrigues & Andrade (2004) e Moon et al. (2006) descrevem que o L^* da gordura varia de 71,81 a 74,2, enquanto o L^* médio no LD varia de 33,80 a 35,56. Assim, como a gordura de deposição normalmente apresenta colorações claras, quantidades mais elevadas de gordura intramuscular podem determinar luminosidades mais elevadas.

4.3.2.2 Índice de vermelho (a*)

No SP e em amostras de carnes frescas, a média de a* foi significativamente mais baixa no grupo genético Guzerá x Holandês (16,44) do que nas raças Angus (19,17) e Nelore (19,40), as quais, por sua vez, tiveram o a* mais baixo do que o da raça Montana (21,10). Entretanto, nos animais terminados com suplementação, os grupos genéticos mostraram médias semelhantes (Figura 11).

Com relação ao índice de vermelho, para o efeito raça ou grupo genético, os autores relatam médias semelhantes: Chambaz et al. (2003), em sistema de terminação semi-extensivo, entre amostras de animais Angus (14,2), Charolês (14,2), Simental (14,3) e Limousin (14,7); Rodrigues & Andrade (2004), em sistema de terminação suplementado, entre bovinos Nelore (19,5) e Nelore x Sindi (18,5); e Silveira et al. (2006), em sistema de pastagens, entre animais Aberdeen (20,22) e Aberdeen x Nelore (19,00).

Na carne maturada, o efeito dos grupos genéticos em ambos os sistemas foi significativo nas médias de a*. Nos animais SP, médias mais baixas foram encontradas nas amostras de Guzerá x Holandês (15,05) e Montana (14,17) do que nos animais Angus (16,59) e Nelore (15,70). No SS, as médias de animais Gir (17,03) e Simental (16,54) foram superiores às amostras de animais Pardo Suíço x Nelore.

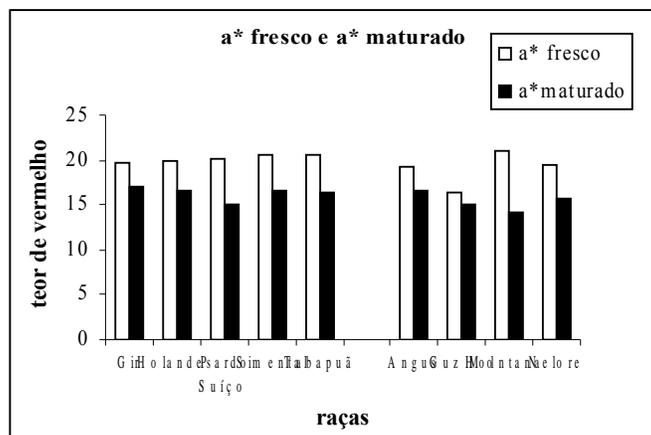


Figura 11- Distribuição do índice de vermelho da carne fresca (a*f) e maturada (a*m) entre os diferentes grupos genéticos do músculo *longissimus dorsi*.

Nas amostras de carne fresca e maturada houve uma evolução no comportamento da cor, ou seja, houve uma redução no índice de vermelho. As diferenças (a* dif) entre as raças nos dois sistemas, onde maior redução no índice de vermelho foram observadas nos animais SP, que variaram de 2,58 a 6,93, enquanto, no SS, as variações foram de 2,76 a 5,13. A raça que apresentou o maior índice de vermelho na carne fresca, a Montana, mostrou a maior queda no índice de vermelho na carne maturada.

Na carne fresca, o índice de vermelho foi correlacionado negativamente com a umidade ($r=-0,28$, $P<0,01$), a proteína ($r=-0,30$, $P<0,01$, MI) e cinzas ($r=-0,15$, $P<0,05$, MI), de forma que o índice de vermelho é menor quanto maior o percentual de umidade, proteína e cinzas, ou seja, quanto mais magra a carne, ou com mais fosfolipídeos (De Smeet et al., 2004), menor o índice de vermelho. Por outro lado, os valores de a* foram correlacionados positivamente com o percentual de lipídeos ($r=0,30$, $P<0,01$, MI). Isso mostra que quanto maior a quantidade de lipídeos, cujo aumento representa maior deposição de triacilgliceróis (De Smeet et al., 2004), maior o índice de vermelho. Esses

índices de correlação informam a associação entre o índice de vermelho e os tipos de ácidos graxos presentes na carne e a influência dos ácidos dos graxos na manutenção ou na estabilidade da cor.

4.3.2.3 Índice de amarelo (b*)

As médias de b* foram influenciadas pelo fator raça nas amostras frescas e maturadas. Na carne fresca de animais SP, os bovinos Angus (4,89) apresentaram amostras com valores mais altos do que os bovinos Nelore (4,04), os quais, por sua vez, foram superiores às amostras dos animais Guzerá x Holandês (2,93). No sistema SS, os animais Pardo Suíço x Nelore (4,82) apresentaram resultados mais elevados do que os animais Simental (3,97); as médias de amostras das raças Gir (4,18), Holandês (4,21) e Tabapuã (4,28) foram semelhantes às demais (Figura 12)

Nas amostras de carnes maturadas de animais SP, a raça Angus (5,67) mostrou media superior de b* em relação aos animais Guzerá x Holandês (4,21), Montana (4,63) e Nelore (3,93). No SS, animais Holandês (5,39) e Pardo Suíço x Nelore (5,36) mostraram médias superiores à raça Gir (4,26) e semelhantes às médias das amostras de Simental (5,10) e Tabapuã (5,08).

Os relatos da literatura descrevem a ausência do efeito de raças no índice de amarelo: Chambaz et al. (2003), entre as amostras de animais terminados em sistema semi-extensivo das raças Angus (4,3), Charolês (4,7), Simental (4,1) e Limousin (4,9); Rodrigues & Andrade (2004) entre bovinos Nelore (1,50) e Nelore x Sindi (1,76) mantidos em confinamento; e Silveira et al. (2006) entre animais Angus (4,64) e Angus x Nelore (4,47) mantidos em pastagens.

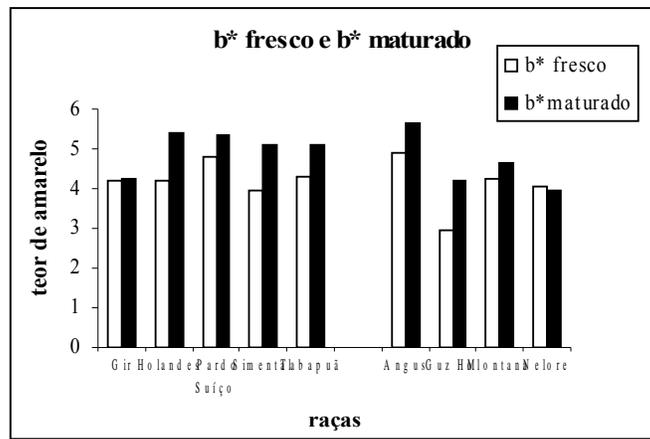


Figura 12- Distribuição do índice de amarelo da carne fresca (b*f) e maturada (b*m) entre os diferentes grupos genéticos do músculo *longissimus dorsi*.

No índice b* também ocorreu evolução na cor, o qual aumentou quando a carne foi submetida a maturação.

4.3.2.4 Avaliação global da cor

Na avaliação global dos componentes de cor é possível observar que todos os componentes de cor foram influenciados pela raça ou grupo genético quando mensurada a cor da carne fresca (24 horas *post mortem*) ou da carne maturada (10 dias *post mortem*) no sistema de terminação a pasto.

Os resultados se repetem quando as raças ou grupos genéticos foram terminados no sistema suplementado, com exceção do a* em carnes frescas. Esses resultados estão de acordo com os achados de Nuernberg et al. (2005) em bovinos German Holstein e German Simental e Chambaz et al. (2003) em bovinos Angus, Simental, Limousin e Charolês para as médias de L*.

Contudo, os resultados do presente trabalho discordam de Chambaz et al. (2003) em bovinos Angus, Simental, Limousin e Charolês para as médias de a* e de b*, que foram semelhantes. Discordam também dos resultados obtidos

por Moreira et al. (2003) em Nelore e Nelore x Limousin; Rodrigues & Andrade (2004) em animais Nelore e Nelore x Sindi; e Silveira et al. (2006) em animais Angus e Angus x Nelore, segundo os quais os grupos genéticos não afetaram os componentes de cor. Entretanto, estudos recentes descrevem que a cor de músculos bovinos é afetada pelo grupo genético (Lynch et al., 2002), por exercícios físicos (Vestergaard et al., 2000), concentrações de glicogênio no *ante mortem*, taxas de resfriamento, presença de antioxidantes e todos os aspectos relacionados com as características fundamentalmente intrínsecas de cor, tais como pH, consumo de oxigênio e atividade de redução da metamioglobina (Mancini & Hunt, 2005).

No presente estudo, as médias dos componentes de cor variaram, para L*, de 30,45 a 36,10; para a*, de 14,17 a 21,10; e para b*, de 2,93 a 5,67. Estudos com diferentes raças bovinas reportam variações, para L*, de 29,25 a 40,0 (Chambaz et al., 2003; Dannenberger et al., 2006; Rodrigues & Andrade, 2004; Silveira et al., 2006); para a*, de 14,2 a 20,22 (Chambaz et al., 2003; Silveira et al. (2006); e para b*, de 1,5 a 4,9 (Chambaz et al., 2003; Rodrigues & Andrade, 2004; Silveira et al., 2006).

Entre os grupos genéticos estudados no sistema em pastagens, os animais Guzerá/Holandês mostraram as carnes menos luminosas, com menor índice de vermelho e menor índice de amarelo, em amostras frescas (24 horas). Entre os animais criados SP, e quando a carne foi maturada (10 dias), a cruzada Guzerá/Holandês também aparecem com menor luminosidade e menor índice de amarelo. Os animais Montana, que apareceram às 24 horas com valores intermediários de L* e b* e elevados índices de vermelho, passam, depois de maturados, a apresentar elevados índices de luminosidade e baixos índices de vermelho, o que caracteriza carnes mais pálidas.

Nos animais SS, o grupo Pardo Suíço x Nelore mostrou, na carne fresca, valores elevados de luminosidade; esse comportamento se manteve na carne

maturada e houve uma grande redução no índice de vermelho. O processo de maturação desencadeia alteração nos componentes de cor; no entanto, as maiores alterações foram verificadas nos animais Montana (SP) e Pardo Suíço x Nelore (SS), que ganharam em luminosidade e perderam em índice de vermelho, ou seja, a estabilidade da cor da carne destes animais foi a mais comprometida.

As médias e o desvio padrão para perda de peso por cocção, força de cisalhamento determinadas na carne fresca (f) e na carne maturada (m) e a diferença entre parâmetros (dif) em amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados a pasto e em sistema de suplementação pasto são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Médias e desvio padrão para perda de peso por cocção, força de cisalhamento determinadas na carne fresca (f) e na carne maturada (m) e a diferença entre parâmetros (dif) em amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados a pasto e em sistema de suplementação.

Sistema Pasto						
	Angus	Guz./Hol.	Montana	Nelore	Médias	
PPCf (%)	29,90 ± 1,18 ^b	42,63 ± 1,01 ^a	32,04 ± 1,28 ^b	29,95 ± 1,03 ^b	33,63	
PPCm (%)	30,49 ± 1,04 ^a	25,23 ± 1,47 ^b	28,66 ± 1,13 ^a	28,49 ± 0,91 ^a	28,22	
FCf (kgf)	7,86 ± 0,33 ^b	6,29 ± 0,29 ^c	7,66 ± 0,36 ^b	9,13 ± 0,29 ^a	7,73	
FCm (kgf)	5,51 ± 0,33 ^{ab}	4,80 ± 0,46 ^b	5,04 ± 0,35 ^b	6,25 ± 0,29 ^a	5,40	
Sistema Suplementado						
	Gir	Holandês	P.Suíço x N.	Simental	Tabapuã	Médias
PPCf (%)	27,30 ± 0,98 ^b	27,96 ± 1,10 ^b	31,78 ± 0,98 ^a	29,32 ± 0,93 ^{ab}	30,00 ± 0,96 ^{ab}	29,27
PPCm (%)	27,93 ± 0,86 ^b	32,44 ± 0,97 ^a	28,46 ± 0,86 ^b	28,23 ± 0,82 ^b	34,06 ± 0,85 ^a	30,22
FCf (kgf)	7,97 ± 0,28 ^b	6,60 ± 0,31 ^c	7,92 ± 0,28 ^b	7,29 ± 0,26 ^{bc}	8,85 ± 0,27 ^a	7,73
FCm (kgf)	5,42 ± 0,27 ^{ab}	5,03 ± 0,30 ^b	5,98 ± 0,27 ^{ab}	5,33 ± 0,26 ^b	6,22 ± 0,27 ^a	5,60

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t, com um nível nominal de significância de 5%.

PPC(%) dif = Perda de peso por cocção carne fresca – Perda de peso por cocção carne maturada;
FC(kgf) dif = Força de cisalhamento carne fresca – Força de cisalhamento carne maturada.

4.3.3 Perda de peso por cocção (PCC)

A perda de peso por cocção foi afetada pelas raças nos sistemas avaliados (P<0,01) (Tabela 5). No SP, o grupo genético Guzerá x Holandês (42,63%) mostrou perdas mais elevadas do que as demais raças, valores médias iguais (Figura 13) . Porém, nas amostras maturadas, perdas mais altas nas raças

Angus, Montana e Nelore médias de (28,22%), e mais baixas, no grupo genético Guzerá x Holandês (25,23%).

No SS, as perdas encontradas no grupo genético Pardo Suíço x Nelore (31,78%), mais elevadas, diferiram das perdas observadas nas amostras de animais Gir (27,80%) e Holandês (27,96%), enquanto as amostras dos animais Simental (29,32%) e Tabapuã (30,00%) foram semelhantes às demais.

O efeito da raça sobre a PPC também foi observado por Whipple et al. (1990), que encontraram, em $\frac{5}{8}$ Sahiwal, valores mais elevados (31,6%) do que em Hereford x Angus (27,7%). Entretanto, outros autores relatam a ausência do efeito de grupos genéticos sobre a PPC, tais como Vaz et al. (2002) em animais $\frac{3}{4}$ Nelore x $\frac{1}{4}$ Charolês (31,0%) e animais $\frac{1}{4}$ Nelore x $\frac{3}{4}$ Charolês (30,0%) e Rodrigues & Andrade (2004) em Nelore (30,7%) e Nelore x Sindi (32,7%).

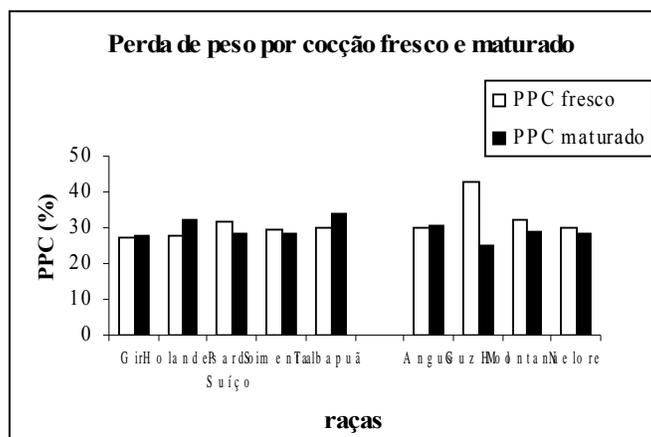


Figura 13- Distribuição da perda de peso por cocção da carne fresca (PPCf) e maturada (PPCm) entre os diferentes grupos genéticos do músculo *longissimus dorsi*.

A PPC foi mais elevada quanto maior foi o percentual de umidade e proteína da amostra e mais baixa quanto maior foi a quantidade de lipídeos da amostra. Esse comportamento dos dados pode estar retratando a influência da

metodologia usada, na qual a temperatura de cozimento alcançada no interior da amostra foi de 65°C e os pontos de fusão das gorduras saturadas, que aparecem em maior proporção na gordura de deposição, são 63 e 70°C, correspondentes aos ácidos graxos palmítico e esteárico (Wood et al., 2003). Assim, as perdas na cocção foram afetadas pelas raças e associadas aos percentuais de umidade, proteína e lipídeos das amostras das diferentes raças. Nessa temperatura de cocção (65°C), os depósitos de gordura possivelmente se mantêm de alguma forma entre as fibras musculares e podem funcionar como uma espécie de barreira nos locais em que o sarcolema sofre rupturas em função da proteólise ou do efeito da temperatura de cocção sobre os fosfolipídeos (que mostram pontos de fusão mais baixos que 65°C).

