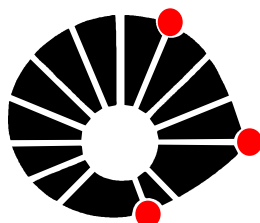


**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**



UNICAMP

**“INFLUÊNCIA DA MATURIDADE E ACABAMENTO DE
CARÇA EM ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA CARNE (*M.
Longissimus*) DE NOVILHOS NELORE”.**

Sérgio Bertelli Pflanze Jr.
Médico Veterinário

Prof.Dr. Pedro Eduardo de Felício
Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade
de Engenharia de Alimentos para a
obtenção do título de Mestre em
Tecnologia de Alimentos

**CAMPINAS – SP
2008**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

P483i Pflanzer Júnior, Sérgio Bertelli
Influência da maturidade e acabamento de carcaça em
atributos de qualidade da carne (*M. Longissimus*) de
novilhos nelore / Sérgio Bertelli Pflanzer Júnior. --
Campinas, SP: [s.n.], 2008.

Orientador: Pedro Eduardo de Felício
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos

1. Carcaça bovina. 2. Gordura de cobertura. 3. Cor.
4. Maciez. 5. Mármore. I. Felício, Pedro Eduardo de.
II. Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de
Engenharia de Alimentos. III. Título.

(cars/fea)

Titulo em inglês: Effects of carcass maturity and fatness on the meat quality attributes
(*M. Longissimus*) of nelore steers

Palavras-chave em inglês (Keywords): Beef carcass, Fat cover, Color, Tenderness, Marbling

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Pedro Eduardo de Felício

Expedito Tadeu Facco Silveira

Angélica Simone Cravo Pereira

Judite Lapa Guimarães

Programa de Pós Graduação: Programa em Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício

FEA/DTA - UNICAMP

Orientador

Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira

Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)

Membro

Dra. Angélica Simone Cravo Pereira

Pós-doutoranda Fapesp – FZEA/USP

Membro

Dra. Judite Lapa Guimarães

FEA/DTA - UNICAMP

Membro

AGRADECIMENTOS

À UNICAMP, em especial à Faculdade de Engenharia de Alimentos e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos pela acolhida e pela estrutura oferecida para o desenvolvimento dos trabalhos.

À CAPES pela bolsa de pesquisa durante a execução do curso.

À todos os meus familiares e a Carolina pelo apoio e compreensão.

Ao Professor e orientador Pedro Eduardo de Felício pela orientação, pela amizade, pelos conselhos como professor, pesquisador e profissional, e pela experiência passada ao longo dos anos, como homem e como pai, meus mais sinceros e profundos agradecimentos.

À todos os Professores do DTA pela amizade e ensinamentos para minha qualificação acadêmica.

À todos os colegas e funcionários do DTA/FEA/UNICAMP pela amizade e companheirismo.

Ao técnico do Laboratório de Carnes José Roberto e a estagiária Michele, pela ajuda, sugestões e compreensão no momento da realização das análises.

Aos membros da banca examinadora, Expedito Tadeu Facco Silveira, Angélica Simone Cravo Pereira e Judite Lapa Guimarães pelo tempo dedicado na avaliação deste trabalho e pelas valiosas sugestões, que enriqueceram o mesmo e que contribuíram imensamente para o aperfeiçoamento técnico da autora.

Aos julgadores do painel sensorial treinado, Alice, Camila, Carolina, Cláudio, Daniela, Edson, Eduardo, José Roberto, Judite, Luciene, Michele, Pedro e Renata pela inestimável colaboração, precisão na realização das análises, paciência e dedicação.

Ao Grupo Independência Alimentos e todos seus funcionários pelo apoio ao trabalho, em especial ao Eduardo K. Pedroso.

A Associação dos Criadores de Nelore do Brasil representada pelos zootecnistas Lucas Ferriani e André Locateli, pelo apoio ao projeto de pesquisa.

Ao curso de Medicina Veterinária da PUC-PR por propiciar minha graduação e em especial a professora Renata E. de Macedo por incentivar meu interesse pela tecnologia de carnes.

Ao Centro de Tecnologia de Carnes e a todos os estagiários, funcionários e pesquisadores, em especial a Márcia Mayumi Harada pela acolhida durante meu estágio de conclusão de curso.

E à todos aqueles que participaram, direta ou indiretamente, da realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS.....	19
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1. Qualidade da carne bovina	20
3.2. Cor da carne.....	20
3.3. Maciez da carne.....	21
3.3.1. Maturidade	24
3.3.2. Acabamento de gordura de cobertura	25
3.4. Classificação e tipificação de carcaças	26
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1. Abate dos animais	31
4.2. Carcaças	32
4.3. Resfriamento das meias-carcaças.....	34
4.4. Medidas de pH e temperatura de resfriamento	34
4.5. Comprimento da carcaça	35
4.6. Desossa e armazenamento.....	36
4.7. Preparo das amostras para análises	36
4.8. Cocção para Força de cisalhamento e Análise Sensorial	38
4.8.1. Forno elétrico convencional	38
4.8.2. “Grill” George Foreman.....	39
4.9. Determinação da Força de cisalhamento.....	40
4.10. Análise Sensorial.....	42
4.11. Comprimento de sarcômero	45
4.11.1. Preparo da solução de extração	45

4.11.2. Extração das miofibrilas	45
4.11.3. Captura das imagens.....	46
4.11.4. Medida do comprimento de sarcômero	47
4.12. Avaliação visual da cor e mármore	48
4.13. Análise instrumental da cor	51
4.14. Capacidade de retenção de água.....	52
4.15. Composição centesimal	53
4.16. Análise estatística	53
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
5.1. Medidas de pH e temperatura de resfriamento	54
5.2. Peso e comprimento de carcaça	56
5.3. Composição centesimal e Água livre	59
5.4. Comprimento de sarcômero	63
5.5. Força de cisalhamento e perda de peso por cocção	65
5.6. Análise sensorial.....	73
5.7. Avaliação visual e análise instrumental da cor	80
6. CONCLUSÕES.....	85
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Requisitos para enquadramento das carcaças na tipificação oficial de 1989.	28
Tabela 2. Nomenclatura das categorias geradas de acordo com as combinações de sexo e maturidade fisiológica.	30
Tabela 3. Classificação de carcaças geradas entre sexo-maturidade e acabamento de carcaça.	30
Tabela 4. Classificação das carcaças amostradas pela maturidade dentária e acabamento.	32
Tabela 5. Médias de pH (n=60) do interior do músculo <i>Longissimus thoracis</i> na 3 ^a , 10 ^a e 24 ^a hora de resfriamento, classificadas por maturidade e acabamento.	55
Tabela 6. Médias, erros padrão da média (n=60), mínimo e máximo do peso das carcaças quentes, classificadas por maturidade e acabamento.	56
Tabela 7. Médias, erros padrão da média (n=60), mínimo e máximo do comprimento das carcaças, classificadas por maturidade e acabamento.	58
Tabela 8. Médias e erros padrão da média (n=60) das porcentagens de proteínas, cinzas e água livre das amostras de contrafilé, agrupadas por maturidade dentária e acabamento de carcaça.	59
Tabela 9. Médias e erros padrão da média (n=60) da força de cisalhamento, agrupada pela maturidade e pelo acabamento.	65
Tabela 10. Médias e erros padrão da média (n=60) da perda de peso por cocção, agrupada pela maturidade e pelo acabamento.	69
Tabela 11. Correlação entre perda de peso por cocção e força de cisalhamento para cocção em forno e “grill”.	72

Tabela 12. Médias e erros padrão da média (n=60) dos atributos avaliados pela equipe treinada de provadores na avaliação sensorial.	73
Tabela 13. Coeficientes de correlação entre os atributos sensoriais, força de cisalhamento por cocção em forno e “grill” e comprimento de sarcômero.	77
Tabela 14. Médias e erros padrão da média (n=60) da cor e mármore obtidos da avaliação visual dos julgadores, agrupados pela maturidade dentária e pelo acabamento de carcaça.	81
Tabela 15. Médias e erros padrão da média (n=60) das variáveis da avaliação instrumental da cor, agrupadas por maturidade dentária e acabamento de carcaça.	82
Tabela 16. Coeficientes de correlação entre a avaliação instrumental da cor e avaliação visual da cor e do mármore, para as variáveis L, Chroma, Hue, cor visual e mármore.	84

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Exemplo de um lote dos animais abatidos no presente experimento.	31
Figura 2. Idade cronológica de bovinos zebuínos a partir da maturidade dentária, de acordo com o número de dentes incisivos permanentes (d.i.p.).	33
Figura 3. Padrão para classificação do acabamento de carcaças, de acordo com a espessura da cobertura de gordura.	33
Figura 4. Monitoramento do pH durante o resfriamento.	34
Figura 5. Procedimento de medida do comprimento da carcaça.	35
Figura 6. Local do corte do contrafilé para retirada da porção do músculo <i>Longissimus thoracis</i> .	37
Figura 7. (a) Corte dos bifés na serra fita; (b) Identificação dos 5 bifés no sentido crânio-caudal.	37
Figura 8. (a) Conjunto bandeja/grelha/bife; (b) Cocção em forno elétrico convencional.	39
Figura 9. Cocção dos bifés em Grill George Foreman®.	40
Figura 10. (a) Cilindros preparados para força de cisalhamento; (b) Lâmina de Warner-Bratzler de 1 mm de espessura; (c) Texturômetro TA-XT 2i.	41
Figura 11. Preparo das amostras para análise sensorial.	43
Figura 12. (a) Ficha com as escalas utilizadas na avaliação sensorial; (b) Ficha para avaliação individual das amostras.	44
Figura 13. Imagem do programa AxioVision utilizado para medir o comprimento do sarcômero.	47

Figura 14. Disposição das amostras para avaliação visual da cor e mármore.	48
Figura 15. Padrão de cor utilizado para avaliação visual da intensidade da cor vermelha das amostras.	50
Figura 16. Padrão de mármore utilizado para avaliação visual do grau de mármore das amostras.	50
Figura 17. Medida instrumental da cor com colorímetro portátil MiniScan XE.	52
Figura 18. (a) esquema da área do exsudado e da área do filme de carne; (b) equação para calcular a água livre (%).	53
Figura 19. Equação da reta e coeficiente de correlação simples entre peso e comprimento das carcaças.	58
Figura 20. Coeficiente de correlação e equação da reta entre o teor de umidade e lipídios das amostras avaliadas.	60
Figura 21. Teores de umidade e lipídios das amostras, de acordo com a maturidade dentária.	61
Figura 22. Teores de umidade e lipídios das amostras, de acordo com o acabamento de carcaça.	62
Figura 23. Médias e erros padrão da média (n=60) do comprimento de sarcômero, de acordo com a maturidade dentária.	64
Figura 24. Médias e erros padrão da média (n=60) do comprimento de sarcômero, de acordo com o acabamento.	64
Figura 25. Médias e erros padrão da média (n=60) da aceitação global na avaliação sensorial, de acordo com a maturidade e o acabamento de carcaça.	75
Figura 26. Coeficientes de correlação e equações da reta entre aceitação global e os atributos da avaliação sensorial, (a) maciez, (b) suculência e (c) sabor.	79

RESUMO

A classificação pode ser utilizada para agrupar carcaças com características semelhantes de sexo, maturidade, peso, gordura de cobertura e conformação, visando uniformizar a qualidade e o rendimento da carne. No Brasil, há falta de informações científicas a respeito desses parâmetros. Objetivou-se nesta pesquisa avaliar o efeito da maturidade dentária e do acabamento de carcaças em atributos físicos, químicos e sensoriais do contrafilé de costela (m. *L. thoracis*). Meias carcaças (n=60) de machos castrados da raça Nelore foram selecionadas no abate de 822 bovinos, em uma das etapas do Circuito Boi Verde. Foram em seguida agrupadas em 6 categorias, de acordo com a maturidade dentária (2, 4 e 6 dentes incisivos permanentes), e acabamento (2 – escassa e 3 - mediana). O período de resfriamento foi de 24 h, e na desossa foram obtidas as porções de contrafilé, compreendidas entre a 5^a e a 9^a costela, que foram embaladas a vácuo, maturadas por 14 dias e congeladas a -18°C. Cinco bifes de 2,5 cm de espessura foram avaliados quanto à cor instrumental, no sistema CIE L*, a* e b*, e em análise visual para os atributos cor e mármore. Determinou-se o comprimento de sarcômero, a força de cisalhamento por Warner-Bratzler, as perdas de peso por cozimento e os atributos sensoriais de cada uma das sessenta amostras. Houve efeito (P<0,01) da maturidade sobre o peso das carcaças, que aumentou com o número de dentes incisivos permanentes. Carcaças com maiores grau de acabamento ou nível de maturidade apresentaram maiores teores de lipídios e menores teores de umidade (P<0,01) na carne. O comprimento de sarcômero não foi afetado (P>0,05) pela maturidade ou acabamento. A maturidade dentária não influenciou (P>0,05) a maciez do contrafilé medida por instrumento ou análise sensorial, mas a carne de carcaças com mais

acabamento foi mais macia ($P < 0,01$) e perdeu menos peso ($P < 0,01$) na cocção. Não houve efeito ($P > 0,05$) da maturidade no teor de mármore, nem na cor por análises visuais e instrumentais, enquanto as carcaças com mais acabamento tiveram maior teor de mármore ($P < 0,05$) na avaliação visual, e maior valor de L ($P < 0,05$) na análise instrumental da cor da carne. Concluiu-se que não se justificam bonificações pela qualidade do contrafilé de costela em função de maturidade, mas sim em função do acabamento.

Palavras-chave: carcaça bovina, maturidade dentária, gordura de cobertura, cor, maciez e mármore.

SUMMARY

Classification schemes are useful for grouping carcasses with similar characteristics of sex, maturity, fatness and conformation, aiming to keep homogeneity of quality and yields within classes. In Brazil, there is a lack of scientific information on these classification parameters. The objective of this research was to evaluate the effects of teeth maturity and carcass fatness on the physical, chemical and sensory attributes of the boneless rib cut (m. *L. thoracis*). Carcass sides (n=60) from Nelore steers were selected at the kill floor among 822 heads of cattle in one of the “Circuito Boi Verde” (green steers circuit) carcass contests. They were grouped in 6 categories according to teeth maturity (2, 4 and 6 permanent incisors), and fatness (fat cover 2- slight; 3-medium). The chilling time was 24 hrs, and then a boneless rib section between the 5th and 9th rib from each side was obtained, vacuum packaged, aged for 14 days and frozen. Five 2,5 cm steaks were evaluated for instrumental color in the CIE L*, a*, e b* scheme, and in visual analysis for color and marbling. Sarcomere length, Warner-Bratzler shear force, cooking losses and sensory attributes with a trained panel were determined. There was effect (P<0,01) of maturity on carcass weight, which increased with the number of permanent incisors. Carcasses with higher degree of fatness or maturity level presented increased percentage of lipids and lower (P<0,01) moisture in the meat. The sarcomere length was not affected (P>0,05) by maturity or fatness. Teeth maturity did not affect (P>0,05) the WB shear force or the sensory tenderness of the rib steaks, while the meat from higher level of fatness was more tender (P<0,01) and showed lower cooking losses (P<0,01). No effects (P>0,05) of maturity in marbling degree, and in instrumental or visual color were detected, while samples from higher fatness level

carcasses had higher level of marbling ($P < 0,05$), and higher ($P < 0,05$)L value. It was concluded that bonuses aiming at the quality of boneless rib cut would not be justifiable for young maturity, but it would so for carcass fatness.

Key-words: beef carcass, teeth maturity, fat cover, color, tenderness, and marbling.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, com aproximadamente 206 milhões de cabeças, sendo que cerca de 80% são destinados à produção de carne e o restante para produção leiteira. No período de janeiro a setembro de 2007 foram abatidos 23,3 milhões de bovinos em matadouros com inspeção federal, estadual ou municipal (IBGE, 2008).

O Brasil é o maior exportador de carne bovina no mundo. O faturamento com as exportações, no ano de 2007, foi de US\$ 4,45 bilhões, 13,43% a mais que em 2006 e, em volume, o aumento foi de 4,17%, com uma quantidade embarcada próxima a 2,5 milhões de toneladas de equivalente carcaça (ABIEC, 2008). Ainda, segundo a mesma fonte, em 2008, as exportações de carne bovina devem crescer 15% em receita e 5% em volume, em relação a 2007.

Em 2007, o Brasil exportou carne para mais de 140 países, sendo que a Rússia foi o maior importador, comprando 428 mil toneladas, cerca de US\$ 900 mil. O Egito e o grupo dos países baixos dividiram o segundo lugar nas importações, com US\$ 331 mil cada (ABIEC, 2008).

Cerca de 60 raças bovinas são utilizadas para produção de carne no Brasil, dessas, animais da raça Nelore (*Bos indicus*) ou anelorados, compreendem 80% do rebanho nacional, reflexo da adaptação desta raça ao clima brasileiro e, também, ao sistema extensivo de produção utilizado no país (RÜBENSAM & MONTEIRO, 2000).

Em trabalho clássico, Crouse et al. (1989) compararam cruzamentos de bovinos (grupos *Bos indicus*, de origem indiana, e *Bos taurus*, de origem européia), de 0 (Hereford x Angus) a 75% de *Bos indicus*, e concluíram que a carne ficava menos macia quanto

maior a participação de *Bos indicus*. As diferenças na força de cisalhamento e análise sensorial foram explicadas em termos de fragmentação do componente miofibrilar e, em menor grau, da fração de tecido conjuntivo. Esses resultados foram, em seguida, ratificados por Whipple et al. (1990), da mesma equipe de pesquisadores, que demonstraram, na carne de bovinos *Bos indicus* da raça Sahiwal e cruzamentos, uma maior atividade do inibidor (calpastatina) da protease dependente de cálcio (calpaína), responsável pela proteólise *post-mortem*.

Shackelford, Wheeler & Koohmaraie (1995) explicaram que a satisfação do consumidor de carne depende da combinação de três atributos de qualidade: sabor, suculência e maciez, sendo a maciez o atributo que mais influencia a aceitação pelos consumidores.

Estima-se que, nos Estados Unidos, a perda econômica anual associada com a dureza da carne seja equivalente a US\$ 7,64 por animal, ou US\$ 217 milhões para a indústria de carne bovina norte-americana. Para o Brasil, a maciez da carne bovina começa ter importância cada vez maior, principalmente como resultado da abertura de mercados importadores cada vez mais exigentes quanto à qualidade (ALVES, GOES & MANCIO, 2005).

Vários fatores são mencionados por influenciarem as características de maciez da carne, incluindo-se a raça, idade, sexo, gordura de cobertura e alimentação dos bovinos. A maciez também pode ser influenciada por fatores pré-abate, como o estresse e fatores pós-abate, como a temperatura e condições de resfriamento da carcaça (HARPER, 1999).

Segundo Lawrence et al. (2001) muitos pesquisadores têm estudado a variação da maciez em relação à idade dos animais ao abate, mas resultados discordantes são encontrados a esse respeito.

May et al. (1992) atribuíram à cobertura de gordura um papel importante na prevenção do encurtamento de sarcômeros pelo frio, pois esta funcionaria como isolante térmico em resfriamento muito intenso, mas poucos trabalhos relacionam a gordura subcutânea com a maciez da carne.

Uma das tentativas para uniformizar as carcaças bovinas, visando atender os mercados com carne de melhor qualidade é a adoção de sistemas de classificação e tipificação, de acordo, por exemplo, com a idade e sexo dos animais e peso e gordura de cobertura das carcaças.