4.3.4 Força de cisalhamento (FC)

A FC foi influenciada ($P < 0,01$) pelos grupos genéticos nos diferentes sistemas de terminação na carne fresca e na carne maturada. No SP e na carne fresca, maior FC foi encontrada nas amostras de animais Nelore (9,13 kgf), seguida da média de Angus (7,86 kgf) e Montana (7,66 kgf), e menor FC foi encontrada em amostras de Guzerá x Holandês (6,29 kgf). No SS e na carne fresca, maior média de FC foi encontrada em Tabapuã (8,85 kgf), superior à de animais Gir (7,97 kgf) e Pardo Suíço x Nelore (7,92kgf), e menor média foi encontrada em Holandês (6,60 kgf) (Figura 14).

Esses resultados mostraram que os grupos genéticos influenciam a maciez nos animais SP ou SS, e os animais com FC mais elevada às 24 horas foram do tipo *Bos indicus* (SP, Nelore, e SS, Tabapuã e Gir).

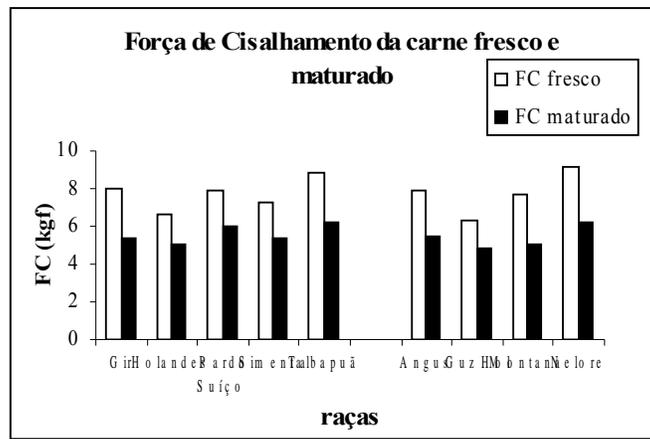


Figura 14 - Distribuição da força de cisalhamento da carne fresca (FCf) e maturada (FCm) entre os diferentes grupos genéticos do músculo *longissimus dorsi*.

A maciez da carne é resultado de um complexo multifatorial que envolve o tecido conectivo e a proteólise *post mortem*. Koohmaraie et al. (1996) e Koohmaraie et al. (2002) descrevem que, no período de 24 horas *post mortem*, ocorre uma redução na maciez decorrente do encurtamento do sarcômero (que passa de 2,24 μm , no momento do *rigor*, a 1,69 μm depois da carne maturada) devido à formação do complexo actomiosina (*rigor mortis*). Ainda segundo estes autores, a maciez, resultado da proteólise, é perceptível pela FC a partir dos três dias do abate. Isso sugere que a FC às 24 horas *post mortem* está relacionada com aspectos de manejo, alimentação e influência genética da fase pré-abate sobre o tecido conectivo. Purslow (2005) relata que o tecido conectivo intramuscular (perimisio e endomisio), apesar de ser uma fracção pequena na carne, determina grandes variações na maciez em função do diâmetro das fibras de colágeno e da formação de ligações cruzadas maduras, o que, em bovinos, ocorre dos 400 aos 800 dias. Além disso, a expressão do tecido conectivo é muito variável e depende do grupo genético/raça, da nutrição e dos exercícios praticados durante a vida.

Com relação a grupos genéticos, a maioria dos trabalhos relata que bovinos *Bos indicus* ou cruzados mostram carnes menos macias do que animais *Bos taurus*. Whipple et al. (1990), em Hereford x Angus, $\frac{3}{8}$ Sahiwal e $\frac{5}{8}$ Sahiwal, observaram que a média de FC foi mais elevada às 24 horas nos animais cruzados, com valores de 7,0, 9,3 e 9,6 kg, respectivamente, e que aos 14 dias houve médias de 4,7, 6,4 e 7,7 kg, respectivamente. Rubensam et al. (1998) estudaram amostras de músculo LD de bovinos Hereford, $\frac{3}{4}$ Hereford x $\frac{1}{4}$ Nelore e $\frac{5}{8}$ Hereford x $\frac{3}{8}$ Nelore e encontraram, às 24 horas, FC mais elevada nos bovinos com maior grau de sangue *Bos indicus* (6,10, 6,41 e 8,12 kg, respectivamente) e maior atividade da calpastatina (1,67, 1,79 e 2,65 U/g de carne, respectivamente). Esse grupo, aos 10 dias *post mortem*, também apresentou maior FC (3,67, 4,10 e 5,00 kg, respectivamente).

Vaz et al. (2002) compararam animais $\frac{3}{4}$ Nelore x $\frac{1}{4}$ Charolês com $\frac{1}{4}$ Nelore x $\frac{3}{4}$ Charolês e observaram que os animais $\frac{3}{4}$ Charolês apresentaram carne fresca mais macia do que os animais com $\frac{3}{4}$ Nelore na força FC (6,66 contra 8,04 kg) e na análise sensorial (6,50 contra 5,20 pontos). Os autores descrevem que esse comportamento na maciez se deve à maior atividade da calpastatina, uma protease cálcio dependente que atua inibindo a ação das calpaínas em carnes oriundas de raças zebuínas (Delgado et al., 2001).

Por outro lado, diferenças na FC são encontradas quando comparados animais de raças ou cruzamento *Bos taurus*. Chambaz et al. (2003) não observaram diferenças na força de cisalhamento em amostras de músculo LD de animais Angus (29 N), Charolês (32 N), Simental (33 N) e Limousin (29 N). Entretanto, na análise sensorial, os animais Angus (4,80) e Limousin (4,77) receberam notas mais elevadas para maciez do que os animais Simental (3,98), enquanto as amostras dos animais Charolês (4,59) foram semelhantes. Mónson et al. (2004) observaram que carnes de Holstein (8,85 kg) mostraram média mais elevada do que Brown Swiss (7,60), Limousin (7,04 kg) e Blonde d Aquitaine

(7,29 kg). Nuernberg et al. (2005) estudaram animais German Holstein e German Simental e relataram que as amostras de Holstein (11,06 kg) foram mais macias do que as amostras de Simental (13,17 kg).

Nas carnes maturadas por 10 dias deste experimento, os grupos genéticos afetaram ($P < 0,01$) a FC de forma que, na criação SP, as amostras de animais Nelore (6,25 kgf) foram mais elevadas do que de animais Montana (5,04 kgf) e Guzerá x Holandês (4,80 kgf) e as de animais Angus (5,50 kgf) foram semelhantes aos demais. No grupo dos animais SS, as médias das amostras de Tabapuã (6,22 kgf) foram mais altas do que as médias das amostras de bovinos Simental (5,33 kgf) e Holandês (5,03 kgf), enquanto as amostras de Gir (5,42 kgf) e Pardo Suíço x Nelore (5,98 kgf) foram semelhantes às demais. Diferenças significativas entre raças, após um período de maturação, foram relatadas por Whipple et al. (1990) e por Rubensam et al. (1998). Por outro lado, Bickerstaffe (1997) estabelecem que a carne é considerada macia quando apresenta valores de FC até 8,00 kgf, aceitável de 8 a 11 kgf e dura acima de 11 kgf. Utilizando essa escala, a carne de bovinos do presente trabalho pode ser considerada macia em todas as raças ou cruzamentos.

Ao se compararem as amostras frescas com amostras maturadas por 10 dias, (Figura 15) observa-se que houve uma redução na FC. Essa redução (FCdif) foi semelhante entre as diferentes raças e variou de 2,35 a 2,88 kgf no grupo de animais SP e de 1,57 a 2,63 kgf no grupo SS. Nas carnes maturadas por 10 dias, os grupos genéticos afetaram ($P < 0,01$) a FC, de forma que, no grupo de animais terminados a pasto, amostras de Nelore (6,25 kgf) foram mais elevadas do que Montana (5,04 kgf) e Guzerá x Holandês (4,80 kgf) e Angus (5,50 kgf) foram semelhantes aos demais. No grupo dos animais SS, as médias das amostras de Tabapuã (6,22 kgf) foram mais altas do que as médias das amostras de Simental (5,33 kgf) e Holandês (5,03 kgf), enquanto as amostras de Gir (5,42 kgf) e Pardo Suíço x Nelore (5,98 kgf) foram semelhantes às demais.

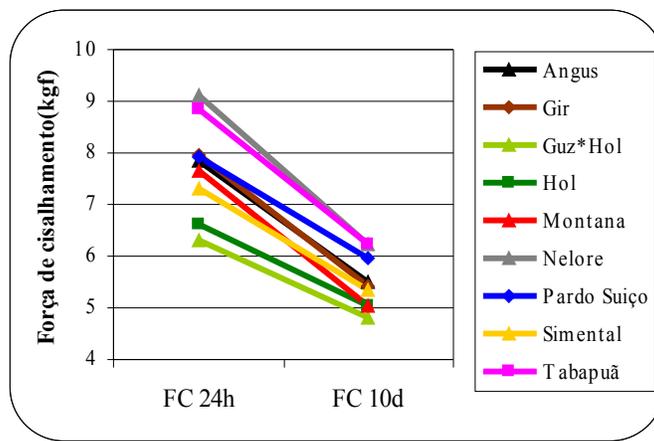


Figura 15 - Fc= força de cisalhamento do músculo *longissimus dorsi* da carne de bovinos às 24 horas *post-mortem* e após 10 dias de maturação por raça.

No presente trabalho, o aumento na maciez (redução na FC) (Figura 18) decorrente da maturação de 10 dias variou de 24 a 34,20% nas raças Angus (30%), Guzerá x Holandês (24%), Montana (32%), Nelore (31,54%), Gir (32%), Holandês (24%), Pardo Suiço x Nelore (25%), Simental (27%) e Tabapuã (30%). Esses dados demonstram que o aumento na maciez, decorrente dos processos de proteólise, que efetivamente ocorre nas carnes bovinas, sugere a extensão da maturação independentemente da origem de *Bos taurus* e *Bos indicus*, podendo esta ser mais elevada em animais de raças *Bos indicus* do que em raças *Bos taurus*. Esses achados contrariam a concepção atual de que, em bovinos *Bos indicus*, a maior FC é resultado de uma maior atividade da calpastatina.

As taxas de maciez (redução na FC) aumentam com o tempo de maturação. Mónson et al. (2004), nas raças Holstein, Brown Swiss, Limousin e Blonde d Aquitaine, relataram, em maturação de 7 dias, que a maciez aumentou de 12,4 a 22,3%. Whipple et al. (1990), em amostras de Hereford x Angus, $\frac{3}{8}$ Sahiwal e $\frac{5}{8}$ Sahiwal, encontraram, em maturações de 14 dias, reduções na

maciez de 33%, 31% e 20%, respectivamente. E Rubensam et al. (1998) encontraram, em 10 dias de maturação, aumento na maciez para Hereford, $\frac{3}{4}$ Hereford x $\frac{1}{4}$ Nelore e $\frac{5}{8}$ Hereford x $\frac{3}{8}$ Nelore de 40%, 36% e 38%, respectivamente.

4.3.5 Composição proximal

As médias e o desvio padrão para a composição proximal do músculo *longissimus dorsi* (LD), avaliado em diferentes grupos genéticos de bovinos terminados no SS ou SP, estão apresentados na Tabela 6.

4.3.5.1 Umidade

As raças, no SP, afetaram ($P < 0,01$) as médias de umidade, cinzas MI, proteína. No SS, as raças afetaram ($P < 0,01$) umidade e proteína, cinzas e lipídeos na MI.

Tabela 6. Médias e desvio padrão para umidade, proteína, lipídeos e cinzas expressos na matéria integral (MI) e colesterol (mg/100g de amostra) de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados a pasto e em sistema com suplementação.

Sistema Pasto					
	Angus	Guz./Hol.	Montana	Nelore	Médias
Umidade(%)	73,85 ± 0,38 ^b	74,82 ± 0,33 ^a	74,56 ± 0,41 ^{ab}	73,67 ± 0,33 ^b	74,22
Prot. MI(%)	21,17 ± 0,20 ^a	21,18 ± 0,17 ^a	21,25 ± 0,21 ^a	21,50 ± 0,18 ^a	21,27
Cinz. MI(%)	0,98 ± 0,03 ^a	0,92 ± 0,03 ^{ab}	0,89 ± 0,03 ^b	0,95 ± 0,03 ^{ab}	0,93
Lip. MI(%)	2,99 ± 0,45 ^a	2,89 ± 0,39 ^a	2,14 ± 0,49 ^a	3,17 ± 0,40 ^a	2,80
Colesterol	45,45 ± 1,43 ^{ad}	44,61 ± 1,23 ^b	40,26 ± 1,55 ^c	36,99 ± 1,26 ^c	41,83

Continua...

Tabela 6 – Cont...

Sistema Suplementado

	Gir	Holandês	P.Suíço x N.	Simental	Tabapuã	Médias
Umidade(%)	71,82 ± 0,32 ^b	73,31 ± 0,35 ^a	73,35 ± 0,32 ^a	71,97 ± 0,30 ^b	71,88 ± 0,31 ^b	72,47
Prot. MI(%)	18,15 ± 0,17 ^a	17,64 ± 0,19 ^b	18,13 ± 0,17 ^{ab}	18,58 ± 0,16 ^a	18,12 ± 0,16 ^{ab}	18,12
Cinz. MI(%)	0,79 ± 0,03 ^c	1,08 ± 0,03 ^a	0,82 ± 0,03 ^b	0,85 ± 0,02 ^b	0,83 ± 0,03 ^b	0,87
Lip. MI(%)	8,37 ± 0,38 ^a	6,67 ± 0,42 ^{bc}	6,28 ± 0,38 ^c	7,64 ± 0,36 ^{ab}	7,96 ± 0,37 ^a	7,38
Colesterol	67,11 ± 1,19 ^a	25,48 ± 1,34 ^c	48,38 ± 1,19 ^b	48,34 ± 1,13 ^b	64,46 ± 1,17 ^a	50,75

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste t, com um nível nominal de significância de 5%.

Prot. (MI) = Proteína matéria integral;

Cinz. (MI) = Cinzas matéria integral;

Lip. (MI) = lipídeos matéria integral.

As médias de umidade no SP foram mais elevadas nas amostras de Guzerá x Holandês (74,82%) do que nas amostras de Angus (73,85%) e Nelore (73,67%), sendo as amostras de Montana (74,56%) foram semelhantes a estas três raças. No SS, as médias de umidade dos animais Holandês (73,31%) e Pardo Suíço (73,35%) mais elevadas do que as médias encontradas em Simental (71,97%), Tabapuã (71,88%) e Gir (71,82%)(Figura 16). Esses resultados mostram que, dentro dos sistemas de terminação, as raças afetam a umidade de músculos *longissimus dorsi* (LD).

Na literatura, os resultados para o efeito de grupo genético na umidade são contraditórios. Moreira et al. (2003), trabalhando com animais Nelore (74,28%) e Nelore x Limousin (75,34%) terminados em pastagem, observaram que animais cruzados mostraram maior umidade. Vaz et al. (2001), estudando as raças Nelore (72,7%), Charolês (71,3%), ½ Charoles (69,3%), ½Nelore (71,6%), ¾Charolês (72,6) e ¾Nelore (70,9%), encontraram diferenças entre os percentuais de umidade. Entretanto, outros autores não relataram diferenças entre raças: Wheeler et al. (1987) em bovinos Chianina (74,61%) e Hereford x Angus (72,29%); Heinemann et al. (2003) em Nelore (75,96%) e Nelore x

Limousin (75,78%); e Rodrigues & Andrade (2004) em Nelore e Nelore x Sindi, com média de 71,7% para ambos os grupos genéticos.

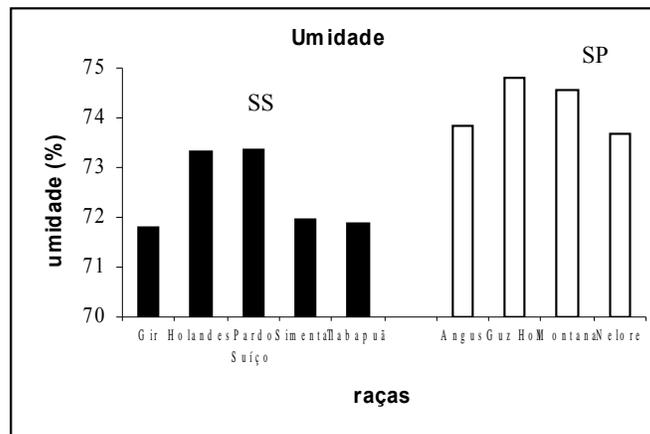


Figura 16 - Distribuição da porcentagem de umidade entre os diferentes grupos genéticos do músculo *longissimus dorsi*.