No Brasil, o sistema aprovado, mas ainda não implantado de classificação de carcaças foi publicado em 2004, na Instrução Normativa n.º 9 (BRASIL, 2004), onde se avaliam o sexo (macho, macho castrado, fêmea e vaca de descarte), idade (0, 2, 4, 6 e 8 dentes incisivos inferiores permanentes) e acabamento de carcaça dos animais (1 a 5 - números maiores indicam maior quantidade de cobertura de gordura), pois essas são características da carcaça que podem ter relação com os rendimentos, em consequência podem alterar a qualidade da carne.

Um levantamento recente realizado pela Associação de Criadores de Nelore do Brasil (ACNB) no Programa de qualidade de Nelore Natural (PQNN), entre 2004 e 2006, onde foram julgados 1.318.462 novilhos, mostrou que 84% das carcaças apresentavam maturidade entre 2 e 6 dentes incisivos permanentes. Quanto ao acabamento, 93% eram do grau 2 (escassa, 26%) e 3 (mediana, 67%), determinando assim as categorias mais significativas nos abates (ACNB, 2006-dados não publicados).

2. OBJETIVOS

Estudar a influência de três níveis de maturidade dentária (2, 4 e 6 dentes incisivos permanentes) e dois de acabamento (gordura de cobertura 2 e 3) de carcaça de novilhos Nelore sobre atributos de qualidade da carne de filé de costela (*M. Longissimus thoracis*), sendo determinações físico-químicas, análises de cor e maciez objetiva e avaliação sensorial.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. *Qualidade da carne bovina*

De acordo com pesquisas, os consumidores americanos consideram que a maciez da carne preparada para consumo é a mais importante característica da carne pós cozimento, e que a falta de uniformidade da maciez é um dos principais problemas atuais da indústria da carne nos EUA. Devido à variabilidade encontrada na qualidade da carne bovina, os consumidores ficam insatisfeitos em até 20% das vezes que a adquirem (MORGAN et al., 1991; KOOHMARAIE, 1992).

No Brasil, a maior parte do rebanho bovino de corte é constituído de animais zebuínos, puros e cruzados, criados a pasto, com pouca ou nenhuma suplementação, proporcionando muitas vezes carcaças leves e com pouca gordura de cobertura (ALVES, GOES & MANCIO, 2005).

Quanto à aparência visual do produto, nos EUA, a cor, o mármore e a gordura de cobertura são fatores decisivos no momento da compra, por isto a carne deve estar nas melhores condições de embalagem e armazenamento, indicando seu frescor (KILLINGER et al., 2004).

3.2. *Cor da carne*

Segundo Felício (1999), em condições normais de conservação, a cor da carne é o principal atrativo deste alimento e reflete a quantidade e o estado químico do seu principal pigmento, a mioglobina (Mb).

A quantidade de Mb em um determinado corte de carne bovina varia principalmente com a atividade física dos músculos que o compõem e a maturidade fisiológica do animal ao abate. Alguns músculos são mais solicitados do que outros e, como conseqüência,

apresentam grande proporção de fibras (células) vermelhas entre as fibras brancas, essas últimas sempre em maior número. Os bovinos terminados a pasto se exercitam mais e, geralmente, são abatidos mais velhos, assim, por exercício e maturidade, sua carne tem maior concentração de Mb e, conseqüentemente, maior saturação da cor vermelha do que a dos animais confinados. A carne de touros também apresenta maior concentração de Mb, quando comparada à de novilhos e novilhas (FELÍCIO, 1999).

3.3. Maciez da carne

Maciez tem sido identificada como o atributo mais importante da palatabilidade de carnes e, assim, o principal determinante de qualidade da mesma (HUFFMAN et al., 1996). A maciez é uma característica que tem variação grande entre animais, raças, carcaças, músculos e cortes de carne, sendo que um corte de carne também pode variar em maciez dentro de seus próprios limites (REUTER, WULF & MADDOCK, 2002).

Considerando a importância da maciez da carne bovina para os consumidores, há muito debate em torno dos métodos de mensuração desse atributo de qualidade. Alguns métodos instrumentais têm sido utilizados, nas instituições de pesquisa de diversas partes do mundo, como o “Warner-Bratzler Meat Shear”, o “Instron” e o “Mirinz”, visando sempre obter indicadores de correlação com valores que seriam obtidos em análise sensorial.

Um dos métodos mais difundidos e utilizados, e com alta correlação com a satisfação de provadores treinados e consumidores não treinados, denomina-se força de cisalhamento ou WBS – sigla para “Warner-Bratzler Shear”, em homenagem aos dois pesquisadores que desenvolveram o equipamento de corte para avaliar a maciez da carne (DELGADO, 2001).

A utilização do “Warner-Bratzler Shear” para avaliar a maciez da carne bovina deve ser feita com bastante critério, seguindo corretamente as orientações para a execução da metodologia, para que pequenos erros não comprometam a interpretação e análise dos resultados. Diversos fatores devem ser cuidadosamente controlados, como a amostragem, o cozimento e a retirada dos cilindros, para garantir que a medição da força de cisalhamento seja a mais precisa e com a maior repetibilidade possível (FRANCIS et al. 1981; WHEELER, SHACKELFORD & KOOHMARAIE, 1996). Em trabalho realizado por Wheeler, Shackelford & Koochmaraie (1999), foi observado que a temperatura final durante o cozimento das amostras tem um efeito significativo na maciez da carne. Os autores verificaram um aumento da força de cisalhamento à medida que a temperatura final aumentou, sendo que este aumento da força foi mais pronunciado nas carnes que eram naturalmente menos macias do que para carnes naturalmente mais macias.

Diferentes grupamentos musculares de uma mesma carcaça apresentam valores diferentes para força de cisalhamento, conforme observado por Shackelford, Wheeler & Koochmaraie (1995), que compararam 10 dos principais músculos bovinos. Segundo os autores a força de cisalhamento do *M. Longissimus dorsi* não foi altamente correlacionada com a força de cisalhamento para outros músculos.

Posteriormente, Belew et al. (2003), observaram uma variação nos resultados de maciez quando avaliaram a força de cisalhamento por Warner-Bratzler em 40 diferentes músculos de bovinos, não encontrando correlação entre eles.

A maciez da carne bovina é decorrência de um conjunto de fatores como a genética, o sexo, a maturidade, o acabamento, o uso de promotores de crescimento, a velocidade de resfriamento, a taxa de queda de pH, o pH final e o tempo de maturação (FELÍCIO, 1999). O sistema de criação dos animais e a alimentação, seguida de vários

tratamentos aplicados à carcaça ou aos cortes cárneos no período que sucede o abate, influenciam a maciez e, muitos deles, podem ser controlados para produzir uma carne de melhor qualidade gustativa. Sabe-se também que todos estes fatores, anteriores ou posteriores ao abate, exercem ação sobre as proteínas do tecido conjuntivo e/ou dos componentes fibrilares do músculo (KASTNER & FELÍCIO, 1980).

O controle da velocidade de resfriamento das carcaças tem por objetivo evitar o encurtamento pelo frio ou *cold shortening*, citado por muitos autores como um dos responsáveis pela maior dureza de carnes bovinas (DRANSFIELD, 1994; KOOHMARAIE, DOUMIT & WHEELER, 1996; KOOHMARAIE, 1996). De acordo com Taylor (1987) *apud* Joseph (1996) a expressão *cold toughening* ou endurecimento pelo frio é o termo recomendado para uso quando a carne é endurecida pelo frio; *cold shortening* apenas deve ser utilizado quando há evidências diretas de encurtamento, que podem incluir um aumento no *overlap* ou sobreposição dos miofilamentos, sarcômeros mais curtos e, assim, a possibilidade de aumento de ligações cruzadas de filamentos contráteis de actina-miosina durante o *rigor-mortis*, conferindo uma grande coesão interna e, conseqüentemente, maior dureza. Este aumento de *overlaps* entre filamentos finos e grossos pode obstruir certas partes da estrutura miofibrilar, reduzindo a disponibilidade de alguns sítios susceptíveis à ação proteolítica (WHEELER, SHACKELFORD & KOOHMARAIE, 1999; JOSEPH, 1996).

Outra característica que parece interferir na maciez de carnes é o sexo dos animais. Choat et al. (2006) em um estudo com novilhos, novilhas e novilhas castradas, concluíram que para carnes com um mesmo escore de mármore, os novilhos apresentam carne com melhor maciez, seguidos pelas novilhas castradas e não castradas. Mas resultados discordantes foram descritos por Gracia et al. (1970) e Prost, Pelczynska & Kotula (1975), que não encontraram diferenças entre os sexos dos animais.

Vários trabalhos vêm sendo realizados com o intuito de prover carnes com maior maciez, entre eles, a administração de vitamina D3 alguns dias antes do abate, que parece produzir carnes significativamente mais macias (MONTGOMERY et al., 2004).

3.3.1. *Maturidade*

Para alguns autores a idade de abate dos animais exerce influência marcante sobre a maciez da carne bovina de consumo. Animais mais velhos possuem carne menos macia que animais jovens, quando tal comparação se faz em condições padronizadas (MORGAN et al., 1991; HUFF & PARRISH, 1993).

Shorthose e Harris (1990), em uma pesquisa realizada com animais de diferentes idades, concluíram que o aumento da idade dos animais influencia negativamente a maciez de alguns músculos. Resultados diferentes foram encontrados em outro trabalho (WYTHES & SHORTHOSE, 1991), reportando não haver relação entre a idade de abate e a maciez da carne.

Felício, Allen e Corte (1981-1982) avaliaram o efeito da maturidade sobre as características da carne de novilhos Zebu, com idade entre dois e quatro anos e não foram encontradas diferenças significativas para cor e força de cisalhamento em bifes do M. *Longissimus dorsi* maturados por 7 e 21 dias. Ainda neste trabalho, foi encontrada correlação positiva entre o teor de gordura intramuscular e a maciez da carne, sendo que animais mais velhos possuíam maior teor de gordura.

Bouton e Harris (1972) indicaram que a relação idade/maciez reflete não somente as mudanças cronológicas diretas nos tecidos muscular e conjuntivos, mas também efeitos associados, devido ao aumento do tamanho corporal e da deposição de gordura subcutânea na carcaça com a idade. Esses fatores influenciam as condições de resfriamento podendo ocasionar encurtamento pelo frio em músculos

específicos (LUCIARI, 2000). Também a proporção de colágeno solúvel em sal e em ácido diminui no músculo bovino e a extensão das ligações cruzadas intra e intermoleculares entre as cadeias polipeptídicas do colágeno aumentam com o aumento da idade. Outros reflexos do caráter de mudança do colágeno que ocorrem a medida que o animal vai envelhecendo são o decréscimo da solubilidade pelo calor e a diminuição da solubilidade ao ataque das enzimas (LAWRIE, 2005).

3.3.2. Acabamento de gordura de cobertura

Embora não haja nenhuma maneira de impedir completamente o rigor e o encurtamento dos sarcômeros “post-mortem”, existem maneiras de reduzir a extensão e os efeitos endurecedores nos músculos antes, durante e após o processo de abate (SAVELL, MUELLER & BAIRD, 2005).

A espessura de gordura subcutânea pode ter um papel significativo na redução do encurtamento pelo frio, durante os processos de resfriamento da carne bovina (DOLEZAL et al., 1982) e de cordeiros (SMITH et al., 1976). Maiores espessuras de gordura subcutânea podem melhorar a maciez da carne por promover um resfriamento mais lento da carcaça (por meio do isolamento térmico causado pela gordura e pela massa total aumentada) e por aumentar a atividade de enzimas proteolíticas (SMITH et al., 1976).

O peso e a composição da carcaça são fatores importantes na taxa de resfriamento (KASTNER, 1981). Um estudo conduzido por Hippe et al. (1991) demonstrou que as carcaças de vacas magras resfriadas por 24h na mesma câmara que as de novilhos tiveram uma porcentagem mais elevada de perda de peso por evaporação, sendo que ambos os tipos de carcaça tinham aproximadamente os mesmos pesos. Em consonância com estes resultados, Johnson et al. (1988) verificaram que o tecido magro reteve menos água do que o tecido

adiposo após 20h “post-mortem”, havendo maiores perdas de umidade no tecido muscular magro.

Lochner, Kauffman e Marsh (1980) realizaram um experimento com dois grupos de bovinos, sendo um com alta e outro com baixa ingestão de grãos, para avaliar o efeito da camada de gordura subcutânea na maciez da carne (m. *Longissimus*). Encontraram médias de WB de 8,8Kgf para amostras das carcaças mais magras e 6,2Kgf para as mais gordas no método de resfriamento rápido, e 7,4kgf e 6,7kgf, respectivamente, no resfriamento lento, que diferiram ($P < 0,05$) entre si em ambas as comparações. Contudo, as médias de WB das carcaças mais gordas não diferiram ($P > 0,05$) de um método a outro de resfriamento, apenas as magras. Esses resultados demonstraram a função protetora da cobertura de gordura contra o endurecimento da carne causado pelo frio.

3.4. Classificação e tipificação de carcaças

Classificação de carcaças, por definição, é o agrupamento de carcaças de animais com características semelhantes ou iguais, sendo que os parâmetros avaliados são de simples entendimento, não sendo realizada hierarquização das categorias, diferente do que ocorre na tipificação, onde as categorias são ordenadas da “melhor” para a “pior”, segundo outros indicadores tradicionalmente utilizados nos julgamentos de gado de corte em exposições, como a conformação e a quantidade de gordura (acabamento). Em tese, as carcaças dos melhores tipos resultariam em carnes de melhor qualidade, preferivelmente associadas a maiores rendimentos de desossa (FELÍCIO, 2005).

No Brasil, o primeiro sistema de classificação de carcaças bovinas era do tipo classificação/tipificação, que entrou em vigor pela Portaria Ministerial n. 612, de 05.10.1989, publicada no Diário Oficial da União de 10.10.1989, ainda em vigência objetivando exportar

carne pela Cota Hilton (BRASIL, 1989). Os parâmetros adotados são o sexo (M-macho, C-macho castrado e F-fêmea), a maturidade (dentes de leite, dois, quatro, seis e oito dentes incisivos permanentes), conformação - avaliação subjetiva de perfis que demonstram o desenvolvimento das massas musculares (C-convexas, Sc-subconvexas, Re-retilíneas, Sr-sub-retilíneas e Co-côncavas), e acabamento - avaliação subjetiva da gordura subcutânea ou de cobertura (1- ausente, 2-escassa=1-3mm, 3-mediana=3-6mm, 4-uniforme=6-10mm e 5- excessiva>10mm) (PARDI et al., 1996).

As classes formadas pela combinação dos parâmetros são então hierarquizadas (tipificadas) por número de dentes incisivos permanentes (d.i.p.) em seis tipos (B - R - A - S - I - L), com restrições relativas ao acabamento, conformação e peso, tudo avaliado na carcaça quente, sendo que as carcaças na letra B seriam de melhor qualidade, seguida pelo R e assim por diante (Tabela 1).

Mas tudo para atender a uma reivindicação das associações de pecuaristas, o Ministério da Agricultura (MAPA) divulgou a criação de um sistema nacional de classificação de carcaças bovinas, sendo que os requisitos estão contidos na Instrução Normativa nº 09 de 2004. A implantação deveria ocorrer a partir de janeiro de 2005. Porém, até o momento o MAPA ainda não conseguiu desencadear o processo, permanecendo ainda a portaria de 1989 (Felício, 2006).

A Instrução Normativa nº 09/2004, diferente da Portaria 612/1989 que classificava e tipificava as carcaças, pois apenas efetua a classificação das mesmas, sem hierarquizar as categorias. Nesta norma, as carcaças são agrupadas de acordo com o sexo dos animais (M-macho inteiro, C-macho castrado, F-Novilha), a maturidade (dentes de leite, dois, quatro, seis e oito dentes incisivos permanentes), e acabamento (1-ausente, 2-escassa=1-3mm, 3-mediana=3-6mm, 4-uniforme=6-10mm e 5- excessiva>10mm). Além

destes, também é verificado o peso da carcaça quente, em kg, (BRASIL, 2004).

Esta Instrução Normativa não entrou em vigor. Contudo, há motivos para crer que se em algum momento o Ministério da Agricultura decidir-se pela implantação de uma ferramenta de organização da cadeia produtiva como essa, então, muito provavelmente, irá optar pela classificação nos moldes da IN n.9 de 04 de maio de 2004.

Tabela 1. Requisitos para enquadramento das carcaças na tipificação oficial de 1989.

Tipo	Sexo^a	Maturidade (dip^b)	Acabamento^c	Conformação^d	Peso carcaça mínimo (kg)
B*	C e F	0 – 4	2, 3 e 4	C, SC e Re	C=210, F=180
	M	0	2, 3 e 4	C, SC e Re	M=210
R	C e F	0 – 6	2, 3 e 4	C, SC, Re e Sr	C=220, F=180
A	C e F	0 – 6	1 e 5	C, SC, Re e Sr	C=210, F=180
	M	0	1 e 5	C, SC, Re e Sr	C=210, F=180
S	C e F	0 – 8	1 e 5	C, SC, Re e Sr	C=225, F=180
I	M, C e F	0 – 8	1 e 5	C, SC, Re e Sr	S/ restrições
L	M, C e F	0 – 8	1 e 5	Co	S/ restrições

^aSexo: C- macho castrado; F- fêmea; M- macho inteiro.

^bMaturidade: dip (dentes incisivos permanentes) = 0-2-4-6-8 dip.

^cAcabamento: grau da gordura de cobertura = 1-2-3-4-5 graus.

^dConformação: C-convexas, Sc-subconvexas, Re-retilíneas, Sr-sub-retilíneas e Co-côncavas.

* = o padrão cota HILTON é o tipo B sem M e sem acabamento 4.

Fonte: Brasil, 1989.

De acordo com um levantamento realizado pela ACNB (2006), dados não publicados, com 926.921 bovinos abatidos no PQNN – Programa de Qualidade Nelore Natural, de outubro de 2005 a outubro de 2006, observou-se que o volume de abate de algumas categorias classificadas de acordo com o sexo, maturidade e acabamento de carcaça, foi pouco significativo. Sendo o caso de machos inteiros (touro), com 4 a 8 dentes incisivos ($\cong 2,6\%$), e carcaças com acabamento nos extremos 1 ($\leq 1\%$) e 5 ($\cong 0,3\%$).

Excluindo-se as categorias pouco significativas, nas tabelas 2 e 3 pode ser verificado um sistema de classificação hipotético, onde seriam consideradas apenas carcaças que realmente aparecem em quantidades significativas nos abatedouros frigoríficos. E não seriam consideradas as fêmeas adultas (vacas de descarte) por falta de definição de um padrão desejável desses animais, que são comercializados quase que exclusivamente no mercado doméstico com a denominação de “vaca”.

Faz-se primeiramente uma classificação de acordo com o sexo e a maturidade fisiológica (Tabela 2). Essas classes são, então, associadas com três níveis de acabamento de carcaça (Tabela 3).

Esse sistema de classificação apresenta-se interessante por ser eficiente e sintético, pois não classifica carcaças pouco representativas numericamente nem vacas.

Tabela 2. Nomenclatura das categorias geradas de acordo com as combinações de sexo e maturidade fisiológica.

Maturidade*	Sexo		
	<i>M</i> (macho inteiro)	<i>C</i> (macho castrado)	<i>F</i> (fêmea)
<i>d</i>	Jovem (<i>Touro jovem - MJ</i>)	Jovem (<i>Novilho - CJ</i>)	Jovem (<i>Novilha - FJ</i>)
<i>2d</i>	Intermediário (<i>Tourinho - MI</i>)		
<i>4d</i>	Adulto** (<i>Touro</i>)	Intermediário (<i>Novilhão - CI</i>)	Adulto*** (<i>Vaca</i>)
<i>6d</i>		Adulto (<i>Boi - CA</i>)	
<i>8d</i>			

*Realizada através da avaliação dos dentes incisivos: d=nenhum dente incisivo substituído; 2d, 4d, 6d, e 8d=2-8 dentes incisivos permanentes.

**Categoria numericamente pouco significativa.

***Categoria que ficaria para uma classificação em separado.

Tabela 3. Classificação de carcaças geradas entre sexo-maturidade e acabamento de carcaça.

Sexo – Maturidade*		Classes de Acabamento**		
		<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Touro Jovem – MJ</i>	<i>d</i>	MJ2	MJ3	MJ4
<i>Tourinho – MI</i>	<i>2d</i>	MI2	MI3	MI4
<i>Novilho – CJ</i>	<i>d-4d</i>	CJ2***	CJ3***	CJ4
<i>Novilhão – CI</i>	<i>6d</i>	CI2	CI3	CI4
<i>Boi – CA</i>	<i>8d</i>	CA2	CA3	CA4
<i>Novilha - FJ</i>	<i>d-4d</i>	FJ2	FJ3	FJ4

A 1ª letra é o sexo, a 2ª é a maturidade, e o dígito é o acabamento.

*Realizada através da avaliação dos dentes incisivos: d=nenhum dente incisivo substituído; 2d, 4d, 6d, e 8d=2-8 dentes incisivos permanentes

**Acabamento de carcaça (2=escassa, 3=mediana, 4=uniforme).

***Qualificam para a Cota Hilton.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa utilizou carcaças e amostras de carne bovina obtidas no matadouro-frigorífico do Grupo Independência Alimentos, localizado em Nova Andradina, MS.

A seleção do material foi conduzida durante uma das etapas do Circuito Boi Verde de Julgamentos de Carcaças da Raça Nelore da ACNB – Associação dos Criadores de Nelore do Brasil. Os objetivos do “Circuito Boi Verde” são: promover e fomentar a raça Nelore, e contribuir para o desenvolvimento da pecuária nacional, valorizando os criadores que se destacam. Para participar, é preciso fornecer machos castrados considerados em conformidade com os padrões característicos da raça Nelore.

4.1. Abate dos animais

No dia 16 de março de 2007 foram abatidos 14 lotes de bovinos castrados (Figura 1) da raça Nelore, totalizando 822 animais.

O abate, sob Inspeção Federal, seguiu as normas preconizadas pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1997), respeitando todos os requisitos de transporte, manejo, descanso, jejum e dieta hídrica.



Figura 1. – Um dos lotes de animais abatidos no presente experimento.

Durante as etapas do abate, as carcaças foram avaliadas segundo as características de maturidade dentária, conformação e acabamento por funcionários treinados do frigorífico.

Ao final da linha de abate, as meias carcaças foram pesadas individualmente, obtendo-se assim o peso de carcaça quente (PCQ), e, em seguidas conduzidas às câmaras de resfriamento onde permaneceram por 24 horas.

4.2. Carcaças

Para este trabalho foram utilizadas 60 meias carcaças esquerdas de bovinos machos castrados da raça Nelore, selecionadas durante o abate de 822 animais do dia e agrupadas em 6 categorias.

O agrupamento das carcaças (Tabela 4) foi realizado cruzando-se informações da maturidade dentária (2, 4 e 6 dentes incisivos permanentes) (Figura 2), com as de acabamento (cobertura de gordura subcutânea = 2 – escassa e 3 - mediana) (Figura 3).

Tabela 4. Classificação das carcaças amostradas pela maturidade dentária e acabamento.

Código	Descrição da categoria
N22	2 dip* e acabamento 2
N23	2 dip e acabamento 3
N42	4 dip e acabamento 2
N43	4 dip e acabamento 3
N62	6 dip e acabamento 2
N63	6 dip e acabamento 3

*dip=dente incisivo permanente.

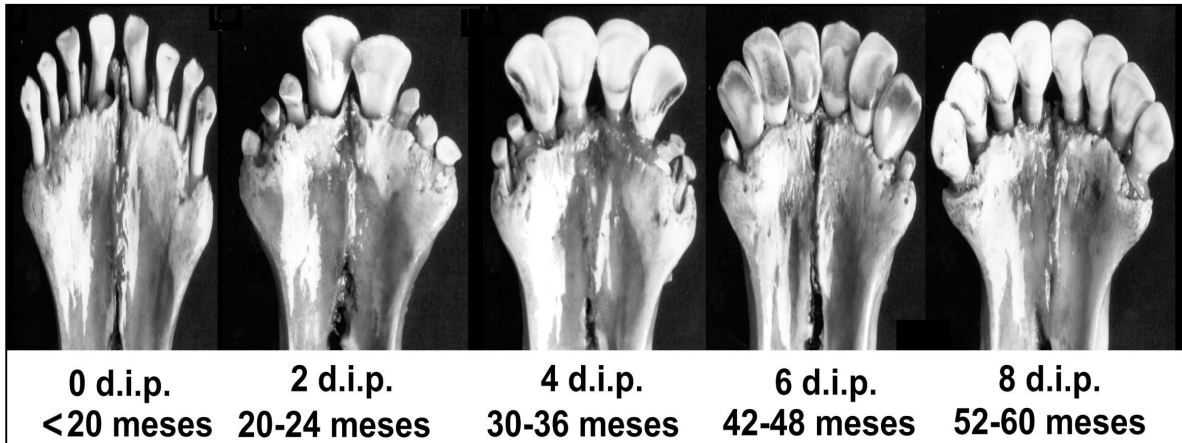


Figura 2. – Idade cronológica de bovinos zebuínos a partir da maturidade dentária, de acordo com o número de destes incisivos permanentes (d.i.p.). Fonte: foto de Lawrence et al. (2001) e idade segundo Corrêa (1996);

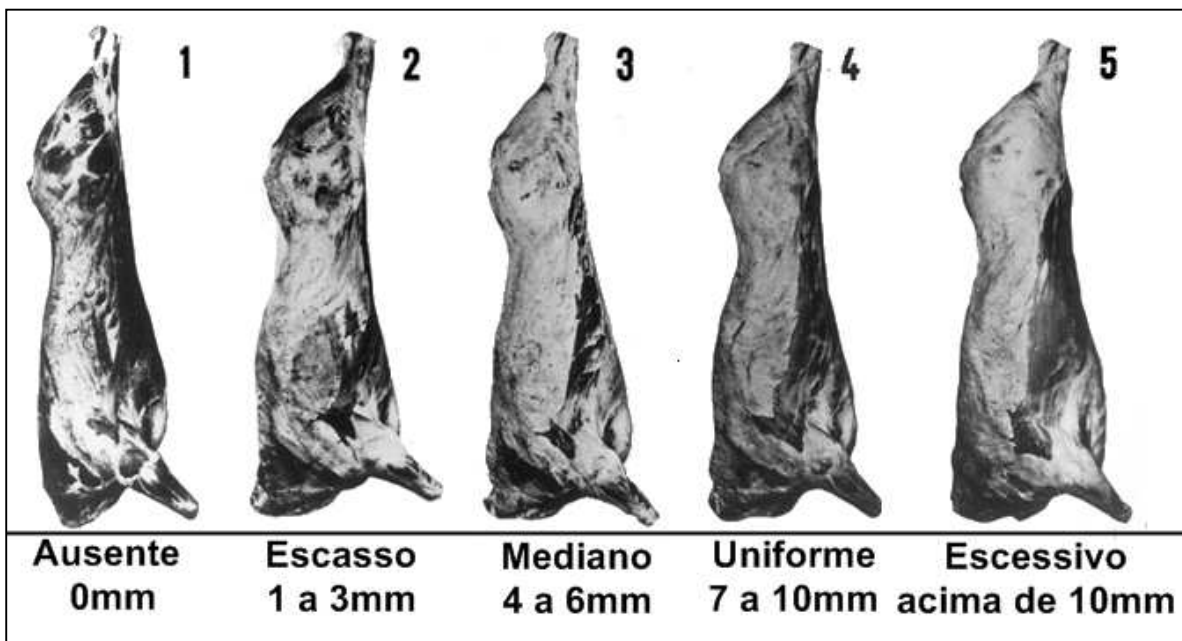


Figura 3. – Padrão para classificação do acabamento de carcaças, de acordo com a espessura da cobertura de gordura. Fonte: MLC, 1975.

4.3. Resfriamento das meias-carcaças

Após o abate dos animais, as meias carcaças selecionadas foram acondicionadas em uma câmara de resfriamento, com temperatura regulada para 2°C, iniciando a 7 – 8°C em virtude do carregamento, com a porta aberta, e atingindo a temperatura programada em 6 horas (2 horas a 7°C + 4 horas a 5°C + 4 horas a 2°C). O tempo de permanência na câmara fria foi de 24 horas.

4.4. Medidas de pH e temperatura de resfriamento

A queda do pH foi determinada por meio de potenciômetro portátil de penetração marca HANNA, modelo 225. As leituras foram conduzidas a 5 cm de profundidade no *M. Longissimus*, entre a 10ª e 11ª costelas (Figura 4), nos intervalos de 3, 10 e 24 horas “post-mortem”. A temperatura da carcaça na décima hora de resfriamento foi estimada de acordo com o peso das mesmas, levando-se em conta a temperatura da câmara de 2°C, para uma velocidade do ar de 2m/s, conforme descrito por James e James (2002).



Figura 4. Monitoramento do pH durante o resfriamento.

4.5. Comprimento da carcaça

O comprimento das carcaças foi medido após o período de resfriamento, sendo realizado com uma trena na face ventral da carcaça, entre o bordo cranial da primeira costela até a proeminência cranial do osso púbis da pelve (Figura 5).



Figura 5. Procedimento de medida do comprimento da carcaça.

4.6. Desossa e armazenamento

Após o resfriamento, foi retirada das meias carcaças uma porção do contrafilé, contendo a 6^a, 7^a e 8^a vértebras torácicas, aproximadamente 1kg do músculo *Longissimus thoracis* (Figura 6).

Esta porção foi desossada, identificada, acondicionada em embalagem a vácuo e armazenada por 14 dias sob refrigeração (2°C) para maturação. Em seguida, a peça foi armazenada a -18°C até o momento das análises.

4.7. Preparo das amostras para análises

As porções de contrafilé, ainda congeladas, foram serradas em 5 bifes de 2,5 cm de espessura, utilizando-se uma serra fita (Figura 7a). Cada bife foi envolto em papel manteiga, identificado de 1 a 5 no sentido crânio-caudal (Figura 7b), e acondicionado novamente sob congelamento a -18°C.

O primeiro bife foi reservado para análise de comprimento de sarcômero, o segundo para avaliação objetiva e visual da cor e composição centesimal, o terceiro e o quarto para força de cisalhamento e o quinto para análise sensorial por provadores treinados.

Para todas as análises seguintes, os bifes correspondentes a cada uma foram descongelados a 4°C por 24 horas.

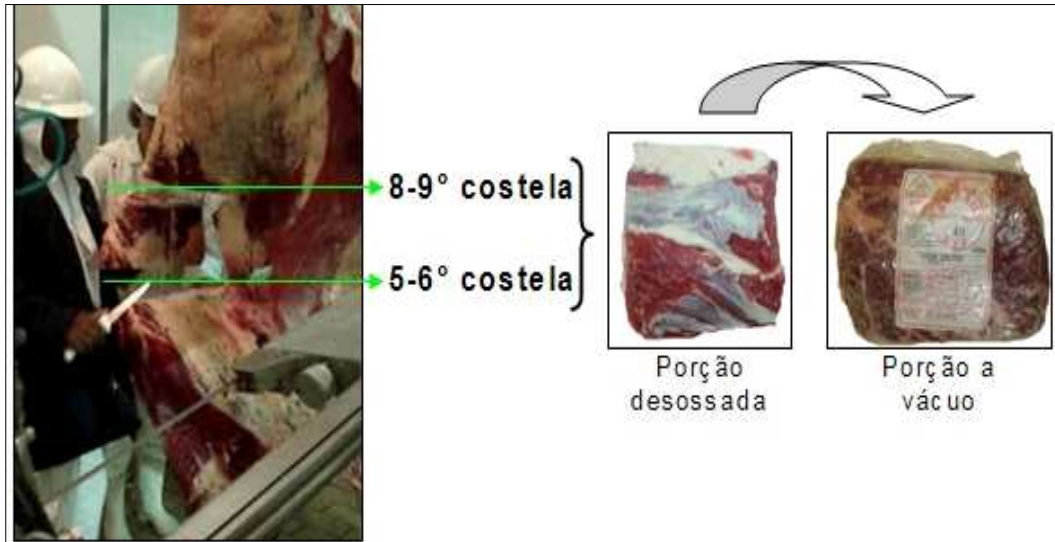


Figura 6. Local do corte do contrafile para retirada da porção do músculo *Longissimus thoracis*.

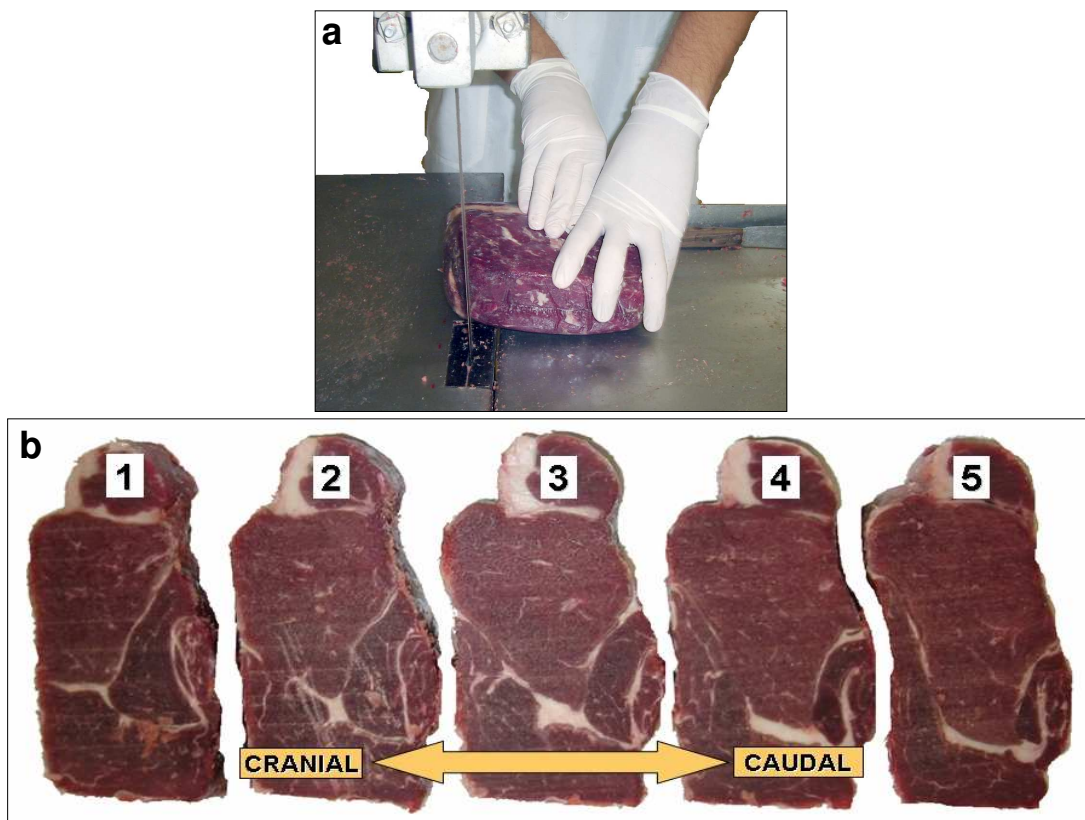


Figura 7. (a) Corte dos bifes na serra fita; (b) Identificação dos 5 bifes no sentido cranio-caudal.

4.8. Cocção para Força de cisalhamento e Análise Sensorial

Os procedimentos para cocção dos bifes destinados a avaliação sensorial e força de cisalhamento foram realizados utilizando-se adaptações do protocolo experimental descrito pela AMSA (1995).

Dois métodos de cocção foram utilizados neste experimento, o *Forno elétrico convencional* (FEC, marca Imequi, série 8 - 4000W) para avaliação sensorial e força de cisalhamento, e o “*grill*” *George Foreman*[®] (GGF, modelo GGR62, Salton, Inc., Lake Forest, IL), tipo “clam-shell” apenas para força de cisalhamento.

Nos dois métodos foi calculada a perda de peso total durante o cozimento (evaporação e gotejamento), em porcentagem, utilizando-se os pesos dos bifes antes e após o cozimento.

4.8.1. Forno elétrico convencional

Os bifes de aproximadamente 2,5 cm de espessura foram assados em forno elétrico convencional, dotado de resistências elétricas nas partes superior e inferior, e pedra refratária sobre a resistência da parte inferior. O forno foi previamente ligado na posição máximo, com o ajuste de temperatura programado para manter aproximadamente 170°C.

Cada bife foi acondicionado sobre um conjunto formado por bandeja de alumínio e grelha (Figura 8a), sendo que inicialmente pesaram-se as bandejas com as grelhas e, posteriormente, foram pesados os conjuntos bandeja/grelha com os bifes (amostras). Os conjuntos foram então colocados dentro do forno pré-aquecido (Figura 8b), e foram virados após atingir a temperatura de 40°C internamente. Neste momento, o botão de controle da temperatura do forno foi ajustado para a posição mínimo, mantendo somente a resistência superior ligada. Ao atingirem a temperatura interna de 71°C os bifes foram retirados do forno. O controle da temperatura

interna nos bifos foi realizado através de um termopar metálico, da marca TESTO, modelo 0602.5792, inserido na região central do bife.

Após a cocção, os conjuntos bandeja/grelha/bife foram pesados e, retirado o bife, foram pesados os conjuntos bandeja/grelha, para cálculo das perdas por cozimento. Ao atingirem a temperatura ambiente, os bifos foram embalados em sacos plásticos, devidamente identificados, e levados ao refrigerador à temperatura de 4°C por um período de 24 horas.

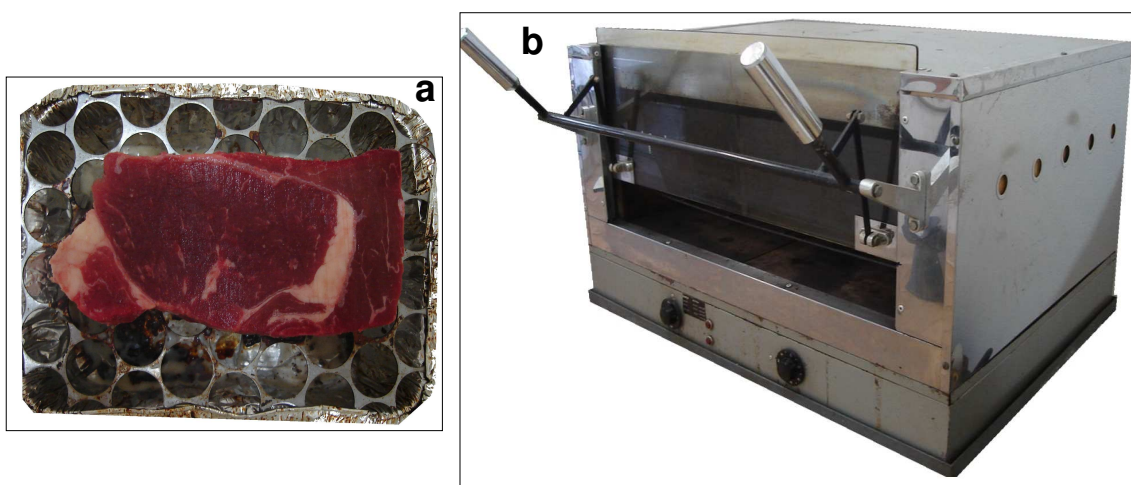


Figura 8. (a) Conjunto bandeja/grelha/bife; (b) Cocção em forno elétrico convencional.