4.3.5.2 Proteína

Os dados médios de proteína na MI no SP foram semelhantes entre si (com média de 21,27%), foram semelhantes às demais médias. No SS, o efeito das raças nos dados médios aparece na MI. Na matéria integral, o percentual de proteína mais elevado foi observado em Simental (18,58%) e Gir (18,15%), e o mais baixo, nos animais Holandês, enquanto as médias de Pardo Suíço x Nelore (18,13%) e Tabapuã (18,12%) foram semelhantes às demais (Figura 17).

Os resultados do presente trabalho discordam da maioria dos autores que estudaram efeito de grupo genético nos percentuais de proteínas, tais como Wheeler et al., (1987) em bovinos Chianina (21,98%) e Hereford x Angus (22,41%); Moreira et al. (2003) em Nelore e Nelore x Limousin (20,94 e 20,76%, respectivamente); e Rodrigues & Andrade (2004) em Nelore e Nelore x Sindi (82,6). Entretanto, Heinemann et al. (2003), em Nelore e Nelore x

Limousin (20,89 e 21,63%, respectivamente), relataram médias mais elevada em Nelore x Limousin.

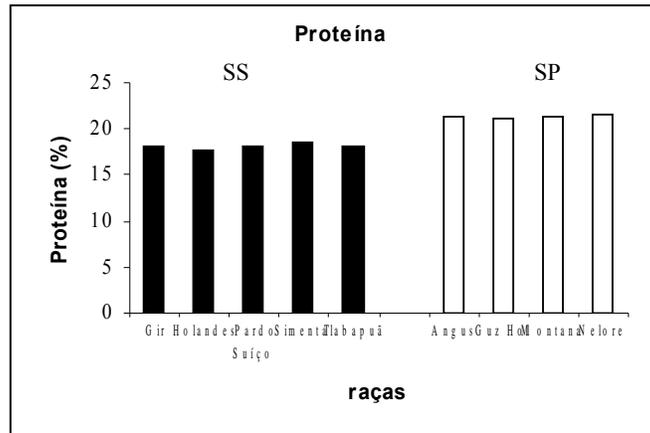


Figura 17- Distribuição da porcentagem de proteína entre os diferentes grupos genéticos do músculo *longissimus dorsi*.

4.3.5.3 Cinzas

Os dados de cinzas na MI do grupo SP mostraram médias mais elevadas nos animais da raça Angus (0,98%) e mais baixas nos animais da raça Montana (0,89%), enquanto as médias das raças Guzerá x Holandês (0,92%) e Nelore (0,95%) foram semelhantes às demais. No SS, as médias dos animais Holandês (1,08%) foram mais elevadas do que as médias de Pardo Suíço x Nelore (0,82%), Simental (0,85%) e Tabapuã (0,83%), que diferiram da média da raça Gir (0,79%) (Figura 18). Os comportamentos desses resultados diferem dos autores Moreira et al. (2003) em Nelore e Nelore x Limousin, que não encontraram diferença significativa (1,04 e 1,05%, respectivamente); Heinemann et al. (2003) para Nelore e Nelore x Limousin, segundo os quais as médias foram semelhantes (1,02 e 1,02%, respectivamente); e Rodrigues & Andrade (2004) em Nelore e Nelore x Sindi, os quais encontraram, na MS, valores de 3,89 e 4,11%, respectivamente, semelhantes entre si.

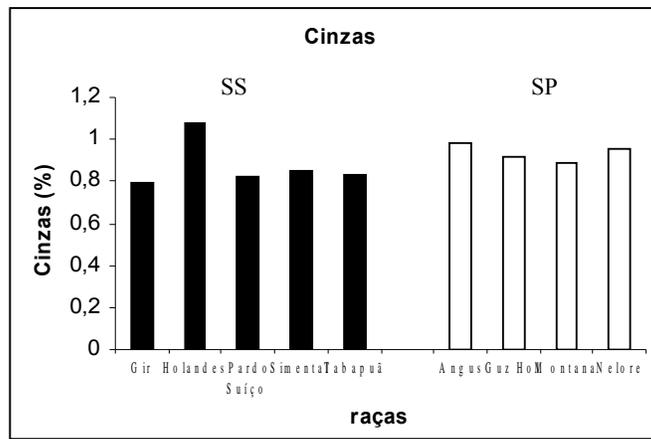


Figura 18- Distribuição da porcentagem de cinzas os diferentes grupos genéticos do músculo *longissimus dorsi*.

4.3.5.4 Lipídeos

As médias de lipídeos, no SP, na MI foram semelhantes, para todas as raças, com médias de 2,80%. No SS, os lipídeos foram elevados nos bovinos Gir (29,42%) e Tabapuã (28,14%), intermediários nos animais Simental (26,06%) e baixos nos bovinos Holandês (24,84%) e Pardo Suíço x Nelore (23,43%). No SS, as taxas de gordura intramuscular são mais elevadas do que no sistema de terminação a pasto, sendo que, dentro dos sistemas, as raças mostram influência sobre a deposição de gordura intramuscular (Figura 19).

Vários trabalhos descrevem a ausência de efeito do grupo genético nos lipídeos. Em raças *Bos taurus* (Simental e Angus), terminados com suplementação, Laborde et al. (2001) não observaram diferenças para gordura e mamoreio. Chambaz et al. (2003) relataram médias semelhantes em Angus (3,23%), Simental (3,25%), Charolês (3,25%) e Limousin (3,27%), bem como para gordura visível. Nuernberg et al. (2005), em German Holstein e German Simental, observaram médias semelhantes no sistema com suplementação (2,61% e 2,67%, respectivamente) ou no sistema em pastagens (1,51 e 2,30%,

respectivamente). Em raças *Bos taurus* e *Bos indicus* (Hereford x Angus, $\frac{3}{8}$ Sahiwal e $\frac{5}{8}$ Sahiwal), Whipple et al. (1990) citaram médias de lipídeos (5,4 4,0 e 4,7%, respectivamente) semelhantes entre si, bem como para o marmoreio. Em grupos genéticos *Bos indicus* (Nelore e Nelore x Limousin), Heinemann et al. (2003) relataram médias semelhantes (1,19% e 1,08%, respectivamente). Entretanto, Wheeler et al. (1987), em bovinos Chianina (1,66%) e Hereford x Angus (3,29%), relataram que os animais cruzados apresentaram maior porcentagem de lipídeos. Entre animais *Bos indicus* (Nelore e Nelore x Sindi), Rodrigues & Andrade (2004) encontraram maior quantidade de lipídeos em Nelore (15,4%) do que em animais cruzados (12,5%).

Alguns trabalhos relatam que animais de origem *Bos indicus* apresentam maior porcentagem de lipídeos do que os *Bos taurus*. Moreira et al. (2003), em Nelore (1,86%) e Nelore x Limousin (1,37%) terminados em pastagem, observaram que animais Nelore mostraram média mais elevada de lipídeos. Vaz et al. (2001) encontraram percentuais mais elevados quanto maior foi a participação de sangue de *Bos indicus* na formação do grupo genético, com exceção do Charolês meio sangue; os animais comparados foram Nelore (2,23%), Charolês (1,97%), $\frac{1}{2}$ Charolês (3,19%), $\frac{1}{2}$ Nelore (2,18%), $\frac{3}{4}$ Charolês (1,74%) e $\frac{3}{4}$ Nelore (2,25%).

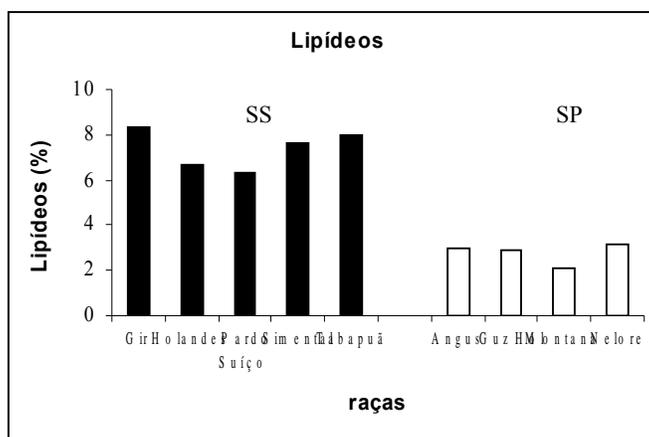


Figura 19 - Distribuição da porcentagem de lipídeos entre os diferentes grupos genéticos do músculo *longissimus dorsi*.

4.3.5.5 Comentário geral da composição proximal.

Numa avaliação global da composição proximal dos grupos genéticos dentro dos sistemas de terminação, observa-se que os animais da raça Montana (SP) e Pardo Suíço x Nelore (SS) mostraram as carnes mais magras. Em contrapartida, no sistema a pasto, as raças Angus, Guzê x Holandês e Nelore mostraram percentual de gordura semelhante, mas no sistema suplementado, os animais da raça Gir e Tabapuã mostraram carnes com gordura elevada. No conjunto dos dados, foram encontradas correlações significativas ($P < 0,01$) entre lipídeos e umidade ($r = -0,87$), proteína ($r = -0,76$) e cinzas ($r = -0,33$) (Anexo A, Tab. 5A), ou seja, quanto mais baixos os percentuais de umidade, proteína e cinzas, mais elevada é a porcentagem de lipídeos. Percentuais mais elevados de lipídeos em Nelore, quando comparado com outros grupos genéticos, também foram relatados por Moreira et al. (2003) e Rodrigues & Andrade (2004).

4.3.6 Colesterol

Os grupos genéticos influenciaram ($p < 0,01$) as médias de colesterol. No grupo SP, os bovinos Angus e Guzerá x Holandês mostraram médias mais elevadas (45,45 e 44,61 mg/100g, respectivamente) do que os bovinos Montana e Nelore (40,26 e 36,99 mg/100g, respectivamente). No SS, animais Gir e Tabapuã apresentaram médias mais elevadas (65,78 mg/100g) do que bovinos Pardo Suíço x Nelore e Simental (48,36 mg/100g, respectivamente), sendo que a média mais baixa ocorreu em Holandês (25,48 mg/100g) (Figura 20). Esses resultados demonstraram que, nos sistemas de terminação SP ou SS, os grupos genéticos afetam os níveis de colesterol presentes no LD.

Os resultados encontrados no presente trabalho para o efeito da raça nos índices de colesterol discordam da maioria dos autores consultados. Em sistema de pastagem, Moreira et al. (2003) compararam animais *Bos indicus* (Nelore) com animais cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus* e encontraram média mais baixa embora sem diferença significativa para Nelore (35,16mg/100g) do que nos animais cruzados (39,64mg/100g). Em animais Nelore ou Nelore x Sindi confinados, Rodrigues et al. (2004) não encontraram diferenças entre os resultados (97,8 e 112,7 mg/100g). Wheeler et al. (1987), em bovinos Chianina e Hereford x Angus, encontraram médias semelhantes (62,71 e 63,92 mg/100 gramas, respectivamente). Rule et al. (1997) descreveram que raça, dietas e sexo dos animais não influenciam o colesterol presente no tecido muscular.

Por outro lado, Stromer et al. (1966) citaram que o colesterol se encontra em diferentes proporções nos tecidos que compõem a carcaça, mas os lipídeos intramusculares apresentam mais colesterol do que a gordura subcutânea. Discordando disso, Wheeler et al. (1987) encontraram, no tecido subcutâneo, médias mais elevadas, de 92,28 a 99,53 mg/100 gramas, do que no tecido intramuscular de músculos LD, de 62,42 a 64,30 mg/100 g.

Por outro lado, Rule et al. (2002), analisando a composição de ácidos graxos e concentração de colesterol, encontraram, em músculos *longissimus dorsi*, índices de colesterol semelhantes entre bovinos terminados a pasto e com suplementação (52,3 e 52,7 mg/100g respectivamente). Entretanto, esses autores encontraram diferenças significativas quando foi estudado o músculo *semitendíneo* (48,7 mg/100g e 53,4 mg/100g respectivamente).

Moreira et al. (2003), estudando a evolução das características da carcaça e composição química da carne de *B. indicus* e *B. taurus* no sistema terminado a pasto, encontraram índices de colesterol, para *B. indicus*, de 35,16 mg/100g de músculo, e para *B. indicus x B. taurus*, 39,64 mg/100g músculo, resultados inferiores aos encontrados nesse estudo para a raça Nelore 36,99 mg/100g e a raça Guzerá/Holandês 44,61 mg/100g. Essa diferença pode ser devida à dieta com que os animais foram alimentados (*Pennisetum americanum* L. e *Cynodon plectostachyus*) e pelo diferente método de análise (cromatografia gasosa) com presente estudo (colorimetria).

No presente trabalho, o índice de correlação encontrado entre lipídeos e colesterol foi de $r=0,42$ ($P < 0,01$); ou seja, no conjunto de dados, maior quantidade de lipídeos determinou maior quantidade de colesterol.

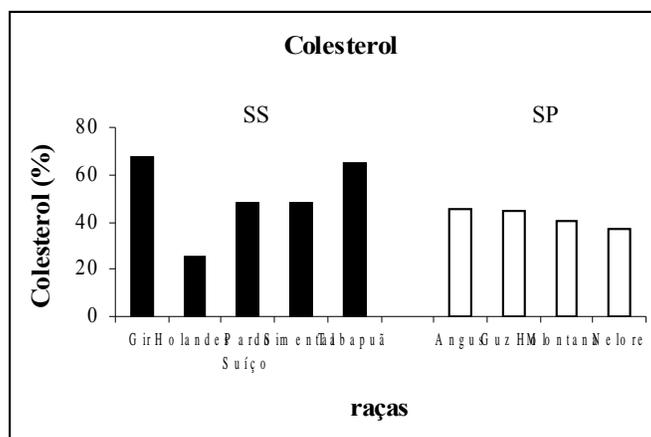


Figura 20- Distribuição da porcentagem de colesterol entre os diferentes grupos genéticos do músculo *longissimus dorsi*.

Os índices de correlação entre colesterol e composição proximal foram negativos para umidade ($r=-0,37$, $P<0,05$), proteína (MI) ($r=-0,28$, $P<0,01$), cinzas MI ($r=-0,41$, $P<0,01$), e positivos para lipídeos MI ($r=0,42$, $P<0,01$) e (Anexo A, Tab. 5A). Dessa forma, o índice de colesterol da carne de bovinos é menor quanto maior for a umidade, e a proteína e a cinza da amostra é maior quanto maior for o conteúdo de lipídeos (Figura 21).

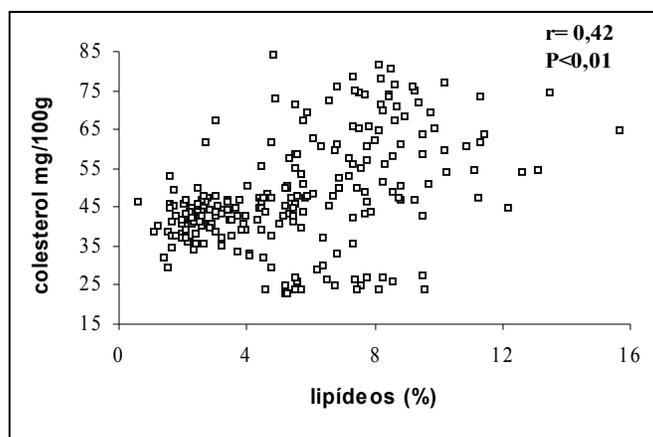


Figura 21- Dispersão dos dados relacionados com a porcentagem de colesterol mg/100g com porcentagem de lipídeos do músculo *longissimus dorsi*, com os respectivos coeficientes de correlação.

4.4 Diferenças entre bovinos *Bos taurus* – *Bos indicus*

Os grupos genéticos *Bos taurus* e *Bos indicus* foram avaliados por comparação dos valores médios para as raças dos grupos *Bos taurus* (Holandês, Simental, Angus) e *Bos indicus* (Nelore, Tabapuã e Gir). Os resultados estão na Tabela 7.

Tabela 7 – Média, erro padrão e probabilidade para as diferenças entre as características físico-químicas e colesterol de amostras do músculo *longissimus dorsi* de bovinos puros *Bos taurus* e *Bos indicus*

Variável	(<i>Bos taurus</i> – <i>Bos indicus</i>)	P (t)
pH ²⁴	-0,0199 ± 0,029	0,49
L*f	-0,697 ± 0,409	0,09
a*f	0,009 ± 0,255	0,97
b*f	0,193 ± 0,210	0,36
L*m	0,315 ± 0,392	0,42
a*m	0,195 ± 0,391	0,62
b*m	0,962 ± 0,229	<0,0001
L*dif	-1,012 ± 0,442	0,02
a*dif	-0,186 ± 0,422	0,66
b*dif	-0,769 ± 0,258	0,003
PPCf (%)	-0,025 ± 0,843	0,98
PPCm (%)	0,225 ± 0,745	0,76
PPCdif (%)	-0,250 ± 1,088	0,82
FCf (kgf)	-1,401 ± 0,238	<0,0001
FCm (kgf)	-0,671 ± 0,232	0,004
FCdif (kgf)	-0,730 ± 0,284	0,011
Umidade (%)	0,588 ± 0,272	<0,05
Prot. MI(%)	-0,127 ± 0,144	0,38
Cinz. MI(%)	0,113 ± 0,022	<0,0001
Lip. MI(%)	-0,727 ± 0,323	<0,026
Colesterol	-16,41 ± 1,025	<0,0001

Nas características de cor de carnes frescas não houve diferenças significativa ($P>0,05$) entre amostras de *Bos taurus* e *Bos indicus*. Entretanto, na carne maturada, animais *Bos indicus* mostraram maior índice de amarelo (0,962) ou maior taxa de pigmentos carotenóides. Na evolução de cor entre carne fresca e maturada, os animais puros *Bos indicus* mostraram maior variação em luminosidade (1,012) e índice de amarelo (0,769) quando comparados a animais

Bos taurus. Quanto ao índice de vermelho, não houve diferença entre os grupos. Assim, a variação no índice de vermelho no período de maturação, ou a estabilidade da cor (a^*), é semelhante em animais *Bos taurus* e *Bos indicus*.

A diferença entre bovinos *Bos taurus* e *Bos indicus* para a FC na carne fresca foi de -1,40, e na carne maturada, de -0,671 (Tabela 7). Essas diferenças podem ser visualizadas quando comparadas as FC dessas raças específicas. Na carne fresca, as médias de FC para as amostras de *Bos taurus* e *Bos indicus* foram de 7,25 kgf e 8,65 kgf, respectivamente. Entre *Bos taurus* e *Bos indicus*, a diferença ($P < 0,01$) na FC na carne fresca foi de 1,40 kgf a mais para as amostras de *Bos indicus*. Na carne maturada, as médias de FC para as amostras de *Bos taurus* e *Bos indicus* foram de 5,29 kgf e 5,96 kgf, respectivamente. Em carnes maturadas, a diferença ($P < 0,01$) entre *Bos taurus* e *Bos indicus* foi de 0,671 kgf a mais para os animais *Bos indicus*.

Durante a maturação, a FC foi reduzida em amostras de Angus, Holandês e Simental, respectivamente, e em amostras de Nelore, Gir e Tabapuã, respectivamente. Esses dados mostram que a evolução da maciez em animais *Bos indicus* é maior (0,730) do que em *Bos taurus*, e sugerem que a proteólise em carnes de *Bos indicus* é tão ou mais efetiva do que a proteólise que ocorre em *Bos taurus*.

Muitos trabalhos mostram que animais *Bos indicus* apresentam carnes menos macias do que animais *Bos taurus* (Johnson et al., 1990; Wheeler et al., 1990; Whipple et al., 1990; Rubensam et al. 1998; Vaz et al., 2002). Embora a maciez seja resultado de vários fatores associados, essa menor maciez é atribuída a diferentes comportamentos do complexo enzimático calpaínas/calpastatina (Johnson et al., 1990; Koohmaraie et al., 2002; Veiseth et al., 2004). Alguns autores acreditam que as calpaínas são as únicas proteases responsáveis pelo amaciamento da carne (Koohmaraie et al., 2002; Delgado et al., 2001), enquanto outros autores (Herrera-Mendez et al., 2006; Kemp et al.,

2006; Luciano et al.; 2007) propõem um processo multienzimático implicado com as calpaínas e outras enzimas, cujas funções são pouco claras (proteosomas, caspases). Se nos bovinos *Bos indicus* a ação das calpaínas é parcialmente inibida pela calpastatina, e como a extensão da proteólise em *Bos indicus* é tão ou mais efetiva do que em *Bos taurus*, como mostram os resultados de FC do presente trabalho, existem outras enzimas além das calpaínas envolvidas no processo de proteólise *post mortem*.

Na composição proximal, animais *Bos taurus* mostraram mais umidade, mais cinzas, menos gordura e menos colesterol do que os *Bos indicus* (Tabela 7). Isso demonstrou que carnes de animais *Bos taurus* foram mais magras e com menos colesterol do que carnes de animais *Bos indicus*. Esse resultado confirma os achados de Moreira et al. (2003) e Vaz et al. (2001).

4.5 Correlações entre os resultados na qualidade de carne de bovinos de rebanhos comerciais em diferentes sistema de terminação e diferentes grupos genéticos

4.5.1 Características físicas e proximal

4.5.1.1 Relação de pH com os componentes de cor

Os coeficientes de correlação linear entre os dados globais para as variáveis de qualidade de carne de bovinos terminados em sistema a pasto e sistema suplementado são apresentados no Anexo A, Tabela. 2A.

Os conhecimentos clássicos de características físicas da carne descrevem que existe uma relação estreita entre pH_{24} , cor, perda de peso por cocção e maciez (Roça, 2000). No presente estudo, utilizando animais adultos acabados (com no mínimo de 3mm de gordura de cobertura) de distintas raças, terminados em sistema a pasto ou suplementado, os dados de pH mostraram correlação significativa com a luminosidade na carne fresca ($r=-0,14$, $P<0,01$) e na carne maturada ($r=-0,16$, $P<0,05$), o que significa que quanto menor o pH_{24} , maior a luminosidade (Figura 22)

Os valores de pH_{24} também foram relacionados com demais componentes de cor. Os dados de a^* e b^* na carne maturada mostram coeficientes $r=-0,16$ ($P<0,05$) e $r=-0,22$ ($P<0,01$), mostrando, em carnes com maior pH_{24} , menor índice de vermelho e menor índice de amarelo (Figura 23).

Quando avaliados separadamente esses índices de correlação (pH x cor) nos dados de animais terminados em sistema suplementado e a pasto, o comportamento dos índices foi diferente. No sistema suplementado, as correlações entre pH_{24} e os componentes de cor não são significativos.

Entretanto, no sistema a pasto, os coeficientes entre pH e os componentes de cor são mais elevados, com valor de $r=-0,22$ ($P<0,05$) para o

índice de luminosidade na carne fresca L^*f , $r=-0,24$ ($P<0,05$) para o índice de luminosidade na carne maturada L^*m e $r=-0,32$ ($P<0,01$) para índice de amarelo na carne maturada b^*m . Ou seja, quanto menor o pH 24 horas *post mortem*, maior e o índice de luminosidade na carne fresca e na carne maturada e menor o índice de amarelo.

Com isso é possível supor que, em bovinos, o pH_{24} está relacionado com alguns componentes da cor de carne, de forma que menores valores de pH_{24} desencadeiam carnes com maior luminosidade, mais índice de vermelho e mais índice de amarelo, ou seja, pH_{24} elevado coincide com carnes mais escuras (Figura 24). Entretanto, o comportamento do pH relacionado com a cor difere conforme o sistema de produção / alimentação. Page et al. (2001), estudando a cor e pH_{24} em músculo de carne, reportam que os índices de cor L^* , a^* e b^* foram negativamente correlacionados com pH_{24} do músculo, ou seja, quanto maior o pH, menor é o índice de luminosidade.

(a)

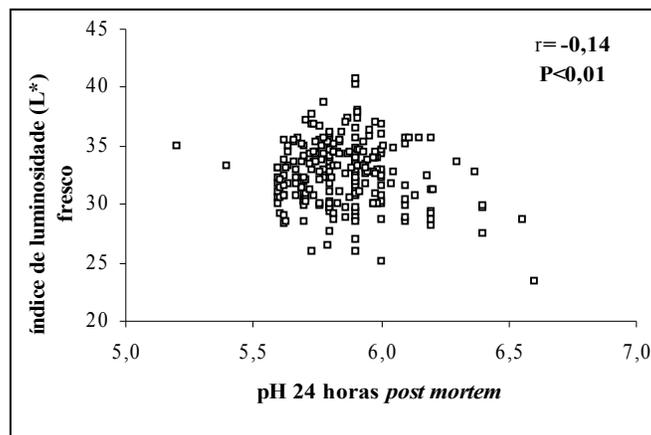
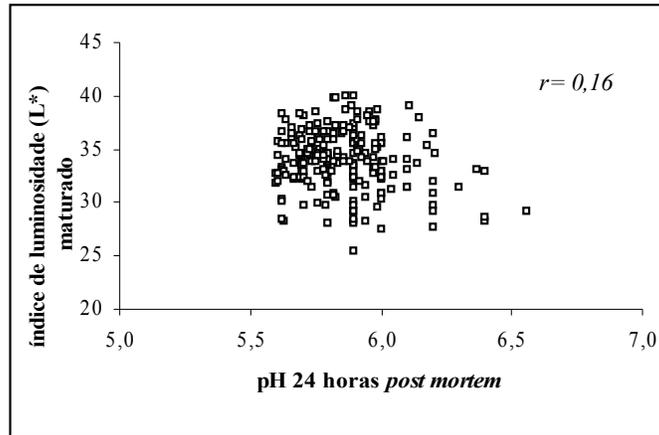


Figura 22 - Dispersão dos dados relacionando o pH_{24} com os componentes de cor: índice de L^* (luminosidade) nas carnes frescas (a) e maturadas (b), com os respectivos coeficientes de correlação (continua...)

Figura 22 – Cont...

(b)



(a)

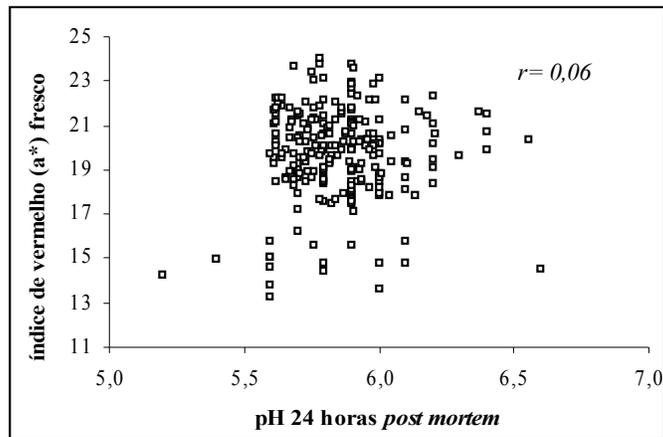
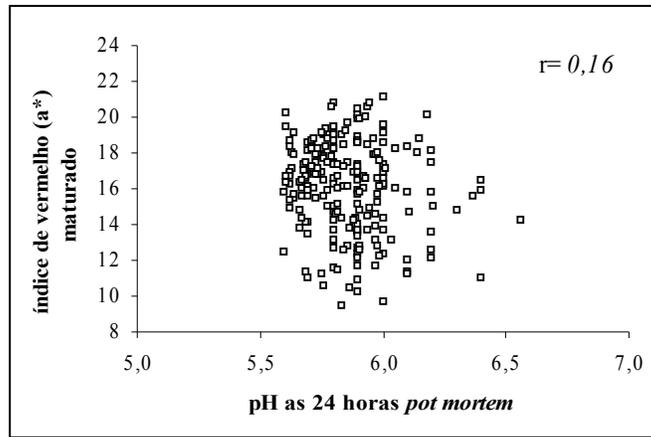


Figura 23- Dispersão dos dados relacionando o pH₂₄ com os componentes de cor: índice de a*(vermelho) nas carnes frescas (a) e maturadas (b), com os respectivos coeficientes de correlação (continua...)

Figura – 23 Cont...

(b)



(a)

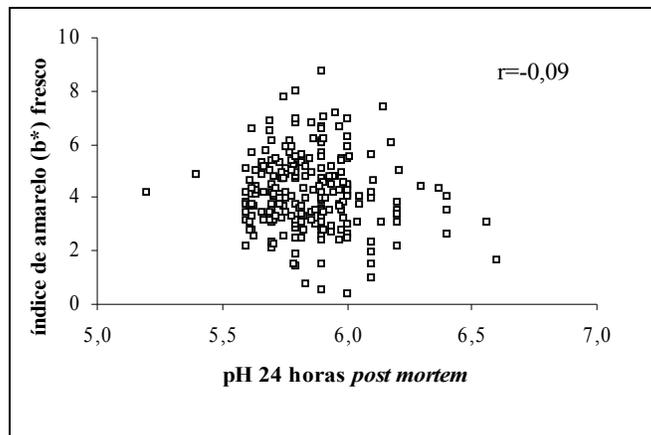
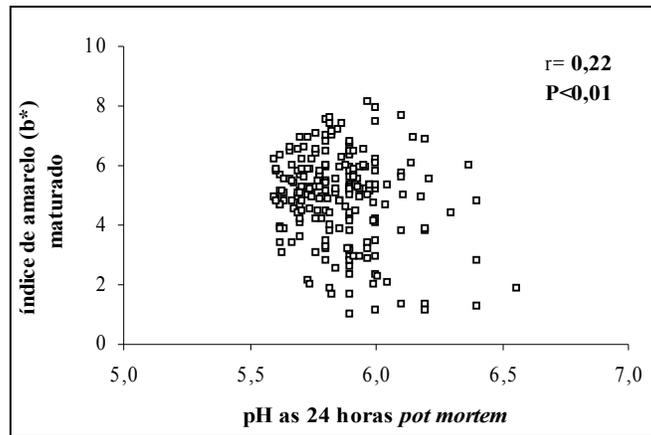


Figura 24- Dispersão dos dados relacionando o pH_{24} com os componentes de cor: índice de b^* (amarelo) nas carnes frescas (a) e maturadas (b), com os respectivos coeficientes de correlação (continua...)

Figura 24 – Cont...

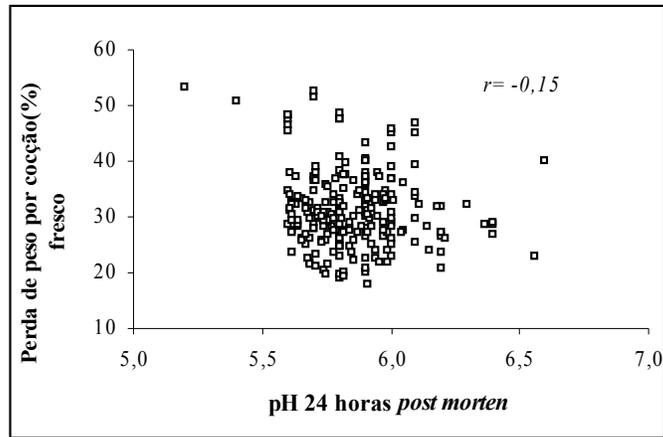
(b)



4.5.1.2 Relação dos dados de pH₂₄ com perda de peso por cocção (PPC)

O pH₂₄ foi significativamente correlacionado com os dados globais da perda de peso por cocção da carne fresca (PPCf), com $r=-0,15$ ($P<0,05$), e com a perda de peso por cocção da carne maturada (PPCm), com $r=-0,23$ ($P<0,01$) (Figura 25). Ao se avaliarem os sistemas de terminação, é possível verificar um comportamento diferente para os coeficientes de correlação entre os dados dos animais obtidos no sistema suplementado, em que os coeficientes não são significativos e os dados do sistema a pasto foram $r=-0,34$ ($P<0,01$) e $r=-0,26$ ($P<0,05$). Esses dados mostram que, de forma geral, quanto mais elevado o pH, menor a PPC, tanto em carnes frescas quanto em carnes maturadas. Entretanto, essa relação varia em função do sistema de terminação.

(a)



(b)

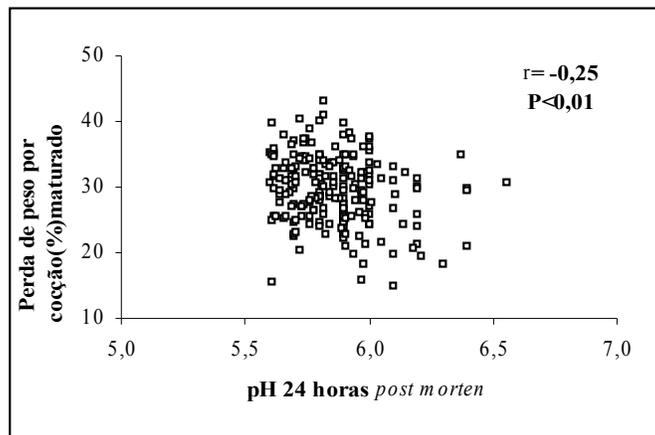


Figura 25- Dispersão dos dados relacionando o pH_{24} com (a) perda de peso por cocção na carne fresca (PPCf) (b) na carne maturada (PPCm), com os respectivos coeficientes de correlação.