4.8.2. “Grill” George Foreman

Os bifos de aproximadamente 2,5 cm de espessura foram assados em “grill” elétrico (Figura 9), dotado de chapas aquecedoras onduladas nas partes superior e inferior. O “grill” foi previamente aquecido com a tampa baixada, por 30 minutos, e regulado para que a temperatura (entre baixa e média) se mantivesse em 170°C.

Cada bife foi pesado e acondicionado sobre a chapa inferior do “grill” que foi imediatamente fechado. Ao atingirem a temperatura interna de 71°C os bifes foram retirados do “grill”. O controle da temperatura interna nos bifes foi realizado através de um termopar metálico, da marca TESTO, modelo 0602.5792, inserido na região central do bife.

Após retirar os bifes do “grill”, os mesmos foram pesados, para serem calculadas as perdas por cozimento. Depois que atingiram a temperatura ambiente os bifes foram embalados em sacos plásticos, devidamente identificados, e levados ao refrigerador à temperatura de 4°C por um período de 24 horas (AMSA, 1995).



Figura 9. Cocção dos bifes em “grill” George Foreman®.

4.9. Determinação da Força de cisalhamento

Seis cilindros de 1,3 cm de diâmetro (Figura 10a) por bife foram retirados paralelamente ao sentido longitudinal das fibras musculares

utilizando um amostrador (“coring cutter”) acoplado a uma furadeira elétrica da marca Bosch.

A determinação da força de cisalhamento foi realizada por meio de um texturômetro marca TA-XT 2i (Texture Technologies Corp./ Stable Micro Systems, UK) (Figura 10c), equipado com lâmina de Warner-Bratzler, de 1 mm de espessura (Figura 10b).

O equipamento foi calibrado com um peso de 5kg com padrão rastreável. A velocidade de subida e descida da lâmina foi de 200 mm/min (AMSA, 1995) e a distância da mesma à plataforma de 25,0 mm. Cada cilindro foi cortado uma única vez e o resultado expresso em Kgf.

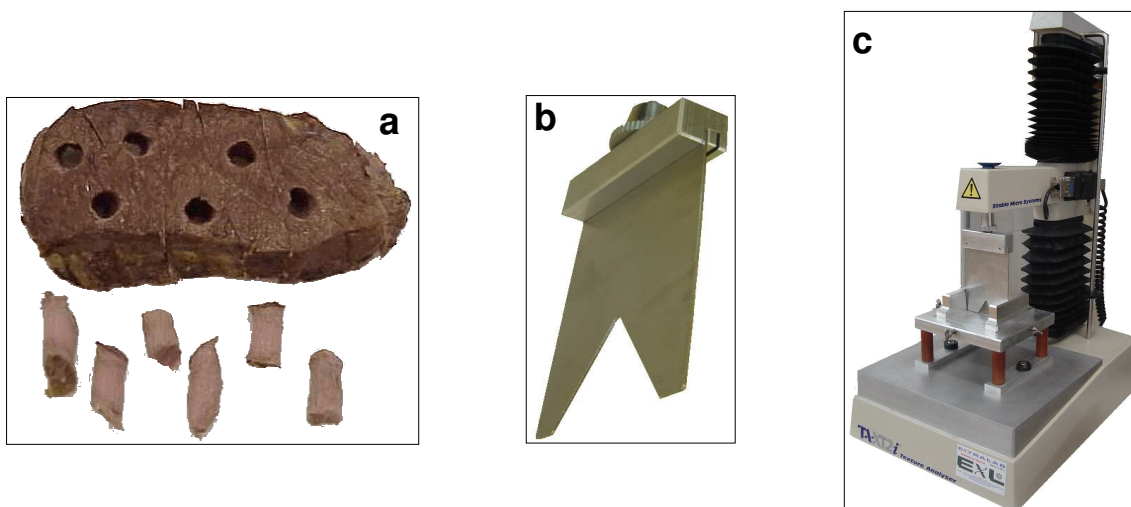


Figura 10. (a) Cilindros preparados para força de cisalhamento; (b) Lâmina de Warner-Bratzler de 1 mm de espessura; (c) Texturômetro TA-XT 2i.

4.10. Análise Sensorial

A análise sensorial das amostras com equipe treinada foi realizada na sala de análise sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos – FEA / Unicamp, que dispõe de cabines individuais para teste, controle de iluminação e de temperatura bem como as demais recomendações citadas por Meilgaard, Civille & Carr (1999). A luz vermelha foi utilizada na iluminação das cabines para que a aparência das amostras não interferisse na avaliação dos atributos em estudo. Os provadores (consumidores regulares de carne) foram selecionados e treinados de acordo com as descrições AMSA (1995).

Os atributos maciez, suculência, sabor de carne e aceitação global foram avaliados por um painel de oito a doze julgadores treinados.

Um total de dez sessões foi realizado para que cada provador avaliasse cada uma das 60 amostras. Em cada sessão foram servidas 6 amostras, sendo uma de cada categoria de carcaça estudada. Em cada sessão as amostras foram servidas de forma monádica e balanceadas para evitar o efeito “carry over”.

Após a cocção no forno elétrico, os bifes foram aparados quanto à gordura de cobertura e tecido conjuntivo visíveis, sendo cortados em cubos de 1,5 x 1,5cm. Os cubos foram acondicionados em frascos de vidro com tampa metálica, identificados, e mantidos em uma iogurteira com temperatura regulada em 40°C (Figura 11).

Os julgadores receberam um cubo de carne de cada tratamento dentro de um recipiente descartável de PVC de 50 mL, codificado com três números aleatórios, de acordo com as recomendações de Meilgaard, Civille & Carr (1999).



Figura 11. Acondicionamento das amostras para análise sensorial.

Antes do recebimento das amostras foi servido um biscoito de água e sal, e um copo com água para enxágüe bucal, para cada julgador, bem como palitos de madeira para retirada das amostras.

Para avaliar a intensidade dos atributos maciez, suculência e sabor de carne nas amostras, foi utilizada uma ficha com escala estruturada verbalizada de 8 pontos, (8=extremamente macio, extremamente suculento, extremo sabor característico de carne; 1=extremamente duro, extremamente seco, ausência de sabor característico de carne). E para aceitação global uma escala estruturada verbalizada de 7 pontos (7=gostei muitíssimo; 1=desgostei muitíssimo) (figura 12a). Além da ficha com as escalas, o julgador recebeu uma ficha em separado para avaliar cada amostra, identificada por um código e anotar o escore de cada atributo (figura 12b).

a **AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CARNE BOVINA**

Você receberá 6 amostras de carne bovina assada, uma de cada vez. Favor provar as amostras e com auxílio da escala abaixo avaliá-las quanto a **Intensidade do Sabor, Suculência, Maciez e Aceitação Global**.

<i>Intensidade do Sabor</i>	<i>Suculência</i>
8 – Extremamente forte	8 – Extremamente suculento
7 – Muito forte	7 – Muito suculento
6 – Moderadamente forte	6 – Moderadamente suculento
5 – Levemente forte	5 – Levemente suculento
4 – Levemente suave	4 – Levemente seco
3 – Moderadamente suave	3 – Moderadamente seco
2 – Muito suave	2 – Muito seco
1 – Extremamente suave	1 – Extremamente seco

<i>Maciez</i>	<i>Aceitação Global</i>
8 – Extremamente macio	7 – Gostei muitíssimo
7 – Muito macio	6 – Gostei muito
6 – Moderadamente macio	5 – Gostei moderadamente
5 – Levemente macio	4 – Nem gostei nem desgostei
4 – Levemente duro	3 – Desgostei moderadamente
3 – Moderadamente duro	2 – Desgostei muito
2 – Muito duro	1 – Desgostei muitíssimo
1 – Extremamente duro	

b **AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CARNE BOVINA** 1

Provedor:.....

<i>Amostra</i>	<i>Sabor</i>	<i>Suculência</i>	<i>Maciez</i>	<i>Aceitação Global</i>

OBS:.....

Figura 12. (a) Ficha com as escalas utilizadas na avaliação sensorial; (b) Ficha para avaliação individual das amostras.

4.11. Comprimento de sarcômero

A análise de comprimento de sarcômero realizada conforme descrito por Culler et al. (1978), foi realizada no Centro de Pesquisa em Alimentos (CPA) em Goiânia. O procedimento foi dividido em quatro etapas: preparo da solução tampão para extração das miofibrilas; extração das miofibrilas; captura das imagens das miofibrilas em microscopia e mensuração do comprimento dos sarcômero.

4.11.1. Preparo da solução de extração

Para preparar dois litros do tampão foram utilizados os seguintes reagentes químicos:

KCl	14,91 g
KH ₂ PO ₄	2,72 g
K ₂ HPO ₄	3,50 g
EDTA	0,76 g
MgCl ₂	0,41 g
NaN ₃	0,13 g

Os reagentes foram dissolvidos em água destilada deionizada, tiveram o pH ajustado para 7,0 utilizando uma solução 1M de NaOH e foram transferidos para um balão volumétrico de dois litros, para ajuste do volume. O tampão depois de preparado foi mantido em refrigeração (2°C).

4.11.2. Extração das miofibrilas

De cada uma das amostras foram retirados, com auxílio de tesoura, aproximadamente quatro gramas de tecido muscular, em duplicata, tomando-se o cuidado de desprezar partes contendo tecido conjuntivo e gorduras. Estas porções foram finamente picadas

utilizando uma tesoura e colocadas em copo homogeneizador de alumínio. Foram adicionados 40mL de tampão à temperatura de 2°C e homogeneizados por 30 segundos.

O volume homogeneizado foi colocado em tubo de centrifuga, de polietileno com tampa de rosca, de 50mL e centrifugado, em centrifuga refrigerada, a 2400rpm durante 15 minutos à temperatura de 2°C. Após a centrifugação o sobrenadante foi descartado e o precipitado foi suspenso novamente com adicionais 40mL de tampão (2°C), com o auxílio de um bastão de vidro (sem agitar no vortex). O material foi novamente centrifugado a 2400rpm, durante 15 minutos a 2°C. Após a centrifugação o sobrenadante foi descartado e o precipitado foi mais uma vez suspenso com 10 mL de tampão (2°C) e agitado (vortex) até ficar bem misturado. O volume foi então passado por uma peneira de polietileno para remover fragmentos de tecido conjuntivo e pedaços maiores. Nos tubos de centrifuga foram novamente adicionados 10mL de tampão (2°C), agitados para lavar bem o conteúdo do tubo e posteriormente passados através da peneira de polietileno.

4.11.3. Captura das imagens

Após a diluição da suspensão de miofibrilas, uma gota foi depositada sobre lâmina para microscopia de 26 x 76mm e coberta com lamínula de 22 x 22mm. As lâminas foram examinadas em microscópio da marca CARL ZEISS, modelo AXIOPHOT, por microscopia de contraste de fase, utilizando objetiva de aumento de 100x e ocular de 10x, em óleo de imersão. Foram selecionadas miofibrilas que apresentavam as estruturas miofibrilares mais nítidas, principalmente a linha Z, e que apresentavam um número mínimo de aproximadamente 10 sarcômeros em seqüência. As miofibrilas foram fotografadas e as imagens capturadas por placa de captura da marca

PINNACLE SYSTEMS modelo STUDIO PCTV USB. De cada amostra foram fotografadas no mínimo 10 miofibrilas.

4.11.4. Medida do comprimento de sarcômero

As miofibrilas foram posteriormente analisadas através do software da marca CARL ZEISS, modelo AXIOVISION 4.6.3.0 (Figura 13), e os comprimentos de no mínimo cinco sarcômeros de cada miofibrila foram mensurados. Os resultados para cada amostra foram expressos em micrômetros, com a média global de todos os sarcômeros de todas as miofibrilas fotografadas.

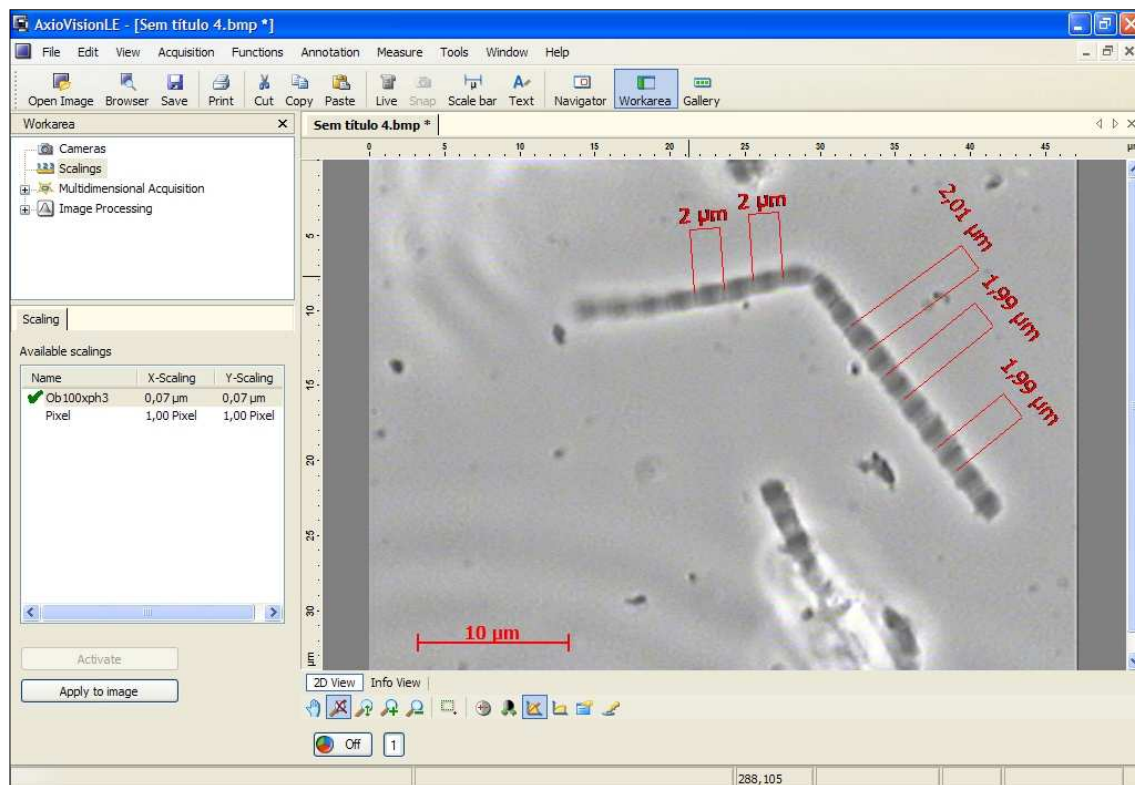


Figura 13. Imagem do programa AxioVision utilizado para medir o comprimento do sarcômero.

4.12. Avaliação visual da cor e mármore

As amostras, duas a duas, foram colocadas em bandejas de poliestireno expandido cobertas com filme de PVC e identificadas com códigos de três dígitos. Elas foram dispostas em uma estrutura metálica, dotada de iluminação artificial fluorescente, com lâmpadas da marca PHILIPS, modelo TLD de 32 Watts e dispostas 15 cm acima das amostras (Figura 14).

A estrutura com as bandejas permaneceu dentro de uma câmara frigorífica com temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. As amostras foram colocadas de forma que não houvesse empilhamento. As amostras ficaram expostas continuamente por um período de 2 horas, simulando uma situação de venda, quando foram então realizadas as avaliações visuais de cor e mármore com os mesmos julgadores da análise sensorial.



Figura 14. Disposição das amostras para avaliação visual da cor e mármore.

Os julgadores avaliaram a cor das amostras utilizando o padrão do Meat Evaluation Handbook (AMSA, 2001) (Figura 15), que possui 7 níveis de cor, variando de A20 (carne mais clara) a E100 (carne mais escura), permitindo ao julgador pontuar as amostras com valores intermediários.

Para avaliação do mármore foi utilizado um padrão adaptado do Meat Evaluation Handbook (AMSA, 2001), com 7 níveis de mármore, variando de 2 (Standard -) a 7,9 (Choice +) (Figura 16),

Os padrões de cor e mármore ficaram dispostos na estrutura, no mesmo nível das bandejas, para fins de comparação.

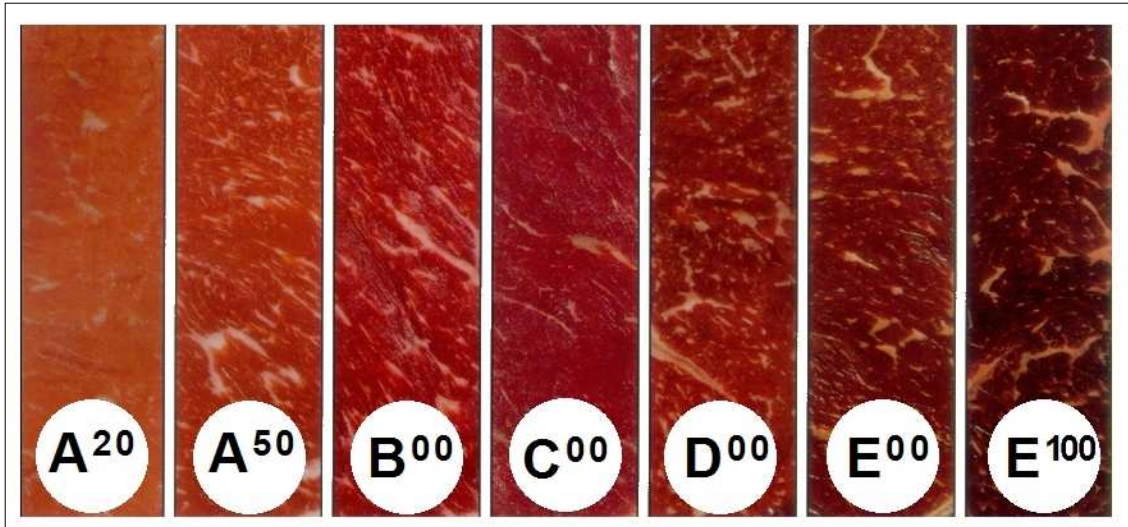


Figura 15. Padrão de cor utilizado para avaliação visual da intensidade da cor vermelha das amostras. Fonte: AMSA (2001).

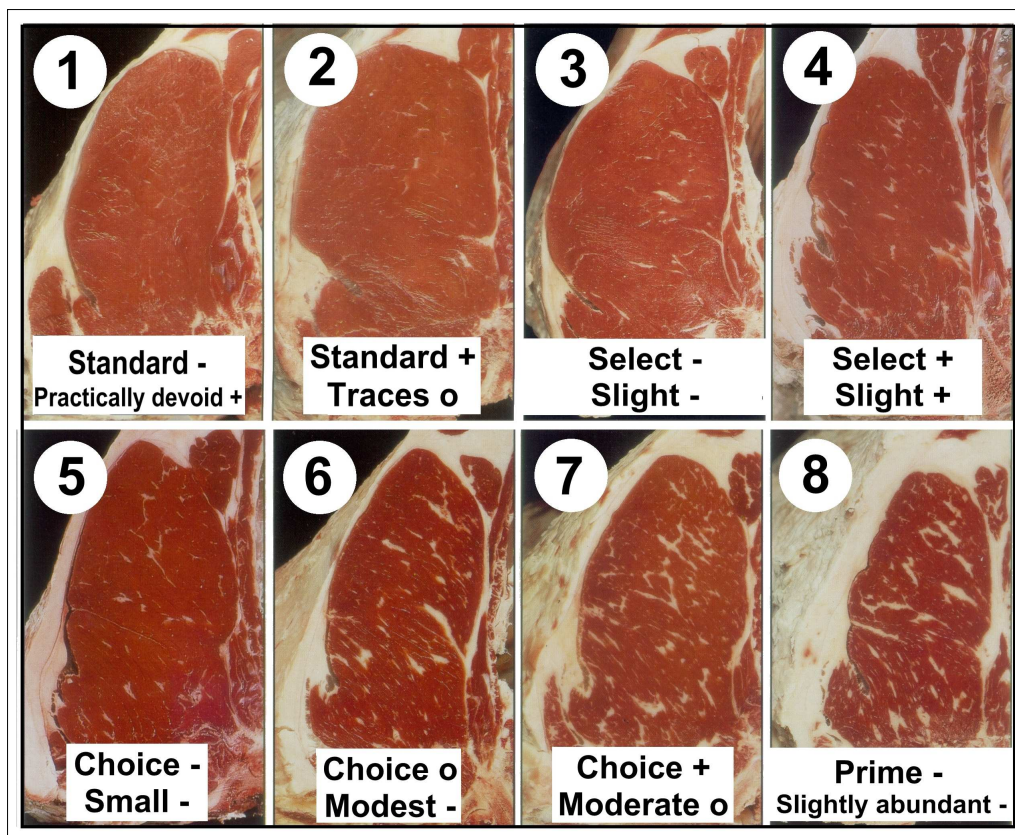


Figura 16. Padrão de mármore utilizado para avaliação visual do grau de mármore das amostras. Fonte: Adapt. AMSA (2001).