4.5.1.3 Relação dos dados de pH_{24} com a força de cisalhamento (FC)

Os coeficientes de correlação entre o pH_{24} e a força de cisalhamento (FC) da carne fresca e da carne maturada encontrados nos dados globais ou nos sistemas individualmente não foram significativos. Entretanto, Silva et al.

(1999), trabalhando com 23 bovinos Maronesa, encontraram correlação elevada entre pH e FC avaliada 1,6 e 13 dias *post mortem* ($r=-0,83$, $r=-0,70$ e $r=-0,78$, respectivamente, com $P<0,01$). Nesse trabalho, 7 carcaças apresentaram $\text{pH}\leq 5,8$, 8 com pH entre 5,8 e 6,2 e 8 com $\text{pH}>6,2$, enquanto, no presente trabalho, a grande maioria das carcaças apresentaram entre 5,8 e 6,2 (animais com valores de DFD moderado).

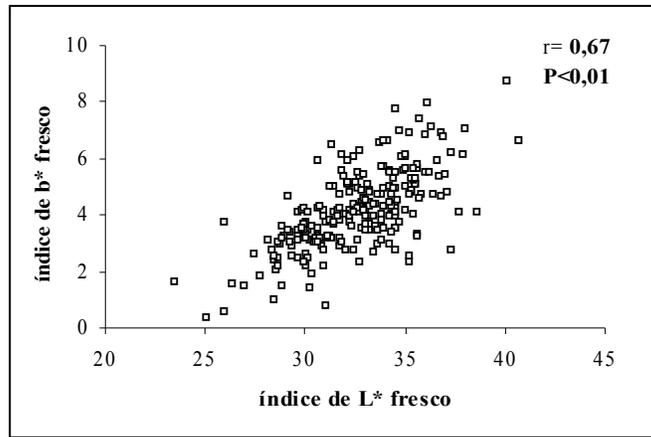
A relação entre pH final e maciez (FC), na literatura, apresenta contradições. Silva et al. (1999) encontrou uma relação linear entre esses dois parâmetros, enquanto Purchas (1990) encontrou uma relação curvilínea, com maciez mínima (FC máxima), com valores de pH entre 5,8 e 6,2. Yu & Lee (1986) sugerem que valores entre 5,8 e 6,3 não caracterizam o pH ótimo das catepsinas e nem das calpaínas.

4.5.1.4 Relação entre os componentes de cor

Na carne fresca, o índice de luminosidade (L^*) está relacionado com o índice de amarelo ($r=0,67$) ($P<0,01$), de forma que, entre os dados encontrados, quanto maior a luminosidade, maior o índice de amarelo. Essa relação também foi observada nas amostras após a maturação ($r=0,61$) ($P<0,01$) (Figura 26).

Na carne fresca, o índice de luminosidade não esteve associado ao índice de vermelho. Porém, após a maturação, o índice de luminosidade mostrou resultados inversamente proporcionais ($r=-0,20$) ($P<0,01$) ao índice de vermelho, ou seja, quanto maior foi a luminosidade, menor foi o índice de vermelho.

(a)



(b)

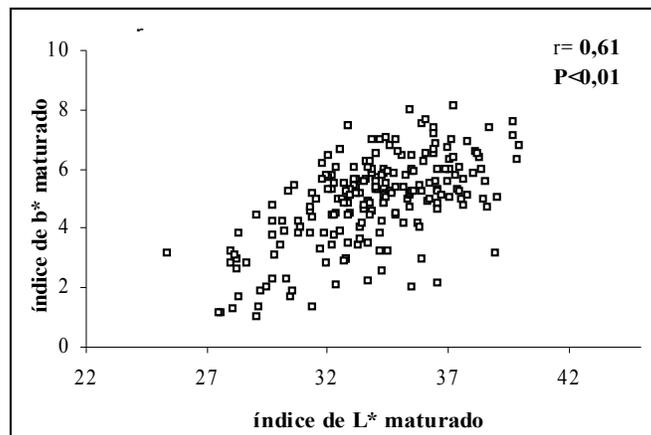


Figura 26- Dispersão dos dados relacionando (a) o índice de luminosidade (L*) fresco com o índice de amarelo (b*) fresco (b) índice de luminosidade (L*) maturado com índice de amarelo (b*) maturado, com os respectivos coeficientes de correlação.

Os valores L* (índice de luminosidade) da carne fresca e da carne maturada dos animais terminados no sistema suplementado foram mais elevados (33,06 e 34,55, respectivamente) do que nos animais terminados no sistema à

pasto (31,92 e 32,67, respectivamente) ($P < 0,01$). Esses resultados possivelmente estão associados com a maior quantidade de lipídeos observados nos animais terminados no sistema suplementado, que apresentaram médias de 7,38% na matéria integral, respectivamente, enquanto nos animais terminados a pasto as médias foram de 2,79% matéria integral, respectivamente ($P < 0,01$). A gordura da carne normalmente apresenta valores elevados de luminosidade. No presente trabalho, a associação entre o valor L^* na carne fresca e na carne maturada com os lipídeos na matéria integral é observado através dos coeficientes de correlação observados nos dados gerais ($r = 0,24$ e $r = 0,24$) ($P < 0,01$).

O índice de luminosidade em carnes frescas e em carnes maturadas mostrou correlação positiva ($r = 0,43$) ($P < 0,01$), ou seja, carnes que apresentaram maior índice de luminosidade (L^*) às 24 horas *post mortem* foram carnes que mostraram maior índice de luminosidade (L^*) aos 10 dias *post mortem* (Figura 27).

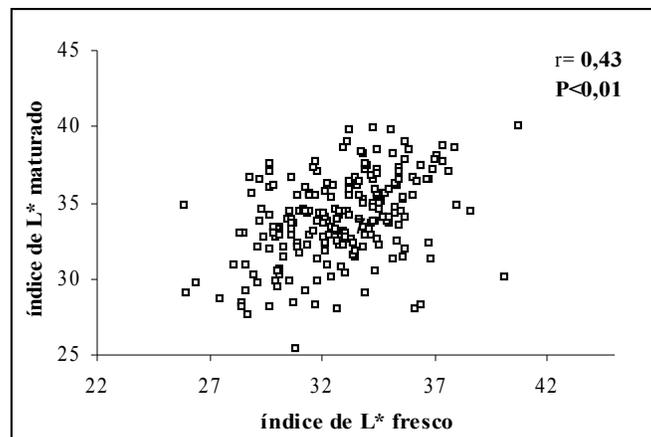


Figura 27- Dispersão dos dados relacionando com o índice de luminosidade (L^*) fresco com o índice de luminosidade (L^*) maturado, com os respectivos coeficientes de correlação.

Os índices de vermelho às 24 horas *post mortem* e aos 10 dias *post mortem* não mostraram correlação significativa. Entretanto, o índice de

vermelho às 24 horas *post mortem* (fresco) e aos 10 dias *post mortem* (maturado), relacionados com a^* dif entre 24 horas *post mortem* e a^* dif 10 dias *post mortem* mostraram correlação significativa ($r=0,45$ e $r=-0,84$, respectivamente, com $P<0,01$).

O índice de amarelo às 24 horas *post mortem* mostrou uma correlação positiva com o índice de amarelo (b^*) aos 10 dias *post mortem* ($r=0,34$) ($P<0,01$), ou seja, quanto maior foi o índice de amarelo (b^*) às 24 horas *post mortem*, maior foi o índice de amarelo (b^*) após a maturação (Figura 28).

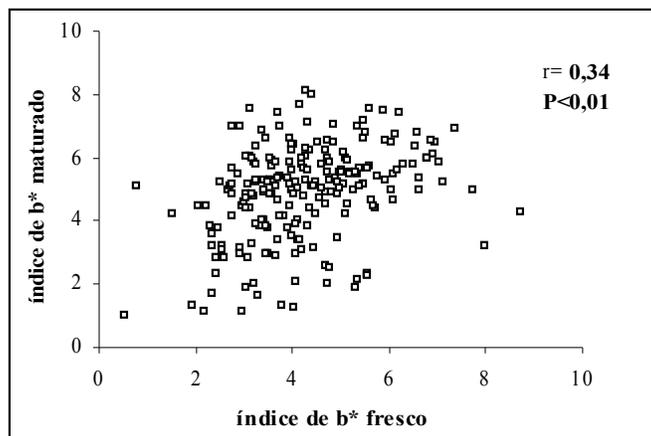


Figura 28- Dispersão dos dados relacionando com o índice de amarelo (b^*) fresco com o índice de amarelo (b^*) maturado, com os respectivos coeficientes de correlação.

Abularach et al. (1998), estudando as características de qualidade do contrafilé (músculo *longissimus dorsi*) de touros jovens da raça Nelore, observaram valores superiores no índice de luminosidade L^* (34,85), inferiores nos índices de vermelho a^* (18,08) e superiores nos índices de amarelo b^* (6,12) em relação ao presente trabalho.

O índice de amarelo (b^*) mostrou correlação com o índice de vermelho (a^*) às 24 horas *post mortem* ($r=0,38$, $P<0,01$), mas essa correlação não se manteve na carne maturada (Figura 29) (Anexo A, Tab. 2A).

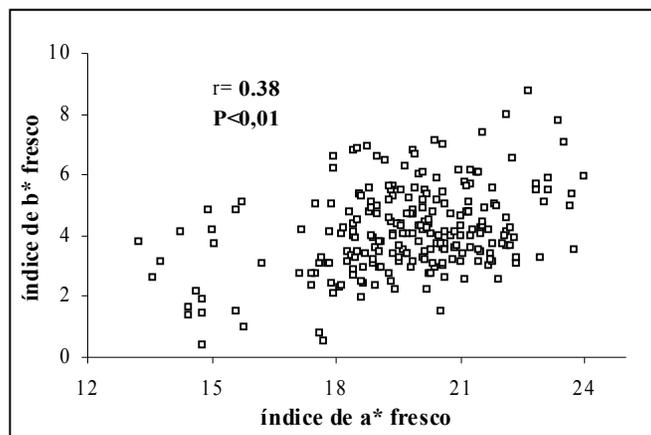


Figura 29- Dispersão dos dados relacionando com o índice de vermelho (a^*) fresco com o índice de amarelo(b^*) fresco, com os respectivos coeficientes de correlação.

4.5.1.5 Relação entre Composição proximal com colesterol

Os coeficientes de correlação demonstraram que a umidade esteve correlacionada positivamente com a proteína na matéria integral (MI) (Figura 30) ($P<0,01$), e negativamente com os lipídeos totais na matéria integral ($r=-0,87$) ($P<0,01$). A relação entre lipídeos totais na matéria integral com a proteína na matéria integral ($r=-0,76$ $P<0,05$) (Figura 31) foi negativa, e o mesmo ocorreu proteína na matéria integral ($r=-0,87$, $P<0,01$) (Figura 32). Isso mostra que quanto maior a quantidade de lipídeos na carne, menor a proporção de proteína.

Esses dados revelam que quanto maior o teor de lipídeos, menor a quantidade de proteína e a quantidade de umidade. Esse comportamento foi verificado nos dados globais e também quando avaliados os coeficientes nos sistemas individualmente.

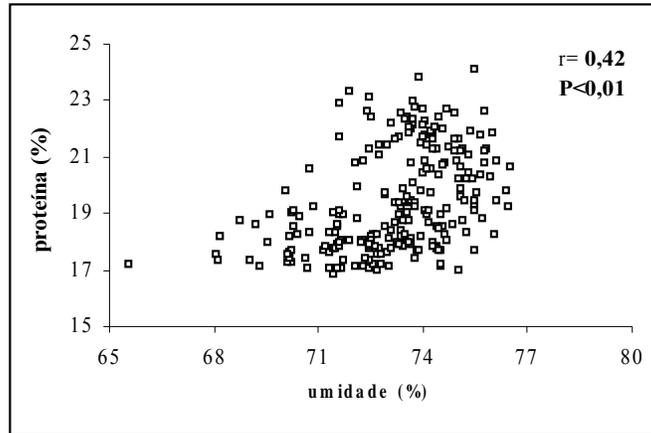


Figura 30- Dispersão dos dados relacionando com a porcentagem de umidade e porcentagem de proteína no músculo *longissimus dorsi*, com os respectivos coeficientes de correlação.

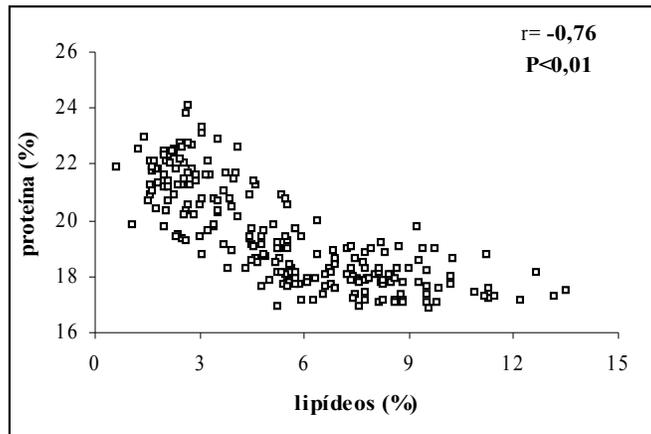


Figura 31- Dispersão dos dados relacionando com a porcentagem de lipídeos e porcentagem de proteína na carne bovina no músculo *longissimus dorsi*, com os respectivos coeficientes de correlação.

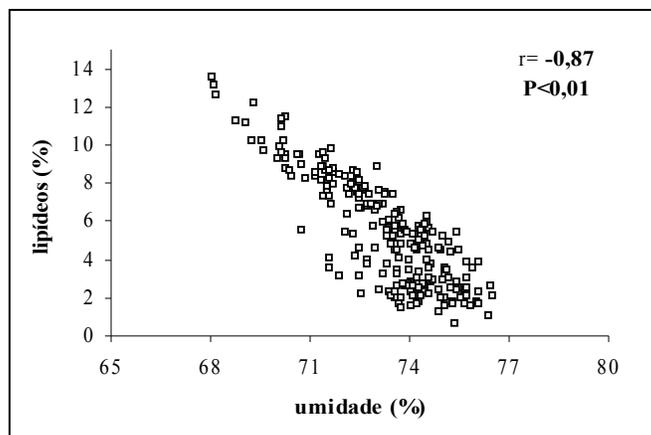


Figura 32- Dispersão dos dados relacionando com a porcentagem de umidade e porcentagem de lipídeos no músculo *longissimus dorsi*, com os respectivos coeficientes de correlação.

A relação entre a umidade e as cinzas foi positiva, $r=0,25$ ($P<0,01$), ou seja, quanto maior é a umidade da carne, maior é a quantidade de cinzas. Os dados para cinzas também apresentam relação inversa, em que $r=-0,33$ ($P<0,01$) entre lipídeos MI e $r=-0,54$ ($P<0,01$)

Nas amostras analisadas (233 observações), os componentes da composição proximal revelam, através dos coeficientes de correlação, que enquanto as variações positivas para umidade estão relacionadas com o aumento de todos os demais componentes, as variações positivas para lipídeos totais desencadeiam redução em todos os demais componentes.

Os índices de correlação do colesterol com os componentes da composição proximal foram, para umidade, $r=-0,37$, $P<0,05$; proteína (MI) $r=-0,28$, $P<0,01$; cinzas na MI, $r=-0,41$, $P<0,01$; e lipídeos (MI), $r=0,42$, $P<0,01$. O índice de colesterol da carne de bovinos é reduzido quanto maior for a umidade, a proteína e a cinza da amostra e menor for o conteúdo em lipídeos totais.

Arboitte (2004), avaliando a composição física da carcaça, a qualidade da carne e o conteúdo de colesterol no músculo *longissimus dorsi* de bovinos, observou correlações significativas entre o índice de lipídeos e o colesterol da carne ($r=0,60$; $P=0,01$), correlações semelhantes às encontradas neste estudo. Segundo Stromer et al. (1996) e Costa et al. (2002), esta elevada associação ocorre em função de os índices de lipídeos incluírem a gordura localizada inter e intracelularmente, sendo esta última a que contém os maiores níveis de colesterol.

4.5.2 Características físico-química e proximal

4.5.2.1 Relação entre os dados de umidade com cor

A umidade está correlacionada com os componentes de cor L^* , a^* e b^* da carne fresca nos dados globais, com $r=-0,19$ ($P<0,01$), $r=-0,28$ ($P<0,01$) e $r=-0,10$ respectivamente. Ou seja, na carne fresca, maiores índices de umidade mostram carnes mais escuras, com menor índice de vermelho e menor índice de amarelo. Porém, na carne maturada, essa relação não se mantém para L^* e b^* .

4.5.2.2 Relação entre os dados de umidade com PPC e FC

Nos animais a pasto, a relação entre perda de peso por cocção e umidade foi positiva ($r=0,22$ $P<0,05$), sendo que, quanto maior o percentual de água na carne fresca, maior a perda.

Entretanto, a relação entre força de cisalhamento e umidade foi negativa ($r=-0,30$, $P<0,01$), de forma que, quanto maior a umidade da carne fresca, menor a força de cisalhamento e mais macia é a carne.

4.5.2.3 Relação entre os dados de lipídeos e FC

A relação entre lipídeos e força de cisalhamento não foi significativa. Embora as informações científicas descrevam uma associação entre gordura

entremeada e maciez, é possível que entre gordura e força de cisalhamento essa relação não seja registrada na análise instrumental. Silva et al.(1999), avaliando a correlação entre lipídeos totais e força de cisalhamento, também não encontraram um coeficiente significativo.

5 CONCLUSÕES

Carnes (músculo *longissimus dorsi*) oriundas de bovinos submetidos ao sistema de terminação com suplementação de concentrados mostram maior acidificação do que carnes oriundas de animais terminados em pastagens.

O sistema de terminação de bovinos afeta a cor do músculo *longissimus dorsi*, de maneira que animais terminados a pasto mostram carnes mais escuras (menor índice de L*) e menos vermelhas (menor índice de a*) quando comparadas a carnes de animais suplementados e esse efeito se mantém após 10 dias de maturação.

A maciez no músculo *longissimus dorsi* foi semelhante entre animais dos sistemas avaliados. Entretanto, animais produzidos no sistema de pastagens mostram carnes mais magras do que animais do sistema suplementado.

Os valores de pH, em sua maioria, foram iguais ou superiores a 5,8, indicando que mais da metade dos músculos *longissimus dorsi* apresentaram uma condição que inspira cuidados em relação à vida de prateleira, pois o pH considerado normal é igual ou menor do que 5,8.

Carnes maturadas apresentaram maior luminosidade e menor índice de vermelho e índice de amarelo na carne freca.

O músculo *longissimus dorsi* perdeu menos peso por cocção nas carnes maturadas do que na carne fresca.

A maturação por 10 dias é importante contribuinte para a maciez da carne bovina, pois foi capaz de reduzir, em média, a força de cisalhamento em 2,15 kgf, aumentando o número de 130 (55,79%) amostras macias na carne fresca para 208 (96,3%) amostras macias na carne maturada.

O pH é afetado pelas raças/grupos genéticos terminados no sistema suplementado, em que os animais Gir mostram pouca acidificação da carne

comparados a animais Tabapuã e Holandês. No sistema a pasto, os grupos Angus, Guzerá/Holandês, Montana e Nelore apresentam acidificação semelhante (acima de 5,8), característica de carne DFD moderada. Assim, nessas condições de terminação, as carnes necessitam de cuidados adicionais durante os processos de industrialização e distribuição, visando manter a qualidade microbiológica.

Os componentes de cor foram influenciados pelas raças nos sistemas de terminação a pasto ou suplementado. As raças (Guzerá x Holandês) que mostram carnes mais escuras (baixo L^* e a^*) às 24h *post mortem* continuam mais escuras após a maturação de 10 dias. No sistema de terminação com concentrado, os animais que apresentaram a maior luminosidade na carne fresca (Gir, Pardo Suíço x Nelore e Tabapuã) continuam a mostrar maior luminosidade na carne maturada. As raças afetaram a estabilidade da cor durante a maturação e maior instabilidade nos animais Montana (SP) e Pardo Suíço x Nelore (SS).

As médias de PPC são afetadas pelas raças/grupos genéticos e há relação entre as perdas na cocção e a composição química da carne, de maneira que percentuais mais elevados de umidade, proteína e cinzas determinam maiores perdas de água.

A FC mostrou, no sistema a pasto, valores elevados em amostras de Nelore, intermediários em Montana e Angus e baixos em Guzerá x Holandês. No sistema suplementado, obtiveram-se valores altos em Tabapuã, intermediários em Gir e Pardo Suíço x Nelore e baixos em Holandês. A diferença de FC (FC24h-FC10d) foi semelhante entre raças. Entretanto, quando se compara a força de cisalhamento de animais puros *Bos indicus* e *Bos taurus*, os animais *Bos indicus* mostram maior evolução na maciez do que os *Bos taurus*. As carnes de animais *Bos indicus*, após um período de maturação de 10 dias a 1°C, são consideradas macias.

A presença de gordura intramuscular influenciou favoravelmente a luminosidade, o índice de vermelho, a estabilidade da cor e a perda de peso por cocção.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABULARACH, M.; ROCHA, C.E.; FELICIO, P.E. de. Características de qualidade do contrafilé (m. l. dorsi) de touros jovens da raça nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.2, 1998.

ALFAIA, C.M.M.; RIBEIRO, V.S.S.; LOURENÇO, M.R.A.; QUARESMA, M.A.G.; MARTINS, S.I.V.; PORTUGAL, A.P.V.; FONTES, C.M.G.A.; BESSA, R.J.B.; CASTRO, M.L.F.; PRATES, J.A.M. Fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomers and cholesterol in beef from crossbred bullocks intensively produced and from Alentejana purebred bullocks reared according to Carnalentejana-PDO specifications. **Meat Science**, v.72, p.425–436, 2006.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat**. National Live Stock and Meat Board. Chicago, 1978. v.2.

ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES-FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PACHECO, P.S.; MENEZES, L.F.G.; PEROTTONI, J. Carcass physical composition, meat quality and cholesterol content in the *Longissimus dorsi* Muscle of 5/8 Nellore - 3/8 charolais steers feedlot finished and slaughtered at different maturity stages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.959-968, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1990.

AYERZA, R.; COATES, W. and LAURIA, M., Chia seed (*Salvia hispânica* L.) as na ω -3 fatty acid source for broiler: influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats growth performance and sensory characteristics, USA, **Poultry Science**, v. 81, p. 826-837, 2002.

BENDALL, J.R. “Post mortem” changes in muscle. Relation between muscle pH and important biochemical parameters during the post mortem changes in mammalian muscles. In: _____. **The structure and function of muscle**. New York: Academic, 1973. v.2, p.143-157.

BICKERSTAFFE, R.; LE COUTEUR, C.E.; MORTON, J.D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 43., 1997, Auckland. **Proceeding...** Auckland, New Zealand, 1997. p.196-197.

BOHAC, C.E.; RHEE, K.S.; CROSS, H.R.; ONO, K. Assesment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal Food Science**, v.53, p.1642-1645, 1988.

BRAGAGNOLO, N. **Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídeos totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne.** 1997. 123 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas, SP.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Índices de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.15, p.11-17, 1995.

BRASIL. Decreto n. 30,691, alterado pelos Decretos n. 1,255 de 25-06-62, n. 1236 de 02-09-94, n. 1.812 de 08-02-96 e n. 2.244 de 04-06-97. Aprova o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA). **Lex:** Diário Oficial da União de 5 de julho de 1997, seção I, p. 11555. Brasília, 1997.

BRESSAN, M.C.; BERAQUET, N.J.; LEMOS, A.L. da S.C.; PRADO, O.V. Efeito do manejo pré-abate sobre a eficiência da sangria do abate de frango. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.37, n.1, p.9-13, 2003.

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**, v.67, p.261–268, 2004.

BURGI, R. Confinamento estratégico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira Zootecnia, 2001. p.276-283.

CERDEÑO, A.; VIEIRA, C.; SERRANO, E.; LAVIN, P.; MANTECÓN, A.R. Effects of feeding strategy during a short finishing period on performance,

carcass and meat quality in previously-grazed young bulls. **Meat Science**, v.72, p.719–726, 2006.

CHAMBAZ, A.; SCHEEDER, M.R.L.; KREUZER, M.; DUFÉY, P.A. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. **Meat Science**, v.63, p.491–500, 2003.

CHARDULO, L.A.L. **Desempenho, níveis plasmáticos de hormônios, expressão e quantificação de proteínas musculares, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos inteiros jovens de cinco grupos genéticos submetidos a confinamento**. 2000. 101p. (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal.

CIFUNI, G.F.; NAPOLITANO, F.; RIVIEZZI, A.M.; BRAGHIERI, A.; GIROLAMI, A. Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of meat from Podolian young bulls. **Meat Science**, v.67, p.289–297, 2004.

CORNFORTH, D. Color – its basis and importance. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. Glasgow, Blackie 1994. Cap. 2, p. 34-78. (Advances Meat Research Series, 9).

CORÓ, F.A.G.; YOUSSEF, E.Y.; SHIMOKOMAKI, M. Carne de zebu: o que está atrás da sua textura? **Revista Nacional da carne**, n.271, p. 28-34, 1999.

CORREIA, A.A.D.; CORREIA, J.H.R.D. **Bioquímica animal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1989. 1249p.

COSTA, E. C.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; VAZ, F. N.; FILHO, D. C. A.; ARBOITTE, M. Z. Desempenho de Novilhos Red Angus Superprecoce, Confinados e Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.129-138, 2002.

CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; GOSEY, J.E. Cattle germoplasma evolution and germoplasm utilization programs at MARC. **Porc. Recip. Meat conf.** p.46-45, 1993.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 596p.

DABÉS, A.C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.25, n.288, p.32-40, 2001.

DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, K.; NUERNBERG, G.; ENDER, C. Carcass and meat quality of pasture vs concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. **Arch. Tierz.**, v.49, p.315-328, 2006.

DE SMEET; RAES; DEMEYER, 2004. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal. Research**. v.53 p.81-98, 2004.

DE TULLIO, R.; PASSALACQUA, M.; AVERNA, M.; SALAMINO, F.; MELLONI, E.; PONTREMOLI, S. Changes in intracellular localization of calpastatin during calpain activation. **Biochem. Journal**, v.343, p.467-472, 1999.

DELGADO, E.F.; GEESINK, G.H.; MARCHELLO, J.A.; GOLL, D.E.; KOOHMARAIE, M. The calpain system in three muscles of normal and callipyge sheep. **Journal of Animal Science**, v.79, p. 398-412, 2001.

DESCALZO, A.M.; INSANI, E.M.; BIOLATTO, A.; SANCHO, A.M.; GARCIA, P.T.; PENSEL, N.A. et al. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. **Meat Science**, v.70, n.1, p. 35–44, 2005.

DUNNE, P.G.; O'MARA, F.P.; MONAHAN, F.J.; MOLONEY, A.P. Changes in colour characteristics and pigmentation of subcutaneous adipose tissue and M. longissimus dorsi of heifers fed grass, grass silage or concentrate-based diets. **Meat Science**, v.74, p. 231–241, 2006.

FARFAN, J.A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. Fatores que influenciam os níveis de colesterol nos alimentos. In: SEMINÁRIO “COLESTEROL”: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Centro de Química e Alimentos e Nutrição Aplicada ITAL, 1996. p.35-45.

FAUSTMAN, C.; LIEBLER, D.C.; MCCLURE, T.D.; SUN, Q. Alpha,beta-unsaturated aldehydes accelerate oxymyoglobin oxidation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, n.8, p.3140–3144, 1999.

FERREIRA, G.B.; ANDRADE, C.L.; COSTA, F.; FREITAS, M.Q.; SILVA, T.J.P.; SANTOS, I.F. Effects of transport time and rest period on the quality of electrically stimulated male cattle carcasses. **Meat Science**, v.74, p.459-466, 2006.

FLETCHER, D.L. Ante mortem factors related to meat quality. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF POULTRY MEAT, 10., 1991, Beekbergen. **Proceedings...** Beekbergen: Spelderholt Centre for PoultryResearch and Information Services, 1991. p.11-19.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, p.497-509, 1957.

FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979. 364p.

FRANCIS, S.J.; ALLEN, D.M.; KASTNER, C.L.; FELÍCIO, P.E. The effect of coring method on beef longissimus muscle shear force values. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.32, n.6, p.1294-1297, 1981.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.J.; MOONEY, M.T.; TROY, D.J. et al. The eating quality of meat from steers fed grass and/or concentrates. **Meat Science**, v.57, n.4, p.379-386, 2001.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.J.; VIDAL, M.; MOONEY, M.T.; TROY, D.J.; MOLONEY, A.P. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate- based diets. **Meat Science**, v.56, p.173-180, 2000.

GAMA, L.T. **Melhoramento genético animal**. Lisboa: Escolar Editora, 2002. 306p.

GOLL, D.E.; THOMPSON, V.F.; LI, H.; WEI, W.; CONG, J. The calpain system. **Physiology Review**, v.83, p.731-801, 2003.

GOLL, D.E.; THOMPSON, V.F.; TAYLOR, R.G.; OUALI, A. The calpain system and skeletal muscle growth. Canadian **Journal of Animal Science**, v.78, p.503-512, 1998.

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

GRANDIN, T. **Livestock handling and transport**. Wallingford: CABI, 2000. p.63-85.

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, n.8, p.963-971, 2003.

HERRERA-MENDEZ, C.H.S.; BECILA, A.; BOUDJELLAL, A. O. Meat aging: reconsideration of the current concept. **Trends Food Sci. Tech.**, v.17, p.394-405, 2006.

IMMONEN, K.; RUUSUNEN, M.; HISSA, K.; PUOLANNE, E. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. **Meat Science**, v.55, p.25-31, 2000.

JOHNSON, D.D.; HUFFMAN, R.D.; WILLIAMS, S.E.; HARGROVE, D.D. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. **Journal Food Science**, v.68, p.1980-1986, 1990.

JUDGE, M.; ABERLE, E.; FORREST, H. et al. **Principles of meat science**. Iowa: Kendall Hunt, 1989. 351p.

KEMP, C.M.; BARDSLEY, R.G.; PARR, T. Changes in caspase activity during the postmortem conditioning period and its relationship to shear force in porcine longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, v.84, p.2841-2846, 2006.

KENT, M.P.; SPENCER, M.J.; KOOHMARAIE, M. Postmortem proteolysis is reduced in transgenic mice ever expressing calpastatin. **Journal Animal Science**, v.82, p.794-801, 2004.

KOOHMARAIE, M.; GEESINK, G.H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. **Meat Science**, v.74, p.34-43, 2006.

KOOHMARAIE, M.; BABIKER, A.S.; MERKEL, R.A.; DUTSON, T.R. Role of Ca-dependent proteases and lysosomal enzymes in post-mortem changes in bovine skeletal muscle. **Journal Food Science**, v.53, n.5 p.1253-1257, 1988.

KOOHMARAIE, M. Quantification of Ca²⁺-dependent protease activities by hydrophobic and ion-exchange chromatography. **Journal of Animal Science**, v.68, p.659-665, 1990.

KOOHMARAIE, M. Role of the neutral proteinases in postmortem muscle protein degradation and meat tenderness. In: REC. MEAT CONFERENCE, 45., 1992, Colorado. **Proceeding...** Colorado: Colorado State University, 1992. p.63-71.

KOOHMARAIE, M.; DOUMIT, M.E.; WHEELER, T.L. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2935-2942, 1996.

KOOHMARAIE, M.; KENT, M. P.; SHACKEIFORD, S.D.; VEISETH, E.; WHEELER, T.L. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, v.62, p.345-352, 2002.

KORKEALA, H.; MÄKI-PETÄYS, O.; ALANKO, T.; SORVETTULA, O. Determination of pH in meat. **Meat Science**, Amsterdam, v.18, n.2, p.121-132, 1986.

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

LABORDE, F.L.; MANDELL, I.B.; TOSH, J.J.; WILTON, J.W.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Breed effects on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.355-365, 2001.

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, 2006.

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

LUCIANO, F.B.; ANTON, A.A.; ROSA, C.F. Biochemical aspects of meat tenderness: a brief review. **Archivos de Zootecnia**, v.56, p.1-8, 2007.

LYNCH, A.; BUCKLEY, D.J.; GALVIN, K.; MULLEN, A.M.; TROY, D.J.; KERRY, J.P. Evaluation of rib steak color from friesian, hereford and charolais heifers pastured or overwintered prior to slaughter. **Meat Science**, v.61, p.227–232, 2002.

LYNCH, M.P.; FAUSTMAN, C. Effect of aldehyde lipid oxidation products on myoglobin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, n.3, p.600–604, 2000.

MACDOUGALL, D.B. Colour meat – its basis and importance. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product**. Black Academic & Professional, 1994. p.34-78. (Advances in meat research series, 9).

MADRUGA, M.S.; ARRUDA, S.G.B.; ARAUJO, E.M. et al. Efeito da idade de abate no valor nutritivo e sensorial da carne caprina de animais mestiços. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, p.374-379, 1999.