4.13. Análise instrumental da cor

Para a determinação da medida física de cor foi usado o colorímetro portátil modelo CM 508-d HunterLab (MiniScanTMXE) (Figura 17) com acessório de proteção contra umidade. Realizou-se a leitura dos parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo/azul) do Sistema CIELAB e a partir destes, calculou-se os valores de Chroma ($\sqrt{a^2+b^2}$) e Hue ($\text{atan } b/a$).

Foram utilizadas as condições: SCI – especular incluída, iluminante D65, ângulo de visão de 8° e ângulo padrão do observador de 10°, conforme especificações da CIE, 1986 (Comission Internationale d'le Ecleraige – CIE Central Bureau, Kegelgasse 27, A-1030 VIENNA, ASTRIA). As medidas foram realizadas em seguida a avaliação visual pelos julgadores, após as amostras terem permanecido expostas por pelo menos 2 horas ao oxigênio em temperatura refrigerada.

Considerou-se como valor final a média de 3 leituras obtidas em posições diferentes e pré-estabelecidas do mesmo músculo.



Figura 17. Medida instrumental da cor com colorímetro portátil MiniScan XE.

4.14. Capacidade de retenção de água

Para determinar a capacidade de retenção de água (CRA) foi usada a metodologia descrita por Wierbicki e Deatherage (1958).

Amostras de aproximadamente 0,5g foram retiradas dos bifes após o descongelamento para realização das análises e colocadas sobre uma folha de papel filtro de 9,5 cm de diâmetro, da marca Whatmann nº 1. O conjunto amostra/ papel filtro foram prensados entre placas de acrílico em uma prensa hidráulica até uma pressão 500lb/pol², mantendo-se esta condição durante 1 minuto. Após a prensagem identificou-se cada conjunto de papéis, contornou-se com uma caneta a figura delimitada pela mancha da carne prensada (halo interno) e pelo líquido exsudado (halo externo).

Posteriormente, mediram-se, com um planímetro, as áreas do halo interno (A_i = Área do filme) e do halo externo (A_e = Área total)

(Figura 18a). A partir da equação da CRA (Figura 18b) foram determinados os valores de água livre, em porcentagem.

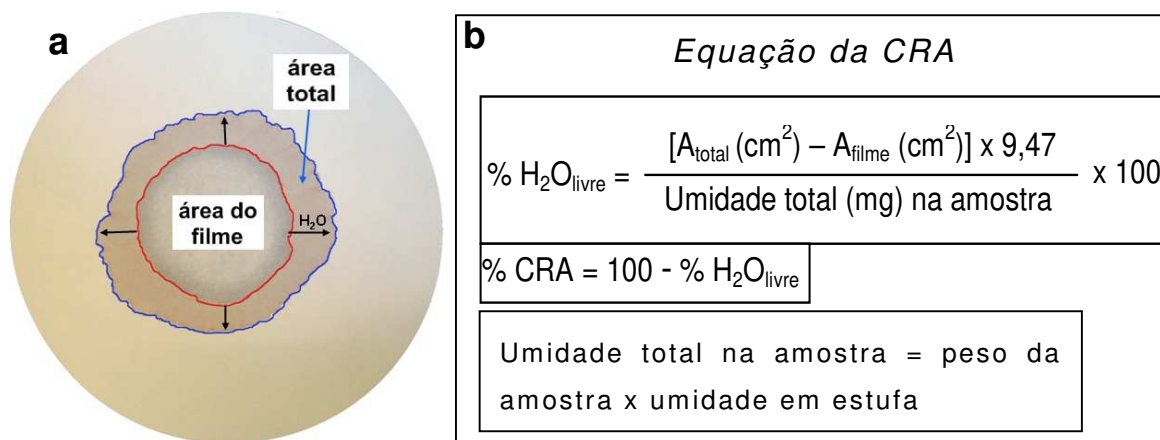


Figura 18. (a) esquema da área do exsudado e da área do filme de carne; (b) equação para calcular a água livre (%).

4.15. Composição centesimal

A composição centesimal das amostras foi realizada com a determinação em triplicata do teor de umidade, proteínas e cinzas, segundo AOAC (1990) e gordura de acordo com metodologia de Bligh e Dyer, apud Cecchi (1999).

4.16. Análise estatística

Os dados coletados foram processados em computador pelo programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2005). Foram realizadas análises estatística descritiva e de variância (Anova), teste de Tukey a 5% e análises de correlação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Medidas de pH e temperatura de resfriamento

Para todos os tratamentos estudados, a temperatura na décima hora, com uso de resfriamento convencional, foi estimada abaixo dos 10°C, com média de 7,4°C, resultado semelhante ao encontrado por Prado (2005), que estudou sistemas de resfriamento lento e convencional, obtendo valores de temperatura de 6,2°C para o convencional e 11,5°C para o lento, ambos na décima hora “post-mortem”.

Existem várias opiniões diferentes sobre qual a exata temperatura necessária para se eliminar ou reduzir o encurtamento pelo frio. Para Bendall (1973), as carcaças bovinas não deveriam ser resfriadas abaixo de 12°C em menos de 15 horas, tempo necessário para estabelecimento completo do “rigor mortis”. Ele ainda sugeriu que a temperatura não deveria estar abaixo de 10°C em menos de 10 horas. Já Olsson, Herzman e Tornberg (1994), apóiam uma temperatura de no mínimo 7°C para as 10 primeiras horas para evitar o “cold shortening”.

Segundo Hannula e Puolanne (2004) é importante saber que encurtamento pelo frio e endurecimento pelo frio não são a mesma coisa, mas podem estar inter-relacionados, por exemplo, quando as carcaças são resfriadas rapidamente. Entretanto, a dureza induzida pelo frio, nem sempre é ligada com encurtamento, o que indica a importância dos fatores proteolíticos.

Os valores médios de pH durante o resfriamento das carcaças estão ilustrados na Tabela 5, onde se pode observar que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) da maturidade ou do acabamento sobre a queda do pH. Smith et al. (1976) em estudo sobre resfriamento de carcaças de cordeiros com diferentes graus de cobertura,

constatarem que carcaças mais bem acabadas apresentaram taxa de resfriamento mais lenta, assim como pH final com valores significativamente menores. Os mesmos autores sugerem que quedas mais lentas de temperatura aumentam a atividade autolítica das enzimas e reduzem o encurtamento pelo frio.

Tabela 5. Médias de pH (n=60) do interior do músculo *Longissimus thoracis* na 3^a, 10^a e 24^a hora de resfriamento, classificadas por maturidade e acabamento.

	3 horas	10 horas	24 horas
Maturidade 2	6,61	6,03	5,69
Maturidade 4	6,50	5,95	5,66
Maturidade 6	6,58	6,01	5,69
	<i>P</i> = 0,54	<i>P</i> = 0,18	<i>P</i> = 0,66
Acabamento 2	6,57	6,00	5,67
Acabamento 3	6,56	6,00	5,68
	<i>P</i> = 0,87	<i>P</i> = 1,00	<i>P</i> = 0,70

p = Nível de significância do teste de F na Análise de Variância; a interação “Maturidade x Acabamento” não foi significativa ($P > 0,05$).

O'Halloran et al. (1997) definiram uma classificação, de acordo com a velocidade de queda de pH, em rápida, intermediária e lenta. Músculos *L. dorsi* com valor de pH na 3^a hora “post-mortem” (pH3) de 6,61 e pH na 6^a hora (pH6) de 6,42 foram classificados como sendo de queda lenta de pH, *L. dorsi* com pH3 de 6,19 e pH6 de 5,86 como de queda intermediária e *L. dorsi* com pH3 de 5,94 e pH6 de 5,54 como de queda rápida de pH.

No presente estudo, observou-se uma redução do pH semelhante para todos os tratamentos, de forma uniforme e com velocidade lenta de queda, sendo que com três horas de resfriamento o valor do pH medido no interior do contrafilé era de aproximadamente 6,55, seguido por 6,00 na décima hora e com um dia de resfriamento o pH estava estável em 5,68.

5.2. **Peso e comprimento de carcaça**

Os valores médios, mínimos e máximos dos pesos de carcaça quente, dos grupos de carcaças avaliadas neste experimento estão descritos na Tabela 6. O peso médio de carcaça quente, correspondente à soma das duas meias carcaças foi de 271,9kg, variando de um mínimo de 228,0kg a um máximo de 313,4kg.

Tabela 6. Médias, erros padrão da média (n=60), mínimo e máximo dos pesos das carcaças quentes, classificadas por maturidade e acabamento.

	Peso (kg)	Mínimo (kg)	Máximo (kg)
Maturidade 2	263,4 ^b ± 2,7	246,0	292,4
Maturidade 4	271,8 ^{ab} ± 4,5	228,0	313,4
Maturidade 6	280,6 ^a ± 3,6	248,0	308,8
	<hr/> <i>p < 0,01</i>		
Acabamento 2	270,9 ^a ± 3,2	228,0	313,4
Acabamento 3	272,9 ^a ± 3,3	247,0	308,8
	<hr/> <i>P = 0,63</i>		

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, dentro de cada fator, diferem ($p < 0,05$).
 p = Nível de significância do teste de F na Análise de Variância; a interação “Maturidade x Acabamento” não foi significante ($P > 0,05$).

Houve efeito ($P < 0,05$) da maturidade no peso das carcaças quentes, sendo que as de maturidade 6 apresentaram peso médio superior (280,6kg) às de maturidade 2 (263,4kg), não diferindo ($P > 0,05$) essas duas classes da maturidade 4 (271,8kg).

Não houve efeito ($P > 0,05$) do acabamento no peso de carcaça quente (Tabela 6). Estes resultados estão em desacordo com àqueles apresentados por Bruns, Pritchard e Boggs (2004), onde as carcaças de maior peso apresentam mais gordura de cobertura, assim como maiores teores de mármore e gordura intramuscular.

Quanto à avaliação do comprimento das carcaças (Tabela 7), obteve-se uma média de 130 cm, com mínimo de 122 cm e máximo de 140 cm, não havendo efeito da maturidade nem do acabamento sobre este atributo ($P > 0,05$).

Na análise de correlação simples entre peso da carcaça quente e comprimento de carcaça, verificou-se uma correlação positiva de 0,48 ($P < 0,05$), conforme Figura 19, indicando que carcaças mais longas são mais pesadas.

Tabela 7. Médias, erros padrão da média (n=60), mínimo e máximo do comprimento das carcaças, classificadas por maturidade e acabamento.

	Comprimento (cm)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)
Maturidade 2	$130,8 \pm 0,0093$	123,0	140,0
Maturidade 4	$129,2 \pm 0,0082$	124,0	136,0
Maturidade 6	$129,9 \pm 0,0093$	122,0	136,0
$P = 0,44$			
Acabamento 2	$130,0 \pm 0,0063$	124,0	136,0
Acabamento 3	$129,9 \pm 0,0083$	122,0	140,0
$P = 0,92$			

p = Nível de significância do teste de F na Análise de Variância; a interação “Maturidade x Acabamento” não foi significativa ($P > 0,05$).

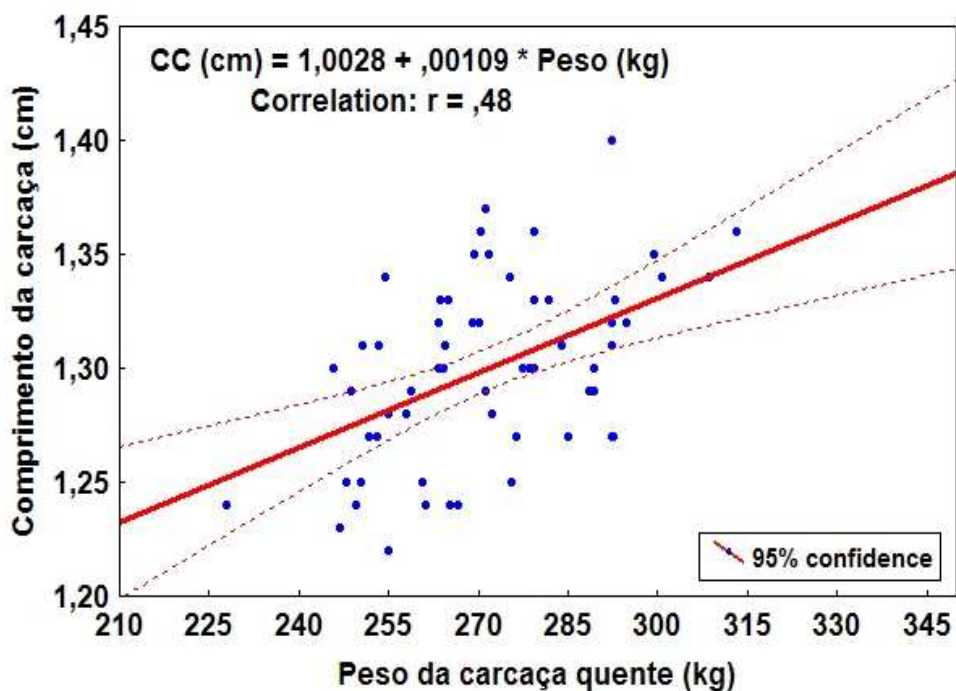


Figura 19. Equação da reta e coeficiente de correlação simples entre peso e comprimento das carcaças.

5.3. Composição centesimal e Água livre

Os resultados de proteína, cinzas e porcentagem de água livre em *L. thoracis* de animais com três diferentes níveis de maturidade dentária e dois de acabamento de carcaça estão apresentados na Tabela 8. Observa-se que o teor de proteínas e cinzas não sofreu efeito ($P > 0,05$) quando avaliados em diferentes níveis de maturidade dentária ou de acabamento de carcaça. Os teores médios de proteínas e cinzas para as amostras estudadas foram de 22,4% e 1,01%, respectivamente.

Tabela 8. Médias e erros padrão da média (n=60) das porcentagens de proteínas, cinzas e água livre das amostras de contrafilé, agrupadas por maturidade dentária e acabamento de carcaça.

	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Água livre (%)
Maturidade 2	22,58 ± 0,14	1,00 ± 0,01	39,10 ± 1,15
Maturidade 4	22,33 ± 0,16	1,02 ± 0,01	41,15 ± 1,21
Maturidade 6	22,48 ± 0,18	1,00 ± 0,01	40,76 ± 1,21
	<i>P = 0,54</i>	<i>P = 0,30</i>	<i>P = 0,43</i>
	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Água livre (%)
Acabamento 2	22,63 ± 0,14	1,02 ± 0,01	39,28 ± 0,74
Acabamento 3	22,29 ± 0,12	1,00 ± 0,01	41,39 ± 1,13
	<i>P = 0,07</i>	<i>P = 0,09</i>	<i>P = 0,13</i>

p = Nível de significância do teste de F na Análise de Variância; a interação "Maturidade x Acabamento" não foi significativa ($P > 0,05$).

Houve efeito ($P < 0,05$) da maturidade sobre a composição em relação ao teor de lipídios e umidade (Figura 20). As amostras provenientes de carcaças com maturidade 6 apresentaram menores

teores de umidade (71,02%) e maiores de lipídios (5,78%) quando comparadas as de maturidade 2, que apresentaram teores de 72,39% e 4,23%, respectivamente, mas essas duas não diferiram das carcaças com maturidade 4. Resultados diferentes foram encontrados por Reagan, Carpenter e Smith (1976), em estudo com animais de 3 categorias de idade (9-34 meses; 44-96 meses e 119-323 meses). Os autores não encontraram variação para o teor de lipídios entre as classes de maturidade, sendo que apenas o teor de umidade diferiu entre os grupos (75,3% e 76,7%).

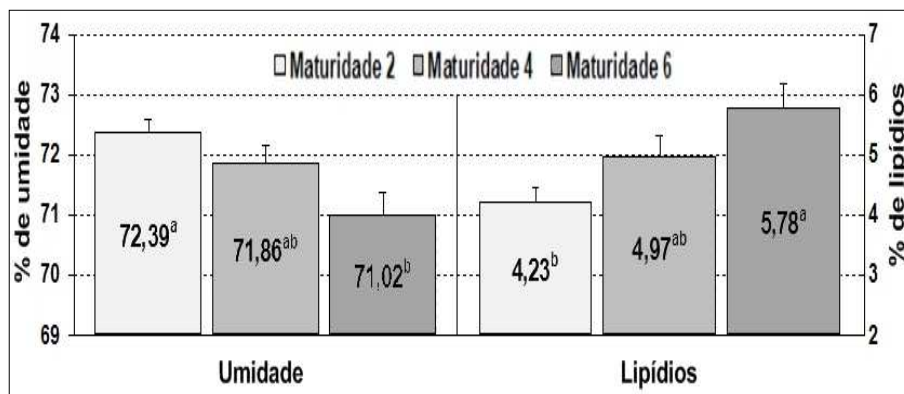


Figura 20. Teores de umidade e lipídios das amostras, de acordo com a maturidade dentária. Médias e erros padrão da média. ^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes, para umidade e lipídios, diferem ($P < 0,05$).

Também houve efeito ($P < 0,05$) do acabamento de carcaça sobre o teor de umidade e lipídios (Figura 21), sendo que amostras relacionadas as carcaças com acabamento 3 apresentaram maiores teores de lipídios (5,78%) e menores de umidade (71,15%), quando comparadas às carcaças com acabamento 2, com umidade 72,37% e lipídios 4,20%. Bruns, Pritchard e Boggs (2004) relataram uma diferença significativa ($P < 0,05$) entre os teores de lipídios, para bifes de *L. dorsi* provenientes de carcaças com 5 diferentes níveis de

acabamento de carcaça. As carcaças com mais cobertura apresentavam 8,2% de lipídios, enquanto aquelas com menos cobertura tinham 2,58%.

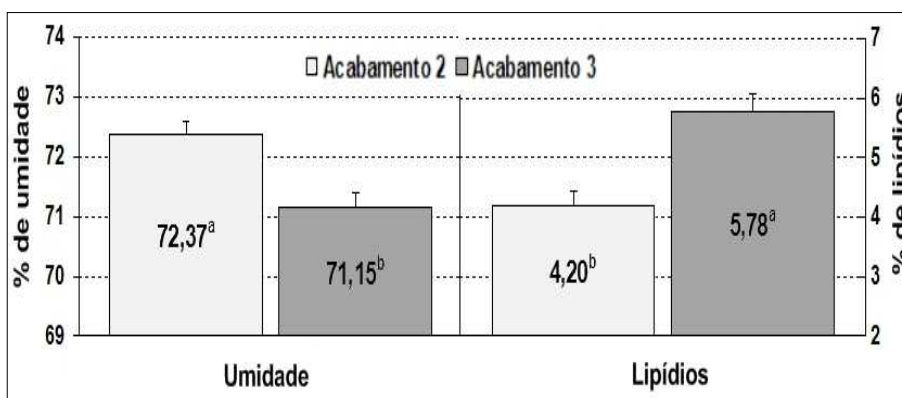


Figura 21. Teores de umidade e lipídios das amostras, de acordo com o acabamento de carcaça. Médias e erros padrão da média. ^{a,b}

Médias seguidas de letras diferentes, para umidade e lipídios, diferem ($P < 0,05$).

Uma correlação de -0,92 ($P < 0,05$) entre o teor de umidade e lipídios foi encontrada para as amostras de contrafilé (Figura 22). Resultado semelhante foi relatado por Felício (dados não publicados). O autor encontrou valor de correlação entre teores de umidade e gordura de -0,94, quando realizou determinações em 150 amostras de contrafilé (músculo *Longissimus dorsi*) de novilhos Nelore. Essa alta correlação é interessante, pois permite, em estudos futuros, estimar os teores de lipídios a partir da umidade deste músculo específico.

Os teores de água livre (maior o teor de água livre, menor a retenção de água) das amostras de contrafilé estudadas estão descritos na Tabela 8. Pode se verificar que não houve efeito da maturidade dentária ou do acabamento de carcaça sobre este atributo, sendo que o valor médio de água livre para as amostras foi de 40%, ou seja, 60% de capacidade de retenção de água, sugerindo uma alta funcionalidade das proteínas da carne.

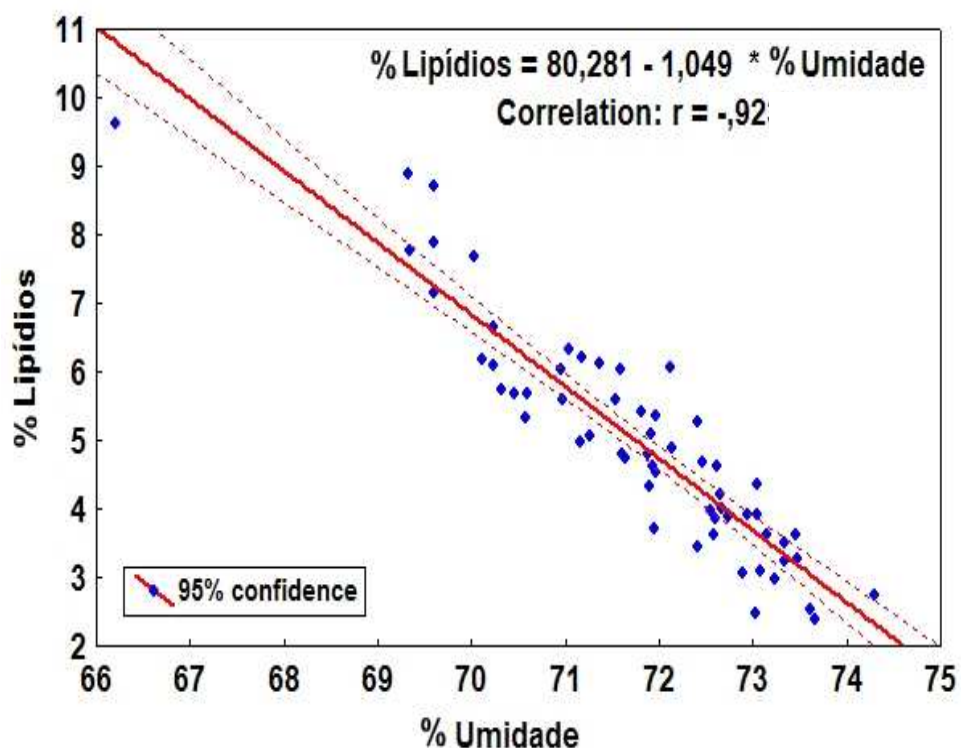


Figura 22. Coeficiente de correlação e equação da reta entre o teor de umidade e lipídios das amostras avaliadas.

5.4. Comprimento de sarcômero

No presente estudo não foi observado efeito ($P>0,05$) da maturidade dentária ou do acabamento de carcaça nos resultados de comprimento de sarcômeros das amostras de contrafilé, como pode ser observado nas Figuras 23 e 24, respectivamente. Mesmo não apresentando efeito ($P>0,05$), verificou-se que as amostras obtidas de carcaças de animais mais velhos e com mais gordura de cobertura apresentaram maiores valores para comprimento de sarcômeros, que àquelas obtidas de carcaças de animais mais jovens e com menor grau de acabamento.

Na comparação entre as diferentes maturidades, as médias dos resultados do comprimento de sarcômero foram: 1,87 μ m, 1,90 μ m e 1,95 μ m, para 2, 4 e 6 d.i.p., respectivamente. Shackelford, Wheeler e Koomaraie (1995) não encontraram diferenças entre novilhas de 19 meses e vacas de 31 meses, para comprimento de sarcômero. Os mesmos autores também não encontraram diferenças na força de cisalhamento entre essas classes de maturidade. Diferenças entre maturidades para comprimento de sarcômero também não foram encontradas por Shorthose e Harris (1990), em estudo entre 8 classes de animais, bovinos de 1 a 60 meses.

Para os níveis de acabamento de carcaça, os resultados dos comprimentos de sarcômero foram: 1,88 μ m e 1,94 μ m, em coberturas 2 e 3, respectivamente sem diferença significativa ($P>0,05$). May et al. (1992) avaliaram bovinos alimentados por diferentes períodos de confinamento e um maior número de dias proporcionou um incremento significativo na gordura de cobertura, e essa influenciou significativamente ($P<0,05$) os resultados de comprimento de sarcômero, em que as amostras dos bovinos com maior cobertura de carcaça apresentaram maiores valores de comprimento de sarcômero.

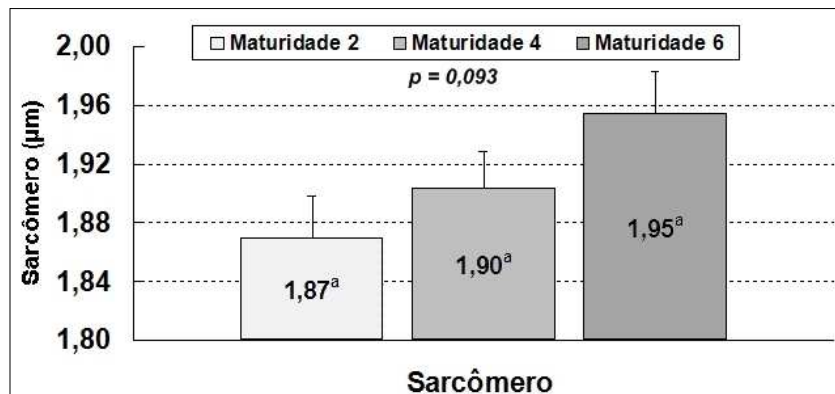


Figura 23. Médias e erros padrão da média (n=60) do comprimento de sarcômero, de acordo com a maturidade dentária. ^{a,b}. Médias seguidas de letras diferentes diferem (P<0,05).

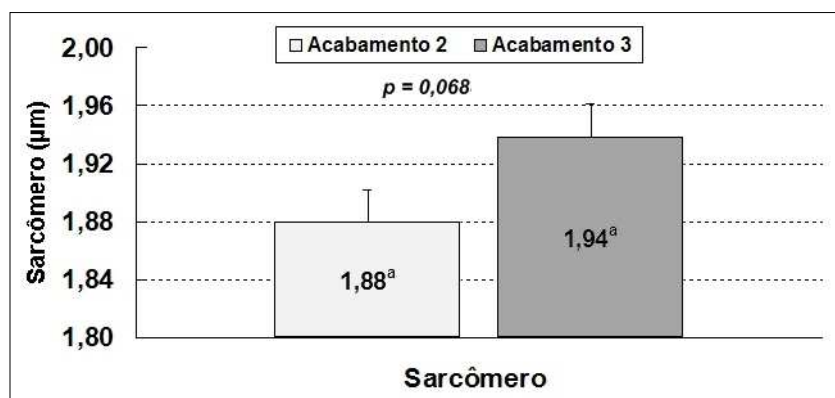


Figura 24. Médias e erros padrão da média (n=60) do comprimento de sarcômero, de acordo com o acabamento ^{a,b}. Médias seguidas de letras diferentes, diferem (P<0,05).

5.5. Força de cisalhamento e perda de peso por cocção

Na Tabela 9 estão contidos os resultados da análise de força de cisalhamento do músculo *Longissimus thoracis* para os dois métodos de cocção estudados, agrupados pela maturidade dentária e pelo acabamento. Houve efeito ($P < 0,001$) apenas do acabamento de carcaça na força de cisalhamento para ambos métodos de cocção, forno e “grill”.

Tabela 9. Médias e erros padrão da média (n=60) da força de cisalhamento, agrupadas pela maturidade e pelo acabamento.

	F. cisalhamento-forno (kgf)	F. cisalhamento-“grill” (kgf)
Maturidade 2	6,81 ^a ± 0,35	7,72 ^a ± 0,33
Maturidade 4	6,85 ^a ± 0,48	7,10 ^a ± 0,51
Maturidade 6	<u>5,76^a ± 0,29</u>	<u>6,43^a ± 0,36</u>
	$P = 0,65$	$P = 0,66$
Acabamento 2	7,04 ^a ± 0,33	7,72 ^a ± 0,36
Acabamento 3	<u>5,91^b ± 0,28</u>	<u>6,46^b ± 0,28</u>
	$P < 0,01$	$P < 0,01$
Média geral	6,47 ^A ± 0,22	7,00 ^A ± 0,24

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, dentro de cada fator, diferem ($P < 0,05$).

^{A,B} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem ($P < 0,05$).

P = Nível de significância do teste de F na Análise de Variância; a interação “Maturidade x Acabamento” não foi significativa ($P > 0,05$).

Os níveis de maturidade dentária não diferiram ($P > 0,05$) quanto à força de cisalhamento dos bifes do m. *L. thoracis*, independente do método de cocção. Resultados semelhantes foram encontrados por Lawrence et al. (2001), quando avaliaram a força de cisalhamento do m. *L. thoracis* de bovinos com 5 níveis de maturidade dentária (0, 2,

4, 6 e 8 d.i.p.), sendo que os autores concluíram não haver diferença entre as categorias estudadas.

Huff e Parrish (1993) em estudo que abordou a influência da idade e do sexo de bovinos, em relação à força de cisalhamento do músculo *Longissimus*, constataram que animais mais jovens (14 meses) apresentaram carne mais macia que animais mais velhos (76 meses) e que o sexo não teve influenciou na maciez.

Ainda quanto à relação entre maturidade e força de cisalhamento no presente experimento, observou-se uma tendência em que os animais mais velhos tenham uma carne mais macia, e isso pode ser verificado para os dois métodos de cocção (Tabela 9). Resultados diferentes foram encontrados por Prost, Pelczynska e Kotula (1975), quando estudaram sete músculos diferentes de bovinos jovens e adultos. Os pesquisadores concluíram que as menores forças de cisalhamento eram observadas no músculo de bovinos jovens, quando comparados com bovinos adultos.

Felício, Allen e Corte (1981-1982) avaliaram o efeito de três maturidades de bovinos (30-36 meses; 36-48 meses e mais de 48 meses) sob a força de cisalhamento dos músculos *L. thoracis e dorsi*, e não encontraram diferença entre as faixas de maturidades avaliadas. Os autores relataram a importância do teor de gordura intramuscular, que tem aumento com o avanço da idade contribuindo na redução das diferenças entre os diferentes grupos de maturidade.

Segundo Bouton et al. (1978) fatores como peso e acabamento da carcaça poderiam modificar as curvas de resfriamento da carcaça, encobrindo assim quaisquer efeitos da maturidade sobre a força de cisalhamento da carne. Neste experimento o fator acabamento de carcaça foi controlado, mas como visto anteriormente (Tabela 6),

realmente as carcaças dos animais mais velhos eram mais pesadas ($P < 0,05$) do que as carcaças dos animais mais jovens.

No presente trabalho, bifes de carcaças com grau de acabamento 3 apresentaram valor médio de força de cisalhamento de 5,9kgf quando assadas em forno e 6,4kgf em “grill”, valores inferiores ($P < 0,001$) aos dos bifes de carcaças com acabamento 2, que apresentaram valores de 7,0kgf em forno e 7,7kgf em “grill”. Esse efeito também foi descrito por Dolezal et al. (1982), que avaliaram três níveis de cobertura (menos de 5mm, de 5-10mm e mais de 10mm) em bovinos e concluíram que o grupo que apresentava maior espessura foi o que obteve menores escores para força de cisalhamento, seguido pelo nível intermediário, sendo mais dura a carne das carcaças com menos de 5mm.

Em trabalho realizado por Lochner, Kauffman e Marsh (1980) também foi descrito o efeito isolante da gordura de cobertura, que protege a carne contra o endurecimento pelo frio. Os autores encontraram médias de WB significativamente maiores para as carcaças mais magras, mesmo comparando dois métodos de resfriamento, um lento e um rápido. Mesma relação entre cobertura de gordura e maciez foi encontrada por Smith et al. (1976) quando avaliaram a carne de cordeiros com e sem gordura de cobertura. Foi observado que os valores da força de cisalhamento dos músculos *L. thoracis*, *L. dorsi* e *Biceps femoris*, das carcaças com gordura foram muito superiores quando comparados aos da carcaça sem gordura.

Quando se compara a cocção no forno com a cocção no “grill”, em relação à força de cisalhamento, não é verificado efeito ($P > 0,05$), mas pode-se observar que, para todos os níveis de maturidade e de acabamento, os valores da força de cisalhamento das amostras assadas no “grill” foram maiores do que às assadas no forno (Tabela 9).

As mudanças na maciez pelo cozimento dependem de efeitos contrários, sendo um deles decorrente da solubilização do colágeno, que resulta em amaciamento, e outro, da desnaturação das proteínas miofibrilares, que causa endurecimento. Elas são induzidas pelo calor, são tempo e temperatura dependentes e, portanto, determinadas pelo método de cozimento (OBUZ, DIKEMAN & LOUGHIN, 2003).

É importante salientar que o tempo médio decorrido, para que os bifes assados no “grill” atingissem a temperatura de 71°C, foi de 10 minutos, quando uma média de 30 minutos foi necessária para a cocção no forno. Resultados semelhantes foram constatados por Kerth, Kerth-Blair e Jones (2003), que relataram tempos médios de cozimento de 7 minutos para “grill” (185°C) e de 23 minutos para forno por convecção.

Essa diferença de tempo de cocção entre os métodos já era esperada, visto que no “grill” as chapas ficam em contato constante com os bifes e os dois lados são assados simultaneamente. Um período mais curto de cocção no “grill” pode ter sido responsável pela não solubilização completa do colágeno, comprometendo a maciez da carne. Wheeler, Schackelford e Koohmaraie (1998) concluíram que a cocção em “grill”, de bifes de *Longissimus thoracis*, proporcionou valores mais elevados de força de cisalhamento, do que a cocção em “eletric broiler”, com médias de 4,6kg e 4,3kg, respectivamente.

A Tabela 10 contém os valores da perda de peso por cocção no forno e no “grill” dos tratamentos estudados. Verifica-se que houve efeito ($P < 0,05$) da maturidade e do acabamento em ambos os métodos de cocção.

Os bifes provenientes de animais de maturidade 6, quando assados em forno, tiveram perdas de peso por cocção inferiores aos

bifes de maturidade 2, não diferindo ($P > 0,05$) essas duas classes da maturidade 4 e quando foram assados em “grill”, tiveram valores inferiores aos bifes de maturidade 4, não diferindo ($P > 0,05$) essas duas classes da maturidade 2. Portanto, de maneira geral, pode-se dizer que os bifes dos animais mais velhos perderam menos peso durante a cocção.

Tabela 10. Médias e erro padrão da média (n=60) da perda de peso por cocção, agrupada pela maturidade e pelo acabamento.

	Perdas por cocção no forno (%)	Perdas por cocção no “grill” (%)
Maturidade 2	$31,53^{a} \pm 0,79$	$26,79^{ab} \pm 0,58$
Maturidade 4	$30,08^{ab} \pm 0,77$	$28,18^{a} \pm 0,72$
Maturidade 6	$27,87^{b} \pm 1,01$	$24,07^{b} \pm 1,31$
	$P = 0,01$	$P = 0,006$
Acabamento 2	$30,84^{a} \pm 0,64$	$27,52^{a} \pm 0,61$
Acabamento 3	$28,81^{b} \pm 0,81$	$25,18^{b} \pm 0,93$
	$P = 0,03$	$P = 0,02$
Média geral	$29,82^{A} \pm 0,52$	$26,34^{B} \pm 0,56$

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, dentro de cada fator, diferem ($P < 0,05$).

^{A,B} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem ($P < 0,05$).

P = Nível de significância do teste de F na Análise de Variância; a interação “Maturidade x Acabamento” não foi significante ($P > 0,05$).

Lawrence et al. (2001) não encontraram diferença para perda de peso por cocção, em estudo com 5 níveis de maturidade dentária (0, 2, 4, 6 e 8 d.i.p.), sendo que os valores encontrados foram: 20,18%, 19,59%, 18,89%, 19,58% e 20, 18%, respectivamente. Diferenças para perda de peso por cocção também não foram encontradas por Felício, Allen e Corte (1981-1982), quando avaliaram três maturidades de bovinos (30-36 meses; 36-48 meses e mais de 48 meses).

O efeito ($P < 0,05$) do acabamento de carcaça sobre as perdas de peso por cocção em forno e “grill” pode ser visualizado na Tabela 10. Observa-se que, independente do método de cocção, as amostras das carcaças com maior grau de cobertura apresentaram menores perdas de peso, com diferença média entre os acabamentos de 2% para ambos os métodos de cocção. Essa diferença pode estar relacionada ao fato de que a gordura é perdida mais lentamente do que a água durante a cocção, além de ter menor densidade. Moon et al. (2006) também encontraram menores perdas de peso por cocção, para amostras de carcaças com maior cobertura. O estudo foi realizado com bovinos da raça Hanwoo, agrupados em três graus de acabamento (7mm, 9,5mm e 11,5mm de gordura de cobertura).

Resultados discordantes foram encontrados por Smith et al. (1976), que resfriaram carcaças de cordeiros com três níveis de cobertura de carcaça (pouco, médio e muito), encontrando diferença nas perdas de peso por cocção em bifes de *Longissimus*, sendo que as amostras provenientes de carcaça com mais cobertura apresentaram maiores perdas. Os autores atribuíram essa diferença ao valor final de pH, pois as carcaças com mais gordura tiveram pH de 5,60 e 5,75 nas carcaças com menos gordura, diminuindo assim a capacidade de retenção de água da carne com maior teor de gordura.

Quando se compara a cocção no forno com a cocção no “grill”, em relação à perda de peso por cocção, é verificado efeito ($P < 0,05$) entre os dois processos, sendo que a cocção em forno promoveu maiores perdas (29,82%), quando comparadas ao “grill” (26,34%) (Tabela 10).

Uma hipótese para esta diferença é justificada pelos tempos de cocção, que para que os bifes assados no “grill” foi de 10 minutos, enquanto que uma média de 30 minutos foi necessária para a cocção no forno.

McKenna, King e Savell (2003) encontraram diferentes valores de perda de peso por cozimento quando compararam o “electric broiler” com o “clam-shell” (“grill” em concha), este em três níveis de temperatura; no “broiler” a perda por cozimento foi maior do que no “clam-shell”, e entre as diferentes temperaturas do “grill”, a perda foi maior quanto maior a temperatura. Esses resultados indicam que o cozimento em equipamentos de condução tipo “clam-shell” proporcionam a formação de uma crosta na superfície dos bifes que reduziria a liberação de umidade e gordura (WHEELER, SHACKELFORD & KOOHMARAIE, 1998).