MANCINI, R.A.; HUNT, M.C. Review: current research in meat color. **Meat Science**, v.71, p. 100–121, 2005.

MANÇO, M.C.W. **Características físico-químicos, sensoriais e higiênicas da carne bovina em duas classes de maturidade e sob Influência da maturação**. 2006. Tese (Doutorado) Botucatu, SP.

MARIANTE, A.S.; MCMANUS, C.; MENDONÇA, J.F. **Country report on the state of animal genetic resources – Brazil**. Brasília: Embrapa Genetic Resources and Biotechnology, 2003.

MARSHALL, D.M. Genetics of meat quality. In: FRIES, R.; RUVINSKY, A. (Ed). **The genetics of cattle**. UK: CAB International, 1999. p.710.

MCNAMARA, D.J. Coronary heart disease. In: BROWN, M.L. (Ed.). **Present knowledge in nutrition**. 1990. p. 349.

- MOHARRERY, A. Effect of docking and energy of diet on carcass fat characteristics in fat tailed Badghisian sheep ovine diets nutrition fatty fats. **Small Ruminant Research**, v.69, p.208-216, 2007.
- MÓNSON, F., SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**. v. 68, p. 595-602, 2004.
- MOON, S.S.; YANG, H.S.; PARK, G.B.; JOO, S.T. The relationship of physiological maturity and marbling judged according to Korean grading system to meat quality traits of Hanwoo beef females. **Meat Science**, v.74, p.516–521, 2006.
- MOREIRA, F.B.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I.N.; NASCIMENTO, W.G. 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**, v.46, p.609-616, 2003.
- MURAMOTO, T.; NAKANISHI, N.; SHIBATA, M.; AIKAWA, A. Effect of dietary b-carotene supplementation on beef color stability during display of two muscles from Japanese Black steers. **Meat Science**, v.63, n.1, p.39–42, 2003.
- MUROYA, S.; NNAKAJIMA, I.N.; CHIKUNI, K. Difference in postmortem degradation pattern among troponin T isoforms expressed in bovine longissimus, diaphragm, and masseter muscles. **Meat Science**, v.72, n.2, p.245-251, 2006.
- NEATH, K.E.; DEL BARRIO, A.N.; LAPITAN, R.M.; HERRERA, J.R.V.; CRUZ, L.C.; FUJIHARA, T.; MUROYA, S.; CHIKUNI, K.; HIRABAYASHI, M.; KANAI, Y. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging. **Meat Science**, v.75, p.499-505, 2007.
- NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; VOIGT, J.; SCOLLAN, N.D.; WOOD, J.D.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I. Effect of a grass based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of Longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, v.94, p.137-147, 2005.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; MINZANO, R.P. Volumosos suplementares na produção de bovinos corte em pastagem. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOCTENIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.253-257.

O`SULLIVAN, A.; GALVIN, K.; MOLONEY, A.P. TROY, D.J.; O_SULLIVAN, K.; KERRY, J.P. Effect of pre-slaughter rations of forage and/or concentrates on the composition and quality of retail packaged beef. **Meat Science**, v.63, n.3, 279–286, 2003.

ODA, S.H.I.; BRESSAN, M.C.; CARDOSO, M das G.; FREITAS, R.T.F.; MIGUEL, G.Z.; FARIA, P.B.; VIEIRA, J.O.; PISA, A.C.C.; SAVIAN, T.V. Efeitos dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.2, p.236-242, abr./jun. 2004.

ODDY, V.H.; HARPER, G.S.; GREENWOOD, P.L.; McDONAGH. .Nutritional and developmental effects on the intrinsic properties on muscles as they relate to the esting quality of beef. **Australian Journal Exp. Agr.** v.41, p.921, 2001.

OLIVEIRA, A.L. de. **Efeito do peso de abate nos rendimentos de carcaça e qualidade da carne de novilhos nelore e mestiços Canchim-Nelore**. 1993. 130p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

ORMENESE, F.M. **Efeito do processo Tender Tainer de maturação sob pressão na maciez da carne bovina**. 1995. 93p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas SP.

OTTO, G.; ROEHE, R.; LOOFT, H.; THOELKING, L.; HENNING, M.; PLASTOW, G.S.; KALM, E. 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**, v.72, p.680–687; 2006.

PADRE, R.G.; ARICETTI, J.A.; MOREIRA, F.B.; MIZUBUTI, I.Y.; PRADO, I.N.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Fatty acid profile, and chemical composition of Longissimus muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. **Meat Science**, v.74, p.242–248, 2006.

PAGE, J. K.; WULF, D.M.; SCHWOTZER, T. R. A survey of beef muscle color and pH. **Journal Animal Science**. v. 79, p. 678-687, 2001.

PALKA, K. The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine *semitendinosus* muscle. **Meat Science**, v. 64, p. 191-198. 2003.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F. dos; SOUZA, E.R. de. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: CEGRAF-UFG, 1996. v.1, p.586.

PARR, T.; SENSKY, P.L.; SCOTHERN, G.P.; BARDSLEY, R.G.; BUTTERY, P.J.; WOOD, J. D.; WARKUP, C. Immunochemical study of the calpain system in porcine longissimus muscle with high and low shear force values. **Journal of Animal Science**, v.77, p.197, 1999.

PÖSÖ, A.R.; PUOLANNE, E. Carbohydrate metabolism in meat animals. **Meat Science**, v. 70, p.423-434, 2005.

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

PRIOLO, A.; MICOL, D.; AGABRIEL, J.; PRACHE, S.; DRANSFIELD, E. Effect of grass or concentrate feeding systems on lambs carcass and meat quality. **Meat Science**, v.62, n.2, p.179-185, 2002.

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

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

REALINI, C.E.; DUCKETT, S.K.; BRITO, G.W.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. **Meat Science**, v.66, n.3, p.567-577, 2004.

RESTLE, J.; FATURI, C.; BERNARDES, R. A. C. et al. Efeito do grupo genético e da heterose na composição física e nas características qualitativas da

carcaça e da carne de vacas de descarte terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1378-387, 2002 Suplemento.

ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial/FCA/UNESP, 2000. p.201.

RODRIGUES, V.C.; BRESSAN, M.C.; CARDOSO, M.G.; FREITAS, R.T.F. Fatty acids in meat of buffalo and beef cattle from castrated and young bulls animals. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.434-443, 2004.

RODRIGUES, V.C.; ANDRADE, I.F. Chemical physical meat characteristics of buffaloes and cattle entire and castrated. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1839-1849, 2004.

RUBENSAM, J.M.; FELICIO, P.E.; TERMIGNONI, C. Effects of the *bos indicus* genotype on calpastatin activity and texture of beef from steers slaughtered in the south of Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, p.405–409, 1998.

RULE, D.C.; BROUGHTON, K.S.; SHELLITO, S.M.; MAIORANO, G. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, Elk, and chicken. Italy, **Journal Animal Science**, v.80, p.1202-1211, 2002.

RULE, D.C.; MACNEIL, M.D.; SHORT, R.E. Influence of sire growth potential, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of ground carcass and *longissimus muscle* of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1525–1533, 1997.

SAMI, A.S.; KOEGEL, J.; EICHINGER, H.; FREUDENREICH, P.; SCHWARZ, F.J. Effects of the dietary energy source on meat quality and eating quality attributes and fatty acid profile of simmental bulls. **Animal Res.**, v.55, p.287-299, 2006.

SAÑUDO, C.; CEPERO, R.; SIERRA, I. Variación en la calidad de la carne porcina desde el sacrificio hasta la venta al consumidor. **ANAPORC**, v.32, p.9-33, 1985.

SAS Institute. **User's guide**. Cary N.C., 2004.

SAYRE, R.N.; BRISKEY, E.J.; HOEKSTRA, W.G. et al. Alteration of post mortem change in porcine muscle by preslaughter heat treatments and diet modification. **Journal of Food Science**, v.28, n.3, p.292-297, May/June 1963.

SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; MEADE, M.K.; REAGAN, J.O.; BYRNES, B.L.M. Consumer impressions of tender select beef. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2605-2614, 2001.

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; ROHER, G.A.; SAVELL, J.W. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post rigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield, and growth rate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.4, p.857-863, 1994.

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

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

SILVEIRA, A.C. Novilho superprecoce: técnicas de nutrição e manejo. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5., 2003, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.153-166.

SILVEIRA, I.D.B.; FISCHER, V.; SOARES, G.J.D. Relation between genotype and temperament of grazing steers on meat quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, 2006.

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

STEEN, R.W.J.; LAVERY, N.P.; KILPATRICK, D.J.; PORTER, M.G. Effects of pasture and high concentrate diets on the performance of beef cattle, carcass composition at equal growth rates, and the fatty acid composition of beef. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.46, p.69-81, 2003.

STEPHENS, J.W.; DIKEMAN, M.E.; UNRUH, J.A.; HAUB, M.D.; TOKACH, M.D. Effects of pre-rigor injection of sodium citrate or acetate, or post-rigor injection of phosphate plus salt on post-mortem glycolysis, pH, and pork quality attributes. **Meat Science**, v.74, p.727-737, 2006.

STROMER, M.H.; GOLL, D.E.; ROBERTS, J.H. Cholesterol in subcutaneous and intramuscular lipid depots from bovine carcasses of different maturity and fatness. **Journal of Animal Science**, v.25, p.1145-1152, 1966.

STRYER, L.; BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L. **Bioquímica**. 5thed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 1059p.

SWATLAND, H. J. **Evaluación de la carne en la cadena de producción**. Zaragoza, Espanha: Acribia, 2003. 333p.

VAN HEERDEN, S.M.; SCHÖNFELDT, H.C.; SMITH, M.F.; JANSEN VAN RENSBURG, D.M. Nutrient content of South African chickens, South African, **Journal of Food Composition and Analysis**, v.15, p.47-64, 2002.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; ALVES-FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PASCOAL, L.L.; VAZ, R.Z.; PEIXOTO, L.A.O. Carcass and meat characteristics of steers produced by 1/2 Nellore 1/2 Charolais and 1/2 Charolais 1/2 Nellore cows mated with charolais and Nellore Bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1734-1743, 2002.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G.L.D.; BRONDANI, I.L.; ROSA, J.R.P.; SANTOS, A.P. Quality and Composition of meat from entire or castrated beef cattle from different Charolais x Nellore Genetic Groups. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.518-525, 2001.

VEISETH, E.; SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Factors regulating lamb *longissimus* tenderness are affected by age at slaughter. **Meat Science**, v.68, p.635-640, 2004.

VESTERGAARD, M.; OKSBERG, N.; HENCKEL, P. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of *semitendinosus*, *longissimus dorsi* and supraspinatus muscles of young bulls. **Meat Science**, v.54, n.2, p.177-185, 2000.

VOISINET, B.D.; GRANDIN, T.; TATUM, J.D. et al. Feedlot cattle with calm temperaments have higher average daily gains than cattle with excitable temperaments. **Journal of Animal Science**, v.75, p.892-896, 1997.

VOSEY, P. Engineering onessment and critique of instruments used for meat tenderness evaluation. **Journal Texture Science**, Connecticut, v.7, n.1, p.11-48, Mar. 1976.

YU, L. P.; LEE, Y. B. Effects of postmortem pH and temperature on bovine muscle structure and meat tenderness. **Journal of Food Science**, v.51, p.774-780, 1986.

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

WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R.; LUNT, D. K.; SMITH, S.B. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, n.12, p.4206-4220, 1990.

WHEELER, T.L.; DAVIS, G.W.; STOECKER, B.J.; HARMON, C.J. Cholesterol concentration of longissimus muscle, subcutaneous fat and serum of two beef cattle breed types **Journal of Animal Science**, v.65, p.1531-1537, 1987.

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**, v.78, p.958-965, 2000.

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

WHITE, A.; O' SULLIVAN, A.; TROY, D.J.; O' NIELL, E.E. Manipulation of the pre-rigor glycolytic behaviour of bovine M. longissimus dorsi in order to identify causes of inconsistencies in tenderness. **Meat Science**, v. 3, n.1, p.151-156, 2006.

WILLIAMS, C.B.; BENNETT, G.L. KEELE, J.W. Simulated influence of post weaning production system on performance of different biological types of

cattle: III. Biological efficiency. **Journal of Animal Science**, v.73, p.686-698, 1995.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, p.21-32, 2003.

ZAPATA, J.F.F.; SEABRA, L.M.J.; NOGUEIRA, C.M.; BARROS, N. 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, maio/ago. 2000.

ZEOLA, N.M.B.L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.26, n.304, p.36-56, jun. 2002.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO A		Página
Tabela 1A	Resumo da análise da variância para sistema e raças das características físicas de amostras de carne fresca (f) e maturada (m) do músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos terminados no sistema de alimentação suplementado e sistema a pastagem.	123
Tabela 2A	Coefficientes de correlação linear entre os dados globais para as variáveis de qualidade de carne de músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistema a pasto e sistema suplementado.	124
Tabela 3A	Coefficientes de correlação linear entre as variáveis de características de qualidade da carne determinados no músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistema suplementado.	125
Tabela 4A	Coefficientes de correlação linear entre as variáveis de características de qualidade da carne determinados no músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistema a pasto.	126
Tabela 5A	Coefficientes de correlação linear entre os dados globais para as variáveis dos componentes da composição proximal, determinados na matéria integral (MI) e colesterol (mg/100g de amostras) no músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos, terminados em sistema a pasto e sistema suplementado.	127
Tabela 6A	Coefficientes de correlação linear entre as variáveis dos componentes da composição proximal e colesterol (mg/100g de amostra) determinados no músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistema suplementado.	128
Tabela 7A	Coefficientes de correlação linear entre as variáveis dos componentes da composição proximal, determinados na matéria integral (MI) e colesterol (mg/100g de amostras) no músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistema a pasto.	129

Tabela 8A	Coeficientes de correlação linear entre os dados globais para as variáveis dos componentes da composição proximal determinados na matéria integral (MI) e colesterol (mg/100g de amostras) e características de qualidade da carne de músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistema a pasto e sistema suplementado.	130
Tabela 9A	Coeficientes de correlação linear para as variáveis dos componentes da composição proximal na matéria integral (MI) e colesterol (mg/100g da amostra) e características de qualidade da carne, determinados no músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistema suplementado.	131
Tabela 10A	Coeficientes de correlação linear para as variáveis dos componentes da composição proximal na matéria integral (MI) e colesterol (mg/100g da amostra) e características de qualidade da carne, determinados no músculo <i>longissimus dorsi</i> de bovinos terminados em sistema a pasto.	132

Tabela 1A – Resumo da análise da variância para sistema e raças das características físicas de amostras de carne fresca (f) e maturada (m) do músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados no sistema de alimentação suplementado e sistema a pastagem.

Variáveis	Sistema	Raça (sist.)
pH₂₄¹	<0,05	<0,01
L*f	<0,05	<0,01
a*f	<0,01	<0,01
b*f	0,133	<0,01
L*m	<0,01	<0,01
a*m	<0,01	<0,01
b*m	<0,05	<0,01
L*dif²	<0,05	<0,01
a*dif³	0,272	<0,01
b*dif⁴	0,247	0,069
PPCf (%)	<0,01	<0,01
PPCm (%)	<0,01	<0,01
PPCdif (%)⁵	<0,01	<0,01
FCf (kgf)	0,956	<0,01
FCm (kgf)	0,368	<0,01
FCdif (kgf)⁶	0,072	0,336
Umidade (%)	<0,01	<0,01
Prot. MI⁷ (%)	<0,01	0,022
Cinz. MI (%)	<0,01	<0,01
Lip. MI (%)	<0,01	<0,01
Colesterol (mg/100g)	<0,01	<0,01

¹ pH as 24 horas *post mortem*; ² L*dif = L* da carne fresca – L* da carne maturada; ³ a*dif = a* da carne fresca – a* da carne maturada; ⁴ b*dif = b* da carne fresca – b* da carne maturada; ⁵ PPCdif = PPC da carne fresca – PPC da carne maturada; ⁶ FCdif = FC da carne fresca – FC da carne maturada; ⁷ MI = matéria integral.

Tabela 2A – Coeficientes de correlação linear entre os dados globais para as variáveis de qualidade de carne de músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema a pasto e sistema suplementado.