Uma relação interessante pode ser verificada quando se comparam os dois métodos de cocção, quanto à força de cisalhamento e perdas de peso por cocção. Observa-se que as amostras assadas no “grill” obtiveram valores de força de cisalhamento maiores do que as assadas no forno, sendo que as perdas de peso por cocção foram maiores no forno e menores para o “grill”, ou seja, mesmo a cocção em “grill” ocasionando menores perdas de peso, a força de cisalhamento foi maior.

Wheeler, Shackelford e Koohmaraie (1998) também encontraram uma relação inversa entre força de cisalhamento e

perdas de peso entre dois métodos de cozimento, sendo que as médias de WBS foram de 4,6Kg e 4,3Kg enquanto que as perdas de peso foram 21,5% e 25,8%, para o “belt “grill”” (sistema contínuo) e “broiler” (grelha aberta), respectivamente.

Os coeficientes de correlação simples entre os valores de perda de peso por cocção e força de cisalhamento, para bifes assados em forno e “grill” estão descritos na Tabela 11. Podem ser observadas correlações altamente significativas ($P < 0,01$), entre a força de cisalhamento no “grill” e no forno (0,73) e para perdas de peso por cocção para amostras assadas no “grill” e no forno (0,56).

Quando o método de cocção é avaliado em separado, observa-se uma correlação positiva ($P < 0,01$) entre força de cisalhamento e perda de peso por cocção, ou seja, diretamente proporcional. As amostras que perderam mais peso durante a cocção foram as que apresentaram maiores forças de cisalhamento, sendo que para o forno, a correlação foi de 0,48 e para o “grill” foi de 0,35, indicando que quanto maior as perdas por cocção mais dura ficará a carne.

Tabela 11. Correlação entre perda de peso por cocção e força de cisalhamento para cocção em forno e “grill”.

	PPC “grill”	FC Forno	FC “grill”
PPC Forno	0,56**	0,48**	-
PPC “grill”		-	0,35**
FC Forno			0,73**

* $P < 0,05$ ** $P < 0,01$. $n = 60$.

PPC - perda de peso por cocção; FC – força de cisalhamento.

5.6. Análise sensorial

Os escores sensoriais de maciez, suculência e intensidade de sabor, dos bifes de contrafilé (m. *L. thoracis*) obtidos de carcaças com três níveis de maturidade dentária e dois de acabamento de carcaça são apresentados na Tabela 12. Não houve efeito ($P > 0,05$) da maturidade nos descritores da avaliação sensorial. Estes resultados estão em consonância com os de Lawrence et al. (2001), que também não encontraram diferenças para maciez, suculência e sabor, em estudo com 5 níveis de maturidade dentária.

Mesmo não tendo encontrado efeito ($P > 0,05$) da maturidade, observa-se na Tabela 12 que para o atributo maciez, os provadores atribuíram escores mais elevados para as amostras provenientes de animais mais velhos, caracterizando-as como carne mais macia que as amostras dos animais mais jovens.

Tabela 12. Médias e erros padrão da média (n=60) dos atributos avaliados pela equipe treinada de provadores na avaliação sensorial.

	Maciez	Suculência	Sabor
Maturidade 2	4,48 ^a ± 0,20	4,91 ^a ± 0,19	5,26 ^a ± 0,09
Maturidade 4	4,58 ^a ± 0,20	4,69 ^a ± 0,17	5,34 ^a ± 0,12
Maturidade 6	4,88 ^a ± 0,21	5,25 ^a ± 0,17	5,46 ^a ± 0,11
	P = 0,32	P = 0,57	P = 0,37
Acabamento 2	4,34 ^b ± 0,16	4,89 ^a ± 0,16	5,27 ^a ± 0,08
Acabamento 3	4,95 ^a ± 0,15	5,01 ^a ± 0,13	5,43 ^a ± 0,09
	P < 0,01	P = 0,57	P = 0,19

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, dentro de cada fator, diferem ($P < 0,05$). P = Nível de significância do teste de F na Análise de Variância; a interação "Maturidade x Acabamento" não foi significativa ($P > 0,05$).

Para maciez, suculência e sabor: 1- extremamente duro, seco e suave/ 8- extremamente macio, suculento e forte.

Os escores de maciez para todas as maturidades avaliadas encontraram-se entre valores de 4 e 5 (levemente duras e levemente macias), indicando que essas carnes foram percebidas como "intermediárias" pelo painel de julgadores, estando de acordo com os resultados da força de cisalhamento.

Avaliando-se o efeito do acabamento de carcaça sobre os atributos sensoriais, verifica-se na Figura 25 que houve efeito ($P < 0,05$) na maciez, onde amostras provindas de animais com nível de acabamento 3 foram julgadas como mais macias do que as de acabamento 2. Mesmo o acabamento não tendo efeito ($P > 0,05$) sobre a suculência e a intensidade de sabor de carne, verifica-se que numericamente as amostras de acabamento 3 obtiveram escores superiores aos de acabamento 2 para os dois atributos.

Dolezal et al. (1982) avaliaram três níveis de cobertura (menos de 5mm, de 5-10mm e mais de 10mm) e concluíram que o grupo que apresentava maior grau de cobertura foi o que obteve melhores notas para maciez, suculência e sabor, diferindo dos demais. Resultados semelhantes foram encontrados por Smith et al. (1976), em estudo que avaliou a carne de cordeiros com diferentes graus de cobertura de gordura. Os autores encontraram uma relação linear positiva entre o acabamento de carcaça e os atributos sensoriais de maciez e suculência.

Os escores de aceitação global, atribuídos pelos provadores para as amostras de três diferentes níveis de maturidade dentária e dois de acabamento, estão ilustrados na Figura 25. Observa-se que mesmo não havendo efeito ($P > 0,05$) da maturidade dentária na aceitação global, houve uma tendência, em que as amostras de animais com maturidade 6 apresentam maiores escores de aceitação que as de maturidade 4 e 2. Esses resultados podem ser explicados

pelos escores atribuídos pelos provadores para estas amostras, na avaliação da maciez, sabor e suculência, onde as amostras das carcaças de maturidade 6 receberam as melhores notas.

Quanto à influência do acabamento sobre a aceitação global, verifica-se efeito ($P < 0,05$), sendo que as amostras com acabamento 3 foram melhores aceitas do que as de acabamento 2, em relação a esta característica sensorial.

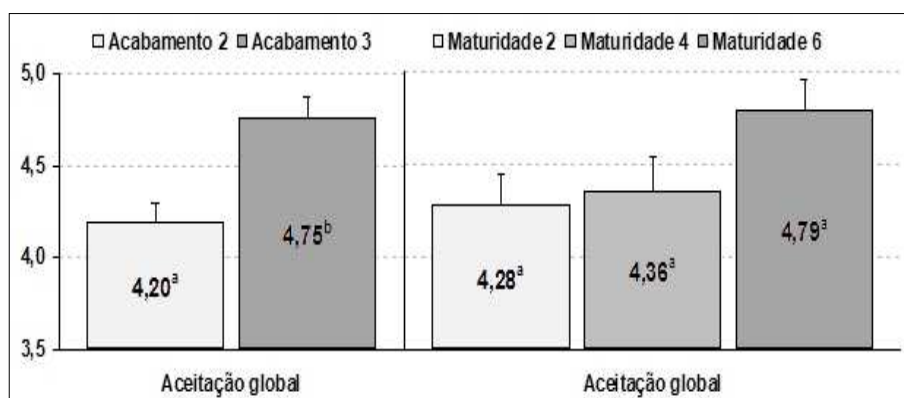


Figura 25. Médias e erros padrão da média ($n=60$) da aceitação global na avaliação sensorial, de acordo com a maturidade e o acabamento de carcaça. (1- desgostei muitíssimo; 7- gostei muitíssimo). ^{a,b}
Médias seguidas de letras diferentes, dentro de cada fator, diferem ($P < 0,05$).

A avaliação da força de cisalhamento por Warner-Bratzler têm sido freqüentemente correlacionada com a maciez analisada sensorialmente (O'HALLORAN, TROY & BUCKLEY, 1997; DEVINE, WAHLGREN & TORNBERG, 1999; SHACKELFORD, WHEELER & KOOHMARAIE, 1999; SILVA, PATARATA & MARTINS, 1999; HANNULA & PUOLANNE, 2004). Wheeler, Shackelford e Koohmaraie (1999) observaram que, em seus laboratórios, uma força de

cisalhamento de 5,0Kg para amostras do m. *L. dorsi* corresponde a uma nota de análise sensorial igual a 5,0 ou “levemente macia”.

Na Tabela 13 estão apresentados os fatores de correlação entre os descritores da avaliação sensorial, força de cisalhamento em forno e “grill” e comprimento de sarcômero. Foi observada uma correlação negativa ($P < 0,001$) de -0,74 entre a força de cisalhamento e a maciez sensorial em ambos os métodos de cocção forno e “grill”. Esse resultado é muito semelhante ao encontrado por Shackelford, Wheeler e Koohmaraie (1999), onde a correlação entre a maciez e a força de cisalhamento por Warner-Bratzler foi de -0,77 ($P < 0,001$).

De forma semelhante ao presente experimento Platter et al. (2003), relataram uma correlação de 0,63 ($P < 0,05$) entre a avaliação sensorial da maciez e a força de cisalhamento. A correlação foi positiva no referido estudo, porque a escala utilizada foi hedônica, de nove pontos e determinava como extremos a nota 1 para “gostei extremamente” e nota 9 para “desgostei extremamente”.

Tabela 13. Coeficientes de correlação entre os atributos sensoriais, força de cisalhamento por cocção em forno e “grill” e comprimento de sarcômero.

	Sabor	Suculência	Aceitação global	F. de cis. forno	F. de cis. “grill”	Comp. de sarcômero
Maciez	0,32*	0,60**	0,91**	-0,74**	-0,74**	0,36**
Sabor		0,46**	0,45**	-0,22	-0,26*	0,19
Suculência			0,70**	-0,29*	-0,31*	0,10
Aceit. global				-0,66**	-0,68**	0,39**
F. de cis. forno					0,73**	-0,28*
F. de cis. “grill”						-0,30*

* P < 0,05 - ** P < 0,01. n = 60.

Ainda na a Tabela 13 é possível observar a correlação negativa ($P < 0,05$) entre a avaliação do comprimento de sarcômero e as forças de cisalhamento em forno e “grill”, com coeficientes de -0,28 e -0,30, respectivamente. Outra correlação importante encontrada foi entre o comprimento de sarcômero e a maciez sensorial, com valor de 0,36 ($P < 0,001$). Correlação negativa e significativa ($P < 0,05$) de -0,34 entre comprimento de sarcômero e força de cisalhamento também foi encontrada por May et al. (1992). Os resultados obtidos no presente experimento justificam, em parte, as tendências encontradas do efeito da maturidade dentária e do acabamento de carcaça, sobre a força de cisalhamento, onde as amostras dos animais mais velhos e com mais gordura de cobertura possuíam sarcômeros mais longos e menores forças de cisalhamento.

O coeficiente de correlação observado entre suculência e maciez no presente experimento foi significativa ($P < 0,001$), de 0,60 (Tabela 13), onde se observa que, há uma tendência de as amostras mais macias apresentarem maiores notas para suculência. Resultados similares foram apresentados por Shackelford, Wheeler e Koohmaraie (1995), que observaram uma correlação de 0,51 ($P < 0,05$) entre suculência e maciez do m. *L. dorsi*. Silva, Patarata e Martins (1999) também reportaram uma significativa correlação ($P < 0,001$) entre suculência e maciez de amostras do músculo *Longissimus thoracis et lumborum*, após maturação de 1, 6 e 13 dias, com valores de 0,88, 0,80 e 0,87, respectivamente.

Na Figura 26 é possível observar os coeficientes de correlação e as equações da reta, entre a aceitação global e os atributos sensoriais avaliados pelos provadores treinados: maciez, suculência e sabor. Verifica-se correlação positiva ($P < 0,05$) para todos os descritores, sendo que a maior correlação é dada pelo descritor maciez, seguido da suculência e sabor.

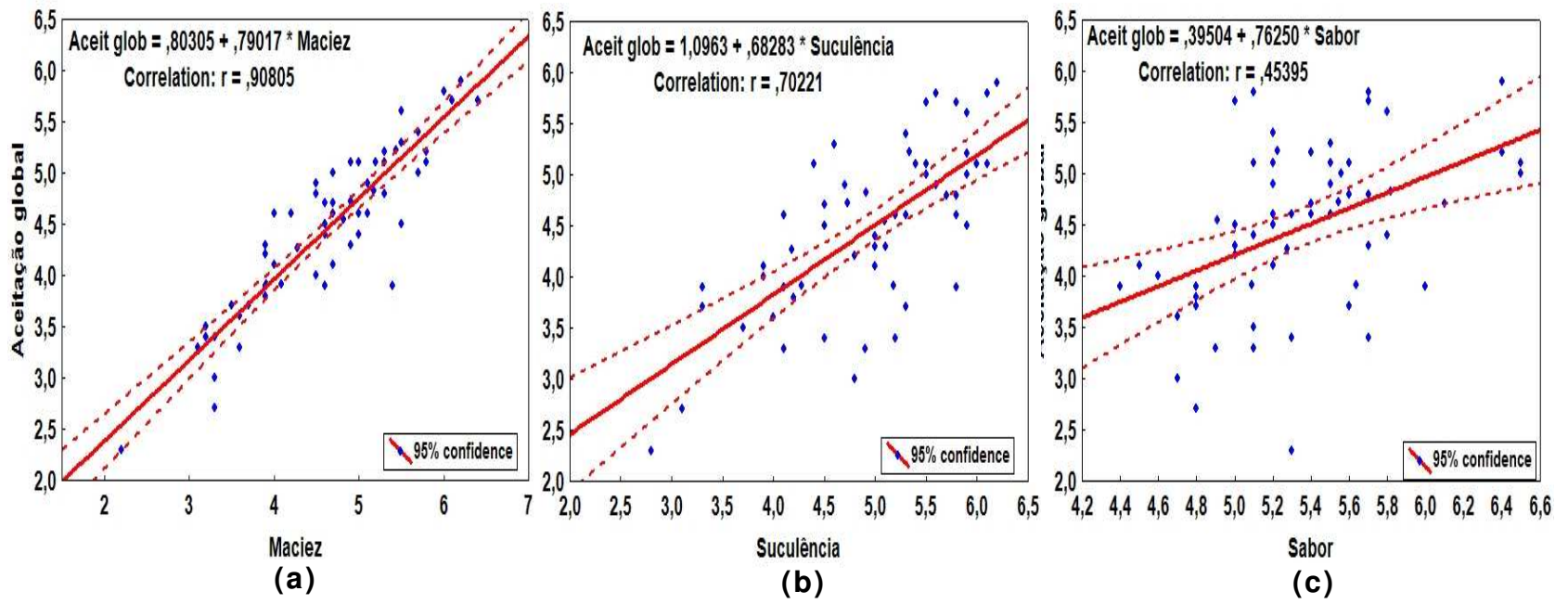


Figura 26. Coeficientes de correlação e equações da reta entre aceitação global e os atributos da avaliação sensorial, (a) maciez, (b) suculência e (c) sabor. Aceitação global (1- desgostei muitíssimo; 7- gostei muitíssimo); maciez, suculência e sabor (1- extremamente duro, seco e suave; 8- extremamente macio, suculento e forte).

5.7. Avaliação visual e análise instrumental da cor

Os resultados da avaliação visual dos bifes de contrafilé (m. *L. thoracis*) para cor e mármore, para carcaças agrupadas pela maturidade dentária e pelo acabamento estão contidos na Tabela 14. Não foi observado efeito ($P>0,05$) da maturidade sobre a avaliação visual da cor das amostras, sendo que as médias entre as categorias de maturidade foram muito semelhantes, valores próximos a B51, ou seja, uma intensidade intermediária da cor vermelha da carne para todas as maturidades avaliadas. Felício, Allen e Corte (1981-1982) em estudo com três maturidades de bovinos (30-36 meses; 36-48 meses e mais de 48 meses), também não encontraram efeito ($P>0,05$) na avaliação visual da cor, para os músculos *L. thoracis e dorsi*.

Não houve efeito ($P>0,05$) da maturidade dentária sobre a quantidade de gordura intramuscular visível (mármore), mas os bifes das carcaças de maturidade 6 obtiveram médias superiores (4,89) aos de maturidade 4 (4,55) e 2 (4,52). Lawrence et al. (2001) encontraram resultados semelhantes ao deste experimento. Estes pesquisadores avaliaram o escore de mármore em 5 diferentes níveis de maturidade dentária (2, 4, 6 e 8 d.i.p.), as carcaças dos animais mais velhos tiveram maiores graus de mármore, porém não foi verificado efeito ($P>0,05$). Segundo Berg e Butterfield (1976) apud Harper (1999) o desenvolvimento da gordura intramuscular é dependente da idade, assim como o desenvolvimento dos adipócitos intramusculares.

Quando as carcaças foram agrupadas pelo grau de acabamento, verificou-se efeito ($P<0,05$) na quantidade de gordura intramuscular visível (mármore), sendo que os bifes das carcaças com acabamento 3 tiveram média de 5,10 enquanto os de acabamento 2 média de 4,20 (Tabela 14). May et al. (1992) encontraram uma correlação de 0,81

entre a espessura da gordura de cobertura e o grau de mármore, para o músculo *L. dorsi* de bovinos cruzados Angus x Hereford.

Não houve efeito ($P > 0,05$) do acabamento de carcaças sobre a avaliação da cor das amostras, sendo que as médias foram B58,2 para as de acabamento 2 e B45,5 para acabamento 3 (Tabela 14). Moon et al. (2006) também não encontraram diferença para cor da carne quando avaliaram três graus de acabamento (7mm, 9,5mm e 11,5mm de gordura de cobertura), em bovinos da raça Hanwoo.

Tabela 14. Médias e erros padrão da média (n=60) da cor e mármore obtidos da avaliação visual dos julgadores, agrupados pela maturidade dentária e pelo acabamento de carcaça.

	Avaliação da cor	Avaliação do mármore
Maturidade 2	B 51,94 ^a ± 10,00	4,52 ^a ± 0,16
Maturidade 4	B 50,75 ^a ± 7,89	4,55 ^a ± 0,21
Maturidade 6	B 52,85 ^a ± 9,34	4,89 ^a ± 0,20
	P = 0,98	P = 0,23
	Avaliação da cor	Avaliação do mármore
Acabamento 2	B 58,20 ^a ± 7,43	4,20 ^b ± 0,12
Acabamento 3	B 45,49 ^a ± 7,15	5,10 ^a ± 0,15
	P = 0,23	P < 0,001

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, dentro de cada fator, diferem ($P < 0,05$).

P = Nível de significância do teste de F na Análise de Variância; a interação "Maturidade x Acabamento" não foi significativa ($P > 0,05$).

Cor: A20 - carne mais clara/ E100 - carne mais escura; Mármore: 2,0 - standard- / 7,9 - choice+.

Os resultados da avaliação instrumental da cor em valores de L, Chroma e Hue estão contidos na Tabela 15. Verifica-se que não houve efeito ($P>0,05$) dos diferentes graus de maturidade dentária para as variáveis da cor estudadas. Moon et al. (2006) encontraram diferenças para as variáveis a^* e b^* , entre bovinos da raça Hanwoo, divididos em três grupos de maturidade (2 anos, 2-5 anos e mais de 5 anos), sendo os animais mais velhos possuíam maiores valores para a^* e b^* . Contudo para o valor de L não foi verificada diferença. Os autores justificaram esses maiores valores de a^* e b^* para animais mais velhos, com a avaliação do teor de mioglobina muscular, que foi maior para esses animais.

Tabela 15. Médias e erros padrão da média (n=60) das variáveis da avaliação instrumental da cor, agrupadas por maturidade dentária e acabamento de carcaça.

	L	Chroma	Hue
Maturidade 2	32,93 ^a ± 0,59	29,67 ^a ± 0,38	42,69 ^a ± 0,33
Maturidade 4	33,84 ^a ± 0,54	30,11 ^a ± 0,59	43,56 ^a ± 0,54
Maturidade 6	33,61 ^a ± 0,43	29,74 ^a ± 0,48	42,64 ^a ± 0,22
	<i>P = 0,43</i>	<i>P = 0,80</i>	<i>P = 0,18</i>
	L	Chroma	Hue
Acabamento 2	32,80 ^b ± 0,42	29,92 ^a ± 0,36	42,80 ^a ± 0,22
Acabamento 3	34,12 ^a ± 0,41	29,76 ^a ± 0,44	43,13 ^a ± 0,39
	<i>P < 0,05</i>	<i>P = 0,78</i>	<i>P = 0,47</i>

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, dentro de cada fator, diferem ($P<0,05$).
P = Nível de significância do teste de F na Análise de Variância; a interação “Maturidade x Acabamento” não foi significante ($P>0,05$).

Houve efeito ($P < 0,05$) do acabamento de carcaça para a variável L, sendo que os bifes provenientes de carcaças com acabamento 2 tiveram valores inferiores aos provenientes de carcaças com acabamento 3 (Tabela 15). Esse aumento no valor de L para as carcaças com mais acabamento, pode ser justificado com o maior teor gordura intramuscular (mármore), conforme verificado anteriormente (Tabela 14). Os resultados do presente estudo estão em acordo com Fiems et al. (2000), que encontraram correlações positivas entre o teor de gordura intramuscular e os valores de L para carne bovina.

Na Tabela 16 é possível verificar as correlações entre as variáveis obtidas pela avaliação instrumental da cor e pela avaliação visual do mármore e da cor. Houve uma correlação negativa de -0,45 entre os valores de Chroma e Hue A existência de correlação entre estas variáveis já era esperada, pois ambos são calculados a partir das variáveis a^* e b^* . Na mesma tabela ainda pode ser verificado a correlação positiva entre a variável L e os valores de Hue de 0,48 ($P < 0,05$).

As respostas da avaliação visual da cor tiveram correlação negativa e significativa ($P < 0,05$) com as variáveis L (-0,45) e Chroma (-0,35), essa correlação da variável L se justifica pelo tipo de escala utilizada na avaliação visual da cor, onde os maiores valores eram atribuídos às amostras que apresentassem cor vermelha mais escura. Já a avaliação do grau de mármore correlacionou-se positivamente ($P < 0,05$) com o valor de L (0,34) e Hue (0,28) e a correlação foi negativa com o valor de Chroma (-0,25). A correlação positiva entre mármore e a variável L também foi descrita por Wulf e Wise (1999).

Tabela 16. Coeficientes de correlação entre a avaliação instrumental da cor e avaliação visual da cor e do mármore, para as variáveis L, Chroma, Hue, cor visual e mármore.

	Chroma	Hue	Cor visual	Mármore
L	<i>-0,05</i>	<i>0,48**</i>	<i>-0,45**</i>	<i>0,34**</i>
Chroma		<i>-0,45**</i>	<i>-0,35**</i>	<i>-0,25*</i>
Hue			<i>-0,02</i>	<i>0,28*</i>
Cor visual				<i>-0,05</i>

* P < 0,05 - ** P < 0,01. n = 60.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados desta pesquisa, realizada por amostragem de carcaças bovinas em concurso da raça Nelore (*Bos indicus*), conclui-se:

- Carcaças de grupos de maior maturidade dentária foram mais pesadas, mas a maturidade não influenciou o comprimento de esqueleto.
- A cobertura de gordura das carcaças não influenciou o peso ou o comprimento das mesmas.
- Amostras de contrafilé (m *L. thoracis*) de carcaças com maiores grau de cobertura de gordura ou nível de maturidade dentária apresentou maiores teores de lipídios e menores de umidade.
- Os teores de proteína e cinzas, assim como os valores de água livre, não foram afetados pela maturidade dentária ou acabamento de carcaças.
- O comprimento dos sarcômeros não foi afetado pela maturidade dentária ou pelo acabamento de carcaça, mas sarcômeros ligeiramente mais longos estão associados a incrementos de ambos os fatores.
- Medidas instrumentais e avaliações sensoriais da maciez do contrafilé apresentaram correlação baixa, mas significativa com as medidas de comprimento de sarcômero.
- A maturidade dentária não influenciou na maciez do contrafilé determinada instrumental ou sensorialmente.

- Amostras de contrafilé de carcaças com maior grau de acabamento foram mais macias em determinações instrumental e sensorial e perdem menos peso durante a cocção.
- O mármore e a cor da carne resfriada e maturada determinados em análises visual e instrumental não foram afetados pela maturidade dentária.
- Os resultados desta pesquisa mostram que não se justificam bonificações pela qualidade do contrafilé de costela em função de maturidade, mas de acabamento sim.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.abiec.com.br>. Acesso em set. 2008.
2. ACNB - ASSOCIAÇÃO DE CRIADORES DE NELORE DO BRASIL. **Estatísticas dos julgamentos do Circuito do Boi Verde**, 2006. (dados não publicados).
3. ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.3, p.135-149, 2005.
4. AMSA - AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of fresh meat. **Natl. Live Stock and Meat Board**, Chicago, IL, 1995.
5. AMSA - AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. Meat Evaluation Handbook. *Beef Grading*. **Natl. Live Stock and Meat Board**, Chicago, IL, 2001, 161p.
6. AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. Ed. Washington DC: v.1, p. 99-101, 1990.
7. BELEW, J. B.; BROKS, J. C.; McKENNA, D. R.; SAVELL, J. W. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, v.64, p.507-512, 2003.

8. BENDALL, J. R. The biochemistry of rigor mortis end cold-contraction. **In Proceedings of the 19th European Meeting of meat Research Workers**, p. 1-27 - Paris, France, 1973.
9. BERG, R. T. BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney University Press: Sydney. In HARPER, G. S. Trends in skeletal muscle biology and the understanding of toughness in beef. Australian Journal of Agricultural Research, v.50 (7), p.1105-1129, 1999.
10. BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipids extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, v.37, p. 911-917, 1959. In: CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1999. 212p.
11. BOUTON, P. E.; FORD, A. L.; HARRIS, P. V.; SHORTHORSE, W. R.; RATCLIFF, D.; MORGAN, J. H. L. Influence of animal age on the tenderness of beef: muscle differences. **Meat Science**, v.2, p.301-311, 1978.
12. BOUTON, P. E.; HARRIS, P. V. The effects of some post-slaughter treatments on the mechanical properties of bovine and ovine muscle. **Journal of Food Science**, v.37, p.539-543, 1972.
13. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria Nº 612, 5 out. 1989**. Sistema nacional de tipificação de carcaças bovinas. Brasília, Diário Oficial da União, 10/10/1989.
14. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos**

- de Origem Animal**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1997. 241p.
15. BRASIL. Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 9, 4 mai. 2005**. Sistema Brasileiro de Classificação de Carcaças Bovinas. Brasília, Diário Oficial da União, 05/05/2004.
 16. BRUNS, K. W.; PRITCHARD, R. H.; BOGGS, D. L. The relationships among body weight, body composition, and intramuscular fat content in steers. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1315-1322, 2004.
 17. CHOAT, W. T.; PATERSON, J. A.; RAINEY, B. .; KING, M. C.; SMITH, G. C.; BELK, K. E.; LIPSEY, R. J. The effects of cattle sex on carcass characteristics and longissimus muscle palatability. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1820-1826, 2006.
 18. CORRÊA, A. N. S. 1996. Gado de Corte: 500 perguntas, 500 respostas. **EMBRAPA**, Brasília - DF.
 19. CROUSE, J. D.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M.; KOOHMARAIE. M.; SEIDEMAN, S. C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos Taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2661-2668, 1989.
 20. CULLER, R. D.; PARRISH, F. C.; SMITH, G. C.; CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **Journal of Food Science**, v.43, p.1177-1180, 1978.

21. DELGADO, E. F. Fatores bioquímicos que afetam a maciez da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 2001, p.143-159.
22. DEVINE, C.E.; WAHLGREN, N.M.; TORNBERG, E. Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderization of restrained and unrestrained beef muscle *Longissimus thoracicus et lumborum*. **Meat Science**, v.51, p.61-72, 1999.
23. DOLEZAL, H. G.; SMITH, G. C.; SAVELL, J. W.; CARPENTER, Z. L. Comparison of subcutaneous fat thickness, marbling and quality grade for predicting palatability of beef. **Journal of Food Science**, v.47, p.397-401, 1982.
24. DRANSFIELD, E. Optimisation of tenderisation, ageing and tenderness. **Meat Science**, v.36, p.105-121, 1994.
25. FELÍCIO, P. E. de. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: XXXVI Reunião Anual da SBZ, Porto Alegre, 1999, **Anais**. 1999. p.23.
26. FELÍCIO, P. E. de. Classificação e tipificação de carcaças. **Texto de conferência proferida no Congresso CBNA**, Goiânia, Goiás, 2005.
27. FELÍCIO, P. E. de. É preciso recuperar o objetivo da classificação de carcaça. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Zebu**, n.31, p.170-171, 2006.
28. FELÍCIO, P. E. de; ALLEN, D.M.; CORTE, O. O. Influência da maturidade da carcaça sobre a qualidade da carne de novilhos Zebu. **Coletânea ITAL**, Campinas, v.12, p.137-149, 1981/1982.

29. FIEMS, L. O.; CAMPENEERE, S.; SMET, S.; VAN DE VOORDE, G.; VANACKER, J.M.; BOUCQUÉ, Ch. V. Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. **Meat Science**, v.56, p.41-47, 2000.
30. FRANCIS, S. J.; ALLEN, D. M.; KASTNER, C. L.; FELÍCIO, P. E. de. The effects of coring method on beef *longissimus* muscle shear force values. **Journal of Animal Science**, v.52, n.6, p.1294-1297, 1981.
31. GRACIA, E.; SINK, J. D.; WILSON, L. L.; ZIEGLER, J. H. Sex, sire and physiological factors affecting muscle protein solubility and other characteristics. **Journal of Animal Science**, v.31, p.42-46, 1970.
32. HANNULA, T.; PUOLANNE, E. The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7°C. **Meat Science**, v.67, 403-408, 2004.
33. HARPER, G. S. Trends in skeletal muscle biology and the understanding of toughness in beef. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50 (7), p.1105-1129, 1999.
34. HIPPE, C. L.; FIELD, R. A.; RAY, B.; RUSSELL, W. C. Effect of spray-chilling on quality of beef from lean and fatter carcasses. **Journal of Animal Science**, v.69, p.178-183, 1991.
35. HUFF, E. J.; PARRISH, G. C. Bovine *longissimus* muscle tenderness as affected by *post mortem* aging time, animal age and sex. **Journal of Food Science**. v.58, p.713-716, 1993.
36. HUFFMAN, K. L.; MILLER, M. F.; HOOVER, L. C.; WU, C. K.; BRITTIN, AH. C.; RAMSEY, C. B. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and

- restaurant. **Journal of Animal Science**, v.74, p.91-97, 1996.
37. IBGE - INSTITUTO DE BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em ago. 2008.
38. JAMES, S. J.; JAMES, C. **Meat Refrigeration**, New York: Woodhead Publishing Ltd/CRC Press LLC, 2002.
39. JOHNSON, R. D.; HUNT, M. C.; ALLEN, D. M.; KASTNER, C. L.; DANLER, R. J.; SHROCK, C. C. Moisture uptake during washing and spray chilling of Holstein and beef-type steer carcasses. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2180-2184, 1988.
40. JOSEPH, R.L. Very fast chilling of beef and tenderness – a report from an EU concerted action. **Meat Science**, v.43, p.S217-S227, 1996.
41. KASTNER, C. L. Livestock and Meat: Carcasses, primals, and subprimals. In: Finner, Jr, E.E (Ed.), **CRC handbook of transportation and marketing in agriculture: Food commodities**. Boca Raton: CRC Press, Inc., 1981. 87p.
42. KASTNER, C. L.; FELÍCIO, P. E. de. Tratamentos que influem na maciez da carne bovina no período pós-abate. **Boletim Técnico do Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v.5, p.31-64, 1980.
43. KERTH, C. R.; KERTH-BLAIR, L. K.; JONES, W. R. Warner-Bratzler shear force repeatability in beef Longissimus steaks cooked with a convection oven, broiler, or clam-shell “grill”. **Journal of Food Science**, v.68, p.668-670, 2003.
44. KILLINGER K.M. *et al.* Consumer visual preference and value

- for beef steaks differing in marbling level and color. **Journal Animal Science**, Champaign, v.82, p.3288-3293, 2004.
45. KOOHMARAIE, M. Role of the neutral proteinases in post mortem muscle protein degradation and meat tenderness. In: **Proc. Rec. Meat Conference**, Colorado State University, v.45, p.63-71, 1992.
 46. KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. **Meat Science**, v.43, p.S193-S201, 1996.
 47. 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.
 48. LAWRENCE, T. E.; WHATLEY, J. D.; MONTGOMERY, T. H.; PERINO, L. J.; DIKEMAN, M. E. Influence of dental carcass maturity classification on carcass traits and tenderness of longissimus steaks from commercially fed cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2092-2096, 2001.
 49. LAWRIE, R. A. **Ciência da Carne**, Porto Alegre: Artmed, 2005. 6^aed, 384p.
 50. LOCHNER, J. V.; KAUFFMAN, R. G.; MARSH, B. B. Early-postmortem cooling rate and beef tenderness. **Meat Science**, v.4, p.227-241, 1980.
 51. LUCHIARI, A. F. **Pecuária da carne bovina**. 1 ed. – São Paulo, 2000. 134p.
 52. MAY, S. G., DOLEZAL, H. G., GILL, D. R., RAY, F. K., BUCHANAN, D. S. Effects of days fed, carcass grade traits, and

- subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.444-453, 1992.
53. McKENNA, D. R.; KING, D. A.; SAVELL, J. W. Comparison of clam-shell cookers and electric broilers and their effects on cooking traits and repeatability of Warner-Bratzler shear. **Meat Science**, v.66, p.225-229, 2003.
54. MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3ed. Boca Raton,. CRC Press, Inc., 1999, 387p.
55. MLC – MEAT AND LIVESTOCK COMMISSION. Progress on Beef Carcase Classification, **Technical bulletin**, n. 22, 1975.
56. MONTGOMERY, J. L.; KING, M. B.; GENTRY, J. G.; BARHAM, A. R.; BARHAM, B. L.; HILTON, G. G.; BLANTON, J. R.; HORST, L. R.; GALYEAN, M. L.; MORROW, K. J.; WESTER, D. B.; MILLER, M. F. Supplemental vitamin D3 concentration and biological type of steers. II. Tenderness, quality, and residues of beef. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2092-2104, 2004.
57. 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.
58. MORGAN, J. B.; SAVELL, J. W.; HALE, D. S.; MILLER, R. K.; GRIFFIN, D. B.; CROSS, H. R. SHACKELFORD, S. D. National beef tenderness survey **Journal of Animal Science**. v. 69: p. 3274-3281, 1991.

59. O'HALLORAN, G.R.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J. The relationship between early post-mortem pH and the tenderisation of beef muscles. **Meat Science**, v.45, n.2, p.239-251, 1997.
60. OBUZ, E.; DIKEMAN, M. E.; LOUGHIN, T. M. Effects of cooking method, reheating, holding time, and holding temperature on beef Longissimus lumborum and biceps femoris tenderness. **Meat Science**, v.65, p.841-851, 2003.
61. OLSSON, U.; HERTZMAN, C.; TORNBERG, E. The influence of low temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor mortis, ageing and tenderness of beef muscles. **Meat Science**, v.37, p.115-131, 1994.
62. PARDI, M. C.; SANTOS, I. F. dos; SOUZA, E. R. de; SANTOS, J. C. A Epopéia do Zebu - Um Estudo Zootécnico-Econômico. **Ed. Universidade Federal de Goiás**: Goiânia-Go, 1996, 126p.
63. PLATTER, W.J.; TATUM, J.D.; BELK, K.E.; CHAPMAN, P.L.; SCANGA, J.A.; SMITH, G.C. Relationships of consumer sensory ratings, marbling score, and shear force value to consumer acceptance of beef strip loin steaks. **Journal of Animal Science**, v.81, p.2741-2750, 2003.
64. PRADO, C. S. influência do método de resfriamento de carcaças bovinas nas variações de peso e nas medidas físico-químicas, sensoriais e microbiológicas do contrafilé (m. *Longissimus dorsi*). **Tese de doutorado**, Campinas, 2005.
65. PROST, E., PELCZYNSKA, E.; KOTULA, A. W. Quality characteristics of bovine meat. II. Beef tenderness in relation to individual muscles, age and sex of animals and carcass quality

- grade. **Journal of Animal Science**, v.41, p.541–547, 1975.
66. REAGAN, J. O.; CARPENTER, Z. L.; SMITH, G. C. Age-related traits affecting the tenderness of the bovine *Longissimus* muscle. **Journal of Animal Science**, v.43, p.1198–1205, 1976.
67. REUTER, B. J.; WULF, D. M.; MADDOCK, R. J. Mapping intramuscular tenderness variation in four major muscles of the beef round. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2594-2599, 2002.
68. RÜBENSAM, J.M.; MONTEIRO, E.M. Maciez e atividade de calpastatina em carne bovina. **Documentos CPPSu/EMBRAPA**, n. 28, 2000. 53p.
69. SAVELL J. W.; MUELLER, S. L.; BAIRD, B. E. The chilling of carcasses. **Meat Science**, v.71, p.449-459, 2005.
70. SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3333–3340, 1995.
71. SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef *Longissimus* tenderness. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2693-2699, 1999.
72. SHORTHOSE, W. R.; HARRIS, P. V. Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. **Journal of Food Science**, v.55, p.1-8, 1990.

73. 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.
74. SMITH. G. C.; DUTSON, T. R.; HOSTETLER, R. L.; CARPENTER, Z. L. Fatness, rate of chilling and tenderness of lamb. **Journal of Food Science**, v.41, p.748-756, 1976.
75. STATSOFT. Statistica 7.0 for Windows. **EUA Software**. Tucksá, 2005.
76. TAYLOR, A.A. In: Accelerated Processing of Meat, ed. A. Romita, C. Valin & A.A. Taylor, C.E.C. Elsevier Applied Science, London, 285p. 1987. apud JOSEPH, R.L. Very fast chilling of beef and tenderness – a report from an EU concerted action. **Meat Science**, v.43, p.S217-S227, 1996.
77. WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Sampling, cooking and coring effects on Warner-Bratzler shear force values in beef. **Journal of Animal Science**, v.74, p.1553-1562, 1996.
78. WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. **Shear Force procedures for meat tenderness measurement**. 1998. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/54380530/protocols/ShearForceProcedures.pdf>. Acesso em: set. 2006.
79. WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beff: III. Effect of the interaction between end point temperature and tenderness on Warner-Bratzler shear force values of beef *longissimus*. **Journal of Animal Science**, v.77, p.400-407, 1999.

80. 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.
81. WIERBICKI, E.; DEATHERAGE, F.E. Determination of water-holding capacity of fresh meats. **Agricultural and Food Chemistry**, v.6, p.387-392, 1958.
82. WULF, D. M.; WISE, J. W. Measuring muscle color on beef carcasses using the L* a* b* color space. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2418–2427, 1999.
83. WYTHES, J. R.; SHORTHOSE, W. R. Chronological age and dentition effects on carcass and meat quality of cattle in northern Australia. **Australian Journal Experimental Agricultural**, v.31, p.145-152, 1991.