	L*f	a*f	b*f	L*m	a*m	b*m	L*dif	a*dif	b*dif	PPCf	PPCm	PPCdif	FCf	FCm	FCdif
pH ₂₄	-0.14	0.06	-0.09	<i>-0.16</i>	<i>-0.16</i>	-0.22	0.09	<i>0.13</i>	<i>0.16</i>	<i>-0.15</i>	-0.23	0.13	-0.02	-0.03	0.01
L*f		0.11	0.67	0.43	0.07	0.32	0.48	<i>-0.13</i>	0.21	-0.09	<i>0.15</i>	-0.05	0.21	<i>0.14</i>	-0.03
a*f			0.38	0.11	0.11	0.06	-0.21	0.45	<i>0.16</i>	-0.48	-0.01	-0.04	0.28	-0.01	0.07
b*f				0.31	<i>0.16</i>	0.34	0.25	-0.01	0.50	<i>-0.16</i>	0.24	<i>-0.15</i>	<i>0.15</i>	0.06	-0.02
L*m					-0.20	0.61	-0.59	0.24	-0.31	0.04	0.05	-0.01	0.09	0.05	0.04
a*m						-0.01	0.27	-0.84	<i>0.14</i>	-0.09	<i>0.14</i>	<i>-0.16</i>	-0.11	<i>-0.16</i>	0.03
b*m							0.31	0.04	-0.65	0.07	0.20	-0.09	-0.07	0.01	-0.08
L*dif								-0.36	0.49	0.05	0.10	-0.03	0.00	0.08	-0.06
a*dif									0.04	0.04	-0.13	0.12	<i>0.14</i>	<i>0.14</i>	0.01
b*dif										0.05	0.01	-0.04	0.10	0.03	0.05
PPCf (%)											0.05	0.73	<i>-0.14</i>	0.08	0.03
PPCm (%)												-0.72	-0.06	0.18	-0.20
PPCdif (%)													0.12	-0.06	<i>0.16</i>
FCf (kgf)														0.36	0.62
FCm (kgf)															-0.51
FCdif (kgf)															

^a Correlações em **negrito** significativas para P<0.01; correlações em *itálico* significativas para P<0.05.

L*f, a*f, b*f = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne fresca;

L*m, a*m, b*m = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne maturada;

L*dif, a*dif, b*dif = diferenças para luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo entre carne fresca e carne maturada;

PPCf, PPCm, PPCdif = perda de peso por cocção na carne fresca, maturada e diferença para PPC entre carne fresca e maturada;

FCf, FCm, FCdif = força de cisalhamento na carne fresca, maturada (FCm) e diferença para FC entre carne fresca e matura.

Tabela 3A – Coeficientes de correlação linear entre as variáveis de características de qualidade da carne determinados no músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema suplementado.

	L*f	a*f	b*f	L*m	a*m	b*m	L*dif	a*dif	b*dif	PPCf	PPCm	PPCdif	FCf	FCm	FCdif
pH ₂₄	-0.01	-0.04	-0.00	-0.01	0.13	-0.12	-0.01	0.10	0.10	-0.09	<i>-0.18</i>	0.07	-0.09	0.05	-0.13
L*f		<i>-0.20</i>	0.57	0.60	-0.11	0.33	0.42	-0.02	<i>0.19</i>	0.13	0.07	0.04	<i>0.19</i>	<i>0.18</i>	0.03
a*f			0.28	-0.06	0.26	-0.04	-0.15	0.37	0.27	-0.03	-0.02	-0.01	0.13	0.11	0.03
b*f				0.44	0.04	0.30	0.14	0.13	0.57	0.04	0.08	-0.03	0.11	0.14	-0.01
L*m					-0.34	0.54	-0.48	0.29	-0.10	0.14	-0.05	0.13	0.28	0.12	0.16
a*m						-0.11	0.27	-0.80	0.13	-0.08	-0.01	-0.05	-0.12	<i>-0.19</i>	0.04
b*m							-0.24	0.07	-0.61	0.12	0.13	-0.01	-0.09	-0.03	-0.06
L*dif								-0.35	0.32	-0.01	0.14	-0.11	-0.10	-0.06	-0.15
a*dif									0.04	0.06	-0.00	0.04	<i>0.20</i>	<i>0.25</i>	-0.02
b*dif										-0.07	-0.04	-0.02	<i>0.17</i>	0.14	0.05
PPCf (%)											0.02	0.67	0.13	0.07	0.06
PPCm (%)												-0.73	-0.00	<i>-0.17</i>	-0.14
PPCdif (%)													0.08	-0.08	0.15
FCf (kgf)														0.35	0.64
FCm (kgf)															-0.49
FCdif (kgf)															-

^a Correlações em **negrito** significativas para P<0.01; correlações em *itálico* significativas para P<0.05.

L*f, a*f, b*f = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne fresca;

L*m, a*m, b*m = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne maturada;

L*dif, a*dif, b*dif = diferenças para luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo entre carne fresca e carne maturada;

PPCf, PPCm, PPCdif = perda de peso por cocção na carne fresca, maturada e diferença para PPC entre carne fresca e maturada;

FCf, FCm, FCdif = força de cisalhamento na carne fresca, maturada (FCm) e diferença para FC entre carne fresca e maturada.

Tabela 4A – Coeficientes de correlação linear entre as variáveis de características de qualidade da carne determinados no músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema a pasto.

	L*f	a*f	b*f	L*m	a*m	b*m	L*dif	a*dif	b*dif	PPCf	PPCm	PPCdif	FCf	FCm	FCdif
pH ₂₄	-0.22	0.29	-0.15	-0.24	-0.12	-0.32	0.10	0.18	0.21	-0.34	-0.26	0.09	0.06	-0.17	0.17
L*f		0.24	0.76	0.06	0.30	0.28	0.67	-0.27	0.29	-0.14	0.29	-0.10	0.23	0.09	-0.09
a*f			0.43	0.26	-0.15	0.15	-0.23	0.58	0.05	-0.61	-0.08	-0.01	0.43	-0.19	0.19
b*f				0.14	0.31	0.39	0.40	-0.15	0.42	-0.25	0.50	-0.31	0.19	-0.05	-0.02
L*m					-0.17	0.71	-0.69	0.26	-0.59	0.04	0.11	-0.05	-0.11	-0.07	-0.03
a*m						0.05	0.35	-0.89	-0.21	-0.06	0.31	-0.24	-0.06	-0.12	0.06
b*m							0.33	0.03	-0.67	0.06	0.27	-0.13	-0.02	0.05	-0.06
L*dif								-0.39	0.65	0.06	0.13	-0.04	0.07	0.12	-0.04
a*dif									-0.15	0.01	-0.29	0.19	0.06	0.02	0.04
b*dif										-0.05	0.14	-0.12	-0.04	-0.10	0.05
PPCf (%)											0.09	0.78	-0.35	0.11	-0.05
PPCm (%)												-0.69	-0.11	0.19	-0.27
PPCdif (%)													0.11	-0.04	0.13
FCf (kgf)														0.38	0.56
FCm (kgf)															-0.56

^a Correlações em **negrito** significativas para P<0.01; correlações em *itálico* significativas para P<0.05.

L*f, a*f, b*f = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne fresca;

L*m, a*m, b*m = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne maturada;

L*dif, a*dif, b*dif = diferenças para luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo entre carne fresca e carne maturada;

PPCf, PPCm, PPCdif = perda de peso por cocção na carne fresca, maturada e diferença para PPC entre carne fresca e maturada;

FCf, FCm, FCdif = força de cisalhamento na carne fresca, maturada (FCm) e diferença para FC entre carne fresca e maturada.

Tabela 5A – Coeficientes de correlação linear entre os dados globais para as variáveis dos componentes da composição proximal, determinados na matéria integral (MI) e colesterol (mg/100g de amostras) no músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema a pasto e sistema suplementado.

	Prot. (MI)	Cinz. (MI)	Lip. (MI)	Colesterol
Umidade(%)	0.42	0.25	-0.87	-0.37
Prot. MI(%)		0.22	-0.76	-0.28
Cinz. MI(%)			-0.33	-0.41
Lip. MI(%)				0.42

^aCorrelações em **negrito** significativas para $P < 0.01$; correlações em *italico* significativas para $P < 0.05$.

Umidade = índice de umidade na carne fresca, (MI = matéria integral) ;

Prot. = índice de proteína na carne fresca, (MI = matéria integral) ;

Cinz.= índice de minerais na carne fresca, (MI = matéria integral) ;

Lip. = índice de lipídeos na carne fresca, (MI = matéria integral) ;

Colesterol = índice de colesterol na carne fresca.

Tabela 6A – Coeficientes de correlação linear entre as variáveis dos componentes da composição proximal e colesterol (mg/100g de amostra) determinados no músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema suplementado.

	Prot. (MI)	Cinz. (MI)	Lip. (MI)	Colesterol
Umidade(%)	0.29	0.28	-0.96	-0.30
Prot. MI(%)		0.15	-0.48	0.12
Cinz. MI(%)			-0.28	-0.49
Lip. MI(%)				0.27

^a Correlações em **negrito** significativas para $P < 0.01$; correlações em *itálico* significativas para $P < 0.05$.

Umidade = índice de umidade na carne fresca, (MI = matéria integral) ;

Prot. = índice de proteína na carne fresca, (MI = matéria integral) ;

Cinz.= índice de minerais na carne fresca, (MI = matéria integral) ;

Lip. = índice de lipídeos na carne fresca, (MI = matéria integral) ;

Colesterol = índice de colesterol na carne fresca.

Tabela 7A – Coeficientes de correlação linear entre as variáveis dos componentes da composição proximal, determinados na matéria integral (MI) e colesterol (mg/100g de amostras) no músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema a pasto.

	Prot. (MI)	Cinz. (MI)	Lip. (MI)	Colesterol
Umidade(%)	<i>-0.28</i>	-0.14	-0.58	0.11
Prot. MI(%)		0.28	-0.32	-0.08
Cinz. MI(%)			<i>-0.22</i>	0.11
Lip. MI(%)				0.02

^a Correlações em **negrito** significativas para $P < 0.01$; correlações em *itálico* significativas para $P < 0.05$.

Umidade = índice de umidade na carne fresca, (MI = matéria integral) ;

Prot. = índice de proteína na carne fresca, (MI = matéria integral) ;

Cinz.= índice de minerais na carne fresca, (MI = matéria integral);

Lip. = índice de lipídeos na carne fresca, (MI = matéria integral) ;

Colesterol = índice de colesterol na carne fresca.

Tabela 8A – Coeficientes de correlação linear entre os dados globais para as variáveis dos componentes da composição proximal determinados na matéria integral (MI) e colesterol (mg/100g de amostras) e características de qualidade da carne de músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema a pasto e sistema suplementado.

	Umidade	Prot. (MI)	Cinz. (MI)	Lip. (MI)	Colesterol
pH ₂₄	0.19	0.17	-0.05	-0.19	-0.07
L*f	-0.19	-0.25	-0.17	0.23	0.23
a*f	-0.28	-0.30	<i>-0.15</i>	0.30	0.07
b*f	-0.10	-0.17	<i>-0.16</i>	0.11	0.08
L*m	-0.12	-0.29	-0.13	0.21	0.22
a*m	-0.18	-0.20	-0.01	0.24	0.11
b*m	-0.01	-0.12	0.03	0.04	-0.05
L*dif	0.02	0.11	-0.06	-0.06	-0.01
a*dif	0.09	0.12	-0.07	-0.13	-0.07
b*dif	0.02	0.03	<i>-0.15</i>	-0.02	-0.09
PPCf (%)	0.24	0.29	0.02	-0.27	-0.10
PPCm (%)	-0.04	<i>-0.15</i>	-0.06	0.10	0.07
PPCdif (%)	0.08	0.20	0.02	<i>-0.15</i>	-0.11
FCf (kgf)	<i>-0.14</i>	0.02	-0.04	0.04	0.16
FCm (kgf)	0.06	0.05	-0.03	-0.08	0.08
FCdif (kgf)	-0.08	0.11	-0.01	0.00	0.07

^a Correlações em **negrito** significativas para $P < 0.01$; correlações em *itálico* significativas para $P < 0.05$. L*f, a*f, b*f = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne fresca; L*m, a*m, b*m = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne maturada; L*dif, a*dif, b*dif = diferenças para luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo entre carne fresca e carne maturada; PPCf, PPCm, PPCdif = perda de peso por cocção na carne fresca, maturada e diferença para PPC entre carne fresca e maturada; FCf, FCm, FCdif = força de cisalhamento na carne fresca, maturada (FCm) e diferença para FC entre carne fresca e maturada.

Tabela 9A – Coeficientes de correlação linear para as variáveis dos componentes da composição proximal na matéria integral (MI) e colesterol (mg/100g da amostra) e características de qualidade da carne, determinados no músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema suplementado.

	Umidade	Prot. (MI)	Cinz. (MI)	Lip. (MI)	Colesterol
pH ₂₄	0.22	<i>0.20</i>	-0.13	<i>-0.18</i>	0.02
L*f	-0.03	-0.12	-0.11	0.07	0.24
a*f	-0.10	-0.04	-0.15	0.07	0.01
b*f	0.06	-0.10	-0.05	-0.04	0.07
L*m	0.04	-0.05	-0.11	-0.02	0.12
a*m	-0.16	-0.15	-0.03	<i>0.20</i>	0.06
b*m	0.14	-0.00	0.05	-0.12	<i>-0.16</i>
L*dif	-0.08	-0.08	0.00	0.10	0.13
a*dif	0.09	<i>0.18</i>	-0.07	-0.15	-0.05
b*dif	-0.07	-0.08	-0.08	0.06	0.20
PPCf (%)	0.04	0.06	-0.08	-0.06	-0.04
PPCm (%)	0.03	-0.08	0.00	-0.00	0.02
PPCdif (%)	0.00	0.10	-0.06	-0.04	-0.04
FCf (kgf)	-0.09	0.08	-0.17	0.06	0.33
FCm (kgf)	0.12	0.12	-0.12	-0.14	<i>0.16</i>
FCdif (kgf)	<i>-0.18</i>	-0.02	-0.06	<i>0.18</i>	<i>0.17</i>

^a Correlações em **negrito** significativas para P<0.01; correlações em *itálico* significativas para P<0.05.

L*f, a*f, b*f = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne fresca;

L*m, a*m, b*m = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne maturada;

L*dif, a*dif, b*dif = diferenças para luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo entre carne fresca e carne maturada;

PPCf, PPCm, PPCdif = perda de peso por cocção na carne fresca, maturada e diferença para PPC entre carne fresca e maturada;

FCf, FCm, FCdif = força de cisalhamento na carne fresca, maturada (FCm) e diferença para FC entre carne fresca e maturada.

Tabela 10A – Coeficientes de correlação linear para as variáveis dos componentes da composição proximal na matéria integral (MI) e colesterol (mg/100g da amostra) e características de qualidade da carne, determinados no músculo *longissimus dorsi* de bovinos terminados em sistema a pasto.

	Umidade	Prot. (MI)	Cinz. (MI)	Lip. (MI)	Colesterol
pH ₂₄	-0.07	-0.11	-0.05	0.15	-0.09
L*f	-0.32	-0.10	-0.17	<i>0.23</i>	-0.07
a*f	-0.28	0.00	-0.01	0.06	-0.33
b*f	-0.30	-0.13	<i>-0.25</i>	<i>0.26</i>	-0.08
L*m	-0.09	0.06	0.06	-0.10	0.13
a*m	-0.09	-0.10	0.10	0.21	0.07
b*m	0.19	-0.00	0.08	0.05	0.07
L*dif	-0.04	-0.16	<i>-0.25</i>	<i>-0.23</i>	-0.08
a*dif	0.08	0.13	-0.11	-0.21	-0.12
b*dif	0.09	-0.14	-0.34	0.15	-0.04
PPCf (%)	<i>0.22</i>	-0.04	-0.04	0.04	<i>0.26</i>
PPCm (%)	-0.06	-0.05	-0.09	0.06	0.07
PPCdif (%)	-0.01	-0.03	0.04	0.10	-0.02
FCf (kgf)	-0.30	0.06	0.14	0.03	-0.40
FCm (kgf)	-0.03	0.12	0.12	-0.11	-0.28
FCdif (kgf)	-0.05	0.01	-0.01	-0.00	-0.01

^a Correlações em **negrito** significativas para P<0.01; correlações em *itálico* significativas para P<0.05.

L*f, a*f, b*f = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne fresca;

L*m, a*m, b*m = luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo na carne maturada;

L*dif, a*dif, b*dif = diferenças para luminosidade, índice de vermelho e índice de amarelo entre carne fresca e carne maturada;

PPCf, PPCm, PPCdif = perda de peso por cocção na carne fresca, maturada e diferença para PPC entre carne fresca e maturada;

FCf, FCm, FCdif = força de cisalhamento na carne fresca, maturada (FCm) e diferença para FC entre carne fresca e maturada.